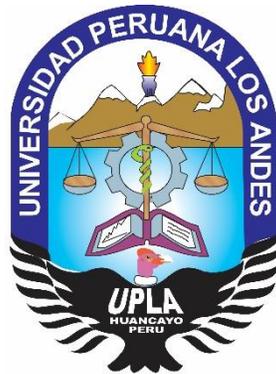


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS

**METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING EN
LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES
EN EL DISTRITO DE MIRAFLORES - LIMA**

PRESENTADO POR:

Bach. Einstein Jorge Ramos Rojas

Línea de Investigación Institucional:

Nuevas Tecnologías y Procesos

Línea de Investigación del Programa de Estudios:

Gestión de Tecnologías en Procesos Constructivos

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:

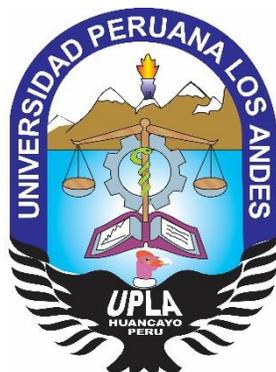
INGENIERO CIVIL

LIMA- PERÚ

2019

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS

**METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING EN
LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES
EN EL DISTRITO DE MIRAFLORES - LIMA**

PRESENTADO POR:

Bach. EINSTEIN JORGE RAMOS ROJAS

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**LIMA- PERÚ
2019**

ASESORES

DR. APOLINAR SALDAÑA PONTE

ING. GUIDO RUBEN BENINGNO PEBE

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mi hijo
Jacob Logan.

AGRADECIMIENTO

A mis padres que estuvieron apoyándome de forma incondicional.

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

DECANO

Dr. Casio Aurelio Torres López

PRIMER JURADO

Mg. Kliver Luis Almonacid Flores

SEGUNDO JURADO

Mg. Luis Humberto Díaz Huiza

TERCER JURADO

Mg. Carlos Mario Fernández Díaz

SECRETARIO DOCENTE

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales

INDICE GENERAL

ASESORES.....	III
HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
INCIDE DE GRÁFICOS.....	XII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVI
CAPITULO I.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Planeamiento del Problema.....	1
1.2. Formulación y Sistematización del Problema.....	2
1.2.1. Problema General.....	2
1.2.2. Problemas Específicos.....	2
1.3. Justificación.....	2
1.3.1. Social o Práctica.....	3
1.3.2. Metodológica.....	3
1.4. Delimitación.....	3
1.4.1. Delimitación Espacial.....	3
1.4.2. Delimitación Temporal.....	4
1.4.3. Delimitación Económica.....	5
1.5. Limitaciones.....	5
1.6. Objetivos:.....	5
1.6.1. Objetivo General:.....	5
1.6.2. Objetivos Específicos:.....	5
CAPITULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes:.....	6
2.1.1. Nacionales:.....	6

2.1.2 Internacionales	9
2.2 Marco Conceptual.....	12
2.2.1 Metodología Building Information Modeling	12
2.2.1.1 La idea.....	18
2.2.1.2 El Boceto.....	18
2.2.1.3 El Modelo Grafico Tridimensional o BIM-3D.....	19
2.2.1.3.1 Modelado Virtual BIM-3D de la edificación.....	19
2.2.1.3.2 Modelado BIM-3D de las Instalaciones.....	20
2.2.1.3.3 Nivel de detalle de los modelos BIM-3D.....	21
2.2.1.4 El Tiempo o BIM-4D.....	22
2.2.1.5 El Costo o BIM-5D.....	23
2.2.1.6 Análisis de Sostenibilidad o BIM-6D.....	24
2.2.1.7 La Gestión del Ciclo de la Vida o BIM-7D.....	24
2.2.1.8 Aplicación del Building Information Modeling en la construcción	25
2.2.1.9 Aplicación del Building Information Modeling para la construcción	26
2.2.1.10 Beneficios del BIM en el diseño y la construcción.....	29
2.2.1.11 Building Information Modeling como herramientas TIC (Tecnología de la Información y de la Comunicación)	30
2.2.1.12 Diseño de Calidad y la Relación con los Documentos Contractuales.....	31
2.2.1.13 Deficiencia con los Documentos Contractuales del Diseño.....	32
2.2.1.14 Procesamiento de detección de Interferencias de diseño.....	37
2.2.1.15 Procesamiento para realizar revisiones de constructabilidad.....	39
2.2.1.16 Gestión de información del Proyecto.....	40
2.2.2 Construcción de Viviendas Multifamiliares.....	40
2.2.2.1 Arquitectura.....	41
2.2.2.2 Estructuras.....	41
2.2.2.2.1 Elementos estructurales en una construcción.....	42
2.2.2.3 Instalaciones Sanitarias.....	42
2.2.2.3.1 Finalidad de las Instalaciones Sanitarias	42
2.2.2.4 Instalaciones Eléctricas.....	43
2.2.2.4.1 Objetivos de la instalación.....	43
2.2.2.5 Agua Contra Incendios.....	43

