

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



***Gestión de Valor en el Diseño, Planificación y Estimación de
un Edificio de Oficinas con Modelos BIM***

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ABEL SABOGAL GUERRERO

Lima- Perú

2015

DEDICATORIA

A Mis Papas Abel y Yola porque estos logros son suyos, a mi hermana Daniela porque siempre tuvo un café para mí y a Mi cómplice casi esposa Mirella por su comprensión y apoyo incondicional en todo.

ÍNDICE

RESUMEN	3
LISTA DE FIGURAS	4
INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I: LEAN CONSTRUCTION Y LA TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN	9
1.1 LEAN CONSTRUCTION	9
1.2 LA TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN	11
1.2.1 La representación visual	12
1.2.2 Practicas actuales (BIM-lpd)	15
CAPÍTULO II: DISEÑO VIRTUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN	17
2.1 BIM	17
2.1.1 Que es el BIM	17
2.1.2 Modelos virtuales	18
2.1.3 Inteligencia de modelo	19
2.1.4 Links	19
2.2 PROCESO BIM - COMO USAR EL MODELO BIM	20
2.2.1 BIM en la pre construcción	21
2.2.2 BIM en la construcción	22
2.2.3 BIM en la post construcción.	23
2.3 BIM PLANNING	24
2.3.1 Fase planeamiento pre construcción	24
2.3.2 Fase construcción dirección de proyectos	26
2.4 DEFINICIÓN DEL DETALLE DEL MODELO	28
2.4.1 Nivel de detalle según CAPECO	29
CAPITULO III: ESTUDIO DEL CASO	31
3.1 ANTECEDENTES	31
3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	32
3.3 ETAPAS DE GESTIÓN DEL PROYECTO	38
3.3.1 Etapa de planeamiento	38

3.3.2 Etapa de pre construcción	39
3.3.3 Etapa de construcción	40
3.4 INFLUENCIA DE LOS INTERESADOS	40
3.5 PROCESOS DE GESTIÓN DE VALOR	41
3.5.1 Análisis de diseño	41
3.5.2 Análisis constructabilidad	63
3.5.3 Análisis planificación	65
CAPITULO IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	69
4.1 RESUMEN DE INTERFERENCIAS	69
4.2 CONSIDERACIONES EN LAS SESIONES ICE	74
4.3 REPORTE DE METRADOS	75
4.3 PLANIFICACIÓN 4D	78
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
5.1 CONCLUSIONES	79
5.1 RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	82
ANEXOS	83

RESUMEN

El presente informe de suficiencia fue realizado para reportar el análisis del proceso de gestión de valor en el diseño, planificación y estimación de metrados de un proyecto con la ayuda de la tecnología de la información, específicamente los modelos BIM.

Este proceso busca reducir los re trabajos o retrasos por incompatibilidades, así como mitigar la variabilidad evaluando escenarios “¿Qué pasaría si.....?”. Para este fin los modelos BIM contribuyeron en la comunicación del proyecto y gestión del diseño.

Se evalúa como evolucionaron los sistemas de representación gráfica y cómo los modelos BIM generan valor al desarrollo de proyectos.

Habiendo definido los principios de la gestión Lean y cómo la tecnología de la información forma parte de estos procesos, procederemos a explicar el caso de estudio, el cual es un proyecto de Edificio de Oficinas que se encuentra en etapa de pre construcción. Evaluaremos el diseño, la planificación y la constructabilidad del proyecto.

Habiendo concluido con la evaluación de los procesos mencionados, procederemos a analizar los resultados y a listar las conclusiones y recomendaciones del uso de estas tecnologías en la etapa de pre construcción.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ilustración del flujo de procesos de producción	9
Figura 2 Mejoramiento de la eficiencia de la calidad y producción	10
Figura 3 Ilustración de reunión de planificación	12
Figura 4 Ilustración de la representación Visual CAD- CAVT – BIM	13
Figura 5 Ilustración interrelación de los 4 procesos de interacción humana	15
Figura 6 Ilustración Integración de las diferentes disciplinas de un proyecto	16
Figura 7 Imagen Información que contiene modelo BIM	18
Figura 8 Imagen Compatibilización Tradicional	22
Figura 9 Imagen reunión de coordinación de proyecto	23
Figura 10 Nivel de detalle 1 modelo BIM	29
Figura 11 Nivel de detalle 2 modelos BIM	30
Figura 12 Nivel de detalle 3 modelos BIM	30
Figura 13 Problema de interpretación CAD	31
Figura 14 Nivel de Interacción entre los procesos de gestión	32
Figura 15 Planta del primer Nivel Edificio de Oficinas	33
Figura 16 Elevación del edificio de oficinas	34
Figura 17 Cuadro de Áreas del edificio de oficinas	37
Figura 18 Imagen 3D del edificio de Oficinas	38
Figura 19 Etapas de gestión del proyecto	38
Figura 20 Ciclo del proyecto	40
Figura 21 Influencia de los interesados	41
Figura 22 Procesos de gestión del diseño	42
Figura 23 Diagrama de barras información recibida	43
Figura 24 Porcentaje de información recibida y pendiente	43
Figura 25 Modelo de Estructuras	44
Figura 26 Resumen de volúmenes de concreto	44

Figura 27 Distribución del concreto total y el concreto en torre	44
Figura 28 Leyenda de tipos de tabiques	45
Figura 29 Planta de Piso 2 Tipos de tabiques	45
Figura 30 Modelo de arquitectura	46
Figura 31 Detección de interferencias Navisworks®	46
Figura 32 Detección de interferencias Navisworks®	47
Figura 33 Revisión de información pendiente del proyecto	47
Figura 34 Porcentaje de información pendiente del proyecto	48
Figura 35 Detección de interferencias 2D	49
Figura 36 Sesión Ice especialidades	50
Figura 37 Modelo de instalaciones eléctricas	50
Figura 38 Modelo de instalaciones sanitarias	51
Figura 39 Modelo de instalaciones agua contra incendio	51
Figura 40 Modelo de instalaciones aire acondicionado	52
Figura 41 Modelo de instalaciones renovación de aire	52
Figura 42 Modelo de instalaciones comunicaciones	53
Figura 43 Sectorización de análisis de modelo	54
Figura 44 Cronograma de reuniones Sesión ICE	54
Figura 45 Interferencia entre especialidades	55
Figura 46 Interferencia entre especialidades Navisworks®	56
Figura 47 Interferencia en planta	57
Figura 48 Interferencia 3D	57
Figura 49 Corte de la solución de Interferencias	58
Figura 50 Isométrico de la solución de Interferencias	58
Figura 51 3D de la solución de Interferencias	59
Figura 52 3D de la solución de Interferencia N4	59
Figura 53 Definición de losas en sótano	60

Figura 54 Definición de losas en torre	61
Figura 55 Definición de tabiques	61
Figura 56 Tipos de Tabiques en Mezzanine	62
Figura 57 Tipos de tabique en sótano 1	62
Figura 58 Modelo BIM primer anillo	63
Figura 59 Modelo BIM segundo anillo	64
Figura 60 Modelo BIM cuarto anillo	64
Figura 61 Modelo BIM quinto anillo	65
Figura 62 Sectorización de sótanos	65
Figura 63 Tren de trabajo sótanos frente 1 y frente 2	66
Figura 64 Tren de trabajos torre	66
Figura 65 Sectorización de trabajos torre	66
Figura 66 4D del proyecto ,5to sótano, frente 1 y frente 2	67
Figura 67 Cronograma de estructuras del edificio	67
Figura 68 4D del proyecto, sótano 3, sótano 2, frente 1 y frente 2	68
Figura 69 4D del proyecto, primer piso, frente 1 y frente 2	68
Figura 70 4D del proyecto, 3er piso, frente 1 y frente 2	69
Figura 71 4D del proyecto, 4to piso, frente 1 y frente 2	69
Figura 72 4D del proyecto, 10mo piso, frente 1 y frente 2	69
Figura 73 Histograma Interferencia entre especialidades	70
Figura 74 Resumen de interferencias entre especialidades	71
Figura 75 Reporte de interferencia entre especialidades	72
Figura 76 Reporte de interferencia entre especialidades	73
Figura 77 Reporte de interferencia entre especialidades	73
Figura 78 Sesión ICE del proyecto	74
Figura 79 Listado de m ² de muros por piso	75
Figura 80 Listado de m ² de muros por tipo	76

Figura 81 Resumen de m ² tabique por especificación	76
Figura 82 Resumen de m ² tabique por material	76
Figura 83 Listado de m ³ en cimentaciones por estructura	77
Figura 84 Listado de m ³ de columnas por niveles	77
Figura 85 Listado de m ³ placas estructurales por niveles	77
Figura 86 Planificación de accesos	78
Figura 87 4D preliminar de obra	78

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene por objetivo analizar la gestión del diseño, la planificación y estimación de metrados de un proyecto con la ayuda de la tecnología de la información, específicamente los modelos BIM.

Actualmente en el Perú, las empresas constructoras vienen construyendo los proyectos virtualmente con el fin de detectar interferencias, mejorar los procesos y analizar los posibles escenarios, buscando reducir los riesgos asociados a la construcción.

Las inmobiliarias en el Perú también vienen adoptando estas nuevas tecnologías con la ventaja de poder explotar estas herramientas en etapas tempranas del ciclo de vida del proyecto.

En el caso de estudio del presente informe detallaremos el proceso de gestión del diseño en la etapa de pre construcción.

Revisaremos la metodología utilizada para el análisis y solución de incompatibilidades, los beneficios de la información que podemos almacenar en el modelo, el análisis de constructabilidad y el análisis de la planificación del proyecto. Presentando una forma de poder explotar estas herramientas desde etapas tempranas del proyecto.

CAPITULO I: LEAN CONSTRUCTION Y LA TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

1.1 LEAN CONSTRUCTION

Lean Construction es un sistema de gestión basado en las teorías del Lean Production (transformación, Flujo, generación de valor) aplicándose a los temas de planificación, ejecución y control.

Lean Construction aparece como una alternativa que mejora la competitividad de las empresas en el mercado en la que se busca identificar las perdidas y se ejecuten los correctivos necesarios para la mejora de la productividad y por ende la competitividad.

El autor finlandés Lauri Koskela (1992), analiza los nuevos conceptos de la construcción y define que:

“La producción es un flujo de materiales y/o información desde la materia prima hasta el producto final. En este flujo; el material es procesado (Conversiones), inspeccionado, se encuentra en espera o es transportado. Estas actividades son diferentes entre sí, los procesos representan las Conversiones en la producción, mientras que los transportes, esperas e inspecciones, son los flujos de esta producción”

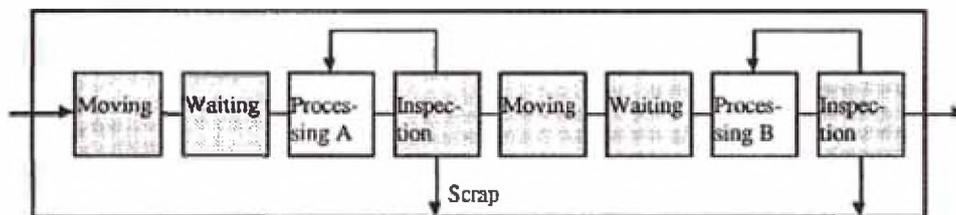


Fig.1 Ilustración del flujo de procesos de producción en el cual los cuadros sombreados representan las actividades que no agregan valor (CIFE TR72, Koskela,1992)

El nuevo concepto de producción establece que el proceso productivo se compone de conversiones y flujos. Se denominan conversiones a todas las actividades que agregan valor y se denominan flujos a las actividades que no agregan valor. Por ello, el objetivo es reducir los flujos para contribuir con la eficiencia de las actividades de transformación, minimizando las actividades que no generan valor.

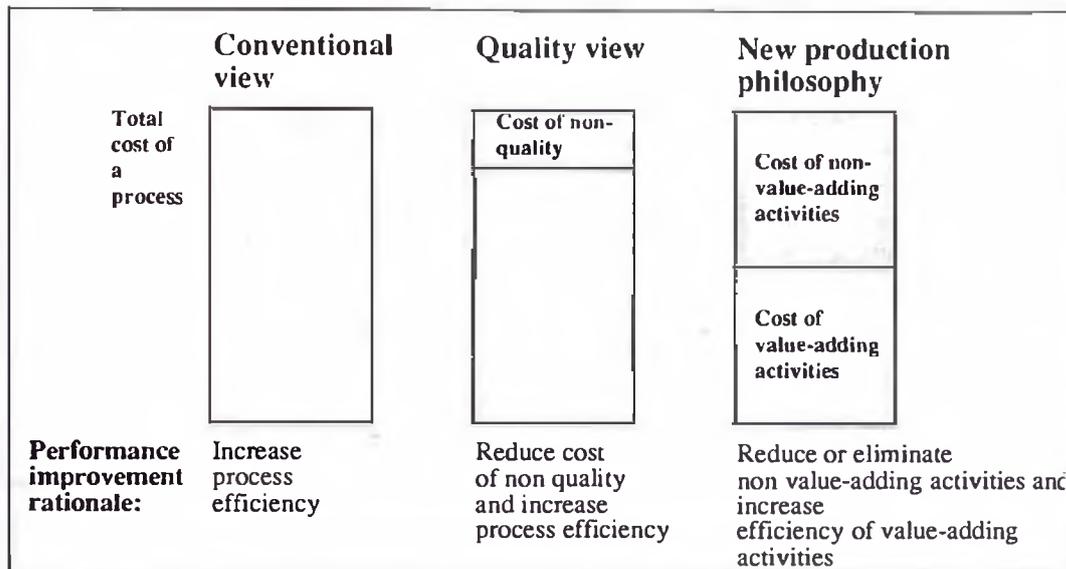


Fig.2 Mejoramiento de la eficiencia según el concepto convencional de calidad y nueva filosofía de producción. Notamos que la visión de calidad contiene sólo una parte de las actividades que no agregan valor (CIFE TR72, Koskela, 1992)

Según el nuevo enfoque de producción se definieron principios para el mejoramiento del proceso de producción:

- Reducir o eliminar las actividades que no agreguen valor
- Incrementar el valor del producto con base en los requerimientos de los clientes
- Reducir la variabilidad
- Reducir los tiempos del ciclo
- Simplificar mediante la minimización del número de pasos y partes
- Incrementar la flexibilidad de la producción
- Incrementar la transparencia del proceso
- Enfocar el control al proceso completo
- Mejora continua de los procesos
- Balancear el mejoramiento de los flujos y las conversiones
- Comparar el desempeño de los procesos (Benchmarking)

La teoría de construcción sin pérdidas requiere de fortalecer los sistemas de gestión de la producción así como de los procesos de producción en sí, centrando su trabajo en el manejo de sistemas adecuados de planificación operacional y el diseño de procesos. Estos procesos en conjunto con los

sistemas de control adecuados que reducen las pérdidas, principalmente a través de la mejora de la confiabilidad en los flujos.

La filosofía Lean para la construcción requiere tomar verdadera ventaja de las herramientas de gestión, el cambio es una realidad. La globalización es un factor predominante que impulsa a la competitividad y por ende a mejorar la eficiencia de la construcción en el país. Dos factores predominantes del vertiginoso cambio han sido el avance en las computadoras y en las comunicaciones. Estos representan los 2 pilares del cambio tecnológico de la actualidad y están relacionadas con información que es creada, distribuida, procesada y almacenada.

Las tecnologías de la información (TI) representa este cambio tecnológico, el cual a la fecha forma parte de nuestras actividades cotidianas. Son numerosas las herramientas que nos brindan las TI para la industria de la construcción las cuales se mencionan a continuación.

1.2 LA TECNOLOGÍA DE LA INFORMACION PARA LA CONSTRUCCIÓN

Actualmente, la información de los proyectos es ingresada en diversos software o generada a partir de programas informáticos y son representados en diferentes formatos los cuales son usados por las diferentes disciplinas del proyecto. Estos pueden ser software con propósitos generales como las hojas de cálculo (MS Excel®) o procesadores de documentos (MS Word®), programas específicos para las disciplinas como el Mechanical CAD, estimación de costos S10, Primavera Project Planner, etc.

Las TI contribuyen a transmitir lo que cada participante del proyecto analiza en su mente. Las interpretaciones de cada uno sobre el proyecto pueden ser distintas siendo éstas la base de las discusiones y de la toma de decisiones, con lo cual se avizora un resultado más realista.

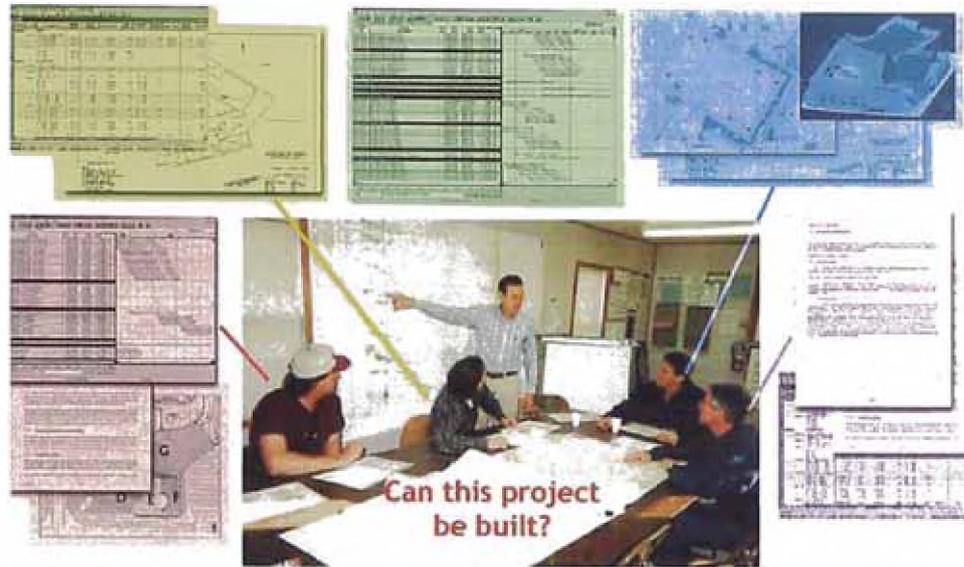
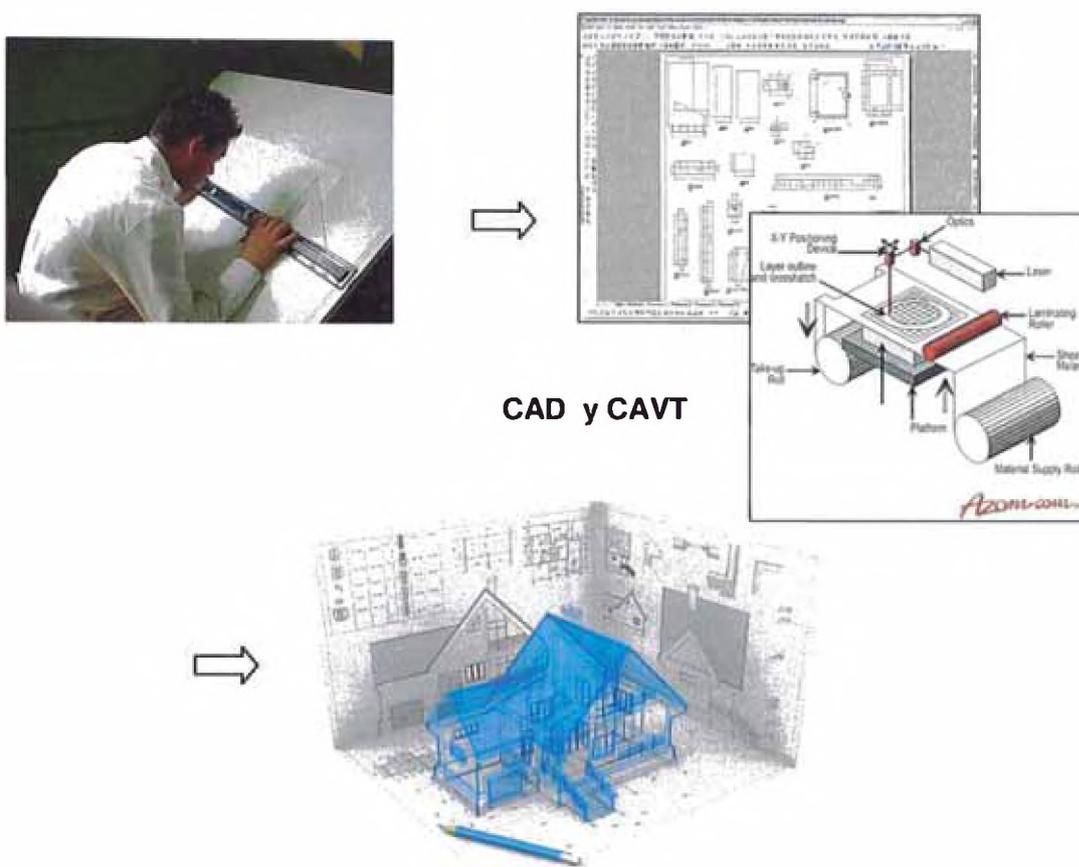


Fig.3 Varios especialistas de diferentes áreas se reúnen para planificar y llevar a cabo el desarrollo del proyecto. Cada especialista documenta su trabajo en diferentes sistemas y formatos, de esta forma generan información valiosa para el proyecto. (Building Information Modeling, Mc Graw Hill Construction, 2008)

1.2.1 LA REPRESENTACION VISUAL

Las herramientas provistas por las TI que han sido identificadas como herramientas claves dentro del contexto de cambio y mejoramiento de la productividad de obras de construcción, han sido las relacionadas con la representación visual de la información. Durante mucho tiempo se ha buscado representar la geometría de los proyectos de construcción, la cual, mediante estas técnicas se convierte en una realidad física.

Anteriormente se usaban planos y maquetas que contenían la información de la geometría del proyecto. Esto ha ido evolucionando. Hoy en día, el avance de las TI nos permite tener una gran variedad de herramientas para la representación visual de los proyectos, tanto en el producto final como en los procesos. Estas herramientas aparecen con los Sistemas CAD (Computer Aided Design) pasando a los CAVT (Computer Aided Visualization Tools) y actualmente con los modelos BIM (Building Information Modeling).



CAD y CAVT

Fig.4, Representación visual CAD, CAVT, BIM. (<http://eadic.com/>)

El mayor beneficio de las TI en los proyectos de diseño y construcción radica en las interfaces de las disciplinas, cumpliendo con la función de soporte para el planeamiento y coordinación multidisciplinaria de los proyectos de construcción. De igual manera nos ayudan a simular, analizar y evaluar el diseño del proyecto solicitado para de esta forma optimizar los procesos, mejorando el entregable.

El CIFE (Center for Integrated Facility Engineering) en conjunto con miembros de la industria AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción) ha realizado diversas investigaciones sobre la tecnología avanzada de información para ser aplicadas a proyectos, tales como Modelos 4D, visualizaciones, modelación de procesos y e-business, tecnologías colaborativas, gestión de la cadena de abastecimiento, etc.

Una de las investigaciones con muy buenos resultados y la más representativa de las TI para la construcción es La Modelación en 4D y Visualización. Estas

tecnologías fueron implementadas por grandes empresas como Bechtel, Kvaener, las cuales impulsaron el desarrollo de las mismas.

Actualmente empresas peruanas vienen implementando estas herramientas en diversos proyectos, donde el uso de la tecnología de la información nos brinda una integración real de las distintas fases del proyecto. Este es un gran paso para la industrialización de la construcción.

Los modelos BIM, la constructabilidad y el 4D son presentados en este informe dentro del marco de innovación, mejoramiento de la eficiencia y productividad en la industria de la construcción. El uso de la TI en la industria de la construcción nos introdujo en una nueva generación de herramientas que han sido de gran ayuda para la reducción de la complejidad e incertidumbre que son propios del desarrollo de un proyecto de construcción. Estos medios digitales han reducido los esfuerzos para el desarrollo de la información.

Actualmente todos los proyectos de construcción cuentan con TI para la representación visual de sus proyectos. En el Perú, gran parte de empresas utiliza los sistemas CAD. Sin embargo, grandes empresas como GYM, COSAPI, AESA, URBANOVA vienen migrando al BIM.

A. LA NUEVA GENERACIÓN DE LA REPRESENTACIÓN VISUAL

Años atrás, muchos estándares se han generado para la representación gráfica de los proyectos de construcción con la finalidad de comprender e interpretar los requerimientos del cliente. El principal objetivo de un proyecto de construcción es cumplir con las necesidades del cliente y agregar valor a la construcción, entregando un producto de calidad incrementando la eficiencia (en tiempo y costo) así como la reducción de riesgos. El uso de las tecnologías BIM como herramienta ayuda a cumplir estos objetivos.

