

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**GESTIÓN DE CRONOGRAMA PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO
DE LATENCIA EN EL DISEÑO DE VIVIENDAS
MULTIFAMILIARES**
TESIS
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADA POR

Bach. GÓMEZ MIRANDA, IVAN GONZALO

Bach. RODAS RAMOS, DIEGO EVELIO

ASESOR: DR. ING. CHÁVARRY VALLEJOS, CARLOS MAGNO

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia, quienes me brindaron su apoyo en mis años de estudio, y de forma especial a mi padre Evelio, quien me inculcó valores y supo encaminarme por el camino correcto a lo largo de mi vida.

Diego Rodas Ramos

Esta tesis la dedico a mi madre Irma y a mi abuela Luisa; quienes son mi fortaleza diaria y pilares fundamentales de mi desarrollo profesional.

Ivan Gómez Miranda

AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento a nuestra alma mater, por habernos brindado los conocimientos de esta maravillosa carrera.

Diego Rodas e Ivan Gómez

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	4
1.2. Formulación del problema.....	5
1.2.1. Problema general.....	5
1.2.2. Problemas específicos	5
1.3. Objetivos de la investigación.....	6
1.3.1. Objetivo general	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. Delimitación de la investigación	7
1.4.1. Geográfica	7
1.4.2. Temporal	7
1.4.3. Temática	7
1.4.4. Muestral.....	7
1.5. Justificación del estudio.....	7
1.5.1. Conveniencia.....	7
1.5.2. Relevancia social.....	8
1.5.3. Aplicaciones prácticas	8
1.5.4. Utilidad metodológica	8
1.5.5. Valor teórico.....	8
1.6. Importancia del estudio.....	9
1.6.1. Nuevos conocimientos	9
1.6.2. Aporte.....	9
1.7. Limitaciones del estudio	9
1.7.1. Falta de estudios previos de investigación	9
1.7.2. Metodológicos o prácticos	9
1.7.3. Medidas para la recolección de datos.....	9
1.7.4. Obstáculos de la investigación	10
1.8. Alcance	10

1.9. Viabilidad del estudio	10
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	11
2.1. Marco histórico	11
2.2. Investigaciones relacionadas con el tema	13
2.2.1. Investigaciones internacionales	13
2.2.2. Investigaciones nacionales	14
2.2.3. Artículos relacionados con el tema	17
2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	18
2.3.1. Gestión BIM en procesos de diseño	18
2.3.2. Control de procesos BIM en la etapa de diseño	19
2.3.3. Tipos de incompatibilidades.....	22
2.3.4. Proceso de solución de incompatibilidades.....	22
2.3.5. PMBOK en el proceso de subsanación de incompatibilidades	23
2.3.6. Gestión de cronograma.....	25
2.3.7. Estados de las incompatibilidades y canales de comunicación.....	26
2.3.8. La metodología BIM en los proyectos Multifamiliares	27
2.3.9. Involucrados en los proyectos de construcción.....	28
2.3.10. Homogeneización de la comunicación entre involucrados.....	30
2.3.11. Entorno común de datos.....	31
2.4. Definición de términos básicos.....	31
2.5. Fundamentos teóricos que sustentan la tesis	33
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS	35
3.1. Hipótesis	35
3.1.1. Hipótesis principal.....	35
3.1.2. Hipótesis específicas	35
3.2. Sistema de variables	35
3.2.1. Definición conceptual y operacional.....	35
3.2.2. Operacionalización de las variables	36
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	40
4.1. Método de la investigación.....	40
4.2. Tipo de investigación.....	41
4.3. Nivel de investigación	41
4.4. Diseño de la investigación	41

4.4.1. Clasificación de los diseños	41
4.4.2. Estudio de diseño	41
4.5. Población y muestra.....	42
4.5.1. Población.....	42
4.5.2. Muestra.....	44
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	44
4.6.1. Instrumento de recolección de datos	44
4.6.2. Herramientas, métodos y técnicas	46
4.7. Descripción de procesamiento de análisis	46
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA	
INVESTIGACIÓN.....	47
5.1. Presentación de los resultados	47
5.1.1. Estadísticas de la unidad de estudio	47
5.1.2. Índice de validez del instrumento.....	48
5.1.3. Prueba de normalidad.....	53
5.1.4. Grado de asociación entre las variables	54
5.2. Análisis de los resultados.....	59
5.2.1. Estadísticos descriptivos de la información	60
5.2.2. Análisis de calidad	64
5.2.3. Análisis cuantitativo.....	65
5.2.4. Análisis cualitativo.....	67
5.2.5. Análisis de riesgos.....	70
5.3. Contrastación de hipótesis	73
5.3.1. Contrastación de hipótesis específicas	74
5.3.2. Interpretación de los resultados.....	75
5.4. Desarrollo del proyecto.....	80
5.4.1. Generalidades de la empresa	80
5.4.2. Estadística descriptiva del proyecto	82
5.4.3. Herramientas de control de calidad	87
5.4.4. Metodología y controles.....	91
5.5. Propuesta de plan de mejora	92
5.5.1. Plan de mejora.....	92
5.5.2. Procedimientos para la aplicación de la propuesta de mejora.....	93

5.5.3. Recomendaciones para la propuesta de mejora.....	95
5.5.4. Aplicación de la propuesta de mejora	96
5.5.5. Estado situacional del proyecto antes de aplicar el plan de mejora	104
5.5.6. Estado situacional del proyecto después de aplicar el plan de mejora.....	116
DISCUSIÓN	126
CONCLUSIONES	128
RECOMENDACIONES	130
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	132
ANEXOS.....	136
Anexo 01: Matriz de consistencia de la investigación.....	137
Anexo 02: Encuesta con la herramienta <i>google form</i>	140
Anexo 03: Cuestionario de la encuesta.....	146
Anexo 04: Validez del instrumento	151
Anexo 05: Población de estudio	160
Anexo 06: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov	163
Anexo 07: Formato de registro de incompatibilidades	170
Anexo 08: Temario del curso denominado: Curso de Modelado y Gestión BIM de Edificaciones utilizando Autodesk Revit.....	171
Anexo 09: Formato de matriz de responsabilidades.....	172
Anexo 10: Formato de matriz de comunicaciones.....	173
Anexo 11: Formato de trazabilidad	174
Anexo 12: Guía para optimizar el tiempo de latencia en el diseño de viviendas multifamiliares	175
Anexo 13: Procedimiento de uso del BIM <i>Collab</i> para identificación de incompatibilidades por interferencia	180
Anexo 14: Autorización de publicación de información corporativa.....	190

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de la variable independiente	36
Tabla 2: Operacionalización de la variable dependiente	38
Tabla 3: Encuestados y entrevistados	42
Tabla 4: Nivel de validez según el juicio de expertos	45
Tabla 5: Valores de nivel de validez de los cuestionarios	45
Tabla 6: Evaluación del grado de relación.....	45
Tabla 7: Evaluación de coeficientes de Cronbach	49
Tabla 8: Estadística de fiabilidad (alfa de Cronbach - SPSS).....	49
Tabla 9: Estadísticas de total de elemento (alfa de Cronbach - SPSS).....	50
Tabla 10: Clasificación de las correlaciones.....	53
Tabla 11: G.R. Identificación de incompatibilidades	55
Tabla 12: G.R. Planificación.....	55
Tabla 13: G.R. Homogeneización de la comunicación	56
Tabla 14: G.R. Seguimiento y control	56
Tabla 15: G.R. Trazabilidad	57
Tabla 16: G.R. Subsanción incompatibilidades	57
Tabla 17: G.R. Recursos y actividades	58
Tabla 18: G.R. Tiempo de notificación y respuesta	58
Tabla 19: G.R. Control de plazos	58
Tabla 20: G.R. Levantamiento observaciones	59
Tabla 21: Grado de relación entre la variable independiente y dependiente	59
Tabla 22: Variables fuera del L.I.C.	66
Tabla 23: Fases de correspondencia	68
Tabla 24: Evaluación de probabilidad impacto	71
Tabla 25: Valoración y clasificación de riesgos	72
Tabla 26: Mapa de riesgo.....	72
Tabla 27: Identificación de incompatibilidades y subsanaciones	75
Tabla 28: Planificación con estimación de recursos	76
Tabla 29: Homogeneización de comunicaciones y respuestas	77
Tabla 30: Seguimiento, control y plazos	78
Tabla 31: Trazabilidad y conformidad de subsanaciones	79
Tabla 32: Resumen del proyecto Alto Venturo	84

Tabla 33: Resumen proyecto Las Lomas.....	86
Tabla 34: Resumen proyecto Diamante Rojo	86
Tabla 35: Resumen proyecto La Arboleda	87
Tabla 36: Resumen de puntos a considerar en el Ishikawa	88
Tabla 37: Factores analizados en el diagrama Ishikawa.....	89
Tabla 38: Matriz del plan de mejora	92
Tabla 39: Matriz de responsabilidades	99
Tabla 40: Tiempo de subsanación por criticidad de incompatibilidad	99
Tabla 41: Matriz de comunicaciones	101
Tabla 42: Identificación de incompatibilidades antes de mejora.....	106
Tabla 43: Homogeneización de las comunicaciones antes de mejora	108
Tabla 44: Identificación de incompatibilidades después de mejora	116
Tabla 45: Homogeneización de las comunicaciones después de mejora.....	120
Tabla 46: Tiempo demandado en las fases de compatibilización.....	121

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Evolución de la coordinación digital.....	12
Figura 2: Roles en el diseño de proyectos con BIM.....	20
Figura 3: Proceso de compatibilización de planos con BIM.....	20
Figura 4: Coordinación BIM.....	21
Figura 5: Estados de las incompatibilidades.....	27
Figura 6: Costos e influencia en proyectos.....	30
Figura 7: Flujograma de una gestión de cronograma.....	34
Figura 8: Rangos etarios.....	47
Figura 9: Sexo.....	47
Figura 10: Carreras profesionales.....	48
Figura 11: Años de experiencia.....	48
Figura 12: Aplicación de identificación de incompatibilidades.....	60
Figura 13: Aplicación de planificación.....	61
Figura 14: Aplicación de homogeneización de la comunicación.....	61
Figura 15: Aplicación de seguimiento y control.....	61
Figura 16: Aplicación de trazabilidad.....	62
Figura 17: Aplicación de planificación de subsanaciones.....	62
Figura 18: Aplicación de recursos para las subsanaciones.....	63
Figura 19: Aplicación de tiempo de notificación y respuesta.....	63
Figura 20: Aplicación del control de plazos.....	63
Figura 21: Aplicación de conformidad de subsanaciones.....	64
Figura 22: Aplicación de gestión de cronograma.....	64
Figura 23: Control estadístico de calidad.....	66
Figura 24: Porcentaje de fases aplicadas.....	68
Figura 25: Matriz probabilidad impacto.....	71
Figura 26: Composición de ingresos año 2020.....	81
Figura 27: Porcentaje de utilidad neta.....	81
Figura 28: Conjunto de certificación al 2022.....	82
Figura 29: Composición de fuerza laboral 2020.....	82
Figura 30: Composición porcentual de inversión por especialidad.....	83
Figura 31: Composición porcentual de plazo.....	84
Figura 32: Cantidad de personas en la compatibilización.....	84

Figura 33: Vista ortogonal frontal del proyecto.....	85
Figura 34: Vista ortogonal posterior del proyecto	85
Figura 35: Diagrama de Ishikawa	90
Figura 36: Composición del tiempo de latencia	91
Figura 37: Fases de la etapa de compatibilización	93
Figura 38: Flujo de modelos 3D para compatibilización.....	94
Figura 39: <i>Software BIM Collaborate</i>	97
Figura 40: Flujo de información en el <i>Autodesk Construction Cloud</i>	101
Figura 41: Planificación resultante antes de mejora	107
Figura 42: Seguimiento y control antes de mejora	108
Figura 43: Tiempo de latencia antes de mejora en Alto Venturo	109
Figura 44: Tiempo de latencia antes de mejora en Las Lomas.....	111
Figura 45: Tiempo de latencia antes de mejora en El Diamante	113
Figura 46: Tiempo de latencia antes de mejora en La Arboleda	115
Figura 47: Tiempo de latencia en proyectos sin plan de mejora	116
Figura 48: Planificación resultante después de mejora.....	119
Figura 49: Seguimiento y control después de mejora.....	120
Figura 50: Trazabilidad en la mejora.....	121
Figura 51: Tiempo de latencia con mejora en Alto Venturo	123
Figura 52: Tiempo de latencia sin y con mejora en Alto Venturo.....	124
Figura 53: Tiempo por especialidad y fases	124
Figura 54: Comparativo de proyectos con y sin mejora	125

RESUMEN

En la presente investigación se analizó cómo el desarrollo de una gestión de cronograma en la subsanación de incompatibilidades halladas en la etapa de diseño, reduce el tiempo de latencia en los proyectos multifamiliares, por lo que, se utilizó la metodología *Building Information Modeling* para detectar incompatibilidades entre las especialidades, sin embargo, no bastó con que se halle la incompatibilidad en el modelo BIM, sino que el conflicto se encontró en la deficiente gestión para dar solución a dicha incompatibilidad en la fase de diseño.

La investigación empleó el método deductivo, con orientación aplicada, enfoque mixto, instrumento de recolección de datos proyectivo, nivel de investigación descriptivo y explicativo, de tipo descriptivo, con diseño experimental y estudio de diseño de cohorte.

La investigación determinó que el 36% de los proyectos presenta deficiencias en el desarrollo de la gestión de cronograma de subsanación de incompatibilidades, incluyendo que, el 37% no identifica las incompatibilidades, el 23% no planifica la subsanación de las mismas, el 26% no homogeneiza la comunicación entre los involucrados, además, un 42% presenta problemas para realizar el seguimiento y control del proceso de subsanación y un 32% no realiza la trazabilidad de la compatibilización del modelo BIM. Asimismo, bajo la metodología del *Project Management Institute*, guía del PMBOK, se desarrollaron procedimientos con el fin de gestionar las incompatibilidades entre las especialidades, concluyendo que, en el proyecto Alto Venturo, el tiempo de latencia se reduce en 45% con respecto al tiempo de respuesta de los proyectos analizados con la misma tipología.

Palabras clave: metodología BIM, latencia, incompatibilidades, gestión de cronograma, subsanación.

ABSTRACT

In this research, it was analyzed how the development of a schedule management in the correction of incompatibilities found in the design stage, reduces the latency time in multi-family projects, therefore, the Building Information Modeling methodology was used to detect incompatibilities. Among the specialties, however, it was not enough that the incompatibility was found in the BIM model, but rather the conflict was found in the poor management to solve said incompatibility in the design phase.

The research used the deductive method, with applied orientation, mixed approach, projective data collection instrument, descriptive and explanatory research level, descriptive type, with experimental design and cohort design study.

The investigation determined that 36% of the projects have deficiencies in the development of the management of the schedule for rectifying incompatibilities, including that 37% do not identify the incompatibilities, 23% do not plan to correct them, 26% it does not homogenize the communication between those involved, in addition, 42% have problems to monitor and control the rectification process and 32% do not carry out the traceability of the compatibility of the BIM model. Likewise, under the methodology of the Project Management Institute, the PMBOK guide, procedures were developed in order to manage incompatibilities between specialties, concluding that, in the Alto Venturo project, the latency time is reduced by 45% with respect to time response of the projects analyzed with the same typology.

Keywords: BIM methodology, latency, incompatibilities, schedule management, correction.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el uso de la metodología BIM, se ha convertido en una solución frecuente para optimizar el desarrollo de diferentes trabajos, actividades y procesos, en todas las etapas de los proyectos de construcción, tanto para el Sector Privado como para el Sector Público, los cuales exigen incluir planes, estrategias e implementar sistemas y metodologías que conlleven al éxito de los proyectos.

En el Perú, la metodología BIM viene siendo implementada de forma gradual, por lo que el Ministerio de Economía y Finanzas publica el 19 de junio de 2021, el Plan de Implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM Perú, que tiene como objetivo definir el camino para alcanzar de forma progresiva y obligatoria el uso de la metodología BIM hacia el año 2030.

El principal objetivo del uso de la metodología BIM es asegurar la gestión eficiente de información, por lo que uno de sus usos más frecuentes en la etapa de diseño, es la detección de incompatibilidades entre las diferentes especialidades de un proyecto, generando grandes beneficios para las empresas de construcción. Sin embargo, no basta con que se identifique la incompatibilidad en el diseño de un modelo BIM, sino que muchas veces el conflicto se encuentra en la deficiente gestión para dar solución a esa incompatibilidad.

Se elige este tema de estudio, debido a los constantes cambios que genera la evolución en la coordinación para dar solución a incompatibilidades en el modelo 3D y el intercambio de información entre los involucrados del proyecto. En recuento, en el año 2009 la coordinación se realiza mediante los *e-mails* y la revisión de los mismos; por el año 2010 se comienza a utilizar los reportes PDF, sobre información detectada; desde el año 2011-2013, existe un intercambio de vistas de modelos, que vienen a ser la integración de las especialidades del modelo BIM; en el año 2014, se empieza a utilizar esquemas y formatos de intercambio de información orientada a reportes, que provienen de los modelos BIM. Desde el año 2015 y en la actualidad, se tiene la gestión de incompatibilidades por el sistema de nubes, en el que se utilizan plataformas colaborativas. Sin embargo, todavía se tienen deficiencias en cuanto a la coordinación entre los involucrados, lo que genera incremento de costos por horas hombre, retrasos y conflictos entre los involucrados del proyecto.

En la presente investigación, el objetivo principal es desarrollar una gestión de cronograma en la subsanación de incompatibilidades halladas en la etapa de diseño, con la finalidad de reducir el tiempo de latencia, por medio de un análisis documental de proyectos multifamiliares, utilizando la metodología BIM. Por consiguiente, para lograr este objetivo principal, se tienen los siguientes objetivos específicos:

- a. Identificar las incompatibilidades con el fin de optimizar la planificación de la subsanación de las mismas.
- b. Elaborar la planificación para determinar las actividades y recursos que demandará la subsanación de incompatibilidades.
- c. Homogeneizar la comunicación entre revisores y modeladores, a través de un modelo de coordinación, para reducir el tiempo de notificación y respuestas.
- d. Realizar el seguimiento y control del proceso de subsanación de incompatibilidades notificadas a los proyectistas para cumplir con los plazos establecidos.
- e. Registrar y analizar la trazabilidad de la subsanación de incompatibilidades para obtener la conformidad del levantamiento de observaciones.

Por lo que, en principio, se identifican las incompatibilidades en el modelo 3D, con el fin de optimizar la planificación de la solución, en el cual se determinarán las actividades y recursos que demanda la subsanación de dichas incompatibilidades. Asimismo, se propone una matriz de comunicaciones entre los involucrados en el proyecto, para reducir el tiempo de notificación y respuesta, con lo que se realiza seguimiento y control de las actividades que se llevan a cabo en el proceso de subsanación, marcando una trazabilidad, registrando todos los eventos que surgen durante todo el desarrollo de la gestión de la incompatibilidad.

La herramienta más adecuada para optimizar la coordinación entre los involucrados y así reducir el tiempo de latencia para solucionar las incompatibilidades entre las especialidades en la etapa de diseño es la herramienta BIM *Collaborate*, porque es una plataforma colaborativa que tiene la facilidad para llevar a cabo una óptima gestión de incompatibilidades, además de almacenamiento en la nube y un excelente orden documentario.

En el Capítulo I, se desarrolla el planteamiento del problema, en el que se describen y formulan los problemas generales y específicos. Asimismo, se plantea el objetivo general y los objetivos específicos, se delimita, así como también, se define la importancia y

justificación del estudio. En el capítulo II, se detallan los antecedentes a la presente investigación. Asimismo, se entablan las bases teóricas vinculadas al desarrollo de proyectos con el uso de la metodología BIM, también se definen los términos básicos incluidos en la investigación. En el capítulo III, se desarrolla el sistema de hipótesis, principal y específicos, se operacionalizan las variables definidas en el objetivo general. En el capítulo IV se lleva a cabo la metodología de la investigación, definiendo el tipo y nivel de investigación. Además, se define la población y muestra para el desarrollo de la encuesta, que tiene como meta la obtención de datos para elaborar análisis cuantitativo, cualitativo y de riesgos. En el capítulo 5 se desarrolla el proyecto, materia de evaluación, en el que se aplica una guía para el desarrollo de una gestión de cronograma con el fin de reducir el tiempo de latencia, y así contrastar los resultados obtenidos con otros 3 proyectos con la misma tipología. En el capítulo VI se encuentran los resultados y las conclusiones del desarrollo del proyecto y del análisis de los resultados de las encuestas. Además, se detallan las recomendaciones y los anexos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Con el pasar de los años, los sectores económicos del Perú se ven obligados a mejorar sus índices de productividad y competitividad debido a los vertiginosos cambios en el consumo de las personas y la competencia globalizada. Según el Banco Central de Reserva del Perú, el sector económico construcción tiene el índice de productividad más bajo y la competitividad de las empresas constructoras peruanas se encuentran estancadas desde el último lustro comparado con sus símiles internacionales.

Dicho esta premisa, las empresas nacionales vinculadas con este sector, se encuentran conminadas a optimizar sus etapas diseño y construcción, para convertirlas así en más eficientes y eficaces. Si bien la etapa de construcción incide en el resultado económico corporativo significativamente, es en la etapa de diseño donde se debe poner mayor énfasis y análisis en sus procesos debido a que su repercusión es alta en la etapa de construcción.

En la etapa de planificación, puesto que el expediente técnico es realizado por varios especialistas, al momento de compatibilizar se encuentran diferentes problemas, que, si no se subsanan o no se consideran en la fase de planificación, genera retrasos, paros en la obra, conllevando a los sobrecostos y deficiencias en la etapa de ejecución. (Mendoza Baldeón, 2020, pág. 12)

En la última década, las empresas ligadas a cualquier sector económico vienen incorporando innovaciones y mejoras en sus procesos gracias al desarrollo de las tecnologías de la información (TIC's). El sector construcción y sus empresas vinculadas a este, están integrando filosofías y metodologías como el caso del *Building Information Modeling* (BIM).

Justamente, la metodología BIM puede ser utilizada, tanto en la etapa de diseño, así como en la etapa de construcción y que, su aplicación integradora, propicia mayor rentabilidad en las empresas que las usan.

Como se menciona, la etapa de diseño necesita un importante análisis de sus procesos dado sus impactos colaterales en la etapa de construcción y uno de los procesos de diseño tiene que ver con la compatibilización de las incompatibilidades halladas con la metodología BIM, cuyo tiempo de subsanación y conformidad permite que los procesos subsiguientes se realicen con normalidad.

Las empresas constructoras, por lo general, dilatan los tiempos de desarrollo de ingenierías en la etapa de diseño, esto por las incompatibilidades halladas y no subsanadas adecuadamente. O, por el contrario, al intentar cumplir sus plazos estimados y con penalización contractual, dejan de compatibilizar y subsanar las especialidades en detrimento de la etapa de construcción.

Así como lo indica Mendoza Baldeón (2020):

Los principales errores en los proyectos provienen de una deficiente gestión entre la etapa de planificación e inicio de obra, problemas como que no se tienen los planos adaptados a la realidad, modelos sin compatibilizar, o levantamiento de interferencias inadecuados. Esto radica en que generalmente se ha trabajado de forma en la que los procesos de gestión se independizan y los proyectistas buscan cumplir cada uno con sus objetivos y tiempos. (pág. 21)

Por ello, la falta de gestión de cronogramas y sus componentes: planificación, modelo de coordinación y trazabilidad, incrementa los tiempos de latencia o subsanación de estos. Por ende, los sobrecostos inclusive en esta etapa, reducen la rentabilidad de las empresas constructoras e inmobiliarias, así como la productividad en el sector.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo una gestión de cronograma en la subsanación de incompatibilidades reduce el tiempo de latencia?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo la identificación de incompatibilidades contribuye en la planificación de la subsanación de las mismas?

- ¿De qué forma influye una planificación en la determinación de recursos y actividades que se necesitan para la subsanación de incompatibilidades?
- ¿De qué modo el homogeneizar la comunicación entre los involucrados agiliza el proceso de notificaciones y respuestas?
- ¿De qué manera el seguimiento y control de la subsanación de incompatibilidades influye en el cumplimiento de los plazos establecidos?
- ¿Por qué un registro y análisis de trazabilidad del proceso de subsanación de incompatibilidades contribuye en la obtención de la conformidad y el conocimiento de los cambios en el modelo general del proyecto?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar una gestión de cronograma en la subsanación de incompatibilidades halladas en la etapa de diseño, con la finalidad de reducir el tiempo de latencia, por medio de un análisis documental de proyectos multifamiliares, utilizando la metodología *Building Information Modeling*.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar las incompatibilidades con el fin de desarrollar la planificación de la subsanación de las mismas.
- Elaborar la planificación para determinar las actividades y recursos que demanda la subsanación de incompatibilidades.
- Homogeneizar la comunicación entre revisores y modeladores, a través de un modelo de coordinación, para reducir el tiempo de notificación y respuestas.
- Realizar el seguimiento y control del proceso de subsanación de incompatibilidades notificadas a los proyectistas para cumplir con los plazos establecidos.

- Registrar y analizar la trazabilidad de la subsanación de incompatibilidades para obtener la conformidad del levantamiento de observaciones.

1.4. Delimitación de la investigación

1.4.1. Geográfica

El Presente proyecto se realiza dentro de la Urbanización EL Sauce de La Rinconada, distrito de La Molina, departamento de Lima, provincia de Lima.

1.4.2. Temporal

El proyecto de investigación se desarrolla durante los meses de julio del 2021 hasta el mes de septiembre del mismo año.

1.4.3. Temática

Campo: edificaciones

Área académica: Gestión

Línea de investigación: Obras Civiles

Sub línea de investigación: Diseño

1.4.4. Muestral

En cuanto se define la unidad de análisis, se delimita la población, que es el conjunto de todos los proyectos que concuerdan con una serie de especificaciones del estudio, dentro del distrito de La Molina.

1.5. Justificación del estudio

1.5.1. Conveniencia

El principal objetivo del uso de la metodología BIM es asegurar la gestión eficiente de información, por lo que uno de sus usos más frecuentes en la etapa de diseño, es la detección de incompatibilidades entre las diferentes especialidades de un proyecto, sin embargo, no basta con que se identifique la incompatibilidad en el diseño de un modelo BIM, sino que muchas veces el

conflicto se encuentra en la deficiente gestión para dar solución a esa incompatibilidad.

La presente tesis es conveniente en el desarrollo de la gestión de incompatibilidades, al elaborar una gestión a través de una guía, que ayuda no solo a identificar las incompatibilidades y la planificación en cuanto a su solución, sino que también homogeniza la comunicación entre los involucrados, desarrolla una trazabilidad y, por consiguiente, reduce el tiempo de latencia, que es el objetivo central de la investigación.

1.5.2. Relevancia social

Con el desarrollo de una gestión de cronograma en la subsanación de incompatibilidades, elaborando una matriz de comunicaciones y el estandarizar la comunicación entre los involucrados, genera un óptimo desempeño de los mismos, agilizando el tiempo de notificación y respuesta, y, sobre todo, reduce los conflictos entre los especialistas.

1.5.3. Aplicaciones prácticas

Mediante la implementación de una guía para el desarrollo de la gestión de cronograma en la subsanación de incompatibilidades, se optimizan los procesos de planificación, ya que la guía recomienda un orden para la subsanación de incompatibilidades, así como el uso de un registro, la elaboración de una matriz de responsabilidades, realizar seguimiento y control de los procesos, siendo uno de los más importantes, la elaboración de la trazabilidad de todos los sucesos, para prever cualquier problema con respecto a las modificaciones.

1.5.4. Utilidad metodológica

En la presente investigación se utiliza la metodología BIM, en el diseño del modelo 3D con la herramienta *Revit*, la identificación de incompatibilidades mediante la herramienta *Navisworks*, y la gestión adecuada de dicha incompatibilidad por medio de la plataforma colaborativa BIM *Collaborate*.

1.5.5. Valor teórico

Dado los resultados de la presente investigación, el desarrollo de gestión de cronograma para la subsanación de incompatibilidades puede ser utilizado para los proyectos de edificación, con cualquier compatibilidad de uso.

1.6. Importancia del estudio

1.6.1. Nuevos conocimientos

La presente investigación utiliza una plataforma colaborativa poco común entre los profesionales dedicados a la metodología BIM.

1.6.2. Aporte

El aporte de la presente investigación es la guía para optimizar el tiempo de latencia en el diseño de viviendas multifamiliares

1.7. Limitaciones del estudio

1.7.1. Falta de estudios previos de investigación

En referencia a la metodología BIM, por encontrarse en proceso de implementación en Perú, no se tienen muchos temas relacionados con el tema de la gestión de incompatibilidades, y se toman varios temas internacionales, con diferentes características en los proyectos.

1.7.2. Metodológicos o prácticos

No existe una guía o norma de estandarización en cuanto a la coordinación entre especialistas de un proyecto, por lo que los resultados pueden variar, con respecto a las características del proyecto.

1.7.3. Medidas para la recolección de datos

Las investigaciones en análisis consideran diferentes niveles de capacitación de los involucrados en el uso de la metodología BIM, así como también, la falta de experiencia en la compatibilización de las diferentes especialidades, además del tipo y cantidad de incompatibilidades se identifican mediante el uso de la metodología BIM. Por lo antes expuesto, para realizar comparaciones entre las investigaciones analizadas, se debe tener información necesaria para obtener

un análisis óptimo, que permita visualizar una tendencia en la reducción del tiempo de latencia.

1.7.4. Obstáculos de la investigación

Como obstáculos se encuentran:

Desorden en la información de los proyectos investigados

Asistir a las oficinas ejecutoras de los proyectos donde laboraron algunos profesionales BIM para recopilar la información. Lo que genera el riesgo de contagiarse de covid-19.

Tardanza en las respuestas de la municipalidad de La Molina.

1.8. Alcance

La investigación es a nivel de un proyecto multifamiliar en la etapa de diseño, en el que se estudian las incompatibilidades entre las especialidades de tipo interferencia, por lo que también se puede utilizar en la etapa de diseño de otros tipos de edificaciones.

1.9. Viabilidad del estudio

El tiempo de compatibilización entre las diferentes especialidades de un proyecto en promedio es de 1 mes, considerando varios factores a tomar en cuenta, se tiene acceso al modelo 3D del proyecto con la herramienta *Revit*, por lo que, es viable la ejecución de un cronograma para levantar las observaciones de interferencias en el diseño de una edificación Multifamiliar.

Las fuentes de información son algunas tesis de pregrado, artículos, videos de la implementación BIM en el Perú del Ministerio de Economía y Finanzas. Así como también, las clases de Especialización en Edificación Virtuales dictadas de forma virtual por SENCICO.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco histórico

El uso de la metodología *Building Information Modeling* es una necesidad en los proyectos de construcción en el Perú, y va creciendo vertiginosamente en la última década. Tanto los proyectos del sector Privado como los del sector Público, exigen incluir planes, estrategias e implementar sistemas y metodologías que conlleven al éxito de los proyectos y tener ventajas competitivas dentro de un mundo tan restringido luego de la crisis pandémica del año 2020 y que nos deja como enseñanza que cualquiera de las actividades que antes de la pandemia realizábamos podrían ser mejoradas en la forma en cómo se gestiona.

El sector de la construcción en Latinoamérica y, particularmente, en el Perú sigue paso a paso la implementación de la tecnología en los proyectos, estas mejoras se vienen integrando de forma progresiva; empezando con el sector privado, con el impulso de las más importantes constructoras en el Perú, y siguiendo con el sector público, con el apoyo legal y de normas que se vienen emitiendo por medio de Decretos y Reglamentos desde el año 2018.

En un principio se desea tener modelos computacionales, que ayuden con varios aspectos como el diseño antes de la construcción de edificaciones; es así, como en 1999, Charles M. Eastman publica el libro *Building Product Models: Computer Environments Supporting Design and Construction*, en el que compilan conceptos, tecnologías, estándares y un listado de proyectos que se desarrollan definiendo modelos de datos computacionales para el soporte de diversos aspectos del diseño de edificaciones; en el año 2011, Eastman y otros autores publican el libro *BIM handbook a guide to Building Information Modeling*, en el que describe extensamente la metodología BIM sus procesos; aunque se conoce que Eastman desarrolla extensamente la metodología BIM, éste la incorpora a la industria de la construcción con el término *Building Product Model*, siendo Jerry Laiserin, quien populariza el término BIM. Podemos decir que, una de las primeras apariciones de una metodología BIM, es gracias a la empresa *GRAPHISOFT*, dado que en el año 1984 implementa el *Virtual Building* (Edificio Virtual) con el uso de los *softwares ArchiCad y VectorWorks*.

Uno de los usos más importante de BIM, es la detección de incompatibilidades en la etapa de diseño de proyectos de construcción, la misma que desde un principio, gestiona por medios que ralentizan los procesos de solución. Los datos ya tienen mucha relevancia en un sector en plena transformación tecnológica para ser gestionados, reutilizados y cruzados en la búsqueda de sistemas más eficientes. Desde los típicos *post-it*, *los emails*, mensajes *WhatsApp*, croquis, anotaciones, sms, y las interminables horas de teléfono, etc.

La figura 1 muestra un esquema de la evolución en la coordinación digital, la forma en cómo se intercambiaba la información hasta en la actualidad.

En el año 2009 se marca una trazabilidad en la coordinación de incompatibilidades mediante los emails y la revisión de los mismos, por el año 2010 se comienza a utilizar los reportes PDF, sobre información detectada, como las antes mencionadas incompatibilidades, y otros asuntos. Desde el año 2011- 2013, existe un intercambio de vistas de modelos, que vienen a ser la integración de las especialidades del modelo BIM. En el año 2014, se empieza a utilizar esquemas y formatos de intercambio de información orientada a reportes, que provienen de los modelos BIM. Desde el año 2015 y en la actualidad, se tiene la gestión de incompatibilidades por el sistema de nubes, en el que se utilizan plataformas colaborativas, como lo son *Revizto*, *Navisworks*, etc.

La figura 1 nos muestra la evolución de la coordinación digital:

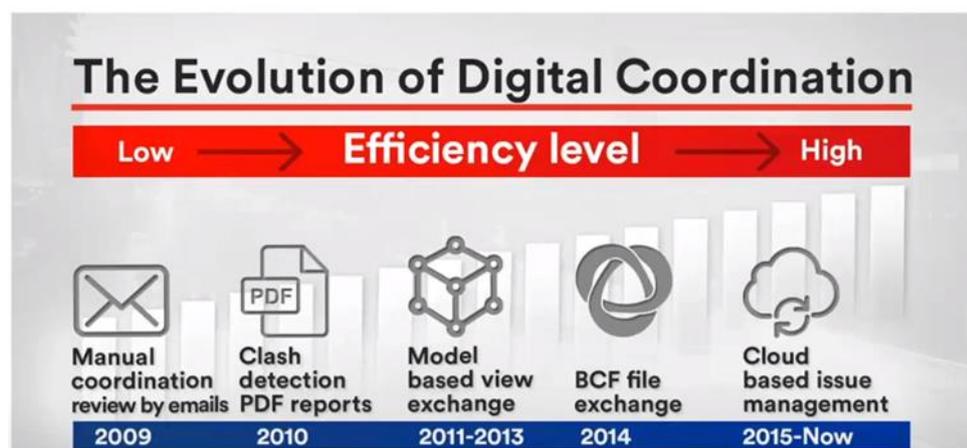


Figura 1: Evolución de la coordinación digital
Fuente: (Veillette, 2019)

El Perú viene implementando la metodología BIM gradualmente, por lo que, se emiten Lineamientos y Planes para su implementación en los proyectos del sector

público y privado. Sin embargo, actualmente no se tiene una guía que ayude a la gestión de cronograma para incompatibilidades halladas con el uso de dicha tecnología, es por eso, que las investigaciones nacionales que se detallan a continuación corresponden al uso de BIM, en concreto, a la detección de incompatibilidades y su importancia en los proyectos nacionales.

2.2. Investigaciones relacionadas con el tema

2.2.1. Investigaciones internacionales

Trejo (2018). En su investigación tiene como objetivo analizar los eventuales cambios en los procesos de planificación y control de alcance, tiempo, costo y calidad en proyectos de ingeniería y construcción con el uso de la metodología BIM en ellos.

Actualmente, Chile cuenta con el proyecto “Construye 2025”, el cual tiene como objetivo mejorar la productividad del sector de la construcción y la cadena de valor, dentro de este proyecto se encuentra el “Plan BIM”, que desde el año 2020 busca exigir la implementación de BIM en proyectos del sector Público, en el sector Privado esto será desde el 2025.

Fernández (2019). Esta investigación tiene como problemática el proceso de coordinación en Chile, el cual muchas veces no son observadas en su totalidad por los involucrados del proyecto, en el que afirma coordinación y planificación son actividades que van a la par, debido a que, si no hay una buena coordinación, la planificación del proceso constructivo no será la adecuada.

Una coordinación de calidad es la base para que todo proyecto cuente con procesos constructivos mejores, así afirma el autor en la investigación:

La coordinación es parte de la columna vertebral del constructor, aunque muchos por temas de generalización no se enfocan en la mejora continua de procesos constructivos, la base para una mejora está netamente en el foco de coordinar correctamente, se tienen herramientas de nivel tangible como digitales, las cuales ayudan a la coordinación tradicional y por

consiguiente a la planificación correcta de las actividades y partidas necesarias dentro de un proyecto. (Fernández Rojas, 2019, pág. 74).

Ayala (2020). Esta investigación tuvo como objetivo dar a conocer la situación actual del sector de la construcción, en referencia a la productividad y la relación que se tiene con la implementación de tecnologías y metodologías desde la etapa de diseño de un proyecto de construcción. El resultado más importante de esta investigación es que la industria de la construcción se posiciona desfavorablemente, frente a otras industrias, con respecto al uso e implementación de nuevas metodologías, esto debido a los costos que conlleva la implementación, ya que, de la investigación realizada, los encuestados opinan que es una inversión innecesaria de tiempo y dinero.

Fernández (2019). Su investigación tuvo como objetivo general esquematizar una metodología de apoyo en base al proceso de coordinación BIM y *Last Planner*, para así, lograr una adecuada y organizada coordinación de proyectos. Siendo una de las conclusiones más resaltantes que el compromiso de cada uno de los participantes de la obra, empleados y especialistas, acrecentó la dinámica de trabajo, generando un avance prolijo, al tener de vez en cuando una baja por tensiones que se van acumulando poco a poco, y reducir discusiones por diferencias de opinión con respecto a las modificaciones.

Blanco (2019). En su investigación, compara el sistema tradicional *CAD* versus las mejoras en la implementación de la metodología BIM, para lo cual presenta experiencias y resultados que obtuvo en la implementación BIM en los procesos de diseño de la empresa colombiana Tipiel S.A. En el cual, la conclusión más importante viene a ser que, la metodología BIM, permite anticiparse a la mayoría de conflictos que se pueden tener entre las diferentes especialidades en el modelo virtual, por consiguiente, da pie a que se solucionen problemas que se pudiesen presentar en la etapa de construcción de un proyecto de construcción.

2.2.2. Investigaciones nacionales

Millasaky (2018). En su investigación tiene como objetivo determinar qué tan beneficioso es subcontratar a una empresa para modelar los planos 3D con el

fin de reducir las incompatibilidades en los proyectos estudiados. Estos proyectos cuentan entre 5 a 7 pisos, asimismo, cuantifica los costos adicionales de los proyectos antes mencionados y obtiene como resultado que, la implementación de BIM en los proyectos en estudio, genera un ahorro de 0.35% del presupuesto Contractual, Además de la investigación mediante encuestas que realiza el autor también, concluye que se está desarrollando una mala gestión con BIM en el Perú, dando a entender que no se explotan todos los beneficios que esta metodología conlleva. A lo que también hace la siguiente recomendación a las empresas que brindan servicios de implementación de BIM, “depuren con experiencia y cautela muchas de las incompatibilidades leves y otras tantas moderadas, de manera que vuelvan mucho más liviano los correos a los proyectistas y luego estos no se demoren mucho en contestarlos” (Millasaky Avilés, 2018, pág. 77)

Cabrera (2021). El autor tiene como objetivo realizar un Plan de Ejecución BIM, este plan sigue en proceso de elaboración. Es presentada en un taller virtual que se da gracias al Colegio de Ingenieros del Perú y tiene como finalidad desarrollar una guía en la planificación, para la evaluación de restricciones y recursos encontrados en una empresa y organización en el Perú que cuentan con proyectos de construcción, basados en el uso de BIM.

En concordancia con el autor, acerca de las guías, manuales, métodos y demás documentos que ayuden en la implementación de BIM, el Ministerio de Economía y Finanzas (2021) indica lo siguiente:

Su contenido explica la metodología de trabajo, los procesos, las características técnicas, los roles BIM, las responsabilidades y los entregables que responden a los requisitos de información establecidos por la Parte que Designa y que las partes involucradas deben seguir para el desarrollo de una fase o etapa del ciclo de inversión. (pág. 82).

Ministerio de Economía y Finanzas (2021). El Ministerio de Economía y Finanzas publica el 19 de junio de 2021, el Plan de Implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM Perú, que tiene como objetivo definir el camino para alcanzar de forma progresiva y obligatoria el uso de la metodología BIM hacia

el año 2030, debido al gran potencial que tiene esta metodología en cuanto a la gestión de información de un proyecto de construcción.

BIM no solo hace referencia al uso de herramientas tecnológicas; su principal objetivo es asegurar la gestión eficiente de información. Por ello, se requiere que cumpla con ciertos requisitos de nomenclaturas, cantidad, calidad, accesibilidad, transparencia y seguridad, de la información necesaria en el momento adecuado, para que se puedan tomar mejores decisiones a lo largo del ciclo de inversión. La aplicación de esta metodología genera diferentes beneficios en la forma en que se planifica y ejecuta una inversión, desde la definición de los requisitos de los activos hasta el término de su uso, cubriendo su concepción, desarrollo, operación, mantenimiento y disposición. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021, pág. 20)

Álvarez y Pinto (2020). Esta investigación tiene como objetivo detectar las incompatibilidades que generan impacto en costo y tiempo, para realizar un análisis comparativo entre el método tradicional y el uso metodología BIM en la etapa de diseño de un proyecto de construcción, resultando que la implementación de BIM en la etapa de diseño de los proyectos de construcción hubiese representado un 0.528%, por lo que hubiera sido rentable la implementación de BIM.

Se concluye que:

De la clasificación de las consultas por especialidad se obtuvo que 237 consultas que representa el 40.79% son de la especialidad de estructuras; 108 consultas que representa el 18.59% son de la especialidad de instalaciones sanitarias; 105 consultas que representa el 18.07% son de especialidad de arquitectura; 103 consultas que representa el 17.73% son de especialidad de instalaciones eléctricas; 22 consultas que representa el 3.79% son de especialidad de instalaciones mecánicas y 6 consultas (1.03%) corresponde a otros. (Álvarez Vásquez & Pinto Vargas, 2020, pág. 94).

Mendoza (2020). La investigación desarrolló la aplicación de la metodología BIM en la etapa de planificación y control de obra, en el cual, para poder cumplir con el desarrollo se evaluó el trabajo de 10 proyectos multifamiliares. El Autor concluye que, la cantidad de requerimientos de información disminuyen aplicando la metodología BIM, por consiguiente, también se reduciría el tiempo de respuesta para el inicio de obra. Asimismo, indica que la falta de comunicación genera una mayor cantidad de incompatibilidades durante la fase de planificación.

“Las principales incompatibilidades de detalle se detectaron en las áreas de arquitectura con estructuras y especialidades. Se concluye que hay una inconsistencia, generada por la falta de comunicación, entre los especialistas.” (Mendoza Baldeón, 2020, pág. 148).

2.2.3. Artículos relacionados con el tema

Garcia (2019). En este artículo, el autor escribe acerca de la gestión de los datos de BIM, del proceso histórico de los sistemas de trazabilidad y ciertas problemáticas que existen dentro del uso de esta metodología. En el artículo el autor indica que el actual modelo de trabajo no considera una trazabilidad de datos eficiente y fiable, inclusive no podrá ser reutilizado mediante la filosofía *Lean Construction*, que es la mejora continua de procesos.

Datos que forman parte fundamental del proceso, pero no se integran de una manera eficiente para mantener una trazabilidad adecuada, que estos puedan ser reutilizados para obtener la información deseada y de posibles rutas de eficiencia, cruce de datos. Herramientas como *Trello (web)*, *Teams (Microsoft)*, *FluxIO*, *PowerBI*, *Gephi*, entre otros, confieren a la trazabilidad y a la gestión el papel que debe tener, recuperación y reutilización de datos en tiempo real. (García Navas, 2018, pág. 56).

Gutierrez y Godoy (2020). El objetivo del artículo de la revista es dar a conocer la importancia del entorno de colaboración de BIM. El autor indica que la BIM es una metodología que coopera con la gestión eficiente y trazable de la información de un proyecto, durante todo el ciclo de vida de este. También explica uno de los beneficios del uso de BIM, como lo es el pre visualizar

diversas soluciones de manera simultánea para analizar los conceptos por encima de la forma, y con ello reducir errores y contribuir con la información necesaria para tomar las decisiones adecuadas

En el artículo el autor afirma que, en la actualidad, la etapa de diseño de un proyecto de construcción, se realiza de forma apresurada y bajo la marcha, que conlleva a una gestión con muchos conflictos e interferencias en las especialidades del proyecto, generando sobrecostos y demoras.