2.2.2.6 Instalaciones de Gas.....	44
2.2.2.7 Instalaciones de Mecánicas HVAC.....	45
2.3 Definición de Términos:	45
2.4. Hipótesis	46
2.4.1. Hipótesis General.....	46
2.4.2. Hipótesis Específicas	46
2.5. Variables	46
2.5.1. Definición conceptual de la variable	46
2.5.2. Definición operacional de la variable	47
2.5.3. Operacionalización de la variable:	48
CAPITULO III	49
METODOLOGIA	49
3.1. Método de Investigación	49
3.2. Tipo de Investigación	49
3.3. Nivel de investigación	49
3.4. Diseño de Investigación	49
3.5. Población y Muestra	50
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	50
3.7. Técnicas y Análisis de Datos.....	51
3.8 Procesamiento de Información.....	51
CAPITULO IV.....	52
RESULTADOS.....	52
4.1 Resultados en la aplicación de metodología Building Information Modelign.	52
4.2 Principales metas Building Information Modeling en el proyecto.	54
4.3 Modelo BIM-3D de Arquitectura.....	54
4.4 Modelo BIM-3D de Estructuras.....	58
4.5 Modelo BIM-3D de Instalaciones.	63
4.6 Diagnostico.	66
4.6.1 Gravedad de las consultas encontradas.....	69
4.7 Entregables.	70
4.7 Cuantificación de costos de incompatibilidades.	72

CAPITULO V.....	78
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	78
CONCLUSIONES.....	81
RECOMENDACIONES.....	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXOS.....	85
ANEXO N°1.....	86
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	86
ANEXO N°2.....	87
PRESUPUESTO CON LA METODOLOGIA TRADICIONAL.....	87
ANEXO N°3.....	88
PRESUPUESTO CON LA METODOLOGIA BUILDING INFORMATION MODELING.....	88
ANEXO N°4.....	89
CUESTIONARIO.....	89
ANEXO N°5.....	91
IMÁGENES DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR CENTRICA.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Sistema de instalaciones para el Modelado BIM-3D	21
Tabla 2: Herramientas TIC.....	31
Tabla 3: Definición operacional de la variable	47
Tabla 4: Operacionalización de la variable.....	48
Tabla 5: Técnicas e Instrumentos.....	50
Tabla 6: Datos del proyecto en estudio	53
Tabla 7: Metas con BIM en obra	54
Tabla 8: Control del modelo BIM-3D arquitectura.....	55
Tabla 9: Control del modelado BIM-3D estructuras.....	58
Tabla 10: Resistencia de concreto.....	59
Tabla 11: Tabla de planificación de metrados.....	61
Tabla 12: Consultas de los RFI.....	68
Tabla 13: RFI no contestados por los proyectistas	69
Tabla 14: Gravedad de los RFI.....	70
Tabla 15: Costos del RFI N° 2	73
Tabla 16: Costos del RFI N° 4	74
Tabla 17: Tabla de costos obtenidos de los RFI.....	75

INCIDE DE GRÁFICOS

Figura 1: Ubicación de la vivienda multifamiliar Céntrica	4
Figura 2: Modelo mediante la metodología BIM	13
Figura 3: Integración del Proyecto (PIM) mediante el BIM	14
Figura 4: Adopción del BIM en Norte América.....	15
Figura 5: Crecimiento del BIM en Latinoamérica	15
Figura 6: Crecimiento del BIM en Perú	16
Figura 7: Dimensiones del BIM	17
Figura 8: Fases de la idea o 1D	18
Figura 9: Planos 2D, corte, elevación y detalles	19
Figura 10: Proceso del modelado 3D	20
Figura 11: Programación BIM-4D para la construcción.....	23
Figura 12: Proceso para poder llegar a un BIM-5D	24
Figura 13: Dimensiones del BIM, tomando desde un modelo BIM-3D	25
Figura 14: Ranking de los edificios más altos del Perú	26
Figura 15: Muestra de las interferencias en la construcción (Fuente: Elaboración Propia)	27
Figura 16: Visualización del BIM-3D en el programa Navisworks.....	28
Figura 17: Simulación 4D en el modelo de estructuras	29
Figura 18: Vista 3D de una interferencia encontrada en la construcción 3D	33
Figura 19: (Izquierda) Losa del SS.HH. según el plano de arquitectura. (Derecha) Omisión de la losa en el plano de estructuras	33
Figura 20: Vista 3D del ducto omitido por incompatibilidad entre los planos	34
Figura 21: (Izquierda) Ducto según el plano de arquitectura. (Derecha) Omisión del ducto en los planos de estructuras	34
Figura 22: (Arriba) Vista desde el interior de un modelo 3D de instalaciones. (Abajo) La misma vista con las interferencias identificadas	35
Figura 23: Interferencia entre tuberías de agua contra incendio con ductos de extracción de monóxido (Fuente: Elaboración propia edificio Duplo)	36
Figura 24: Caso de interferencia entre una tubería y la estructura.....	36
Figura 25: Pases en vigas mediante perforaciones diamantinas.....	37
Figura 26: Integración de los modelos BIM-3D	38
Figura 27: Reporte de interferencias	39
Figura 28: Recorrido virtual de un modelo BIM-3D	40
Figura 29: Modelo BIM-3D Céntrica.....	52
Figura 30: Corte del modelo de arquitectura del modelo BIM-3D.....	56
Figura 31: Vistas de todos los cortes y 3D elaborados	57
Figura 32: Hoja de metrados del modelo BIM-3D de arquitectura	57
Figura 33: Modelo de estructuras BIM-3D.....	60
Figura 34: Hoja de metrados por piezas	62
Figura 35: Hoja de metrados losas.....	62

Figura 36: Isométrico con las disciplinas de instalaciones integradas	65
Figura 37: Modelo integrado BIM-3D de todas las instalaciones	65
Figura 38: Formatos RFI en el plano CAD	67
Figura 39: RFI anotados en la hoja de Excel con el estado de consulta	68
Figura 40: Consulta de RFI	69
Figura 41: Gravedad de RFI	70
Figura 42: Sótano 06, del RFI N° 2	73
Figura 43: Cuarto de Bombas, RFI N° 4	74
Figura 44: Edificio Multifamiliar Céntrica	91
Figura 45: Área común Edificio Céntrica	92
Figura 46: Sala Edificio Céntrica	92
Figura 47: Comedor del edificio Céntrica	93
Figura 48: Dormitorio Edificio Céntrica	93

RESUMEN

La presente investigación respondió al siguiente problema ¿De qué manera la metodología Building Information Modeling influye en la construcción de viviendas multifamiliares en el distrito de Miraflores – Lima?, el objetivo general fue; Demostrar la influencia con de la metodología Building Information Modeling en la construcción de viviendas multifamiliares en el distrito de Miraflores – Lima, para lo cual se formuló la siguiente hipótesis general a contrastarse: La metodología Building Information Modeling optimiza la construcción de viviendas multifamiliares en el distrito de Miraflores – Lima.