Una característica del BIM es que permite gestionar con mayor precisión el alcance de los proyectos haciendo más visible la deficiencia de los mismos.

Las acciones e interacciones humanas se basan en 4 conceptos: visualización, comprensión, comunicación y colaboración. Estos conceptos están relacionados con estas nuevas tecnologías y son interdependientes.

La planificación, diseño y construcción tienen que trabajar en conjunto para lograr buenos resultados. De esta manera el uso de los modelos BIM nos proporciona una herramienta de integración eficaz.

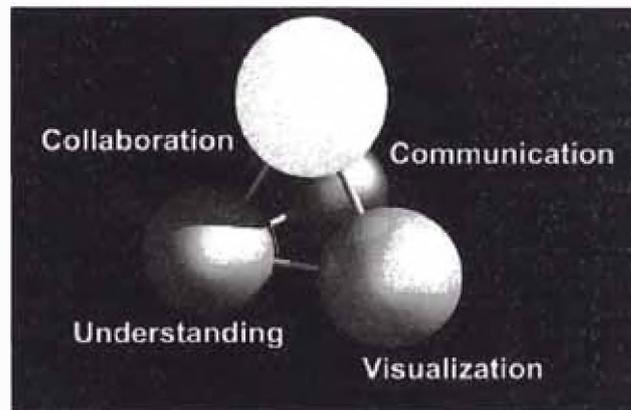


Fig.5 Interrelación de los 4 conceptos que forman la base de las acciones e interacciones humanas

1.2.2 PRACTICAS ACTUALES (BIM-IPD)

En algunos casos la responsabilidad del diseño y la construcción son consideradas como proyectos separados. Esto ha llevado a perder diferentes oportunidades de mejoras en los proyectos: en beneficio del cliente, los diseñadores y el constructor. Por este motivo, en muchos países se viene desarrollando los modelos IPD (Integrated Project Delivery) que tienen como base los modelos BIM.

El IPD utiliza los modelos BIM durante el diseño, la construcción y operación del proyecto, con lo cual se mejora la comunicación, promoviendo que la integración esté garantizada y la comprensión del proyecto mejore.



Fig.6 Integración de las diferentes disciplinas del proyecto

<http://sketchando.forumotion.com/>

Una de las grandes deficiencias de nuestro sistema de gestión radica en la incomprensión e incompatibilidades que generan los modelos en 2D. Los modelos BIM han erradicado esto y han dado paso a nuevas herramientas de diseño, comunicación y análisis de constructabilidad los cuales contribuyen a la reducción de la variabilidad y los riesgos propios de la construcción.

Probablemente la reducción de riesgos sea solo un beneficio para el cliente. Sin embargo, para los contratistas y proyectistas significa mayor competitividad.

CAPITULO II: DISEÑO VIRTUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN

2.1 BIM

BIM (Building Information Modeling) es un modelo que simula el proceso de construcción. Del producto de esta simulación se puede obtener una cuidadosa planificación así como el análisis de los procesos constructivos al detalle. El planeamiento simula la construcción en una plataforma virtual, el cual es representado en una PC a través del uso de un software.

La construcción virtual implica que podamos experimentar con la misma y hacer ajustes al proyecto antes de su ejecución. Los errores virtuales no tienen consecuencias serias pues cuando un proyecto es planeado y construido virtualmente, la gran mayoría de los aspectos importantes del proyecto son transmitidos y comunicados antes de la construcción. Una característica fundamental de los modelos BIM es que se desarrolla y actualiza a través de la retroalimentación de la información, la evolución del modelo y la información relevante del proyecto que es iterativa. Así mismo, los responsables del desarrollo del proyecto van desarrollando sus disciplinas mientras el alcance y detalles van incrementándose gradualmente.

2.1.1 ¿QUÉ ES EL BIM?

El BIM es una simulación de un proyecto de construcción el cual consiste en un modelo 3D de los componentes del proyecto, estos componentes se encuentran vinculados a la planificación del proyecto de construcción y operación.

En las últimas décadas, los ingenieros y arquitectos prefieren modelar sus proyectos en 3D. Los planos 2D son necesarios para los permisos y comunicación con los demás colaboradores del proyecto. Sin embargo, las nuevas generaciones están abriendo paso a una nueva generación de representación visual en la cual los modelos 2D pasaran a la historia dando pase a los modelos en 3 dimensiones.

Actualmente existen empresas que ya diseñan sus proyectos en modelos 3D coordinando mayores detalles propios de la complejidad de las construcciones.

Esto ha creado un gran potencial de visualización y comunicación inclusive para gente que no sabe leer planos.

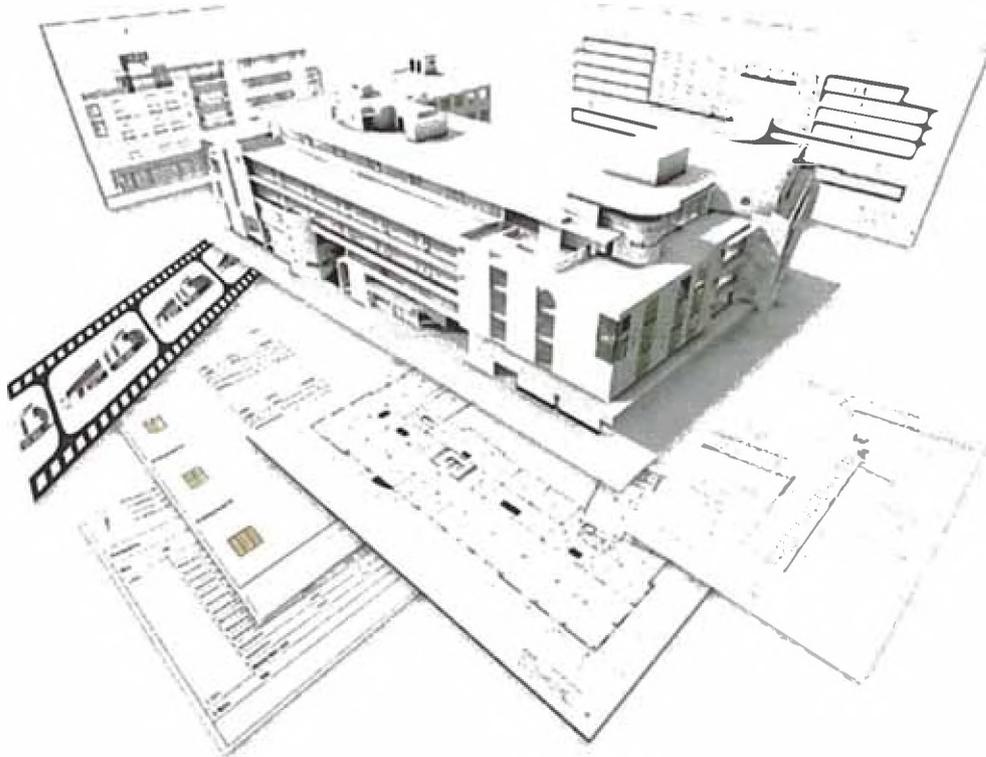


Fig.7 Modelo BIM del cual podemos extraer variedad de información,
Fuente (<http://www.vicosoftware.com>)

Lo importante no es tener el modelo BIM, sino la comprensión del proyecto que ofrece a través de la generación del mismo y los beneficios que se puedan tener de la información que se extrae.

2.1.2 MODELOS VIRTUALES

En los modelos virtuales se puede nombrar a los modelos de superficie y los modelos sólidos. Los modelos de superficie sólo contienen información de su tamaño, forma, ubicación, etc. Ninguna superficie contiene información acerca de características de volumen y dimensiones. Los modelos que presentan mayor información que los modelos de superficie son generalmente llamados "Smart Models" los cuales son generados por modelos sólidos.

Un modelo sólido, como los modelos BIM, puede generar vistas en 2D y puede utilizarse en documentación convencional de proyectos de construcción. El modelo se puede utilizar para desarrollar el proyecto al detalle y extraer la documentación en 2D necesaria.

El BIM sería suficiente para transmitir el proyecto a cabalidad y no sería necesario desarrollar gráficos en 2D. Sin embargo, los softwares y los procesos permitidos aun necesitan desarrollarse más, resaltando que no se está lejos de que eso ocurra.

2.1.3 INTELIGENCIA DEL MODELO

El BIM es llamado un modelo inteligente debido a toda la información que se puede extraer del mismo. Contiene información de la naturaleza del objeto tales como: dimensiones del objeto, la ubicación, la cantidad y otra información paramétrica de los objetos.

Modelos sólidos con información paramétrica son smart models llamados "Object Based Models". Estos tipos de modelo llegan a un nivel superior en el cual se puede detallar parámetros importantes. Por ejemplo, para un muro se puede definir: la geometría, las dimensiones, las vistas (Floor plan and sections), el material, el presupuesto, etc.

La creación de un Composite Model provee otra dimensión del modelo inteligente. Este modelo se refiere a la integración de varios modelos que contienen toda la información del proyecto. Este modelo brinda la ventaja de que las diferentes especialidades (arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, HVAC, etc), pueden ser trabajadas independientemente e integradas para su análisis.

2.1.4 LINKS

Linkings o mejor conocidos en nuestro idioma como vínculos, enlaces o conexión, refiere a un aspecto importante de los modelos virtuales. Los vínculos o enlaces de los modelos virtuales refieren a la interconexión con diferentes fuentes de información. Esta información puede ser parte del modelo en 3D o

puede estar contenido en otro formato como programas, base de datos, documentos de texto, etc.

Links de información pueden ser los parámetros de los objetos tales como un muro, una columna, una losa, etc. Elementos de los cuales puede ser extraída una base de datos con las dimensiones y demás características paramétricas de cada objeto.

Una característica importante del BIM es la interoperabilidad de varios modelos, los cuales pueden ser creados por diferentes softwares. Hoy en día, se ha desarrollado grandes esfuerzos para generar estándares de interoperabilidad entre los modelos.

El International Alliance For Interoperability (IAI) ha creado una plataforma uniforme para todos estos softwares la cual es llamada The International Foundation Class (IFC) format. De esta forma, toda información de los objetos puede ser transferida de manera correcta, en muchos casos es muy difícil que en la transferencia de datos se pueda completar y mantenerse tal cual en el formato de origen. Sin embargo, se están desarrollando tecnologías para mejorar estos procesos aun más.

2.2 PROCESOS DEL BIM- COMO USAR EL BIM

Los procesos de simulación de los modelos virtuales en 3D están relacionados directamente con las fases de construcción y se requerirán diferentes modelos BIM en cada fase del proyecto. Esto nos refleja que los modelos BIM no son modelos estáticos. El modelo 3D y la información vinculada son los resultados de cada fase y son sometidos a muchos cambios los cuales nos muestra que el BIM es un modelo dinámico.

- Proceso por el cual permite comprender precisamente el proyecto que el cliente desea ejecutar
- Proceso de diseño desarrollo y análisis del proyecto
- Proceso de gestión de la construcción
- Proceso de gestión de las operaciones del proyecto durante su uso actual

Los beneficios del BIM se presentan en las 3 fases del proyecto: pre construcción, desarrollo de la construcción y post construcción.

2.2.1 BIM EN LA PRE CONSTRUCCION

En esta etapa se busca analizar las ideas para la revisión del cliente quien tomará decisiones sobre las especificaciones y calidad de los espacios a construir. El modelo ayuda comunicando estos conceptos y se obtiene un claro programa de los requerimientos del proyecto. La optimización del desarrollo del diseño se basa en optimizar los requerimientos principales y de la misma manera el presupuesto para la construcción.

Durante los años 80 se desarrollaron muchos programas para la elaboración de modelos 3D los cuales contenían información adjunta a los elementos del modelo y mucho potencial para la comunicación del proyecto, facilitaba al proyectista en el desarrollo de los detalles permitiendo un mejor análisis de las posibles soluciones del diseño (escenarios what if). Los planos de construcción tradicionales (2D) son extraídos de las diferentes vistas del modelo. La conexión entre el modelo y los planos de construcción nos asegura que los cambios en el modelo serán reflejados en los planos, reduciendo el riesgo de cometer errores que generaría actualizar cada plano afectado.

Los documentos de construcción inteligentes son elaborados con la participación de múltiples colaboradores, cada especialista genera su respectivo modelo el cual finalmente se integra. Todas las partes de este composite model serán coordinadas y de esta forma se resolverán los posibles conflictos de espacio. Este proceso es llamado Clash Detection (identificación de interferencias).

La detección de interferencias es un proceso crítico en el desarrollo de ingeniería, sobre todo en las especialidades de mecánica, eléctricas y sanitarias. La coordinación de sistemas complejos es uno de los grandes beneficios de los modelos BIM, brindando comunicación y capacidad de acción frente a las posibles interferencias.

El modelo BIM nos permite hacer análisis de constructabilidad y definir las secuencias de construcción, inclusive evitar la improductividad de trabajos en

simultáneo para espacios pequeños. El modelo se convierte en una fuente visual de la programación. En cuanto al costo, el modelo cuenta con información en cada componente, pudiendo vincularla a una base de datos de costos lo que arrojaría un estimado del costo de la construcción basado en las cantidades extraídas del modelo.



FIG.8 Compatibilización tradicional (Building information Modeling, Mc Graw Hill Construction, 2008)

2.2.2 BIM EN LA CONSTRUCCIÓN

En esta etapa los modelos BIM son el gran soporte de la gerencia de la construcción. Habiéndose planificado la construcción y coordinado entre las especialidades, los modelos BIM serán requeridos para la comunicación del proyecto, la construcción y la fabricación e instalación de los componentes de la construcción.

El modelo será muy utilizado en las reuniones de coordinación, facilitando la visualización de los trabajos a realizar, analizando las restricciones así como los requerimientos para el desarrollo de las actividades. Con esta información se podrá generar una programación intermedia (3 week lookahead).

El modelo también permite hacer el seguimiento de lo realmente instalado a la fecha y de esta forma poder hacer el análisis de las actividades completadas así como el de los montos a valorizar.

Un modelo de estructuras metálicas con el despiece para fabricación e instalación, puede ser muy útil para el análisis de maniobras de instalación.

Cuando se genera un problema durante el periodo de construcción, el modelo BIM ayuda a formular una solución dando una correcta visualización del problema.

En esta fase de construcción, el factor más importante y en lo que beneficia el BIM vuelve a ser la comunicación y la colaboración de los diferentes miembros y especialidades del proyecto. El modelo BIM ayuda a identificar los requerimientos y restricciones que se podría tener para la correcta ejecución de la obra. Algunos de los análisis podrían ser, los espacios para los materiales, las estructuras temporales, la seguridad en campo, los requerimientos de calidad para las estructuras, etc.



Fig. 9 Reunión de coordinación de proyecto (Building information Modeling, Mc Graw Hill Construction, 2008)

2.2.3 BIM EN LA POST CONSTRUCCIÓN

En la fase de post construcción el BIM permite a los dueños del edificio poder analizar las operaciones de mantenimiento. La naturaleza del modelo se registrará en función a estas operaciones de mantenimiento, el modelo BIM utilizado para la fase de construcción tendrá que ser modificado para poder ser representado en un modelo "As Built". Es posible que adicionalmente se le agregue al modelo los muebles y demás detalles para una mejor comprensión del espacio acabado.

Para los gerentes de operaciones del edificio es importante identificar los sistemas del edificio tales como los sistemas mecánicos, sistemas de tuberías, sistemas eléctricos. El mantenimiento de los equipos también puede ser monitoreado a través del modelo. Finalmente, si se desea hacer alguna remodelación a futuro, este modelo será vital para la elaboración del proyecto de remodelación.

2.3 BIM PLANING

Es importante definir cómo se desarrollará el proyecto con anticipación y establecer métodos de control para evaluar los resultados de cada proceso. Teniendo definido el desarrollo del proyecto y las especificaciones se podrá desarrollar del modelo. Este modelo deberá estar orientado al proceso mas no al objeto como normalmente se desarrollan los modelos en 3D y esto debido a que el proceso determinará las características necesarias del objeto a graficar.

Dentro del proceso de planificación se definen 3 etapas: el análisis del propósito del BIM, el desarrollo de las especificaciones para el modelo y finalmente el plan de implementación de las especificaciones desarrolladas.

2.3.1 FASE DE PLANEAMIENTO Y PRE CONSTRUCCIÓN

En la fase de pre construcción los modelos BIM son muy utilizados. Se podrá analizar el diseño conceptual y los temas de marketing para luego proceder con el planeamiento y desarrollo completo de los procedimientos de construcción.

En el diseño conceptual se podrán evaluar mediante modelos en 3 dimensiones la comunicación visual así como en modelos 5D el análisis del costo del proyecto.

El propósito principal de las imágenes es la comunicación y el desarrollo de ideas en conjunto con todos los participantes del proyecto.

Por otro lado, la creación de una estimación del costo en la etapa del desarrollo es revolucionaria y puede ayudar a desarrollar el proyecto con eficiencia orientando a evitar los costos innecesarios.

También se puede mencionar los beneficios de estos modelos para las preventas de los proyectos.

Dentro de la fase de planeamiento y pre construcción se puede definir los procesos de desarrollo de modelos 3D, análisis de constructabilidad, cronograma de construcción y el análisis de costos.

A. DESARROLLO DEL MODELO 3D

El modelo es punto inicial y la base para el desarrollo del diseño. Las comunicaciones entre los participantes del proyecto se inician a través del modelo. Este modelo permite la visualización en tres dimensiones lo cual es muy favorable para evaluar los diseños de cada colaborador. Prácticamente todas las ideas podrán ser plasmadas y evaluadas en el modelo.

Para el éxito del proceso de diseño es importante la interacción entre las especialidades y generar retroalimentación de las discusiones. En esta etapa los especialistas estructurales, mecánicos, eléctricos y sanitarios pueden incorporar ideas beneficiosas para el proyecto.

La evaluación del diseño es el beneficio primordial del modelamiento en 3D. En esta evaluación se estudian las alternativas y cada especialista da sus recomendaciones, siendo esta una excelente herramienta para la coordinación de las diferentes disciplinas involucradas. Esto se podrá lograr con un software que posea la herramienta Clash Detection la cual analiza los conflictos o interferencias entre las especialidades. El modelo contiene la ubicación de todos los componentes del sistema, de este modo el software mostrará las ubicaciones donde mas de un sistema ocupa el mismo espacio o muy cercanos en el modelo.

La etapa de diseño es la etapa en la cual se deberán desarrollar estos conflictos para de este modo garantizar la completa coordinación entre las especialidades.

B. ANÁLISIS DE CONSTRUCTABILIDAD

El análisis de constructabilidad refiere al estudio de los requerimientos y circunstancias necesarias para conseguir el resultado esperado.

Por ejemplo podríamos evaluar cuál sería la mejor opción para el ensamble de una estructura metálica, contemplar desde qué materiales serán los requeridos hasta el análisis de la fabricación, del ensamble y de la instalación de las partes del proyecto.

En estos análisis también intervienen los layouts o diagramas del área de trabajo, accesos para los proveedores, preparación de materiales en campo, diagrama de excavaciones, ubicación de estacionamiento de maquinarias, etc.

La ingeniería de valor refiere a las consideraciones a tomar para maximizar el valor del diseño y componentes. Puede ser incluida en esta etapa con grandes resultados.

Para los análisis de constructabilidad será ideal incluir a los subcontratistas para de esta forma ellos puedan participar también del diseño.

C. PLANIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

En esta etapa nos ayudaremos de los modelos BIM para poder generar planificaciones en 4D. Esta refiere a las 3 dimensiones del espacio más una de tiempo, la cual nos permitirá simular la construcción antes de su ejecución dándonos una gran capacidad de reacción anticipada a posibles inconvenientes en la etapa de construcción. Inclusive se podrá analizar alternativas de secuencia, posicionamiento de grúas, etc.

D. COSTO DEL PROYECTO

Para el costo del proyecto se puede utilizar el modelo BIM estimando el costo así como haciendo el seguimiento a través de las diferentes fases del proyecto. En las etapas tempranas del proyecto es beneficioso establecer costos por m², un modelo 5D nos permitirá obtener estimados y con esto controlar el monto base de inversión.

2.3.2 FASE DE CONSTRUCCIÓN DIRECCIÓN DE PROYECTOS

Actualmente los modelos BIM en la fase de construcción son utilizados principalmente para la comunicación, identificación y solución de problemas en la construcción, para el planeamiento de las actividades y análisis de los planos de

fabricación de estructuras metálicas (modelo 3D detallado). El BIM tiene un gran potencial para la optimización de la programación de actividades y el flujo de actividades.

A. GESTIÓN DEL EQUIPO DE PROYECTO

Esto refiere a la gestión de la interacción de los especialistas y constructores durante la etapa de diseño y construcción del proyecto. Es importante recordar al equipo de proyecto la necesidad de mantener claros los objetivos del cliente. El principal objetivo de esta gestión será la clara y oportuna comunicación y coordinación entre los participantes del proyecto.

Para esta gestión se deberá resolver ¿Qué?, ¿Cómo? y ¿Cuándo? se deberá reportar al cliente. Actualizar el modelo será la segunda actividad crítica de esta gestión, la cual deberá hacerse en coordinación y designando responsabilidades para cada miembro del equipo. El uso del modelo BIM hará los entregables más transparentes para el equipo de proyecto.

Las coordinaciones de trabajo en 3D son muy beneficiosas ya que se puede identificar rápido y fácilmente muchas características del proyecto, las mismas que serían muy difíciles de visualizar en el formato 2D tradicional. El BIM puede funcionar como fuente de coordinación del lookahead plan, se acomoda la visualización según la programación actual y se podría analizar los trabajos a realizar.

B. GESTIÓN DE LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN

Los procesos que son necesarios para hacer posible la construcción estarán generalmente vinculados a las movilizaciones, procura, programación, análisis de costo y el flujo de caja, pedido de materiales y los componentes de fabricación e instalación.

La programación y el análisis de la secuencia nos definirá el tiempo necesario y el orden de cómo será ejecutada la construcción. La productividad será optimizada minimizando las interferencias en los flujos de los procesos. Esto será posible analizando la programación según la ubicación para evitar

interferencias de cuadrillas, así como el analizar la secuencia de ensamble de estructuras nos servirá para optimizar la eficiencia del ensamble.

El Modelo BIM permitirá la programación de las compras, permite vincular información de este tipo para el análisis en el modelo. Por ejemplo, el modelo de una estructura metálica podrá listar los elementos utilizados y de esta forma ya no necesitar los planos de fabricación.

El control del costo podrá ser analizado en el modelo. Se podrá simular el avance en él y de esta manera obtener el costo vinculado a los elementos para ser comparados con el costo real del proyecto.

C. GESTIÓN DE LOS PROCESOS DE OPERACIÓN

Al igual que en las anteriores fases del proyecto, el BIM brinda un beneficio visual con el cual se podrán gestionar las tareas de mantenimiento. En esta sección más importante que el planeamiento será el control de las operaciones, información de mantenimiento y los procesos en sí.

El control de operaciones refiere a la habilidad de gestionar los mantenimientos. Los modelos BIM podrá mostrar la información de mantenimiento tales como: repuestos, cronogramas de mantenimiento, fechas de mantenimientos pasados así como las instrucciones de instalación y/o mantenimiento. Esto se podrá dar en los sistemas de ventilación y aire acondicionado, análisis de consumo de energía, control de sistemas de seguridad.

2.4 DEFINICIÓN DEL DETALLE DEL MODELO

El modelo tendrá un nivel de detalle. Este nivel dependerá del propósito del modelo y del nivel de comprensión que se requiera. El propósito del modelo determinará el nivel de detalle.

Para definir el modelo se tendrá que definir el tipo de objeto así como el nivel de complejidad. Se podrá modelar tan detallado como se desee. Sin embargo, este deberá ser objetivo, solo se modelarán detalles que valen la pena detallar, ya que de lo contrario sería un esfuerzo inútil así como una pérdida de tiempo.

Los softwares de modelamiento organizan el modelo en función a los tipos de objetos, capas y algunas veces por zonas.

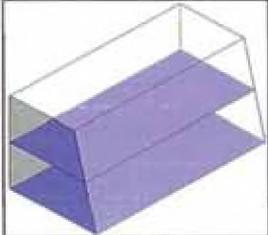
2.4.1 NIVEL DE DETALLE SEGÚN CAPECO

El Nivel de Detalle (ND) describe la cantidad de trabajo que se ha desarrollado dentro del modelo así como sus requisitos mínimos. El Nivel de Detalle es acumulativo y debe avanzar de un nivel a otro.