Los profesionales que intervienen en un proyecto realizado en BIM, tanto en su coordinación como en el análisis y gestión, pueden llegar a reducir tiempos y costos, gracias a que esta metodología les da la posibilidad de detectar errores en la etapa de diseño, evitando que dichos errores pasen a la etapa de construcción. (Gutiérrez & Godoy, 2020, pág. 174).

2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

2.3.1. Gestión BIM en procesos de diseño

“BIM aporta desde la aplicación de tecnologías que permiten registrar la información de un activo en cada una de estas etapas, optimizando el traspaso y gestión de la información de manera fluida, de tal forma que el trabajo colaborativo sea eficaz y eficiente” (Gutiérrez & Godoy, 2020, pág. 175).

La gestión de proyectos en la etapa de diseño con el uso de BIM, presentan las siguientes fases:

- **Diseño conceptual:** Es la etapa en la que el cliente va a trasladar sus objetivos a un diseñador, desde un punto de vista muy amplio, se refiere a Modelos 3D, simples, en el que interviene el Arquitecto.
- **Diseño Esquemático:** Es la etapa en donde se tiene una idea general del proyecto y hay una pre- visualización del diseño, interviene el Ingeniero Estructural, se definen los elementos estructurales.
- **Desarrollo del diseño:** Es la etapa en donde se prepara el expediente técnico, intervienen los especialistas en instalaciones en conjunto con el arquitecto y el estructural, se realizan las revisiones de todos los sistemas, el trabajo se

va intensificando un poco más. Las ingenierías empiezan a concurrir, es una etapa muy iterativa y en la que hay muchos cambios, hay una mayor revisión de modificaciones. Se definen los puntos básicos para los sistemas principales.

- Documentos de Construcción: Se afianza más el desarrollo del expediente, en donde se presenta el expediente municipal, que contiene la información mínima necesaria para que dicha entidad pueda revisar, aprobar y realizar el levantamiento de observaciones que se puedan dar.
- Licitación de construcción: Etapa en la que en primera instancia se desarrolla el expediente de obra, en el cual se empieza a detallar la información de elementos que se van a construir en obra, ingreso de planos de detalle, etc. También se realizan expedientes de Licitaciones, el cual se envía a los postores, con toda la documentación necesaria, que muchas veces no contemplan las últimas modificaciones.

2.3.2. Control de procesos BIM en la etapa de diseño

El control de procesos en BIM, generalmente se convierte en un entorno cíclico, en el que hay una iteración del diseño del proyecto, debido a las incompatibilidades, cambios en el diseño, etc.

En este proceso intervienen los siguientes involucrados:

- Los diseñadores: se encargan del desarrollo del diseño, mediante un formato de envío de la documentación de entrada, para realizar actualizaciones del diseño a partir de las observaciones.
- Gestor del diseño: Es quien desarrolla, actualiza e integra el modelo, para gestionar las incompatibilidades.
- Diseñadores y gestor de diseño: Los cuales en conjunto realizan el plan de solución de incompatibilidades y deciden los cambios para la mejora en el diseño.

En la gestión de incompatibilidades, la solución se podría plantear a través de sesiones ICE, como se muestra en la figura 2, en el que también se plantea

algunos roles de los involucrados en la fase de diseño de un proyecto de construcción con el uso de la metodología BIM.

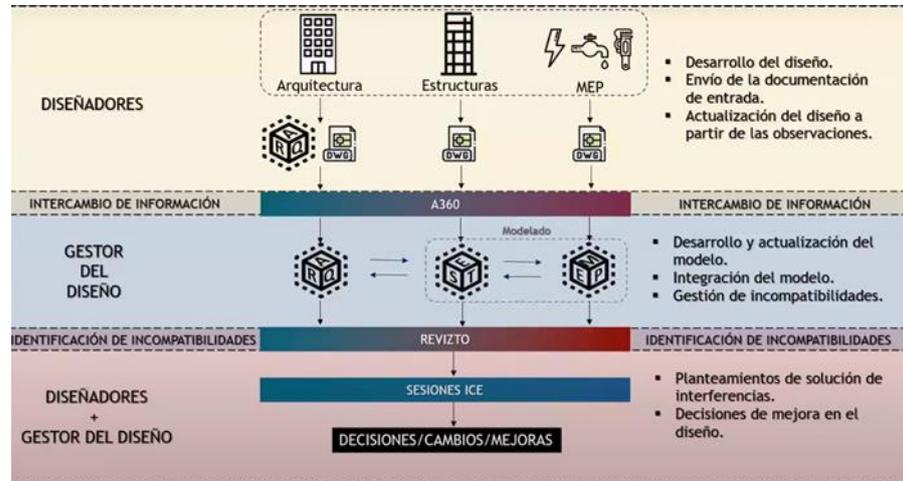


Figura 2: Roles en el diseño de proyectos con BIM
Fuente: (SENCICO, 2020)

En otra perspectiva, se cuentan con el modelo de Arquitectura y los planos de las especialidades de Estructuras y MEP, estos planos se desarrollan en el proceso en modelos 3D, para luego ser integrados. En la gestión de la integración se detectan incompatibilidades que se revisan en las sesiones ICE, lo cual genera una actualización del modelo, estos procesos se vuelven cíclicos hasta el momento en el que el modelo se encuentre compatibilizado.

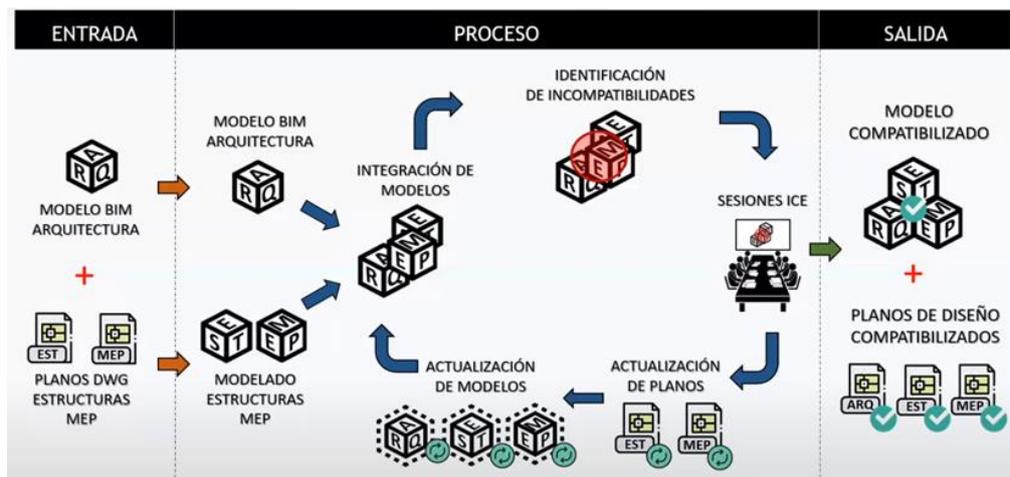


Figura 3: Proceso de compatibilización de planos con BIM
Fuente: (SENCICO, 2020)

El control de procesos utilizando la metodología BIM, generalmente se convierte en un entorno cíclico, en el que hay una iteración del diseño del proyecto, debido a las incompatibilidades, cambios en el diseño, etc.

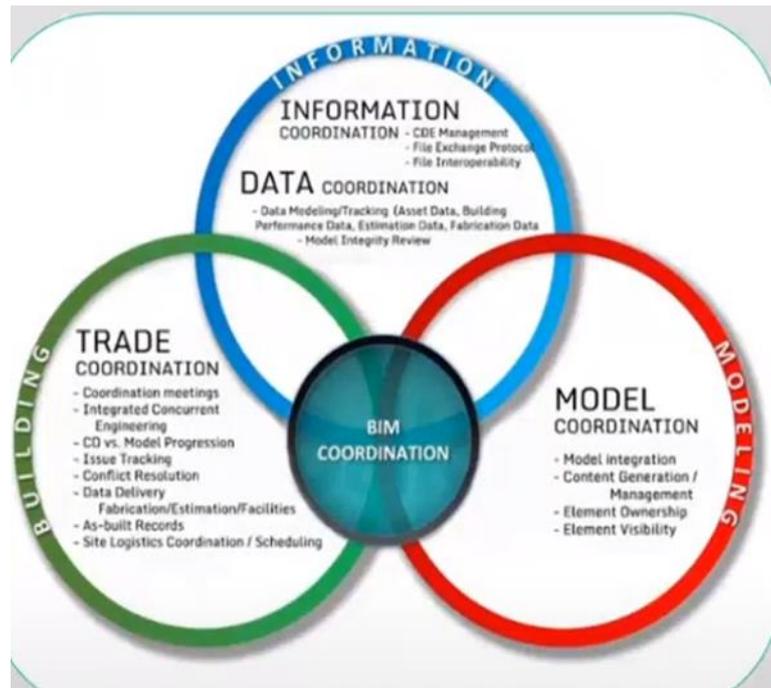


Figura 4: Coordinación BIM
Fuente: (SENCICO, 2020)

Cada uno de estos frentes contiene diferentes tipos de conceptos, el primero es la información, el segundo es el intercambio de la misma información, el planeamiento, etc., y por último se encuentra la coordinación del modelo, que en Perú se le conoce como gestión BIM, se entiende como la gestión de incompatibilidades, en donde básicamente primero se identifica y luego se gestiona de forma eficiente.

“La experiencia en la gestión de todo un proyecto integral genera la mejora en los procesos, puesto se entiende las consecuencias de realizar diferentes acciones que conllevan a que en otro proceso genere retrasos y demore el correcto flujo” (Mendoza Baldeón, 2020, pág. 45).

La coordinación BIM, viene a ser la resolución, el levantamiento y la corrección de los problemas en el diseño, o bien llamados las incompatibilidades.

Incompatibilidades: Las incompatibilidades son ineficiencias que afectan o reducen la calidad del proyecto en cualquiera de sus etapas y sistemas.

Las incompatibilidades se pueden dar en cualquiera de las etapas de un proyecto, ya sea en la etapa de diseño, de construcción o en la etapa de vida útil. También, en los sistemas, como lo son HVAC, sistema estructural, de iluminación, etc.

2.3.3. Tipos de incompatibilidades

Las incompatibilidades más comunes en la gestión del modelo, son las siguientes:

- **Ambigüedades:** cuando la información presentada puede ser interpretada de muchas formas, los diferentes involucrados en el proyecto podrían interpretar una información de forma distinta, se tiene que evitar en un proyecto la diversidad de apreciación de la información y esta debe ser recibida por los involucrados con una única interpretación.
- **Incumplimiento Normativo:** Generalmente este tipo de incompatibilidad se ve reflejada en el diseño de las instalaciones, que por lo general cuando se integra las especialidades en un modelo BIM, se puede apreciar, por ejemplo; una tubería de agua nunca debe ir por debajo de una de desagüe.
- **Falta u omisión de información:** Se debe a la falta de información, es decir, mientras que no se entregue o se omita información, habrá incertidumbre en los involucrados, por lo tanto, en el proyecto.
- **Interferencia:** Choque o colisión física de objetos, pueden generarse entre elementos de la misma especialidad como entre elementos de distintas especialidades.
- **Baja eficiencia:** Se genera cuando un sistema tiene baja funcionalidad, o algún objeto genera que haya baja calidad en el desarrollo del diseño, este tipo de incompatibilidades se podría observar en un sistema de iluminación, cuando un ducto pasa por encima de ese punto de luz, haciendo que esa luminaria no sea útil.

2.3.4. Proceso de solución de incompatibilidades

En un inicio se han visto soluciones conservadoras, estos vienen a ser la comunicación por medio de correos o RFI, estos medios de comunicación pueden ser importantes, aunque estos puedan ralentizar el proceso de solución de un problema en incompatibilidades. Estos medios nos ayudan por temas legales y de trazabilidad. Mendoza Baldeón (2020) indica lo siguiente: “La herramienta recomendada para evaluar las especialidades, es el RFI, que son los que contienen un sistema de control y seguimiento , mediante el cual, permite a los jefes y gerentes mitigar el riesgo de cambio de personal que lleva la información o histórico de cambios” (pág. 26).

Después están las soluciones digitales, en lo que se refiere al CAD, PDF, el intranet. En la actualidad se usan las soluciones colaborativas, que consiste en el uso de la Nube, este funciona como entornos de concentración, los modelos BIM, reuniones ICE, son útiles para agilizar el proceso de gestión, debido a que no basta que se identifique la incompatibilidad, sino que muchas veces el verdadero problema está en la coordinación para dar solución a esa incompatibilidad.

La gestión de las incompatibilidades inicia desde el modelamiento, e incluso desde la revisión de la información, la cual se encuentra integrada en un modelo.

Para obtener una adecuada gestión de incompatibilidades se deben tomar en cuenta que estas deben ser clasificables y rastreables.

- Clasificable: Se debe identificar incompatibilidades de acuerdo a su naturaleza, por ejemplo: iluminación, el sistema HVAC, etc. Sirve para orientar las sesiones ICE, poder transmitir el enfoque del tema que se está revisando.
- Rastreable: Tiene que ver con la ubicación exacta del lugar en donde se encuentra la incompatibilidad: ejes, recinto, etc.

2.3.5. PMBOK en el proceso de subsanación de incompatibilidades

Cuando en el modelo BIM, se genera una incompatibilidad, se debe realizar una programación de actividades, un cronograma, es decir, las

incompatibilidades están sujetas a cronogramas y frentes, que su solución va a depender del tipo de incompatibilidad, del grado de criticidad y de la ubicación en donde se genera dicha incompatibilidad en el diseño del proyecto. Para lo cual seguiremos procedimientos bajo la metodología PMBOK.

En la guía de aprendizaje de gestión de proyectos desarrollada por Siles & Mondelo (2012), se considera que la gestión de proyectos es una disciplina que permite guiar e integrar los procesos precisos para las etapas de un proyecto como lo es: Inicio, planificación, ejecución, control y cierre proyectos. Empleando una correcta gestión de proyecto se podrá concretar todo el trabajo establecido cumpliendo consecuentemente con el alcance pactado, además de considerar los límites de tiempo y costos.

En base a ello, el *Project Management Institute* (2017) en su guía establece lo siguientes procesos en cinco categorías denominados Grupos de Procesos:

- Grupo de procesos de planificación: Permite constituir el alcance del proyecto, considerando las refinaciones de objetivos y acciones que se deben realizar para cumplir con el alcance propuesto del proyecto.
- Grupo de procesos de ejecución: Realiza el trabajo detallado en el plan para la dirección de proyectos con la finalidad de conseguir los requisitos del proyecto.
- Grupo de procesos de monitoreo y control: Brinda el seguimiento, análisis, regularización del progreso y el desempeño del proyecto, permitiendo identificar las áreas en las que el plan requiera cambios.
- Grupo de procesos de cierre: Procesos que determinar el cumplimiento o cierre formalmente el proyecto, fase o contrato

Es preciso indicar que cada proceso puede ceñirse a distintos números de interacciones de acuerdo a los requerimientos del proyecto, es decir, existen procesos que se utilizan por única vez, otros que se llevan a cabo según sea necesario y que se realizan de forma continua a lo largo de todo el proyecto.

Los procesos se caracterizan por presentar entradas, herramientas, técnicas y salidas, debido a esto el resultado de un proceso se puede considerar como la

entrada de otro proceso no pudiendo estar específicamente en el mismo grupo de procesos.

2.3.6. Gestión de cronograma

La programación del proyecto brinda un plan detallado en donde se indica la forma y el momento en el que se dará la entrega final definidos en el alcance del proyecto.

Por consiguiente, primero se deberá seleccionar un método de planificación, la cual muestra las actividades indispensables para la ejecución del proyecto. Luego los datos obtenidos como las actividades, las fechas establecidas, las duraciones, los recursos necesarios, las predecesoras y restricciones se integran en una herramienta creando un modelo de programación obteniendo como resultado el cronograma del proyecto

Para la programación se utilizará el programa *MS Excel* que ayuda a planear y administrar proyectos de manera eficiente.

Los procesos que se requieren para gestionar la finalización del proyecto en el tiempo establecido son:

- Planificar la gestión: Determinar las políticas, los procesos y la documentación necesaria para la planificación, el desarrollo, la gestión, ejecución y control del cronograma del proyecto.
- Definir las actividades: Identificar y conversar la información de las operaciones que se deben realizar para conseguir los entregables del proyecto.
- Secuenciar las actividades: Relacionar las actividades del proyecto, tomando en cuenta sus predecesoras.
- Estimar la duración de las actividades: Aproximar la duración de periodos de trabajo necesarios para concluir los entregables individuales con los recursos estimados a emplear.

- Estimar la duración de las actividades: Aproximar la duración de periodos de trabajo necesarios para concluir los entregables individuales con los recursos estimados a emplear.
- Controlar el cronograma: Es aquí donde se dará más énfasis ya que la investigación propuesta se encargará de controlar oportunamente el cronograma repercutiendo en la productividad de la empresa. Pues bien, consiste en el monitoreo del cronograma con la intención de actualizarlo y gestionar los cambios en la línea base del cronograma. El beneficio clave de este proceso es que la línea base se mantiene a lo largo del proyecto.

Dentro de la actualización del cronograma es importante considerar el Control Integrado de Cambios ya que se ocupa de determinar el estado actual del cronograma y la influencia de los factores que generan cambios en él, además se debe reconsiderar las reservas del cronograma necesarias para determinar si el cronograma del proyecto se ha modificado y finalmente gestionar los cambios conforme se susciten.re

2.3.7. Estados de las incompatibilidades y canales de comunicación

Por lo general, con cualquier *software* que utilicemos para el flujo de solución de incompatibilidades, encontraremos 4 estados para el control de observaciones:

- *Open* (abierto): es cuando se identifica y se registra la incompatibilidad, todavía no se ha transmitido a los involucrados y no hay interacción.
- *In progress* (en progreso): Es decir, cuando la información de la incompatibilidad ha sido recepcionada por el responsable o especialistas correspondientes a dicha incompatibilidad y existe un intercambio de información por parte de estos.
- *Solved* (resolución): Debido al intercambio de información se obtiene una potencial solución del problema, la solución aprobada se refleja en el modelo 3D.
- *Closed* (cerrado): es cuando el modelo compatibilizado se formaliza mediante documentos de diseño.



Figura 5: Estados de las incompatibilidades

Fuente: (SENCICO, 2020)

Se puede definir a los canales de comunicación como los puentes de conexión entre los involucrados, con el objetivo de poder generar una solución a la incompatibilidad. Muchas veces la incompatibilidad no se soluciona solo con transmitirlo, sino que luego de un proceso de iteración entre todas las especialidades se pueda tener una solución.

Los canales de comunicación deben ser:

- **Efectivos:** Deben comunicar con facilidad la información que se requiera mostrar, los modelos BIM en este sentido son muy potentes, debido a que dichos modelos son en 3D.
- **Dinámicos:** Es muy importante, debido a que cada vez que se genera una incompatibilidad, esta se registra para luego estar sujeta a una iteración por parte de los involucrados.
- **Recursos:** se hace referencia a tener fácil accesibilidad al modelo BIM, planos, PDFs, imágenes, etc. Todo documento útil, para potenciar las herramientas de revisión.

2.3.8. La metodología BIM en los proyectos Multifamiliares

El uso de la metodología BIM más frecuente en los proyectos multifamiliares es el de la visualización, pues se puede mostrar al cliente el modelo en tres

dimensiones, además, una mejor visualización permite impulsar las ventas, acompañado de las tradicionales maquetas. Por lo que se han ido tomando vistas con mejor nivel de acabado, por ende, gran agrado del público.

Las constructoras teniendo la metodología BIM, han empezado a modelar las diferentes especialidades para así, poder resolver la mayoría de interferencias antes de ejecutar las obras y que se generen retrabajos. Actualmente, existen diferentes formas de modelar las cuales se adaptan al costo, tiempo y alcance de la inversión. Por ejemplo, se suele modelar un baño y replicarlo en todos los departamentos, o modelar uno de los niveles tipos, y replicarlo en donde corresponda, situación diferente para modelar el área de cisterna o áreas comunes, que por lo general existe un ambiente en todo el proyecto para cada uno de ellos

Los proyectos multifamiliares han ido adoptando la metodología BIM, de acuerdo al tipo de proyecto que se realiza. Por la alta demanda de proyectos y cantidad de ofertas, se vienen estandarizando entregables y alcances, se cuenta con programas auxiliares, que, mediante formatos estandarizados, permite la compatibilidad del modelo BIM en los diferentes programas.

Por otro lado, un proyecto multifamiliar por lo general se basa en un contrato en el cual se especifica el tiempo de duración del proyecto y está condicionado a penalidades. Además, los proyectos multifamiliares a gran escala representan la coordinación de especialidades complejas, como lo son: agua contra incendio, tuberías expuestas, cámaras de bombeo, extracción de monóxido, cisternas, pases estructurales, entre otros, por lo que es importante evitar retrasos e imprevistos en las etapas de diseño y ejecución del proyecto.

2.3.9. Involucrados en los proyectos de construcción

En todos los proyectos, sea del sector privado o público, se tendrá interesados que cuidan por el bienestar y cumplimiento de los objetivos principales de cada proyecto, esto es, el alcance, calidad, costo, medio ambiente y seguridad. Los interesados o comúnmente llamados *Stakeholders*, intervienen en todas las etapas del proyecto, sin embargo, no siempre son los mismos en cada etapa, es decir, un interesado que interviene en la etapa de diseño, es distinto a los

interesados que intervienen en la etapa de ejecución o de la etapa mantenimiento del proyecto, debido a que, los interesados son contratados de acuerdo al nivel de madurez y el área en el que este se desarrolla. También es importante la categorización de los involucrados a nivel de influencia en los proyectos, mediante el cual se gestionan cambios y modificaciones.

En el primer grupo se encuentran los dueños y/o inversores, los cuales tienen la última decisión en las acciones a desarrollar.

En un segundo grupo se encuentra la población fuera del proyecto, así como los vecinos, que, en la mayoría de casos, realiza quejas y reclamos en la Municipalidad correspondiente, por temas de contaminación visual, ambiental y vehicular, este grupo se debe considerar en la etapa de diseño, el cual genera un estudio previo a considerar, en el que se descubren los riesgos a mitigar.

Por otro lado, se encuentran las disposiciones del gobierno Local y gobierno Regional, en este caso sería la municipalidad distrital y la municipalidad metropolitana, correspondientemente. En el que los revisores o comisión técnica evalúan los proyectos, para lo cual el diseño debe cumplir con los Parámetros Urbanísticos y Edificatorios establecidos para el terreno en donde se desarrollará el proyecto.

En la etapa de diseño de cada proyecto, aparte de los interesados mencionados en párrafos anteriores, se encuentran los profesionales de las diferentes especialidades del proyecto, ingenieros, arquitectos, ingenieros sanitarios, ingenieros eléctricos, etc. Los cuales están encargados de la viabilidad técnica del proyecto, y tienen como finalidad optimizar recursos, tiempo, proponer mejoras, planificar, desarrollar estrategias en la construcción, implementando metodologías, guías, mejoras, etc.

De acuerdo al *Project Management Institute* (2017), la influencia de los interesados es mayor en etapas iniciales del proyecto, es decir en la etapa de diseño, puesto que todo proyecto en etapas de inicio, elabora el plan de inversión financiero y su retorno económico.

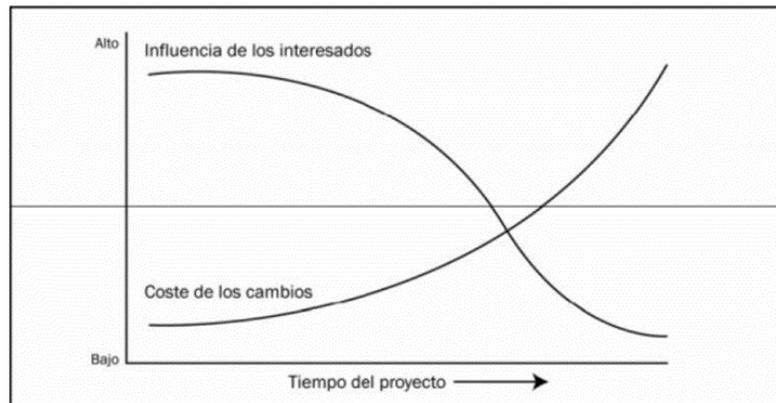


Figura 6: Costos e influencia en proyectos
 Fuente: (Project Management Institute, 2017)

En la figura anterior se puede observar que los costos en cuanto a los cambios o modificaciones en la etapa de diseño son menores que al realizar los cambios en la etapa de ejecución, o en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

Es importante recalcar la gran cantidad de cambios y modificaciones que se dan en etapas tempranas de los proyectos, esta cantidad aumenta cuando se trata de proyectos multifamiliares, por lo que se encuentran el número de pisos, sótanos, cocheras, sistema de construcción, que se van definiendo en la fase de anteproyecto, los cuales son revisados en la Municipalidad correspondiente. Una vez absueltas las observaciones de la etapa de anteproyecto, se toman las decisiones de acuerdo a los acabados, enchapado, muebles, color de pared, puertas, ventanas, etc. estos cambios realizados en la etapa de construcción generarían retrasos en la obra, se perderían recursos, tiempo, generaría malestaren los involucrados. Es importante que los cambios realizados en la etapa de diseño se encuentran documentados, con su respectivo sustento.

2.3.10. Homogeneización de la comunicación entre involucrados

Con respecto a la comunicación entre los involucrados de los proyectos que usan la metodología BIM, se deben realizar protocolos con una serie de procedimientos para ejecutar el intercambio de comunican, a esto se llama, homogeneizar la comunicación entre los involucrados en los proyectos, tanto para los especialistas, como para jefes, clientes, y otros usuarios. Se debe definir adecuadamente los medios para homogeneizar la comunicación, los

cuales pueden ser correos electrónicos, mensajería instantánea, entre otros tipos de fuentes. Asimismo, se debe definir el tipo de información que se va a comunicar, para los modeladores, coordinadores supervisores, jefes, clientes y demás.

En la homogeneización de la comunicación se debe considerar la transmisión sincrónica y asincrónica entre los involucrados, asimismo, se definen las versiones de los programas que se utilizarán en el modelado 3D, también se consideran las jerarquías, un organigrama, una matriz de comunicaciones, funciones y detalles de las personas que realizaran el intercambio de información.

2.3.11. Entorno común de datos

Un entorno común de datos es aquel espacio donde se almacena la información generada según el proyecto. Cuando se requiere gestionar información del proyecto, como por ejemplo, los modelos o intercambio de información, el entorno común de datos, permite al usuario compartir información, por lo que se generan enlaces a los involucrados autorizados para realizar dicha tarea, agregando opciones y tener la facilidad de buscar la información requerida, controlar versiones generadas, obtener vistas previas, así también documentar las reuniones que general cambios en el modelo, las llamadas sesiones ICE, mediante el cual se planifica la gestión de los cambios en el proyecto.

2.4. Definición de términos básicos

- BIM: “El término BIM es la abreviación de *Building Information Modeling*, el cual hace referencia a un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar un edificio o infraestructura de forma colaborativa en un modelo virtual” (Succar, 2021)
- BEP Plan de Ejecución BIM o *BIM Execution Plan*, en inglés:
Es el documento que describe cómo el equipo de ejecución se ocupará de los aspectos de gestión de la información de la designación, definiendo la metodología de trabajo, procesos, características técnicas, roles, responsabilidades y entregables que responden a los requisitos establecidos en las fases de una inversión desarrollada aplicando BIM. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021, pág. 30).

- CDE: “Entorno de Datos Comunes o *Common Data Environment*, en inglés. Fuente de información acordada para cualquier proyecto o activo dado, para la colección, gestión y difusión de cada contenedor de la información a través de un proceso de gestión” (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021, pág. 29).
- Control cronograma: “Habilidad para influir y dirigir el desempeño de algunas actividades o procesos hacia un resultado deseado y preestablecido” (Polanco Carrasco, 2020). “Consta de las etapas de seguimiento (recopilación de datos del trabajo real realizado y su análisis con el plan) y acción (toma de decisiones y acciones para corregir desempeño” (Trejo Carvajal, 2018, pág. 34).
- Coordinación de la información: “Es la acción donde las partes involucradas coordinan el desarrollo del modelo de información, haciendo uso de *software* y plataformas que admiten los distintos formatos de intercambio de información” (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021, pág. 40)
- Detección de interferencias e incompatibilidades:

Detección de interferencias en la geometría del Modelo de Información, las cuales pueden causar problemas en la ejecución física de la inversión. Este proceso puede usar *software* de análisis de interferencias para automatizar el proceso de revisión; sin embargo, también puede realizarse de manera visual a través de recorridos virtuales. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021, pág. 26)
- Eficiencia: “Es alcanzar los fines con el mínimo de recursos” (Koontz, Weihrich, & Cannice, 2020, pág. 14).
- Guía PMBOK: Para Assaff (2017) la guía del PMBOK es un documento que reúne conocimientos de los profesionales involucrados en el *Project Management Institute* describiendo conceptos, herramientas y técnicas para el uso en los diversos proyectos.
- Incompatibilidades: Las incompatibilidades son ineficiencias en el diseño que afectan o reducen la calidad del proyecto en cualquiera de sus etapas y sistemas.

- Matriz de responsabilidades: “Cuadro que describe la participación del personal clave mediante diversas funciones para la ejecución de tareas o entregables” (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021, pág. 16)
- Modelo de coordinación: Es el modelo BIM, en el que se integra todas las especialidades de un proyecto, en esta investigación serán las siguientes: Estructuras, arquitectura, instalaciones eléctricas e instalaciones sanitarias.
- Latencia: Es el tiempo que transcurre desde una situación planteada, en este caso desde la detección de la incompatibilidad, hasta la entrega de una solución formal para dicha incompatibilidad.
- Planificación: “proceso iterativo que entrega como resultado un plan de trabajo para lograr los objetivos, “cumplir los requisitos y satisfacer las expectativas al mínimo costo y/o plazo” (Polanco Carrasco, 2020). Determina alcances, responsables, objetivo, actividades y recursos” (Trejo Carvajal, 2018, pág. 34).
- Trazabilidad: Se refiere al registro de documentación de reportes o interacción de los involucrados en el tiempo para visualizar la evolución del proceso de solución.
- TIDP: “Programa de Desarrollo de Información de una Tarea o *Task Information Delivery Plan*, en inglés. Es la lista de entregables de información por cada tarea, incluyendo formato, fecha y responsabilidades” (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021, pág. 16)
- Calidad: “Se define como la capacidad con la que cuenta el producto terminado o los entregables para cumplir con los criterios de aceptación y de alcanzar el valor de negocio que el cliente espera” (Satpathy, 2013, pág. 14)

2.5. Fundamentos teóricos que sustentan la tesis

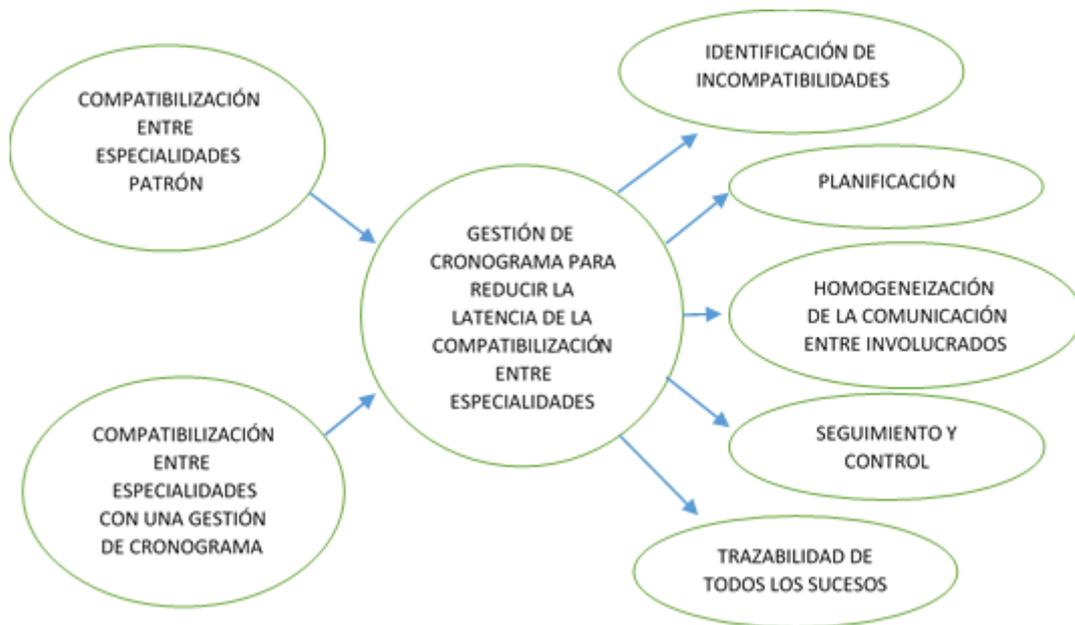


Figura 7: Flujograma de una gestión de cronograma
 Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis principal

Una gestión de cronograma en la subsanación de incompatibilidades reduce el tiempo de latencia.

3.1.2. Hipótesis específicas

- Identificación de las incompatibilidades halladas con el uso de la metodología *Building Information Modeling*, reduce el tiempo de planificación de la subsanación de las mismas.
- Una planificación determina las actividades y recursos que demandara la subsanación de incompatibilidades.
- La homogenización de las comunicaciones entre revisores y modeladores en un modelo de coordinación agiliza el proceso de notificación y respuesta.
- Realizar el seguimiento y control del proceso de subsanación de incompatibilidades determina el cumplimiento de los plazos establecidos.
- El registro y análisis de la trazabilidad de la subsanación de incompatibilidades se relaciona con la obtención de la conformidad del levantamiento de observaciones.

3.2. Sistema de variables

3.2.1. Definición conceptual y operacional

- Variable independiente: Gestión de cronograma

Definición: La gestión del cronograma abarca desde su planificación; la definición, secuenciamiento y estimación de la duración de las actividades que lo componen; su desarrollo y finalmente el control del mismo durante la ejecución del proyecto.

Dimensiones: Identificación de incompatibilidades; planificación de las subsanaciones; homogeneización de las comunicaciones; seguimiento y control; trazabilidad.

- Variable dependiente: Tiempo de latencia:

Definición: Tiempo que transcurre desde una situación planteada, en este caso desde la detección de la incompatibilidad, hasta la entrega de una solución formal para dicha incompatibilidad.

Dimensiones: Tiempo de planificación; recursos y actividades; modelo de coordinación; subsanación de incompatibilidades; conformidad del levantamiento de observaciones.

3.2.2. Operacionalización de las variables

- Variable independiente: Gestión de cronograma

Tabla 1: Operacionalización de la variable independiente

DIMENSIÓN	INDICADORES	VALORACIÓN	INSTRUMENTO	ÍTEMS
Identificación de incompatibilidades	Identificación y clasificación de la incompatibilidad.	Regular	Cuestionario	Del 1 al 6
	Grado de criticidad de la incompatibilidad.	Regular		
	Formato de registro de la incompatibilidad.	Regular		
	Cantidad de incompatibilidades identificadas por interferencias, omisión de información y ambigüedad de información entre las especialidades en la etapa de diseño de un proyecto industrial.	Regular		
Planificación	Identificación de la matriz de responsabilidades y las habilidades requeridas en los involucrados del proyecto para levantar las observaciones.	Alta	Cuestionario	Del 7 al 11
	Cantidad de personas, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada actividad en la subsanación de incompatibilidades	Alta		
	Frecuencia de Reuniones de coordinación (reuniones ICE).	Alta		

	Uso de un <i>software</i> o herramientas que integre la gestión del cronograma y la subsanación de incompatibilidades para facilitar el trabajo.	Alta		
	Cronograma de la subsanación de la incompatibilidad para analizar la secuencia de las actividades, su duración, los requisitos de recursos y las restricciones del proyecto.	Alta		
Homogeneización de las comunicaciones	Uso de una Plataforma colaborativa para notificar incompatibilidades entre los involucrados del proyecto.	Aceptable	Cuestionario	Del 12 al 16
	Frecuencia del uso de una Guía para estandarizar la comunicación en la subsanación de las incompatibilidades y el cambio de información entre los involucrados del proyecto.	Aceptable		
	Matriz de comunicación o modelo de coordinación entre los involucrados del proyecto, para estandarizar la comunicación especificando la forma de hacerlo.	Aceptable		
	Desempeño de los miembros del equipo a fin de agilizar el tiempo de notificación y respuesta entre los involucrados.	Aceptable		
	Competencias, la interacción de los miembros del equipo y el ambiente general del equipo para lograr un mejor desempeño en la gestión de la incompatibilidad.	Aceptable		
Seguimiento y control	Registro de estado de las actividades planificadas para actualizar el progreso del mismo y gestionar los cambios.	Aceptable	Cuestionario	Del 17 al 22
	Uso de formatos tipo <i>check list</i> .	Aceptable		
	Situación de la incompatibilidad para actualizar el modelo BIM del proyecto.	Aceptable		
	Uso de la herramienta <i>Navisworks</i> en el seguimiento y control de las incompatibilidades	Aceptable		
	Frecuencia de la actualización del modelo general de coordinación BIM después de una respuesta a la incompatibilidad.	Aceptable		

	Realizar los cambios y modificaciones en el modelo BIM, para revisar si se generan nuevas incompatibilidades.	Acceptable		
Trazabilidad	Registro de trazabilidad del proceso de subsanación de incompatibilidades para evitar la pérdida de información.	Regular	Cuestionario	De 23 al 27
	Documentación de las decisiones y modificaciones de los involucrados en la subsanación de incompatibilidades para evitar conflictos entre los involucrados.	Regular		
	Registrar la cronología de las notificaciones en el proceso de subsanación para evitar demoras en ubicar solicitudes de cambios hechas por los involucrados	Regular		
	Análisis de trazabilidad para obtener una solución óptima frente a la incompatibilidad.	Regular		

Fuente: Elaboración propia

- Variable dependiente: Tiempo de subsanación

Tabla 2: Operacionalización de la variable dependiente

DIMENSIÓN	INDICADORES	VALORACIÓN	INSTRUMENTO	ÍTEMS
Planificar la gestión de la subsanación de incompatibilidades	Plan de gestión de incompatibilidades	Regular	Cuestionario	Del 28 al 29
	Cronología desde el hallazgo de la incompatibilidad, hasta la entrega de una respuesta óptima.	Regular		
Estimar recursos y actividades	Estimaciones de costos de los recursos y actividades.	Acceptable	Cuestionario	La 30
Controlar el tiempo de notificación y respuesta	Solicitudes de cambio Cronología desde que se notifica la incompatibilidad hasta cuando se entrega una respuesta.	Acceptable	Cuestionario	Del 31 al 33
	Uso de un modelo de coordinación para agilizar el tiempo de notificación y respuesta.	Acceptable		
Controlar los Plazos	Información sobre el desempeño del trabajo	Regular	Cuestionario	Del 34 al 36
	Actualización de información	Regular		

	Trazabilidad de la subsanación de incompatibilidades	Regular		
Conformidad del levantamiento de observaciones	Trazabilidad y una solución optima	Aceptable	Cuestionario	Del 37 al 38
	Informes sobre las actividades y modificaciones realizadas	Aceptable		

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

La investigación adoptó la tipología empleada en el 2019 por Chávarry y Rojo, ya que emplea el método deductivo, dado que se definen las variables de estudio presentados en el objetivo, se formulan las hipótesis para cada objetivo y se operacionaliza las variables, tiene orientación aplicada, dado que propone una guía en el desarrollo de la gestión de cronograma para la solución de incompatibilidades, y así poder reducir el tiempo de latencia, con enfoque cuantitativo, debido a que en los resultados del proyecto se esperan porcentajes con respecto a los indicadores asociados a la deficiente gestión de cronograma, el tipo de la investigación es descriptivo, porque mediante la observación de las causas que pueden describir las falencias que se tienen en la gestión, el nivel de investigación es de tipo descriptivo y explicativo a la vez, porque en la investigación se utiliza la estadística para hallar las deficiencias, asimismo, se explican las causas y consecuencias de una gestión de cronograma adecuada. Además, el diseño es experimental, transversal y prospectivo, ya que se generó una guía para el desarrollo de la gestión de cronograma para incompatibilidades, con la finalidad de reducir el tiempo de latencia. El estudio de diseño es de cohorte (Causa- Efecto), dado que se implementó la guía de gestión de cronograma para incompatibilidades entre las especialidades, con la finalidad de obtener respuestas frente a la deficiente gestión

4.1. Método de la investigación

La investigación empleó el método deductivo, debido a que se reconocieron y definieron las variables de estudio presentados en los objetivos, se formularon las hipótesis para cada uno de los objetivos, se operacionalizaron las variables y se propuso una solución al problema de investigación.

La orientación de la investigación fue del tipo aplicada, ya que propuso una guía en el desarrollo de la gestión de cronograma en la subsanación de incompatibilidades, para resolver las deficiencias en dicha gestión y así reducir el tiempo de latencia.

El enfoque de la investigación fue mixto, ya que, en los resultados de la encuesta y del proyecto de investigación, se presentaron porcentajes con respecto a los indicadores, asociados a la deficiente gestión de cronograma y a la reducción del tiempo de latencia, respectivamente. Además, se presentó una evaluación cualitativa en el análisis de calidad presentado.

El instrumento de recolección de datos fue del tipo proyectivo, porque el investigador diseñó formatos y preguntas mediante encuestas, para organizar, recopilar y anotar información de datos, que se utilizaron en el estudio.

4.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue descriptivo porque mediante la observación de esas causas se pudo describir un comportamiento común entre el objeto de estudio que es el tiempo de latencia en la compatibilización.

4.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue de tipo descriptivo y explicativo a la vez, porque en la investigación se utilizaron las estadísticas para hallar las deficiencias que se tiene en la gestión de incompatibilidades con el uso de la metodología BIM. Asimismo, se explicó cuáles son las causas y las posibles soluciones a dichas deficiencias, además se explicaron las consecuencias de una gestión de cronograma adecuada, con referencia al tiempo de latencia.

4.4. Diseño de la investigación

4.4.1. Clasificación de los diseños

Según el propósito del estudio fue experimental, debido a que se manipuló la variable dependiente, que es el tiempo de latencia.

Según el número de mediciones fue transversal, ya que se tomaron los datos por medio de la encuesta en un plazo definido.

Según la cronología de las observaciones fue prospectivo, porque son datos se obtuvieron en la investigación, por medio de una encuesta de fuente propia.

4.4.2. Estudio de diseño

El estudio de diseño fue de tipo cohorte (causa-efecto), puesto que se analizó e implementó la guía de gestión de cronograma para incompatibilidades entre las especialidades, con la finalidad de obtener una respuesta frente al problema de investigación.

4.5. Población y muestra

Como objeto de estudio se tuvo proyectos ejecutados de vivienda del tipo multifamiliar.

Como diseño muestral se tuvo multifamiliares con más de 5 niveles y 2 unidades de vivienda por cada nivel, dentro del distrito de La Molina.

4.5.1. Población

La población fue conformada por un total 54 proyectos multifamiliares, la unidad de observación son los proyectos multifamiliares. Para el cálculo de la muestra se empleó una población (N=40 proyectos), la cual fue calculada al 95% de confiabilidad ($k=1.96$), una proporción esperada de 0.5 (p y q) y un 5% de error muestral. Aplicando la fórmula de cálculo de la muestra por la población finita $n=48$.

Técnicas de muestreo: el tipo de muestreo fue el aleatorio sistemático, porque se eligió un proyecto inmobiliario al azar y a partir de ella, a intervalos constantes, se eligieron las demás hasta completar la muestra.

La población estuvo conformada por un total 40 proyectos multifamiliares con más de 2 unidades de vivienda en el distrito de la Molina, según el registro de licencias de la Municipalidad de La Molina (2018-2021).

a. Unidades de análisis

Las unidades de análisis se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Encuestados y entrevistados

PERSONAL	FUNCIONES	NÚMERO DE PERSONAS
BIM	Dirigir, ejecutar, verificar y apoyar los requerimientos de insumos y otras necesidades para la ejecución e implementación de la metodología BIM. Supervisa el cumplimiento de los objetivos del proyecto.	3
Coordinador BIM	Coordinar el trabajo dentro de la disciplina al que corresponda. Revisar la calidad del modelo BIM. Asegurar la compatibilidad mediante auditorías del modelo BIM con las demás disciplinas.	13

Modelador BIM	Encargado de asignar información a los elementos del modelo. Modelan proyectos 3d, bajo los lineamientos de la metodología BIM.	19
Involucrados en proyectos BIM	Personal con la facultad de modificar el diseño de los modelos 3D.	2

Fuente: Elaboración propia.

Criterios de inclusión: El personal entrevistado debe conocer las herramientas, documentos o conocimiento que posee la empresa constructora para planificar/gestionar los proyectos con el uso de la metodología BIM, para lo cual se requiere:

Arquitectos, ingenieros civiles, ingenieros sanitarios, ingenieros eléctricos, con experiencia en la gestión de edificaciones virtuales y el uso de la metodología BIM.

Criterios de exclusión: Evitar que el personal entrevistado desconozca de los usos y procesos de planificación en la gestión de proyectos de construcción empleando la metodología BIM: Arquitectos, Ingenieros civiles Ingenieros sanitarios, ingenieros eléctricos, con experiencia en la gestión de edificaciones virtuales y el uso de la metodología BIM.

b. Unidades de observación

Las unidades de observación fueron los proyectos de vivienda multifamiliar

Criterios de inclusión:

Edificaciones construidas en el distrito de La Molina

Edificaciones gestionadas desde la etapa de diseño con la metodología BIM.

Fecha de construcción desde el año 2018 hasta la fecha.

Edificaciones multifamiliares con más de 2 unidades de vivienda.