El método general de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue la aplicada, de nivel explicativo y con diseño experimental. Este fue aplicado a la población conformada a las edificaciones multifamiliares del distrito de Miraflores, seleccionado a través del método no probabilístico o intencional, de la cual se tomó como muestra al edificio multifamiliar Céntrica ubicado en la Av. Paseo de la Republica N° 6231.

Se concluyó finalmente, que con la metodología Building Information Modeling se optimizo la construcción de viviendas multifamiliares, encontrándose incompatibilidades y reduciendo costo ahorrando S/.245,764.64, tiempo aproximadamente 2 a 3 meses y logrando una mejor sostenibilidad en las edificaciones.

Palabras Claves: Building Information Modelign, viviendas multifamiliares, incompatibilidades.

ABSTRACT

The present investigation responded to the following problem: How does the Building Information Modeling methodology influence the construction of multi-family homes in the district of Miraflores - Lima ?, the general objective was; Demonstrate the influence of the Building Information Modeling methodology in the construction of multifamily housing in the district of Miraflores - Lima, for which the following general hypothesis was formulated to be tested: The Building Information Modeling methodology optimizes the construction of multifamily housing in the district of Miraflores - Lima.

The general method of investigation was the scientific one, the type of investigation was the applied one, of explanatory level and with experimental design. This was applied to the population conformed to the multifamily buildings of the district of Miraflores, selected through the non-probabilistic or intentional method, from which the Multifamily Building located at Av. Paseo de la Republica N ° 6231 was taken as a sample.

Finally, it was concluded that, with the Building Information Modeling methodology, the construction of multi-family homes was optimized, finding incompatibilities and reducing cost, saving S / .245,764.64, time approximately 2 to 3 months and achieving better sustainability in buildings.

Keywords: Building Information Modelign, multifamily housing, incompatibilities.

INTRODUCCIÓN

Con la presente tesis aplicación de la Metodología Building Information Modeling en la Construcción de Viviendas Multifamiliares en el distrito de Miraflores – Lima, se da a conocer el ahorro del tiempo, costo y sostenibilidad de la construcción en el distrito de Miraflores provincia de Lima.

Esta metodología Building information Modeling en los últimos años ha ido incursionado en los diferente tipos de infraestructura a nivel nacional e internacional teniendo como resultados en diversos aspectos como: la idea, el boceto, modelo tridimensional, el tiempo, el costo, la sostenibilidad, la gestión del ciclo de vida sin embargo para este estudio se priorizan 3 aspectos (Tiempo, Costo y sostenibilidad) y la cual demuestra cómo influye en la construcción del edificio multifamiliar Céntrica

Este estudio está estructurado en cinco capítulos y es como sigue:

Capítulo I: Desarrollaremos el planteamiento del problema, formulación y sistematización del problema, justificación, delimitación, limitaciones y objetivos

Capítulo II: Desarrollamos el marco teórico, antecedentes nacionales e internacionales de investigaciones similares en el área de metodología BIM, conceptos de la metodología BIM, beneficios, definición de términos, hipótesis y las variables de la investigación.

Capítulo III: Desarrollamos la metodología, tipo de investigación, nivel de investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas y análisis de datos.

Capítulo IV: Este capítulo contiene resultados de la investigación, en base al tema cualitativo y cuantitativo del estudio.

Capítulo V: Este capítulo trata de la discusión de resultados de estudio. Finalmente se especifican las conclusiones, recomendaciones, referencias, bibliográficas y los anexos

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planeamiento del Problema

En la actualidad vivimos en un proceso de globalización, en diversos aspectos económicos, social productiva como es la construcción. La actividad de construcción no es ajena a estos cambios tanto a nivel mundial como nacional en el Perú.

En este contexto las multinacionales y las compañías extranjeras que compiten en el país, tratan de incentivar técnicas que ayuden al aumento de los rendimientos y afluencia del trabajo, tanto en la línea de mando y en los niveles de competitividad global.

En general, la elaboración de un proyecto y la ejecución representan las mayores dificultades por ser tan complejos, al no poder identificar la complejidad de un proyecto puede causar un daño enorme en el mismo, es donde para todo proyecto nace la idea de cómo poder iniciar con el proyecto, una vez teniendo claro la idea podemos pasar a los primeros trazos que es el boceto en la cual se determinan las características genéricas del proyecto estableciendo materiales sobre el proyecto a definir. Teniendo la idea clara y el boceto podemos pasar al modelado tridimensional o 3D que representa la información de cada una de las disciplinas que integran el proyecto, para luego poder realizar una planificación llamada 4D, que nos permitirá la visualización del proceso constructivo, para luego poder pasar a un 5D o costo, abarca el control y estimación de gastos del proyecto que va directamente relacionado a mejorar la rentabilidad del proyecto, luego poder tener una buena sostenibilidad o 6D que simula el comportamiento de ahorro energético y la gestión de recursos, que van de la mano del 7D que nos permite gestionar el ciclo de vida de un proyecto y sus servicios asociados. Por lo expuesto líneas arriba nace la siguiente investigación: ¿Cómo influye el uso de la metodología Building Information Modelign en la construcción de viviendas multifamiliares?, ¿De qué manera la metodología Building Information Modelign, influye en la construcción de las viviendas multifamiliares?