NIVEL 1 (ND-1)

Los modelos de Nivel 1 (ND-1) incluyen elementos tales como Masas que se utilizarán para estudios preliminares tales como Diseño Conceptual y Etapas (Phases) Generales del Proyecto.

Análisis basados en ubicación y orientación así como metrados generales de áreas y volúmenes pueden ser realizados en este nivel.



A HABILITACION URBANA	ARQUITECTURA	ESTRUCTURA	MECANICAS	SANITARIAS	ELECTRICAS
Cabida General	Programación de Areas	Cálculo de ratios	Calculo de Equipos	Calculo de Sistema	Calculo de Cargas
Análisis Geográfico				Calculo de Bomba Contra Incendio	

Fig. 10 Nivel de detalle 1 modelo BIM (<http://www.comitebimdelperu.com>)

NIVEL 2 (ND-2)

Los modelos de Nivel 2 (ND-2) incluyen elementos en que los cuales las masas han sido remplazadas por componentes genéricos, indicando los anchos y/o espesores finales de los diferentes objetos/elementos de la edificación.

Análisis generales de sistemas así como análisis más específicos pueden ser realizados en este nivel.



Fig. 11 Nivel de detalle 2 modelo BIM (<http://www.comitebimdelperu.com>)

NIVEL 3 (ND-3)

Los modelos de Nivel 3 (ND-3) incluyen elementos en los cuales los componentes genéricos han sido remplazados por componentes con la totalidad de sus materiales definidos.

Permite análisis específicos de Sistemas así como metrados exactos basados en los diferentes materiales pueden ser realizados en este nivel.



Fig. 12 Nivel de detalle 3 modelo BIM (<http://www.comitebimdelperu.com>)

CAPÍTULO III: CASO DE ESTUDIO

3.1 ANTECEDENTES

Durante el desarrollo de los proyectos de construcción, generalmente se presentan dificultades siendo unas de las más comunes las incongruencias entre los planos de construcción (diferentes especialidades) y la gestión del diseño.

Los procesos de compatibilización vienen siendo desarrollados en su mayoría en planos 2D. Muchas veces los planos 2D no cuentan con la información completa y se vuelven dependientes de la imaginación y experiencia del constructor, lo cual indicaría que el constructor trabaja con un porcentaje de error. Esto representa un riesgo para el desarrollo óptimo de la construcción ya que de ocasionarse un error, esta incompatibilidad generaría tiempos muertos para solucionar dichos problemas afectando la línea de producción y reduciendo los rendimientos. En otras palabras, afectaría en la planificación y por ende en la programación.

Para un mejor desarrollo del proyecto se necesita disminuir dicho porcentaje de error y de esta forma mitigar los riesgos de no cumplir con el costo ni con el plazo pactado.

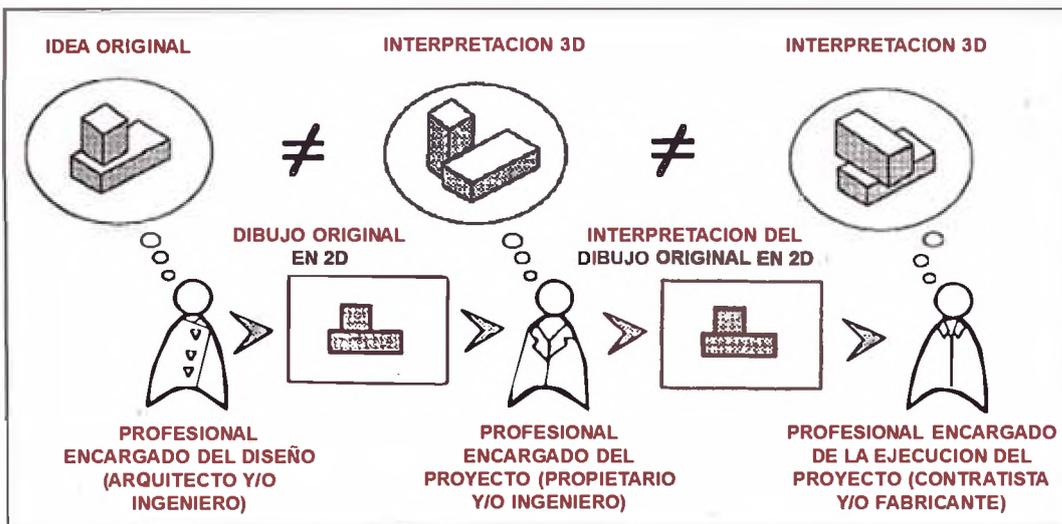


Fig.13 Problemas de Interpretación CAD, Fuente DCV consultores

Las tres actividades relacionadas con los proyectos de construcción, planeamiento, diseño y construcción, son a veces consideradas en conjunto debido al corto tiempo de acción entre cada una de ellas.

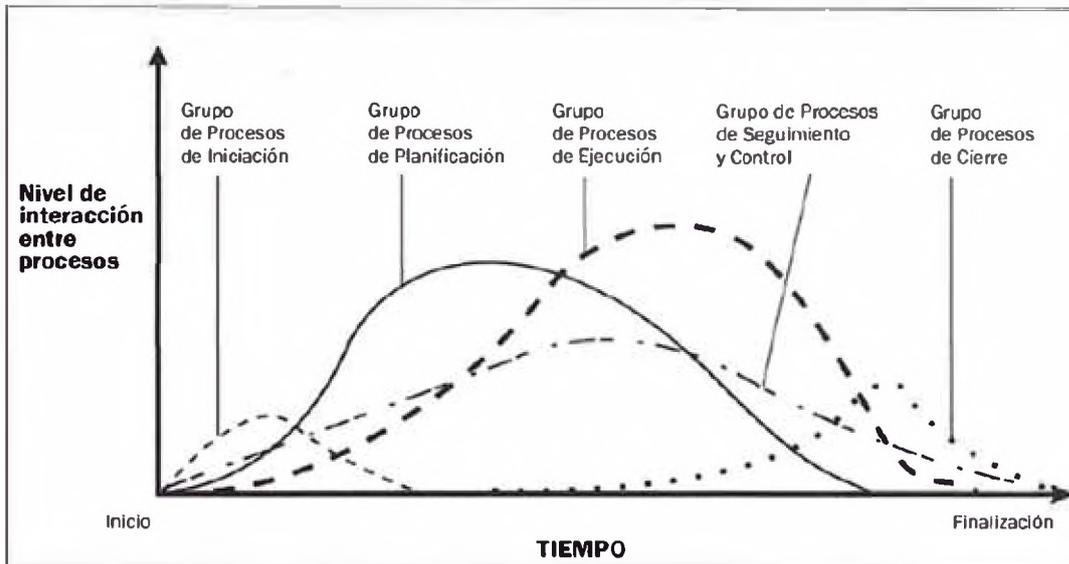


Fig.14 Nivel de interacción entre procesos, Fuente PMBOK 4ta edición

En el presente informe se tomó como caso de estudio un edificio de oficinas que será construido en la ciudad de Lima, el mismo que se encuentra en la etapa de pre construcción y se viene desarrollando un proceso de gestión de valor para poder analizar con antelación los posibles errores de diseño y el análisis de constructabilidad para la mejora de procesos de construcción.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

PROYECTO: Edificio de Oficinas

Ubicación

El edificio se encuentra ubicado en el distrito de San Isidro, provincia de Lima, departamento de Lima. El edificio ocupa la totalidad de una manzana, teniendo como frente principal la calle Las Begonias. Las calles Andrés Reyes, Dean Valdivia y El Parque conforman los otros tres frentes del edificio. Hacia este último frente se abre el parque Andrés Cáceres.

Terreno

De acuerdo a los títulos de propiedad el terreno tiene un área de 3,000m².

Proyecto

Se trata de un edificio de oficinas y locales comerciales de 10 pisos sobre superficie y 05 sótanos. En el primer piso se ubican el ingreso principal y de servicio a la torre de oficinas, el acceso vehicular a los sótanos de estacionamiento y seis locales comerciales.

El local comercial 1, de mayor área de venta, ocupa parte de los dos primeros pisos. En el segundo piso se encuentran ambientes complementarios para uso exclusivo de las oficinas. Las oficinas se ubican entre el tercer y el décimo piso.

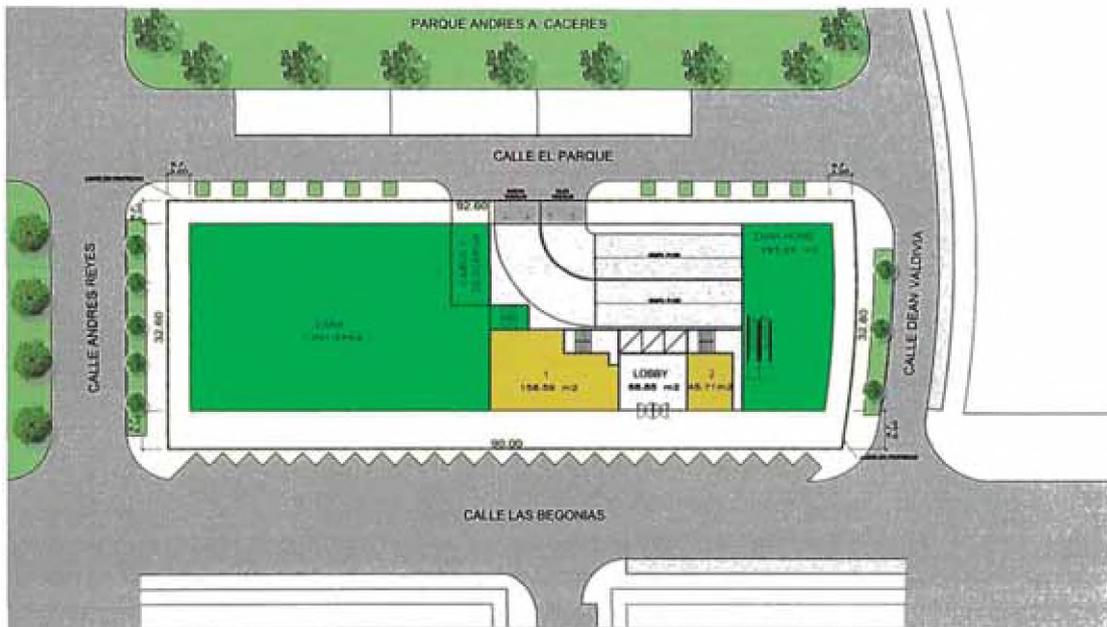


Fig.15 Planta del primer Nivel del edificio, Fuente Propia.

Concepto Arquitectónico

Al ocupar la totalidad de una manzana, el edificio tiene 4 frentes. Los dos primeros pisos conforman una especie de basamento que se extiende hasta el perímetro delimitado por los retiros normados para cada frente (5.00 metros en calle Las Begonias y 3.00 metros para las demás calles). Sobre este basamento se eleva una torre que contiene los pisos de oficinas (del 3º piso al 10º piso), la cual se alinea con el perímetro definido por los frentes a la calles Las Begonias, Dean Valdivia y el Parque, manteniendo la línea de fachada de los dos pisos inferiores, y retirándose del frente correspondiente a la calle Andrés Reyes. La

elevación sobre este frente es un plano inclinado que se forma al ir aumentando área los pisos de oficinas conforme gana altura la torre. La torre alcanza los 45.00 metros de altura, cota máxima permitida considerando una vez y media la sumatoria del ancho de vía más los retiros, parámetros medidos en la calle Las Begonias.

Tanto el basamento como la torre en sus cuatro elevaciones están cubiertos por muros cortina de cristal templado incoloro con aleros verticales de protección solar de aluminio.

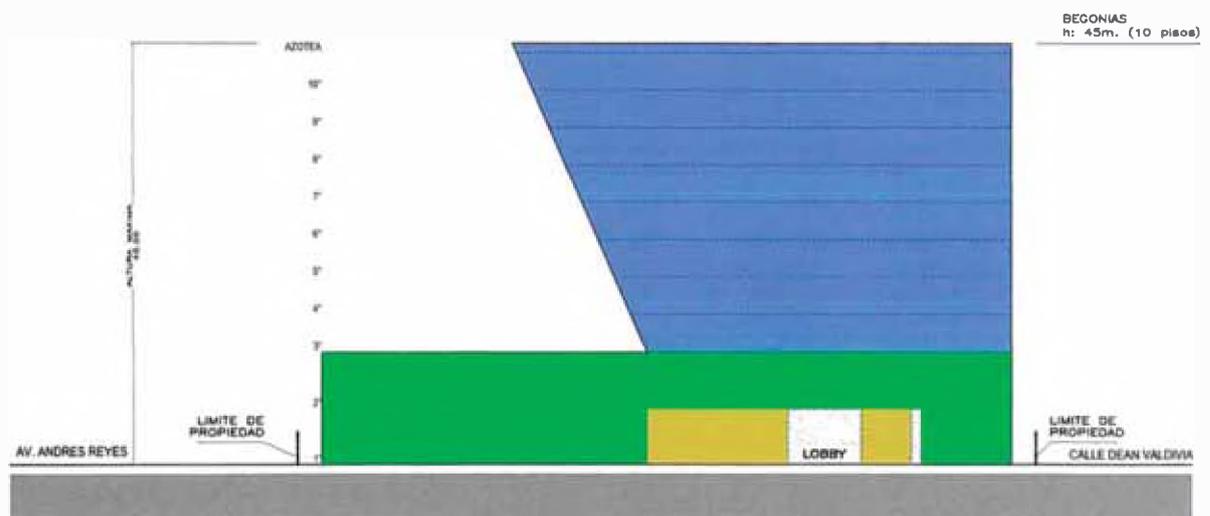


Fig. 16 Elevación del edificio, Fuente propia.

Área Techada

El área techada es de 30,546.57 m².

Estacionamiento

La capacidad total de estacionamiento es de 299 autos, repartidos en 5 sótanos de la siguiente manera:

- 1° Sótano = 42 autos
- 2° Sótano = 63 autos
- 3° Sótano = 67 autos
- 4° Sótano = 67 autos
- 5° Sótano = 60 autos

El requerimiento de autos del edificio es 299 autos; 223 estacionamientos de oficinas (incluye 37 para visitas) y 76 estacionamientos para comercio. Se han diferenciado los estacionamientos según su uso considerando las dimensiones de las plazas y espacio de maniobra requeridos.

Descripción del proyecto

Arquitectónicamente el edificio es una estructura aporricada de concreto armado que consta de 10 niveles de planta libre y 5 sótanos. Todos los niveles están conectados verticalmente por un núcleo central que contiene dos escaleras de escape, cuatro ascensores de uso general y dos ascensores de servicio, de los cuales uno recorre la totalidad de pisos y el otro llega solo hasta segundo nivel. Además, el edificio cuenta con una mezanine ubicada entre el primer y segundo piso, un techo técnico, cuarto de máquinas, y cuarto de bombas y cisternas ubicados en el último sótano.

Primera Planta

Hacia a la calle Dean Valdivia se encuentra el vestíbulo de ingreso a la torre de oficinas desde el cual se accede al hall de ascensores. Con frente a la calle Las Begonias y con acceso directo desde la calle, se ubican cinco locales comerciales (2, 3, 4, 5 y 6). En este mismo frente y haciendo esquina con la calle Andrés Reyes se ubica el local comercial 1 (de mayor área de venta) con acceso directo desde ambos frentes.

Hacia la calle El Parque se ubican el ingreso y salida de vehículos con la rampa de acceso al primer sótano, el ingreso de servicio del edificio y las salidas de escape de la torre de oficinas y de los estacionamientos ubicados en los sótanos. Las salidas de escape permiten una evacuación directa hacia la calle.

Planta Mezzanine

Este nivel se ubica entre el primer y segundo piso sobre la rampa de acceso al primer sótano. Se accede a ella por el ingreso de servicio. En este nivel se ubican la sala de atención de proveedores (35 personas), la oficina de administración del edificio y el cuarto de control. La mezanine también se conecta con la torre de oficinas por medio del ascensor de servicio.

Planta Nivel 2

Se ubican ambientes complementarios para uso exclusivo de las oficinas del edificio: dos salas de uso múltiple (42 personas c/u), una prefunción, una cafetería (96 personas), servicios higiénicos de uso común y un gimnasio con servicios higiénicos propios. Se tiene acceso directo desde el vestíbulo de ingreso por medio de una escalera o por los ascensores del hall. En este piso se ubica también el segundo nivel del local comercial 1, que se conecta en forma directa e independiente con el primer nivel a través de una escalera.

Planta típica Nivel 3

En este nivel empieza la torre con los pisos típicos de oficinas. El área destinada para oficinas puede ser dividida en dos locales, cada uno de los cuales cuenta con servicios higiénicos independientes además de baños para discapacitados. Considerando el área de oficinas, el aforo es de 109 personas. Se ubica también una terraza para uso exclusivo de las oficinas del edificio, a la cual se accede desde el hall de ascensores o directamente de las mismas oficinas de este nivel.

Planta Niveles 4 al 10

Planta piso típico de oficinas. El área destinada para oficinas puede ser dividida en 3 locales, cada uno de los cuales cuenta con servicios higiénicos independientes. Considerando el área de oficinas el aforo varía entre 113 personas en el 4º piso y 137 personas en el 10º piso. El área de oficinas se incrementa según gana altura la torre. Un hall de ascensores, que contiene las dos escaleras de escape, permite el acceso a cada oficina. En cada piso y próximo al hall de ascensores, se ubican un cuarto eléctrico-data y un cuarto para aire acondicionado.

Techo técnico

Al piso técnico se accede a través de las dos escaleras de escape que se ubican en el hall de ascensores. Retirado de los frentes del edificio, está separado del techo por una celosía metálica. En este ambiente se ubican los equipos para las instalaciones mecánicas de aire acondicionado.

Cuarto de Máquinas

Se ubica sobre la caja de ascensores y se accede por medio de una escalera desde el techo técnico.

Sótanos 1 al 5

El edificio cuenta con cinco sótanos en los cuales es posible el estacionamiento de 299 autos.

Una rampa de 6.00 metros de ancho y 15% de pendiente, permite el ingreso y salida vehicular desde la calle el Parque al 1° sótano. A partir de éste, el acceso vehicular a los niveles inferiores se da a través de una rampa curva de 6.00 metros de ancho y con pendientes de 13.35% y 12.6% (pendientes calculadas a ejes de cada carril) ubicada hacia uno de los extremos de cada sótano. Los radios de giro medidos a eje de carril son de 5.00m.

Un hall de ascensores permite conectar verticalmente los sótanos con los diferentes niveles del edificio. Dos escaleras de escape debidamente espaciadas son las que permiten además de la circulación vertical, la evacuación de los sótanos directamente a la calle en el primer piso. En cada nivel de sótano se ubican cuartos de inyección y extracción de monóxido de carbono, un botadero y depósitos.

En el 1° sótano se encuentran un área reservada para la subestación eléctrica con acceso directo e independiente desde la calle, cuarto para instalaciones mecánicas, cuartos para tableros y transformadores, dos cuartos para grupos electrógenos y un cuarto de basura.

CUADRO DE AREAS					
	AREA DE OFICINAS			TOTAL AREA TECHADA	ALTURA
	ÁREA TECHADA	ÁREA COMUN	ÁREA RENTABLE		
1° NIVEL	2,078.75 m ²	692.29 m ²	1,386.46 m ²	2,078.75 m ²	6.00 m.
MEZANINE	319.68 m ²	319.68 m ²	0.00 m ²	319.68 m ²	
2° NIVEL	2,032.58 m ²	149.19 m ²	1,883.45 m ²	2,032.58 m ²	6.00 m.
3° NIVEL	1,526.24 m ²	1051.48 m ²	474.76 m ²	1,526.24 m ²	4.00 m.
4° NIVEL	1,269.06 m ²	178.92 m ²	1,090.16 m ²	1,269.06 m ²	4.00 m.
5° NIVEL	1,305.55 m ²	178.91 m ²	1,126.64 m ²	1,305.55 m ²	4.00 m.
6° NIVEL	1,342.03 m ²	178.91 m ²	1,163.12 m ²	1,342.03 m ²	4.00 m.
7° NIVEL	1,378.51 m ²	178.92 m ²	1,199.59 m ²	1,378.51 m ²	4.00 m.
8° NIVEL	1,414.98 m ²	178.90 m ²	1,236.08 m ²	1,414.98 m ²	4.00 m.
9° NIVEL	1,451.45 m ²	178.92 m ²	1,272.53 m ²	1,451.45 m ²	4.00 m.
10° NIVEL	1,487.93 m ²	178.92 m ²	1,309.01 m ²	1,487.93 m ²	4.00 m.
SOTANO 1	2,866.77 m ²			2,866.77 m ²	
SOTANO 2	2,839.20 m ²			2,839.20 m ²	
SOTANO 3	2,902.07 m ²			2,902.07 m ²	
SOTANO 4	2,902.07 m ²			2,902.07 m ²	
SOTANO 5	2,902.07 m ²			2,902.07 m ²	
TECHO TÉCNICO	88.36 m ²			88.36 m ²	
CUARTO DE MÁQUINAS	101.64 m ²			101.64 m ²	
CISTERNAS	357.61 m ²			357.61 m ²	
TOTAL	30,546.57 m²	3,464.98 m²	12,141.80 m²	30,546.57 m²	44.00 m.

Fig. 17 Cuadro de Áreas, Fuente Urbanova Inmobiliaria.



Fig.18 Imagen 3D, Fuente Urbanova Inmobiliaria.

3.3 ETAPAS DE GESTIÓN DEL PROYECTO



Fig. 19 Etapas de Gestión, Fuente Propia

3.3.1 Etapa de planeamiento:

Durante el proceso de Planeamiento se desarrolla la idea, se estima la inversión y se evalúa la renta que se lograría. Este esfuerzo busca garantizar la rentabilidad que se obtendría en el proyecto.

Habiendo encontrado la oportunidad de desarrollar un proyecto de construcción sea edificio de oficinas o centros comerciales se procede a realizar los análisis de inversión en función a ratios del mercado, se estima la renta proyectada y la deuda que se obtendría por el financiamiento del proyecto. Una vez analizado todos estos puntos y viendo la viabilidad del proyecto se procede a ejecutar el master plan.

Partiendo de los parámetros y usos permitidos se desarrolla una cabida arquitectónica y se evalúa el entorno, la circulación, las áreas verdes, las tiendas anclas, etc.

3.3.2 Etapa de Pre construcción:

Durante el proceso de pre construcción se da paso al diseño, coordinación con los especialistas, desarrollo de las especialidades, memorias descriptivas, especificaciones técnicas, compatibilización del proyecto y los trámites municipales necesarios.

Habiendo definido el master plan se pasa a aterrizar la idea y a desarrollar el proyecto. Se contrata al arquitecto y el especialista de seguridad para con esto iniciar el diseño y se solicita la aprobación municipal.

Una vez realizado y aprobado el anteproyecto se continúa con el desarrollo del proyecto incluyendo las demás especialidades: estructuras, instalaciones, seguridad y control de accesos, comunicaciones, detección, agua contra incendio, etc.

En el Perú el desarrollo de los proyectos aún se generan en 2D CAD. Sin embargo, se viene migrando a los nuevos modelos 3D. La metodología actual es desarrollar los modelos en 2D para luego modelarlo en 3D y analizar las interferencias que estos generen. Si bien es cierto no es el proceso adecuado; es una buena manera de iniciar la migración a las nueva forma de diseño.

3.3.3 Etapa de construcción:

Con el proyecto definido, las especialidades compatibilizadas, el análisis de constructabilidad y la planificación del proyecto, se procederá con el proceso de construcción, en el cual se controlará las desviaciones de los plazos y costos del proyecto.



Fig.20 Etapas de Gestión, Fuente <http://solinco.com.mx>

3.4 INFLUENCIA DE LOS INTERESADOS DURANTE EL PROYECTO

La influencia de los interesados varía durante el ciclo de vida del proyecto. Al inicio del ciclo de vida del proyecto, la influencia de los interesados es alta y a su vez el costo por algún cambio propuesto es menor. Por el contrario, al final del proyecto la influencia de los interesados baja y el impacto en costo por cambios se incrementa.

El presente informe presenta el análisis de los procesos de pre construcción. En esta etapa es cuando se deben evaluar los cambios y ajustes necesarios para el correcto desarrollo del proyecto, por ello se ha implementado el uso de tecnologías BIM en esta etapa.

El objetivo es evaluar con anticipación las incompatibilidades del proyecto, realizar análisis de constructabilidad y evaluar la planificación del proyecto.