Criterios de exclusión:

Proyectos con área techada menor a 1000 m² de

Edificaciones sin licencia de construcción.

4.5.2. Muestra

Para el cálculo de la muestra se empleó una población (N) la cual se estableció un 95% de confiabilidad y 5 % de error muestral. Cálculo de la muestra (1):

$$\frac{k^2 N p q}{e^2 (N - 1) + k^2 p q} \quad (1)$$

k= 1.96 (Nivel de confianza al 95 %)

N= 40 proyectos multifamiliares con más de 2 unidades de vivienda

p= 0.5 (proporción esperada 50%)

q= 0.5 (1-p = 0.5)

e= 0.05 (Error muestral)

n= 37 proyectos multifamiliares a ser estudiados.

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El tipo de Muestreo fue el aleatorio sistemático, porque se eligió un proyecto de edificación multifamiliar al azar y a partir de ella, a intervalos constantes, se eligieron las demás hasta completar la muestra. Con respecto a la relación población entre muestra, se obtiene un valor de 1.08 según la ecuación (2).

$$MAS = N/n = 40/37 = 1.08 \quad (2)$$

4.6.1. Instrumento de recolección de datos

- Validez del instrumento

Cuestionario

Este proceso se realizó por juicio de expertos, para lo cual se solicitó la opinión de tres profesionales dedicados a las edificaciones de viviendas multifamiliares y el uso de la metodología BIM en diferentes proyectos, quienes analizaron la pertinencia muestral del instrumento (ver anexo 04), a ellos se les entregó la matriz de consistencia, el instrumento de recolección

de datos y la ficha de validación con los indicadores respectivos. Sobre la base del procedimiento de validación descrita, los expertos consideraron los objetivos del estudio en los ítems constitutivos del instrumento de recopilación de la información (tabla 4).

Tabla 4: Nivel de validez según el juicio de expertos

EXPERTOS	GESTIÓN DE CRONOGRAMA %
Baker Anderson Sánchez Villacorta Ingeniero civil	92.00
Edgar Peter Zubiaurr Villalobos Ingeniero civil	94.00
Walter Eduardo Sheen Paoli Ingeniero civil	86.00
Promedio	91.00

Fuente: Elaboración propia.

Los valores resultantes, después de tabular la calificación emitida por los expertos se presenta en la siguiente tabla 5:

Tabla 5: Valores de nivel de validez de los cuestionarios

VALORES	NIVELES DE VALIDEZ
91-100	Excelente
81-90	Muy bueno
71-80	Bueno
61-70	Regular
51-60	Deficiente

Fuente: Elaboración propia

Dada la validez del instrumento por juicio de expertos, donde el cuestionario obtuvo un valor de 91.00%, se dedujo una validez con calificativo de excelente por encontrarse dentro del rango del 91 -100 en valores.

Grado de relación entre variables

Se solicitó la opinión de los 3 profesionales relacionados con la metodología BIM antes mencionados en el ítem anterior, quienes analizaron las fases de la etapa de compatibilización del diseño de vivienda multifamiliar, los cuales emitieron los resultados que se muestran en la tabla 6:

Tabla 6: Evaluación del grado de relación

ÍTEM	MÍNIMO	MÁXIMO	EVALUACIÓN
1	74.00%	100.00%	Excelente

2	50.00%	74.99%	Alta
3	25.00%	49.99%	Regular
4	0.00%	24.99%	Baja

Fuente: Elaboración propia

- Fiabilidad y consistencia del instrumento

Para la fiabilidad del instrumento se utilizó el Alfa de Cronbach, para medir las correlaciones y establecer la solidez interna entre las variables.

4.6.2. Herramientas, métodos y técnicas

Métodos y técnicas: Análisis cualitativo, cuantitativo y riesgo.

Herramienta: Metodología BIM, es una metodología colaborativa que gestionó la información, además permitió interrelacionar a los involucrados y las diferentes especialidades del proyecto en tiempo real, por consiguiente, prever y solucionar problemas constructivos de manera anticipada.

4.7. Descripción de procesamiento de análisis

En la presente investigación se utilizaron los siguientes *softwares*:

Revit (versión 2021): Para realizar el modelo 3D de las especialidades de estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas.

MS Excel: con el fin de gestionar el cronograma de la subsanación de incompatibilidades, asignando recursos a cada actividad y estimando el tiempo de respuesta para cada interferencia.

Navisworks (versión 2021): con el fin de hallar las incompatibilidades entre las diferentes especialidades, a través de un modelo 3D coordinado.

BIM Collaborate: Para gestionar la solución de las incompatibilidades.

SPSS: Con la finalidad de desarrollar análisis estadísticos con los datos obtenidos de la encuesta realizada.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Presentación de los resultados

5.1.1. Estadísticas de la unidad de estudio

De acuerdo a la muestra obtenida, se encuestó a 37 profesionales dedicados a la metodología BIM y que participaron en edificaciones de vivienda multifamiliares de 5 niveles en promedio. Con los cuales se obtuvieron las siguientes estadísticas:

Con respecto a la edad de los encuestados, más del 75% se encuentra en el rango etario de entre 30 y 49 años. Ver figura 8.

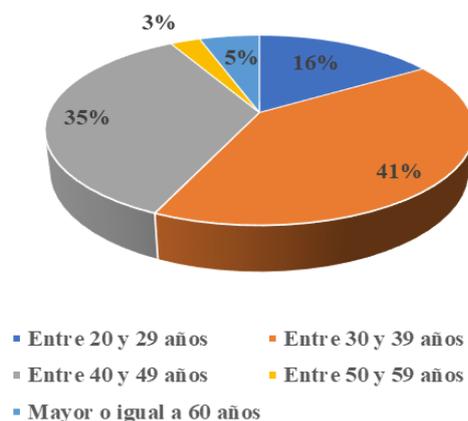


Figura 8: Rangos etarios
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la figura 9, casi 2/3 de los encuestados son de sexo masculino.

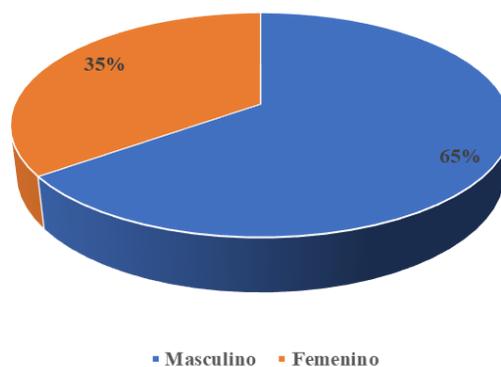


Figura 9: Sexo
Fuente: Elaboración propia

La mayoría de los profesionales encuestados son ingenieros civiles (59%), seguido por arquitectos (22%), mientras que el resto son de carreras afines a la construcción (19%). Ver figura 10.

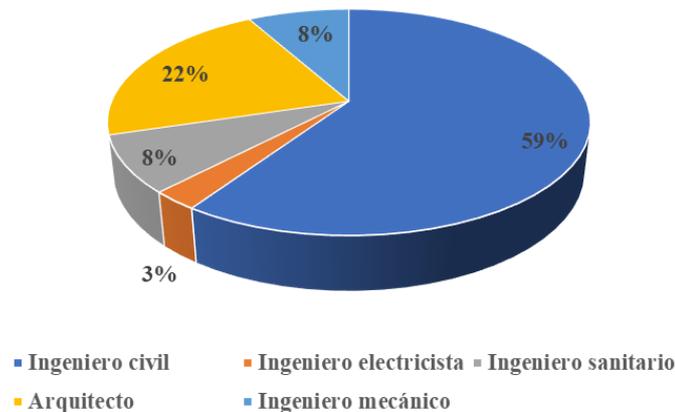


Figura 10: Carreras profesionales
Fuente: Elaboración propia

Otro dato importante es la experiencia o tiempo de trabajo utilizando la metodología BIM. Entendiendo que es una tecnología de información que recién se está masificando en nuestro país, se resalta que más de 60% de los encuestados sólo tiene entre 1 a 4 años utilizando esta metodología. Ver figura 11.

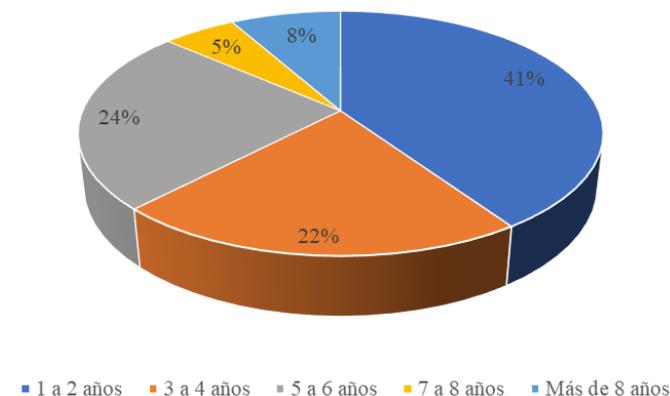


Figura 11: Años de experiencia
Fuente: Elaboración propia

5.1.2. Índice de validez del instrumento

La medida de la fiabilidad se efectuó mediante el coeficiente de alfa de Cronbach de acuerdo con el criterio general de George y Mallery del libro publicado en 2003 denominado: *SPSS for Windows step by step: A simple*

guide and reference, sugieren las recomendaciones siguientes para evaluar los coeficientes de alfa de Cronbach (tabla 7).

Tabla 7: Evaluación de coeficientes de Cronbach

Coeficiente alfa >0.9	Excelente
Coeficiente alfa >0.8	Bueno
Coeficiente alfa >0.7	Aceptable
Coeficiente alfa >0.6	Cuestionable
Coeficiente alfa >0.5	Inaceptable

Fuente: (Darren & Mallery, 2003)

“El valor mínimo aceptable para el coeficiente alfa de Cronbach es 0.7; por debajo de ese valor la consistencia interna de la escala utilizada es baja” (Celina Oviedo & Campo-Arias, 2005, pág. 577) .Este valor manifiesta la consistencia interna, es decir, muestra la correlación entre cada una de las preguntas; un valor superior a 0.7 revela una fuerte relación entre las preguntas, un valor inferior revela una débil relación entre ellas.

Por otro lado, en el 2010, Polit y Hungler, al igual que, en el 2004, Burns y Grove, afirmaron que no hay normas para determinar qué coeficiente de confiabilidad resulta aceptable, pero que en general es aceptable hasta un valor mínimo de 0.70. Otros autores consideraron un coeficiente de confiabilidad de alfa de Cronbach aceptable mínimo de 0.6.

Para nuestra investigación se decidió dar por válido y fiable el instrumento empleado con valor del coeficiente de Cronbach mayor a 0.7.

Con los datos del instrumento, se realizó el procesamiento en el programa estadístico SPSS versión 22 y se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 8: Estadística de fiabilidad (alfa de Cronbach - SPSS)

Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,893	37

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 8, la escala total alcanzó altos índices de consistencia interna (0,893 basada en elementos estandarizados). Considerando la tabla 7, el valor obtenido del alfa de Cronbach se clasifica como bueno.

A continuación, en la tabla 9 se presentan los valores del alfa de Cronbach de cada una de las preguntas de nuestro instrumento empleado. Además, se presenta la correlación de cada una de ellas con la finalidad de reforzar la validez del instrumento.

Tabla 9: Estadísticas de total de elemento (alfa de Cronbach - SPSS)

	MEDIDA DE LA ESCALA SI SE ELIMINA EL ELEMENTO	VARIANZA DE LA ESCALA SI SE ELIMINA EL ELEMENTO	CORRELACIÓN ELEMENTO-TOTAL CORREGIDA	ALFA DE CRONBACH SI SE ELIMINA EL ELEMENTO
1. Para usted, ¿la identificación y clasificación de una incompatibilidad es importante para la planificación de la subsanación de las mismas?	136.22	171.785	0.234	0.893
2. ¿El grado de criticidad de la incompatibilidad influye en el tiempo de planificación de la subsanación de las mismas?	136.38	170.353	0.329	0.892
3. ¿Con qué frecuencia utiliza un formato de registro de incompatibilidades?	137.3	166.826	0.409	0.89
4. ¿Con qué frecuencia identifica una incompatibilidad por interferencia entre las especialidades?	136.24	176.356	0.016	0.897
5. ¿Con qué frecuencia identifica una incompatibilidad por omisión de información en un proyecto de construcción?	137.08	170.521	0.235	0.894
6. ¿Con qué frecuencia identifica una incompatibilidad por ambigüedad de la información en un proyecto de construcción?	137.3	165.826	0.365	0.892
7. ¿Qué tan importante es identificar la matriz de responsabilidades y las habilidades requeridas por los involucrados para levantar las observaciones?	136.35	170.568	0.272	0.893
8. ¿Con qué frecuencia determina la cantidad de personas, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada actividad en la subsanación de incompatibilidades?	136.89	168.544	0.499	0.89
9. ¿Con qué frecuencia realizan reuniones ICE (reuniones de coordinación) en la etapa de diseño del proyecto para tratar las incompatibilidades?	136.43	169.808	0.355	0.891
10. ¿Un <i>software</i> o herramienta que integre la gestión de cronograma y la subsanación de incompatibilidades le facilitarían su trabajo?	136.24	175.967	0.021	0.895
11. ¿Con qué frecuencia se formula un cronograma para la subsanación de incompatibilidades para analizar la secuencia de las actividades, su duración, los requisitos de recursos y las restricciones de las mismas?	136.95	169.719	0.299	0.892

12. ¿Cree usted que es importante el uso de una plataforma colaborativa para notificar incompatibilidades entre los proyectistas, coordinadores y modeladores?	136.22	169.452	0.364	0.891
13. ¿Con qué frecuencia utilizan una guía para estandarizar la comunicación en la subsanación de las incompatibilidades y el cambio de información entre los involucrados del proyecto?	137.16	164.64	0.51	0.889
14. ¿Elaboran una matriz de comunicación o modelo de coordinación entre los involucrados del proyecto para estandarizar la comunicación, especificando la forma de hacerlo?	137.11	162.044	0.602	0.887
15. ¿El óptimo desempeño de los involucrados en el proyecto, optimiza y agiliza el tiempo de notificación y respuesta entre los mismos?	136.38	171.964	0.279	0.892
16. ¿Las competencias, la interacción de los miembros del equipo y el ambiente general de los involucrados logran un mejor desempeño en la gestión de la incompatibilidad?	136.32	170.114	0.379	0.891
17. ¿Con qué frecuencia realizan un registro del estado de las actividades anteriormente planificadas para actualizar el progreso del mismo y gestionar los cambios?	136.86	166.731	0.539	0.889
18. Al realizar el seguimiento y control de las actividades planificadas para subsanar la incompatibilidad, ¿con que frecuencia utilizan algún formato tipo <i>check list</i> ?	137.08	167.965	0.385	0.891
19. ¿Con qué frecuencia revisa la situación de la incompatibilidad para actualizar el modelo BIM general?	136.92	164.021	0.649	0.887
20. ¿Con qué frecuencia usa el <i>software Navisworks</i> para realizar el seguimiento y control de los procesos de subsanación de las incompatibilidades?	137.35	167.845	0.275	0.894
21. ¿Con qué frecuencia actualizan el modelo general de coordinación BIM después de una respuesta a la incompatibilidad?	136.76	166.134	0.504	0.889
22. ¿Con qué frecuencia realizan los cambios y modificaciones en el modelo BIM general, para revisar si se generan nuevas incompatibilidades?	136.7	164.659	0.496	0.889
23. ¿Cree usted que realizar la documentación de las decisiones y modificaciones de los involucrados en la subsanación de incompatibilidades evita conflictos entre los involucrados?	136.38	173.02	0.191	0.893
24. ¿Con qué frecuencia elaboran un registro de trazabilidad del proceso de subsanación de incompatibilidades para evitar la pérdida de información?	137.05	167.053	0.477	0.889
25. ¿Registran la cronología de las notificaciones en el proceso de subsanación para evitar demoras en ubicar solicitudes de cambios hechas por los involucrados?	137.32	162.114	0.59	0.887

26. ¿Cree usted que registrar y analizar la trazabilidad del proceso de subsanación contribuye con la obtención de una solución óptima frente a la incompatibilidad?	136.46	172.366	0.235	0.893
27. ¿Qué tan probable es que al realizar la trazabilidad del proceso de subsanación de incompatibilidades mejore la comunicación entre los involucrados del proyecto?	136.62	169.186	0.338	0.892
28. ¿Elaboran un plan de gestión de incompatibilidades?	136.97	167.416	0.486	0.889
29. ¿Registran la cronología desde el hallazgo de la incompatibilidad, hasta la entrega de una respuesta óptima?	137.19	162.658	0.608	0.887
30. ¿Estiman los costos de las actividades y recursos en la subsanación de incompatibilidades?	137.3	170.881	0.213	0.894
31. ¿Con qué frecuencia los involucrados realizan solicitudes de cambio durante la subsanación de la incompatibilidad?	136.7	169.104	0.484	0.89
32. Para usted, ¿Es importante registrar la cronología desde que se notifica la incompatibilidad hasta cuando se entrega una respuesta?	136.68	167.947	0.368	0.891
33. ¿Con qué frecuencia utilizan un modelo de coordinación para agilizar el tiempo de notificación y respuesta?	137.22	161.396	0.6	0.887
34. ¿Realizan informes sobre el desempeño del trabajo?	137.38	162.742	0.577	0.887
35. ¿Actualizan periódicamente los plazos para la subsanación de incompatibilidades en la etapa de diseño?	137.3	165.492	0.472	0.889
36. ¿Qué tan probable es que al registrar una trazabilidad del proceso de subsanación ayude a controlar los plazos determinados?	136.57	164.919	0.617	0.887
37. ¿Realizar la trazabilidad y obtener la solución óptima influyen en la obtención de la conformidad del levantamiento de observaciones?	136.62	169.242	0.404	0.891
38. ¿Realizan y presentan informes sobre las actividades y modificaciones realizadas para obtener la conformidad?	137	162.889	0.608	0.887

Fuente: Elaboración propia.

Las correlaciones elemento-total de cada una de las 37 preguntas son positivas, siendo la más baja la pregunta 4 con una correlación de 0.016. Por otro lado, la más elevada es la pregunta 19, con una correlación de 0.6498. Los promedios de las correlaciones de las preguntas tienen un valor de 0.545 (tabla 9).

Considerando la clasificación de las correlaciones según la tabla 10, las preguntas tienen en promedio una correlación positiva considerable.

Tabla 10: Clasificación de las correlaciones

RANGO	RELACIÓN
-0.91 a -1.00	Correlación negativa perfecta
-0.76 a -0.90	Correlación negativa muy fuerte
-0.51 a -0.75	Correlación negativa considerable
-0.11 a -0.50	Correlación negativa media
-0.01 a -0.10	Correlación negativa débil
0.00	No existe correlación
+0.01 a +0.10	Correlación positiva débil
+0.11 a +0.50	Correlación positiva media
+0.51 a +0.75	Correlación positiva considerable
+0.76 a +0.90	Correlación positiva muy fuerte
+0.91 a +1.00	Correlación positiva perfecta

Fuente: (Hernández Sampieri & Fernández Collado, 1998)

Los resultados alcanzados muestran que la consistencia interna para medir la fiabilidad del instrumento utilizando el programa SPSS es aceptable, con un alfa de Cronbach de 0.893. La fiabilidad se refuerza con los valores de correlación obtenidos, teniendo en promedio una correlación positiva considerable. Por lo tanto, el instrumento utilizado fue válido y fiable.

5.1.3. Prueba de normalidad

La prueba de normalidad aplicada nos permite conocer si los datos de nuestro instrumento empleado se distribuyen de forma similar a una distribución normal o no normal.

El descubrimiento de la distribución normal o llamada también como curva de errores, se le asigna por lo general al matemático Karl Gauss (1755 – 1855), el mismo que reconoció que los errores de mediciones iteradas de objetos, están generalmente bajo un mismo patrón, al que lo llamó curva normal de error.

Por este motivo a esta distribución también se la denomina distribución de Gauss y la curva representativa de la misma como campana de Gauss. (Salazar P. & Del Castillo G., 2018, pág. 198)

Definir que nuestros datos y por ende nuestras variables obedecen o no a una distribución normal, permitirá conocer el tipo de prueba estadística a aplicar en nuestra contrastación de las hipótesis. Como pruebas estadísticas se tienen las paramétricas (distribución normal) y no paramétricas (distribución no normal).

Las pruebas no paramétricas engloban una serie de pruebas estadísticas que tienen como denominador común la ausencia de asunciones acerca de la ley de probabilidad que sigue la población de la que ha sido extraída la muestra. Por esta razón es común referirse a ellas como pruebas de distribución libre. (Berlanga Silvente & Rubio Hurtado, 2012, pág. 101).

En el *software* SPSS se procedió a procesar los datos agrupados según variables de cada objetivo específico. Obteniendo como resultado valores de significancia igual a 0.00, tanto en las pruebas de Kolmogorov-Smirnov como de Shapiro-Wilk. Ver anexo 06.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov es un procedimiento de “bondad de ajuste” que permite medir el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica. Se recomienda para muestras igual o mayor a 40. La prueba de Shapiro-Wilk mide la fuerza de ajuste con una recta. Se usa para contrastar la normalidad de un conjunto de datos. Se recomienda para muestras menores de 40. (Zavala Osorio, 2019, pág. 3).

Para determinar si los datos no siguen una distribución normal, compare el valor p con el nivel de significancia. Por lo general, un nivel de significancia (denotado como α o alfa) menor de 0.05 funciona adecuadamente. Un nivel de significancia de 0.05 indica un riesgo de 5% de concluir que los datos no siguen una distribución normal, cuando los datos sí siguen una distribución normal. (Minitab, 2019).

Según nuestra cantidad de muestra, debemos utilizar la prueba de Shapiro-Wilk y, como el valor de significancia es 0.00, las distribuciones de los datos del instrumento de nuestra investigación no siguen una distribución normal. Por ende, utilizamos pruebas no paramétricas.

5.1.4. Grado de asociación entre las variables

Con los datos de las encuestas, se procedió a elaborar el grado de relación (G.R.) de las variables independientes y dependientes de cada objetivo específico.

Sea la uniformización de las respuestas a las preguntas de la encuesta en niveles de aceptación: muy baja, baja, media, alta y muy alta, donde el grado de relación se toma con la aceptación alta y muy alta, se procedió a elaborar las siguientes tablas para las variables independientes:

Tabla 11: G.R. Identificación de incompatibilidades

IDENTIFICACIÓN DE INCOMPATIBILIDADES	ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	GRADO DE RELACIÓN
1. Para usted, ¿la identificación y clasificación de una incompatibilidad es importante para la planificación de la subsanación de las mismas?	Alta	16	86.49%
	Muy Alta	16	
	Total	37	
2. ¿El grado de criticidad de la incompatibilidad influye en el tiempo de planificación de la subsanación de las mismas?	Alta	20	83.78%
	Muy Alta	11	
	Total	37	
3. ¿Con qué frecuencia utiliza un formato de registro de incompatibilidades?	Alta	9	32.43%
	Muy Alta	3	
	Total	37	
4. ¿Con qué frecuencia identifica una incompatibilidad por interferencia entre las especialidades?	Alta	16	83.78%
	Muy Alta	15	
	Total	37	
5. ¿Con qué frecuencia identifica una incompatibilidad por omisión de información en un proyecto de construcción?	Alta	15	48.65%
	Muy Alta	3	
	Total	37	
6. ¿Con qué frecuencia identifica una incompatibilidad por ambigüedad de la información en un proyecto de construcción?	Alta	11	40.54%
	Muy Alta	4	
	Total	37	
GRADO DE RELACIÓN PROMEDIO			62.61%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: G.R. Planificación

PLANIFICACIÓN	ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	GRADO DE RELACIÓN
7. ¿Qué tan importante es identificar la matriz de responsabilidades y las habilidades requeridas por los involucrados para levantar las observaciones?	Alta	23	91.89%
	Muy Alta	11	
	Total	37	
8. ¿Con qué frecuencia se determinan la cantidad de personas, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada actividad en la subsanación de incompatibilidades?	Alta	19	56.76%
	Muy Alta	2	
	Total	37	
9. ¿Con qué frecuencia realizan reuniones ICE (reuniones de coordinación) en la etapa de diseño del proyecto para tratar las incompatibilidades?	Alta	20	81.08%
	Muy Alta	10	
	Total	37	
10. ¿Un <i>software</i> o herramienta que integre la gestión de cronograma y la	Alta	23	94.59%
	Muy Alta	12	
	Total	37	

subsanción de incompatibilidades le facilitaría su trabajo?	Total	37	
11. ¿Con qué frecuencia se formula un cronograma para la subsanción de incompatibilidades para analizar la secuencia de las actividades, su duración, los requisitos de recursos y las restricciones de las mismas?	Alta	19	59.46%
	Muy Alta	3	
	Total	37	
GRADO DE RELACIÓN PROMEDIO			76.76%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: G.R. Homogeneización de la comunicación

HOMOGENEIZACIÓN DE LAS COMUNICACIONES	ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	GRADO DE RELACIÓN
12. ¿Cree usted que es importante el uso de una plataforma colaborativa para notificar incompatibilidades entre los proyectistas, coordinadores y modeladores?	Alta	16	86.49%
	Muy Alta	16	
	Total	37	
13. ¿Con qué frecuencia utilizan una guía para estandarizar la comunicación en la subsanción de las incompatibilidades y el cambio de información entre los involucrados del proyecto??	Alta	18	51.35%
	Muy Alta	1	
	Total	37	
14. ¿Elaboran una matriz de comunicación o modelo de coordinación entre los involucrados del proyecto para estandarizar la comunicación, especificando la forma de hacerlo?	Alta	16	51.35%
	Muy Alta	3	
	Total	37	
15. ¿El óptimo desempeño de los involucrados en el proyecto, optimiza y agiliza el tiempo de notificación y respuesta entre los mismos?	Alta	24	89.19%
	Muy Alta	9	
	Total	37	
16. ¿Las competencias, la interacción de los miembros del equipo y el ambiente general de los involucrados logran un mejor desempeño en la gestión de la incompatibilidad?	Alta	22	89.19%
	Muy Alta	11	
	Total	37	
GRADO DE RELACIÓN PROMEDIO			73.51%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: G.R. Seguimiento y control

SEGUIMIENTO Y CONTROL	ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	GRADO DE RELACIÓN
17. ¿Con qué frecuencia realizan un registro del estado de las actividades anteriormente planificadas para actualizar el progreso del mismo y gestionar los cambios?	Alta	19	59.46%
	Muy Alta	3	
	Total	37	
18. Al realizar el seguimiento y control de las actividades planificadas para subsanar la incompatibilidad, ¿con que frecuencia utilizan algún formato tipo <i>check list</i> ?	Alta	16	48.65%
	Muy Alta	2	
	Total	37	
	Alta	20	59.46%
	Muy Alta	2	

19. ¿Con qué frecuencia revisan la situación de la incompatibilidad para actualizar el modelo BIM general?	Total	37	
20. ¿Con qué frecuencia usa el <i>software Navisworks</i> para realizar el seguimiento y control de los procesos de subsanación de las incompatibilidades?	Alta	15	45.95%
	Muy Alta	2	
	Total	37	
21. ¿Con qué frecuencia actualizan el modelo general de coordinación BIM después de una respuesta a la incompatibilidad?	Alta	22	70.27%
	Muy Alta	4	
	Total	37	
22. ¿Con qué frecuencia realizan los cambios y modificaciones en el modelo BIM general, para revisar si se generan nuevas incompatibilidades?	Alta	16	64.86%
	Muy Alta	8	
	Total	37	
GRADO DE RELACIÓN PROMEDIO			58.11%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: G.R. Trazabilidad

TRAZABILIDAD	ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	GRADO DE RELACIÓN
23. ¿Cree usted que realizar la documentación de las decisiones y modificaciones de los involucrados en la subsanación de incompatibilidades evita conflictos entre los involucrados?	Alta	22	86.49%
	Muy Alta	10	
	Total	37	
24. ¿Con qué frecuencia elaboran un registro de trazabilidad del proceso de subsanación de incompatibilidades para evitar la pérdida de información?	Alta	18	51.35%
	Muy Alta	1	
	Total	37	
25. ¿Registran la cronología de las notificaciones en el proceso de subsanación para evitar demoras en ubicar solicitudes de cambios hechas por los involucrados?	Alta	15	43.24%
	Muy Alta	1	
	Total	37	
26. ¿Cree usted que registrar y analizar la trazabilidad del proceso de subsanación contribuye con la obtención de una solución óptima frente a la incompatibilidad?	Alta	23	83.78%
	Muy Alta	8	
	Total	37	
27. ¿Qué tan probable es que al realizar la trazabilidad del proceso de subsanación de incompatibilidades mejore la comunicación entre los involucrados del proyecto?	Alta	21	75.68%
	Muy Alta	7	
	Total	37	
GRADO DE RELACIÓN PROMEDIO			68.11%

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera, se procedió a elaborar las siguientes tablas para las variables dependientes:

Tabla 16: G.R. Subsanación incompatibilidades

GESTIÓN DE LA SUBSANACIÓN DE INCOMPATIBILIDADES	ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	GRADO DE RELACIÓN
	Alta	18	54.05%

28. ¿Elaboran un plan de gestión de incompatibilidades?	Muy Alta	2	45.95%
	Total	37	
29. ¿Registran la cronología desde el hallazgo de la incompatibilidad, hasta la entrega de una respuesta óptima?	Alta	15	45.95%
	Muy Alta	2	
	Total	37	
GRADO DE RELACIÓN PROMEDIO			50.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: G.R. Recursos y actividades

RECURSOS Y ACTIVIDADES	ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	GRADO DE RELACIÓN
30. ¿Estiman los costos de las actividades y recursos en la subsanación de incompatibilidades?	Alta	15	43.24%
	Muy Alta	1	
	Total	37	
GRADO DE RELACIÓN PROMEDIO			43.24%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: G.R. Tiempo de notificación y respuesta

TIEMPO DE NOTIFICACIÓN Y RESPUESTA	ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	GRADO DE RELACIÓN
31. ¿Con qué frecuencia los involucrados realizan solicitudes de cambio durante la subsanación de la incompatibilidad?	Alta	24	72.97%
	Muy Alta	3	
	Total	37	
32. Para usted, ¿Es importante registrar la cronología desde que se notifica la incompatibilidad hasta cuando se entrega una respuesta?	Alta	17	67.57%
	Muy Alta	8	
	Total	37	
33. ¿Con qué frecuencia utilizan un modelo de coordinación para agilizar el tiempo de notificación y respuesta?	Alta	15	45.95%
	Muy Alta	2	
	Total	37	
GRADO DE RELACIÓN PROMEDIO			62.16%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: G.R. Control de plazos

CONTROL DE PLAZOS	ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	GRADO DE RELACIÓN
34. ¿Realizan informes sobre el desempeño del trabajo?	Alta	12	35.14%
	Muy Alta	1	
	Total	37	
35. ¿Actualizan periódicamente los plazos para la subsanación de incompatibilidades en la etapa de diseño?	Alta	14	40.54%
	Muy Alta	1	
	Total	37	
36. ¿Qué tan probable es que al registrar una trazabilidad del proceso de subsanación ayude a controlar los plazos determinados?	Alta	19	72.97%
	Muy Alta	8	
	Total	37	
GRADO DE RELACIÓN PROMEDIO			49.55%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: G.R. Levantamiento observaciones

CONFORMIDAD DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES	ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	GRADO DE RELACIÓN
37. ¿Realizar la trazabilidad y obtener la solución óptima influyen en la obtención de la conformidad del levantamiento de observaciones?	Alta	21	72.97%
	Muy Alta	6	
	Total	37	
38. ¿Realizan y presentan informes sobre las actividades y modificaciones realizadas para obtener la conformidad?	Alta	15	51.35%
	Muy Alta	4	
	Total	37	
GRADO DE RELACIÓN PROMEDIO			62.16%

Fuente: Elaboración propia

Con los grados de relación de las variables tanto independientes como dependientes, se procede a elaborar la tabla 21, donde se presenta el grado de relación promedio de las variables independiente y dependiente del objetivo general.

Tabla 21: Grado de relación entre la variable independiente y dependiente

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	GRADO DE RELACIÓN	VALORACIÓN	PROMEDIO
Variable independiente: Gestión de cronograma				67.82
1	Identificación de incompatibilidades	62.61	Alta	
2	Planificación	76.76	Excelente	
3	Homogeneización de comunicaciones	73.51	Excelente	
4	Seguimiento y control	58.11	Alta	
5	Trazabilidad	68.11	Alta	
Variable dependiente: Tiempo de latencia				53.42
6	Tiempo de planificación de la subsanación	50.00	Alta	
7	Recursos y actividades	43.24	Regular	
8	Tiempo de notificación y respuesta	62.16	Alta	
9	Plazos	49.55	Regular	
10	Conformidad de levantamiento de observaciones	62.16	Alta	
Promedio general				60.62

Fuente: Elaboración propia.

La correspondencia entre la gestión de cronograma y el tiempo de latencia en la subsanación de incompatibilidades de la etapa de diseño de viviendas multifamiliares, es en promedio el 60.62%. Con la tabla 21 se procede a valorar según los porcentajes y clasificación. Por lo tanto, el G.R. general se clasifica como alta.

5.2. Análisis de los resultados

5.2.1. Estadísticos descriptivos de la información

La encuesta estuvo compuesta por un total de 38 preguntas, divididas por objetivos específicos y sus respectivas variables dependientes y dependientes. Con los datos obtenidos de las respuestas de los 37 profesionales dedicados a la metodología BIM que hayan participado en la construcción de viviendas multifamiliares de más de 5 niveles, se procedió a elaborar gráficos para conocer el grado de aplicación de las variables en el diseño de viviendas multifamiliares, específicamente en la etapa de compatibilización de modelos BIM.

Sean los grados de aplicación de mayor a menor respectivamente: muy frecuentemente, frecuentemente, regularmente, raramente y nunca, donde los 2 primeros se consideraron como aplicado, mientras que los 3 restantes se consideraron como no aplicado, resultaron las siguientes estadísticas con respecto a las variables independientes:

Un 37% de los profesionales encuestados no aplicó una identificación de incompatibilidades en la compatibilización de los modelos BIM, ver figura 12.

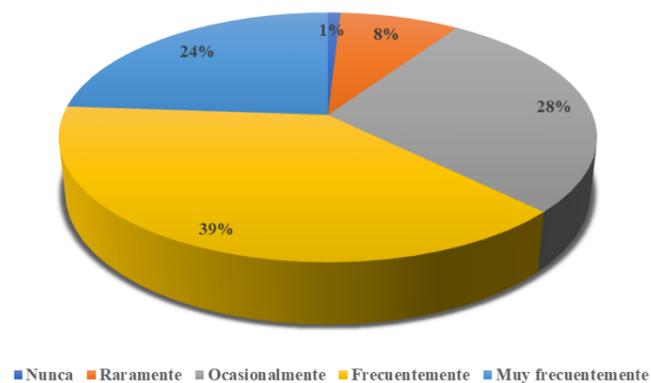


Figura 12: Aplicación de identificación de incompatibilidades
Fuente: Elaboración propia

Un 23% de los profesionales encuestados no aplicó una planificación en la compatibilización de los modelos BIM, ver figura 13.

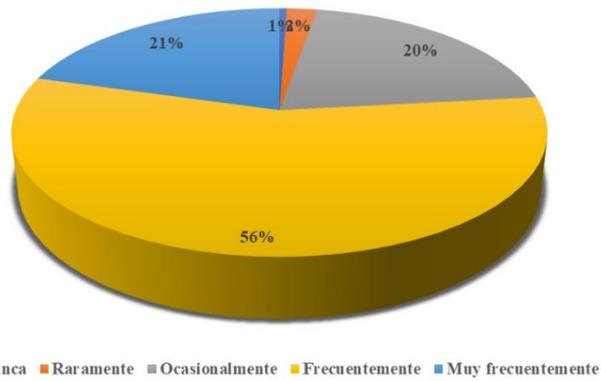


Figura 13: Aplicación de planificación

Fuente: Elaboración propia

Un 26% de los profesionales encuestados no aplicó una homogeneización durante la compatibilización de los modelos BIM, ver figura 14.

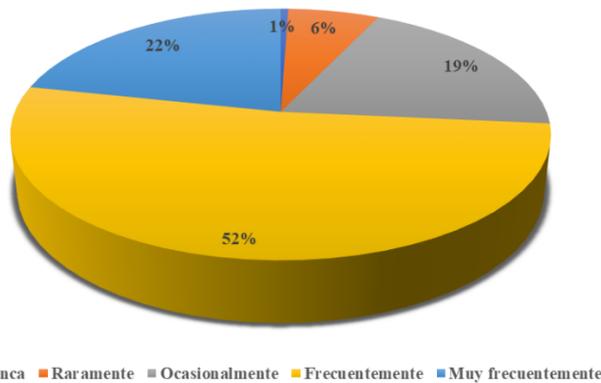


Figura 14: Aplicación de homogeneización de la comunicación

Fuente: Elaboración propia

Un 42% de los profesionales encuestados no aplicó seguimiento y control durante la compatibilización de los modelos BIM, ver figura 15.

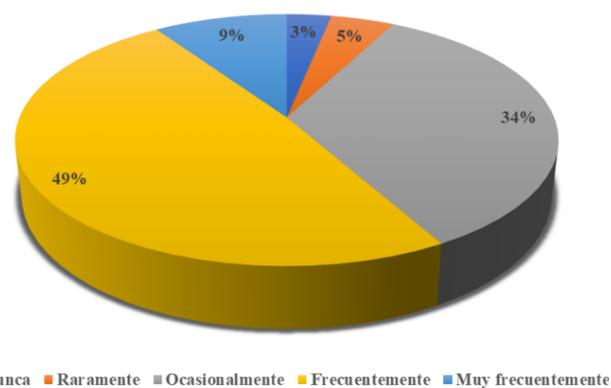


Figura 15: Aplicación de seguimiento y control

Fuente: Elaboración propia

Un 32% de los profesionales encuestados no aplicó trazabilidad durante la compatibilización de los modelos BIM, ver figura 16.

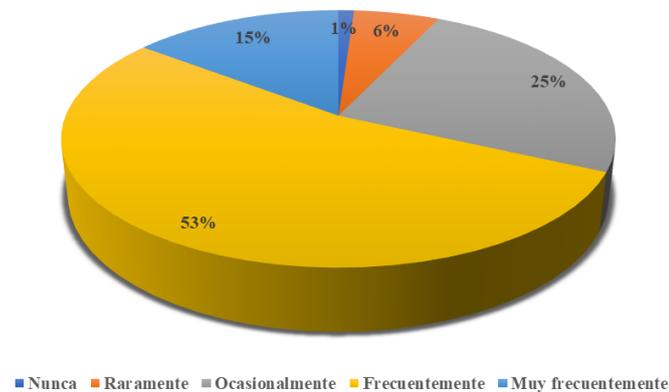


Figura 16: Aplicación de trazabilidad
Fuente: Elaboración propia

Sean los grados de aplicación de mayor a menor respectivamente: muy frecuentemente, frecuentemente, regularmente, raramente y nunca, donde los 2 primeros se consideraron como obtenido, mientras que los 3 restantes se consideraron como no obtenido, resultaron las siguientes estadísticas con respecto a las variables dependientes:

Un 50% de los profesionales encuestados no aplicó la planificación de subsanación de incompatibilidades durante compatibilización de los modelos BIM, ver figura 17.

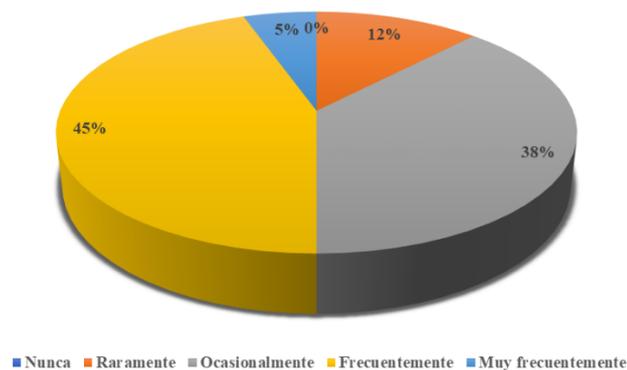


Figura 17: Aplicación de planificación de subsanaciones
Fuente: Elaboración propia

Un 57% de los profesionales encuestados no aplicó la estimación de los recursos para las subsanaciones durante compatibilización de los modelos BIM, ver figura 18.

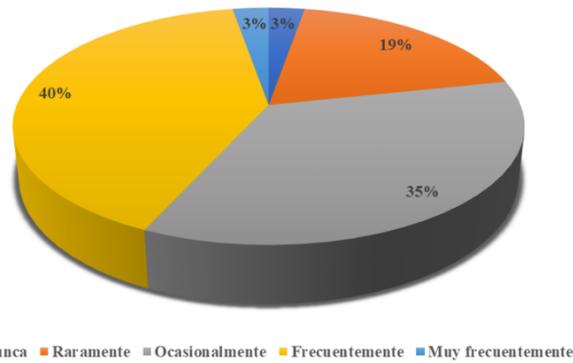


Figura 18: Aplicación de recursos para las subsanaciones
Fuente: Elaboración propia

Un 38% de los profesionales encuestados no aplicó los tiempos de notificación y respuesta de los proyectistas o modeladores durante compatibilización de los modelos BIM, ver figura 19.

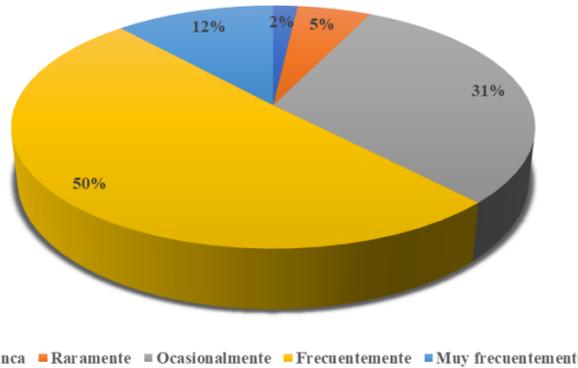


Figura 19: Aplicación de tiempo de notificación y respuesta
Fuente: Elaboración propia

Un 51% de los profesionales encuestados no aplicó un control de plazos durante compatibilización de los modelos BIM, ver figura 20.

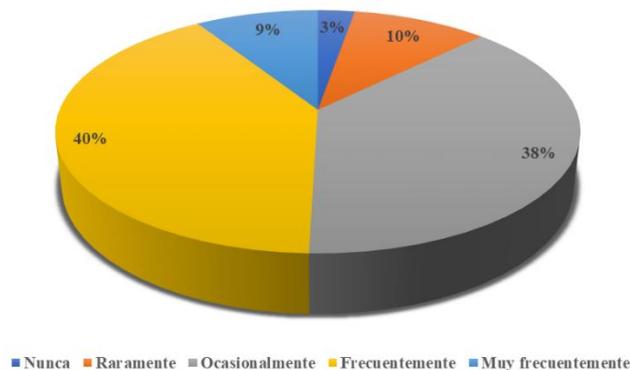


Figura 20: Aplicación del control de plazos
Fuente: Elaboración propia

Un 37% de los profesionales encuestados no aplicó la conformidad a tiempo del subsanamiento durante compatibilización de los modelos BIM, ver figura 21.

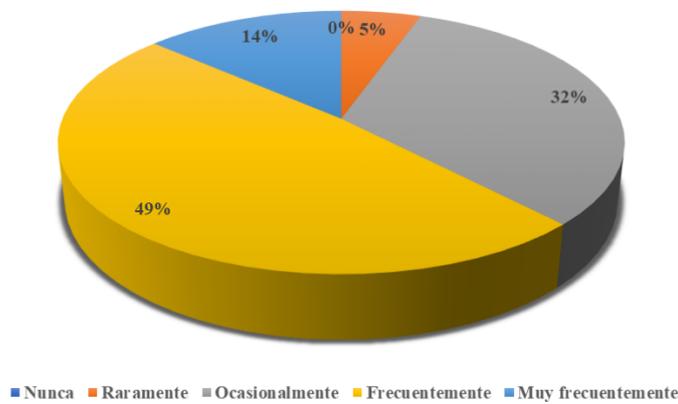


Figura 21: Aplicación de conformidad de subsanaciones
Fuente: Elaboración propia

Al unir las aplicaciones de las variables de los objetivos específicos, se tuvo como resultado la aplicación de la gestión de cronograma en la etapa de compatibilización de los modelos BIM.

En la figura 22 se muestra que un 36% de los encuestados no aplicó una gestión de cronograma en la etapa de compatibilización de los modelos BIM, ver figura 22.

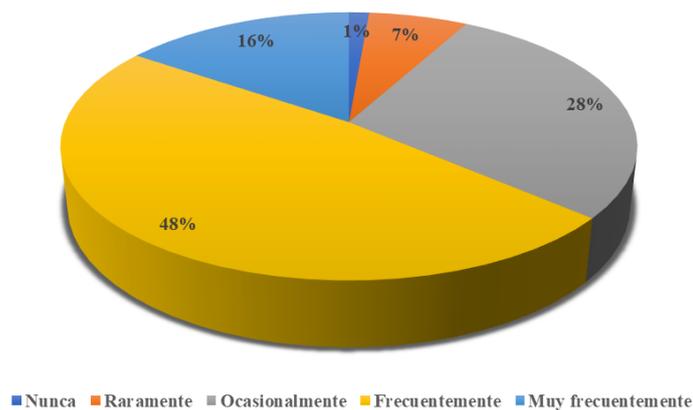


Figura 22: Aplicación de gestión de cronograma
Fuente: Elaboración propia

Los resultados estadísticos alentaron la investigación, ya que existieron problemas por retrasos al no aplicarse una gestión de cronograma.