1.2. Formulación y Sistematización del Problema

Una de las alternativas de solución a las demandas en el diseño de estas viviendas es a través de la metodología Building Information Modeling que se está usando a nivel internacional y nacional.

1.2.1. Problema General

- a) ¿De qué manera la metodología Building Information Modeling influye en la construcción de viviendas multifamiliares en el distrito de Miraflores – Lima?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿De qué manera el costo con la metodología Building Information Modeling influye en la productividad de la construcción de viviendas multifamiliares?
- b) ¿Cómo el tiempo con la metodología Building Information Modeling optimiza los recursos utilizados en la construcción de las viviendas multifamiliares?
- c) ¿De qué manera el análisis de sostenibilidad de la metodología Building Information Modeling influye la producción obtenida en la construcción de viviendas multifamiliares.

1.3. Justificación

La presente investigación Building Information Modeling a la hora de afrontar proyectos de viviendas u otros proyectos, tiene mucho que decir en cuanto a la gestión y el desarrollo durante todo el ciclo de la vida de los mismos.

El hecho de contar con una base de datos colaborativa en un único modelo de información del edificio ha cambiado el paradigma de la edificación. Lo que antes suponían distintos procesos por departamento, hoy en día es un mismo trabajo en que participan todos los agentes.

Así, a través de esta metodología se hace posible tanto la optimización de los proyectos, como el control y la gestión de edificaciones desde lo más pequeño hasta de gran envergadura.

1.3.1. Justificación Práctica o Social

La presente metodología Building Information Modeling tiene relevancia social, con gran potencial en la enseñanza de la ingeniería civil y que se está usando en algunas academias de formación de los futuros profesionales y en la práctica empresarial. Este método está basado en las nuevas tecnologías computacionales, que permiten tener una mejor comunicación entre los usuarios y que se complementan significativamente a la hora de generar conocimiento

1.3.2. Metodológica

Esta investigación propone la información referente a los documentos relacionados con la implementación de la metodología Building Information Modeling que vienen siendo aplicados de forma exitosa en diferentes países, y la forma de trabajo integrado para los diferentes proyectos de infraestructura.

1.4. Delimitación

1.4.1. Delimitación Espacial

El presente estudio se realizó en Av. Paseo de la República 6231 en el distrito de Miraflores - Lima.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO:

Departamento : Lima

Provincia : Lima

Distrito : Miraflores

Altitud : 101 msnm.

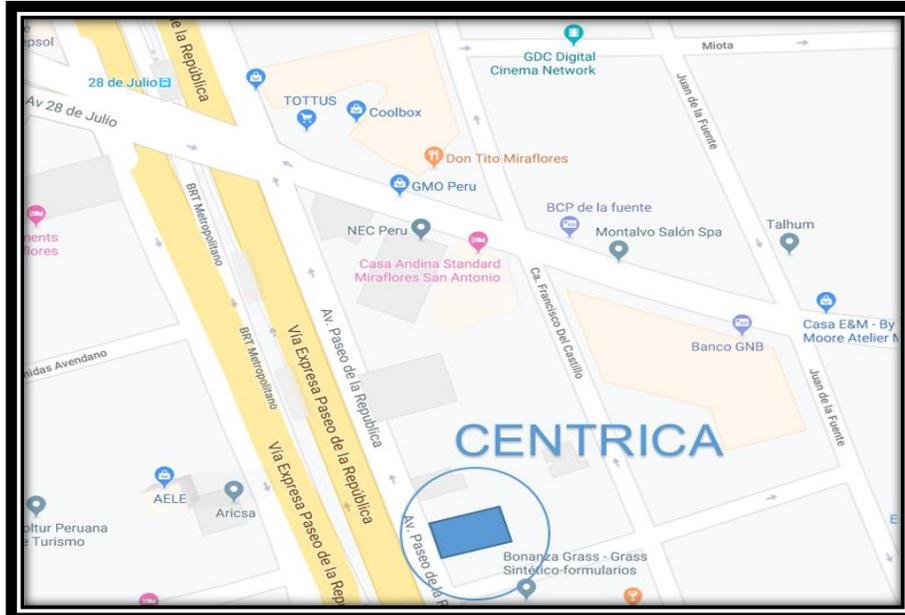


Figura 1: Ubicación de la vivienda multifamiliar Céntrica
(Fuente: Google Maps-Earth)

1.4.2. Delimitación Temporal

El presente proyecto fue llevado a cabo en el periodo de 02 de agosto del 2018 al 15 de noviembre del 2018.

1.4.3. Delimitación Económica

El presente estudio se realizó con financiamiento propio.

1.5. Limitaciones

Se presentaron limitaciones debido al no tener un personal capacitado en la metodología Building Information Modeling en la obra, no obstante se pudo superar asignando el personal adecuado.