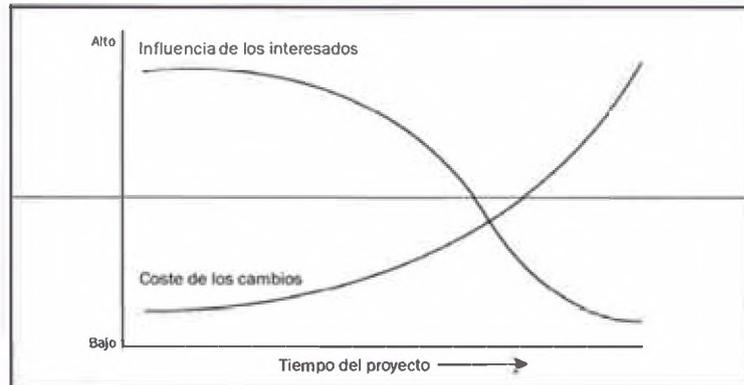


Fig. 21 Grafico Influencia de los interesados, Fuente PMBOK 4ta edición

3.5 PROCESO DE GESTION DE VALOR

El proceso de gestión de valor busca incrementar la satisfacción del producto, eliminando o reduciendo todo lo que no agregue valor al proceso de pre construcción.

Se formó un equipo de trabajo en el que participó el Cliente, la Gerencia de proyectos, La constructora y el Arquitecto. Con el uso de los modelos BIM se evaluaron 3 aspectos fundamentales de la gestión del proyecto:

1. Análisis del diseño
2. Análisis de la constructabilidad
3. Análisis de la planificación

3.5.1 Análisis del diseño

Las distintas especialidades se desarrollaron siguiendo la metodología tradicional, planos en 2D- CAD. En paralelo se implementó el uso de los modelos BIM (Nivel de detalle ND1) con el fin de compatibilizar y extraer metrados de los volúmenes de concreto.

Habiéndose completado el anteproyecto y teniendo un modelo básico, se evidencio que el modelo sólo representaba la geometría y no contaba con información suficiente para el análisis integral de las incompatibilidades. De la

misma forma se necesitaba migrar al siguiente nivel (Nivel de detalle ND2) para poder tener mayor detalle para analizar las incompatibilidades, la constructabilidad y la planificación.

Se generó un proceso para poder analizar el modelo que se tenía, mejorarlo, pasar a mayor detalle, lograr extraer metrados y poder definir algunas especificaciones claves en el modelo.

Inicialmente el proceso tuvo 2 etapas (2 meses), sin embargo la falta de colaboración por parte de los proyectistas obligaron a generar una 3era etapa de coordinación (2 meses).

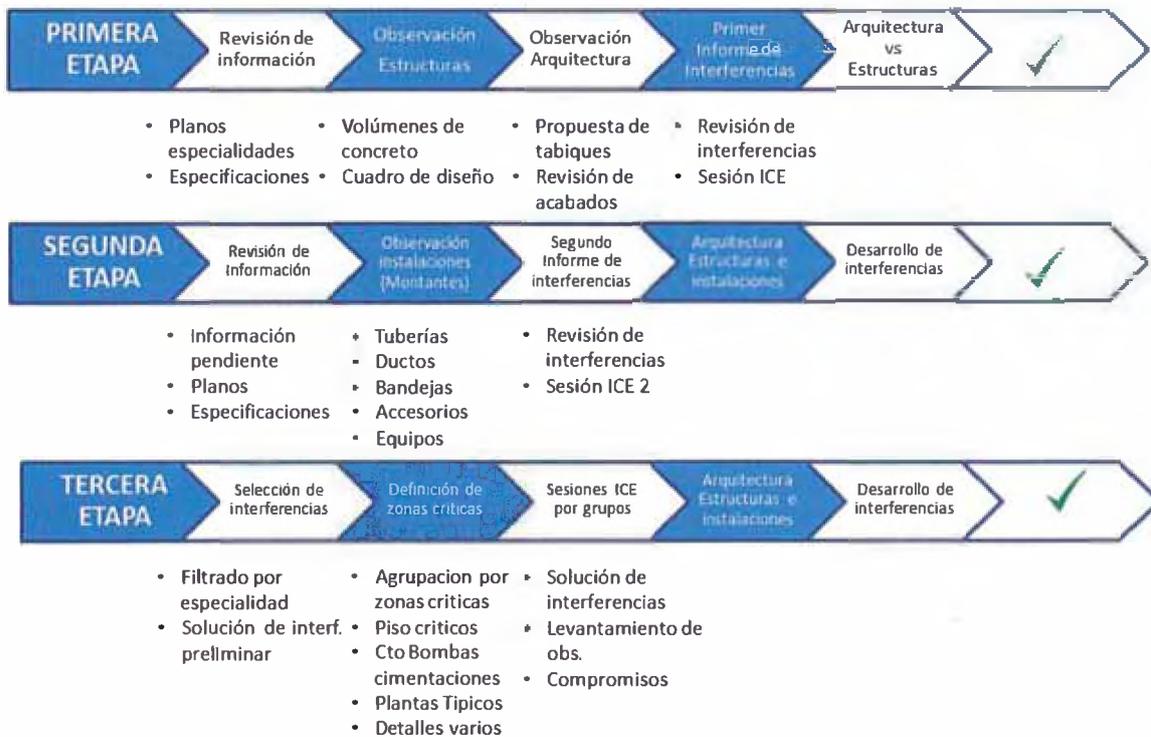


Fig. 22 Proceso de gestión del diseño, Fuente Propia

A. ETAPAS DE COORDINACIÓN

➤ Primera Etapa

- **Revisión de información (planos, especificaciones)**

Se analizó la cantidad de información con la que se contaba para poder desarrollar un modelo BIM en nivel ND2 el cual serviría para la

extracción de metrados y poder plasmar especificaciones técnicas en el modelo.

Se revisó La información del diseño del proyecto, en cuanto a planos y especificaciones.

Se evidencio la falta de planos de Iluminación, IIEE, detección, acústica y acabados varios, arrojando un 28% de información pendiente. Esta información fue completada en su mayoría a los 21 días; sin embargo, las especialidades de arquitectura y paisajismo aún tenían pendientes planos de detalles.

La falta de información es un problema permanente en los proyectos. Los requerimientos BIM en los futuros contratos de los especialistas podrían reducir el impacto de este problema.

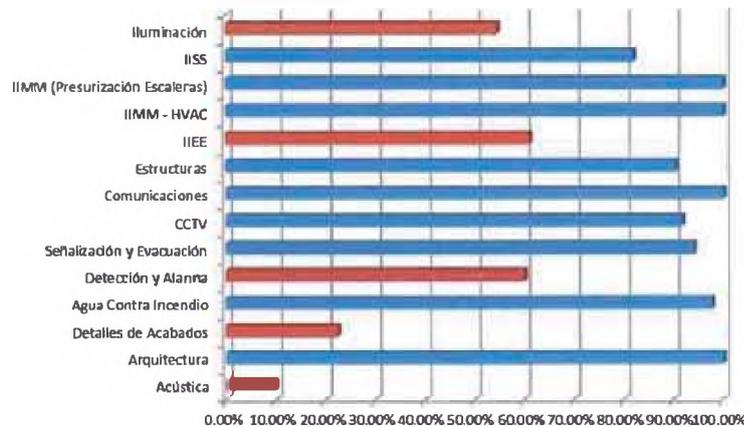


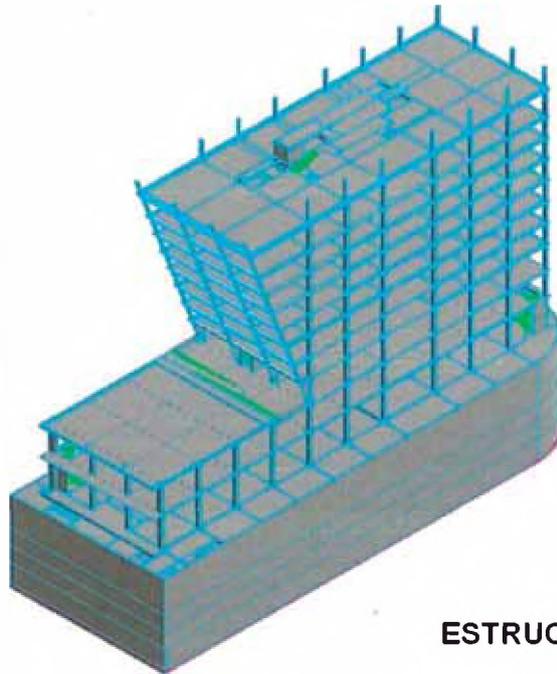
Fig. 23 Diagrama de barras información recibida vs información pendiente, Fuente propia



Fig.24 Información recibida vs información pendiente, fuente propia

• Observación de estructuras

Con el modelo de estructuras se pudo analizar la configuración estructural así como los volúmenes de concreto según: resistencia, elemento y niveles. De la misma manera se definieron los tipos de losa.



ESTRUCTURAS

Fig. 25 Modelo de estructura, Fuente propia, Ver anexo 1

BIM - VOLUMEN DE CONCRETO				
TIPOS	SUB - ESTRUCTURA (m3)	SUPER - ESTRUCTURA (m3)	TOTALES (m3)	TOTALES (%)
Escaleras	25.23	99.44	124.67	1.00%
Cimentacion	824.45		824.45	6.59%
Columnas	427.35	836.07	1,263.42	10.10%
Muros Estructurales	1,894.55		1,894.55	15.14%
Placas Interiores	244.54	646.64	891.18	7.12%
Losa Maciza	1,831.76	711.05	2,542.81	20.33%
Losa Aligerada 1 sentido		419.00	419.00	3.35%
Losa Aligerada 2 sentidos	911.84	1,057.39	1,969.24	15.74%
Vigas	969.95	1,610.77	2,580.72	20.63%
Cantidades (m3)	7,129.67	5,380.36	12,510.03	100.00%

Fig. 26 Resumen de volúmenes de concreto extraídos del modelo BIM, fuente propia

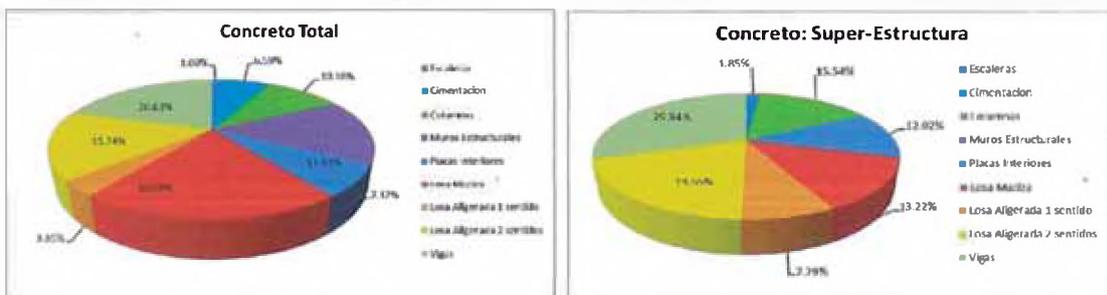


Fig.27 Distribución del concreto total y el concreto en torre, fuente propia

• **Observaciones de arquitectura**

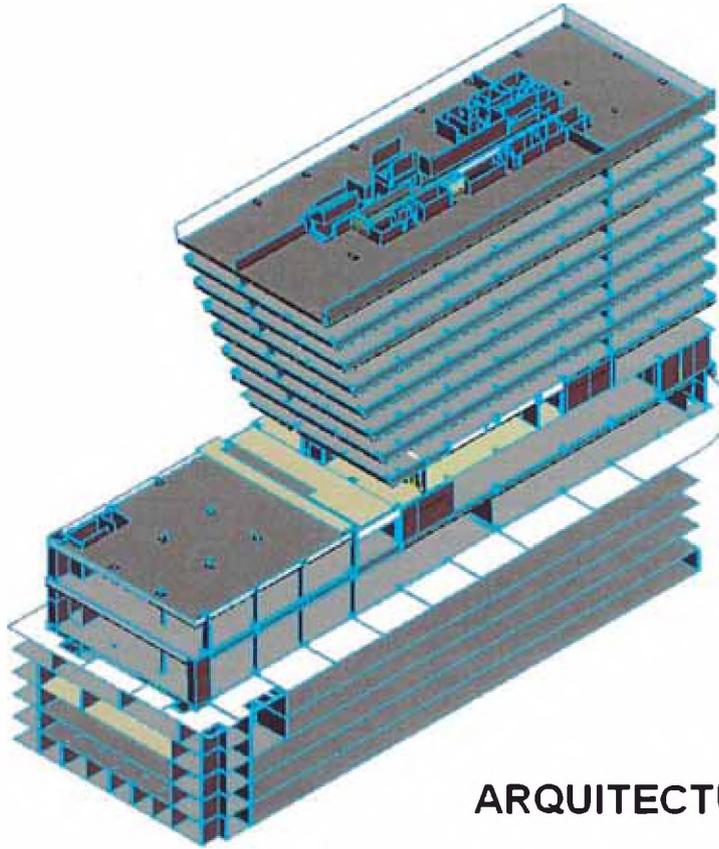
En el modelo de arquitectura se realizó una propuesta de tabiquería la cual validó el arquitecto y sirvió para definir la cantidad y tipos de tabique que tendría el proyecto. Se definieron 15 tipos de tabiques.

	TABIQUE CF TIPO A: (DW) 2RF + PARANTES + 2RF e=14cm.	RATIO: 2 HRS.	TC3/TC4
	TABIQUE CF TIPO A: (DW) 2RF + PARANTES + 2RF e=14cm.	RATIO: 2 HRS.	TC1/TC2
	TABIQUE CF TIPO A: (DW) 2RF + PARANTES + 2RF e=15cm.	RATIO: 2 HRS.	TC6
	TABIQUE CF TIPO A: (DW) 2RF + PARANTES + 2RF e=17cm.	RATIO: 2 HRS.	TC5
	TABIQUE CF TIPO A: (DW) 2RF + PARANTES + 2RF e=25cm.	RATIO: 2 HRS.	TC9
	TABIQUE CF TIPO A: (DW) 2RF + PARANTES + 2RF e=29cm.	RATIO: 2 HRS.	TC7
	TABIQUE TIPO B: (DW) 2ST + PARANTES + 2ST e=14cm.		T1/T2/TB/TB
	TABIQUE TIPO B: (DW) 2ST + PARANTES + 2ST e=16cm.		T2/T11
	TABIQUE TIPO B: (DW) 2ST + PARANTES + 2ST e=20cm.		T3/TB/T10
	TABIQUE TIPO B: (DW) 2ST + PARANTES + 2ST e=16.8cm.		T3
	TABIQUE TIPO B: (DW) 2ST + PARANTES + 2ST e=11cm.		T4
	TABIQUE TIPO B: (DW) 2ST + PARANTE + 2ST + PARANTE + 2ST e=23cm.		T12
	TABIQUE TIPO C: (DW) 1ST + PARANTES + 1ST e=6.3cm.		T13
	TABIQUE CF TIPO D: (DW) 2RF + PARANTES + 2RF (ACUSTICO).	RATIO: 2 HRS.	TC6
	TABIQUE TIPO E: BLOQUETA DE CONCRETO e= 14 cm.		B1 o B17
	TABIQUE CF TIPO F: BLOQUETA DE CONCRETO e= 14 cm	RATIO: 2 HRS.	BC1 A BC13
	TABIQUE CF TIPO G: BLOQUETA DE CONCRETO e= 14 cm+ PANO. ACUSTICO	RATIO: 2 HRS.	BC14
	TABIQUE CF TIPO H: BLOQUETA DE CONCRETO e= 19 cm	RATIO: 2 HRS.	BC15/BC18
	TABIQUE TIPO I: (DW) 2RH + PARANTES + 2RH e= 14 cm		B5+T2/B6+T2/B8+T2/B10+T2/BC6+TC2
	TABIQUE CF TIPO AF: BASE DE BLOQUETA CF e=14cm + DW CF.	RATIO: 2 HRS.	BC1+TC2/BC2+TC2/BC3+TC2/BC6+TC2
	TABIQUE CF TIPO AH: BASE DE BLOQUETA CF e=19cm + DW CF.	RATIO: 2 HRS.	BC16+TC9
	TABIQUE TIPO CE: BASE DE BLOQUETA e=14cm + DW.		B1+T2/B2+T2/B3+T2/B5+T2/B7+T2/B8+T2/B9+T2/B10+T2
	TABIQUE TIPO FA: BASE DE BLOQUETA e=14cm + DW.		BC3+TC3/BC10+TC4/BC12+TC5/BC11+TC3/BC13+TC7/BC1+TC2
	TABIQUE TIPO EB: BASE DE BLOQUETA e=14cm + DW.		B11+T3/B12+TB
	TABIQUE TIPO CD: BASE DE BLOQUETA e=14cm + DW.	RATIO: 2 HRS.	BC14+TC8

Fig.28 Leyenda de tipos de tabiques, fuente propia



Fig.29 Planta Piso 2 Tipos de tabiques, fuente propia, Ver anexo 10



ARQUITECTURA

Fig. 30 modelo de Arquitectura, Fuente propia, Ver anexo 2

- **Arquitectura vs Estructuras**

Una vez completos ambos modelos se generó la primera sesión ICE donde se verificaron las primeras interferencias entre estas 2 especialidades.

	Name	Clash811
	Distance	m
	Status	Active
	Grid Location	B-4 : Cto. de Bombas
	Date Created	2014/5/20 13:15:17
Item 1		
Layer	Sotano 2°	
Id IntegerValue	705439	
Item Name	1.782 x 2.444 m	
Item Source File	AR-EDIFICIO BEGONIAS-3D.rvt	
Element Nivel del Elemento	Sotano 2°	
Category Name	Doors	
Item 2		
Layer	Sotano 1°	
Id IntegerValue	290171	
Item Name	DCV - Concreto 350Kg/cm ²	
Item Source File	ES-EDIFICIO BEGONIAS-3D.rvt	
Element Nivel del Elemento	Sotano 2°	
Category Name	Structural Framing	

Fig. 31 Detección de interferencia en Navisworks®. Fuente propia

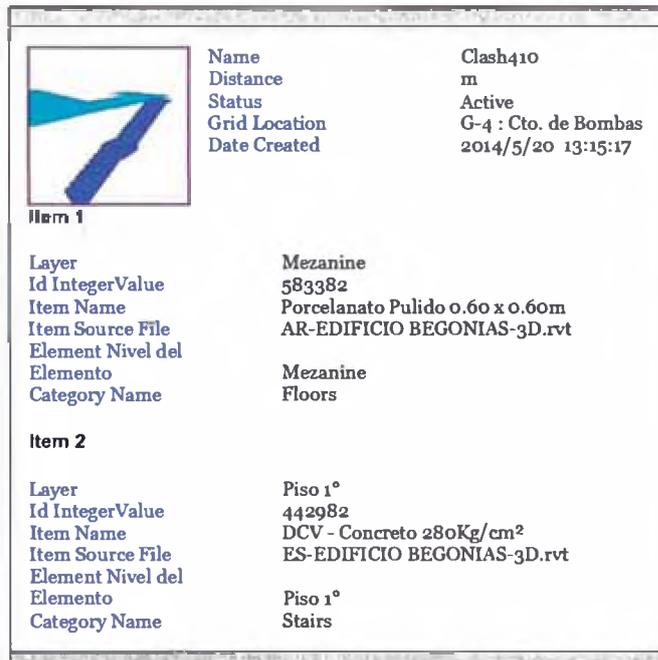


Fig. 32 Detección de interferencia en Navisworks®. Fuente propia

➤ Segunda Etapa

• Revisión de información

En esta etapa se inicia el proceso de revisión de las especialidades. El estatus de la información recibida fue del 87%. Se completó la información de instalaciones y quedo 13% correspondiente a detalles de arquitectura, acústica y paisajismo; especialidades que no impedían continuar con el modelamiento

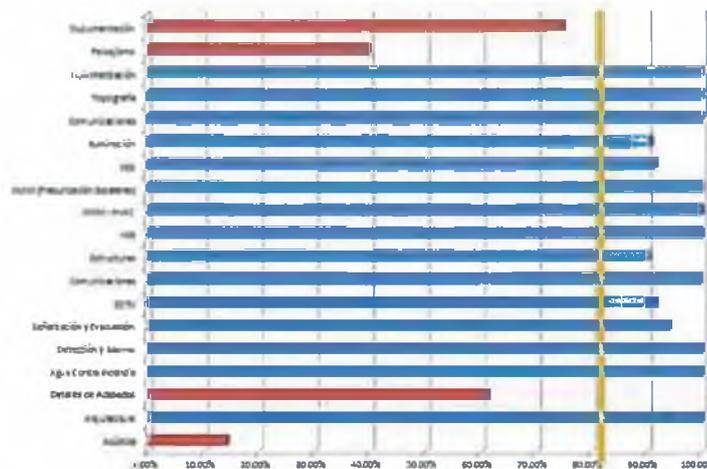


Fig.33 Revisión de Información. Fuente propia



Fig.34 Revisión de Información pendiente, Fuente propia

- **Modelo de especialidades**

Completada la información se procedió con el modelamiento de las siguientes especialidades.

- Instalaciones sanitarias
- Instalaciones eléctricas
- Agua contra incendio
- Aire acondicionado
- Renovación de aire
- Comunicaciones

El proceso de modelamiento no fue tan rápido como se esperaba. Se estimó completar el desarrollo de estas especialidades en 2 semanas. Sin embargo, esto tomo más de 4 semanas por lo que se tuvo que iniciar con la revisión de las incompatibilidades en 2D.

La falta de información de las especialidades y que el equipo de modelamiento estuviese dedicado al 90% en las especialidades de arquitectura y estructura generaron demoras en el proceso.

Para la Primera y Segunda etapa se había planificado 2 meses de trabajo, sin embargo, por esta demora en las especialidades el tiempo final fue de 3 meses.

- **Observación de interferencias**

Debido a la celeridad del proceso se tuvo que iniciar con la compatibilización de las instalaciones en paralelo al levantamiento de observaciones de arquitectura y estructuras. Sin embargo fueron complementadas con los modelos BIM.

GESTOR DE VALOR									
Item	Descripción	Responsable	Fecha de Emisión	Fecha de Cierre	Estado	Acciones	Responsable	Fecha de Cierre	Imagen de Referencia
100	Revisión de Modelo 2D	Arquitecto	2023-01-15	2023-01-20	Cerrado	Se le asignó el sistema de tuberías y se realizó la compatibilización de las instalaciones.	Arquitecto	2023-01-20	
200	Revisión de Modelo 2D	Arquitecto	2023-01-25	2023-02-05	Cerrado	Se le asignó el sistema de tuberías y se realizó la compatibilización de las instalaciones.	Arquitecto	2023-02-05	
300	Revisión de Modelo 2D	Arquitecto	2023-02-10	2023-02-20	Cerrado	Se le asignó el sistema de tuberías y se realizó la compatibilización de las instalaciones.	Arquitecto	2023-02-20	
400	Revisión de Modelo 2D	Arquitecto	2023-02-25	2023-03-05	Cerrado	Se le asignó el sistema de tuberías y se realizó la compatibilización de las instalaciones.	Arquitecto	2023-03-05	
500	Revisión de Modelo 2D	Arquitecto	2023-03-10	2023-03-20	Cerrado	Se le asignó el sistema de tuberías y se realizó la compatibilización de las instalaciones.	Arquitecto	2023-03-20	
600	Revisión de Modelo 2D	Arquitecto	2023-03-25	2023-04-05	Cerrado	Se le asignó el sistema de tuberías y se realizó la compatibilización de las instalaciones.	Arquitecto	2023-04-05	

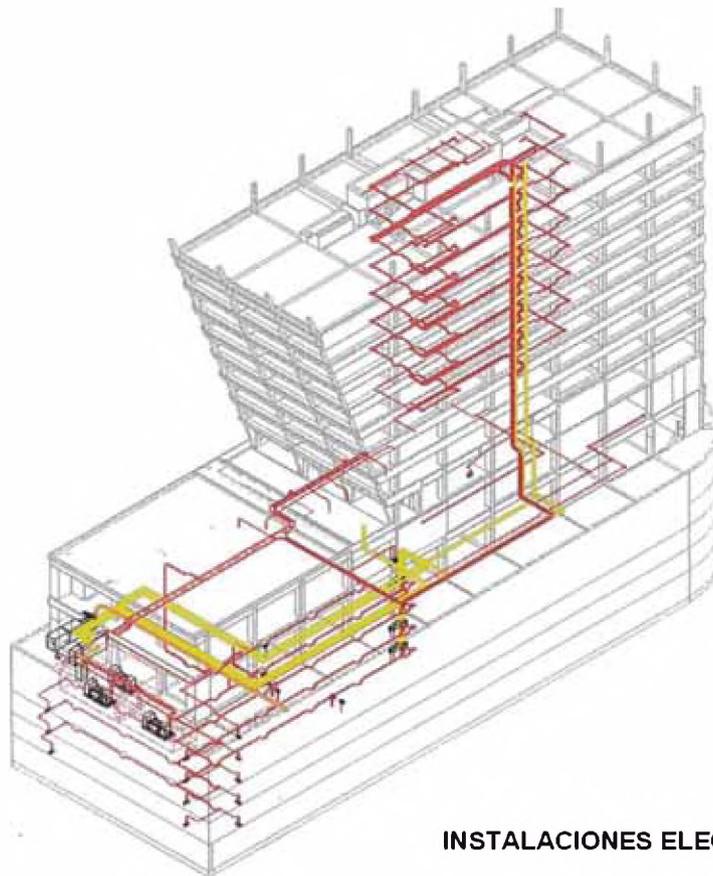
Fig.35 Detección de interferencias 2D, Fuente propia, Ver anexos 9

En la segunda etapa las respuestas de los proyectistas así como del modelador fueron lentas y retrasó el proceso. Las soluciones de las interferencias eran independientes y muchas veces había que hacer la coordinación para que éstas no generen una nueva. Se solicitó avances parciales al modelador para iniciar las sesiones ICE y con esto revisar los acuerdos y los compromisos.