5.2.2. Análisis de calidad

El análisis de calidad de la investigación consistió en evaluar de forma cuantitativa y cualitativa la información obtenida con el instrumento de la investigación. Esto con la finalidad de ubicar datos fuera de control y de baja aceptación con respecto a las variables de estudio, para así realizar el análisis de riesgo necesario para cumplir con los objetivos de la investigación

La gestión de la calidad es un tema de gran importancia en el estudio de procesos de investigación científica. Se refiere al cuidadoso examen de las acciones y decisiones metodológicas correspondientes al proceso investigativo en todas sus etapas. Involucra, tanto aspectos internos del proceso de estudio que se desarrolla, como también, consideraciones acerca de las posibilidades de replicación o reproducción de instrumentos, procedimientos y/o resultados en contextos externos a determinado proceso investigativo. (Mata Solís, 2019)

5.2.3. Análisis cuantitativo

En el análisis cuantitativo se consideró las gráficas de control, para comprender cuales son las variables que requieren mayor control y que necesitan mejoras para cumplir con las metas de los proyectos.

La gestión de la calidad es un tema de gran importancia en el estudio de procesos de investigación científica. Se refiere al cuidadoso examen de las acciones y decisiones metodológicas correspondientes al proceso investigativo en todas sus etapas. Involucra, tanto aspectos internos del proceso de estudio que se desarrolla, como también, consideraciones acerca de las posibilidades de replicación o reproducción de instrumentos, procedimientos y/o resultados en contextos externos a determinado proceso investigativo. (Sarduy Domínguez, 2007)

En el control estadístico de la calidad se establecerán como límites de control el límite superior de control (L.S.C.) y el límite inferior de control (L.I.C.) alrededor de la media por cada variable.

La ubicación y el patrón que siguen los puntos en una carta de control permiten determinar, con una pequeña probabilidad de error, si un proceso

se encuentra estadísticamente bajo control. Una primera indicación de que un proceso pueda estar fuera de control es que uno de los puntos de los datos se encuentre fuera de los límites de control (...). Hallar uno de estos puntos es evidencia estadística de que el proceso se encuentra fuera de control. En tales casos deberán tomarse medidas correctivas tan pronto como sea posible. (Anderson, Sweeney, & Williams, 2004, pág. 862)

Se procedió a procesar la información en el *software* SPSS, obteniendo como nuestros límites de control un 65.67% como L.S.C. y un 42.64% como L.I.C. Este último será considerado para el análisis de riesgo de las variables relacionadas con los puntos debajo de este límite.

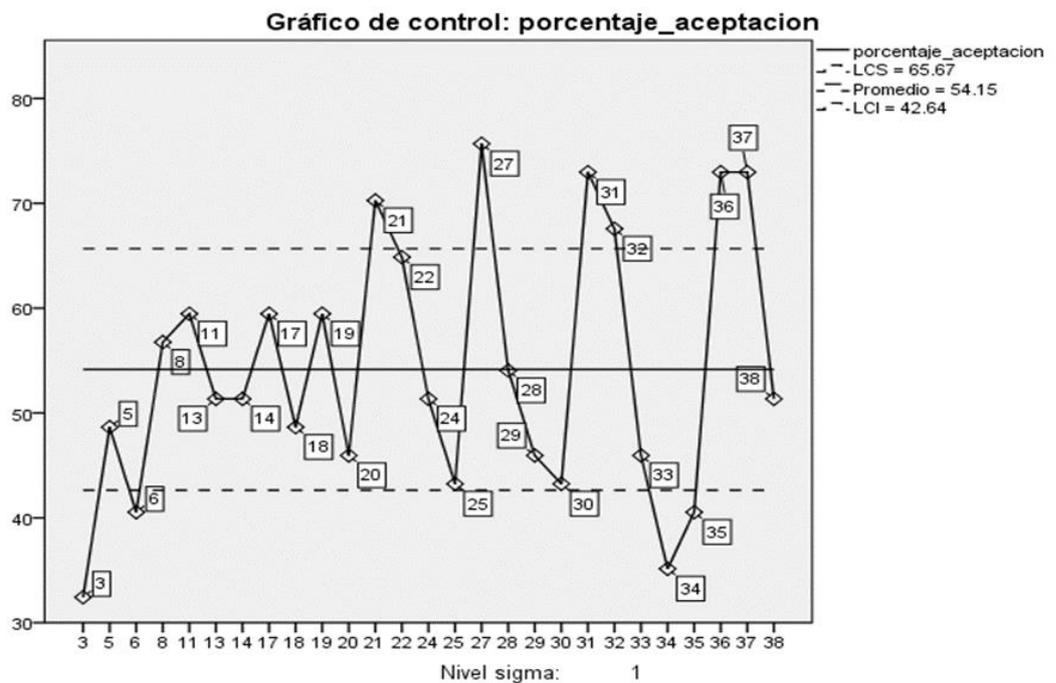


Figura 23: Control estadístico de calidad
 Fuente: Elaboración propia

La figura 23 muestran que las variables de los puntos 3, 6, 34 y 35 están fuera de control por debajo del L.I.C. de 42.64%. En la siguiente tabla se muestran los puntos que están fuera de control y sus variables relacionadas. Así mismo, se muestra la valoración con respecto al G.R. resultante.

Tabla 22: Variables fuera del L.I.C.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	VALORACIÓN
------	-------------	----------	------------

1	(3) ¿Con qué frecuencia utiliza un formato de registro de incompatibilidades?	Identificación de incompatibilidades	Alta
2	(6) ¿Con qué frecuencia identifica una incompatibilidad por ambigüedad de la información en un proyecto de construcción?	Identificación de incompatibilidades	Alta
3	(34) ¿Realizan informes sobre el desempeño del trabajo?	Plazos	Regular
4	(35) ¿Actualizan periódicamente los plazos para la subsanación de incompatibilidades en la etapa de diseño?	Plazos	Regular

Fuente: Elaboración propia

Con el análisis cuantitativo se interpretó que, las variables identificación de incompatibilidades y plazos, necesitan un mayor énfasis de investigación para dar con la solución respectiva a las deficiencias en el diseño de viviendas multifamiliares. Así mismo, este énfasis de estudio ayudó a cumplir con el primer y tercer objetivos específicos de la investigación

5.2.4. Análisis cualitativo

El análisis cualitativo consistió en identificar aquellos puntos que obtuvieron baja aplicación con respecto a las variables relacionadas independientes y dependientes respectivamente. Es decir, se consideró identificar aquellas variables que los profesionales -relacionados con la metodología BIM- encuestados, hayan aceptado por debajo del 70% la aplicación de las variables relacionadas en sus proyectos de vivienda multifamiliares. Esto según el G.R. de la tabla 21.

La investigación cualitativa permite hacer variadas interpretaciones de la realidad y de los datos. Esto se logra debido a que en este tipo de investigación el analista o investigador va al campo de acción con la mente abierta, aunque esto no significa que no lleve consigo un basamento conceptual, como muchos piensan. El hecho de tener mente abierta hace posible redireccionar la investigación en ese momento y captar otros tipos de datos que en un principio no se habían pensado. En otras palabras, la investigación cualitativa reconoce que la propia evolución del fenómeno investigado puede propiciar una redefinición y a su vez nuevos métodos para comprenderlo. (Sarduy Domínguez, 2007)

En la figura 24 se muestra la tabla acumulada de aceptación de cada pregunta con respecto a las variables relacionadas y la línea en color rojo que indica aquellas que están debajo (a la izquierda) y por encima (a la derecha) del 70%.

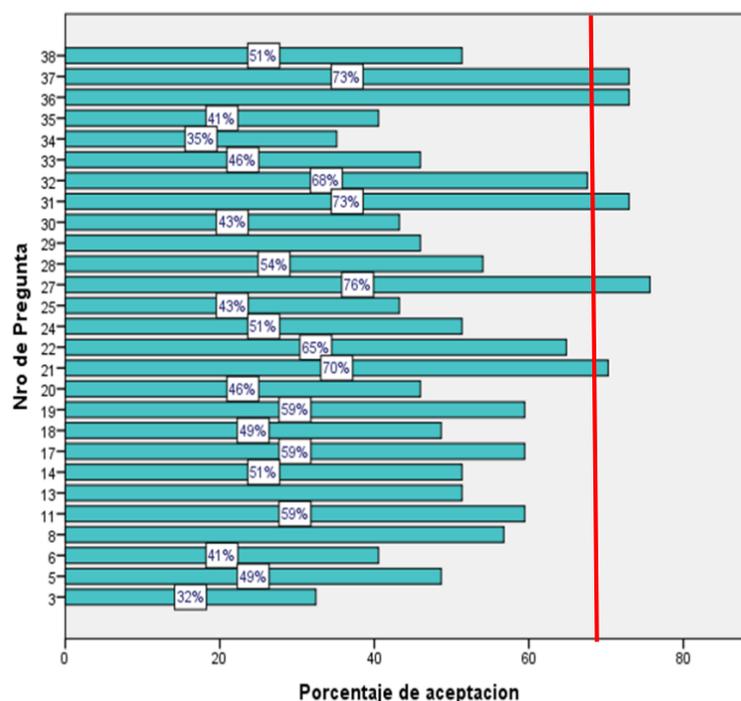


Figura 24: Porcentaje de fases aplicadas
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23 se muestra aquellas variables relacionadas identificadas con aceptación de aplicación por debajo del 70% según los profesionales encuestados. Además, se resalta en negrita aquellas analizadas cuantitativamente, es decir, las que están por debajo del L.I.C.

Tabla 23: Fases de correspondencia

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	VALORACIÓN
1	3. ¿Con qué frecuencia utiliza un formato de registro de incompatibilidades?	Identificación de incompatibilidades	Alta
2	5. ¿Con qué frecuencia identifica una incompatibilidad por omisión de información en un proyecto de construcción?	Identificación de incompatibilidades	Alta
3	6. ¿Con qué frecuencia identifica una incompatibilidad por ambigüedad de la información en un proyecto de construcción?	Identificación de incompatibilidades	Alta
4	8. ¿Con qué frecuencia se determinan la cantidad de personas, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada actividad en la subsanación de incompatibilidades?	Planificación	Excelente

5	11. ¿Con qué frecuencia se formula un cronograma para la subsanación de incompatibilidades para analizar la secuencia de las actividades, su duración, los requisitos de recursos y las restricciones de las mismas?	Planificación	Excelente
6	13. ¿Con qué frecuencia utilizan una guía para estandarizar la comunicación en la subsanación de las incompatibilidades y el cambio de información entre los involucrados del proyecto?	Homogeneización de las comunicaciones	Excelente
7	14. ¿Elaboran una matriz de comunicación o modelo de coordinación entre los involucrados del proyecto para estandarizar la comunicación, especificando la forma de hacerlo?	Homogeneización de las comunicaciones	Excelente
8	17. ¿Con qué frecuencia realizan un registro del estado de las actividades anteriormente planificadas para actualizar el progreso del mismo y gestionar los cambios?	Seguimiento y control	Alta
9	18. Al realizar el seguimiento y control de las actividades planificadas para subsanar la incompatibilidad, ¿con qué frecuencia utilizan algún formato tipo <i>check list</i> ?	Seguimiento y control	Alta
10	19. ¿Con qué frecuencia revisan la situación de la incompatibilidad para actualizar el modelo BIM general?	Seguimiento y control	Alta
11	20. ¿Con qué frecuencia usa el <i>software Navisworks</i> para realizar el seguimiento y control de los procesos de subsanación de las incompatibilidades?	Seguimiento y control	Alta
12	22. ¿Con qué frecuencia realizan los cambios y modificaciones en el modelo BIM general, para revisar si se generan nuevas incompatibilidades?	Seguimiento y control	Alta
13	24. ¿Con qué frecuencia elaboran un registro de trazabilidad del proceso de subsanación de incompatibilidades para evitar la pérdida de información?	Trazabilidad	Alta
14	25. ¿Registran la cronología de las notificaciones en el proceso de subsanación para evitar demoras en ubicar solicitudes de cambios hechas por los involucrados?	Trazabilidad	Alta
15	28. ¿Elaboran un plan de gestión de incompatibilidades?	Tiempo de planificación de la subsanación	Alta
16	29. ¿Registran la cronología desde el hallazgo de la incompatibilidad, hasta la entrega de una respuesta óptima?	Tiempo de planificación de la subsanación	Alta
17	30. ¿Actualizan las estimaciones del proyecto?	Recursos y actividades	Regular
18	32. Para usted, ¿es importante registrar la cronología desde que se notifica la incompatibilidad hasta cuando se entrega una respuesta?	Tiempo de notificación y respuesta	Alta
19	33. ¿Con qué frecuencia utilizan un modelo de coordinación para agilizar el tiempo de notificación y respuesta?	Tiempo de notificación y respuesta	Alta
20	34. ¿Realizan informes sobre el desempeño del trabajo?	Plazos	Regular
21	35. ¿Actualizan periódicamente los plazos para la subsanación de incompatibilidades en la etapa de diseño?	Plazos	Regular

22	38. ¿Realizan y presentan informes sobre las actividades y modificaciones realizadas para obtener la conformidad?	Conformidad de levantamiento de observaciones	Alta
----	---	---	------

Fuente: Elaboración propia

Observamos que las variables con baja aceptación son: identificación de incompatibilidades, la planificación, la homogeneización de las comunicaciones, la trazabilidad, el tiempo de planificación, recursos y actividades, tiempo de respuesta y notificación, plazos, y la conformidad de levantamiento de observaciones. Lo que quiere decir que, para cumplir con todos los objetivos de nuestra investigación, es necesario que la mayoría de variables se encuentren dentro del desarrollo y estudio del proyecto. De esta manera se garantizó que la investigación abarque la totalidad de las deficiencias que los proyectos de los profesionales encuestados para así plantear sus mejoras respectivas.

5.2.5. Análisis de riesgos

El análisis de riesgo consistió en conocer el impacto de no desarrollar las variables desarrolladas en el proyecto y, por ende, el cumplir con los objetivos de nuestra investigación. En este caso, se analizó el impacto del incremento del tiempo de latencia en la etapa de compatibilización del diseño de viviendas multifamiliares.

“Los objetivos del análisis y administración del riesgo son los siguientes: determinar, con alguna medida cuantitativa, cual es el riesgo al realizar determinada inversión monetaria y, administrar el riesgo de tal forma que pueda prevenirse la bancarrota de una empresa” (Baca Urbina, 2010).

De lo descrito por Baca, en nuestra investigación se aplicó un método cuantitativo para evaluar y clasificar los riesgos que generen mayor incremento en el tiempo de latencia o que generen retrasos. En nuestro caso, utilizamos como base las variables relacionadas que hayan sido destacadas al combinar el análisis cualitativo y cuantitativo de calidad. Es decir, se analizará los riesgos de la no aplicación de las variables relacionadas, como identificación de incompatibilidades y plazos, con los cuales elaboramos un mapa de riesgos.

En la siguiente figura se observa la matriz de probabilidad impacto y los valores numéricos que nos ayudó a clasificar los riesgos.

Matriz de Probabilidad e Impacto		Impacto				
		Muy bajo 0.05	Bajo 0.1	Moderado 0.2	Alto 0.4	Muy Alto 0.8
Probabilidad	Muy Alta 0.9	0.045	0.09	0.18	0.36	0.72
	Alta 0.7	0.035	0.07	0.14	0.28	0.56
	Moderada 0.5	0.025	0.05	0.1	0.2	0.4
	Baja 0.3	0.015	0.03	0.06	0.12	0.24
	Muy Baja 0.1	0.005	0.01	0.02	0.04	0.08

Riesgo Bajo ----
 Riesgo Moderado ----
 Riesgo Alto

Figura 25: Matriz probabilidad impacto
Fuente: (Mousse, 2020)

Se procedió a realizar la evaluación de probabilidad e impacto de los factores que se encuentran en la identificación de incompatibilidades y el plazo.

Tabla 24: Evaluación de probabilidad impacto

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PROBABILIDAD	IMPACTO
Identificación de incompatibilidades			
1	Retraso por no usar un <i>software</i> de detección de incompatibilidades	Muy alta	Muy alto
2	Retraso por no usar formatos de registro de incompatibilidades	Alta	Alto
3	Retraso por falta de capacitación del coordinador de compatibilización	Moderada	Muy alto
4	Retraso por uso de equipos electrónicos desfasados	Moderada	Alto
5	Retraso por incumplimiento de los modelos BIM iniciales para identificar incompatibilidades	Muy baja	Alto
Plazos			
1	Retraso por no definir los plazos de entrega de las subsanaciones de incompatibilidades	Alta	Alto
2	Retraso por no comunicarse con los encargados de la subsanación de incompatibilidades	Moderada	Moderado
3	Retraso por no establecer porcentaje de entregas parciales de subsanaciones de incompatibilidades	Muy alta	Muy alto
4	Retraso por falta de seguimiento de las subsanaciones de incompatibilidades	Alta	Muy alto

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a realizar la evaluación de probabilidad e impacto y clasificación de cada factor.

Tabla 25: Valoración y clasificación de riesgos

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PROBABILIDAD	IMPACTO	VALOR	CLASIFICACIÓN
Identificación de incompatibilidades					
1	Retraso por no usar un <i>software</i> de detección de incompatibilidades	Muy alta	Muy alto	0.72	Fuerte
2	Retraso por no usar formatos de registro de incompatibilidades	Alta	Alto	0.28	Medio
3	Retraso por falta de capacitación del coordinador de compatibilización	Moderada	Muy alto	0.4	Medio
4	Retraso por uso de equipos electrónicos desfasados	Moderada	Alto	0.2	Débil
5	Retraso por incumplimiento de los modelos BIM iniciales para identificar incompatibilidades	Muy baja	Alto	0.04	Débil
Plazos					
1	Retraso por definir los plazos de entrega de las subsanaciones de incompatibilidades	Alta	Alto	0.28	Medio
2	Retraso por no comunicarse con los encargados de la subsanación de incompatibilidades	Moderada	Moderado	0.1	Débil
3	Retraso por no establecer porcentaje de entregas parciales de subsanaciones de incompatibilidades	Muy alta	Muy alto	0.72	Fuerte
4	Retraso por falta de seguimiento de las subsanaciones de incompatibilidades	Alta	Muy alto	0.56	Fuerte

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a elaborar un mapa de riesgos según factores y sus variables relacionadas.

Tabla 26: Mapa de riesgo

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DÉBIL	MEDIO	FUERTE
Identificación de incompatibilidades				
1	Retraso por no usar un <i>software</i> de detección de incompatibilidades			0.72

2	Retraso por no usar formatos de registro de incompatibilidades		0.28
3	Retraso por falta de capacitación del coordinador de compatibilización		0.4
4	Retraso por uso de equipos electrónicos desfasados	0.2	
5	Retraso por incumplimiento de los modelos BIM iniciales para identificar incompatibilidades	0.04	
Plazos			
1	Retraso por definir los plazos de entrega de las subsanaciones de incompatibilidades		0.28
2	Retraso por no comunicarse con los encargados de la subsanación de incompatibilidades	0.1	
3	Retraso por no establecer porcentaje de entregas parciales de subsanaciones de incompatibilidades		0.72
4	Retraso por falta de seguimiento de las subsanaciones de incompatibilidades		0.56

Fuente: Elaboración propia

Del análisis de riesgo se obtuvo con respecto a la variable de identificación de incompatibilidades, que el retraso de mayor grado se da por no utilizar un *software* ideal para identificar incompatibilidades. Les sigue la falta de utilización de un formato de incompatibilidades y la capacitación al coordinador BIM

Con respecto a la variable de plazos, los retrasos de mayor plazo se dan por no establecer porcentajes de entrega de las subsanaciones previamente identificadas y, no realizar un seguimiento adecuado.

Los resultados se tomaron de este análisis fueron tomados en cuenta para el desarrollo del proyecto y la propuesta de mejora desarrollados en los siguientes capítulos.

5.3. Contrastación de hipótesis

Por ser una distribución anormal, se tendrá solamente hipótesis alternas.

Hipótesis alterna (Ha):

Implementar una gestión de cronograma en el diseño de viviendas multifamiliares, permitirá reducir el tiempo de latencia en la subsanación de incompatibilidades.

5.3.1. Contratación de hipótesis específicas

Hipótesis específica (1)

Hipótesis alterna (Ha):

Al identificar las incompatibilidades con el uso de la metodología *Building Information Modeling*, se reducirá el tiempo de planificación para la subsanación de las mismas.

Hipótesis específica (2)

Hipótesis alterna (Ha):

Implementar una planificación, permitirá identificar las actividades y recursos necesarios para la subsanación de las incompatibilidades, previamente identificadas con la metodología *Building Information Modeling*.

Hipótesis específica (3)

Hipótesis alterna (Ha):

Homogeneizar la comunicación entre revisores y modeladores mediante un modelo de coordinación, permitirá agilizar los procesos de notificación y respuesta.

Hipótesis específica (4)

Hipótesis alterna (Ha):

Mediante la realización del seguimiento y control del proceso de subsanación de incompatibilidades, se cumplirá los plazos establecidos en la planificación.

Hipótesis específica (5)

Hipótesis alterna (Ha):

El registro y el análisis de la trazabilidad en la subsanación de incompatibilidades, tiene relación directa con la obtención de la conformidad al levantar las observaciones.

5.3.2. Interpretación de los resultados

Hipótesis específica (1)

Tabla 27: Identificación de incompatibilidades y subsanaciones

IDENTIFICACIÓN DE INCOMPATIBILIDADES/ SUBSANACIÓN DE INCOMPATIBILIDADES	ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	% APLICACIÓN
1. Para usted, ¿la identificación y clasificación de una incompatibilidad es importante para la planificación de la subsanación de las mismas?	Alta	16	86.49%
	Muy Alta	16	
	Total	37	
2. ¿El grado de criticidad de la incompatibilidad influye en el tiempo de planificación de la subsanación de las mismas?	Alta	20	83.78%
	Muy Alta	11	
	Total	37	
3. ¿Con qué frecuencia utiliza un formato de registro de incompatibilidades?	Alta	9	32.43%
	Muy Alta	3	
	Total	37	
4. ¿Con qué frecuencia identifica una incompatibilidad por interferencia entre las especialidades?	Alta	16	83.78%
	Muy Alta	15	
	Total	37	
5. ¿Con qué frecuencia identifica una incompatibilidad por omisión de información en un proyecto de construcción?	Alta	15	48.65%
	Muy Alta	3	
	Total	37	
6. ¿Con qué frecuencia identifica una incompatibilidad por ambigüedad de la información en un proyecto de construcción?	Alta	11	40.54%
	Muy Alta	4	
	Total	37	
28. ¿Elaboran un plan de gestión de incompatibilidades?	Alta	18	54.05%
	Muy Alta	2	
	Total	37	
29. ¿Registran la cronología desde el hallazgo de la incompatibilidad, hasta la entrega de una respuesta óptima?	Alta	15	45.95%
	Muy Alta	2	
	Total	37	
% PROMEDIO APLICACIÓN			59.46%

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 27, más del 40% de los profesionales dedicados al *Building Information Modeling* de diversas empresas constructoras y proyectos de vivienda multifamiliar, no aplicaron las variables relacionadas al objetivo específico 1. Es decir, no aplicaron la identificación de incompatibilidades ni la subsanación de las mismas. Por lo tanto, se acepta la hipótesis, ya que en ese

porcentaje de los proyectos de los encuestados se puede investigar las razones para aplicar una mejora.

Hipótesis específica (2)

Tabla 28: Planificación con estimación de recursos

PLANIFICACIÓN / RECURSOS Y ACTIVIDADES	ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	% APLICACIÓN
7. ¿Qué tan importante es identificar la matriz de responsabilidades y las habilidades requeridas por los involucrados para levantar las observaciones?	Alta	23	91.89%
	Muy Alta	11	
	Total	37	
8. ¿Con qué frecuencia se determinan la cantidad de personas, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada actividad en la subsanación de incompatibilidades?	Alta	19	56.76%
	Muy Alta	2	
	Total	37	
9. ¿Con qué frecuencia realizan reuniones ICE (reuniones de coordinación) en la etapa de diseño del proyecto para tratar las incompatibilidades?	Alta	20	81.08%
	Muy Alta	10	
	Total	37	
10. ¿Un <i>software</i> o herramienta que integre la gestión de cronograma y la subsanación de incompatibilidades le facilitarían su trabajo?	Alta	23	94.59%
	Muy Alta	12	
	Total	37	
11. ¿Con qué frecuencia se formula un cronograma para la subsanación de incompatibilidades para analizar la secuencia de las actividades, su duración, los requisitos de recursos y las restricciones de las mismas?	Alta	19	59.46%
	Muy Alta	3	
	Total	37	
30. ¿Estiman los costos de las actividades y recursos en la subsanación de incompatibilidades?	Alta	15	43.24%
	Muy Alta	1	
	Total	37	
% PROMEDIO APLICACIÓN			71.17%

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 28, más del 28% de los profesionales dedicados al *Building Information Modeling* de diversas empresas constructoras y proyectos de vivienda multifamiliar, no aplicaron las variables relacionadas al objetivo específico 2. Es decir, no aplicaron una planificación de subsanación de incompatibilidades ni la estimación de recursos y actividades. Por lo tanto, se acepta la hipótesis, ya que en ese porcentaje de los proyectos de los encuestados se puede investigar las razones para aplicar una mejora.

Hipótesis específica (3)

Tabla 29: Homogeneización de comunicaciones y respuestas

HOMOGENEIZACIÓN DE LAS COMUNICACIONES / TIEMPO DE NOTIFICACIÓN Y RESPUESTA	ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	% APLICACIÓN
12. ¿Cree usted que es importante el uso de una plataforma colaborativa para notificar incompatibilidades entre los proyectistas, coordinadores y modeladores?	Alta	16	86.49%
	Muy Alta	16	
	Total	37	
13. ¿Con qué frecuencia utilizan una guía para estandarizar la comunicación en la subsanación de las incompatibilidades y el cambio de información entre los involucrados del proyecto??	Alta	18	51.35%
	Muy Alta	1	
	Total	37	
14. ¿Elaboran una matriz de comunicación o modelo de coordinación entre los involucrados del proyecto para estandarizar la comunicación, especificando la forma de hacerlo?	Alta	16	51.35%
	Muy Alta	3	
	Total	37	
15. ¿El óptimo desempeño de los involucrados en el proyecto, optimiza y agiliza el tiempo de notificación y respuesta entre los mismos?	Alta	24	89.19%
	Muy Alta	9	
	Total	37	
16. ¿Las competencias, la interacción de los miembros del equipo y el ambiente general de los involucrados logran un mejor desempeño en la gestión de la incompatibilidad?	Alta	22	89.19%
	Muy Alta	11	
	Total	37	
31. ¿Con qué frecuencia los involucrados realizan solicitudes de cambio durante la subsanación de la incompatibilidad?	Alta	24	72.97%
	Muy Alta	3	
	Total	37	
32. Para usted, ¿Es importante registrar la cronología desde que se notifica la incompatibilidad hasta cuando se entrega una respuesta?	Alta	17	67.57%
	Muy Alta	8	
	Total	37	
33. ¿Con qué frecuencia utilizan un modelo de coordinación para agilizar el tiempo de notificación y respuesta?	Alta	15	45.95%
	Muy Alta	2	
	Total	37	
% PROMEDIO APLICACIÓN			69.26%

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 29, más del 30% de los profesionales dedicados al *Building Information Modeling* de diversas empresas constructoras y proyectos de vivienda multifamiliar, no aplicaron las variables relacionadas al objetivo específico 3. Es decir, no aplicaron una homogeneización de las comunicaciones ni verificaron los tiempos de notificación y respuesta. Por lo tanto, se acepta la hipótesis, ya que en ese porcentaje de los proyectos de los encuestados se puede investigar las razones para aplicar una mejora.

Hipótesis específica (4)

Tabla 30: Seguimiento, control y plazos

SEGUIMIENTO Y CONTROL / CONTROL DE PLAZOS	ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	% APLICACIÓN
17. ¿Con qué frecuencia realizan un registro del estado de las actividades anteriormente planificadas para actualizar el progreso del mismo y gestionar los cambios?	Alta	19	59.46%
	Muy Alta	3	
	Total	37	
18. Al realizar el seguimiento y control de las actividades planificadas para subsanar la incompatibilidad, ¿con que frecuencia utilizan algún formato tipo <i>check list</i> ?	Alta	16	48.65%
	Muy Alta	2	
	Total	37	
19. ¿Con qué frecuencia revisan la situación de la incompatibilidad para actualizar el modelo BIM general?	Alta	20	59.46%
	Muy Alta	2	
	Total	37	
20. ¿Con qué frecuencia usa el <i>software Navisworks</i> para realizar el seguimiento y control de los procesos de subsanación de las incompatibilidades?	Alta	15	45.95%
	Muy Alta	2	
	Total	37	
21. ¿Con qué frecuencia actualizan el modelo general de coordinación BIM después de una respuesta a la incompatibilidad?	Alta	22	70.27%
	Muy Alta	4	
	Total	37	
22. ¿Con qué frecuencia realizan los cambios y modificaciones en el modelo BIM general, para revisar si se generan nuevas incompatibilidades?	Alta	16	64.86%
	Muy Alta	8	
	Total	37	
34. ¿Realizan informes sobre el desempeño del trabajo?	Alta	12	35.14%
	Muy Alta	1	
	Total	37	
35. ¿Actualizan periódicamente los plazos para la subsanación de incompatibilidades en la etapa de diseño?	Alta	14	40.54%
	Muy Alta	1	
	Total	37	
36. ¿Qué tan probable es que al registrar una trazabilidad del proceso de subsanación ayude a controlar los plazos determinados?	Alta	19	72.97%
	Muy Alta	8	
	Total	37	
% PROMEDIO APLICACIÓN			62.16%

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 30, más del 37% de los profesionales dedicados al *Building Information Modeling* de diversas empresas constructoras y proyectos de vivienda multifamiliar, no aplicaron las variables relacionadas al objetivo específico 4. Es decir, no aplicaron un seguimiento y control ni un control de plazos. Por lo tanto, se acepta la hipótesis, ya que en ese porcentaje de los

proyectos de los encuestados se puede investigar las razones para aplicar una mejora.

Hipótesis específica (5)

Tabla 31: Trazabilidad y conformidad de subsanaciones

TRAZABILIDAD / CONFORMIDAD DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES	ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	% APLICACIÓN
23. ¿Cree usted que realizar la documentación de las decisiones y modificaciones de los involucrados en la subsanación de incompatibilidades evita conflictos entre los involucrados?	Alta	22	86.49%
	Muy Alta	10	
	Total	37	
24. ¿Con qué frecuencia elaboran un registro de trazabilidad del proceso de subsanación de incompatibilidades para evitar la pérdida de información?	Alta	18	51.35%
	Muy Alta	1	
	Total	37	
25. ¿Registran la cronología de las notificaciones en el proceso de subsanación para evitar demoras en ubicar solicitudes de cambios hechas por los involucrados?	Alta	15	43.24%
	Muy Alta	1	
	Total	37	
26. ¿Cree usted que registrar y analizar la trazabilidad del proceso de subsanación contribuye con la obtención de una solución óptima frente a la incompatibilidad?	Alta	23	83.78%
	Muy Alta	8	
	Total	37	
27. ¿Qué tan probable es que al realizar la trazabilidad del proceso de subsanación de incompatibilidades mejore la comunicación entre los involucrados del proyecto?	Alta	21	75.68%
	Muy Alta	7	
	Total	37	
37. ¿Realizar la trazabilidad y obtener la solución óptima influyen en la obtención de la conformidad del levantamiento de observaciones?	Alta	21	72.97%
	Muy Alta	6	
	Total	37	
38. ¿Realizan y presentan informes sobre las actividades y modificaciones realizadas para obtener la conformidad?	Alta	15	51.35%
	Muy Alta	4	
	Total	37	
% PROMEDIO APLICACIÓN			66.41%

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 31, más de 33% de los profesionales dedicados al *Building Information Modeling* de diversas empresas constructoras y proyectos de vivienda multifamiliar, no aplicaron las variables relacionadas al objetivo específico 5. Es decir, no aplicaron una trazabilidad ni resultaron conformes con el levantamiento de observaciones. Por lo tanto, se acepta la hipótesis, ya

que en ese porcentaje de los proyectos de los encuestados se puede investigar las razones para aplicar una mejora.

Todas las hipótesis fueron aceptadas y fueron aplicadas en el desarrollo del proyecto y la propuesta de mejora. Teniendo, además, como referencia los análisis de riesgo y calidad elaborados.

5.4. Desarrollo del proyecto

Gracias a la información recibida por la Municipalidad de La Molina buscamos los proyectos de vivienda multifamiliar que hayan sido construidos entre los años 2018 y 2021 de acuerdo a los criterios de exclusión e inclusión desarrollados en el Capítulo IV.

Con esta información, solicitamos a las empresas constructoras que ejecutaron dichos proyectos nos brinden información del diseño, especialmente, en la etapa de compatibilización de las especialidades. Se obtuvo información completa de 1 proyecto construido por la constructora Ríos Ingeniería S.A.C., el cual fue material de desarrollo en la investigación. Así mismo, se obtuvo información parcial de 3 proyectos, los cuales fueron utilizados para comparar los tiempos de latencia en la etapa de compatibilización.

5.4.1. Generalidades de la empresa

La empresa constructora Ríos Ingeniería S.A.C. fue fundada en el año 2001 por los ingenieros Román Aparicio y Raúl Matos. En sus primeros años de funcionamiento se desempeñaron como contratistas generales de instalaciones sanitarias, eléctricas y mecánicas.

En el año 2010 la empresa dio el salto para dedicarse a la construcción completa de edificaciones multifamiliares, esto bajo financiamiento y desarrollo inmobiliario propio. En dicho año ejecutaron 2 proyectos multifamiliares denominados edificio Retamas y edificio Claveles, en el distrito de Ate y San Juan de Lurigancho respectivamente.

Desde el 2010 a la fecha, la empresa constructora Ríos Ingeniería S.A.C. ha ejecutado un total de 26 edificaciones de vivienda multifamiliar, con un total de 486 unidades vendidas y 36 unidades por venderse.

La diversificación de ingresos de la constructora se compone por servicios de ingeniería, contratista de instalaciones, construcción de viviendas multifamiliares y construcción con estructuras metálicas. En la siguiente figura se muestra la participación de los ingresos (ventas) del año 2020.

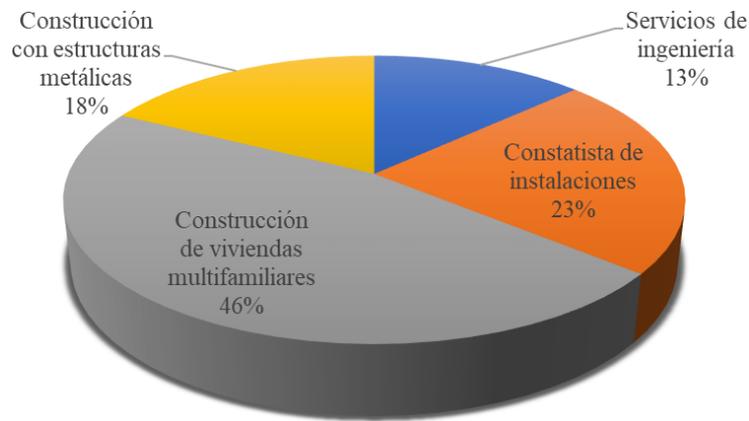


Figura 26: Composición de ingresos año 2020
Fuente: Elaboración propia

La utilidad neta de la empresa Ríos ha ido creciendo en el transcurso de años, manteniendo un crecimiento constante de 3% en promedio durante los últimos 5 años.

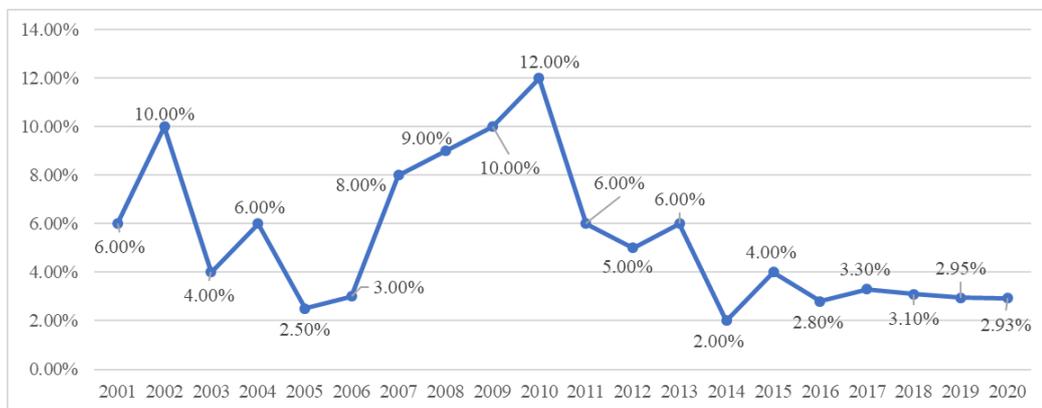


Figura 27: Porcentaje de utilidad neta
Fuente: Elaboración propia

En el año 2015, la empresa decidió iniciar con los procedimientos de certificación de las normas internacionales. En el año 2016 obtuvo la certificación ISO 9001 y en el año 2017 obtuvo la certificación ISO 14001. Actualmente, la empresa apunta a obtener las certificaciones OHSAS 18001 e ISO 26000 para el año 2022.



Figura 28: Conjunto de certificación al 2022
 Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la composición de su fuerza laboral, la mayoría la integran los profesionales técnicos obreros, seguido por los profesionales de ingeniería de diversas ramas, administrativo y gerencial.

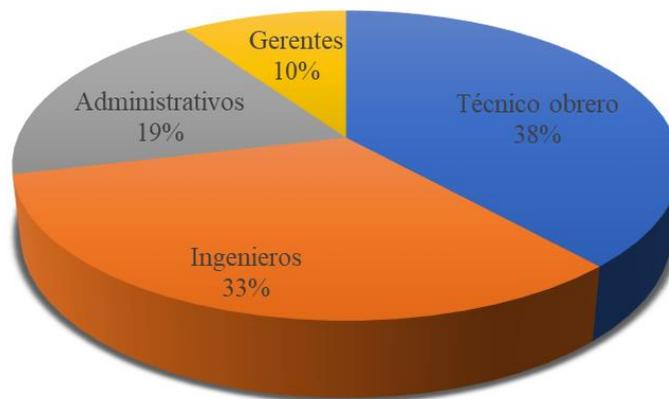


Figura 29: Composición de fuerza laboral 2020
 Fuente: Elaboración propia

En el año 2019, la empresa Ríos Ingeniería S.A.C., ejecutó el proyecto denominado Alto Venturo en el distrito de la Molina. En su diseño y, especialmente en la etapa de compatibilización, la empresa utilizó la metodología BIM. Con esta información disponible se procedió a estudiar y desarrollarlo en el proyecto de la presente investigación.

Las siguientes figuras muestran el modelo BIM de arquitectura de nuestra investigación:

5.4.2. Estadística descriptiva del proyecto

- Proyecto Alto Venturo

En febrero de 2019, la empresa constructora inició con los estudios de prefactibilidad y factibilidad para la construcción de un edificio de viviendas multifamiliares denominado Alto Venturo. Para ello, utilizó su banco de terrenos, aquel que se encontraba ubicado en la urbanización el Sauce de la Rinconada en el distrito de La Molina.

Dichos estudios abarcaron 2 meses aproximadamente, dando con el inicio de la ingeniería de detalle en el mes de abril del mismo año. Un mes después, se obtuvo la ingeniería y el permiso municipal respectivo.

El proyecto Alto Venturo fue desarrollado en un área de 350m², contando con un área neta de construcción por planta de 200 m² aproximadamente. Su estructura antisísmica se conformó de muros de ductilidad limitada para los 5 niveles y azotea de la edificación.

Su inversión desembolsada fue de más de S/ 7'000,000.00 incluido la valoración del terreno que adquirió en el año 2015. Las unidades de viviendas fueron ofertadas para el nivel socio económico A+. La composición porcentual de la inversión por cada especialidad se presenta en la siguiente figura:

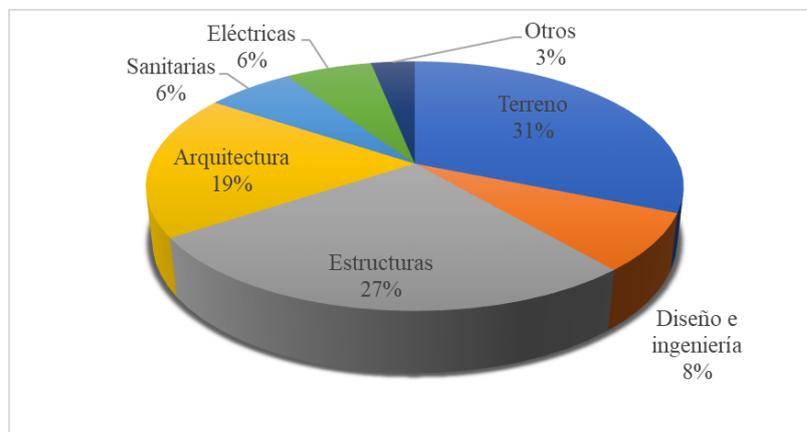


Figura 30: Composición porcentual de inversión por especialidad
Fuente: Elaboración propia

El plazo de construcción neta fue de aproximadamente 6 meses que, incluyendo los plazos de estudios previos, desarrollo de ingeniería de detalle y obtención del permiso municipal y, la compatibilización, demandó en total más de 10 meses. A continuación, se presenta la composición del plazo total del proyecto.

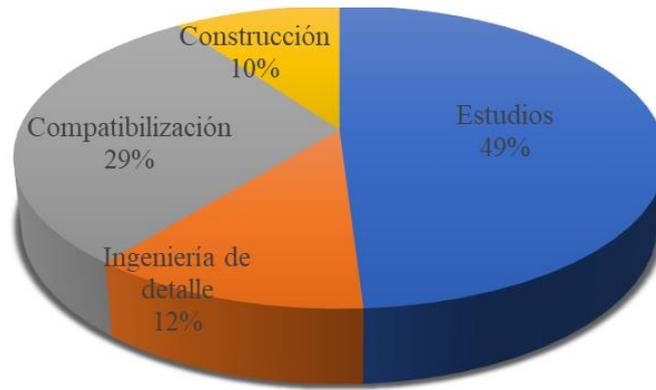


Figura 31: Composición porcentual de plazo
Fuente: Elaboración propia

Previo al inicio de la construcción, en el mes de mayo el área de diseño comenzó con la etapa de compatibilización de los modelos 3D de cada especialidad. El equipo de compatibilización estuvo conformado por 8 profesionales según la siguiente figura:

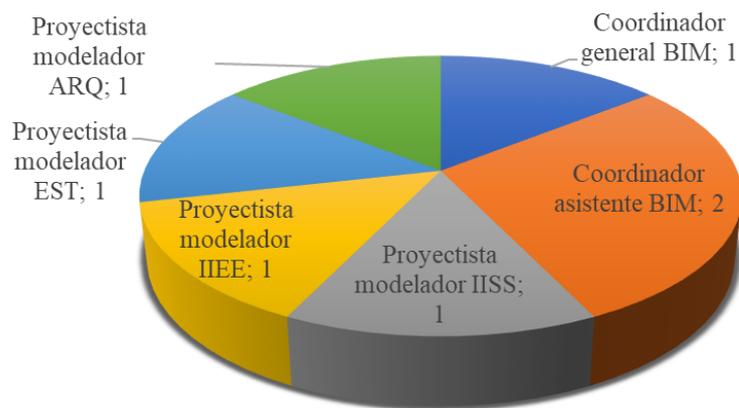


Figura 32: Cantidad de personas en la compatibilización
Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla muestra un resumen de la descripción general del proyecto denominado Alto Venturo.

Tabla 32: Resumen del proyecto Alto Venturo

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DETALLE
1	Ubicación	Urb. El Sauce de la Rinconada
2	Área Terreno	350 m2
3	Área Techada	865.25 m2
4	Arquitectura	5 pisos + azotea
5	Ingeniería	MDL
6	Especialidades	Arq, Est, IIEE e IISS

7	Acabados	Nivel socio económico A+
8	Presupuesto	S/7,000,000.00
9	Plazo	10.5 meses
10	Profesionales BIM en compatibilización	7

Fuente: Elaboración propia

Las siguientes figuras muestran el modelo BIM de arquitectura de nuestra investigación:



Figura 33: Vista ortogonal frontal del proyecto

Fuente: Elaboración propia



Figura 34: Vista ortogonal posterior del proyecto

Fuente: Elaboración propia

- Otros proyectos

A continuación, se describe cada uno de los 3 proyectos adicionales que se cuenta con la información que nos servirá para comparar los tiempos de

latencia. Estos fueron ejecutados entre los años 2018 y 2021 que, de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión, cuentan con características similares al proyecto Alto Venturo.

El Proyecto denominado Las Lomas, ubicado en la Urb. Las Lomas de La Molina Vieja II Etapa, se desarrolló teniendo uso permisible como Vivienda Multifamiliar de 7 unidades de Vivienda.

Tabla 33: Resumen proyecto Las Lomas

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DETALLE
1	Ubicación	Urb. La Molina Vieja
2	Área Terreno	398 m2
3	Área Techada	1453 m2
4	Arquitectura	5 pisos + azotea
5	Ingeniería	Aporticado, piscina
6	Especialidades	Arq, Est, IIEE, IISS
7	Acabados	Nivel socio económico A+
8	Presupuesto	S/8,000,000.00
9	Plazo	9 meses
10	Profesionales BIM en compatibilización	7

Fuente: Elaboración propia

El segundo proyecto de viviendas multifamiliares en donde se aplicó la metodología BIM, fue el proyecto denominado Diamante Rojo, ubicado en la Urb. La Molina Vieja I Etapa, se desarrolló teniendo Uso Permisible como Vivienda Multifamiliar de 3 unidades de vivienda.