1.6. Objetivos:

1.6.1. Objetivo General:

Demostrar la influencia con la metodología Building Information Modeling en la construcción de viviendas multifamiliares en el distrito de Miraflores – Lima

1.6.2. Objetivos Específicos:

- a) Comprobar de qué manera el costo con la metodología Building Information Modeling influye en el proceso de la construcción de las viviendas multifamiliares.
- b) Precisar de qué manera el tiempo con la metodología Building Information Modeling optimizó los recursos utilizados en la construcción de las viviendas multifamiliares.
- c) Determinar de qué manera el análisis de sostenibilidad de la metodología Building Information Modeling influye en la producción obtenida en la construcción de viviendas multifamiliares.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes:

2.1.1. Nacionales:

a) Mulato E. (2018) **Utilización de la metodología BIM para la optimización de costos en el diseño de edificaciones de concreto armado en Huancavelica**, la investigación llego a las siguientes conclusiones:

1. Con de la metodología BIM se optimizan los costos de las partidas establecidas en la Edificación del pabellón administrativo de la I. E. Ramón Castilla y Marquesado – Huancavelica, La metodología es del tipo aplicada, nivel explicativo, diseño experimental. La población estuvo constituida por 248 ítems y/o partidas de infraestructura del pabellón administrativo de la I. E. Ramón Castilla y Marquesado – Huancavelica, y la muestra representativa se tomó probabilísticamente y se estuvo 151 ítems y/o partidas de construcción.
2. Las técnicas utilizadas fueron: Observación directa del proyecto de Edificación, Cálculo de datos informático en el software, Modelamiento de datos informáticos en el software, Cálculo de metrados, costos y presupuestos, Tablas de comparación de margen de error y optimización, Cuadros estadísticos para verificar el comportamiento de la variable; y como instrumentos: Fichas de Observación (extraídas del expediente Técnico), Software Revit 2018 (para el modelamiento BIM 3D del edificio).
3. La contribución más significativa de la actual averiguación considera que en base a los datos analizados y procesados, con un altura de significancia del 1% y un nivel de confianza del 99%, que con la utilización de la metodología BIM se logra optimizar los costos de las partidas establecidas en la Edificación del pabellón administrativo de la I. E. Ramón Castilla y Marquesado – Huancavelica, debido a que la media muestral experimental del porcentaje de margen de error de la Metodología BIM (1.50%) es menor a la media muestral experimental del porcentaje de margen de error

de la Metodología Tradicional (18.78%), a nivel general en toda la edificación.

b) Goñe O. (2016) **Modelado de Información de la Edificación para Compatibilizar estudios definitivos de un polideportivo**, la investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. El objetivo principal es la implementación del BIM para el óptimo desarrollo de los estudios definitivos de un centro deportivo.
2. De esta manera y con la metodología, el contratista podría intensificar sus esfuerzos en la planificación, producción, control, y seguridad del proyecto.
3. La metodología de BIM se centra en la construcción virtual, las inconsistencias se identifican de una manera más eficiente para ahorrar tiempo. BIM genera una base de datos 3D única y centralizada con información geométrica y no geométrica inteligente, estandarizada y paramétrica, flexible para aceptar el cambio de forma que incorpora desde el inicio del proyecto: la estructura, el costo, el tiempo y la integración de todos en donde todos los involucrados en el proceso de construcción son informados de manera consistente y consistente en tiempo real, donde los cambios se actualizan inmediatamente para tomar decisiones que evitan errores y la duplicación de trabajo.

c) Tapia G. (2018) **Primer Estudio del nivel de adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima Metropolitana y Callao**, La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. Es importante adoptar BIM y adoptar conocimientos tecnológicos que sean beneficiosos para la economía y para la economía mundial y que es particularmente importante abordar las soluciones de negociación. Además, es importante saber que las necesidades tradicionales de cambio tecnológico tienen un proceso tradicional porque normalmente participa en la organización y el intercambio de organizaciones

2. La presente investigación, Primer estudio del nivel de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima Metropolitana y Callao, busca ser el termómetro BIM al cierre del año 2017. Es decir, presentar el nivel de adopción BIM a la actualidad con el fin de establecer una línea base con miras al futuro de BIM en Perú. Además, esta investigación aplica una metodología distinta, la cual utiliza principios de muestreo a partir del censo de obras de edificaciones urbanas publicado por la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO)
- d) Miranda M. & Muñoz J. (2015) **Tecnología BIM y la Optimización de la Productividad en obras Retail** La investigación llego a la siguiente conclusión:
1. El objetivo general de establecer qué correspondencia existe entre la metodología Bim y la Productividad en obras Retail en el departamento de Lima. 2016. La población o universo de interés en esta investigación, está conformada por la población motivo de ésta investigación que estuvo conformado por 300 Ingenieros Civiles y Arquitectos, que laboran en obras Retail, con conocimientos en la Tecnología BIM en la ciudad de Lima, la muestra estadística comprobó y consideró 60 Ingenieros Civiles y Arquitectos, en los cuales se han empleado las variables: Tecnología Bim y Productividad en obras Retail. El método empleado en la investigación fue el hipotético deductivo. Esta investigación utilizó para su propósito el diseño no experimental de nivel correlacional de corte transaccional, que recogió la información en un período específico, que se desarrolló al aplicar las encuestas de Tecnología BIM y la encuesta de Productividad en obras Retail de 30 preguntas cada una con escala de Likert, que brindaron información acerca de la relación que existente entre ambas variables. La investigación concluye que: El resultado de Rho de Spearman de 0.775, El cual sirve para saber si hay relación entre 2 variables (BIM y Productividad) indica que existe relación positiva entre las variables, se acepta la hipótesis general.

e) Céspedes A. & Mamani C. (2016) en su investigación titulada **Modelo de Gestión de Proyecto Aplicando la Metodología BIM en la Planta Agroindustrial de Lurín** La investigación llegó a la siguiente conclusión:

1. Su objetivo obtener un modelo de gestión de proyectos aplicando la metodología BIM, para mejorar la calidad, productividad y costos del mismo. Building Information Modeling (BIM), es traducido como “Modelo de la Información de la Edificación” el cual es un proceso que implica la generación digital de las características físicas y funcionales en el diseño, ejecución y control de una edificación. La metodología aplicada en la investigación, es de tipo aplicativo, de enfoque mixto y nivel descriptivo, el diseño de investigación es experimental, prospectivo y longitudinal. Para ello se aplicó como instrumento de recolección de datos un cuestionario semi-estructurado que consta de preguntas cerradas con valores dicotómicos. La investigación se llevó a cabo en la empresa GL Constructores S A C. Mediante la metodología BIM se identificaron 29 interferencias por errores de diseño, se mejoró las hh en 15.48 por ciento, los metrados cotejados presentan pequeñas variaciones porcentuales, en los costos del proyecto se obtuvo una mejora de 14.11 por ciento y se redujo los plazos de ejecución en 11.25 por ciento. Los resultados obtenidos a través de tablas y gráficos para cuantificar, según los indicadores de mano de obra, materiales, costos y tiempos, reflejan que se aplicó la metodología BIM en 25 por ciento en la planta agroindustrial en Lurín

2.1.2 Internacionales

- a) Fuentes C. (2018) **Estudio de la Programación de Obra Gruesa Basada en la Localización con Líneas de Balance Integrado con la Plataforma Bim en Proyectos de Construcción Habitacional en Altura.** La investigación llegó a la siguiente conclusión:

1. El objetivo es mejorar la productividad de la construcción habitacional en Chile, para disminuir los precios ofertados, la solución va por construir en menos plazo y ahorrar costos. Para reducir los plazos constructivos, en este trabajo se recurrió a la tecnología BIM, (Building Information Modeling)
2. En este trabajo se logró apreciar que el plazo original para la obra gruesa se podía reducir en un 5%, comparado con el programa original, considerando los mismos rendimientos y duraciones. De esta manera la zonificación podría disminuir los tiempos de holgura entre actividades, reduciendo el plazo total. Por el lado del BIM, se logró integrar el modelado 3D de obra gruesa con los recursos y el programa de obra dentro de mismo software, y de esta forma se fomentó la interoperabilidad con arquitectura. Además, dado que se realizó una simulación 4D (3D en el tiempo), se logró mejorar la calidad de la información para un traspaso más eficiente de esta, entre la oficina y el terreno. Finalmente, si bien, la interacción del modelo 3D al igual que las mediciones y la zonificación permiten un ajuste del programa, también ayudan al ajuste de los recursos y el presupuesto, por lo cual se propone este tema a seguir desarrollando.

b) Inmaculada F. (2016) **Integración de la Metodología BIM en la Programación Curricular de los Estudios de Grado en Arquitectura Técnica/Ingeniería de Edificación.** La investigación llegó a la siguiente conclusión:

1. Su objetivo es determinar el perfil técnico ejecutivo que van a exigir las empresas del sector para adoptar BIM como metodología en su cambio hacia un nuevo modelo productivo.
2. Los resultados fueron una propuesta general del programa de estudios para futuros técnicos e ingenieros para adquirir los conocimientos, habilidades y capacidades que este mercado emergente está comenzando a demandar. La propuesta debe considerar los siguientes pasos generales.

c) Jurado J. (2016) **Aprendizaje Integrado en Arquitectura con Modelos Virtuales: implementación de Metodología BIM en la Docencia Universitaria.** La investigación llego a la siguiente conclusión.

1. En la actual tesis se describe un estudio de agregado para expresar tanto las cualidades como las posibles reservas en el uso de los procesos BIM, en el cuadro de un método concreto la docencia de la Arquitectura. Para ello se ha realizado una revisión bibliográfica general sobre BIM y específica sobre docencia en Arquitectura, así como analizado las experiencias de distintos grupos de interés en el marco concreto de la enseñanza de la en Arquitectura en la Universidad Europea de Madrid.

d) Salazar M. (2017) **Impacto Económico del uso de BIM en el Desarrollo de Proyectos de Construcción en la Ciudad de Manizales.** La investigación llego a la siguiente conclusión.

1. El objetivo es emplear la tecnología del trabajo BIM y comprobar la rentabilidad en las construcciones de edificación de la ciudad de Manizales, analizando la variación que produjeron en el argumento de los costos y se establecieron cuáles de los errores pudieron haberse evitado si se hubiera utilizado la tecnología BIM para sistematizar el diseño, cuantificando el impacto de su implementación en el adelanto del proceso.

e) Lanfranco A. (2014) **Gestión de Infraestructura Hospitalaria con Apoyo de Modelo BIM.** La investigación llego a la siguiente conclusión.

1. El objetivo de este estudio es estudiar la factibilidad de implementar modelos BIM en la etapa de operación y mantenimiento de una infraestructura hospitalaria privada como apoyo a la toma de decisiones y planificación. El caso de estudio se desarrollará en la una infraestructura de salud privada, específicamente en el área de operaciones y mantenimiento.

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Metodología Building Information Modeling

Historia del Building Information Modeling

Hasta el año 1985; todo dibujo para ingeniería era a mano, luego entre los años 1985 – 1990 empezaba la era de CAD que todos conocemos como dibujo en 2D (DXF – IGDS, que fueron formatos basados en geometría).

Para el año 1987 se lanzó el ArchiCAD cuál era el 1er programa Building Information Modeling, que nos permitió crear dibujos de 2D al 3D.