Habiendo pasado más de un mes desde el envío de las observaciones se pudo analizar las interferencias en el modelo y se presentaron propuestas de solución las cuales fueron resueltas y aprobadas por los diferentes especialistas.

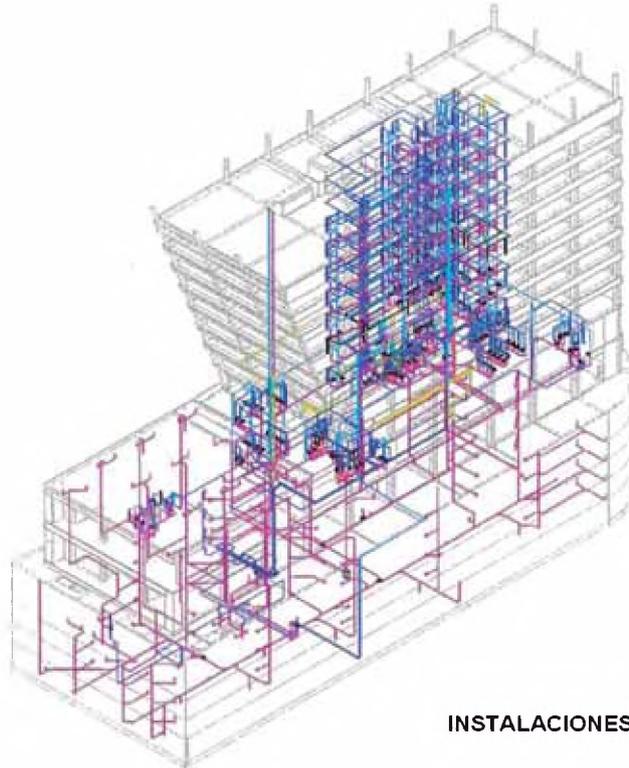


Fig.36 Sesión ICE especialidades, Fuente propia



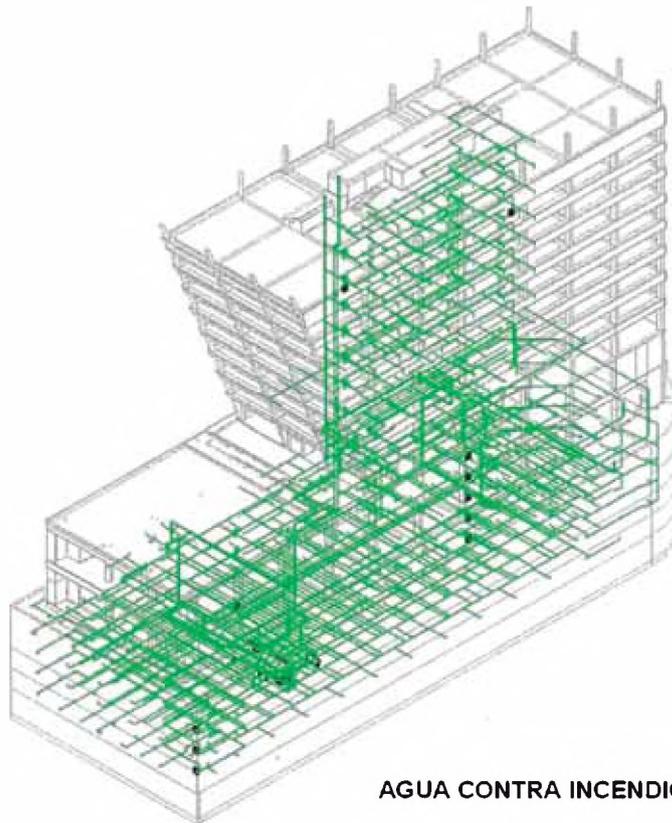
INSTALACIONES ELECTRICAS

Fig.37 Modelo IIEE. Fuente propia, Ver anexo 3



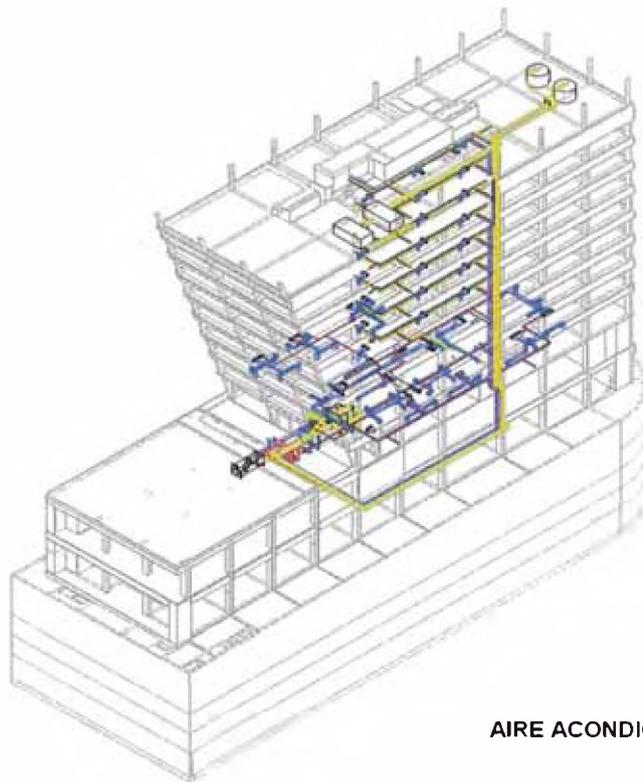
INSTALACIONES SANITARIAS

Fig.38 Modelo IISS. Fuente propia, Ver anexo 4



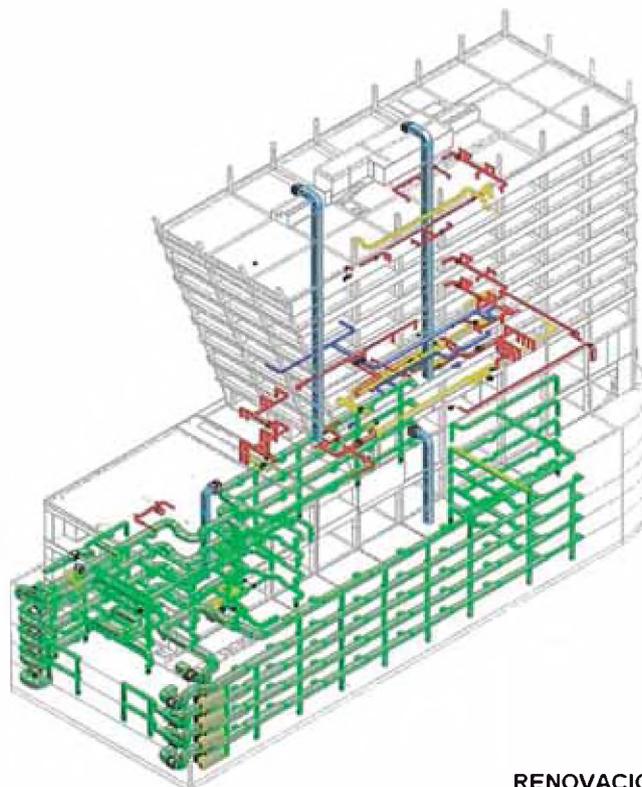
AGUA CONTRA INCENDIO

Fig.39 Modelo ACI. Fuente propia, Ver anexo 5



AIRE ACONDICIONADO

Fig.40 Modelo AC. Fuente propia, Ver anexo 6



RENOVACION DE AIRE

Fig.41 Modelo RA. Fuente propia, Ver anexo 7



Fig.42 Modelo CO. Fuente propia, Ver anexo 8

➤ Tercera Etapa

Habiendo completado el modelamiento de las especialidades y con la disposición de los especialistas para el análisis de interferencias en sesiones ICE, se desarrolló una tercera etapa en el proceso de gestión de diseño.

En esta etapa se incluyó el levantamiento de las observaciones Estructuras vs Arquitectura encontradas en la primera etapa.

- **Selección de interferencias**

Una vez definida las interferencias y observaciones, se filtró las interferencias lógicas de las interferencias que serían transmitidas a los especialistas y revisadas en las sesiones ICE. En estas sesiones se reúnen los especialistas, la gerencia, la constructora y el cliente.

- **Definición de Grupos de análisis**

Estas sesiones ICE tienen por objetivo levantar las interferencias in situ y no permitir que se generen tiempos de espera muy largos.

Se elaboró un plan para el análisis de interferencias por grupos, por niveles y por ambientes, teniendo en cuenta la magnitud de interferencias y las áreas típicas.

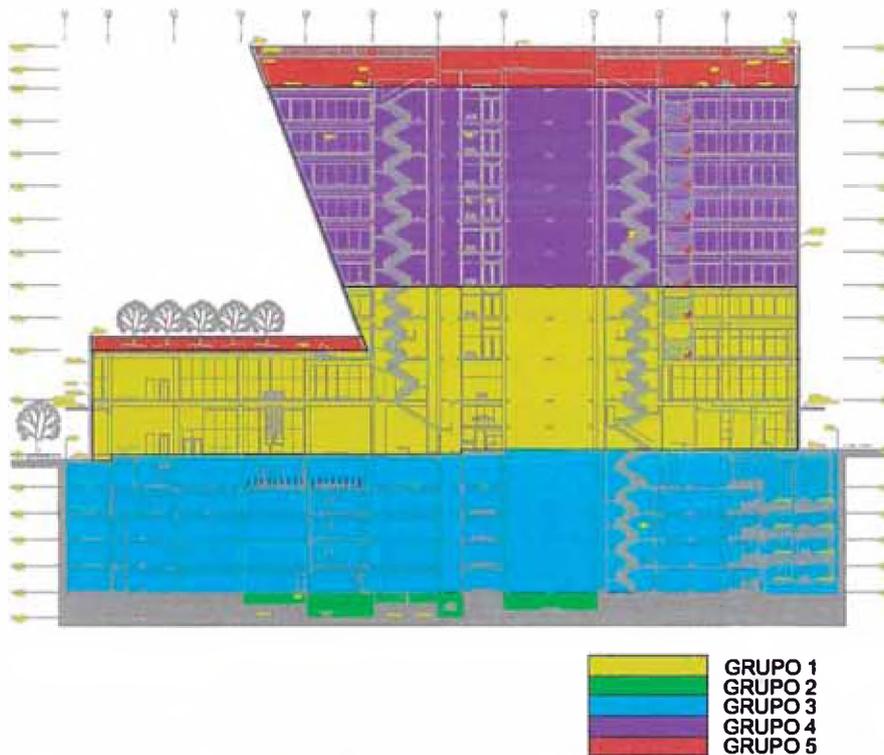


Fig. 43 Sectorización de análisis del Modelo. Fuente Propia

Programa	Participantes obligatorios	Opcionales	Responsable Directo
Entrega de Modelo BIM actualizado	-	-	DCV (Frank Beuzeville)
Filtrado de interferencias	-	-	DCV (Frank Beuzeville)
Selección de interferencias – Agenda de sesiones con proyectistas (todo el día)	DCV-AESA-GCAQ	URBANOVA	
Revisión de Interferencias Grupo 1: Piso 1, Mezanine, Piso 2, Piso 3	DCV-AESA-GCAQ-URBANOVA-PROYECTISTAS		
Reunión interna de seguimiento al Modelo BIM	DCV-AESA-GCAQ	URBANOVA	
Revisión de Interferencias Grupo 2: Cto. de Bombas, Cimentación / Sótano 5	DCV-AESA-GCAQ-URBANOVA-PROYECTISTAS		
Revisión de Interferencias Grupo 3: Sótanos 1 al 4	DCV-AESA-GCAQ-URBANOVA-PROYECTISTAS		
Reunión interna de seguimiento al Modelo BIM	DCV-AESA-GCAQ	URBANOVA	
Revisión de Interferencias Grupo 4: Típicas, Techo Técnico, Cto. Máquinas	DCV-AESA-GCAQ-URBANOVA-PROYECTISTAS		
Revisión de Interferencias Grupo 5: Detalles varios, válvulas, Equipos, Luminarios y M. Cortina	DCV-AESA-GCAQ-URBANOVA-PROYECTISTAS		
Reunión interna de seguimiento al Modelo BIM	DCV-AESA-GCAQ	URBANOVA	

Fig. 44 Cronograma de Reuniones y sesiones ICE, Fuente Propia

B. Análisis de observaciones e interferencias

El análisis de interferencias con modelos BIM es uno de los principales beneficios que brinda esta herramienta. Con mayores resultados en proyectos que involucran una infraestructura compleja como plantas industriales, edificios inteligentes, hospitales, etc.

Este análisis reduce los requerimientos de información (RFI), las ordenes de cambio y conflictos entre actores del proyecto, lo cual aumenta la productividad y reduce costos de construcción.

Las interferencias detectadas durante el proceso de construcción implican tiempos muertos dedicados a identificar la interferencia, pensar en una solución, enviar dicha propuesta a los especialistas y al cliente; seguido del tiempo de espera para la respuesta. Un proceso que puede durar más de 40 días.

Las interferencias extraídas del modelo BIM son analizadas entre especialidades, las posibles combinaciones son:

NOMBRE			Simbolo	Especialidad
AA vs AR	IE vs RA	CD vs ES	AA	Aire acondicionado
AA vs CD	IS vs AR	CI vs AA	AR	Arquitectura
AA vs ES	IS vs CD	CI vs AR	CD	Comunicaciones y Data
AA vs IIEE	IS vs ES	CI vs CD	ES	Estructuras
AA vs IISS	IS vs RA	CI vs ES	IE	Instalaciones electricas
AA vs RA	IS vs SI	CI vs IE	IS	Instalaciones Sanitarias
IE vs AR	RA vs AR	CI vs IS	RA	Renovacion de Aire
IE vs CD	RA vs ES	CI vs RA		
IE vs ES	RA vs SI	CI vs SI		
IE vs IS	CD vs AR			

Fig. 45 Interferencias entre especialidades. Fuente propia.

El análisis del modelo tiene como proceso fundamental el detectar las interferencias que se presenten al confrontar 2 especialidades, sin embargo

existen observaciones como un mayor peralte de viga o la omisión de algún elemento las cuales no son detectadas por el programa.

Para este proceso de análisis de interferencias y observaciones se evaluaron 3 escenarios:

- Interferencias entre especialidades
- Verificación de las especificaciones técnicas
- Observaciones por recorrido

➤ **Interferencia de especialidades:**

Mundialmente conocido como Clash Detection, es la herramienta que brinda los modelos BIM para analizar las posibles interferencias en 3 dimensiones. No todos los Clash representan una interferencia. Muchas veces pueden ser pases necesarios en losa o ingresos de las tuberías a la cisterna.

Para este análisis se utilizó el Software Navisworks Manage en el cual se gestionaron las interferencias así como el seguimiento de las que se iban resolviendo.

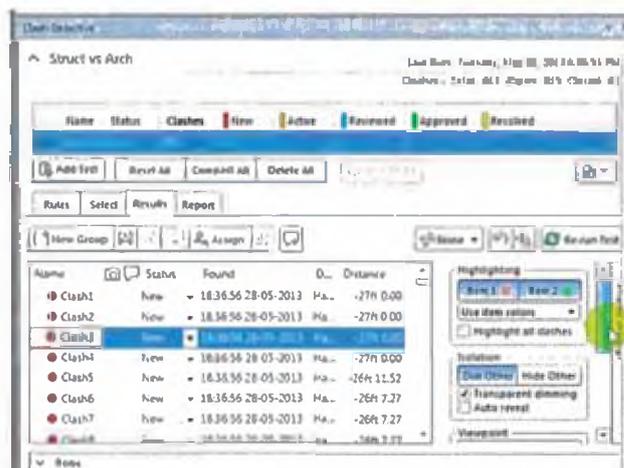


Fig. 46 Interferencias entre especialidades. Fuente Propia

Durante las tres etapas se utilizó el modelo BIM como herramienta de gestión con la finalidad de absolver interferencias.

Por ejemplo, en el hall de ascensores típico se encontraron interferencias de 5 especialidades: instalaciones mecánicas, eléctricas, agua contra incendio, estructuras y arquitectura.

En Planta:

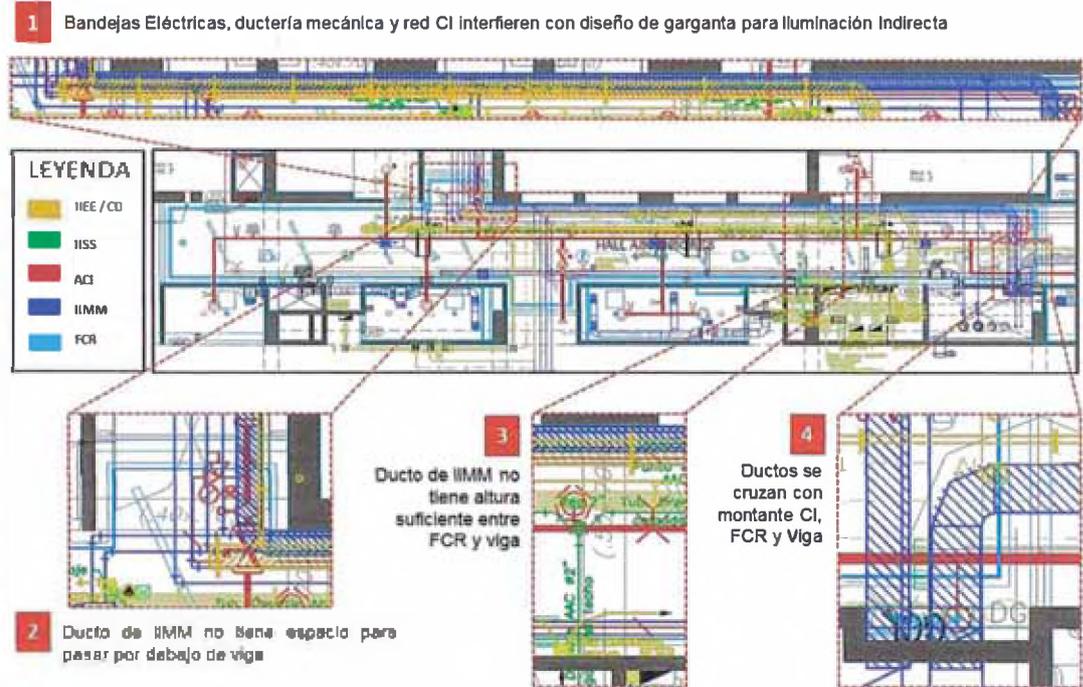


Fig. 47 Fig. Planta de interferencia. Fuente Propia

En Cortes y Perspectivas:

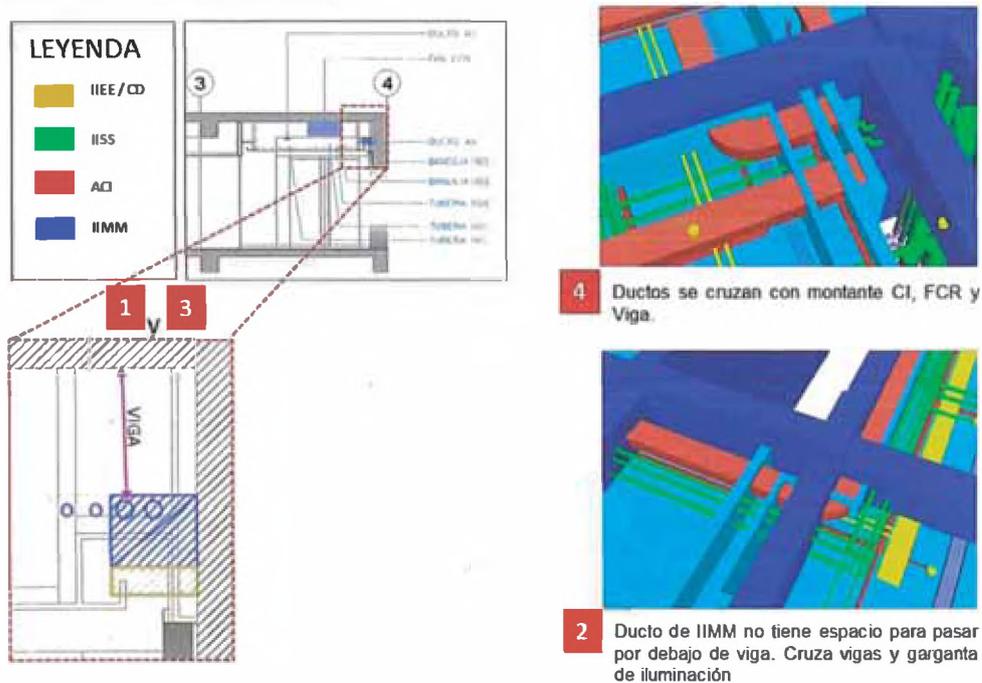


Fig. 48 Fig. Cortes y perspectiva de las interferencias. Fuente Propia

Los acuerdos a los que llegaron en una reunión posterior fueron:

- **Interferencia 1:**

Mover las instalaciones hacia el centro para evitar cruces con vigas y FCR y poder generar curvas y pendientes sin interferencias.

En Corte:



Fig. 49 Corte de la solución a la interferencia 1. Fuente propia

Planta Isométrica:

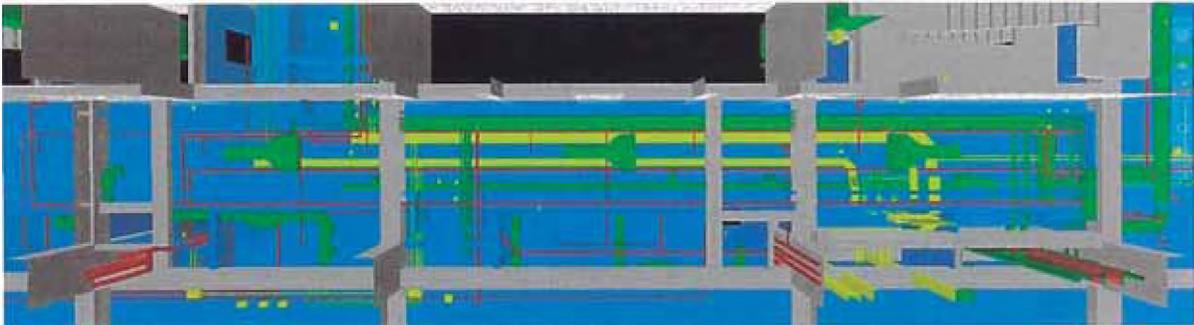


Fig. 50 Isométrico de la solución, Fuente propia

- **Interferencia 2 y 3:**

Reubicar ducto debajo de viga.

Bajar el nivel de FCR (10 cm) para minimizar interferencias en los ingresos a las Oficinas y debajo de las vigas en los ejes H, I y J. (8cm de luz). Bajar altura de ductos IIMM.