Tabla 34: Resumen proyecto Diamante Rojo

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DETALLE
1	Ubicación	La Molina Vieja I Etapa
2	Área Terreno	365 m2
3	Área Techada	1452.25 m2
4	Arquitectura	5 pisos + azotea
5	Ingeniería	MDL
6	Especialidades	Arq, Est, IIEE, IISS
7	Acabados	Nivel socio económico A+
8	Presupuesto	S/14,000,000.00
9	Plazo	11 meses
10	Profesionales BIM en compatibilización	6

Fuente: Elaboración propia

El tercer proyecto en donde se hallaron incompatibilidades con el uso de la metodología BIM fue el proyecto denominado Arboleda, ubicado en la Urb. El Remanso de La Molina III Etapa, proyecto multifamiliar de 5 unidades de vivienda, con área techada de 1256 m2.

Tabla 35: Resumen proyecto La Arboleda

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DETALLE
1	Ubicación	Urb. El Remanso La Molina II Etapa
2	Área Terreno	325 m2
3	Área Techada	1256.36 m2
4	Arquitectura	5 pisos + azotea
5	Ingeniería	Albañilería confinada
6	Especialidades	Arq., Est., IIEE, IISS
7	Acabados	Nivel socio económico A+
8	Presupuesto	S/9,000,000.00
9	Plazo	10 meses
10	Profesionales BIM en compatibilización	7

Fuente: Elaboración propia

5.4.3. Herramientas de control de calidad

De acuerdo a los resultados de los análisis previos y la contrastación de las hipótesis, se decidió que estos sean involucrados en la herramienta de calidad denominada Ishikawa para conocer las causas de retrasos que incrementan los tiempos de latencia de la compatibilización.

Del análisis de calidad cuantitativa se obtuvo que las variables relacionadas: identificación de incompatibilidades y plazos, estaban por debajo del L.I.C. Estos corresponden al primer y cuarto objetivos específicos de la presente investigación.

Del análisis de calidad cualitativa se obtuvo que diversas variables relacionadas como: identificación de incompatibilidades, la planificación, la homogeneización de las comunicaciones, la trazabilidad, el tiempo de planificación, recursos y actividades, tiempo de respuesta y notificación, plazos, y la conformidad de levantamiento de observaciones, tiene aplicación por debajo del 70% según la encuesta a los profesionales relacionados con el uso de la metodología BIM. Estos corresponden a todos los objetivos específicos de la investigación.

Del análisis de riesgo se obtuvo el mapa de riesgo que indicó que los mayores grados de atraso por la variable de identificación de incompatibilidades se dieron por no usar un *software* ideal de identificación de incompatibilidades, por falta de uso de registro de incompatibilidades y la capacitación del personal coordinador BIM. En el caso de la variable plazos, los retrasos de mayor grado

se dieron por la falta de seguimiento de las subsanaciones y, por no establecer plazos totales y parciales en la entrega de estas subsanaciones.

De la contrastación de hipótesis se obtuvo la aceptación de cada una de estas por la no aplicación total de las variables relacionadas con los objetivos específicos. En promedio, un 30% de los profesionales encuestados relacionados a la metodología, no aplicaron la gestión de cronograma en sus proyectos ejecutados de viviendas multifamiliares.

A continuación, se presenta un resumen de los mayores énfasis a tomar por en la herramienta de calidad y mejora por variables según los análisis previos de la investigación.

Tabla 36: Resumen de puntos a considerar en el Ishikawa

OBJETIVO ESPECÍFICO VARIABLE	ANÁLISIS CUANTITATIVO	ANÁLISIS CUALITATIVO	ANÁLISIS DE RIESGO	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS
Objetivo específico 1				
Identificación de incompatibilidades	X	X	X	X
Tiempo de planificación de las subsanaciones		X		X
Objetivo específico 2				
Planificación		X		X
Recursos y actividades		X		X
Objetivo específico 3				
Homogeneización de la comunicación		X		X
Tiempo de notificación y respuesta		X		X
Objetivo específico 4				
Seguimiento y control		X		X
Plazos	X	X	X	X
Objetivo específico 5				
Trazabilidad		X		X
Conformidad de subsanaciones		X		X

Fuente: Elaboración propia

De lo expuesto, se decidió que se debe analizar todas las variables de cada uno de los objetivos específicos ya que, según la tabla anterior, su no aplicación se dio en casi todos los proyectos de los encuestados. Lo que generó retrasos e incremento del tiempo de latencia.

A continuación, se elaboró un diagrama de Ishikawa como herramienta de calidad, esto con la finalidad de comprender los problemas de cada objetivo específico de la presente investigación. Como se observa en la figura 35, la gestión de cronograma está conformada por las fases de identificación de incompatibilidades, la planificación, la homogeneización de las comunicaciones, el seguimiento y control, y la trazabilidad.

Como resumen, se presenta la tabla 37, donde se muestra que, cada uno de estas fases, tiene 2 niveles de causas que generan ineficiencia al momento de subsanar incompatibilidades. Lo que conlleva a un incumplimiento de plazos e incrementos de costos como principales problemas. La herramienta presentada como análisis de calidad es excelente para comprender la composición de la investigación.

El diagrama causa- efecto, también conocido con el nombre de diagrama de Ishikawa o por su aspecto diagrama de espinas de pescado, en el cual se representa de manera gráfica los motivos, causas o raíces que originan un problema, en el que se analiza todos los factores de los procesos involucrados. (Baca Urbina, 2010, pág. 187)

Tabla 37: Factores analizados en el diagrama Ishikawa

IDENTIFICACIÓN DE INCOMPATIBILIDADES	PLANIFICACIÓN DE LA SUBSANACIÓN	HOMOGENEIZACIÓN DE LAS COMUNICACIONES
No se usa un registro de incompatibilidades	Trabajo no colaborativo	No se usa una guía para estandarizar las comunicaciones
	No elaboran cronograma	No elaboran una matriz de comunicaciones
SEGUIMIENTO Y CONTROL	TRAZABILIDAD	
No se registra el estado de las incompatibilidades	No realizan registro de trazabilidad	
No realiza seguimiento y control	No realizan registro de cronograma de las notificaciones	

Fuente: Elaboración propia

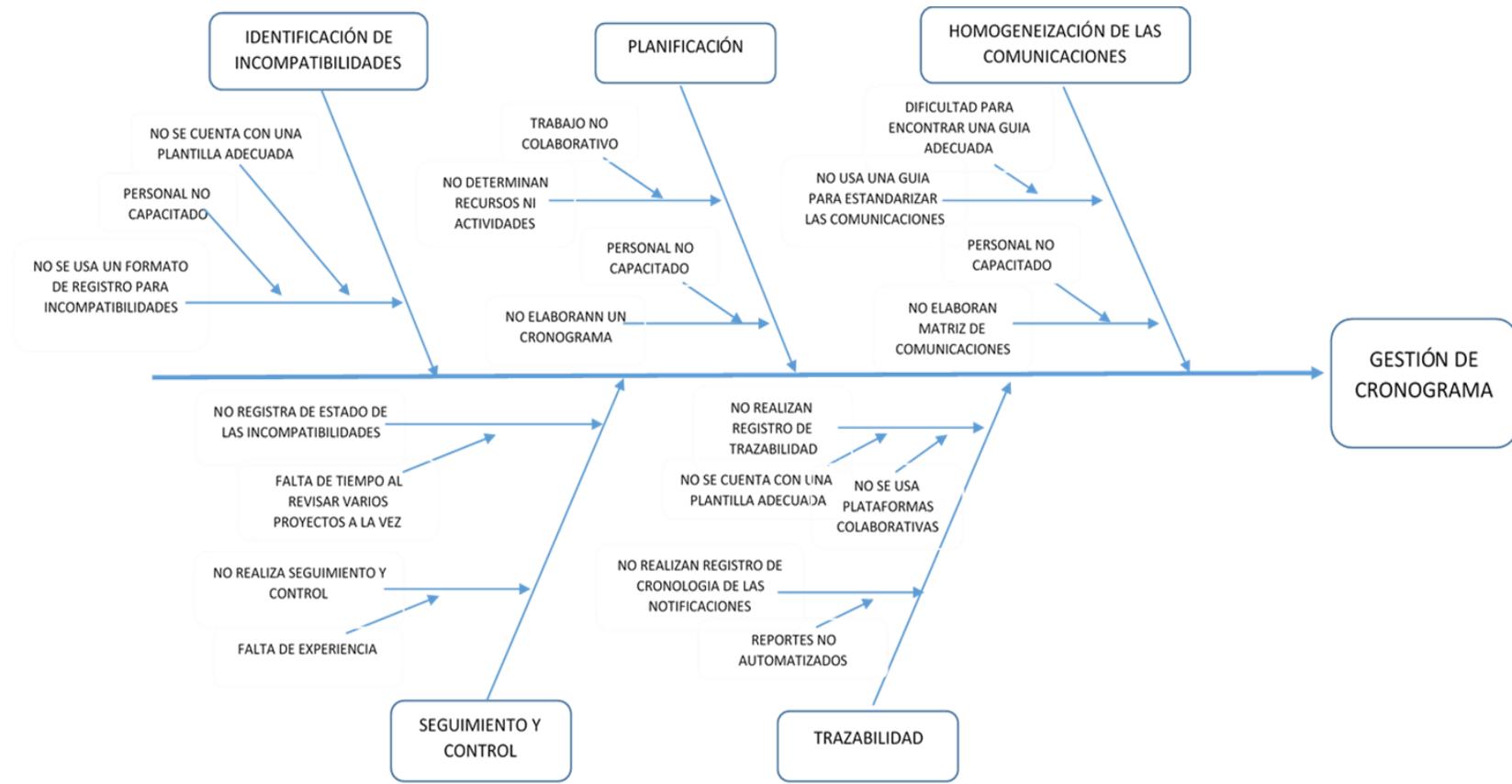


Figura 35: Diagrama de Ishikawa
 Fuente: Elaboración propia

5.4.4. Metodología y controles

La etapa de compatibilización de los modelos BIM de las distintas especialidades está conformada por diversas fases que, justamente, tienen relación con los objetivos específicos de la presente investigación. Además, las especialidades consideradas fueron las de estructuras, arquitectura, sanitarias y eléctricas.

El tiempo de latencia se inicia desde la recepción de los modelos 3D de las especialidades resultantes de la ingeniería de detalle en 2D. El tiempo de latencia culmina en la obtención de la conformidad de las subsanaciones, denominado también levantamiento de observaciones. En la figura siguiente se presenta la composición de los tiempos de cada fase que componen la latencia en la compatibilización de especialidades en modelos 3D.

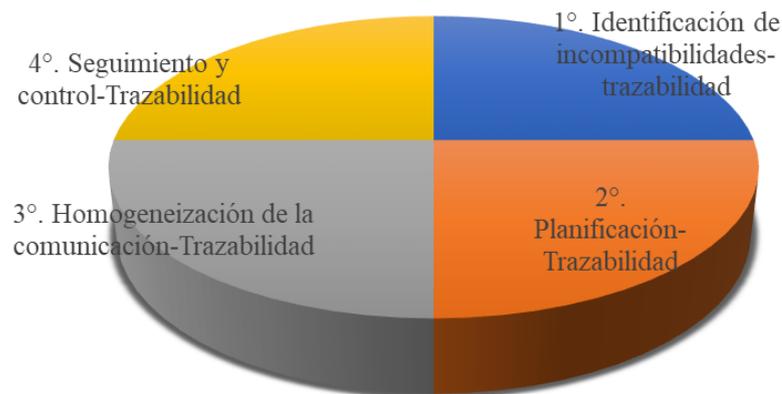


Figura 36: Composición del tiempo de latencia
Fuente: Elaboración propia

• Metodología

La metodología de la toma de información propuesta fue de analizar cada fase del tiempo de latencia de manera concatenada para no alterar la demanda de recursos de estas. Además, en cada especialidad se tomará en cuenta las fases de manera independiente que, como resultado, dio la etapa de compatibilización del proyecto.

• Controles

Con respecto a los controles, se medirán los tiempos de cada una de las fases concatenadas. Así mismo, se medirá los tiempos con respecto a cada especialidad. La suma de los tiempos, tanto por fases como por especialidades, dio como resultado el tiempo de latencia en la etapa de compatibilización del proyecto.

5.5. Propuesta de plan de mejora

5.5.1. Plan de mejora

El plan de mejora consistió en la utilización de diversas herramientas de trabajo, amparados bajo el enfoque de optimizar, en lo posible, el tiempo empleado y buscando la eficiencia de las horas hombre en la etapa de compatibilización del diseño de viviendas multifamiliares. El plan de mejora es denominado también como gestión de cronograma en la compatibilización.

La mejora continua forma parte de una actividad que permite a la organización crecer en pro de la excelencia. La mejora se consigue cuando la organización aprende de sí misma y de otras, sabe adaptarse a los cambios del entorno y analiza sus fortalezas y debilidades sacando el máximo partido de las mismas. El plan de mejoras es una herramienta que sirve para desarrollar el proceso de mejora continua en la organización. Para su elaboración será necesario identificar las áreas de mejora, establecer los objetivos que se proponen alcanzar y diseñar la planificación de las acciones para conseguirlos, junto con los responsables de las mismas. (Hernández, 2010, pág. 3).

Del resultado del diagrama de Ishikawa, se propuso una serie de herramientas que sirvieron para optimizar el tiempo de latencia total. Esto según los objetivos específicos de la investigación que fueron denominados también fases de la etapa de compatibilización. La siguiente figura muestra el resumen en una matriz de las herramientas propuestas:

Tabla 38: Matriz del plan de mejora

IDENTIFICACIÓN DE INCOMPATIBILIDADES	PLANIFICACIÓN DE LA SUBSANACIÓN	HOMOGENEIZACIÓN DE LAS COMUNICACIONES
---	--	--

Uso de registro de incompatibilidades	Uso de matriz de responsabilidades	Uso de matriz de comunicaciones
Capacitación a los coordinadores BIM	Uso de cronograma de subsanaciones	Uso de plataforma colaborativa
Uso de <i>software</i> compatible de identificación de incompatibilidades		
SEGUIMIENTO Y CONTROL	TRAZABILIDAD	
Aplicación de plazos para entregas parciales de subsanaciones	Uso de formato de trazabilidad en las fases de la compatibilización	
Aplicación de plazo rígido para la entrega total de subsanaciones	No realizan registro de cronograma de las notificaciones	

Fuente: Elaboración propia

5.5.2. Procedimientos para la aplicación de la propuesta de mejora

La aplicación del plan de mejora se basó en las herramientas e indicaciones presentadas en la tabla 38. Las fases que conformaron la etapa de compatibilización son 4 de forma concatenada y correlativa que son: identificación de incompatibilidades, elaboración de la planificación, homogeneización de la comunicación y el seguimiento y control. La quinta fase se aplica de manera continua y constante y es la trazabilidad. La figura a continuación presenta un diagrama de las fases mencionadas:

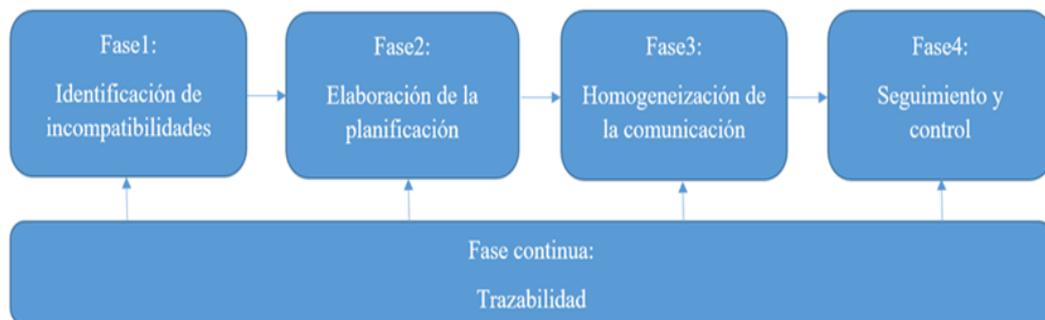


Figura 37: Fases de la etapa de compatibilización

Fuente: Elaboración propia

El conjunto de fases aplicadas equivale a la gestión de cronograma, y permitirá reducir el tiempo de latencia en la etapa de compatibilización.

Para tener un mejor entendimiento, se elaboró la figura 38 que representa un flujograma, el cual detalla la información BIM que deben emitir las partes involucradas al principio para dar inicio a la etapa de compatibilización.

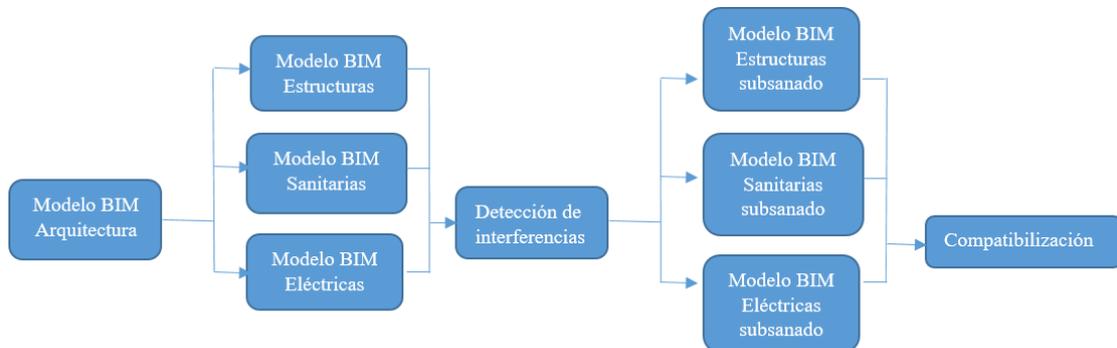


Figura 38: Flujo de modelos 3D para compatibilización
Fuente: Elaboración propia

La figura 38 muestra que, el inicio del modelamiento BIM, empieza por la especialidad de arquitectura, cuya distribución del espacio fue influyente en el resto de las especialidades a intervenir. En este caso, intervinieron estructuras, sanitarias y eléctricas.

Concluido y aprobado el modelo arquitectónico, se procedió a remitir a los proyectistas de las especialidades mencionadas que, en un tiempo acordado, remitieron sus modelos BIM para el inicio de la etapa de compatibilización en el diseño de viviendas multifamiliares.

A continuación, se describen las herramientas a emplearse por cada fase.

- Identificación de incompatibilidades

Utilización de un registro de incompatibilidades, desarrollado con el *software MS Excel*. Esto de acuerdo al formato del anexo 07.

Utilización de un plan de capacitación para la compatibilización de especialidades BIM, dictada por la institución *INESA Tech*. Este plan de acuerdo al temario presentado en el anexo 08.

Utilización del *software BIM Collaborate*, desarrollado por la empresa *Autodesk*. El *software* tiene la capacidad de integrarse con diversas plataformas colaborativas.

- Elaboración de planificación

Utilización de una matriz de responsabilidades, desarrollado con el *software MS Excel*. Esto de acuerdo al anexo 09.

Utilización de un cronograma desarrollado, con el *software MS Excel*.

- Homogeneización de las comunicaciones

Utilización de una matriz de comunicaciones desarrollado, con el *software MS Excel*. Esto de acuerdo al anexo 10.

Utilización de la plataforma colaborativa *Autodesk Construction Cloud*, desarrollado por la empresa *Autodesk*. Esta plataforma gestiona la compatibilización de los modelos 3D, los documentos elaborados, la notificación a los involucrados y la conformidad de la compatibilización.

- Seguimiento y control

Utilización o imposición de plazos para entregas parciales de subsanaciones de acuerdo a cierto porcentaje. Estos hitos de entregas deben estar explícitos en el cronograma de la compatibilización.

Utilización o imposición de un plazo rígido para la entrega total de subsanaciones. Este hito debe estar de forma explícita en el cronograma de la compatibilización.

- Trazabilidad

Utilización de un registro de trazabilidad, desarrollado con el *software MS Excel*. Esto de acuerdo al formato del anexo 11.

5.5.3.Recomendaciones para la propuesta de mejora

Tanto los profesionales involucrados en la etapa de compatibilización como los gerentes de diversas áreas, fueron conscientes que la aplicación de la propuesta de mejora es de forma paulatina y perfectible en el tiempo. Esta fue la recomendación principal.

Otras recomendaciones dadas fueron que los profesionales involucrados estén dispuestos a aprender y no dar por sentado los resultados que venían obteniendo de acuerdo a la anterior forma de trabajo en esta etapa. Con respecto a la inversión requerida, se recomienda no escatimar en la inversión de los *softwares* BIM ni en los equipos electrónicos.

Se recomendó también asegurarse que los profesionales externos que intervienen en la compatibilización, como los proyectistas modeladores, tengan experiencia desarrollando modelos BIM. Ya que, por lo general, la mayoría de profesionales conoce los diseños en 2D.

Se recomendó a la empresa conformar un equipo que monitoree de forma más analítica la aplicación del plan de mejora para obtener información que puede no notarse por los involucrados en la compatibilización del proyecto. Esto porque, por lo general, los profesionales compatibilizadores se encuentran concentrados en sus funciones.

La excelencia de una organización viene marcada por su capacidad de crecer en la mejora continua de todos y cada uno de los procesos que rigen su actividad diaria. La mejora se produce cuando dicha organización aprende de sí misma, y de otras, es decir, cuando planifica su futuro teniendo en cuenta el entorno cambiante que la envuelve y el conjunto de fortalezas y debilidades que la determinan. (ANECA, 2015, pág. 3)

5.5.4. Aplicación de la propuesta de mejora

La aplicación de la propuesta de mejora se dio de acuerdo a las fases de la figura 37 y con el flujo de información mostrada en la figura 38. Se resaltó tener los modelos iniciales BIM de las especialidades de arquitectura, estructuras, sanitarias y eléctricas.

- Identificación de incompatibilidades

La primera fase dentro de la etapa de compatibilización fue la identificación de éstas. En este caso, se identificaron las incompatibilidades del tipo interferencia entre las diversas especialidades para luego ser clasificadas según su criticidad. Al final de esta fase, se tomó el tiempo que demandó realizarla.

Capacitación al personal de coordinación BIM

Las personas encargadas de la gestión por parte de la empresa fueron en total 3, teniendo un coordinador general y 2 coordinadores asistentes. Estos profesionales tienen estudios de BIM de por lo menos 2 años. Aun así, fue necesario que lleven el curso denominado: Curso de Modelado y Gestión BIM de Edificaciones utilizando *Autodesk Revit*. Su duración fue de 12 horas lectivas y fue dictada de forma virtual por el INESA *Tech*.

Software para identificación de incompatibilidades

Realizada la compra del *software* de identificación de incompatibilidades denominado *BIM Collaborate*, se procedió a insertar a las diversas especialidades el proyecto para procesar la identificación de las incompatibilidades por interferencia.

Si bien el *software* nos permite trabajar de manera colaborativa con los involucrados en el proyecto, se ha optado por solamente identificar interferencias. Esto para evitar demoras con los proyectistas que tienen conocimiento sólo del *software Revit* y desconocen el *BIM Collaborate*.

Una vez procesadas las especialidades, se obtuvieron las interferencias por cada especialidad y total del proyecto. En total se detectaron 30 incompatibilidades por interferencias. Ver el proceso del uso del *BIM Collaborate* en el anexo 13. En la figura 39 se presentan los usos que se le pueda dar al *BIM Collaborate*.

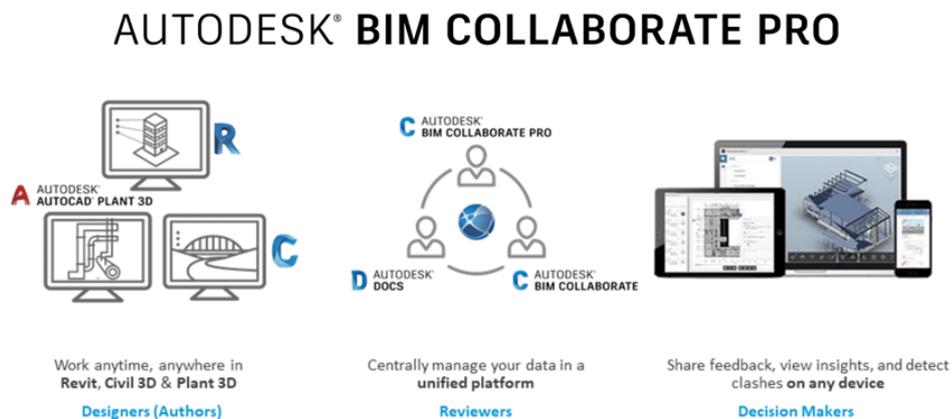


Figura 39: *Software BIM Collaborate*
Fuente: (SENCICO, 2020)

Formato de identificación de incompatibilidades

Fue importante y necesario llevar las interferencias detectadas con el *software* a un formato de registro de incompatibilidades, esto para poder clasificarlas según la criticidad de la interferencia. Además, el formato permitió estimar los recursos necesarios para el levantamiento de las mismas, así como la utilización como *input* para la elaboración de la planificación en la siguiente fase.

La criticidad depende del involucramiento de las especialidades. Sea el más alto, las incompatibilidades entre arquitectura y estructura; media, entre las anteriores especialidades y las instalaciones; y baja, las incompatibilidades entre instalaciones.

Como se observó, esta fase es la partida de la gestión de cronograma. Por ello, su importancia en la concatenación de la información que se obtenga.

Concluida la fase, se anotó el tiempo que demandó.

- Elaboración de la planificación

La segunda fase correspondió a la elaboración de la planificación con la información de la primera fase. La planificación buscó determinar el conjunto de actividades (en este caso, se incluyen las interferencias que se obtuvieron en la primera fase) que conlleva compatibilizar todas las especialidades, a través de un cronograma que determinó el orden secuencial de las actividades y su asignación de tiempo y recursos.

Matriz de responsabilidades

Para que sea posible el cumplimiento de lo planificado, se elaboró una matriz de responsabilidades según el cargo y especialidad de las personas involucradas en el diseño de viviendas multifamiliares. Esto con el fin de facilitar el seguimiento y control de las subsanaciones (cuarta fase) y cumplir con el plazo total establecido en la planificación.

La tabla siguiente muestra a las personas que influyen en la compatibilización de las especialidades. Cada uno de ellos tiene una responsabilidad asignada. Recordemos que, mientras más explícitas sean las responsabilidades, más rápido podrá solucionarse las observaciones que surjan en esta fase.

Tabla 39: Matriz de responsabilidades

#	ESPECIALIDAD	Ing. Alonso Cornejo	Bach. Diego Rodas	Bach. Ivan Gómez	Arq. John Jiménez	Ing. Baker Sánchez	Ing. Aron Gómez	Ing. Jhon Huaraca
1	Coordinador y consultor BIM	RD	RI	RI	NR	NR	NR	NR
1	Compatibilización entre especialidades	RI	RD	RI	NR	NR	NR	NR
2	Elaboración de formatos; notificación; recepción de información	RI	RI	RD	NR	NR	NR	NR
3	Modelamiento y subsanación BIM Arquitectura	NR	NR	NR	RD	NR	NR	NR
4	Modelamiento y subsanación BIM Estructuras	NR	NR	NR	NR	RD	NR	NR
5	Modelamiento y subsanación BIM Sanitarias	NR	NR	NR	NR	NR	RD	NR
6	Modelamiento y subsanación BIM Eléctricas	NR	NR	NR	NR	NR	NR	RD

RD: Responsable directo

RI: Responsable indirecto

NR: No responsable

Fuente: Elaboración propia

Cronograma

La criticidad de cada una de las interferencias obtenidas en la primera fase nos dio un estimado del tiempo que demandó las subsanaciones de las incompatibilidades por interferencias. Así mismo, la experiencia del profesional responsable de la compatibilización influyó en la determinación de este tiempo. En la tabla siguiente se muestra el grado de criticidad y los tiempos estimados de subsanación según especialidad.

Tabla 40: Tiempo de subsanación por criticidad de incompatibilidad

#	CRITICIDAD	TIEMPO SUBSANACIÓN
1	Alta	4 días

2	Media	2 días
3	Baja	1 día

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior, una incompatibilidad con criticidad alta demanda 4 días la subsanación de ésta. Una incompatibilidad con criticidad media demanda 2 días, mientras que una incompatibilidad con criticidad baja demanda máximo 1 día. Estos datos facilitaron la inserción de la actividad de subsanación de cada incompatibilidad al cronograma general.

Estimadas las actividades de subsanación de incompatibilidades identificadas en la primera fase, se procedió a elaborar el cronograma de subsanación de incompatibilidades, demandando un total de 10 días calendario.

El plazo total que resultó de la programación de subsanación de incompatibilidades fue de 10 días calendario.

Concluida la fase, se anotó el tiempo que demandó para sumarlo al tiempo del cronograma obtenido, cuyo resultado es el tiempo de latencia de la compatibilización.

- Homogeneización de las comunicaciones

La tercera fase correspondió a la homogeneización (uniformidad) de las comunicaciones entre los involucrados en la etapa de compatibilización del diseño de viviendas unifamiliares. Es importante que se maneje un solo canal de información, así como un solo lenguaje de notificación, todo esto para evitar ambigüedades y que la comunicación sea efectiva.

Matriz de comunicaciones

La herramienta utilizada fue una matriz de comunicaciones, con la finalidad de registrar las direcciones de correos electrónicos y números de celular de cada uno de los involucrados en la etapa de compatibilización. Una matriz de comunicaciones actualizada y presentada de forma explícita permitió asegurarnos que la información y notificación llegue a quien corresponda.

La siguiente tabla refleja la cantidad de involucrados con su respectiva dirección de correo y número de contacto. Estos profesionales vienen trabajando desde la primera fase y también se encuentran registrados en la matriz de responsabilidades previamente realizada en la segunda fase.

Tabla 41: Matriz de comunicaciones

#	ESPECIALIDAD	ENCARGADO	CELULAR	E-MAIL
1	Compatibilización	Ing. Alonso Cornejo	915854758	a.cornejo@proyecsel.com
2	Compatibilización	Bach. Diego Rodas	994852652	diego.rodas@urp.edu.pe
3	Compatibilización	Bach. Ivan Gómez	918340859	ivan.gomez@urp.edu.pe
4	Arquitectura	Arq. John Jiménez	996544789	arq.juanjimenez@gmail.com
5	Estructuras	Ing. Báker Sánchez	944255689	bsanchez@bhingenieria.com
6	Sanitarias	Ing. Aron Gómez	991315956	aron.gomez@uni.pe
7	Eléctricas	Ing. Jhon Huaraca	989845478	jlt1989@essatc.com.pe

Fuente: Elaboración propia

Plataforma colaborativa

Obtenidos el registro de incompatibilidades, la matriz de responsabilidades, el cronograma proyectado de subsanación de incompatibilidades y la matriz de comunicaciones se procedió a incorporar una plataforma colaborativa que trabaje con la Nube, para nuestra investigación se utilizó el *Autodesk Construction Cloud*. Esta plataforma tiene la ventaja de trabajar de forma integrada con el BIM *Collaborate*, gestiona documentos con el *Autodesk Docs*, notifica cualquier eventualidad a los involucrados en la etapa de compatibilización y, finalmente, almacena la información en la Nube. La figura siguiente muestra el flujo de información de la plataforma colaborativa.

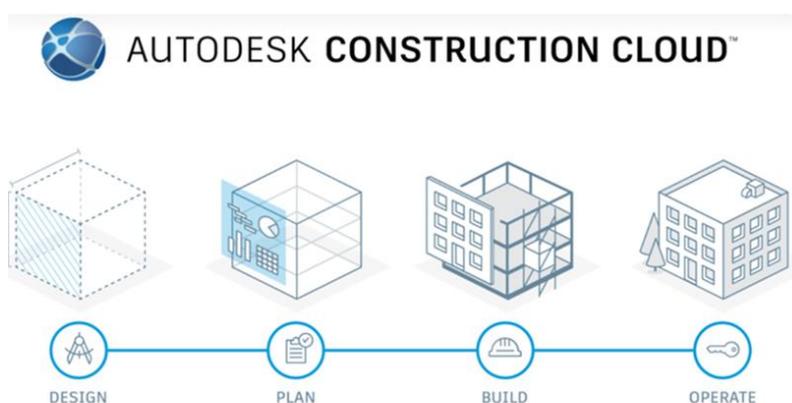


Figura 40: Flujo de información en el *Autodesk Construction Cloud*

Fuente: (SENCICO, 2020)

Una vez cargados el archivo del BIM *Collaborate*, que detectó las interferencias, y la documentación, se procedió a notificar a los proyectistas involucrados para que realicen las subsanaciones correspondientes. Se acordó previamente que todos respondan confirmando la notificación vía de sus incompatibilidades que les corresponda subsanar.

En la tabla siguiente se muestra la fecha de las notificaciones a cada proyectista y su respuesta de confirmación.

Concluida la fase, se anotó el tiempo que demandó para sumarlo al tiempo del cronograma obtenido, cuyo resultado es el tiempo de latencia de la compatibilización.

- Seguimiento y control

La cuarta fase correspondió al seguimiento y control del cumplimiento de las subsanaciones que los proyectistas deben enviar de acuerdo a las notificaciones y plazos establecidos en el cronograma.

Plazos parciales de entrega de subsanaciones

El cronograma proyectado consideró dos entregas previas como hitos del cronograma para el seguimiento y control, desde el inicio hasta la fecha de la entrega final de las subsanaciones. Esto con la finalidad de minimizar el riesgo de incumplimiento y/o no se cumplan los plazos propuestos.

El criterio del seguimiento fue que, en un 40% del tiempo de subsanación de incompatibilidades, se haga la primera solicitud de entregas para el control respectivo. Luego, en un 40% más del tiempo de subsanación se hace la segunda solicitud de entregas para su control y, finalizando el 20% del tiempo restante, se hace la solicitud final de las entregas.

Plazo rígido de entregas totales de subsanaciones

El plazo total de la entrega es inamovible, por ende, la elaboración del cronograma se hizo de acuerdo a la tabla de criticidad mostrada, cuyo sustento es la experiencia de los coordinadores BIM obtenidos en proyectos similares al de la presente investigación.

Del seguimiento y control resultó que, en el día 4 del cronograma de subsanación se recibieron y controlaron las 7 subsanaciones de arquitectura. En el día 8 se recibieron y controlaron las 3 subsanaciones de estructuras y parte de las subsanaciones de instalaciones sanitarias y eléctricas, 8 y 6 respectivamente. Para, finalmente, en el día 10 y último día del cronograma, que es una fecha inamovible (rígido), recibir y controlar las últimas subsanaciones de sanitarias y eléctricas, 2 y 4 respectivamente.

Cabe destacar que las entregas se realizaron subiendo el archivo del modelo BIM en la plataforma colaborativa, de esta manera se procesó la información para cumplir con los plazos estimados en el cronograma.

- Trazabilidad

La trazabilidad fue una fase continua que se encuentra en cada uno de las cuatro fases correlativas presentadas en la investigación, es decir, durante la etapa de compatibilización. Su elaboración fue importante tanto para obtener la conformidad de las subsanaciones, mediante la anotación de las entregas parciales y correcciones si es que lo requirieron, así como para registrar los eventos sucedidos en esta etapa, que sirvió en la actualización de los formatos previamente elaborado, como es el caso de la matriz de comunicaciones y de responsabilidades.

Adicionalmente, la trazabilidad puede ser usado en próximos proyectos de viviendas multifamiliares con tipología similar a la presente investigación como fuente de información para el aprendizaje de errores que pudieron existir durante la etapa de compatibilización.

Registro de trazabilidad

Se utilizó un registró de trazabilidad donde se reflejó cronológicamente las eventualidades que surgieron durante la etapa de compatibilización.

Con respecto a las entregas parciales para obtener la conformidad, se registraron en el día 4 la entrega de las 7 subsanaciones de arquitectura, en el día 8 la entrega de 17 subsanaciones entre las de estructuras y parte de las instalaciones, en el día 10 (último día) la entrega de subsanaciones restantes

de las instalaciones. Terminada la entrega en los días indicados y anotados en el registro de trazabilidad se permite la revisión para su conformidad de cada una de ellas. En este caso, no hubo observación adicional de las subsanaciones recibidas.

Con respecto a la actualización de formatos por eventos sucedidos, se registraron 2: el cambio de proyectista eléctrico por temas de salud en el día 3, y la solicitud del proyectista sanitario para mostrar en el modelo BIM de arquitectura la posición de las griferías y aparatos sanitarios en el día 5.

5.5.5. Estado situacional del proyecto antes de aplicar el plan de mejora

A continuación, se presentó una descripción detallada de la etapa de compatibilización tanto del proyecto Alto Venturo como de los otros proyectos con que se cuenta información.

- Proyecto Alto Venturo

La etapa de diseño del proyecto Alto Venturo inició en mayo del año 2019. Las personas encargadas de la compatibilización fueron en total 2. Ambos eran estudiantes de último ciclo de la universidad y cursaban la especialidad de ingeniería civil.

La compatibilización de los modelos 3D inició de manera errada, puesto que el modelo inicial de arquitectura no fue entregado a tiempo, y los profesionales modeladores de las instalaciones iniciaron con la base de sus ingenierías en 2D, resultando en un incremento de subsanaciones al compatibilizar. El *software* utilizado para la compatibilización fue el *Navisworks*, cuyo formato no es compatible con otras plataformas colaborativas. Resultó que los coordinadores manejaban parcialmente dicho software, por lo que les demandó un total de 3 días la identificación de incompatibilidades.

Los encargados no utilizaron un registro de incompatibilidades que les permitiera clasificar y, por ende, estimar los días que demandan la subsanación para elaborar un cronograma realista. Por ello, los días estimados fue aproximado de 13 días para solamente 18 subsanaciones encontradas con dicho software. Se entiende que las incompatibilidades que no identificaron

perjudicaron la ejecución del proyecto, lo que no puede ser ponderado en la presente investigación por sus delimitaciones. La elaboración de la planificación les demandó un total de 2 días.

Con respecto a si usaron una plataforma colaborativa para las notificaciones de incompatibilidades, no fue así. Por más que el *Navisworks* tenga la particularidad de también realizar notificaciones, no fue explotada en su totalidad. Por lo que, todas las notificaciones se hicieron por vía correo electrónico. Al no existir tampoco una matriz de comunicaciones y el software compatible con una plataforma colaborativa versátil, las notificaciones enviadas a algunos proyectistas no les llegaron a tiempo debido a direcciones erradas del correo electrónico. Por lo que las notificaciones terminaron en 2 días y la respuesta demoraron hasta 3 días en alguna especialidad, dando un total de 3 días en esta fase.

Para el caso del seguimiento y control, no hubo una fase como tal, simplemente, se realizó la revisión y corrección de las subsanaciones al final de las entregas, lo que originó el incremento del tiempo de latencia por el tiempo que demanda dicha fase, en este caso de 3 días en total y, sobre todo, una alta tendencia al incumplimiento de los plazos establecidos de subsanación. Generando así, un día adicional por subsanación de observaciones en sanitarias y por revisión incluida.

En cuanto a la trazabilidad, ésta no fue aplicada por los coordinadores BIM, lo que generó que las conformidades sean parciales debido a la ausencia de registro de las entregas al final, También, no hubo actualizaciones de documentación que haya quedado desfasada por los eventos que generaron cambios, como por ejemplo la matriz de responsabilidades en caso se haya elaborado.

A continuación, se presentan, a modo de resumen, las fases y herramientas que utilizaron los coordinadores BIM del proyecto:

Identificación de incompatibilidades

Con la herramienta *Naviswork* los coordinadores BIM del proyecto identificaron solamente 18 incompatibilidades según la siguiente tabla.

Tabla 42: Identificación de incompatibilidades antes de mejora

ÍTEM	INTERFERENCIA	ESPEC.1	ESPEC.2
1	Bandeja eléctrica colisiona con escalera	Eléctricas	- Estructuras
2	Lavatorio está por debajo del nivel indicado en los expedientes	Arquitectura	- Estructuras
3	Baranda traspasa apoyo en escalera	Arquitectura	- Estructuras
4	Escalera no tiene apoyo	Estructuras	- Estructuras
5	Luminaria interfiere con tabiquería	Eléctricas	- Estructuras
6	Tubería de agua colisiona con placa	Sanitarias	- Estructuras
7	Tubería de drenaje colisiona con placa	Sanitarias	- Estructuras
8	Barandas colisionan con pasos de escalera	Sanitarias	- Arquitectura
9	Luminaria interfiere con falso cielo raso	Eléctricas	- Arquitectura
10	Viga metálica aparece en vez de viga de concreto	Estructuras	- Estructuras
11	Luminaria colisiona con bandeja eléctrica	Eléctricas	- Eléctricas
12	Tubería de desagüe colisiona con luminaria	Sanitarias	- Eléctricas
13	Ventana se encuentra ubicado en placa	Arquitectura	- Estructuras
14	Salidas de luminarias pasan nivel de cielo raso	Eléctricas	- Arquitectura
15	Vano de puerta no cuadra con puerta	Arquitectura	- Arquitectura
16	Salida de tomacorriente está a nivel de piso	Eléctricas	- Arquitectura
17	Montante de desagüe cruza en el centro de ventana	Estructuras	- Estructuras
18	Bandeja eléctrica colisiona con viga	Eléctricas	- Estructuras

Fuente: Elaboración propia

Elaboración de la planificación

Los coordinadores BIM del proyecto, al no contar con una clasificación, dieron una aproximación de los días que demandaron las 18 subsanaciones, dando un total de 13 días según la siguiente figura.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIALIDAD	TIEMPO (DÍAS)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	COMPATIBILIZACIÓN ALTO VENTURO	ESPECIALIDAD QUE SUBSANA	13													
	Interferencias															
1	Bandeja eléctrica colisiona con escalera	Eléctricas														
2	Lavatorio está por debajo del nivel indicado en los expedientes	Sanitarias														
3	Baranda traspasa apoyo en escalera	Arquitectura														
4	Escalera no tiene apoyo	Arquitectura														
5	Luminaria interfiere con tabiquería	Eléctricas														
6	Tubería de agua colisiona con placa	Sanitarias														
7	Tubería de drenaje colisiona con placa	Sanitarias														
8	Barandas colisionan con pasos de escalera	Arquitectura														
9	Luminaria interfiere con falso cielo raso	Eléctricas														
10	Viga metálica aparece en vez de viga de concreto	Estructuras														
11	Luminaria colisiona con bandeja eléctrica	Eléctricas														
12	Tubería de desagüe colisiona con luminaria	Sanitarias														
13	Ventana se encuentra ubicado en placa	Arquitectura														
14	Salidas de luminarias pasan nivel de cielo raso	Eléctricas														
15	Vano de puerta no cuadra con puerta	Arquitectura														
16	Salida de tomacorriente está a nivel de piso	Eléctricas														
17	Montante de desagüe cruza en el centro de ventana	Sanitarias														
18	Bandeja eléctrica colisiona con viga	Eléctricas														

Figura 41: Planificación resultante antes de mejora
Fuente: Elaboración propia

Homogeneización de las comunicaciones

Los coordinadores no utilizaron una matriz de incompatibilidades ni una plataforma colaborativa que utilice la información del software de identificación de incompatibilidades, dando como resultado un tiempo de

ACTIVIDADES	TIEMPO (DÍAS)	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16	DÍA 17	DÍA 18	DÍA 19	DÍA 20	DÍA 21	DÍA 22	DÍA 23	DÍA 24
Compatibilización	24																								
Identificación de incompatibilidades	3																								
Elaboración de planificación	2																								
Homogeneización de la comunicación	3																								
Subsanación de arquitectura	6																								
Subsanación de estructuras	6																								
Subsanación de sanitarias	7																								
Subsanación de eléctricas	9																								
Seguimiento y control	4																								
Trazabilidad	0																								

Figura 43: Tiempo de latencia antes de mejora en Alto Venturo

Fuente: Elaboración propia

Proyecto Las Lomas

En el proyecto Las Lomas se incluyó en la etapa de diseño el modelado en el *software Revit* de la especialidad de arquitectura, que le permitió al cliente visualizar mejor el diseño de su vivienda, además se logró realizar diferentes recorridos y poder encontrar deficiencias en el diseño, como lo son las incompatibilidades, y poder solucionarlas antes de la etapa de ejecución, el personal encargado de realizar el trabajo no contaba con experiencia en el uso de la metodología BIM, por lo que en un inicio se plantearon objetivos y todas las tareas de la gestión de la información se realizaron sin planificación, por ende sin cronograma.

El modelado 3D de las especialidades se dio en conjunto con la interacción de un equipo de especialistas, con el fin de resolver las incompatibilidades y realizar los cambios en el modelo, sin embargo, no se tuvo control y seguimiento de estas incompatibilidades, debido a la falta de experiencia de los profesionales involucrados y al no estar capacitados para la implementación de la metodología BIM en el proyecto Las Lomas.

Con respecto al tiempo de latencia, considerado para la solución de incompatibilidades entre las especialidades, la especialidad de estructuras tuvo un tiempo de respuesta aproximado de 21 días, arquitectura de 6 días, instalaciones sanitarias 4 días e instalaciones eléctricas 7 días.

El resultado de la implementación no fue malo, ya que, el tan solo uso de un modelo 3D es una gran ventaja, así como usarlo en la detección de incompatibilidades, sin embargo, la coordinación entre especialistas no fue la adecuada, llevando esto a la demora para el inicio de ejecución del proyecto.