Pero no quedó aquí el Building Information Modeling seguía su evolución, entre los años 1990 – 1995, pasó al intercambio universal de información, la IAI (International Alliance for Interoperability), desarrollando el formato IFC.

Ante esto en 1997 Bentley lanza su 1er programa Building Information Modeling.

Esta evolución no quedaría acá, en el año 2007 la empresa más grande de programación Autodesk lanza su 1er programa Building Information Modeling, el Revit que hoy en día la gran mayoría de profesionales lo estamos utilizando hasta la fecha con muchas mejoras en su visualización, bidireccional y análisis.

Definición del Building Information Modeling

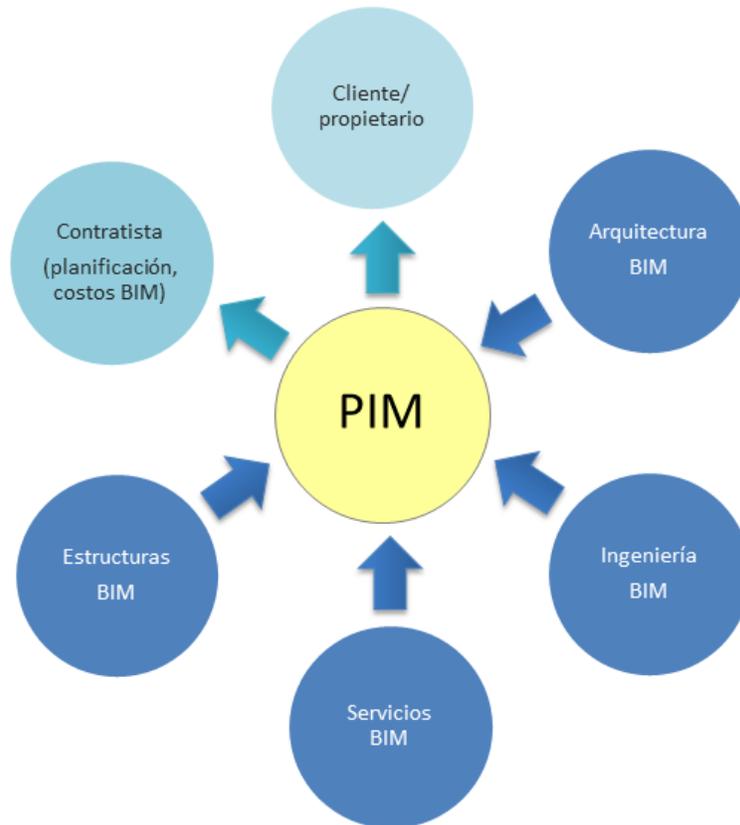
Según Handbook (2011) define Building Information Modeling que es un concepto que tiene como objetivo reunir la información de un proyecto, en una sola base de datos, completamente integrada e interpolable. Que sea maniobrable y pueda ser utilizada por cada uno de los miembros del equipo de diseño y construcción y para terminar los propietarios y los operadores.



*Figura 2: Modelo mediante la metodología BIM
(Fuente: Graña y Montero 2014)*

- a) **BUILDING**: Es el verbo o la acción de construir, ampliando de esta manera el concepto a todo sector de la construcción.
- b) **INFORMATION**: La manera de gestionar toda la información posible para la mejora del proyecto.
- c) **MODELING**: Es la fase donde nos permite detectar las principales dificultades del proyecto.

El Building Information Modeling es un trabajo en equipo, en donde podemos interactuar los proyectistas, ingenieros, arquitectos, clientes y los modeladores, en torno a modelos Building Information Modeling. Soportando las tendencias tecnológicas que nos permiten crear, administrar y gestionar los modelos en tres dimensiones. Pero hay que tener en cuenta que cada disciplina debe tener su propio modelo por separado para poder cumplir con sus obligaciones contractuales. A todo esto las soluciones coordinadas pueden verse como un único modelo de integración del proyecto, como se muestra en la Figura 4



*Figura 3: Integración del Proyecto (PIM) mediante el BIM
(Fuente: National BIM Standard – United States)*

Adopción de la metodología BIM en el Perú y el mundo.

a. En Norte América

Para EE.UU la aceptación del Building Information Modeling está más posicionado que en Latinoamérica, y cada vez más son los mismos clientes quienes exigen implementar metodología BIM para sus proyectos. Tenemos un ejemplo, a nivel federal la Administración de Servicios Generales (USGC, U.S. General Services Administration) exige el uso de la metodología BIM para todos sus proyectos, del mismo modo los ingenieros del ejército (U. S. Army Corp.) exigen BIM para las edificaciones en proyecto.

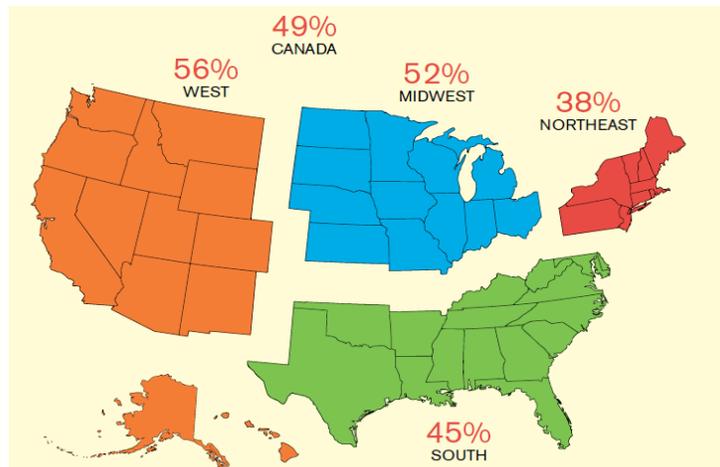


Figura 4: Adopción del BIM en Norte América
(Fuente: Mc Graw-Hill Construction)

b. En Latinoamérica

Sabemos que Building Information Modeling es una metodología integrada y con bastante aceptación en diferentes países. Las cifras hablan por sí solas, hoy en la actualidad más del 40% de los mega proyectos tienen el sello Building Information Modeling.