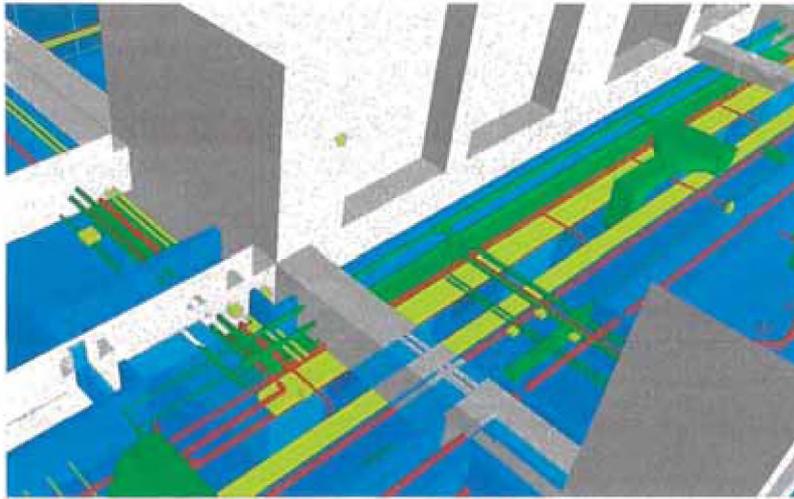


Fig. 51 3D de la solución interferencia 2 y 3, Fuente propia

- **Interferencia 4:**

Cambiar orden de ingreso de tuberías y ductos al cuarto Mecánico para evitar cruces entre instalaciones.

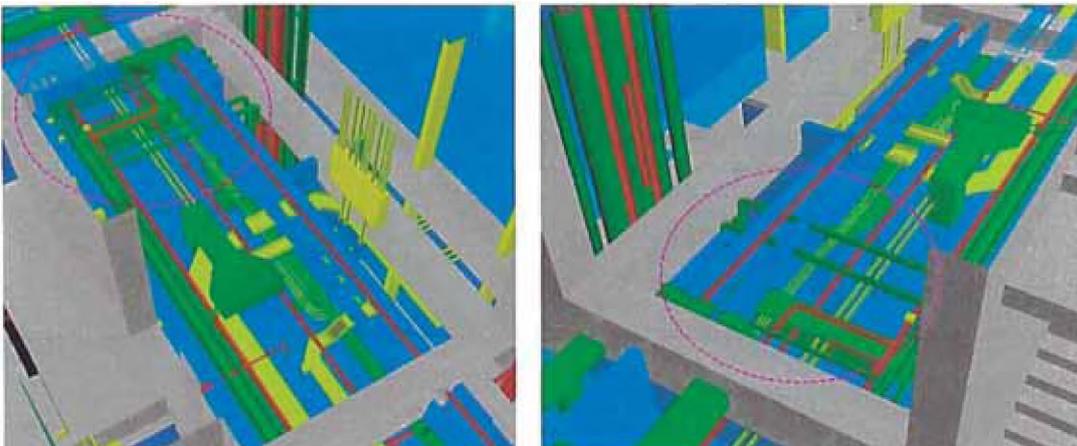


Fig. 52 Solución de interferencia N4 en el modelo, Fuente propia

➤ Verificación de las especificaciones técnicas

Los modelos BIM no sólo albergan la geometría de los elementos, éstos pueden almacenar propiedades tales como tipo de material, costo asociado, etc.

Estas propiedades, definidas por las especificaciones técnicas, mejoran la comunicación entre las especialidades, favorece la interacción de las mismas y es fundamental para la extracción de metrados a detalle. Durante la construcción favorece a la planificación y requerimiento de materiales.

En una experiencia anterior a este proyecto, se tuvo que cambiar toda la tabiquería del proyecto debido a que se había contemplado muro de bloqueta sin haber consultado con el ingeniero estructural. El trabajo colaborativo en el modelo BIM hubiese detectado fácilmente el tipo de tabiques.

En el proyecto se definieron especificaciones técnicas importantes en los modelos. En estructuras se especificaron las losas aligeradas en 1 sentido, losas aligeradas en 2 sentidos, losas macizas.

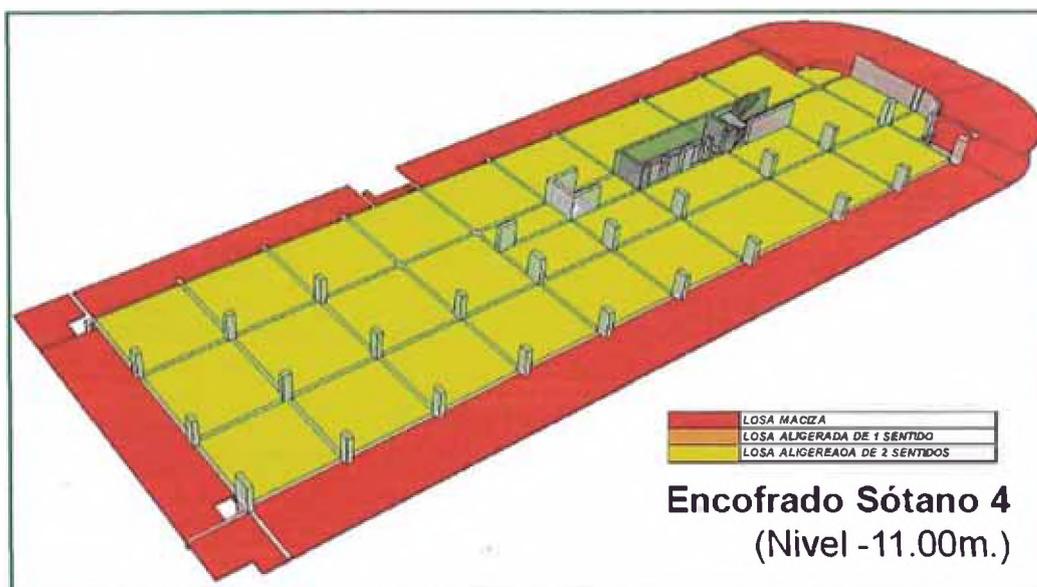


Fig. 53 Definición de Losas en Sótanos. Fuente propia

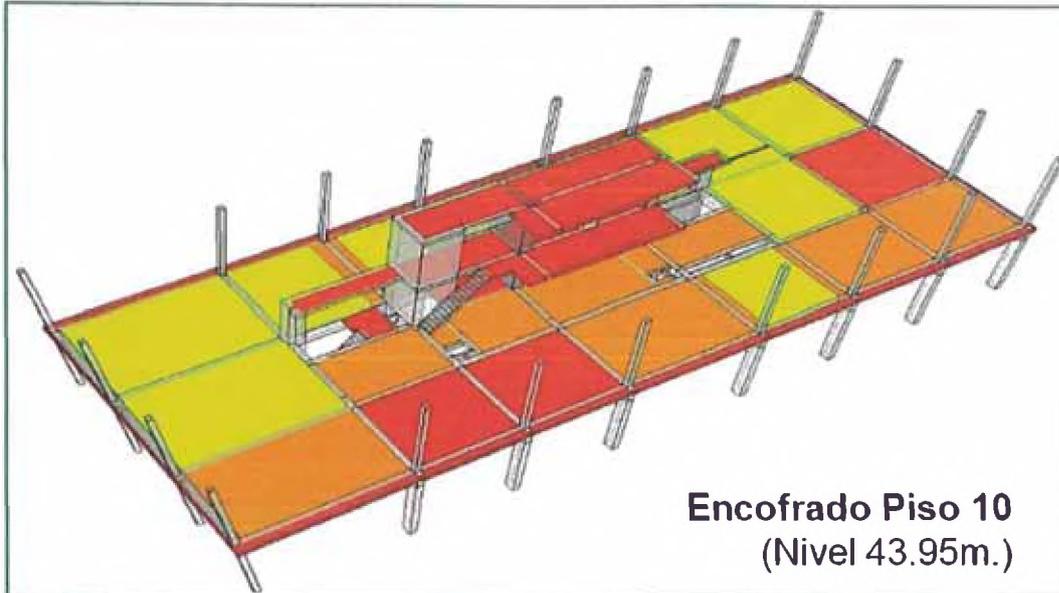


Fig. 54 definiciones de losas en torre, Fuente propia

Para el caso de arquitectura también se definieron los tabiques, se detallaron 15 tipos de tabiques y se modelaron respetando los espesores

A	TABIQUE CF TIPO A: (DW) 2RF + PARANTES + 2RF
B	TABIQUE TIPO B: (DW) 2ST + PARANTES + 2ST
C	TABIQUE TIPO C: (DW) 1ST + PARANTES + 1ST
D	TABIQUE CF TIPO D: (DW) 2RF + PARANTES + 2RF (ACUSTICO).
E	TABIQUE TIPO E: BLOQUETA DE CONCRETO e: 14 cm
F	TABIQUE CF TIPO F: BLOQUETA DE CONCRETO e: 14 cm
G	TABIQUE CF TIPO G: BLOQUETA DE CONCRETO e: 14 cm + PANEL ACUSTICO
H	TABIQUE CF TIPO H: BLOQUETA DE CONCRETO e: 19 cm
I	TABIQUE TIPO I: (DW) 3RF + PARANTES + 2RF e: 14 cm
AF	TABIQUE CF TIPO AF: BASE DE BLOQUETA CF e:14cm + DW CF.
AH	TABIQUE CF TIPO AH: BASE DE BLOQUETA CF e:19cm + DW CF.
CE	TABIQUE TIPO CE: BASE DE BLOQUETA e:14cm + DW.
FA	TABIQUE TIPO FA: BASE DE BLOQUETA e:14cm + DW.
EB	TABIQUE TIPO EB: BASE DE BLOQUETA e:14cm + DW.
CD	TABIQUE TIPO CD: BASE DE BLOQUETA e:14cm + DW.

Fig. 55 Definición de Tabiques. Fuente propia

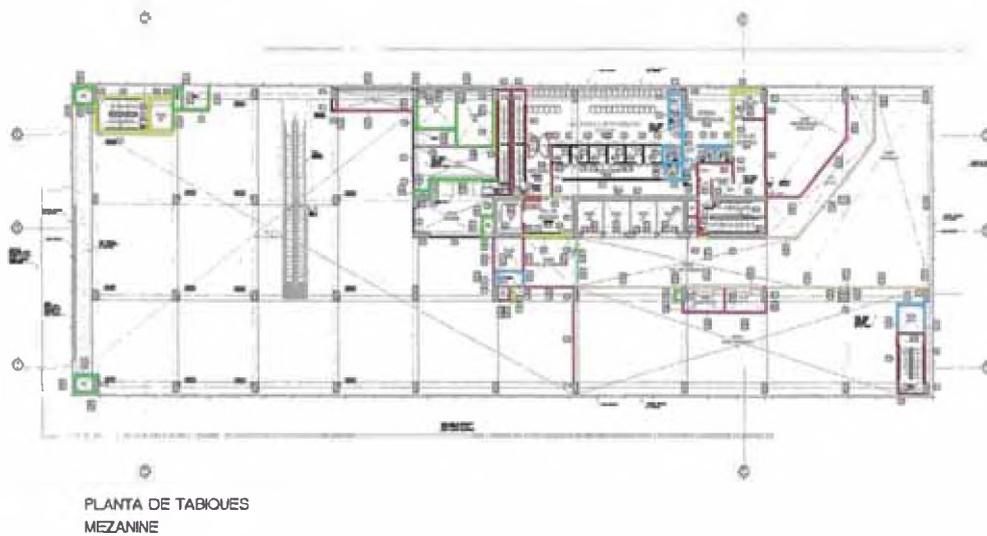


Fig. 56 Tipos de tabiques en Mezanine. Fuente propia Ver anexo 11

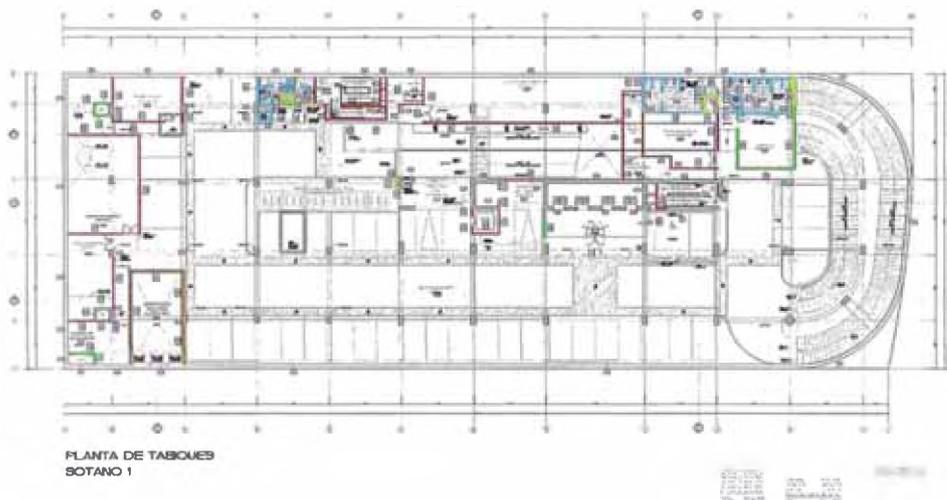


Fig. 57 Tipos de tabiques en sótano 1, fuente propia Ver anexo 12

➤ Observaciones por recorrido

Estas observaciones se llevan a cabo al hacer un recorrido a través del modelo en el que se pueden visualizar interferencias o problemas en el diseño: una puerta mal dimensionada, un contrapiso pendiente, falta de barandas, falta de accesos, etc.

3.5.2 Análisis de constructabilidad

En este análisis se obtuvo como resultado la metodología a utilizarse para poder brindar las facilidades en los procesos de movimiento de tierras, muro anclado, sótanos y construcción de Torre:

- Accesos
- Tránsito vehicular
- Áreas de excavación
- Frentes de trabajo

Construcción del Muro Anclado

Se confirmó el tránsito de los camiones por la calle El Parque, según los análisis es la más adecuada para este fin.

De la misma manera se generó el layout de acción de las 4 excavadoras

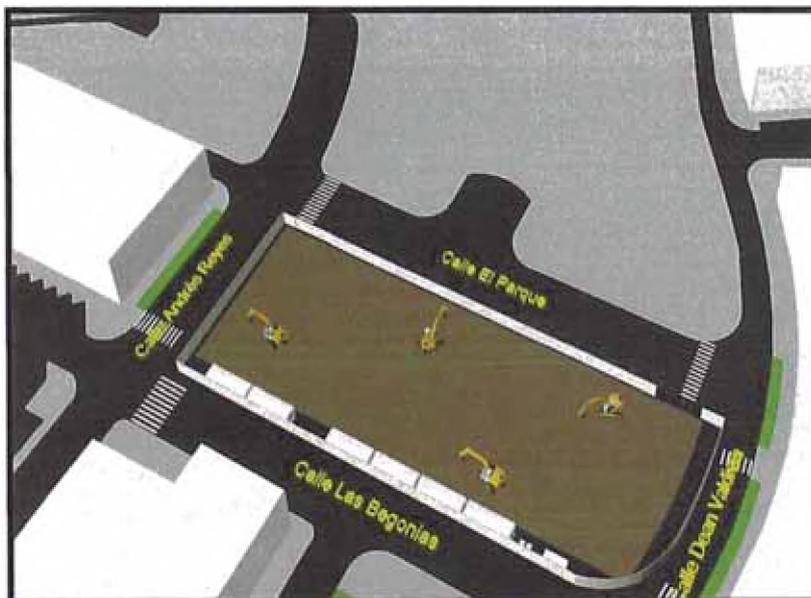


Fig. 58 Modelo BIM Primer Anillo. Fuente propia

Para el segundo anillo se definió la rampa de salida por la calle Andrés Reyes, cambiando el acceso según el nivel de anillo.

En este nivel se instala la primera torre grúa para los trabajos de construcción del muro anclado.

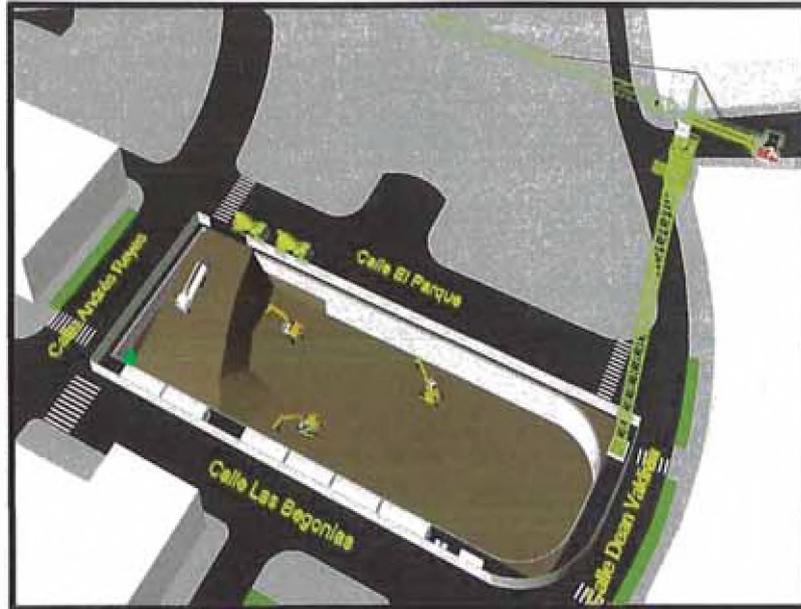


Fig. 59 Modelo BIM Segundo Anillo. Fuente propia

Para el tercer anillo se definió la rampa de salida por la calle Dean Valdivia; sin embargo, a partir del 4to nivel se inicia la instalación de la faja transportadora.



Fig.60 Modelo BIM Cuarto Anillo. Fuente Propia

Para el quinto anillo se completa la eliminación del material excavado y se procede con la instalación de la segunda Torre Grúa.

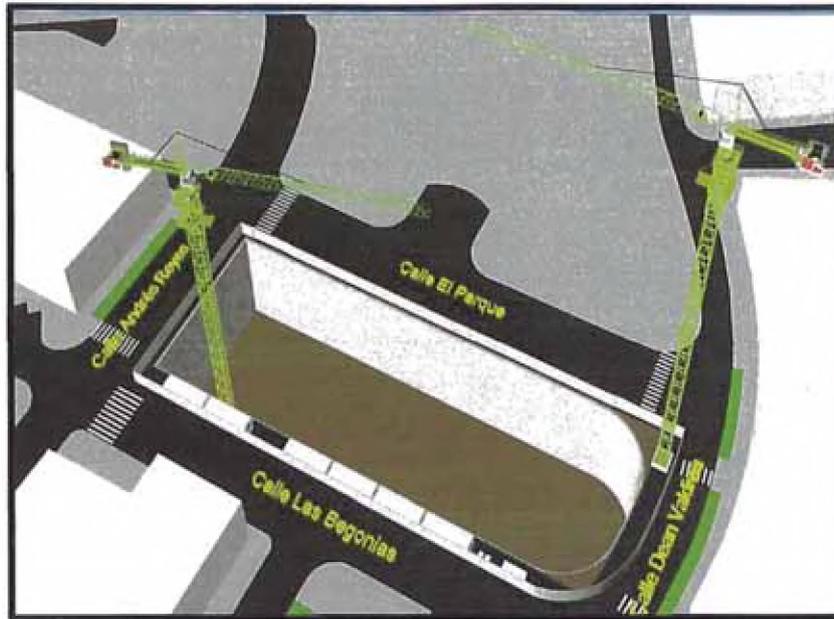


Fig. 61 Modelo BIM Quinto Anillo. Fuente propia

3.5.3 Análisis de Planificación en la etapa de Construcción

En este análisis se obtuvo como resultado la visualización y el análisis del tren de trabajo. Con esta información se evaluó la confiabilidad de la secuencia constructiva para poder transmitir la planificación de manera gráfica.

A partir de este análisis se hicieron actualizaciones del cronograma y mejoró la comunicación y el entendimiento de la alta dirección.

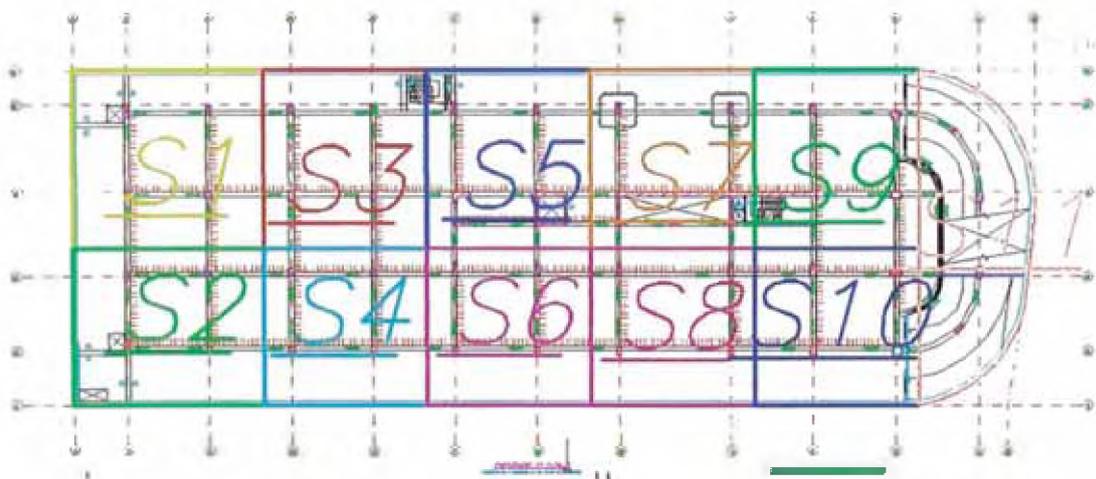


Fig. 62 Sectorización de Sótanos, fuente propia

Descripción de Partidas	Semana 1							Semana 2							Semana 3							Semana 4						
	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
SOTANO FRENTE 1																												
Acero de vericales	P151	P152	P153	P154	P155			P156	P157	P158	P159	P160																
Colocación de IIEE y IISS en vericales	P161	P162	P163	P164	P165			P166	P167	P168	P169	P170																
Encofrado de vericales	P171	P172	P173	P174	P175			P176	P177	P178	P179	P180																
Concreto de vericales	P181	P182	P183	P184	P185			P186	P187	P188	P189	P190																
Encofrado de fondo de viga + 1 costado	P191	P192	P193	P194	P195			P196	P197	P198	P199	P200																
Acero de vigas	P201	P202	P203	P204	P205			P206	P207	P208	P209	P210																
Encofrado de costado de Vigas y Fondo de losa	P211	P212	P213	P214	P215			P216	P217	P218	P219	P220																
Colocación de ladrillo de losa	P221	P222	P223	P224	P225			P226	P227	P228	P229	P230																
Acero de losa	P231	P232	P233	P234	P235			P236	P237	P238	P239	P240																
Colocación de IIEE y IISS en losa	P241	P242	P243	P244	P245			P246	P247	P248	P249	P250																
Concreto de horizontales	P251	P252	P253	P254	P255			P256	P257	P258	P259	P260																

Descripción de Partidas	Semana 1							Semana 2							Semana 3							Semana 4						
	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
SOTANO FRENTE 2																												
Acero de vericales	P261	P262	P263	P264	P265			P266	P267	P268	P269	P270																
Colocación de IIEE y IISS en vericales	P271	P272	P273	P274	P275			P276	P277	P278	P279	P280																
Encofrado de vericales	P281	P282	P283	P284	P285			P286	P287	P288	P289	P290																
Concreto de vericales	P291	P292	P293	P294	P295			P296	P297	P298	P299	P300																
Encofrado de fondo de viga + 1 costado	P301	P302	P303	P304	P305			P306	P307	P308	P309	P310																
Acero de vigas	P311	P312	P313	P314	P315			P316	P317	P318	P319	P320																
Encofrado de costado de Vigas y Fondo de losa	P321	P322	P323	P324	P325			P326	P327	P328	P329	P330																
Colocación de ladrillo de losa	P331	P332	P333	P334	P335			P336	P337	P338	P339	P340																
Acero de losa	P341	P342	P343	P344	P345			P346	P347	P348	P349	P350																
Colocación de IIEE y IISS en losa	P351	P352	P353	P354	P355			P356	P357	P358	P359	P360																
Concreto de horizontales	P361	P362	P363	P364	P365			P366	P367	P368	P369	P370																

Fig. 63 Tren de trabajo Sotanos Frente 1 y frente2. Fuente propia

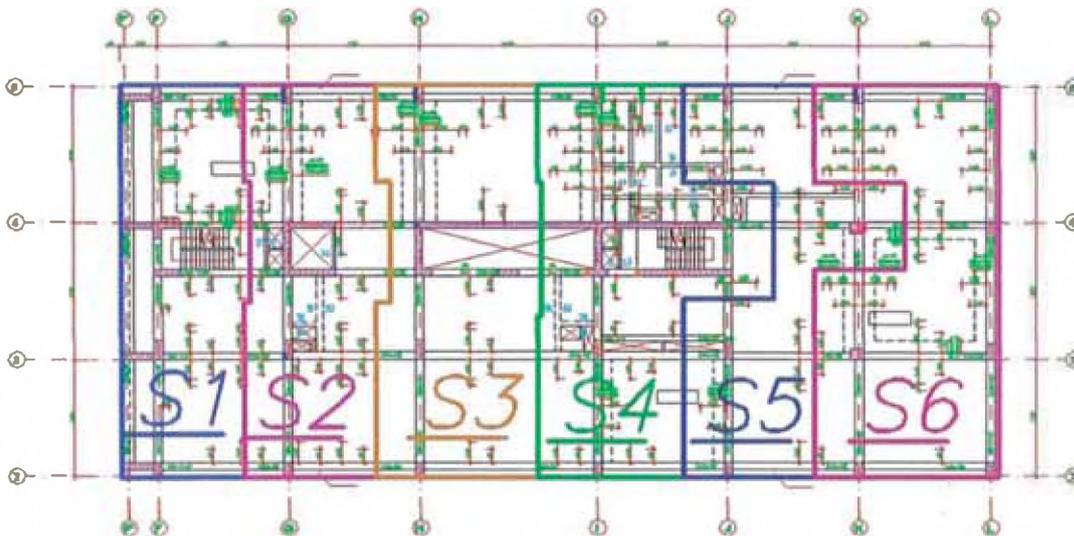


Fig. 64 Sectorización de Torre. Fuente propia

Descripción de Partidas	Semana 1							Semana 2							Semana 3							Semana 4						
	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
TORRE																												
Acero de vericales	P371	P372	P373	P374	P375			P376	P377	P378	P379	P380																
Colocación de IIEE y IISS en vericales	P381	P382	P383	P384	P385			P386	P387	P388	P389	P390																
Encofrado de vericales	P391	P392	P393	P394	P395			P396	P397	P398	P399	P400																
Concreto de vericales	P401	P402	P403	P404	P405			P406	P407	P408	P409	P410																
Encofrado de fondo de viga + 1 costado	P411	P412	P413	P414	P415			P416	P417	P418	P419	P420																
Acero de vigas	P421	P422	P423	P424	P425			P426	P427	P428	P429	P430																
Encofrado de costado de Vigas y Fondo de losa	P431	P432	P433	P434	P435			P436	P437	P438	P439	P440																
Colocación de ladrillo de losa	P441	P442	P443	P444	P445			P446	P447	P448	P449	P450																
Acero de losa	P451	P452	P453	P454	P455			P456	P457	P458	P459	P460																
Colocación de IIEE y IISS en losa	P461	P462	P463	P464	P465			P466	P467	P468	P469	P470																
Concreto de horizontales	P471	P472	P473	P474	P475			P476	P477	P478	P479	P480																

Fig. 65 Tren de trabajo Torre. Fuente propia

Con el uso del Navisworks® se puede linkear el modelo a la estructura, para esto el nivel de detalle del modelo debería ser ND2 y haber seccionado el modelo según la planificación del proyecto.