A continuación, se presenta el tiempo de latencia empleado en la compatibilización de los modelos 3D del proyecto Las Lomas.

ACTIVIDADES	TIEMPO (DÍAS)	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16	DÍA 17	DÍA 18	DÍA 19	DÍA 20	DÍA 21	DÍA 22	DÍA 23	DÍA 24	DÍA 25
Compatibilización	25																									
Identificación de incompatibilidades	1	■																								
Elaboración de planificación	1		■																							
Homogeneización de la comunicación	0																									
Subsanación de arquitectura	6			■	■	■	■	■	■																	
Subsanación de estructuras	21			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Subsanación de sanitarias	7														■	■	■	■	■	■						
Subsanación de eléctricas	7														■	■	■	■	■	■						
Seguimiento y control	2																								■	■
Trazabilidad	0																									

Figura 44: Tiempo de latencia antes de mejora en Las Lomas

Fuente: Elaboración propia

Proyecto El Diamante

En este proyecto se realizaron los modelos de las especialidades usando el *software Revit*, así como también la coordinación entre las mismas con la herramienta *Navisworks* con el modelo 3D, el dueño aparte de visualizar el proyecto, realizó varios requerimientos de cambios, por lo que los proyectistas tuvieron que cambiar constantemente sus modelos, dando como resultado una gran cantidad de incompatibilidades luego de la actualización del modelo de coordinación.

Una de estas compatibilidades involucró a la especialidad de sanitarias y estructuras, debido a que una de las zapatas laterales descansaba en la parte superior de la cisterna. El error del personal involucrado en el proyecto fue no darle la importancia del caso a esta especialidad, empezaron a solucionar incompatibilidades leves y moderadas, dejando de lado la incompatibilidad antes mencionada, que según su grado de criticidad estaría en condición grave, ya que, si no existe otro espacio para colocar la cisterna, el proyectista estructural tendría que analizar el cambio de ubicación de la columna, y eso conllevó a un cambio en el modelo general.

Por otro lado, debido a los constantes cambios realizados por el dueño, y el no frecuentar tener un registro de incompatibilidades, la trazabilidad en cuanto a modificaciones fue deficiente, conllevando a desacuerdos entre los proyectistas de las diferentes especialidades.

Con respecto al tiempo de latencia, considerado para la solución de incompatibilidades entre las especialidades, la especialidad de estructuras tuvo un tiempo de respuesta aproximado de 15 días, arquitectura de 11 días, instalaciones sanitarias 6 días e instalaciones eléctricas 5 días.

A continuación, se presenta el tiempo de latencia empleado en la compatibilización de los modelos 3D del proyecto El Diamante.

ACTIVIDADES	TIEMPO (DÍAS)	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16	DÍA 17	DÍA 18	DÍA 19	DÍA 20	DÍA 21
Compatibilización	21																					
Identificación de incompatibilidades	2																					
Elaboración de planificación	1																					
Homogeneización de la comunicación	0																					
Subsanación de arquitectura	11																					
Subsanación de estructuras	15																					
Subsanación de sanitarias	6																					
Subsanación de eléctricas	5																					
Seguimiento y control	4																					
Trazabilidad	0																					

Figura 45: Tiempo de latencia antes de mejora en El Diamante

Fuente: Elaboración propia

Proyecto La Arboleda

En el proyecto Arboleda se aplicó el modelado 3D utilizando la herramienta *Revit* a partir de planos 2D dibujados en *AutoCAD*, también se utilizó la filosofía *Lean Construcción*, lo cual se empezó a trabajar con sistemas de base de datos, con el fin de registrar, compartir, comparar y mejorar la información que se integra en el modelo.

En el proyecto Arboleda se generó un modelo 3D coordinado en base a las especialidades de Arquitectura, Estructuras y MEP, por lo que también se usó la herramienta *Navisworks* para la coordinación y la detección de incompatibilidades en la etapa de diseño.

Al igual que en los proyectos anteriores, en un principio, la calidad del proyecto era baja debido a la gestión de la información, ya que en los planos 2D de *AutoCAD*, no se contemplan ciertos detalles importantes para el dueño, que viendo el modelo 3D logró visualizar la omisión de estas, como, por ejemplo, en los puntos de salida de las instalaciones sanitarias.

Con respecto al tiempo de latencia, considerado para la solución de incompatibilidades entre las especialidades, la especialidad de estructuras tuvo un tiempo de respuesta aproximado de 9 días, arquitectura de 6 días, instalaciones sanitarias 7 días e instalaciones eléctricas 5 días.

A continuación, se presenta el tiempo de latencia empleado en la compatibilización de los modelos 3D del proyecto La Arboleda.

ACTIVIDADES	TIEMPO (DÍAS)	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16	DÍA 17	DÍA 18	DÍA 19	DÍA 20	DÍA 21	DÍA 22	DÍA 23
Compatibilización	23																							
Identificación de incompatibilidades	2																							
Elaboración de planificación	3																							
Homogeneización de la comunicación	0																							
Subsanación de arquitectura	6																							
Subsanación de estructuras	9																							
Subsanación de sanitarias	7																							
Subsanación de eléctricas	5																							
Seguimiento y control	8																							
Trazabilidad	0																							

Figura 46: Tiempo de latencia antes de mejora en La Arboleda

Fuente: Elaboración propia

Se presenta a continuación, los resúmenes de los tiempos de latencia de los proyectos sin la aplicación de la mejora o gestión de cronograma.

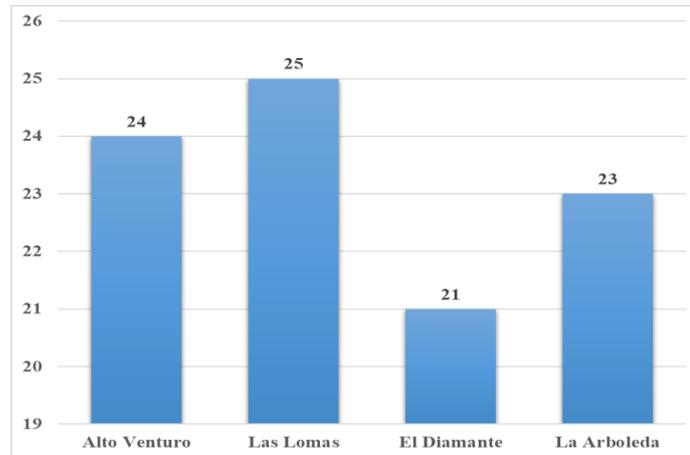


Figura 47: Tiempo de latencia en proyectos sin plan de mejora
Fuente: Elaboración propia

5.5.6. Estado situacional del proyecto después de aplicar el plan de mejora

La aplicación del plan de mejora en el proyecto Alto Venturo, sin duda optimizó el tiempo de latencia. Esto debido a que se trabajó bajo fases tanto correlativas como continuas, además de la aplicación de *softwares* compatibles y alineados a la metodología BIM, al igual con las herramientas aplicadas.

Como se explicó anteriormente, cada fase correlativa demandó cierto tiempo que, sumado al cronograma de subsanación, nos da el tiempo de latencia con gestión de cronograma y plan de mejora.

Identificación de incompatibilidades

Por el *software* utilizado, la capacitación y con el formato de registro de incompatibilidades, se pudo identificar en total 30 incompatibilidades, además, clasificarlas según criticidad. La fase demandó 1 día.

Tabla 44: Identificación de incompatibilidades después de mejora

#	INTERF.	ESPEC.1	ESPEC.2	ELEM.1	ELEM.2	FECHA	CRITIC.
1	Zapata colisiona con tubería de desagüe	Estructuras	Eléctricas	Zapata	Tubería desagüe	15/08/21	Media
2	Tubería de desagüe colisiona con viga	Sanitarias	Estructuras	Tubería desagüe	Viga	15/08/21	Media

3	Bandeja eléctrica colisiona con escalera	Eléctricas	Estructuras	Bandeja eléctrica	Escalera	15/08/21	Media
4	Barandas colisionan con pasos de escalera	Arquitectura	Estructuras	Barandas	Escalera	15/08/21	Alta
5	Baranda traspasa apoyo en escalera	Arquitectura	Estructuras	Barandas	Escalera	15/08/21	Alta
6	Escalera no tiene apoyo	Estructuras	Estructuras	Escalera	Cimentaciones	15/08/21	Alta
7	Salidas sanitarias colisionan con aparatos sanitarios	Sanitarias	Sanitarias	Salidas sanitarias	Aparatos sanitarios	15/08/21	Baja
8	Salidas de luminarias pasan nivel de cielo raso	Eléctricas	Estructuras	Salidas luminarias	Cielo raso	15/08/21	Baja
9	Tubería de agua colisiona con placa	Sanitarias	Estructuras	Tubería agua	Placa	15/08/21	Baja
10	Tubería de drenaje colisiona con placa	Sanitarias	Estructuras	Tubería drenaje	Placa	15/08/21	Baja
11	Montante de desagüe cruza en el centro de ventana	Sanitarias	Arquitectura	Montante desagüe	Ventana	15/08/21	Baja
12	Luminaria interfiere con falso cielo raso	Eléctricas	Arquitectura	Luminaria	Falso cielo raso	15/08/21	Baja
13	Viga metálica aparece en vez de viga de concreto	Estructuras	Estructuras	Viga metálica	Viga de concreto	15/08/21	Alta
14	Luminaria colisiona con bandeja eléctrica	Eléctricas	Eléctricas	Luminaria	Bandeja eléctrica	15/08/21	Baja
15	Tubería de desagüe colisiona con luminaria	Sanitarias	Eléctricas	Tubería desagüe	Luminaria	15/08/21	Baja
16	Ventana se encuentra ubicado en placa	Arquitectura	Estructuras	Ventana	Placa	15/08/21	Alta
17	Luminaria interfiere con tabiquería	Eléctricas	Arquitectura	Luminaria	Tabique	15/08/21	Baja
18	Tubería de desagüe se encuentra debajo de nivel de cielo raso	Sanitarias	Arquitectura	Tubería desagüe	Cielo raso	15/08/21	Baja

19	Salida de luminaria interfiere en viga	Eléctricas	Estructuras	Salida luminaria	Viga	15/08/21	Baja
20	Vano de puerta no cuadra con puerta	Arquitectura	Arquitectura	Vano	Puerta	15/08/21	Alta
21	Ventana de baño es más grande que el tabique	Arquitectura	Arquitectura	Ventana de baño	Tabique	15/08/21	Alta
22	Tubería eléctrica colisiona con columna	Eléctricas	Estructuras	Tubería eléctrica	Columna	15/08/21	Baja
23	Vano de ventana en cuartos no encaja con la ventana	Arquitectura	Arquitectura	Vano de ventana	Ventana	15/08/21	Alta
24	Lavatorio está por debajo del nivel indicado en los expedientes	Sanitarias	Arquitectura	Lavatorio	Tabique	15/08/21	Baja
25	Salida de tomacorriente está a nivel de piso	Eléctricas	Arquitectura	Salida tomacorriente	Piso	15/08/21	Baja
26	Bandeja eléctrica colisiona con tabique	Eléctricas	Arquitectura	Bandeja eléctrica	Tabique	15/08/21	Baja
27	Puerta es pequeña comparada con el vano	Arquitectura	Arquitectura	Puerta	Vano de puerta	15/08/21	Alta
28	Montante de ventilación está fuera de falsa columna	Sanitarias	Arquitectura	Montante ventilación	Falsa columna	15/08/21	Baja
29	Zapata no encaja con columna	Estructuras	Estructuras	Zapata	Columna	15/08/21	Alta
30	Bandeja eléctrica colisiona con viga	Eléctricas	Estructuras	Bandeja eléctrica	Viga	15/08/21	Baja

Fuente: Elaboración propia

Elaboración de la planificación

Esta fase demandó 1 día. Con la matriz de responsabilidad y según el grado de criticidad, se estimaron los días que demandan cada una de las 30 incompatibilidades identificadas para así elaborar el cronograma, cuyo plazo fue de 10 días. Ver la siguiente figura.

#	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	ESPECIALIDAD	TIEMPO (DÍAS)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COMPATIBILIZACIÓN ALTO VENTURO				10										
CRITICIDAD				ESPECIALIDAD QUE SUBSANA										
Interferencias														
1	Zapata colisiona con tubería de desagüe	Media	Sanitarias											
2	Tubería de desagüe colisiona con viga	Media	Sanitarias											
3	Bandeja eléctrica colisiona con escalera	Media	Eléctricas											
4	Barandas colisionan con pasos de escalera	Alta	Arquitectura											
5	Baranda traspasa apoyo en escalera	Alta	Arquitectura											
6	Escalera no tiene apoyo	Alta	Estructuras											
7	Salidas sanitarias colisionan con aparatos sanitarios	Baja	Sanitarias											
8	Salidas de luminarias pasan nivel de cielo raso	Baja	Eléctricas											
9	Tubería de agua colisiona con placa	Baja	Sanitarias											
10	Tubería de drenaje colisiona con placa	Baja	Sanitarias											
11	Montante de desagüe cruza en el centro de ventana	Baja	Sanitarias											
12	Luminaria interfiere con falso cielo raso	Baja	Eléctricas											
13	Viga metálica aparece en vez de viga de concreto	Alta	Estructuras											
14	Luminaria colisiona con bandeja eléctrica	Baja	Eléctricas											
15	Tubería de desagüe colisiona con luminaria	Baja	Sanitarias											
16	Ventana se encuentra ubicado en placa	Alta	Arquitectura											
17	Luminaria interfiere con tabiquería	Baja	Eléctricas											
18	Tubería de desagüe se encuentra debajo de nivel de cielo raso	Baja	Sanitarias											
19	Salida de luminaria interfiere en viga	Baja	Eléctricas											
20	Vano de puerta no cuadra con puerta	Alta	Arquitectura											
21	Ventana de baño es más grande que el tabique	Alta	Arquitectura											
22	Tubería eléctrica colisiona con columna	Baja	Eléctricas											
23	Vano de ventana en cuartos no encaja con la ventana	Alta	Arquitectura											
24	Lavatorio está por debajo del nivel indicado en los expedientes	Baja	Sanitarias											
25	Salida de tomacorriente está a nivel de piso	Baja	Eléctricas											
26	Bandeja eléctrica colisiona con tabique	Baja	Eléctricas											
27	Puerta es pequeña comparada con el vano	Alta	Arquitectura											
28	Montante de ventilación está fuera de falsa columna	Baja	Sanitarias											
29	Zapata no encaja con columna	Alta	Estructuras											
30	Bandeja eléctrica colisiona con viga	Baja	Eléctricas											

Figura 48: Planificación resultante después de mejora

Fuente: Elaboración propia

Homogeneización de las comunicaciones

Esta fase también demandó solamente 1 día. Por la matriz de comunicaciones y la plataforma colaborativa, el tiempo de notificación y respuesta fue de 1 día, ver la siguiente tabla.

Tabla 45: Homogeneización de las comunicaciones después de mejora

#	ESPEC.	ENCARGADO	CANTIDAD INTERF.	MEDIO	FECHA NOTIF.	FECHA RESP.	TIEMPO
1	Arquitectura	Arq. John Jiménez	7	Plataforma colaborativa	15/08/2021	15/08/2021	1
2	Estructuras	Ing. Baker Sánchez	3	Plataforma colaborativa	15/08/2021	15/08/2021	1
3	Sanitarias	Ing. Aron Gómez	10	Plataforma colaborativa	15/08/2021	16/08/2021	1
4	Eléctricas	Ing. Jhon Huaraca	10	Plataforma colaborativa	15/09/2021	15/08/2021	1

Fuente: Elaboración propia

Seguimiento y control

Con la solicitud de entregas de subsanaciones en un 40% del tiempo después del inicio del cronograma, 40% más después de la primera solicitud y, al final del tiempo restante, la entrega final. Así como al establecimiento de una fecha de entrega inamovible, se cumplieron los plazos previamente establecidos. Además, el tiempo demandado en esta fase no incrementó el tiempo de latencia por el seguimiento y control en paralelo. Ver la siguiente figura.

#	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (DÍAS)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Entregas												
1	Primera entrega de subsanaciones	1										
2	Segunda entrega de subsanaciones	1										
3	Entrega final de subsanaciones	1										

Figura 49: Seguimiento y control después de mejora

Fuente: Elaboración propia

Trazabilidad

Por la utilización de un registro de trazabilidad, mediante el registro de eventualidades que sirvió para actualizar las matrices elaboradas, como el caso

de la matriz de comunicaciones y, sobre todo, por la anotación de las entregas parciales de las subsanaciones, se logró la conformidad respectiva de cada una de ellas. Ver siguiente figura.

DÍA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EVENTOS			-Cambio de proyec. electricista por temas de salud. Nuevo proyec. electricista Carlos Gómez con correo: cgomezr@ingetec.pe y celular: 966547896	-Recepción de 7 subsanaciones de arquitectura. -Conformidad de las 7 subsanaciones de arquitectura.	-Encargado del modelo BIM de sanitarias requiere adición de aparatos y greferías por parte del BIM de arquitectura. -Se procedió con la solicitud de sanitarias.			-Recepción de 3 subsanaciones de estructuras, 8 de sanitarias y 6 de electricidad. - Conformidad de las 17 subsanaciones recibidas.		-Recepción de 2 subsanaciones de sanitarias y 4 de electricidad. - Conformidad de las 6 subsanaciones recibidas.

Figura 50: Trazabilidad en la mejora
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la medición de los tiempos por fases en la siguiente tabla.

Tabla 46: Tiempo demandado en las fases de compatibilización

COMPATIBILIZACIÓN	TIEMPO (DÍAS)
Fase de identificación de incompatibilidades	1
Fase de planificación	1
Fase de homogeneización de la comunicación	1
Fase de seguimiento y control	3
Fase de trazabilidad (continua)	13

Fuente: Elaboración propia

La tabla mostrada anteriormente no debe confundirse con el tiempo de latencia de la compatibilización, ya que estos no consideran el tiempo de las subsanaciones y, además, el tiempo de trazabilidad es continuo y no correlativo a las fases. Para ello, en la siguiente figura se muestra el tiempo de latencia obtenido con un cronograma de la compatibilización, que incluye las 5 fases y la subsanación de las especialidades según los plazos de criticidad de las

incompatibilidades por interferencia identificadas con el *software* BIM
Collaborate.

ACTIVIDADES	TIEMPO (DÍAS)	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13
Compatibilización	13													
Identificación de incompatibilidades	1													
Elaboración de planificación	1													
Homogeneización de la comunicación	1													
Subsanación de arquitectura	4													
Subsanación de estructuras	4													
Subsanación de sanitarias	6													
Subsanación de eléctricas	6													
Seguimiento y control	3													
Trazabilidad	13													

Figura 51: Tiempo de latencia con mejora en Alto Venturo

Fuente: Elaboración propia

Las siguientes figuras muestran la reducción del tiempo de latencia aplicando la mejora o gestión de cronograma y la reducción de tiempos por fases en el proyecto Alto Venturo.

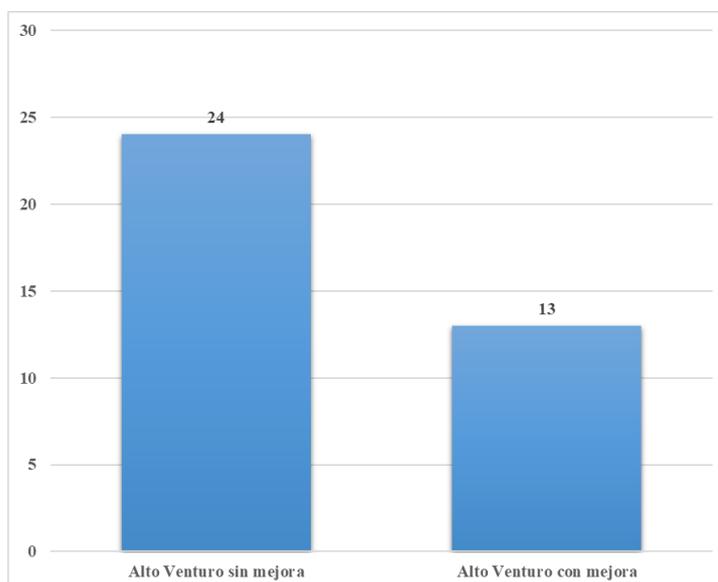


Figura 52: Tiempo de latencia sin y con mejora en Alto Venturo
Fuente: Elaboración propia

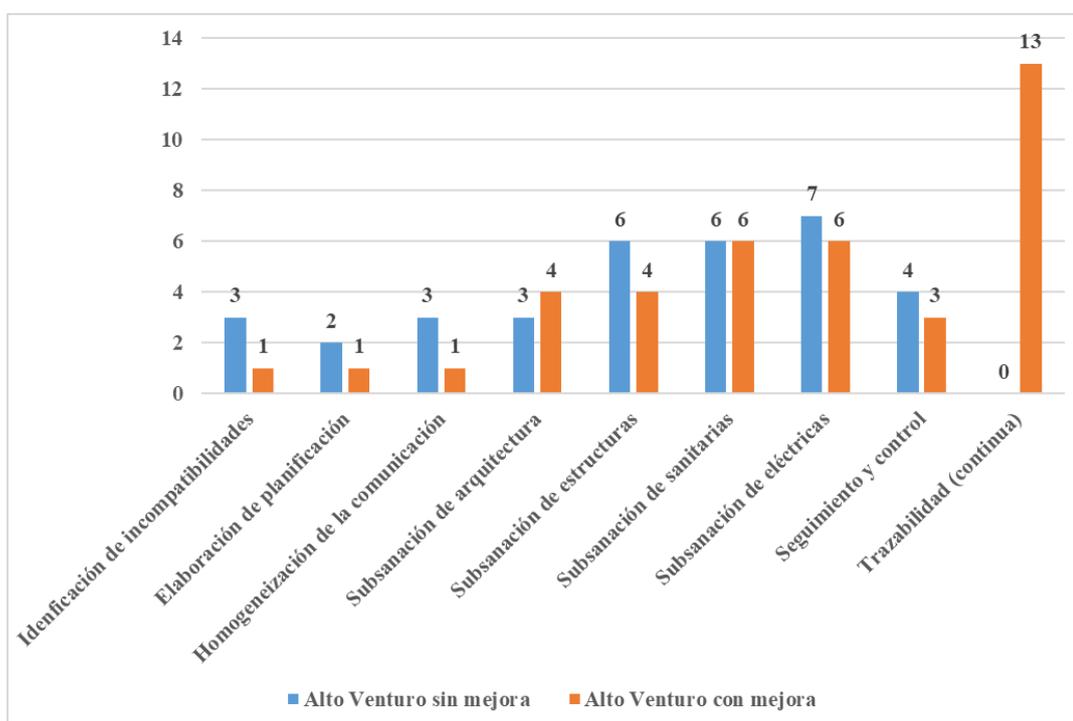


Figura 53: Tiempo por especialidad y fases
Fuente: Elaboración propia

De lo presentado, se demostró que la aplicación de la mejora o gestión de cronograma en la etapa de compatibilización, **reduce en un 45%** el tiempo de latencia en la etapa de compatibilización de especialidades. Cabe resaltar que la aplicación de la mejora se dio en base a diversos análisis previamente realizados, como es el caso del análisis de riesgo. Donde si no nos hubiéramos enfocados en las variables de identificación de incompatibilidades y plazos, el tiempo de latencia posiblemente no se haya reducido, ya que estos tenían grados altos de retrasos en la compatibilización.

A continuación, se presenta un comparativo entre los proyectos sin mejora y con mejora en la etapa de compatibilización del diseño de viviendas multifamiliares. Esto considerando el porcentaje de reducción obtenido.

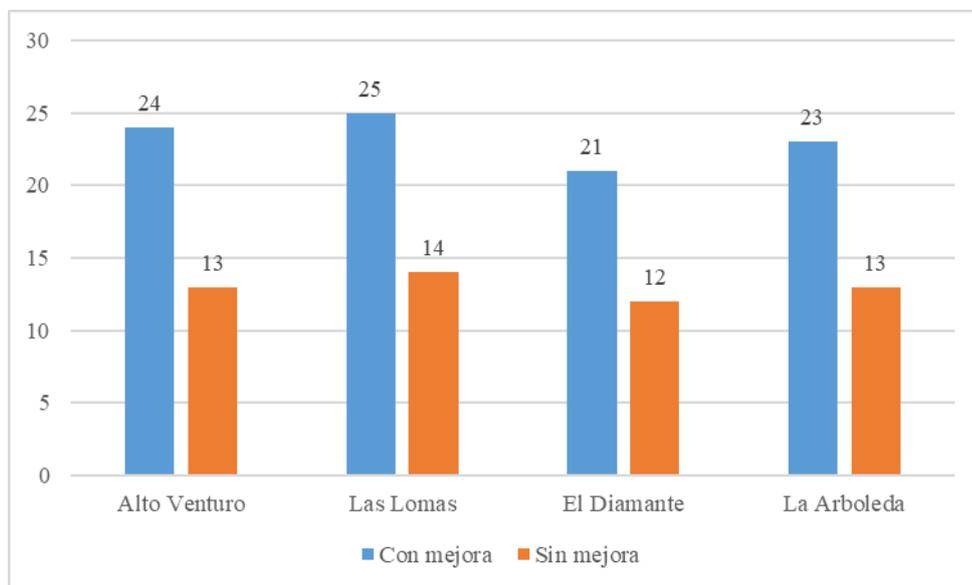


Figura 54: Comparativo de proyectos con y sin mejora
Fuente: Elaboración propia

De lo demostrado, se procedió a elaborar una guía para optimizar el tiempo de latencia en el diseño de viviendas multifamiliares que se presenta en el anexo 12.

DISCUSIÓN

Los resultados de la encuesta realizada a profesionales con conocimientos en la metodología BIM, dio como resultado que, 13.5% considera que no es importante identificar y clasificar las incompatibilidades después de su hallazgo, para planificar la subsanación de la misma, en el Proyecto Alto Venturo se obtuvo que la identificación de incompatibilidades, así como el uso de un formato de registro tuvo como incidencia un 34% en la planificación de la subsanación.

Como resultado de la encuesta el 90% considera importante identificar una matriz de responsabilidades, sin embargo, el 40.5% no frecuenta formular un cronograma para la subsanación de incompatibilidades con la finalidad de analizar la secuencia de actividades, su duración, los requisitos de recursos y las restricciones de estas. siendo uno de los datos críticos que se obtuvo de dicha encuesta, por otro lado, en el proyecto Alto Venturo la planificación para determinar las actividades y recursos en la subsanación de incompatibilidades redujo el tiempo de latencia en un aproximado del 33%, asimismo, Mendoza, en su investigación indica que con la implementación de la metodología BIM el tiempo para la elaboración del plan de producción ha disminuido de 10 días en promedio a 4 días en promedio, usando la sinergia de la metodología BIM y la filosofía *Lean Construction*, además menciona que permitió el ahorro de tiempo de un mes aproximadamente, lo que traducido a tiempo por horas hombres genera un valor agregado a la oficina de operaciones e ingeniería.

El homogeneizar la comunicación entre los involucrados del proyecto Alto Venturo, influyó en el tiempo de notificación y respuesta en aproximadamente 35%, con respecto a los otros 3 proyectos considerados, además, como indica Francis Rojas en las conclusiones de su investigaciones en el que evalúa el crecimiento de la comunicación entre especialistas y profesionales de la empresa, lo cual genera sensación de confianza y capacidad de trabajo más fluido, dando como resultado la optimización de los tiempos. Asimismo, Mendoza en su investigación indica que la falta de comunicación genera la mayor cantidad de incompatibilidades durante el proceso de planificación.

El realizar un seguimiento y control del proceso de subsanación de las incompatibilidades, influyó de manera positiva en el cumplimiento de los plazos establecidos en la planificación, lo que según la encuesta realizada, un 80% no lleva un

correcto control en esta etapa de la gestión de incompatibilidades, por otro lado, Mendoza indica que los RFI como herramientas, en el que se contiene un sistema de control y seguimiento de RFI, permite a los jefes y gerentes, mitigar el riesgo de cambio de personal que lleva la información o el histórico de cambios. Los RFI presentan tiempos de envío y de respuesta, la validación final también es un requisito a cumplir en el uso de la herramienta de los RFI, así como de validación final. Lo que podría demorar considerablemente el inicio de la ejecución de obra, teniendo en cuenta que se requiere tener al equipo al tanto de las modificaciones y, de ser el caso, actualizar los planos correspondientes para poder controlar el correcto.

CONCLUSIONES

1. Respecto al proyecto Alto Venturo, al desarrollar una gestión de cronograma para la subsanación de las incompatibilidades, el tiempo de latencia se reduce en 45% (figura 52), con referencia al tiempo de respuesta en los proyectos analizados con la misma tipología. Asimismo, del instrumento de investigación, se observa que el 36% de los proyectos presenta deficiencias en el desarrollo de la gestión de cronograma de subsanación de incompatibilidades, incluyendo que, el 37% no identifica las incompatibilidades, el 23% no planifica la subsanación de las mismas, el 26% no homogeneiza la comunicación entre los involucrados del proyecto, además, un 42% presenta problemas para realizar el seguimiento y control del proceso de subsanación y un 32% no realiza la trazabilidad de la compatibilización del modelo BIM de todas las especialidades involucradas.
2. Del proyecto Alto Venturo, se observa que, desarrollar la planificación de la subsanación de las incompatibilidades de forma más precisa, se obtiene al clasificar las incompatibilidades (tabla 44) según el grado de criticidad en un análisis previo, usando un formato de registro. Además, de la tabla 11 del instrumento de investigación, se observa que un 37% de los proyectos presenta falencias con respecto a la identificación de incompatibilidades, asimismo, el 67% no frecuenta utilizar un formato de registro de incompatibilidades, siendo este uno de los puntos críticos, resultado de los análisis cuantitativo y cualitativo realizado con el programa SPSS.
3. En relación al proyecto Alto Venturo, se observa que, al determinar las actividades y recursos que demanda la subsanación de incompatibilidades, se obtienen 30 actividades de subsanación y 10 días del recurso tiempo (figura 48). Además, del instrumento de investigación, se observa que, el 23% de proyectos no realiza una planificación, además, el 41% de proyectos no frecuenta formular un cronograma para analizar la secuencia de actividades, su duración, los requisitos de recursos y las restricciones de las mismas.
4. En referencia al proyecto Alto Venturo, se concluye que, al elaborar una matriz de comunicación entre los involucrados, así como una guía de estandarización, permite reducir el tiempo de notificación y respuesta entre los mismos, de 3 a 1 día (tabla

- 45). Además, del instrumento de investigación, se observa que, el 26% de los proyectos, no homogeneiza la comunicación entre sus involucrados, asimismo, el 49% no frecuenta utilizar una matriz de comunicación, ni utilizar una guía para estandarizarla durante la gestión de subsanación de las incompatibilidades.
5. En relación al proyecto Alto Venturo, al realizar 2 seguimientos y controles antes de la entrega final, permite cumplir con los plazos establecidos (figura 49). Asimismo, de los proyectos analizados, el 42% presenta problemas para realizar el seguimiento y control del proceso de subsanación de incompatibilidades halladas entre las especialidades, asimismo, se observa que el 52% no utiliza algún formato tipo *check list*, siendo este uno de los puntos críticos en los análisis cuantitativo y cualitativo efectuado con el programa SPSS.
6. Con respecto al proyecto Alto Venturo, se observa que, al realizar la trazabilidad de todos los eventos, no se pierde la información debido a cualquier imprevisto o cambio inesperado de algún proyectista, por lo que, permite obtener la conformidad del levantamiento de observaciones (figura 50). El resultado de la investigación, determina que, el 32% de los proyectos presenta deficiencias en cuanto a realizar la trazabilidad del proceso de subsanación de incompatibilidades, además, el 49% no frecuenta elaborar un registro de trazabilidad y el 57% no frecuenta registrar la cronología de notificación y respuesta en el proceso de solución.

RECOMENDACIONES

1. Trabajar con 2 pantallas, para un adecuado, ordenado y detallado registro de incompatibilidades, debido a que se puede visualizar el modelo BIM en una pantalla y detallar el registro de la información en la otra pantalla simultáneamente, mejorando la precisión del registro de datos de las incompatibilidades para la planificación.
2. Utilizar nuevas herramientas y/o plataformas colaborativas, como lo es BIM *Collaborate*, que permite una adecuada revisión de la incidencia, además, la visualización de los cambios realizados y la toma de decisiones de forma rápida e informada, por lo que es la plataforma más adecuada para la gestión de incompatibilidades.
3. Trabajar en el diseño de proyectos multifamiliares con sesiones ICE, esto permite una disminución del tiempo de latencia, en el mejor de los casos se subsana la incompatibilidad en ese mismo momento, asimismo, beneficia en la coordinación entre especialistas, ya que siguen proyectando sus diseños muchas veces sin consultar con las otras especialidades, lo que produce un mayor número de incompatibilidades, por consiguiente, más tiempo invertido en cada proceso del desarrollo de la gestión de cronograma.
4. Presentar informes diarios, en el que se indique el avance del proceso de subsanación, para solucionar los riesgos, en cuanto al surgimiento de nuevas incompatibilidades, para tener mejor control y realizar un óptimo seguimiento de los procesos que conllevan el desarrollo de la gestión de incompatibilidades
5. Elaborar la trazabilidad de los requerimientos y modificaciones durante toda la etapa de diseño del proyecto, para que siempre quede un registro de lo que se realiza y de lo que no, y así evitar conflictos entre especialistas, así como también, no cometer los mismos errores en proyectos futuros en la etapa de subsanación de incompatibilidades.
6. Realizar un estudio tomando en cuenta los siguientes tipos de incompatibilidades: Omisión de información, Normativa y por Ambigüedad, debido a que en esta

investigación solo se consideraron las interferencias entre las especialidades del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Vásquez, A. P., & Pinto Vargas, J. A. (2020). *Detección de incompatibilidades en la etapa de diseño que generan impacto en costo y tiempo por la no utilización de herramientas y metodologías modernas como BIM en un edificio universitario de la ciudad de Arequipa*. (Tesis de maestría). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima-Perú.
- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (2004). *Estadística para administración y economía*. México D.F.: Cengage Learning.
- ANECA. (2015). *El plan de mejoras*. Madrid: Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.
- Assaff, R. (2017). El cuerpo de conocimientos de la gestión de proyectos. *Universidad de Palermo*.
- Baca Urbina, G. (2010). *Evaluación de proyectos*. México D.F.: McGraw Hill.
- Berlanga Silvente, V., & Rubio Hurtado, M. (2012). Clasificación de pruebas no paramétricas. Cómo aplicarlas en SPSS. *Reire*, 101.
- Blanco Diazgranados, M. (2018). *Cambiando el chip en la construcción, dejando la metodología tradicional de diseño CAD para aventurarse a lo moderno de la metodología BIM*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá-Colombia.
- Burns, N., & Grove, S. K. (2004). *Investigación en enfermería*. Barcelona: Elsevier Saunders.
- Cabrera Mendoza, C. (2021). Plan de ejecución BIM. Lima.
- Celina Oviedo, H., & Campo-Arias, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista colombiana de psiquiatría*, 577.
- Chávarry, C. M., & Rojo, M. A. (2019). Correspondencia de procesos para optimizar costos en edificios multifamiliares en Perú. *Pro Sciences*.

- Darren, G., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. New York: Routledge.
- Eastman, C. M. (1999). *Building product models; computer environments design and construction*. Boca Ratón: CRC Press.
- Eastman, C. M., Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Fernández Rojas, F. (2019). *Coordinación de especialidades en proyectos de edificación habitacional en altura. Métodos y técnicas de cumplimientos aplicados a una caso en particular*. (Tesis de pregrado). Universidad Mayor, Santiago-Chile.
- García Navas, M. (2018). BIM Data. La gestión de datos del BIM. *Alzada*, 56.
- Gutiérrez, K., & Godoy, P. (2020). Estándares y trabajo colaborativo como parte de la enseñanza BIM en educación superior. *Pensamiento Académico*, 174.
- Hernández Sampieri, R., & Fernández Collado, C. (1998). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGraw - Hill Interamericana de México.
- Hernández, M. (2010). *Planes de mejora*. Madrid: Universitas MH.
- Koontz, H., Weihrich, H., & Cannice, M. (2020). *Administración: Una perspectiva global y empresarial*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Martínez Ayala, S. J. (2019). *Propuesta de una metodología para implementar las tecnologías VDC/BIM en la etapa de diseño de los proyectos de edificación*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Piura, Piura-Perú.
- Mata Solís, L. (2019). Gestión de la calidad en la investigación. *Investigalia*.
- Mendoza Baldeón, L. (2020). *Aplicación de la metodología BIM para la etapa de planificación y control de obra bajo lineamientos Lean Construction en proyectos multifamiliares*. (Tesis de maestría). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima-Perú.

- Millasaky Avilés, C. A. (05 de mayo de 2018). *Cuantificación de los beneficios económicos de subcontratar servicios BIM (Building Information Modeling) en la etapa de diseño para proyectos de edificaciones en Lima Metropolitana*. Lima.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2021). *Guía Nacional BIM. Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM*. Lima.
- Minitab. (2019). Obtenido de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/technical-papers/>
- Mousse, G. (2020). Análisis de riesgos cualitativos y cuantitativos. *Mousse Glow*.
- Polanco Carrasco, A. (2020). *Dirección de proyectos en ingeniería*. (Curso de especialización). Universidad de Chile, Santiago-Chile.
- Polit, D. F., & Hungler, B. P. (1995). *Fundamentos de pesquisa em enfermagem*. Artmed Editora.
- Project Management Institute. (2017). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, (Guía del PMBOK)*. Pensilvania: Project Management Institute.
- Salazar P., C., & Del Castillo G., S. (2018). *Fundamento básicos de estadística*. Quito: Del Castillo Galarza.
- Sarduy Domínguez, Y. (2007). El análisis de información y las investigaciones cuantitativa y cualitativa. *Cubana Salud Pública*.
- Satpathy, T. (2013). *Una guía para el conocimiento de scrum (Guía SBOK)*. Arizona: SCRUMstudy.
- SENCICO. (2020). *Modelamiento de edificación virtual BIM*. Lima: (Diplomado). Lima-Perú.
- Siles, R., & Mondelo, E. (2012). *Guía de aprendizaje de gestión de proyectos para resultados*. New York: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Succar, B. (2021). *The BIM Dictionary*. Obtenido de <https://bimdictionary.com/>

Trejo Carvajal, N. A. (2018). *Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción*. (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago-Chile.

Veillette, C. (27 de febrero de 2019). *BIM Track*. Obtenido de <https://bimtrack.co/blog/blog-posts/from-confusion-to-collaboration-my-journey-through-the-evolution-of-bim-coordination>

Zavala Osorio, A. (2019). *Prueba de normalidad en SPSS*.

ANEXOS

ANEXO	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
Anexo 01	Matriz de consistencia de la investigación	137
Anexo 02	Encuesta con la herramienta <i>google form</i>	140
Anexo 03	Cuestionario de la encuesta	146
Anexo 04	Validez del instrumento	151
Anexo 05	Población de estudio	160
Anexo 06	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov	163
Anexo 07	Formato de registro de incompatibilidades	170
Anexo 08	Temario del curso denominado: Curso de Modelado y Gestión BIM de Edificaciones utilizando <i>Autodesk Revit</i>	171
Anexo 09	Formato de matriz de responsabilidades	172
Anexo 10	Formato de matriz de comunicaciones	173
Anexo 11	Formato de trazabilidad	174
Anexo 12	Guía para optimizar el tiempo de latencia en el diseño de viviendas multifamiliares	175
Anexo 13	Procedimiento de uso del BIM <i>Collab</i> para identificación de incompatibilidades por interferencia	180
Anexo 14	Autorización de emisión de información corporativa	190

Anexo 01: Matriz de consistencia de la investigación

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES	MÉTODO
GENERAL	GENERAL	GENERAL	INDEPENDIENTE			
¿Cómo una gestión de cronograma en la subsanación de incompatibilidades reduce el tiempo de latencia?	Desarrollar una gestión de cronograma en la subsanación de incompatibilidades halladas en la etapa de diseño, con la finalidad de reducir el tiempo de latencia, por medio de un análisis documental de proyectos multifamiliares, utilizando la metodología <i>Building Information Modeling</i> .	Una gestión de cronograma en la subsanación de incompatibilidades reduce el tiempo de latencia.	Gestión de Cronograma	<p>Identificación de Incompatibilidades</p> <p>Planificación</p> <p>Homogenización de las comunicaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación e identificación • Grado de criticidad influye en la planificación • Frecuencia de uso de un formato de registro. • Incompatibilidad por interferencia. • Incompatibilidad por omisión de información • Incompatibilidad por ambigüedad de información • Identificar la matriz de responsabilidades y las habilidades requeridas por los involucrados • Cantidad de personas, equipos o suministros requeridos para ejecutar la subsanación. • Cantidad de reuniones ICE • Uso de <i>software</i> o herramienta que integre la gestión de cronograma y la subsanación. • Formular un cronograma para la subsanación de incompatibilidades para analizar la secuencia, duración, recursos y restricciones de las actividades. • Uso de una plataforma colaborativa para notificar incompatibilidades • Uso de una guía para estandarizar la comunicación en la subsanación de incompatibilidades. • Uso de una matriz de comunicación entre los involucrados del proyecto. • Optimo desempeño de los involucrados en el proyecto para optimizar y agilizar el tiempo de notificación y respuesta. • Las competencias, la interacción entre los miembros del equipo y el ambiente general para lograr un mejor desempeño en la gestión de incompatibilidades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Método de la investigación: Deductivo • Orientación de la investigación: Aplicada • Enfoque de la investigación: Mixto • Instrumento de recolección de datos: <u>Proyectivo</u> • Tipo de investigación: Descriptivo • Nivel de investigación: Descriptivo y Explicativo • Clasificación de los diseños: Experimental, transversal y prospectivo. • Estudio de diseño: Cohorte • Población: 40 proyectos multifamiliares • Muestra: 37 proyectos multifamiliares • Unidad de Análisis: Proyectos Multifamiliares

				Seguimiento y Control	<ul style="list-style-type: none"> •Registro de estado de las actividades, anteriormente planificadas. •Uso de algún formato tipo <i>check list</i> •Frecuencia de revisión de la situación de la incompatibilidad. •Uso del software <i>Navisworks</i> para realizar el seguimiento y control de los procesos de subsanación. •Uso de un modelo general de coordinación BIM después de una respuesta. •Realizar los cambios y modificaciones en el modelo general BIM, para revisar si se generan nuevas incompatibilidades. •Documentación de las decisiones y modificaciones de los involucrados para evitar conflictos entre los involucrados •Elaborar un registro de trazabilidad del proceso de subsanación de incompatibilidades para evitar pérdida de información •Registrar la cronología de las notificaciones en el proceso de subsanación para evitar demoras en ubicar solicitudes de cambios hechas por los involucrados. •Registrar y analizar la trazabilidad para contribuir en la obtención de una solución óptima. •Realizar la trazabilidad del proceso de subsanación para mejorar la comunicación entre los involucrados. 	
				Trazabilidad		
ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICAS	DEPENDIENTE			
¿De qué forma la identificación de incompatibilidades contribuye en la planificación de la subsanación de las mismas?	Identificar las incompatibilidades con el fin de optimizar la planificación de la subsanación de las mismas.	La Identificación de las incompatibilidades halladas con el uso de la metodología <i>Building Information Modeling</i> optimiza la planificación de la subsanación de las mismas.	Tiempo de latencia	Planificar la gestión de la subsanación de incompatibilidades Estimar recursos y actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de gestión de incompatibilidades • Registrar la cronología desde el hallazgo de la incompatibilidad hasta la entrega de una respuesta óptima. • Estimar los costos de las actividades y recursos en la subsanación de incompatibilidades. 	
¿De qué forma influye una planificación en la determinación de	Elaborar la planificación para determinar las actividades y recursos que	Una planificación determina las actividades y recursos			<ul style="list-style-type: none"> • solicitudes de cambio durante la subsanación de la incompatibilidad 	

recursos y actividades que se necesitan para la subsanación de incompatibilidades?	demandará la subsanación de incompatibilidades.	que demandara la subsanación de incompatibilidades.	Tiempo de latencia	Controlar el tiempo de notificación y respuesta	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo desde que se notifica la incompatibilidad hasta cuando se entrega una respuesta. • Utilizar un modelo de coordinación para agilizar el tiempo de notificación y respuesta.
¿Cómo el homogeneizar la comunicación entre los involucrados agiliza el proceso de notificaciones y respuestas?	Homogenizar la comunicación entre revisores y modeladores, a través de un modelo de coordinación, para reducir el tiempo de notificación y respuestas.	La Homogenización de las comunicaciones entre revisores y modeladores en un modelo de coordinación agiliza el proceso de notificación y respuesta.		Controlar los plazos	<ul style="list-style-type: none"> • Informes sobre el desempeño del trabajo • Actualizar plazos para la subsanación de incompatibilidades en la etapa de diseño • El registro de una trazabilidad ayuda a controlar los plazos.
¿De qué manera el seguimiento y control de la subsanación de incompatibilidades influye en el cumplimiento de los plazos establecidos?	Realizar el seguimiento y control del proceso de subsanación de incompatibilidades notificadas a los proyectistas para cumplir con los plazos establecidos.	Realizar el seguimiento y control del proceso de subsanación de incompatibilidades determina el cumplimiento de los plazos establecidos.		Conformidad del levantamiento de observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una trazabilidad y obtener una solución óptima. • Realizar informes sobre las modificaciones realizadas.
¿Por qué un registro y análisis de trazabilidad del proceso de subsanación de incompatibilidades contribuye en la obtención de la conformidad y el conocimiento de los cambios en el modelo general del proyecto?	Registrar y analizar la trazabilidad de la subsanación de incompatibilidades para obtener la conformidad del levantamiento de observaciones.	El Registro y análisis de la trazabilidad de la subsanación de incompatibilidades se relaciona con la obtención de la conformidad del levantamiento de observaciones.			

Anexo 02: Encuesta con la herramienta *google forms*

Cuestionario para la investigación de cómo una gestión de cronograma en la subsanación de incompatibilidades reduce el tiempo de latencia

El presente cuestionario auto aplicado, será utilizado para desarrollar una investigación acerca de la gestión de cronograma en la subsanación de incompatibilidades, con el fin de reducir el tiempo de subsanación de las mismas, utilizando la metodología BIM en proyectos multifamiliares, para lo cual le pedimos que responda las siguientes preguntas.

Edad: _____

Sexo: _____

Región: _____

Profesión: _____

Cargo: _____

¿Tiene experiencia en el uso de la metodología BIM? _____

Años de experiencia: _____

Identificación de la incompatibilidad

1. Para usted, ¿**la identificación y clasificación de una incompatibilidad** es importante para la planificación de la subsanación de las mismas?

- a) Muy importante b) Importante c) Moderadamente importante d) De poca importancia e) Sin importancia

2. ¿El **grado de criticidad de la incompatibilidad** influye en el tiempo de planificación de la subsanación de las mismas?

- a) Muy influyente b) Influyente c) Moderadamente influyente d) De poca influencia e) Sin influencia

3. ¿Con qué frecuencia utiliza un **formato de registro** de incompatibilidades?

- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente e) Nunca

4. ¿Con qué frecuencia identifica una **incompatibilidad por interferencia** entre las especialidades?

- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente e) Nunca

5. ¿Con qué frecuencia identifica una **incompatibilidad por omisión de información** en un proyecto de construcción?

- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente
e) Nunca

6. ¿Con qué frecuencia identifica una **incompatibilidad por ambigüedad de la información** en un proyecto de construcción?

- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente
e) Nunca

Planificación

7. ¿Qué tan importante es **identificar la matriz de responsabilidades y las habilidades requeridas por los involucrados** para levantar las observaciones?

- a) Muy importante b) Importante c) Moderadamente importante d) De poca importancia
e) Sin importancia

8. ¿Con qué frecuencia **determina la cantidad de personas, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada actividad** en la subsanación de incompatibilidades?

- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente
e) Nunca

9. ¿Con qué frecuencia realizan **reuniones ICE (reuniones de coordinación) en la etapa de diseño del proyecto para tratar las incompatibilidades?**

- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente
e) Nunca

10. ¿Un *software* o herramienta que integre la gestión de cronograma y la subsanación de incompatibilidades le facilitaría su trabajo?

- a) Totalmente de acuerdo b) De acuerdo c) Indeciso d) En desacuerdo
e) Totalmente en desacuerdo

11. ¿Con qué frecuencia se **formula un cronograma para la subsanación de incompatibilidades para analizar la secuencia de las actividades, su duración, los requisitos de recursos y las restricciones de las mismas?**

- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente
e) Nunca

Homogeneizar la comunicación

12. ¿Cree usted que es importante el **uso de una plataforma colaborativa para notificar incompatibilidades** entre los proyectistas, coordinadores y modeladores?

- a) Muy importante b) Importante c) Moderadamente importante d) De poca importancia e) Sin importancia

13. ¿Con qué frecuencia utilizan una **guía para estandarizar la comunicación en la subsanación de las incompatibilidades** y el cambio de información entre los involucrados del proyecto?

- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente
e) Nunca

14. ¿Elaboran una **matriz de comunicación o modelo de coordinación entre los involucrados del proyecto** para estandarizar la comunicación, especificando la forma de hacerlo?

- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente
e) Nunca

15. ¿El **óptimo desempeño de los involucrados en el proyecto, optimiza y agiliza el tiempo de notificación y respuesta** entre los mismos?

- a) Totalmente de acuerdo b) De acuerdo c) Indeciso d) En desacuerdo
e) Totalmente en desacuerdo

16. ¿Las competencias, la interacción de los miembros del equipo y el ambiente general de los involucrados logran un mejor desempeño en la gestión de la incompatibilidad?

- a) Totalmente de acuerdo b) De acuerdo c) Indeciso d) En desacuerdo
e) Totalmente en desacuerdo

Seguimiento y control

17. ¿Con qué frecuencia realizan un registro del estado de las actividades anteriormente planificadas para actualizar el progreso del mismo y gestionar los cambios?

- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente
e) Nunca

18. Al realizar el seguimiento y control de las actividades planificadas para subsanar la incompatibilidad, ¿con que frecuencia utilizan algún formato tipo *check list*?

- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente
e) Nunca

19. ¿Con qué frecuencia revisan la situación de la incompatibilidad para actualizar el modelo BIM general?

- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente
e) Nunca

20. ¿Qué tan probable es que utilicen el *software Navisworks* para realizar el seguimiento y control de los procesos de subsanación de las incompatibilidades?

a) Muy probable b) probable c) Ocasionalmente probable d) Raramente probable e) No es probable

21. ¿Con que frecuencia actualizan el modelo general de coordinación BIM después de una respuesta a la incompatibilidad?

a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente e) Nunca

22. ¿Con que frecuencia realizan los cambios y modificaciones en el modelo BIM general, para revisar si se generan nuevas incompatibilidades?

a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente e) Nunca

Trazabilidad

23. ¿Cree usted que realizar la documentación de las decisiones y modificaciones de los involucrados en la subsanación de incompatibilidades evita conflictos entre los involucrados?

a) Totalmente de acuerdo b) De acuerdo c) Indeciso d) En desacuerdo e) Totalmente en desacuerdo

24. ¿Con qué frecuencia elaboran un registro de trazabilidad del proceso de subsanación de incompatibilidades para evitar la pérdida de información?

a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente e) Nunca

25. ¿Registran la cronología de las notificaciones en el proceso de subsanación para evitar demoras en ubicar solicitudes de cambios hechas por los involucrados?

a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente e) Nunca

26. ¿Cree usted que registrar y analizar la trazabilidad del proceso de subsanación contribuye con la obtención de una solución óptima frente a la incompatibilidad?

a) Totalmente de acuerdo b) De acuerdo c) Indeciso d) En desacuerdo e) Totalmente en desacuerdo

27. ¿Qué tan probable es que al realizar la trazabilidad del proceso de subsanación de incompatibilidades mejore la comunicación entre los involucrados del proyecto?

- a) Muy probable b) probable c) Ocasionalmente probable d) Raramente probable
e) No es probable

Planificar la gestión de la subsanación de incompatibilidades

28. ¿Elaboran un plan de gestión de incompatibilidades?

- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente
e) Nunca

29. ¿Registran la cronología desde el hallazgo de la incompatibilidad, hasta la entrega de una respuesta óptima?

- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente
e) Nunca

Estimar recursos y actividades

30. ¿Estiman los costos de las actividades y recursos en la subsanación de incompatibilidades?

- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente
e) Nunca

Controlar el tiempo de notificaciones y respuesta

31. ¿Con qué frecuencia los involucrados realizan solicitudes de cambio durante la subsanación de la incompatibilidad?

- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente
e) Nunca

32. Para usted, ¿Es importante registrar la cronología desde que se notifica la incompatibilidad hasta cuando se entrega una respuesta?

- a) Muy importante b) Importante c) Moderadamente importante d) De poca importancia
e) Sin importancia

33. ¿Con qué frecuencia utilizan un modelo de coordinación para agilizar el tiempo de notificación y respuesta?

- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente
e) Nunca

Controlar los plazos

34. ¿Realizan informes sobre el desempeño del trabajo?

- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente
e) Nunca

35. ¿Actualizan periódicamente los plazos para la subsanación de incompatibilidades en la etapa de diseño?

- a) Muy frecuentemente b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Raramente
e) Nunca

36. ¿Qué tan probable es que al registrar una trazabilidad del proceso de subsanación ayude a controlar los plazos determinados?

- a) Muy probable b) probable c) Ocasionalmente probable d) Raramente probable
e) No es probable

Conformidad del levantamiento de observaciones

37. ¿Realizar la trazabilidad y obtener la solución óptima influyen en la obtención de la conformidad del levantamiento de observaciones?

- a) Muy influyente b) Influyente c) Moderadamente influyente d) De poca influencia
e) Sin influencia

38. ¿Realizan y presentan informes sobre las actividades y modificaciones realizadas para obtener la conformidad?

- a) Muy influyente b) Influyente c) Moderadamente influyente d) De poca influencia
e) Sin influencia

Anexo 03: Cuestionario de la encuesta

El presente cuestionario auto aplicado, será utilizado para desarrollar una gestión de cronograma en la subsanación de incompatibilidades entre las especialidades, con el fin de reducir el tiempo de subsanación de las mismas, en proyectos inmobiliarios utilizando la metodología BIM

Edad:						
Sexo: (M) - (F)						
Región:						
Profesión: (Ing. Civil) – (Ing. Eléctrico) – (Ing. Sanitario) – (Arquitecto)- (Otros)						
Cargo:						
Tiene experiencia en el uso de la metodología BIM: (Si) – (Poco)- (No)						
Años de experiencia: (0 a 1 año)- (1 a 2 años)- (2 a más años)						
Marcar con X, la respuesta correcta.						
Ítem	Descripción	Muy frecuentemente Muy Importante Totalmente. de acuerdo Muy influyente Muy probable	Frecuentemente Importante De acuerdo Muy influyente Probable	Ocasionalmente Moderadamente. Importante Indeciso Moderadamente. Influyente Ocasionalmente. Probable	Raramente De poca importancia En desacuerdo Raramente influyente Raramente probable	Nunca Sin importancia Totalmente. en desacuerdo Sin influencia Improbable
	Gestión de cronograma					
	Identificación de la incompatibilidad:					
1	Para usted, ¿La identificación y clasificación de una incompatibilidad es importante para la planificación de la subsanación de las mismas?					

2	¿El grado de criticidad de la incompatibilidad influye en el tiempo de planificación de la subsanación de las mismas?					
3	¿Con qué frecuencia utiliza un formato de registro de incompatibilidades?					
4	¿Con qué frecuencia identifica una incompatibilidad por interferencia entre las especialidades?					
5	¿Con qué frecuencia identifica una incompatibilidad por omisión de información en un proyecto de construcción?					
6	¿Con qué frecuencia identifica una incompatibilidad por ambigüedad de la información en un proyecto de construcción?					
	Planificación:					
7	¿Qué tan importante es identificar la matriz de responsabilidades y las habilidades requeridas por los involucrados para levantar las observaciones?					
8	¿Con que frecuencia se determinan la cantidad de personas, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada actividad en la subsanación de incompatibilidades?					
9	¿Con qué frecuencia realizan reuniones ICE (reuniones de coordinación) en la etapa de diseño del proyecto para tratar las incompatibilidades?					
10	¿Un <i>software</i> o herramienta que integre la gestión de cronograma y la subsanación de incompatibilidades le facilitaría su trabajo?					
11	¿Con qué frecuencia se formula un cronograma para la subsanación de incompatibilidades para analizar la secuencia de las actividades, su duración, los requisitos de recursos y las restricciones de las mismas?					
	Homogeneizar la comunicación:					

12	¿Cree usted que es importante el uso de una plataforma colaborativa para notificar incompatibilidades entre los proyectistas, coordinadores y modeladores?					
13	¿Con qué frecuencia utilizan una guía para estandarizar la comunicación en la subsanación de las incompatibilidades y el cambio de información entre los involucrados del proyecto?					
14	¿Elaboran una matriz de comunicación o modelo de coordinación entre los involucrados del proyecto para estandarizar la comunicación, especificando la forma de hacerlo?					
15	¿El óptimo desempeño de los involucrados en el proyecto, optimiza y agiliza el tiempo de notificación y respuesta entre los mismos?					
16	¿Las competencias, la interacción de los miembros del equipo y el ambiente general de los involucrados logran un mejor desempeño en la gestión de la incompatibilidad?					
	Seguimiento y control:					
17	¿Con qué frecuencia realizan un registro del estado de las actividades anteriormente planificadas para actualizar el progreso del mismo y gestionar los cambios?					
18	Al realizar el seguimiento y control de las actividades planificadas para subsanar la incompatibilidad, ¿con que frecuencia utilizan algún formato tipo <i>check list</i> ?					
19	¿Con qué frecuencia revisan la situación de la incompatibilidad para actualizar el modelo BIM general?					
20	¿Con qué frecuencia usa el <i>software Navisworks</i> para realizar el seguimiento y control de los procesos de subsanación de las incompatibilidades?					
21	¿Con qué frecuencia actualizan el modelo general de coordinación BIM después de una respuesta a la incompatibilidad?					

22	¿Con qué frecuencia realizan los cambios y modificaciones en el modelo BIM general, para revisar si se generan nuevas incompatibilidades?					
	Trazabilidad:					
23	¿Cree usted que realizar la documentación de las decisiones y modificaciones de los involucrados en la subsanación de incompatibilidades evita conflictos entre los involucrados?					
24	¿Con qué frecuencia elaboran un registro de trazabilidad del proceso de subsanación de incompatibilidades para evitar la pérdida de información?					
25	¿Registran la cronología de las notificaciones en el proceso de subsanación para evitar demoras en ubicar solicitudes de cambios hechas por los involucrados?					
26	¿Cree usted que registrar y analizar la trazabilidad del proceso de subsanación contribuye con la obtención de una solución óptima frente a la incompatibilidad?					
27	¿Qué tan probable es que al realizar la trazabilidad del proceso de subsanación de incompatibilidades mejore la comunicación entre los involucrados del proyecto?					
	Tiempo de Latencia					
	Proceso: Planificar la gestión de las incompatibilidades					
28	¿Elaboran un plan de gestión de incompatibilidades?					
29	¿Registran la cronología desde el hallazgo de la incompatibilidad, hasta la entrega de una respuesta óptima?					
	Proceso: Estimar recursos y actividades					

30	¿Estiman los costos de las actividades y recursos en la subsanación de incompatibilidades?					
	Proceso: Control del tiempo de notificación y respuesta					
31	¿Con qué frecuencia los involucrados realizan solicitudes de cambio durante la subsanación de la incompatibilidad?					
32	Para usted, ¿Es importante registrar la cronología desde que se notifica la incompatibilidad hasta cuando se entrega una respuesta?					
33	¿Con que frecuencia utilizan un modelo de coordinación para agilizar el tiempo de notificación y respuesta?					
	Proceso: Controlar los plazos					
34	¿Realizan informes sobre el desempeño del trabajo?					
35	¿Actualizan periódicamente los plazos para la subsanación de incompatibilidades en la etapa de diseño?					
36	¿Qué tan probable es que al registrar una trazabilidad del proceso de subsanación ayude a controlar los plazos determinados?					
	Proceso: Conformidad del levantamiento de observaciones					
37	¿Realizar la trazabilidad y obtener la solución óptima influyen en la obtención de la conformidad del levantamiento de observaciones?					
38	¿Realizan y presentan informes sobre las actividades y modificaciones realizadas para obtener la conformidad?					

Anexo 04: Validez del instrumento

Para el juicio de expertos se consideró tres profesionales dedicados a la enseñanza universitaria en cursos de gestión de proyectos de edificaciones virtuales y se adoptó el método de evaluación individual, en este caso sus valoraciones de forma independiente sin consensuar sus juicios con el resto de expertos, sino que el investigador se encargó de tomar nota de las de las observaciones pertinentes para realizar las modificaciones oportunas.

Se creó un cuestionario de validación de 38 preguntas (véase anexo 01) en el que se pidió la valoración de los expertos sobre los factores que afectan a la gestión de cronograma de las incompatibilidades halladas con el uso de BIM, en los diferentes grupos de procesos (identificación de las incompatibilidades, planificación, homogeneización de las comunicaciones, seguimiento y control y trazabilidad) y su influencia en la reducción el tiempo de latencia en la subsanación de las incompatibilidades (planificación, recursos y actividades, tiempo de notificación y respuesta, plazos y la conformidad del levantamiento de observaciones).

En cuanto a la presentación de los ítems o preguntas para su evaluación, se efectuó del siguiente modo:

Se expusieron diferentes preguntas que había que valorar en base a la correspondencia entre la gestión de cronograma de incompatibilidades y la reducción del tiempo de latencia en la subsanación de las mismas basados en el enfoque metodológico empleando las directrices del *Project Management Institute*, guía del PMBOK, en la que se debía expresar mayor o menor acuerdo y en cada pregunta, en donde se ofrecía una casilla de observaciones sobre la valoración.

Se realizaron preguntas abiertas que proporcionaban cinco opciones de respuesta, cuya selección debía realizarse de forma razonada en un espacio de respuesta abierta, teniendo a cuenta de cómo influye una gestión de cronograma de incompatibilidades en el tiempo de latencia de la subsanación de las mismas.

El desarrollo de los elementos de la gestión de cronograma propuesta en el presente estudio para reducir el tiempo de latencia en la subsanación de incompatibilidades, se debe tener en cuenta las características físicas, económicas, sociales, educativas,

políticas, institucionales, culturales, ambientales, ideológicas y tecnológicas que son clave para la optimización del tiempo de latencia de un proyecto de un proyecto.

Perfil profesional de los expertos:

Expertos	Perfil profesional
<p>Baker Anderson Sánchez Villacorta, Ingeniero civil</p>	<p>Ingeniero civil con más de 5 años de experiencia, participando en la gestión y ejecución de proyectos industriales, retail, logísticos, centros de distribución y almacenes en general. Con experiencia en las áreas de diseño y cálculo (naves industriales y cimentaciones), costos y presupuestos, planificación, procesos de licitación.</p>
<p>Edgar Peter Zubiaurr Villalobos, Ingeniero civil</p>	<p>Ingeniero civil con 15 años de experiencia en edificaciones de vivienda multifamiliares y edificios industriales. En los últimos 5 años se vienen desempeñando como residente de obras en la empresa Norton Edificios Industriales Perú SAC.</p>
<p>Walter Eduardo Sheen Paoli, Ingeniero civil</p>	<p>Ingeniero civil que actualmente se desempeña como gerente general de la empresa Norton Edificios Industriales Perú SAC. Especialista en diseño estructural de naves industriales y experto en reducción de capex de naves industriales y edificios retail en concreto armado y estructuras metálicas.</p>

Fuente: Elaboración propia

Nivel de validez de los cuestionarios, según el juicio de expertos

Expertos	Gestión de cronograma %
Experto 1: Baker Sánchez Villacorta, Ingeniero civil	92.00
Experto 2: Edgar Peter Zubiaurr Villalobos, Ingeniero civil	94.00
Experto 3: Walter Eduardo Sheen Paoli, Ingeniero civil	86.00
Promedio	91.00

Fuente: Elaboración propia.

Los valores resultantes, después de tabular la calificación emitida por los expertos se presenta en la siguiente tabla:

Valores del nivel de validez de los cuestionarios

Valores	Niveles de validez
91-100	Excelente
81-90	Muy Bueno
71-80	Bueno
61-70	Regular
51-60	Deficiente

Fuente: Elaboración propia.

Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: Sánchez Villacorta, Baker Anderson

Cargo o Institución donde labora: Norton Edificios Industriales Perú SAC

Título de la investigación: Gestión de cronograma para optimizar el tiempo de latencia en viviendas multifamiliares

Autor(es) del Instrumento: Gómez Miranda, Ivan Gonzalo y Rodas Ramos Diego Evelio

2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado				X	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables					X
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				X	
4. Organización	Existe una organización lógica					X
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y					X
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					X
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos				X	

8 coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					X
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación				X	
Promedio de Validación					92.00%	

Fuente: Elaboración propia

3. Promedio de valoración 92.00% y opinión de aplicabilidad

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(...) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: Trujillo 12/08/21



BAKER ANDERSON
SANCHEZ VILLACORTA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 148777

.....

Firma del Experto Informante

DNI N°: 46260586

Teléfono: 987421032

Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: Zubiaurr Villalobos, Edgar Peter

Cargo o Institución donde labora: Norton Edificios Industriales Perú SAC

Título de la investigación: Gestión de cronograma para optimizar el tiempo de latencia en viviendas multifamiliares

Autor(es) del Instrumento: Gómez Miranda, Ivan Gonzalo y Rodas Ramos Diego Evelio

2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					X
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables					X
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				X	
4. Organización	Existe una organización lógica					X
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y					X
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					X
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos				X	

8 coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones				X	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación				X	
Promedio de Validación					94.00%	

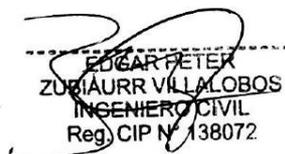
Fuente: Elaboración propia

3. Promedio de valoración 94.00% y opinión de aplicabilidad

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(...) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: Lima 15/08/21


 EDGAR PETER
 ZURIAURR VILLALOBOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg) CIP N° 138072

.....

Firma del Experto Informante

DNI N°: 42401050

Teléfono: 990660054

Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: Sheen Paoli, Walter Eduardo

Cargo o Institución donde labora: Norton Edificios Industriales Perú SAC

Título de la investigación: Gestión de cronograma para optimizar el tiempo de latencia en viviendas multifamiliares

Autor(es) del Instrumento: Gómez Miranda, Ivan Gonzalo y Rodas Ramos Diego Evelio

2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado				X	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables				X	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				X	
4. Organización	Existe una organización lógica					X
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y					X
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				X	
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos				X	

8 coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones				X	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación				X	
Promedio de Validación					86.00%	

Fuente: Elaboración propia

3. Promedio de valoración 86.00% y opinión de aplicabilidad

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(...) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: Lima 23/08/21



Walter Sheen Paoli
GERENTE GENERAL
NORTON Edificios Industriales
Perú S. A. C.

.....

Firma del Experto Informante

DNI N°: 07877146

Teléfono: 999087932

Anexo 05: Población de estudio

#	TIP O VIA	NOMBRE VIA	M Z	URBANIZACIÓ N	FECHA	USO	ÁREA TECHAD A (m ²)
1	JR	AREQUIPA	L	URB SANTA PATRICIA I ETAPA	25/01/201 8	MULTIFAMILIA R (3 U)	625.69
2	CA	CRISTOBAL COLON	A	URB PABLO CANEPA	26/06/201 8	MULTIFAMILIA R (3 U)	614.75
3	JR	HUACA DE LA LUNA	N'1	URB PORTADA DEL SOL DE LA MOLINA III ETAPA	27/02/201 8	MULTIFAMILIA R (3 U)	504.93
4	JR	JAVIER HERAUD	G	URB COVIMA LAS ACACIAS	13/02/201 8	MULTIFAMILIA R (3 U)	652.99
5	CA	LOS CALCULISTAS	H	DE MONTERRICO PORTADA DEL SOL DE LA	18/12/201 8	MULTIFAMILIA R (3 U)	699.66
6	JR	PRLG LOS FRESNOS RIO JORDAN / JR RIO	R'1	MOLINA III ETAPA URB LAS	19/11/201 8	MULTIFAMILIA R (3 U)	574.15
7	CA	AMARILLO	C'	PRADERAS DE LA MOLINA URB LAS	3/04/2018	MULTIFAMILIA R (3 U)	592.41
8	CA	SAGITARIO	F'	PRADERAS DE LA MOLINA	6/08/2018	MULTIFAMILIA R (3 U)	523.72
9	AV	SEPARADORA INDUSTRIAL	E	URB COVIMA URB SANTA	26/06/201 8	MULTIFAMILIA R (3 U)	514.28
10	AV	SEPARADORA INDUSTRIAL	H	RAQUEL ZONA ESTE SECTOR B - I ETAPA URB EL	31/01/201 8	MULTIFAMILIA R (4 U)	593.87
11	AV	LA ARBOLEDA LAS LOMAS DE LA MOLINA	H	REMANSO DE LA MOLINA II ETAPA	27/02/201 8	MULTIFAMILIA R (5 U)	814.02
12	AV	VIEJA	P-1	LAS LOMAS DE LA MOLINA VIEJA II ETAPA PORTADA DEL	16/01/201 8	MULTIFAMILIA R (7 U)	1,052.32
13	JR	LINEAS DE NAZCA	D'2	SOL DE LA MOLINA II ETAPA PORTADA DEL	29/01/201 9	MULTIFAMILIA R (3 U)	635.35
14	JR	LAS VASCONGADA S	B'6	SOL DE LA MOLINA II ETAPA	5/02/2019	MULTIFAMILIA R (3 U)	520.10
15	AL	LA MOLINA VIEJA	L-1	LA MOLINA VIEJA I ETAPA	22/05/201 9	MULTIFAMILIA R (3 U)	1,455.25
16	AV	LA FONTANA	C	PABLO BONER LAS PRADERAS	27/05/201 9	MULTIFAMILIA R (3 U)	144.00
17	JR	RIO DANUBIO TORRES DE	L"	DE LA MOLINA	5/06/2019	MULTIFAMILIA R (3 U)	535.63
18	JR	OROPEZA (EX CA 4A)	E-3	PORTADA DEL SOL DE LA	1/07/2019	MULTIFAMILIA R (3 U)	571.88

				MOLINA I ETAPA			
19	CA	EL CISNE (EX CA 5)	E	PORTADA DEL SOL	17/07/201 9	MULTIFAMILIA R (3 U)	492.00
20	JR	PUERTO PIZARRO	G	PORTADA DEL SOL DE LA MOLINA I ETAPA	22/07/201 9	MULTIFAMILIA R (3 U)	532.70
21	CA	TERUEL CENTRAL DE HUINCO (EX CA 5)	Y	LA CAPILLA SUPERMZ U-2	21/08/201 9	MULTIFAMILIA R (3 U)	951.42
22	CA		F	PABLO BONER PARCELA 2 DEL FUNDO	23/08/201 9	MULTIFAMILIA R (3 U)	722.64
23	CA	7	L	RINCONADA DE ATE	10/09/201 9	MULTIFAMILIA R (3 U)	622.58
24	JR	JAVIER HERAUD LINEAS DE	G	COVIMA	20/09/201 9	MULTIFAMILIA R (3 U)	604.37
25	JR	NAZCA (EX CA 6)	B	PORTADA DEL SOL	9/10/2019	MULTIFAMILIA R (3 U)	561.11
26	CA	MELITON CARBAJAL (EX CA 5)	G	COVIMA FUNDO	16/10/201 9	MULTIFAMILIA R (3 U)	598.64
27	CA	SELVA NEGRA / CA 8 SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO (EX CA 1)	S	RINCONADA DE ATE - PARCELA 3A	21/10/201 9	MULTIFAMILIA R (3 U)	652.95
28	JR		H	PABLO BONER PORTADA DEL SOL DE LA	8/11/2019	MULTIFAMILIA R (3 U)	751.62
29	AV	LOS FRESNOS MAGISTERIO	C'- 10	MOLINA II ETAPA	12/11/201 9	MULTIFAMILIA R (3 U)	440.45
30	JR	(EX CA 15)	Q	COVIMA LA ENSENADA	2/12/2019	MULTIFAMILIA R (3 U)	787.74
31	AV	LOS FRESNOS / CA LAS CATARATAS MIGUEL DE	J	(ANTES LAS VIÑAS DE LA MOLINA)	7/07/2020	MULTIFAMILIA R (3 U)	635.62
32	CA	UNAMUNO (EX CA 8) DEL CORREGIDOR / CA VOLCAN COROPUNA	Ñ	COVIMA	13/07/202 0	MULTIFAMILIA R (3 U)	599.40
33	AL		C	LAS COLINAS DE LA MOLINA PORTADA DEL SOL DE LA	22/10/202 0	MULTIFAMILIA R (3 U)	107.20
34	JR	HUACA DE LA LUNA (EX CA 10) EL VOLCAN (EX JR LA QUEBRADA, EX CA D)	F'- 2	MOLINA III ETAPA LA ENSENADA (ANTES LAS VIÑAS DE LA MOLINA)	26/11/202 0	MULTIFAMILIA R (3 U)	719.00
35	JR		H		12/06/202 0	MULTIFAMILIA R (4 U)	430.65

36	JR	LORETO (EX CA 3) / CA AMAZONAS (EX CA 14)	F	SANTA PATRICIA II ETAPA PORTADA DEL SOL DE LA MOLINA III	13/02/202 0	MULTIFAMILIA R (5 U)	844.90
37	JR	HUACA DEL SOL	I'-1	ETAPA	20/02/202 0	MULTIFAMILIA R (5 U)	580.05
38	CA	VOLCAN SABANCAYA MIGUEL DE UNAMUNO (EX CA 8)	B	LAS COLINAS DE LA MOLINA	16/11/202 0	MULTIFAMILIA R 3 U	237.66
39	CA	UNAMUNO (EX CA 8)	Ñ	COVIMA	11/12/202 0	MULTIFAMILIA R 3 U	384.07
40	AV	LA MOLINA	O	COVIMA	13/11/202 0	MULTIFAMILIA R 3U	418.70

Fuente: Municipalidad de La Molina

Anexo 06: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
1. Para usted, ¿la identificación y clasificación de una incompatibilidad es importante para la planificación de la subsanación de las mismas?	,274	37	,000	,780	37	,000
2. ¿El grado de criticidad de la incompatibilidad influye en el tiempo de planificación de la subsanación de las mismas?	,282	37	,000	,796	37	,000
3. ¿Con qué frecuencia utiliza un formato de registro de incompatibilidades?	,276	37	,000	,861	37	,000
4. ¿Con qué frecuencia identifica una incompatibilidad por interferencia entre las especialidades?	,273	37	,000	,784	37	,000
5. ¿Con qué frecuencia identifica una incompatibilidad por omisión de información en un proyecto de construcción?	,230	37	,000	,875	37	,001
6. ¿Con qué frecuencia identifica una incompatibilidad por ambigüedad de la información en un proyecto de construcción?	,182	37	,003	,909	37	,005

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
7. ¿Qué tan importante es identificar la matriz de responsabilidades y las habilidades requeridas por los involucrados para levantar las observaciones?	,335	37	,000	,688	37	,000
8. ¿con que frecuencia se determinan la cantidad de personas, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada actividad en la subsanación de incompatibilidades?	,306	37	,000	,741	37	,000
9. ¿Con qué frecuencia realizan reuniones ICE (reuniones de coordinación) en la etapa de diseño del proyecto para tratar las incompatibilidades?	,277	37	,000	,801	37	,000
10. ¿Un software o herramienta que integre la gestión de cronograma y la subsanación de incompatibilidades le facilitaría su trabajo?	,361	37	,000	,726	37	,000
11. ¿Con que frecuencia se formula un cronograma para la subsanación de incompatibilidades para analizar la secuencia de las actividades, su duración, los requisitos de recursos y las restricciones de las mismas?	,300	37	,000	,844	37	,000

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
12. ¿Cree usted que es importante el uso de una plataforma colaborativa para notificar incompatibilidades entre los proyectistas, coordinadores y modeladores?	,274	37	,000	,780	37	,000
13. ¿Con que frecuencia utilizan una guía para estandarizar la comunicación en la subsanación de las incompatibilidades y el cambio de información entre los involucrados del proyecto?	,289	37	,000	,836	37	,000
14. ¿Elaboran una matriz de comunicación o modelo de coordinación entre los involucrados del proyecto para estandarizar la comunicación, especificando la forma de hacerlo?	,260	37	,000	,863	37	,000
15. ¿El óptimo desempeño de los involucrados en el proyecto, optimiza y agiliza el tiempo de notificación y respuesta entre los mismos?	,348	37	,000	,750	37	,000
16. ¿Las competencias, la interacción de los miembros del equipo y el ambiente general de los involucrados logran un mejor desempeño en la gestión de la incompatibilidad?	,323	37	,000	,769	37	,000

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
17. ¿Con que frecuencia realizan un registro del estado de las actividades anteriormente planificadas para actualizar el progreso del mismo y gestionar los cambios?	,293	37	,000	,819	37	,000
18. Al realizar el seguimiento y control de las actividades planificadas para subsanar la incompatibilidad, ¿con que frecuencia utilizan algún formato tipo check list?	,247	37	,000	,843	37	,000
19. ¿Con que frecuencia revisan la situación de la incompatibilidad para actualizar el modelo BIM general?	,307	37	,000	,768	37	,000
20. ¿Con que frecuencia usa el software Navisworks para realizar el seguimiento y control de los procesos de subsanación de las incompatibilidades?	,243	37	,000	,885	37	,001
21. ¿Con que frecuencia actualizan el modelo general de coordinación BIM después de una respuesta a la incompatibilidad?	,328	37	,000	,776	37	,000
22. ¿Con que frecuencia realizan los cambios y modificaciones en el modelo BIM general, para revisar si se generan nuevas incompatibilidades?	,234	37	,000	,840	37	,000

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
23. ¿Cree usted que realizar la documentación de las decisiones y modificaciones de los involucrados en la subsanación de incompatibilidades evita conflictos entre los involucrados?	,315	37	,000	,778	37	,000
24. ¿Con qué frecuencia elaboran un registro de trazabilidad del proceso de subsanación de incompatibilidades para evitar la pérdida de información?	,284	37	,000	,785	37	,000
25. ¿Registran la cronología de las notificaciones en el proceso de subsanación para evitar demoras en ubicar solicitudes de cambios hechas por los involucrados?	,247	37	,000	,869	37	,000
26. ¿Cree usted que registrar y analizar la trazabilidad del proceso de subsanación contribuye con la obtención de una solución óptima frente a la incompatibilidad?	,318	37	,000	,775	37	,000
27. ¿Qué tan probable es que al realizar la trazabilidad del proceso de subsanación de incompatibilidades mejore la comunicación entre los involucrados del proyecto?	,312	37	,000	,830	37	,000

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
28. ¿Elaboran un plan de gestión de incompatibilidades?	,287	37	,000	,826	37	,000
29. ¿Registran la Cronología desde el hallazgo de la incompatibilidad, hasta la entrega de una respuesta óptima?	,246	37	,000	,861	37	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
30. ¿Estiman los costos de las actividades y recursos en la subsanación de incompatibilidades?	,244	37	,000	,869	37	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
31. ¿Con qué frecuencia los involucrados realizan solicitudes de cambio durante la subsanación de la incompatibilidad?	,360	37	,000	,737	37	,000
32. Para usted ¿Es importante registrar la Cronología desde que se notifica la incompatibilidad hasta cuando se entrega una respuesta?	,253	37	,000	,864	37	,000
33. ¿Con que frecuencia utilizan un modelo de coordinación para agilizar el tiempo de notificación y respuesta?	,232	37	,000	,873	37	,001

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
37. ¿Realizar la trazabilidad y obtener la solución óptima influyen en la obtención de la conformidad del levantamiento de observaciones?	,295	37	,000	,791	37	,000
38. ¿Realizan y presentan informes sobre las actividades y modificaciones realizadas para obtener la conformidad?	,233	37	,000	,873	37	,001

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Anexo 08 – Temario del curso denominado: Curso de Modelado y Gestión BIM de Edificaciones utilizando Autodesk Revit

Programa

El objetivo principal del programa es proporcionarle al participante las herramientas de modelado y gestión BIM de edificaciones, contemplando la arquitectura, estructura e instalaciones utilizando Autodesk Revit, generando la interoperabilidad BIM con Navisworks, Robot y CYPE Arquímedes.

En este programa el alumno aprende a:

- Definir las familias paramétricas y configuración general del software
- Incorporar elementos arquitectónicos
- Definir las masas conceptuales
- Definir materiales, vistas y renders del modelo arquitectónico
- Generar los detalles y planos arquitectónicos
- Incorporar elementos topográficos a partir de las cotas de nivel y nube de puntos
- Realizar la interoperabilidad BIM con los software de cálculo
- Realizar el modelado y detallado de estructuras de concreto armado y acero, incluyendo conexiones y fundaciones
- Generar los detalles y planos estructurales
- Realizar el modelado y detallado de las instalaciones de una edificación: Plomería, HVAC, electricidad, iluminación y sistemas de protección contra incendios
- Simular el proceso constructivo
- Generar los detalles y planos MEP
- Comprender como desarrollar un proyecto colaborativo
- Simular el proceso constructivo y avance de obra con los tiempos de ejecución (BIM 4D)
- Generar las partidas y presupuestos de obra (BIM 5D)

ALCANCE DEL PROGRAMA

Se contempla el modelado y gestión BIM de una vivienda unifamiliar, un edificio de concreto armado y una nave industrial en acero, generando los planos de cada proyecto, incluyendo los componentes arquitectónicos, estructurales e instalaciones.

Software utilizado

Autodesk Revit
Autodesk Navisworks
Autodesk Robot
CYPE Arquímedes

Normativa

Especificaciones internacionales de construcción
Código de prácticas normalizadas
Normas internacionales de urbanismo y arquitectura

Anexo 11: Formato de trazabilidad

DÍA											
FECHA											



EVENTOS											
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Anexo 12: Guía para optimizar el tiempo de latencia en el diseño de viviendas multifamiliares

I) Introducción

Las demoras en la entrega compatibilizada de los modelos BIM de arquitectura, estructuras, sanitarias, eléctricas y mecánicas, generan sobrecostos e incumplimientos a las diversas empresas de diseño y construcción. Por ello, la presente guía busca eliminarlas en pro del incremento de la productividad y las utilidades de estas compañías.

La presente guía se basa en la utilización de buenas prácticas, formatos y especialmente *software* BIM que permite realizar un trabajo colaborativo, ordenado y eficaz en la compatibilización de las diversas especialidades que intervienen en el diseño de viviendas multifamiliares. Además, puede reducir el tiempo de latencia hasta en un 40% según el grado de su aplicación

Si bien la aplicación de la presente guía está enfocada en proyectos de viviendas multifamiliares, puede ser aplicada, en cierta medida, a cualquier etapa de compatibilización de otros tipos de proyectos de construcción. Por ejemplo: proyectos industriales, retail - comercial, entretenimiento, etc.

II) Objeto y campo de aplicación

La aplicación de la presente guía está dirigida -principalmente- a la compatibilización de las diversas especialidades que intervienen en los proyectos de vivienda multifamiliar. Esto con el objeto de anular sobrecostos e incumplimientos en la etapa mencionada. Su aplicación de las fases a la compatibilización se traduce en una gestión de cronograma.

Cabe resaltar que las empresas de diseño y construcción que las apliquen, pueden incorporar otras buenas prácticas de las que menciona la guía. Dependerá en cierta medida de la organización de sus áreas enfocadas en la etapa de compatibilización.

III) Referencias normativas

Guía Nacional BIM. Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM.

IV) Términos y definiciones

- a. Etapa de compatibilización: Referido a la integración de las especialidades que intervienen en un proyecto de vivienda multifamiliar, como arquitectura, estructuras, sanitarias, eléctricas, etc.
- b. Fases de compatibilización: Actividades aplicadas en la etapa de compatibilización como identificación de incompatibilidades, planificación, homogeneización de la comunicación, seguimiento y control, y trazabilidad.
- c. Gestión de cronograma: Referido a la aplicación conjunta de las fases de compatibilización.
- d. Plataforma colaborativa: Medio digital por el cual se trabaja de manera concadenada las fases de compatibilización, además de almacenamiento en la nube.

V) Herramientas y *softwares*

- a. Formato de registro de incompatibilidad
- b. Formato de matriz de responsabilidades
- c. Formato de matriz de comunicaciones
- d. Formato de trazabilidad
- e. *Software Revit*
- f. *Software Navisworks*
- g. *Software BIM Collaborate*
- h. Plataforma *Autodesk Construction Cloud*

VI) Inicialización

La etapa de contabilización está compuesta de 4) fases correlativas y 1) fase continua.

La etapa de compatibilización empieza desde la creación del modelo de arquitectura en tercera dimensión (3D) con la metodología BIM. Aprobado este modelo, que puede venir de un proyecto en dos dimensiones (2D), debe ser remitido a los demás profesionales que se encargarán de realizar los otros modelos de las distantes especialidades que componen el proyecto de vivienda multifamiliar.

La cantidad de profesionales involucrados debe estar de acuerdo a la cantidad de especialidades que intervengan en el proyecto. Por lo menos dos personas deben realizar las actividades de compatibilización, mientras que debe existir un modelador por cada especialidad. Esto para evitar demoras al aplicar las subsanaciones.

VII) Identificación de incompatibilidades

Es la primera fase de la etapa de compatibilización. En esta fase se debe contar con los modelos BIM elaborados con el *software Revit* de todas las especialidades.

La detección de interferencias debe realizarse mediante un software especializado. Se recomienda el BIM *Collaborate*.

El software debe ser capaz de entregar una lista de interferencias por especialidad.

Con la lista de interferencias exportadas a un formato de registro de incompatibilidad en una hoja del software *MS Excel*, debe clasificar según grado de criticidad. La criticidad depende del involucramiento de las especialidades. Sea el más alto, las incompatibilidades entre arquitectura y estructura; moderado, entre las anteriores especialidades y las instalaciones; y baja, las incompatibilidades entre instalaciones.

VIII) Planificación

Es la segunda fase de la compatibilización. Utiliza información elaborada en la primera fase.

Se debe elaborar una matriz de responsabilidades. La matriz de responsabilidades tiene el propósito de indicar, de forma clara y explícita, la labor que corresponde a cada persona involucrada.

Se debe asignar tiempos de subsanación a las incompatibilidades por interferencias detectadas en la fase 1.

La criticidad alta tiene un tiempo de subsanación de 4 días, la criticidad media de 2 días y, la criticidad baja de 1 día.

Con el *software MS Excel* elaborar el cronograma donde se incluyan la homogeneización de las comunicaciones (fase 3), subsanación de las interferencias, seguimiento y control (fase 4) y la trazabilidad (fase continua). El plazo del cronograma proyectado será el tiempo total optimizado de latencia en la etapa de compatibilización.

IX) Homogeneización de las comunicaciones

Es la tercera fase de la compatibilización. Se debe elaborar una matriz de comunicaciones. Esto tiene la finalidad de registrar los contactos de los profesionales involucrados, de esta manera las notificaciones llegarán eficazmente.

Mediante una plataforma colaborativa con capacidad de gestión e interacción con el archivo de compatibilización de la fase 1, la documentación previamente elaborada, almacenamiento en la nube y notificación a los involucrados, se debe continuar con la etapa de compatibilización. Se recomienda el *software Autodesk Construction Cloud*.

X) Seguimiento y control

Es la cuarta fase de la compatibilización. Tiene la finalidad de hacer cumplir los plazos estimados del cronograma estimado de la compatibilización.

Con respecto al seguimiento, se debe solicitar a los modeladores u proyectistas de las diversas especialidades que remitan en la primera entrega un 40%, un 35% en la segunda entrega y, finalmente, un 25% de subsanaciones de incompatibilidades. Esto evitará observar las subsanaciones cuando se cumpla el plazo.

Con respecto al control, se debe solicitar a los modeladores y proyectistas de las diversas especialidades, remitir sus subsanaciones a través de la plataforma colaborativa escogida. Con la plataforma se debe dar conformidad y observación a la subsanación recibida.

XI) Trazabilidad

La trazabilidad es la fase continua involucrada en las cuatro fases descritas en la presente guía. Su finalidad es registrar y archivar los diversos eventos que se dan en la etapa de compatibilización. Es decir, sirve para actualizar cualquier archivo previamente elaborado. Ejemplo: la matriz de comunicaciones, responsabilidades, etc.

Anexo 13: Procedimiento de uso del BIM *Collab* para identificación de incompatibilidades por interferencia

CONFIGURACIÓN EN EL BIM *COLLAB* WEB

Creación de nuevo proyecto

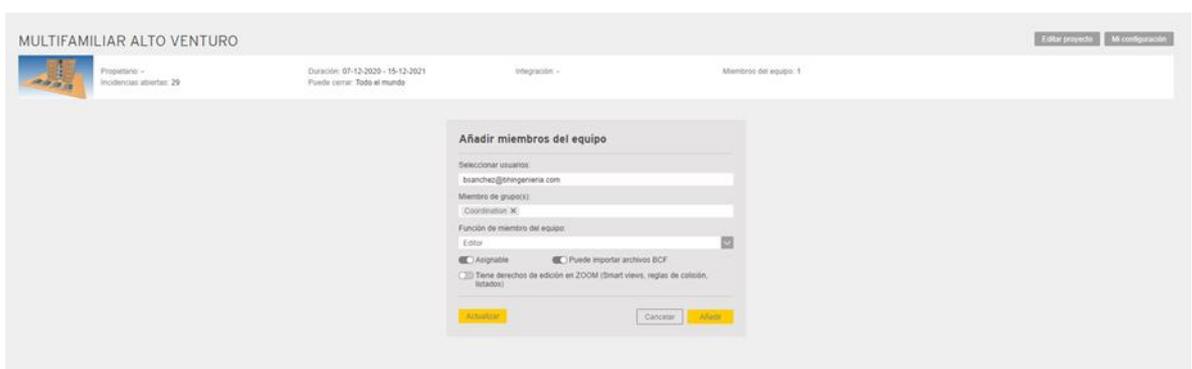
Después de ingresar a la plataforma del BIM *Collab web* se creó el nuevo proyecto denominado Alto Venturo.