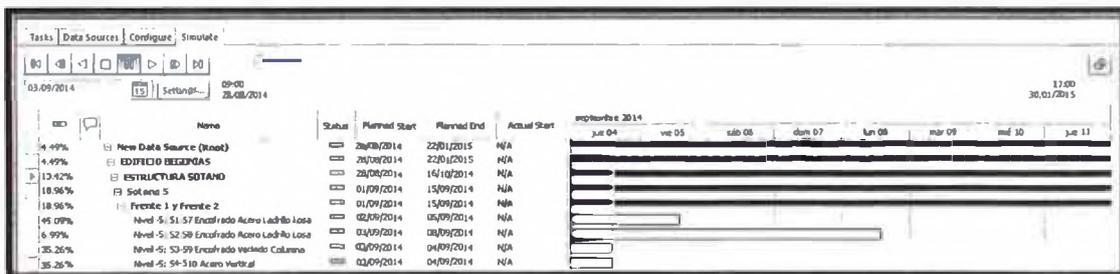
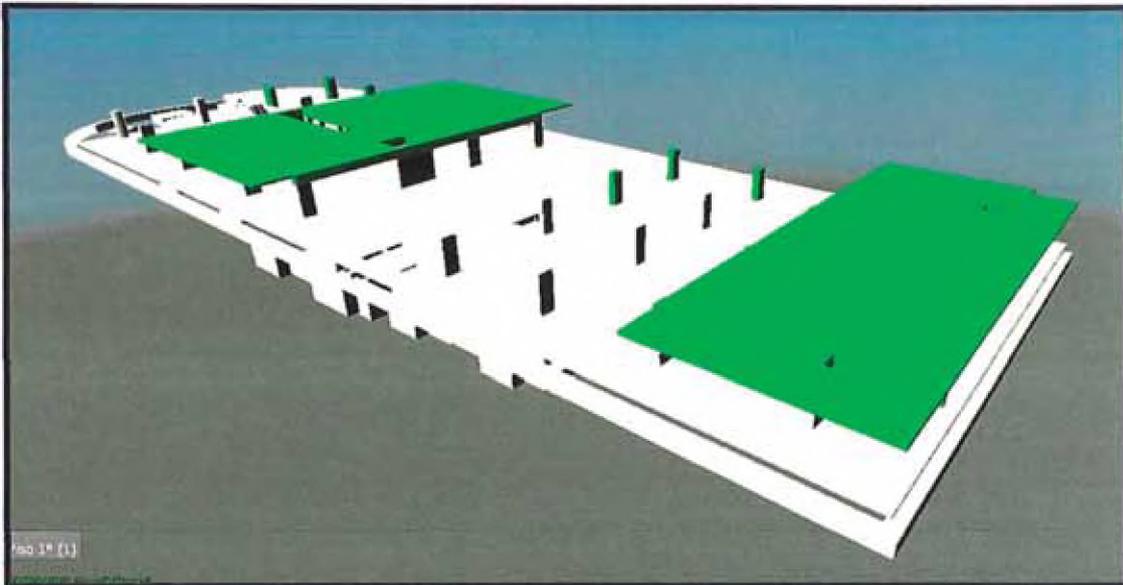


Fig. 66 4D Proyecto quinto sótano, Frente 1 y frente2 . Fuente Propia

Como se puede visualizar, el modelo esta linkeado a un cronograma el cual fue importado del Project Manager®. Este cronograma es elaborado en función a los elementos del modelo y según la secuencia constructiva.

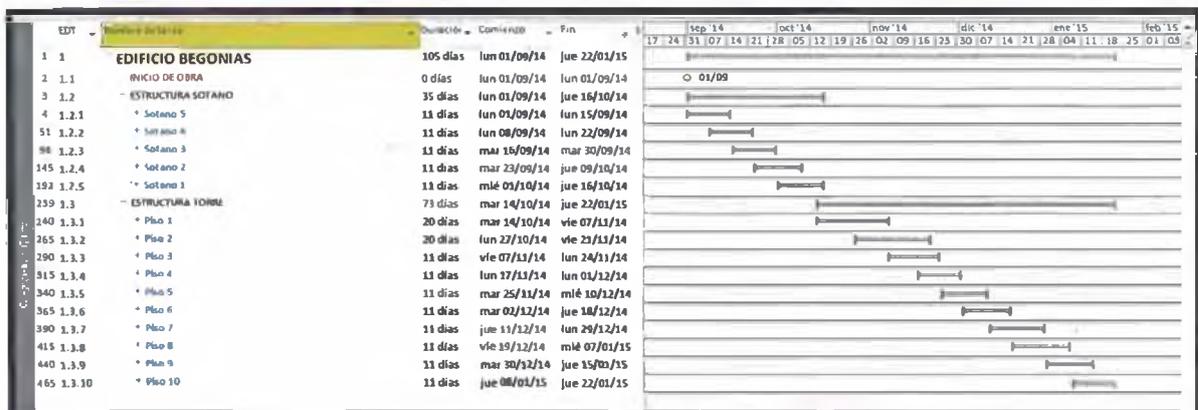


Fig. 67 Cronograma de la estructura del edificio. Fuente propia

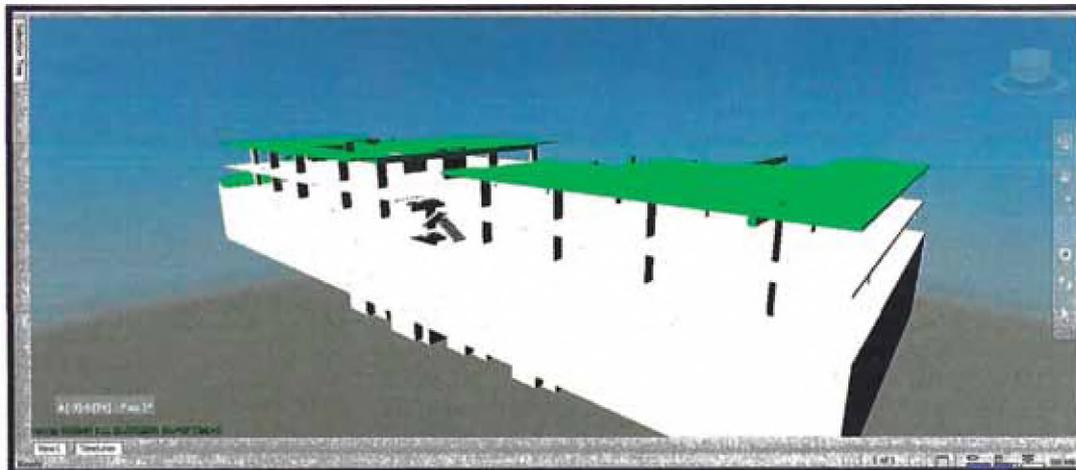
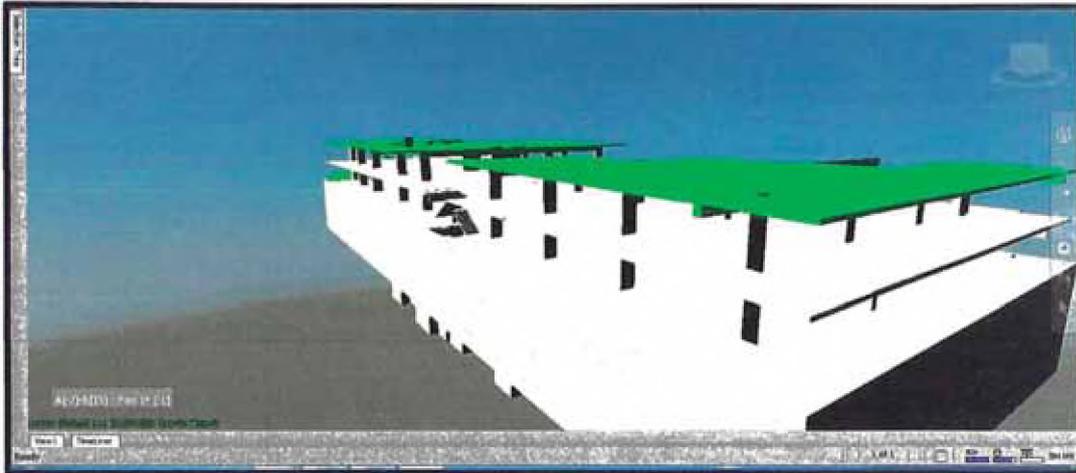


Fig. 68 4D Proyecto sótano 3 y sótano 2, Frente 1 y frente 2, Fuente propia

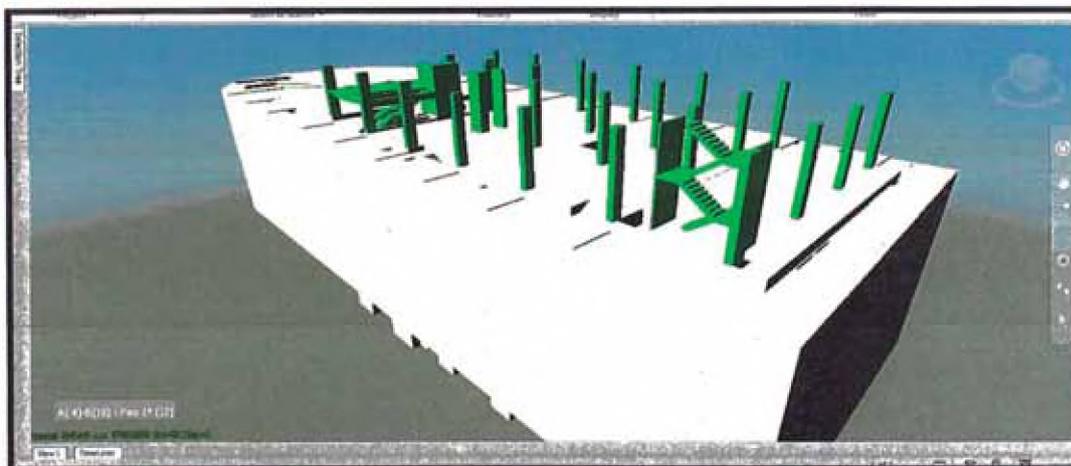


Fig. 69 4D Primer Piso, Frente 1 y frente 2. Fuente propia

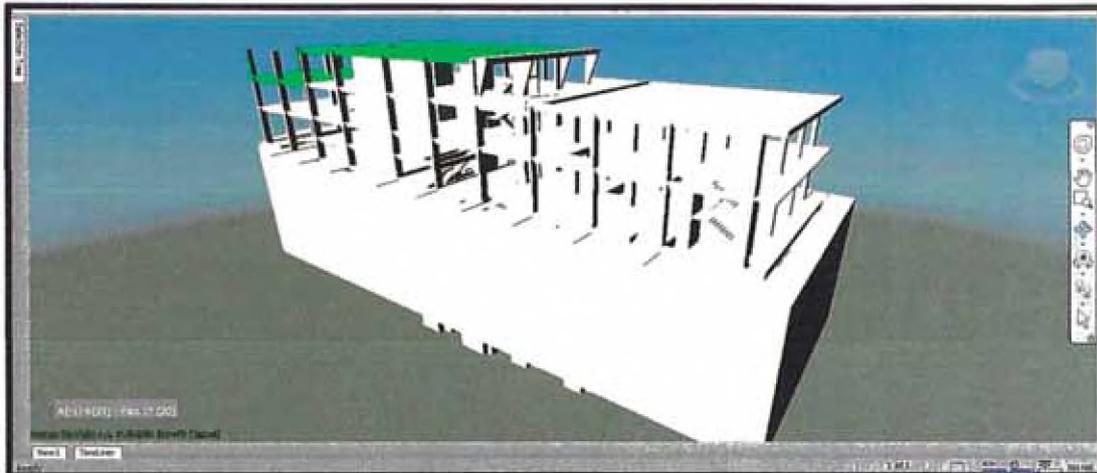


Fig.70 4D 3er Piso, Frente 1 y frente 2. Fuente propia

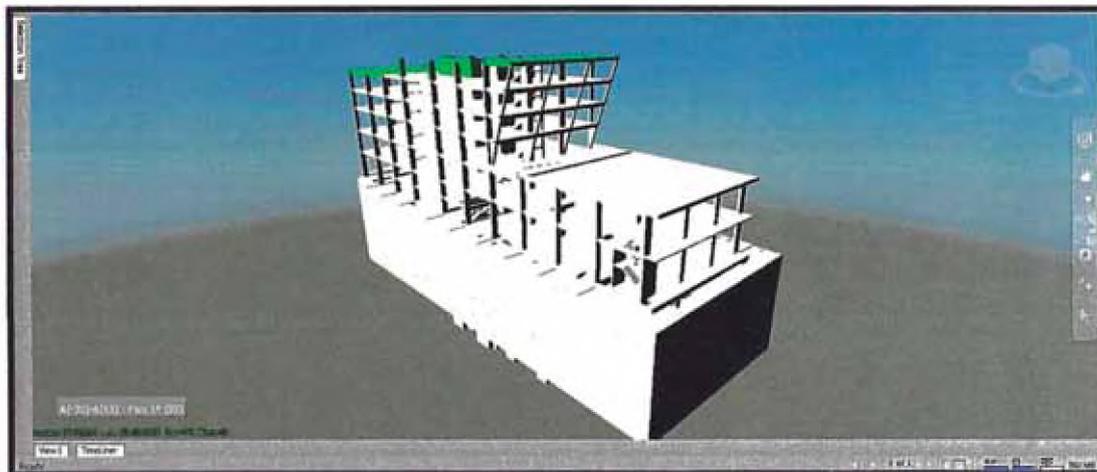


Fig. 71 4D 3er Piso, Frente 1 y frente 2. Fuente propia

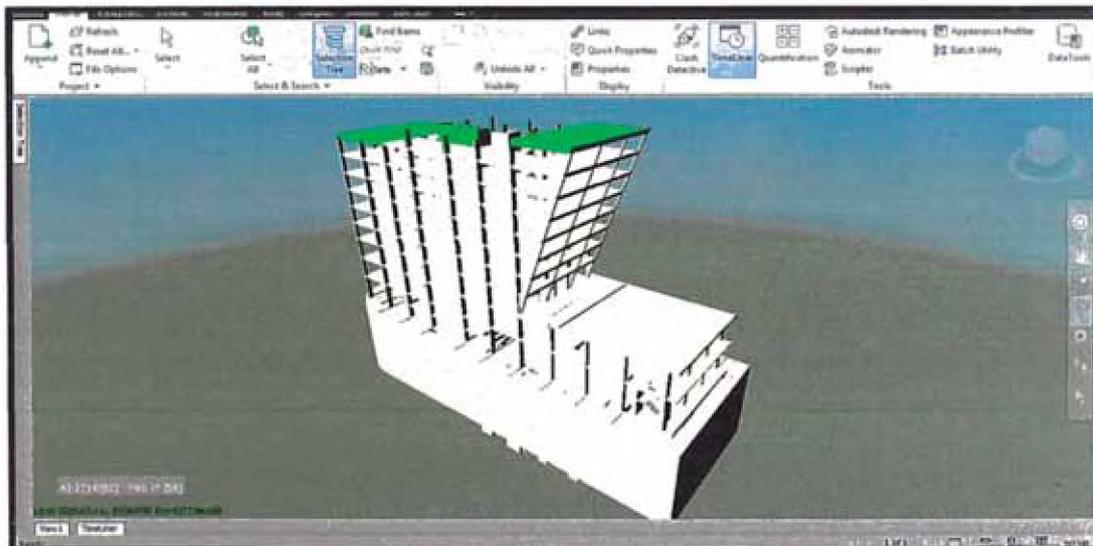


Fig. 72 4D 10mo Piso, Frente 1 y frente 2. Fuente propia

NOMBRE	REVISIÓN DCV	ACTIVAS	% de REDUCCION
AA vs AR	36	11	97.24%
AA vs CD	15	15	77.27%
AA vs ES	97	11	88.66%
AA vs IIEE	17	34	56.96%
AA vs IISS	142	160	39.62%
AA vs RA	17	38	0.00%
IE vs AR	6	3	95.00%
IE vs CD	4	4	0.00%
IE vs ES	85	22	75.00%
IE vs IS	39	35	16.67%
IE vs RA	26	34	15.00%
IS vs AR	12	13	96.02%
IS vs CD	1	1	99.62%
IS vs ES	294	202	87.08%
IS vs RA	34	111	70.00%
IS vs SI	1	1	50.00%
RA vs AR	118	41	65.25%
RA vs ES	105	114	-8.57%
RA vs SI	1	1	0.00%
CD vs AR	0	0	100.00%
CD vs ES	187	10	95.37%
CI vs AA	31	71	80.86%
CI vs AR	21	20	69.70%
CI vs CD	1	1	96.00%
CI vs ES	137	66	56.00%
CI vs IE	37	37	64.76%
CI vs IS	120	119	40.20%
CI vs RA	12	36	-200.00%
CI vs SI	1	1	0.00%
	1597	1212	76%

Fig. 74 Resumen Interferencias entre especialidades. Fuente propia

Del análisis de Interferencias se puede concluir que el software detecto 5086 interferencias; de las cuales, muchas fueron interferencias lógicas como el pase de una tubería a través de la losa, cajas de luz empotradas, ingreso de tuberías al cuarto de máquinas, etc. Estas son consideradas interferencias resueltas. Habiendo realizado este primer filtro se pudo reducir a 1597 interferencias.

Se realizó un segundo filtro y se levantaron las observaciones que no requerían de la participación de los especialistas, como por ejemplo, cambiar la pendiente de una tubería para poder dejar que éstas pasen por debajo del fondo de viga, etc.

El proceso de análisis de interferencias tiene un ciclo que se repite las veces necesarias hasta eliminar todas las interferencias. Durante el ciclo se revisan las interferencias para luego elevarlas a los especialistas las que requieren de su intervención.

Se planifico un mes de trabajo para estas iteraciones sin embargo se requirió 2 meses para resolver dichas interferencias.

Con el modelo se pueden detectar interferencias a nivel de las instalaciones (IISS, ACI e IIMM). A este nivel, por ejemplo, se podría verificar si el espacio entre el falso cielo raso y el fondo de losa es suficiente para la arquitectura planteada.

La revisión en el modelo ayudó a visualizar mejor las interferencias y plantear rápidamente las soluciones durante la misma reunión.

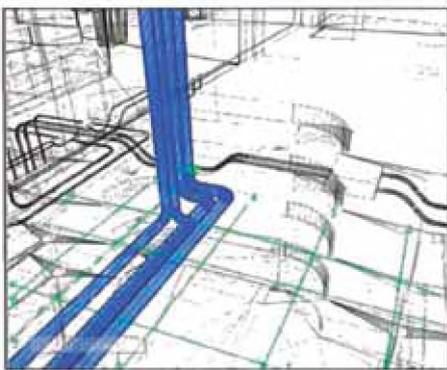
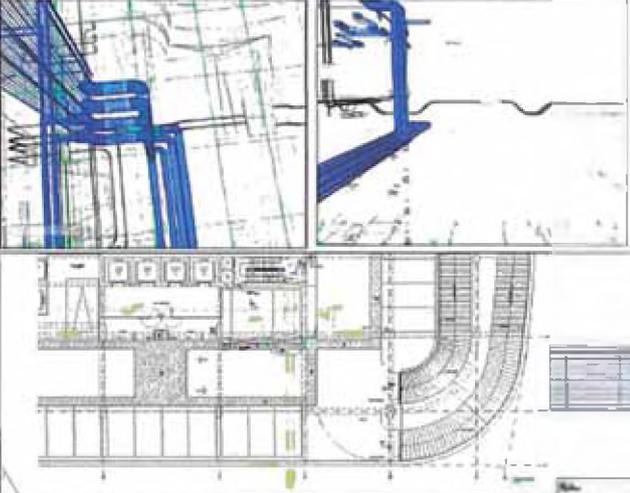
ANEXO DE REPORTE DE INCOMPATIBILIDADES						
REGISTRO:	003	ITEM:	04	FECHA:	03.09.2014	
ELABORADO:						
VISTA EN ISOMETRICO			VISTA DE PLANTA			
						
		CLASH DE REFERENCIA:	CLASH 33			
			CLASH 34			
		INTERFERENCIA ENTRE ESPECIALIDADES				
ITEM	UBICACION EN EL PROYECTO (NIVEL, EJES)	ESPECIALIDAD 1	ESPECIALIDAD 2	DESCRIPCION	PLANO DE REFERENCIA	SOLUCION PROPLESTA
4	Sóano 1, Ejes J3	ISEE	ARQUITECTURA/ INST. MECANICAS	Corregir el recorrido del ingreso de las tuberías de comunicaciones en el sótano 1, porque cruzan con el ducto de tubería de agua helada y con las tuberías de agua helada.	IM-06 / IS-74	Cambiar el recorrido de las tuberías de comunicaciones.

Fig. 75 Reporte de Interferencias entre especialidades, Fuente propia, Ver anexo 13

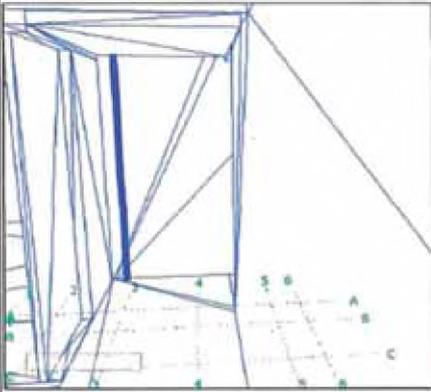
ANEXO DE REPORTE DE INCOMPATIBILIDADES						
REGISTRO:	'003	ITEM:	'01	FECHA:	03/09/2014	
ELABORADO:						
VISTA EN ISOMETRICO			VISTA DE PLANTA			
						
						
			CLASH DE REFERENCIA:	CLASH 71 CLASH 78		
			INTERFERENCIA ENTRE ESPECIALIDADES			
ITEM	UBICACIÓN EN EL PROYECTO (NIVEL, EJE)	ESPECIALIDAD 1	ESPECIALIDAD 2	DESCRIPCIÓN	PLANO DE REFERENCIA	SOLUCIÓN PROPUESTA
1	Sala Higienas Mujeres - 1er Piso Ejes H-4	ARQUITECTURA	INST. MECANICAS	Consultar con ARQUITECTONICA ensanchar muro para proteger la tubería de suministro y retorno de agua helada que baja desde el mezanine hasta el cuarto de control ubicado en el primer piso. Ver gráfico adjunto.	U-07 / A-01	Ensanchar muro para proteger tubería de suministro de agua helada.

Fig. 76 Reporte de Interferencias entre especialidades, Fuente propia, Ver anexo 14

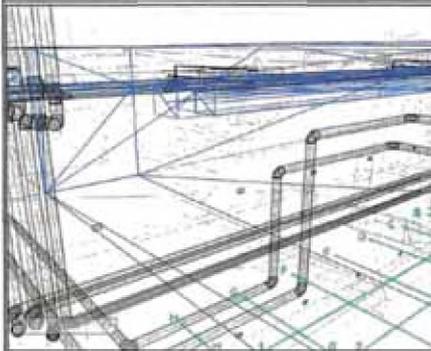
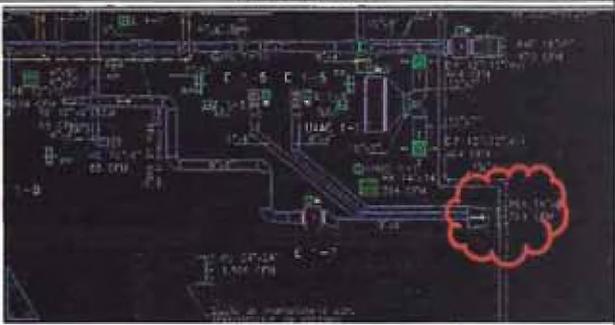
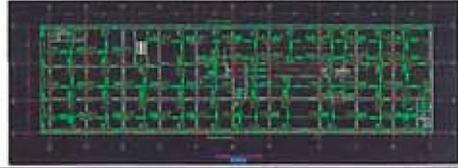
ANEXO DE REPORTE DE INCOMPATIBILIDADES						
REGISTRO:	'003	ITEM:	'05	FECHA:	03/08/2014	
ELABORADO:						
VISTA EN ISOMETRICO			VISTA DE PLANTA			
						
						
			CLASH DE REFERENCIA:	CLASH 74 CLASH 75		
			INTERFERENCIA ENTRE ESPECIALIDADES			
ITEM	UBICACIÓN EN EL PROYECTO (NIVEL, EJE)	ESPECIALIDAD 1	ESPECIALIDAD 2	DESCRIPCIÓN	PLANO DE REFERENCIA	SOLUCIÓN PROPUESTA
5	Sótano 1, Eje J-3	IEE	ARQUITECTURA/ INST. MECANICAS	Solicitar al proyectista de estructuras para realizar pesos en la viga V-16 de las siguientes dimensiones: Pase de 500mm x 200mm para ducto de extracción y dos pesos para tuberías de agua de condensado de 1 1/4".	Plano M-08 / Plano E-17	

Fig. 77 Reporte de Interferencias entre especialidades, Fuente propia, Ver anexo 15



Fig.78 Sesión ICE del proyecto, Fuente Propia

1.1 Consideraciones para las sesiones ICE análisis de observaciones e interferencias.

- Se propusieron por lo menos 02 reuniones semanales con los proyectistas.
- Con la finalidad de filtrar la mayor cantidad de interferencias que puedan resolverse internamente, se estableció una reunión interna entre la Gerencia de proyectos, la constructora y el modelador antes de las reuniones semanales con los proyectistas.
- Se plantea Cronograma de reuniones semanales a fin de solucionar en cada reunión las interferencias encontradas.
- La revisión en cada sesión se realizó según el cronograma y el esquema mostrado (Fig. 43)
- Luego de concluida las reuniones programadas, el modelador fue actualizando el modelo según los acuerdos tomados y revisando que ya no existan interferencias.
- La actualización del modelo no es inmediata porque para validar el modelo y levantar la observación se requiere que esté aprobado formalmente por el proyectista.

1.2 Reporte de metrados

Con el modelo se logró obtener de metrados importantes, esto con la finalidad de garantizar las cantidades de metrado incidentes del proyecto.

- Tabiquerías según tipo, material y nivel

Etiquetas de fila	Suma de AREA TOTAL EN MODELO
0	795.18
Cto. de Bombas	32.02
Cto. de Maquinas	64.14
Mezaninne	591.90
Piso 10º	970.89
Piso 1º	1,488.04
Piso 2º	1,420.75
Piso 3º	1,200.58
Piso 4º	922.83
Piso 5º	931.18
Piso 6º	939.79
Piso 7º	947.64
Piso 8º	955.50
Piso 9º	962.04
Sotano 1	1,027.70
Sotano 2	421.58
Sotano 3	235.07
Sotano 4	236.04
Sotano 5	417.06
Techo Tecnico	136.86
Total general	14,696.79

Fig.79 Listado de m² muros por piso. Fuente propia

Etiquetas de fila	Suma de AREA TOTAL EN MODELO
Albañileria (e=0.10m)	29.15
Albañileria (e=0.175m)	1.21
Albañileria (e=0.40m)	14.04
Basic Wall: TABIQUE CF TIPO A (DW) 2RF + PARANTES + 2RF (e=0.15m)	26.08
Basic Wall: TABIQUE CF TIPO AF BASE DE BLOQUETA CF (e= 0.14m)	242.56
Basic Wall: TABIQUE CF TIPO F BLOQUETA DE CONCRETO (e= 0.14m)	52.40
Basic Wall: TABIQUE TIPO B (DW) 2ST + PARANTES + 2ST (e=0.14m)	68.85
Basic Wall: TABIQUE TIPO CE BASE DE BLOQUETA (e= 0.14m)	63.56
Basic Wall: TABIQUE TIPO E BLOQUETA DE CONCRETO (e= 0.14m)	64.75
Basic Wall: TABIQUE TIPO I (DW) 2RH + PARANTES + 2RH (e= 0.14m)	139.15
Drywall (e=0.15m)	80.75
Drywall 0.05	656.42
Ensanche Sanitario (e=0.15m)	1,620.97
FCR - Yeso Empastado y Pintado	1,570.01
TABIQUE CF TIPO A: (DW) 2RF + PARANTES + 2RF	114.36
TABIQUE CF TIPO A: (DW) 2RF + PARANTES + 2RF e=15cm	125.88
TABIQUE CF TIPO AF: BASE DE BLOQUETA CF e:14cm + DW CF.	613.83
TABIQUE CF TIPO AH: BASE DE BLOQUETA CF e:19cm + DW CF.	89.07
TABIQUE CF TIPO F: BLOQUETA DE CONCRETO e = 14 cm	1,140.06
TABIQUE CF TIPO F: BLOQUETA DE CONCRETO e: 14 cm	1,473.20
TABIQUE CF TIPO H: BLOQUETA DE CONCRETO e: 19 cm	74.75
TABIQUE TIPO B: (DW) 2ST + PARANTES + 2ST	374.68
TABIQUE TIPO B: (DW) 2ST + PARANTES + 2ST e=14cm	564.72
TABIQUE TIPO CE: BASE DE BLOQUETA e:14cm + DW.	422.29
TABIQUE TIPO E: BLOQUETA DE CONCRETO e: 14 cm	1,414.49
TABIQUE TIPO EB: BASE DE BLOQUETA e:14cm + DW.	15.40
TABIQUE TIPO FA: BASE DE BLOQUETA e:14cm + DW.	425.84
TABIQUE TIPO I: (DW) 2RH + PARANTES + 2RH e: 14 cm	3,218.32
Total general	14,696.79

Fig.80 Listado de m² muros por tipo. Fuente Propia

TIPOS DE TABIQU m2		
CF	4,023.06	27%
ST	3,358.96	23%
RH	3,438.40	23%
FCR	1,796.12	12%
NO ESPECIFICAD	2,080.25	14%
TOTAL	14,696.79	100%



Fig. 81 Resumen de m² tabique por especificación. Fuente propia

TIPOS DE TABIQU m2		
BLOQUETAS	4,055.10	28%
DRYWALL	4,891.56	33%
COMBINADO	1,873.76	13%
DINTEL FCR	1,796.12	12%
NO ESPECIFICAD	2,080.25	14%
TOTAL	14,696.79	100%



Fig. 82 Resumen de m2 tabique por material. Fuente propia

➤ Reporte de metrados de Concreto por niveles y tipos

Etiquetas de fila	Suma de VOLUMEN
Cimentación de muro	179.89
Losa de cimentación	18.24
Zapata Aislada	626.32
Total general	824.45

Fig.83 Listado de m³ Cimentaciones por estructura. Fuente propia

Etiquetas de fila	Suma de VOLUMEN
Cimentacion	3.75
Cto. de Bombas	18.86
Cto. de Maquinas	11.85
Mezantine	0.66
Mezannine	47.52
Piso 1º	93.87
Piso 2º	116.19
Piso 3º	83.39
Piso 4º	61.43
Piso 5º	79.83
Piso 6º	61.43
Piso 7º	61.43
Piso 8º	61.43
Piso 9º	61.43
Piso 10º	63.04
Sotano 1º	94.38
Sotano 2º	72.67
Sotano 3º	71.25
Sotano 4º	73.26
Sotano 5º	70.81
Techo Tecnico	21.57
Total general	1,230.05

Fig.84

Fig.84 Listado de m³ columnas por niveles. Fuente propia

Etiquetas de fila	Suma de Volumen
Cto. de Maquinas	31.12
Mezantine	32.51
Piso 1º	34.61
Piso 10º	55.98
Piso 2º	70.85
Piso 3º	70.85
Piso 4º	54.38
Piso 5º	54.38
Piso 6º	54.38
Piso 7º	54.38
Piso 8º	54.38
Piso 9º	54.38
Sotano 1º	62.23
Sotano 2º	41.2
Sotano 3º	41.2
Sotano 4º	41.19
Sotano 5º	58.72
Techo	0.7
Techo Tecnico	23.74
Total general	891.18

Fig.85

Fig.85 Listado de m³ Placas estructural por niveles. Fuente propia

1.3 Planificación 4D

Con la ayuda del modelo se ha planificado las actividades previas a la excavación. Se evaluaron los diferentes escenarios para los accesos y la ubicación de torre grúa. Con esto se puede transmitir a los directivos de la empresa el plan de trabajo de una manera más visual.

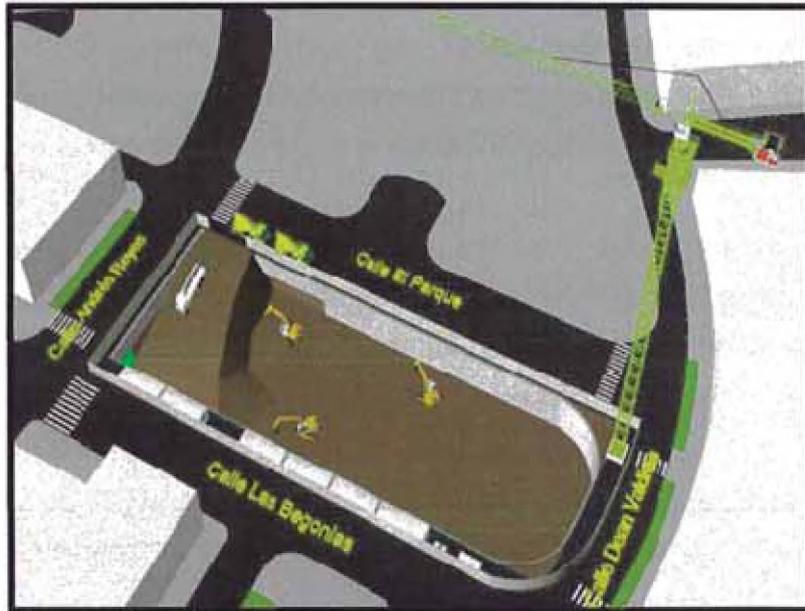


Fig.86 Planificación de accesos. Fuente propia

En la construcción de la torre se pudo transmitir la sectorización de la obra y el ritmo de trabajo semanal preliminar así como la magnitud de trabajo a realizar.

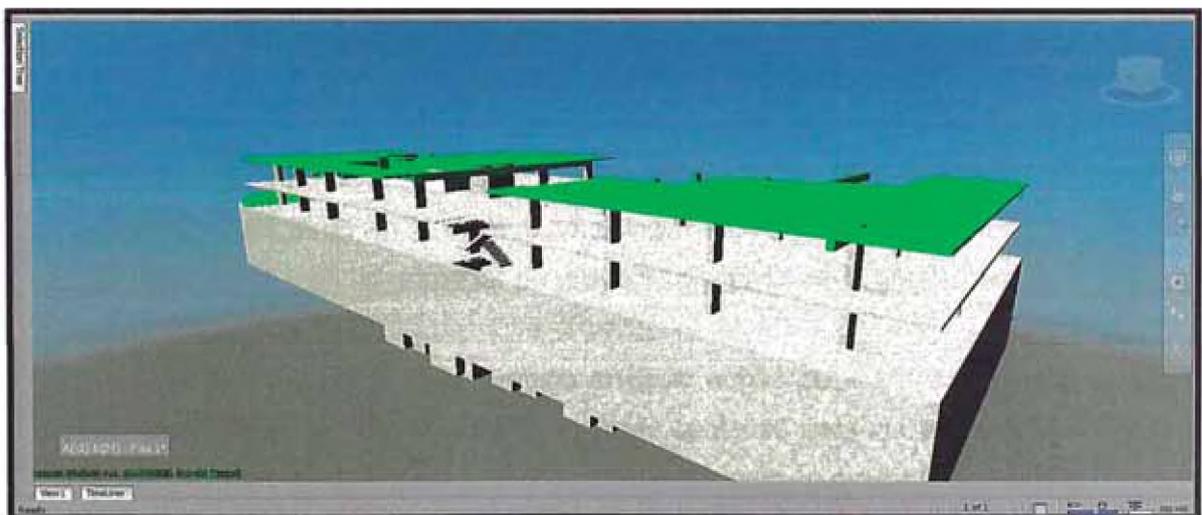


Fig.87 4D Preliminar de obra. Fuente propia

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Sobre la reducción de la cantidad de RFI: El análisis de interferencias logro detectar en esta etapa de pre construcción 1212 interferencias las cuales fueron enviadas a los proyectistas para su respectivo levantamiento. A pesar de esto no podemos afirmar que cualitativamente los RFI quedaron reducidas al 100%, ya que documentos no compatibilizados y omisiones al proyecto podrían presentarse en la ejecución y estas mismas generar RFI's.

Cuantitativamente no sabemos qué valor es el % que representan estas omisiones o documentos no compatibilizados, sin embargo este % podría ser reducido definiendo contractualmente un objeto de construcción modelo y de esta manera poder detallar el alcance del proyecto.

Se recomienda en una próxima investigación analizar cómo lograr mitigar el riesgo de omisiones al proyecto o documentación no compatibilizada.

- La aplicación de los modelos BIM permitieron una buena comunicación con la alta dirección de la inmobiliaria. Para la gerencia de proyectos fue una herramienta que mejoró los tiempos de respuesta de los diseñadores y para la constructora el beneficio de ingresar a un proyecto con un alto grado de compatibilización que simplificará su trabajo en campo. Sin embargo para que esto ocurra debemos considerar que el factor de éxito radica en la disposición de los involucrados y la experiencia de todos en conjunto ya que se contó con un modelador con alta experiencia en construcción, un coordinador BIM parte de la constructora, ingenieros especialistas por parte de la supervisión y un coordinador de proyecto por parte de la inmobiliaria.
- La aplicación del modelo BIM permitió analizar temas de constructabilidad, ayudando en la determinación de las mejores opciones para los accesos y/o tránsito de materiales de obra. Así mismo, fue útil para la presentación a los representantes técnicos del municipio.

- El uso de las tecnologías BIM para la detección de interferencias, análisis de constructabilidad y análisis de la planificación, cumple con el objetivo de Lean construction, "Eliminar lo que no agregue valor al proceso", en este caso se eliminaron incompatibilidades, se analizaron escenarios de accesos evitando los posibles problemas de circulación, así como los frentes de trabajo y sectorización para la planificación del proyecto, mejorando la comunicación del equipo de proyecto, compartiendo información importante del proyecto, etc.

En una próxima investigación se puede analizar la integración de los modelos BIM al método de programación en cadena.

- Sobre el nivel de detalle se concluye que para mejorar el proceso de modelamiento de especialidades es necesario ingresar con un nivel de detalle ND2 con la finalidad de extracción de metrados y favorece a la planificación.
- Sobre la detección de interferencias, este proceso es cíclico y se necesita de la participación activa del equipo de modelamiento BIM, el contrato con la empresa que modelo el proyecto fue por una determinada cantidad de horas y por 3 ciclos de detección de interferencias y levantamiento de las mismas; sin embargo, la detección de interferencias necesita de un equipo de modelamiento (coordinador BIM y modelador BIM) que participen activamente para mejorar los tiempos de respuesta.
- Sobre la duración del proceso de gestión de valor fue planificado en 3 meses sin embargo se requirió de 5 meses en este proyecto. La detección de interferencias, revisión de especificaciones y revisiones por recorrido son procesos cíclicos para los cuales se requiere el compromiso de los involucrados, en este caso los especialistas fueron los que ocasionaron el retraso debido a su demora en las respuestas a las observaciones.

Se recomienda capacitar a los especialistas en el uso de los modelos y trabajar en conjunto para poder mejorar los tiempos

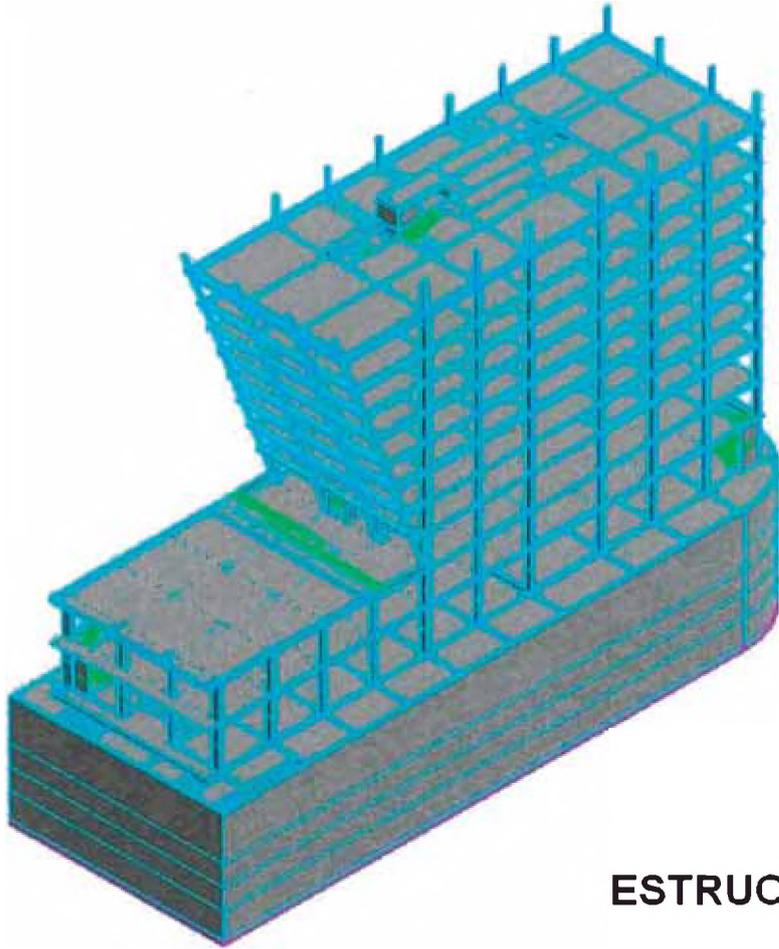
- Sobre la nueva forma de trabajo, la empresa inmobiliaria ha apostado por los beneficios de las tecnologías BIM. Sin embargo, esto no sería posible sin la participación y colaboración de los socios estratégicos como son las empresas constructoras y los proyectistas. Para estos últimos los beneficios son menores. Sin embargo, se presume que en los próximos años ya no sea una opción, será un requerimiento.

5.2 Recomendaciones

- Sobre el % de omisiones y documentos no compatibilizados en el proyecto se recomienda definir contractualmente un objeto de construcción modelo y de esta manera poder reducir algunas omisiones y especificaciones pendientes del proyecto.
- Se recomienda trabajar con un modelo de nivel de detalle 2, con el fin de obtener un modelo a detalle que pueda ser utilizado en la etapa de construcción: extracción de metrados, especificaciones en el modelo y planificación. Durante el proceso de modelamiento se evidenció la importancia de definir el nivel de detalle en etapas tempranas ya que modelar en un nivel diferente conlleva a reprocesos innecesarios.
- Se recomienda tener un coordinador BIM en la empresa Inmobiliaria, el deberá coordinar el desarrollo completo del modelo y no por ciclos de revisión. De la misma manera dar el alcance técnico necesario para el correcto desarrollo del modelo, De esa manera se podrá evitar algunos reprocesos y la mejora de los tiempos de compatibilización del proyecto.
- Para la gestión del diseño se recomienda una sectorización del análisis de interferencias, iniciando por las zonas más críticas. De la misma manera contar con un estándar para la comunicación a los especialistas, con esta metodología se busca incrementar cantidad de interferencias revisadas en las reuniones y mejorar los tiempos de respuesta de las mismas.

BIBLIOGRAFIA

- Botero Luis Fernando , **“Construcción sin Perdidas”** (Análisis de procesos y filosofía Lean Construction) Perú 2004
- Ghio Castillo Virgilio, **“Productividad en obras de construcción”** (Diagnostico, critica y Propuesta). Perú 2001
- Hardin Brad. **“BIM and Construction Management”** EEUU
- Koskela Lauri , **“CIFE Technical Report 72”** (EE.UU. 1992)
- Martin fischer & Claudio Mourgues, **“CIFE Technical Report 124”** (EE.UU. 2001)
- Martin Fischer & Ju Gao, **“CIFE Technical Report 172”** (EE.UU.2008)
- McGraw.Hill. **“Building.Information.Modeling”**. EE.UU. 2008
- PMI, **Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos PMBOK**(Project Management book of knowledge) Cuarta edición EE.UU. 2008



ESTRUCTURAS

ANEXO 1



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE SUSTENTACION DEL INFORME DE SUFICIENCIA

En la Universidad Nacional de Ingeniería en la ciudad de Lima, a las 12:00 horas del día lunes 20 de abril del dos mil quince, se reunió en la Sala de Sustentaciones de la Facultad de Ingeniería Civil, el Jurado conformado por los profesores: Dr. JUAN G. RIOS SEGURA, Ing. VICTOR P. ROJAS YUPANQUI y Mg. FELIX W. ULLOA VELASQUEZ, quienes actuaron como Presidente, Especialista y Secretario respectivamente, para proceder al Examen de Titulación Profesional de Ingeniero Civil de Don:

ABEL SABOGAL GUERRERO

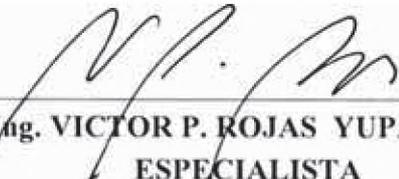
quién presentó el Informe de Suficiencia titulado:

“GESTIÓN DE VALOR EN EL DISEÑO, PLANIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS CON MODELOS BIM.”,

en cumplimiento de los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Los señores miembros del Jurado replicaron al sustentante y terminada la réplica, después de debatir entre sí, reservada y libremente, lo declararon aprobado con la mención de:

APROBADO CON EXCELENCIA

A continuación, el Presidente del Jurado hizo saber al sustentante el resultado de su examen, con lo cual se dió por terminado el acto, levantándose la presente acta por triplicado, la misma que fue suscrita por los que en ella intervinieron.


Ing. VICTOR P. ROJAS YUPANQUI
ESPECIALISTA


Mg. FELIX W. ULLOA VELASQUEZ
SECRETARIO


Dr. JUAN G. RIOS SEGURA
PRESIDENTE