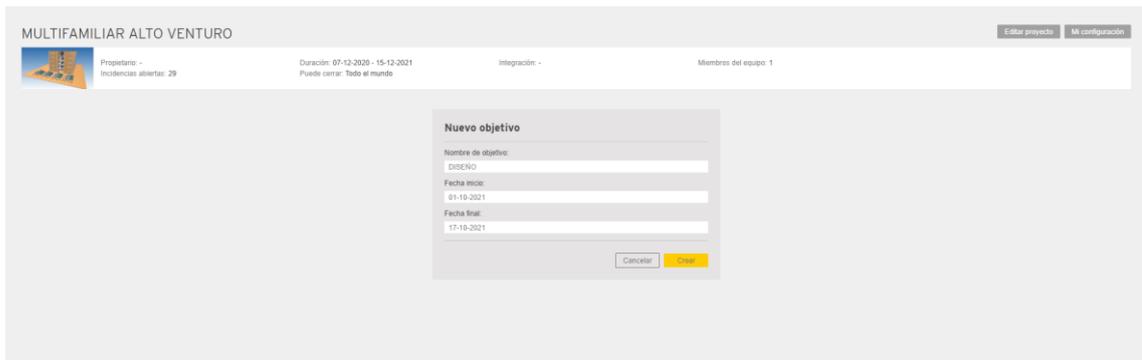
Se llenó la información solicitada para la creación del proyecto.



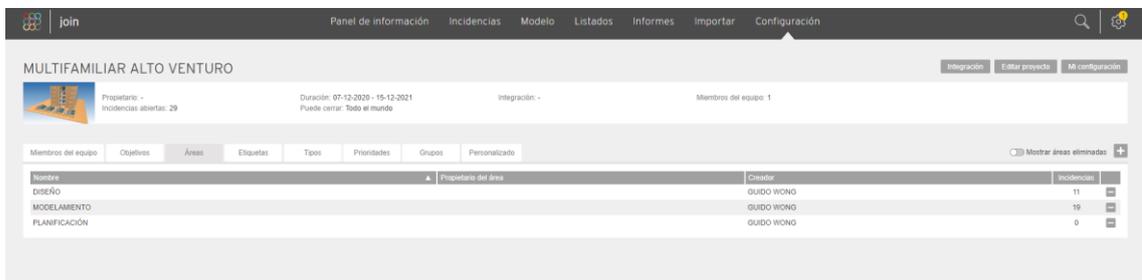
Se ingresó al proyecto y en la pestaña configuraciones se comenzó agregando a los miembros que estuvieron involucrados según la matriz de comunicaciones.



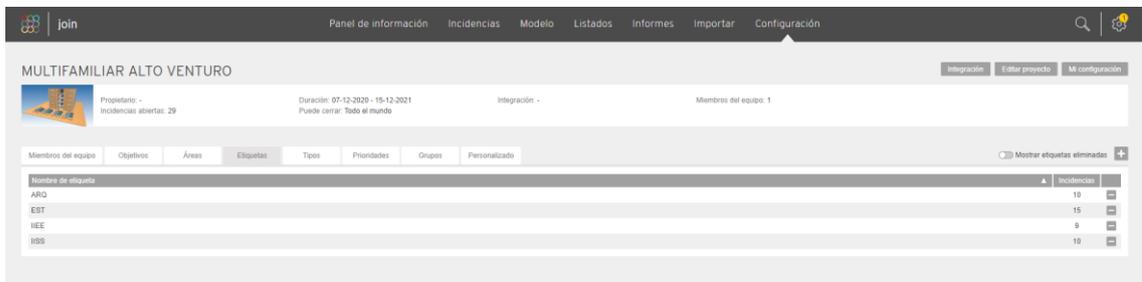
En la siguiente pestaña indicamos el objetivo del proyecto.



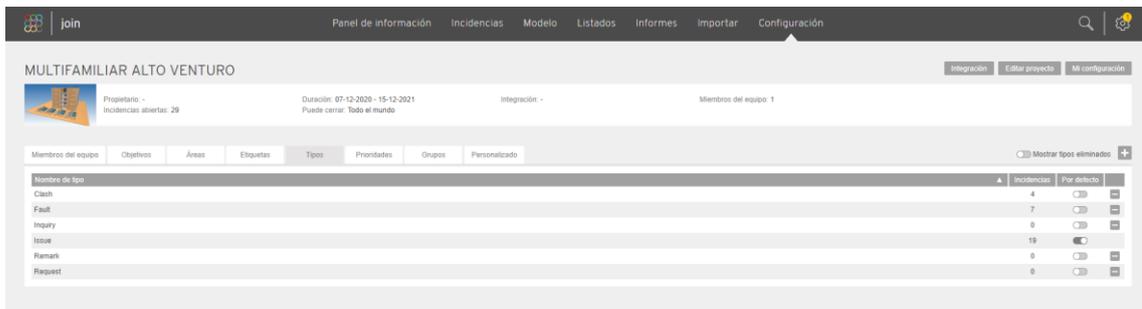
Luego indicamos las áreas del proyecto.



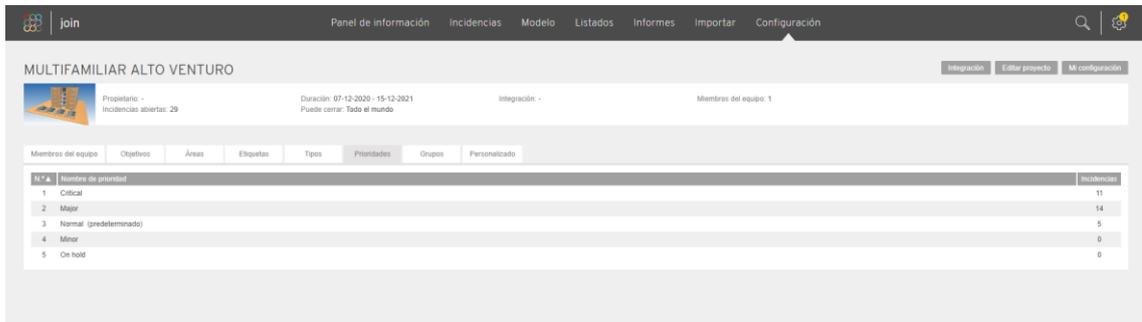
Luego indicamos las especialidades del proyecto. En nuestro caso fue arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas.



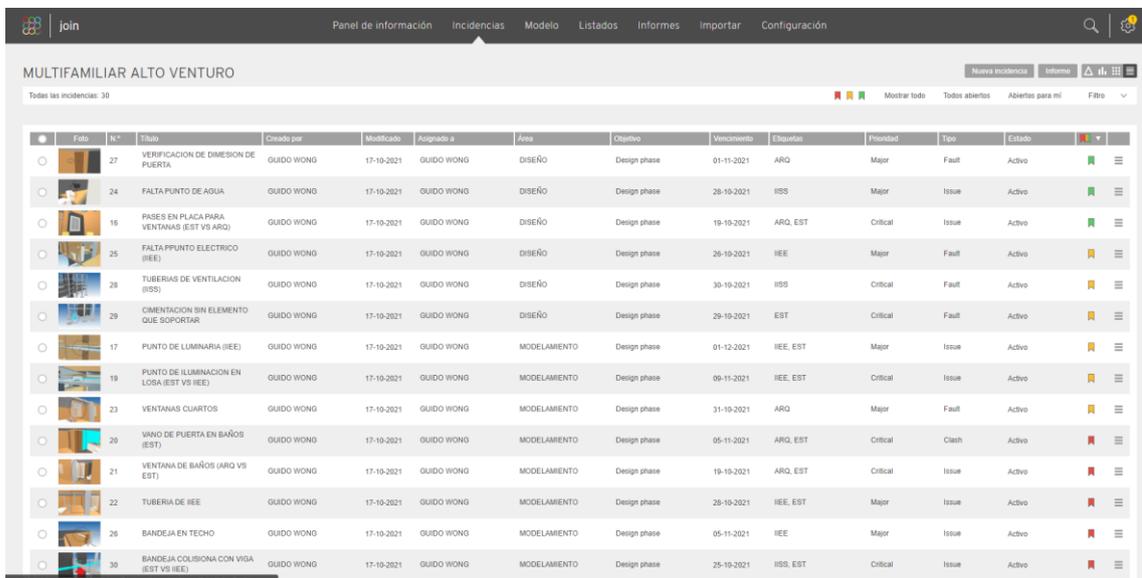
En la pestaña tipos se coloca el tipo de incidencia según la interferencia a detectar.



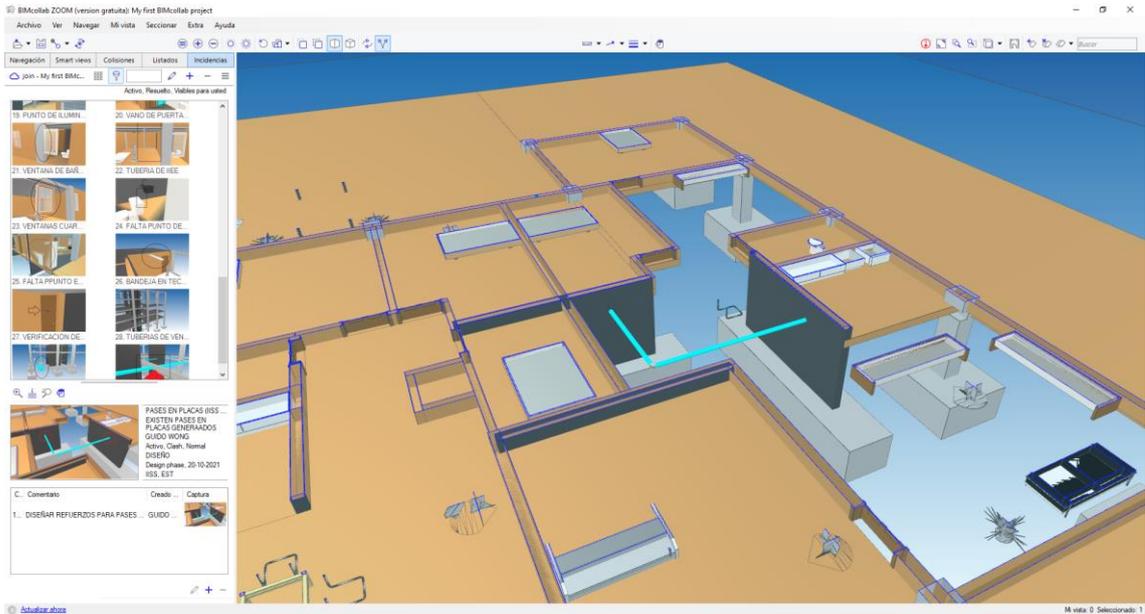
En la pestaña de prioridad se colocó una clasificación de las urgencias de atención de incompatibilidades.



Terminada la configuración, en la pestaña de incidencia se creó la lista de los tipos de incompatibilidades y la persona encargada de resolverla. Esto según las especialidades.

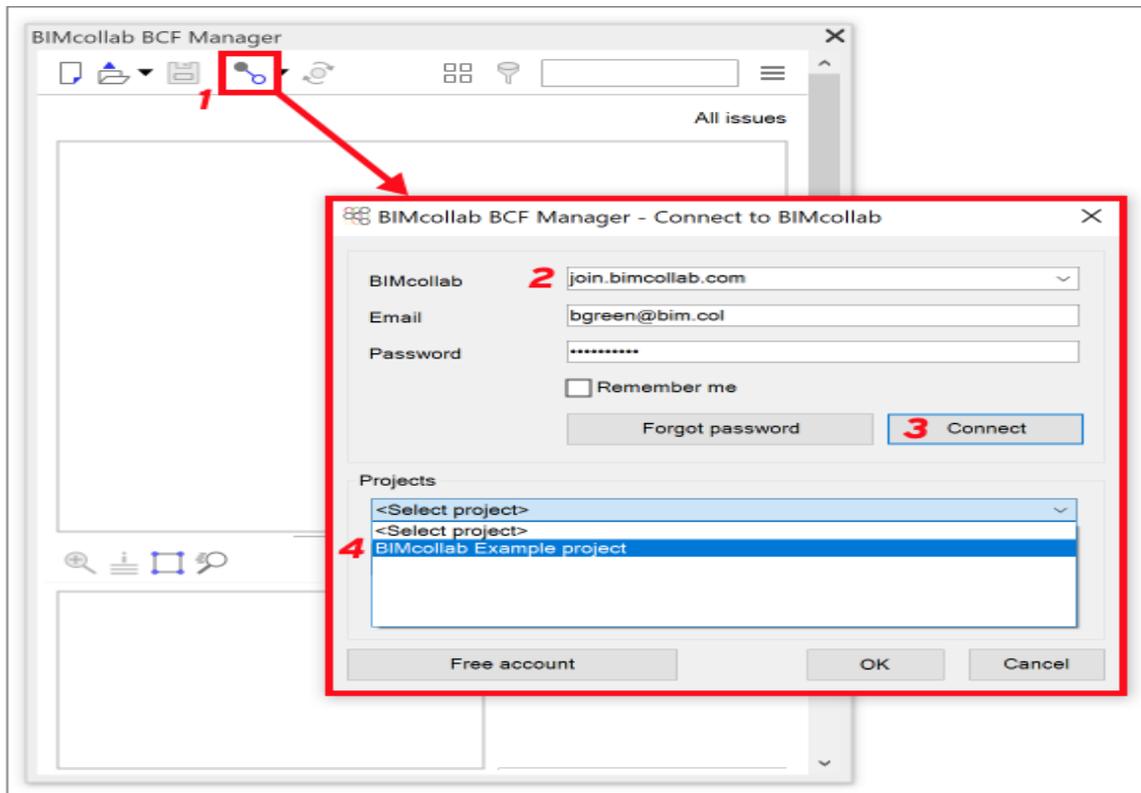


Después de trabajar en la *web* del BIM Collab, se ingresó al *software* para generar las incidencias de las incompatibilidades.

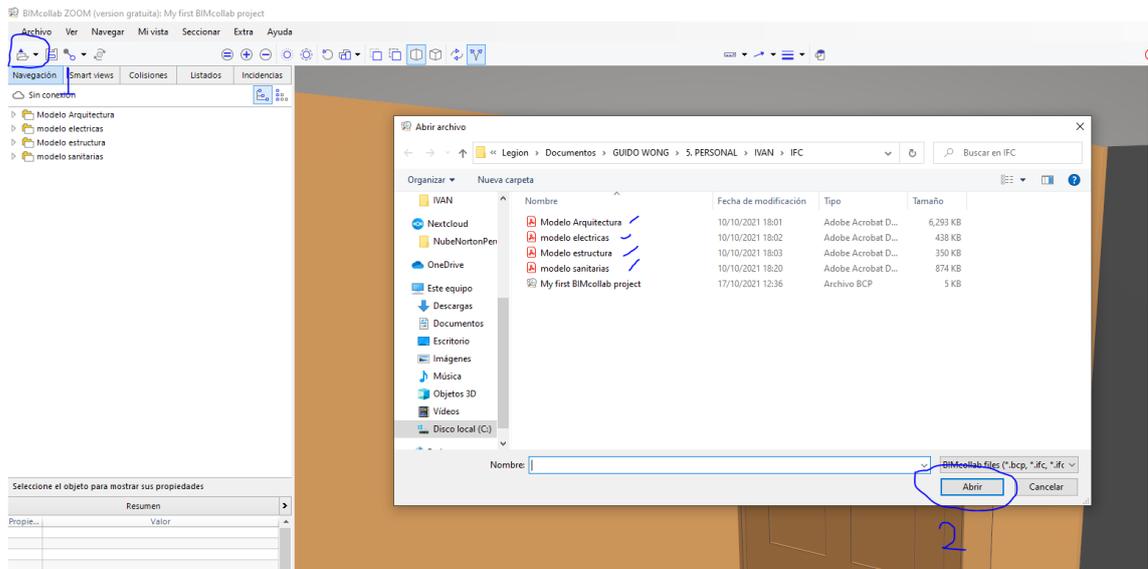


BIM COLLAB ZOOM

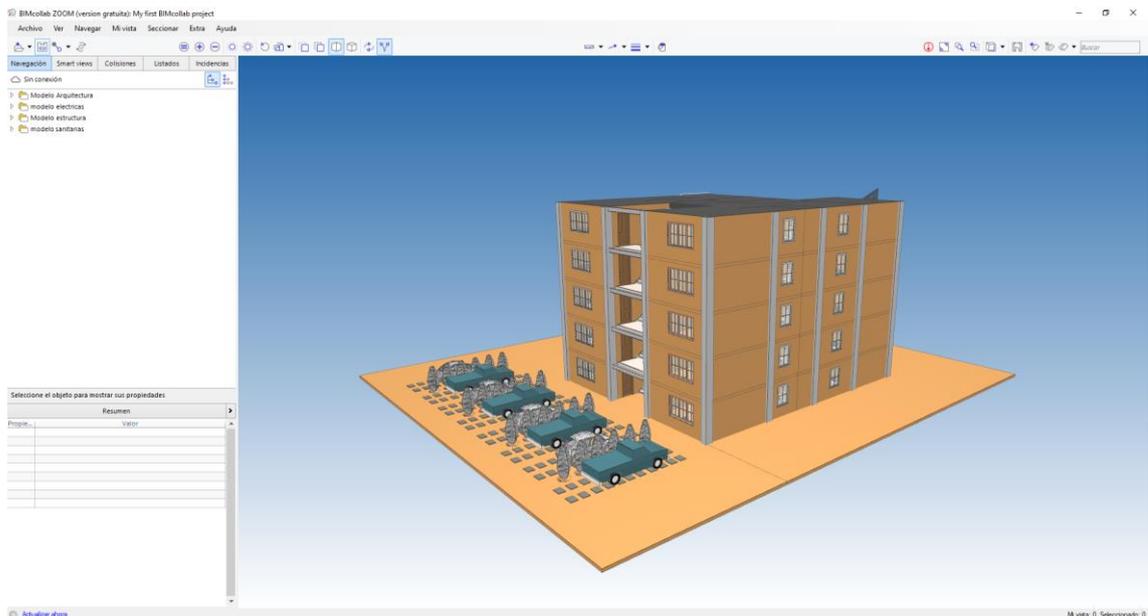
En el *software* se inició la sesión colaborativa con los pasos que indica la siguiente imagen.



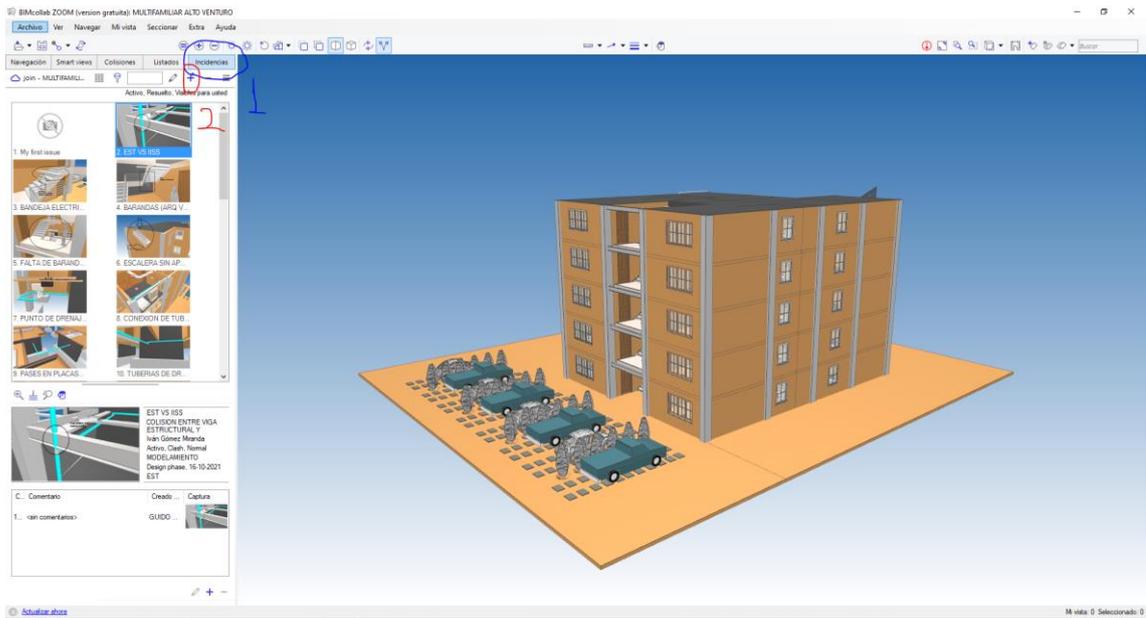
En la pestaña de navegación se cargó los modelos IFC de las especialidades que se coordinaron.



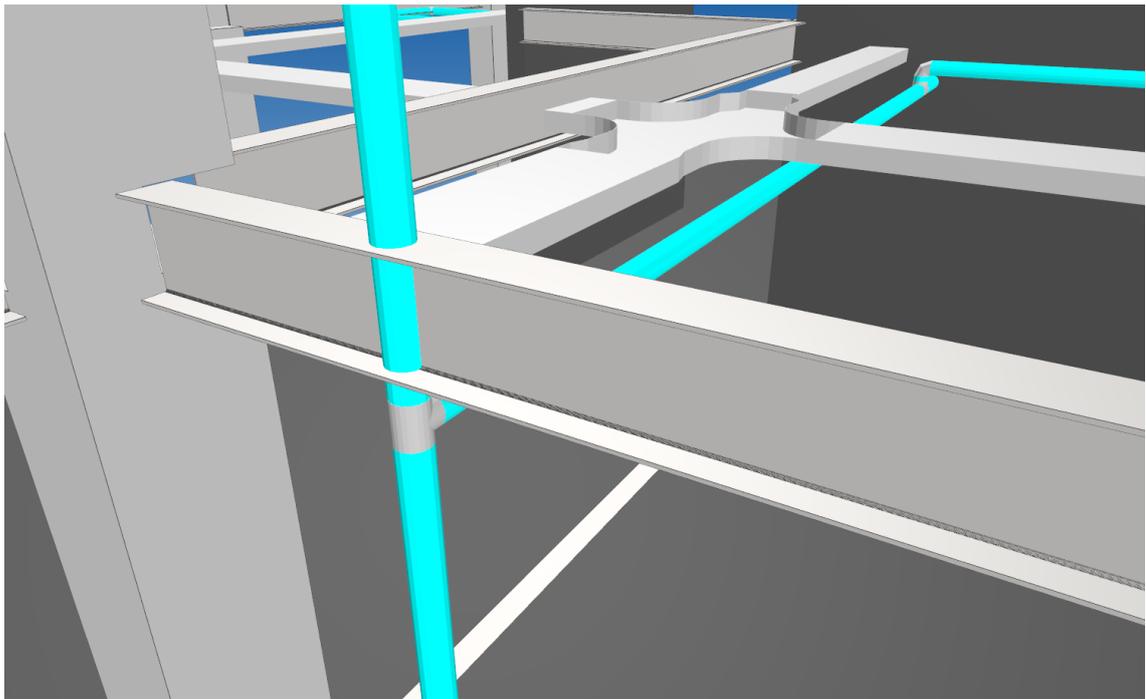
En la siguiente imagen se aprecian los IFC cargados.



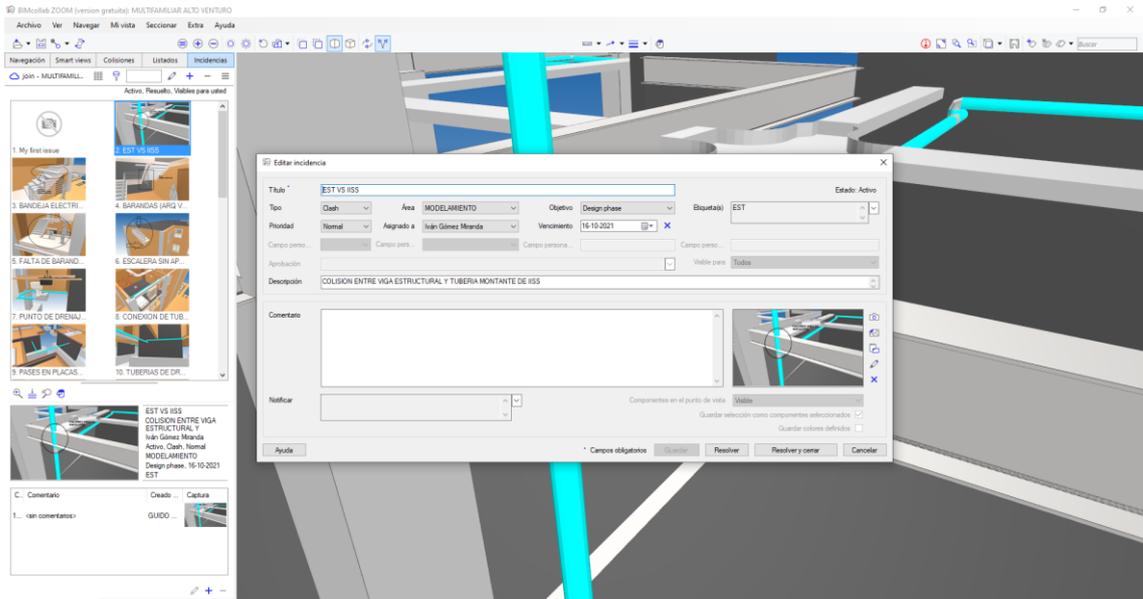
Con los IFC cargados se empezó a crear las incidencias según las incompatibilidades encontradas.



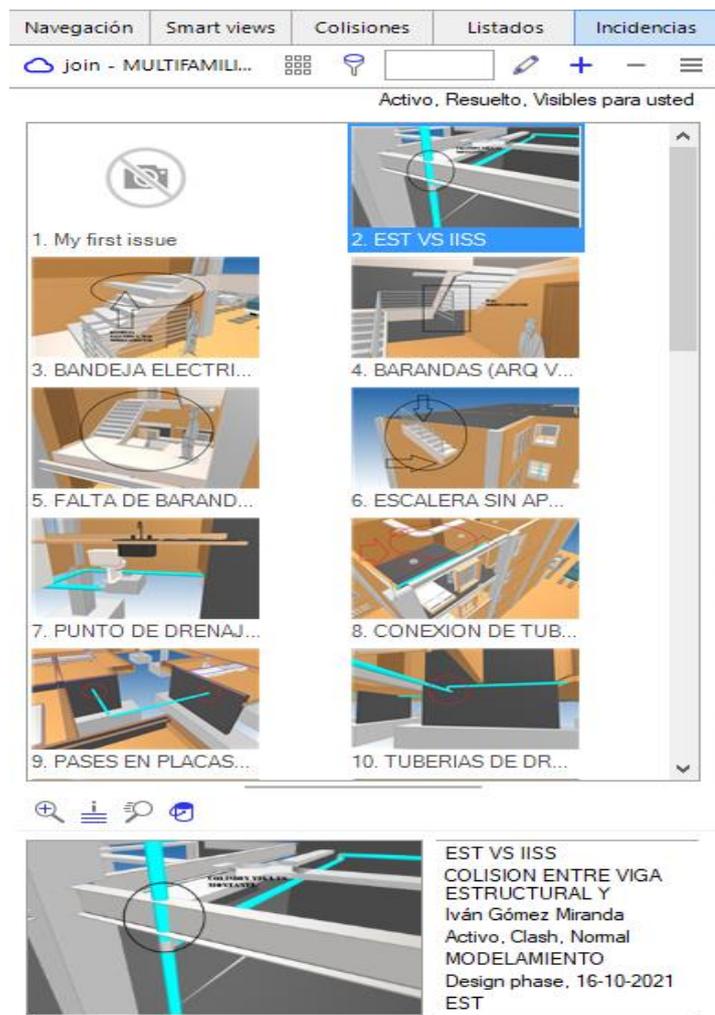
Posteriormente se buscaron las interferencias.



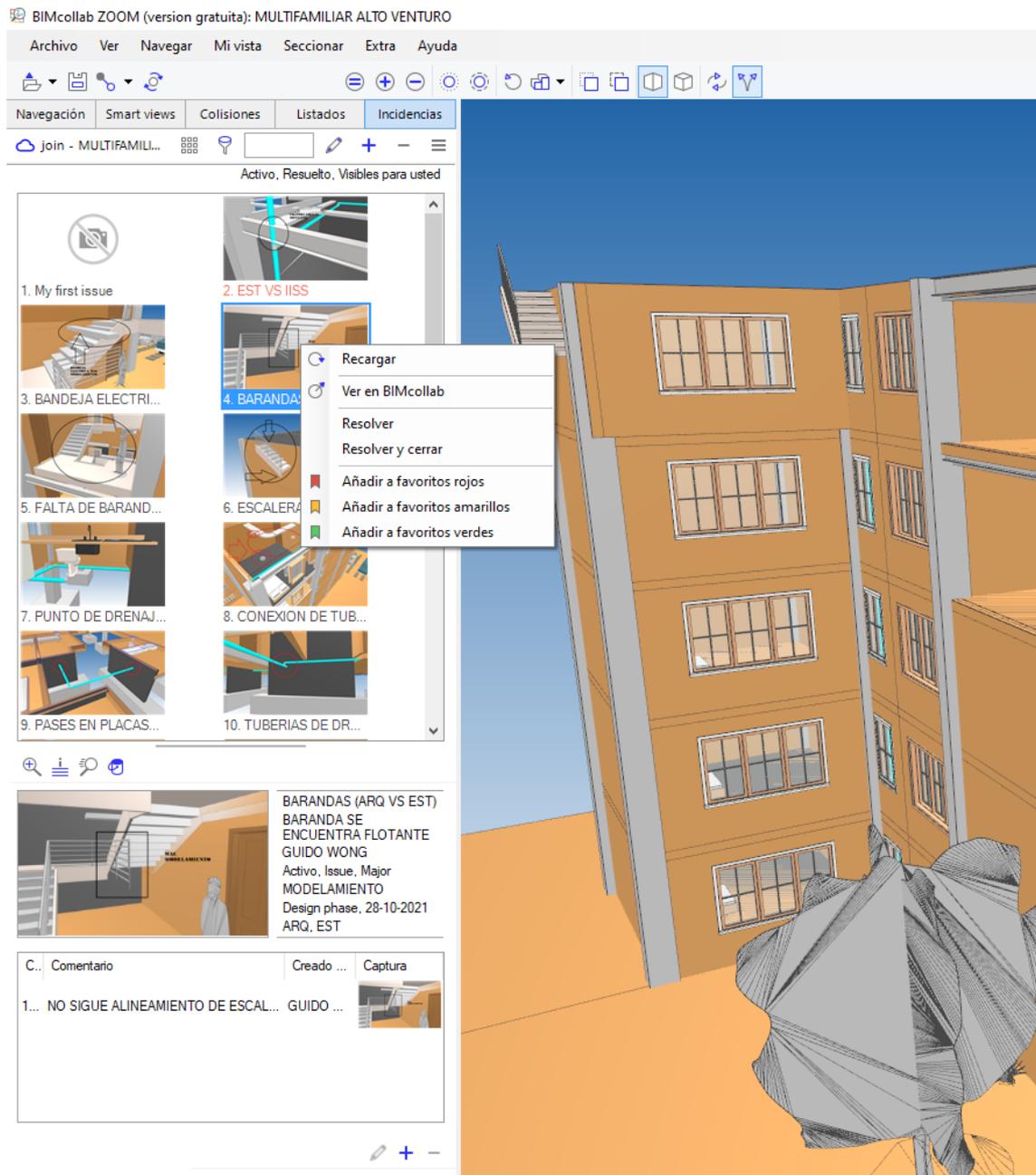
Detectadas las interferencias, se fueron agregando a la lista de incompatibilidades.



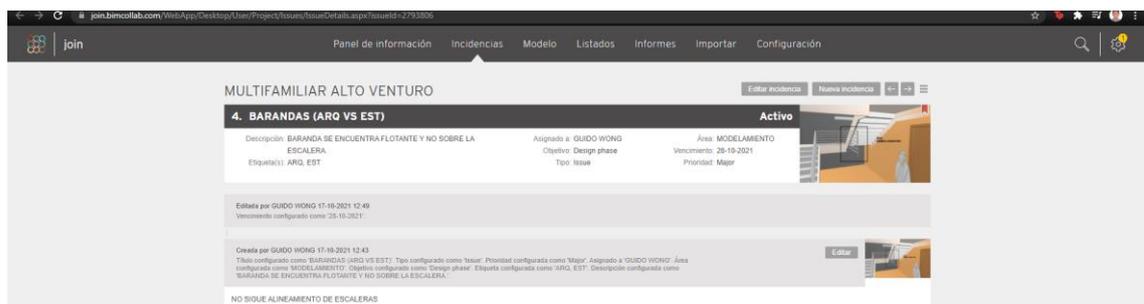
En el panel izquierdo se observa todas las incidencias que se van encontrando.



Luego se configuró la interoperabilidad entre la *web* y el *software*.



En la siguiente imagen se observa las incidencias en la *web*, las cuales se crearon previamente en el *software*.



A continuación, se muestran las 30 interferencias detectadas. Estas se encuentran en condición de activos.

ID	Foto	Nº	Título	Creado por	Modificado	Asignado a	Área	Objetivo	Fecha de inicio	Fecha de fin	Precedencia	Tipo	Estado
1			Ma. Bot. Issue	GUISO WONG	01-12-2020	GUISO WONG	MODELAMIENTO	Unobscured			Normal	Issue	Activo
2		5	BANDEJA ELÉCTRICA	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	20-10-2021	ARQ. RES	Mayor	Issue	Activo
3		4	BARRANDEAS (ARQ VS ESI)	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	28-10-2021	ARQ. ESI	Mayor	Issue	Activo
4		5	FALTA DE BARRANDEAS (ARQ)	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	20-10-2021	ARQ	Mayor	Issue	Activo
5		9	ESCALERA SIN ANCHO (ARQ)	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	USUARIO	Design phase	09-11-2021	ARQ	Critical	Issue	Activo
6		8	CONEXION DE TUBERIAS ELÉCTRICAS A PUNTO (RES)	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	09-11-2021	RES	Mayor	Issue	Activo
7		9	FINES EN PLACA (RES VS ESI)	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	USUARIO	Design phase	20-10-2021	RES. ESI	Normal	Clash	Activo
8		11	MONTAJE EN VENTANA (RES)	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	USUARIO	Design phase	04-11-2021	ARQ. RES. ESI	Mayor	Issue	Activo
9		12	PUNTO DE ILUMINACION (RES)	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	MODELAMIENTO	Design phase		RES	Mayor	Issue	Activo
10		13	VIGA RELAJA (ESI)	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	29-10-2021	ESI	Critical	Fault	Activo
11		14	PUNTO ELECTRICOS (RES)	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	09-11-2021	RES. ESI	Mayor	Issue	Activo
12		18	FINES EN PLACA (MA VENTANA ESI VS ARQ)	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	USUARIO	Design phase	19-10-2021	ARQ. ESI	Critical	Issue	Activo
13		17	PUNTO DE ILUMINACION (RES)	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	01-12-2021	RES. ESI	Mayor	Issue	Activo
14		19	TUBERIA DE USUARIOS	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	USUARIO	Unobscured	19-11-2021	RES. ESI	Critical	Fault	Activo
15		20	VANO DE PUERTA EN BANDO (ESI)	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	09-11-2021	ARQ. ESI	Critical	Clash	Activo
16		21	VENTANA DE BANDO (ARQ VS ESI)	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	19-10-2021	ARQ. ESI	Critical	Issue	Activo
17		22	TUBERIA DE RES	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	28-10-2021	RES. ESI	Mayor	Issue	Activo
18		23	VENTANAS CLAROS	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	31-10-2021	ARQ	Mayor	Fault	Activo
19		28	BANDEJA EN TUBO	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	09-11-2021	RES	Mayor	Issue	Activo
20		27	VERIFICACION DE DIMENSION DE PUERTA	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	USUARIO	Design phase	01-11-2021	ARQ	Mayor	Fault	Activo
21		28	TUBERIAS DE VENTILACION (RES)	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	USUARIO	Design phase	30-10-2021	RES	Critical	Fault	Activo
22		29	ORIENTACION SIN LLENADO QUE SOPORTAR	GUISO WONG	10-10-2021	GUISO WONG	USUARIO	Design phase	29-10-2021	ESI	Critical	Fault	Activo
23		3	ESI VS RES	GUISO WONG	10-10-2021	Isabel Gómez Miranda	MODELAMIENTO	Design phase	18-10-2021	ESI	Normal	Clash	Activo
24		7	PUNTO DE DRENAJE (RES)	GUISO WONG	10-10-2021	Isabel Gómez Miranda	MODELAMIENTO	Design phase	23-11-2021	RES	Normal	Issue	Activo
25		10	TUBERIAS DE DRENAJE (RES)	GUISO WONG	10-10-2021	Isabel Gómez Miranda	USUARIO	Design phase	19-10-2021	RES	Normal	Issue	Activo
26		16	PUNTO ELECTRICOS (RES VS RES)	GUISO WONG	10-10-2021	Isabel Gómez Miranda	MODELAMIENTO	Design phase	14-11-2021	RES. RES	Critical	Clash	Activo
27		19	PUNTO DE ILUMINACION EN LOSA (ESI VS RES)	GUISO WONG	10-10-2021	Isabel Gómez Miranda	MODELAMIENTO	Design phase	09-11-2021	RES. ESI	Critical	Issue	Activo
28		24	FALTA PUNTO DE AGUA	GUISO WONG	10-10-2021	Isabel Gómez Miranda	USUARIO	Design phase	28-10-2021	RES	Mayor	Issue	Activo
29		25	FALTA PUNTO ELECTRICOS (RES)	GUISO WONG	10-10-2021	Isabel Gómez Miranda	USUARIO	Design phase	28-10-2021	RES	Mayor	Fault	Activo
30		26	BANDEJA COLISIONA CON VIGA (ESI VS RES)	GUISO WONG	10-10-2021	Isabel Gómez Miranda	MODELAMIENTO	Design phase	20-10-2021	RES. ESI	Critical	Issue	Activo

join
Panel de información | Incidencias | Modelo | Listados | Informes | Importar | Configuración

MULTIFAMILIAR ALTO VENTURO

Propietario: -

Incidencias abiertas: 30

Incidencias pendientes de su resolución: 8

Incidencias pendientes de su aprobación: 0

Integración: -

Tiempo medio para cerrar (días): -

Antigüedad media de incidencias abiertas (días): 11

Incidencias por estado

- Activo
- Resuelto
- Cerrado

Abiertos por objetivo

- Design phase
- Sin decidir

Abiertos por área

- MODELAMIENTO
- DISEÑO

Abiertos por tipo

- Issue
- Fault
- Clash

Abiertos por prioridad

- Critical
- Mayor
- Normal
- Minor
- On hold

A continuación, se muestran las 30 interferencias que se detectaron y compatibilizaron. Estas se encuentran en condición de cerrados.

ID	Foto	CCT	Título	Creado por	Finalizado	Asignado a	Área	Objetivo	Inicio	Cierre	Finalidad	Tipo	Estado
1			My Ben Issue	GUIDO WONG	07-13-2021	GUIDO WONG	MODELAMIENTO	Unidad			Normal	Issue	Cerrado
2			BANDEJA ELECTROCA	GUIDO WONG	15-10-2021	GUIDO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	20-10-2021	ARL, E55	Major	Issue	Cerrado
4			BARRANCAS (ARQ VS EST)	GUIDO WONG	17-10-2021	GUIDO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	20-10-2021	ARQ, E57	Major	Issue	Cerrado
5			FALTA DE BARRANCAS (ARQ)	GUIDO WONG	17-10-2021	GUIDO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	20-10-2021	ARQ	Major	Issue	Cerrado
6			ESCALERA EN APOYO (ARQ)	GUIDO WONG	17-10-2021	GUIDO WONG	DESIGN	Design phase	05-11-2021	ARQ	Critical	Issue	Cerrado
8			CONEXION DE TUBERIAS ELECTRICAS A PUNTO (BEE)	GUIDO WONG	17-10-2021	GUIDO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	20-10-2021	RES	Major	Issue	Cerrado
9			PARIS EN PLACA (BEE VS EST)	GUIDO WONG	17-10-2021	GUIDO WONG	DESIGN	Design phase	20-10-2021	RES, E57	Normal	Clash	Cerrado
11			MONTANTE DE VENTANA (BEE)	GUIDO WONG	17-10-2021	GUIDO WONG	DESIGN	Design phase	24-11-2021	ARQ, RES, E57	Major	Issue	Cerrado
12			PUNTO DE ILUMINACION (BEE)	GUIDO WONG	17-10-2021	GUIDO WONG	MODELAMIENTO	Design phase		RES	Major	Issue	Cerrado
13			VERA DE TUBERIA (EST)	GUIDO WONG	17-10-2021	GUIDO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	20-10-2021	EST	Critical	Fail	Cerrado
14			PUNTO ELECTRICOS (BEE)	GUIDO WONG	17-10-2021	GUIDO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	05-11-2021	RES, E57	Major	Issue	Cerrado
16			PARIS EN PLACA PARA VENTANA (EST VS ARQ)	GUIDO WONG	17-10-2021	GUIDO WONG	DESIGN	Design phase	15-10-2021	ARQ, E57	Critical	Issue	Cerrado
17			PUNTO DE LUMINARIA (BEE)	GUIDO WONG	17-10-2021	GUIDO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	01-11-2021	RES, E57	Major	Issue	Cerrado
18			TUBERIA DE ENTREGA	GUIDO WONG	17-10-2021	GUIDO WONG	DESIGN	Unidad	10-11-2021	RES, E57	Critical	Fail	Cerrado
20			VARO DE PUERPA EN BARRIO (EST)	GUIDO WONG	17-10-2021	GUIDO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	05-11-2021	ARQ, E57	Critical	Clash	Cerrado
21			VENTANA DE BARRIO (ARQ VS EST)	GUIDO WONG	17-10-2021	GUIDO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	15-10-2021	ARQ, E57	Critical	Issue	Cerrado
22			TUBERIA DE BEE	GUIDO WONG	17-10-2021	GUIDO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	20-10-2021	RES, E57	Major	Issue	Cerrado
23			VENTANAS CUADROS	GUIDO WONG	17-10-2021	GUIDO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	21-10-2021	ARQ	Major	Fail	Cerrado
26			BANDEJA EN TECHO	GUIDO WONG	17-10-2021	GUIDO WONG	MODELAMIENTO	Design phase	05-11-2021	RES	Major	Issue	Cerrado
27			VERIFICACION DE DIMENSION DE PUERTA	GUIDO WONG	17-10-2021	GUIDO WONG	DESIGN	Design phase	01-11-2021	ARQ	Major	Fail	Cerrado
28			TUBERIAS DE VENTILACION (BEE)	GUIDO WONG	17-10-2021	GUIDO WONG	DESIGN	Design phase	20-10-2021	RES	Critical	Fail	Cerrado
29			CONEXION EN ELEMENTO QUE SOPORTAN	GUIDO WONG	17-10-2021	GUIDO WONG	DESIGN	Design phase	20-10-2021	EST	Critical	Fail	Cerrado
3			EST VS BEE	GUIDO WONG	17-10-2021	Idaí Gómez Miranda	MODELAMIENTO	Design phase	15-10-2021	EST	Normal	Clash	Cerrado
7			PUNTO DE ORDENAL (BEE)	GUIDO WONG	17-10-2021	Idaí Gómez Miranda	MODELAMIENTO	Design phase	20-10-2021	RES	Normal	Issue	Cerrado
10			TUBERIAS DE ORDENAL (BEE)	GUIDO WONG	17-10-2021	Idaí Gómez Miranda	DESIGN	Design phase	15-10-2021	RES	Normal	Issue	Cerrado
15			PUNTO ELECTRICO (BEE VS BEE)	GUIDO WONG	17-10-2021	Idaí Gómez Miranda	MODELAMIENTO	Design phase	14-10-2021	RES, BEE	Critical	Clash	Cerrado
18			PUNTO DE ILUMINACION EN LOSA (EST VS BEE)	GUIDO WONG	17-10-2021	Idaí Gómez Miranda	MODELAMIENTO	Design phase	05-11-2021	RES, E57	Critical	Issue	Cerrado
24			FALTA PUNTO DE AGUA	GUIDO WONG	17-10-2021	Idaí Gómez Miranda	DESIGN	Design phase	20-10-2021	RES	Major	Issue	Cerrado
25			FALTA PUNTO ELECTRICO (BEE)	GUIDO WONG	17-10-2021	Idaí Gómez Miranda	DESIGN	Design phase	20-10-2021	RES	Major	Fail	Cerrado
30			BANDEJA COLGADA CON VISA (EST VS BEE)	GUIDO WONG	17-10-2021	Idaí Gómez Miranda	MODELAMIENTO	Design phase	20-10-2021	RES, E57	Critical	Issue	Cerrado

join
Panel de información
Incidencias
Modelo
Listados
Informes
Importar
Configuración
🔍
⚙️

MULTIFAMILIAR ALTO VENTURO

Propietario: -
Incidencias abiertas: 0

Incidencias pendientes de su resolución: 0
Incidencias pendientes de su aprobación: 0

Integración: -

Tiempo medio para cerrar (días): 11
Antigüedad media de incidencias abiertas (días): -

Anexo 14: Autorización de emisión de información corporativa



Lima, 13 de noviembre de 2021

Por la presente, autorizamos a los Sres. Gómez Miranda, Ivan Gonzalo y Rodas Ramos, Diego Evelio, a fin de que pueda utilizar los datos, figuras o fotografías de la empresa, así como firmas y otros documentos del staff de ingeniería que labora en nuestras instalaciones para la elaboración de su tesis denominada: GESTIÓN DE CRONOGRAMA PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO DE LATENCIA EN EL DISEÑO DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES.

Sin otro particular, nos despedimos.

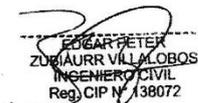
Atentamente,



BAKER ANDERSON
SANCHEZ VILLACORTA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 146777



Walter Sheen Paoli
GERENTE GENERAL
NORTON Edificios Industriales
Perú S. A. C.



EDGAR PETER
ZUÑIGA VILLALOBOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 138072

.....
Staff de Norton Edificios Industriales Perú SAC