Es una realidad que aumenta muy rápidamente a pasos agigantados. Según los estudios indican, en este 2020 el mercado Building Information Modeling crecerá hasta en un 11% en toda Latinoamérica.



Figura 5: Crecimiento del BIM en Latinoamérica
(Fuente: Editeca BIM 2019)

c. En el Perú

El ingeniero Christian Cabrera Mendoza, especialista en Building Information Modeling nos pone al día de la situación de las empresas de la construcción peruana

Los inicios de la metodología Building Information Modeling en este país no fue fácil, tan movido por las nuevas tecnologías se han convertido en todo un reto para las empresas privadas, bien se sabe que la metodología Building Information Modeling se implantó en el Perú el año 2014 a mano de grandes corporaciones, no ha sido luego de dos años que empezamos a ver sus ventajas de esta metodología.

Ahora Building Information Modeling en nuestro país es indispensable para que los jóvenes ingenieros y arquitectos tengan una formación completa y de calidad. Esto debe ser un incentivo que las grandes empresas necesitan, y poder apostar por profesionales que garanticen la correcta implementación de esta nueva metodología.



*Figura 6: Crecimiento del BIM en Perú
(Fuente: Editeca BIM 2019)*

Debemos decir que la metodología Building Information Modeling tiene más relevancia que un modelado 3D, hoy por hoy la utilidad de esta metodología abarca todas las fases de un proyecto o edificación.

Debemos tener en cuenta que para sacar un modelo tridimensional es más que suficiente con 3 dimensiones. Pero si hablamos de sacar todo el rendimiento del Building Information Modeling, nos referimos a toda la información requerida que podamos obtener para un proyecto exitoso.

Hoy en la actualidad siguen en constante actualización, hoy podemos hablar de 7 dimensiones del Building Information Modeling (Ciclo de vida de un proyecto), pero otras fuentes mencionan que ya incluso hay 10 dimensiones lo cual genera beneficios muy significativos en los proyectos desde el más pequeño hasta el de mayor envergadura. Entonces el futuro es el Building Information Modeling y el momento de implantarlo es ahora.



*Figura 7: Dimensiones del BIM
(Fuente: Sistemas BIM para la construcción)*

2.2.1.1 La idea.

Cuando hablamos de idea nos referimos a lo que no está materializado. En esta primera dimensión o 1D, se debe tener en cuenta la determinación, localización y las condiciones iniciales del proyecto, teniendo en cuenta algunas dimensiones o estimación geométrica, los volúmenes, los costos de materiales y la elaboración del plan de ejecución inicial.



*Figura 8: Fases de la idea o 1D
(Fuente: Dimensiones del BIM para la construcción)*

2.2.1.2 El Boceto.

Esta segunda parte más conocida como 2D, en esta parte implantada por dibujos a mano alzada o también por lo que ya todos conocemos por el AutoCAD, que solo crea geometría básica como plantas, secciones, alzados entre otros. Únicamente es la preparación genérica de un proyecto, el planteamiento de materiales, definición de cargas estructurales, determinación de dimensiones energéticas del proyecto y las bases generales de sostenibilidad.



Figura 9: Planos 2D, corte, elevación y detalles
(Fuente: Elaboración propia)

2.2.1.3 El Modelo Grafico Tridimensional o BIM-3D.

Esta parte es la información recopilado en su totalidad del 1D y 2D, ya teniendo todo las ideas concretas planos realizados procedemos a una etapa del modelado geométrico del proyecto en 3D (tres dimensiones). Para esta fase integraremos todas las disciplinas del proyecto que nos permitirá generar información para cada necesidad a lo largo y durante todo el ciclo de vida del proyecto.

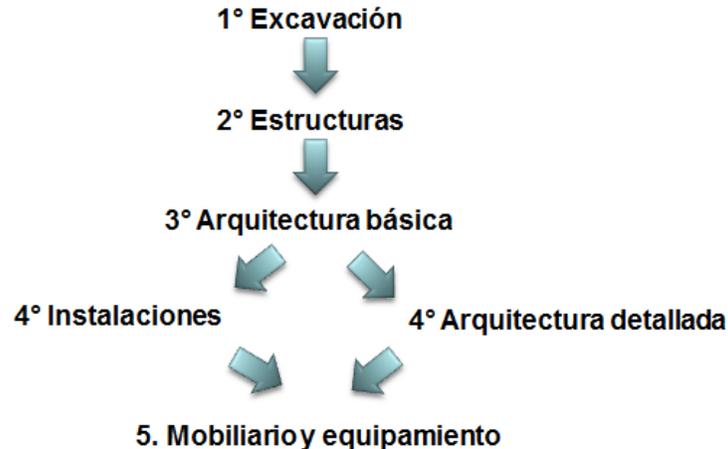
2.2.1.3.1 Modelado Virtual BIM-3D de la edificación.

Un modelado 3D es un conjunto de objetos o componentes que dan forma y características propias para una edificación. Que son algunos componentes como un muro, puerta o columnas que son algunas ejemplos de componentes que al ser un conjunto vienen formando para de del modelo Building Information Modeling, lo cual nos proporcionaran información a través de sus parámetros.

Debemos tener en cuenta que cada disciplina debe tener su propio modelo Building Information Modeling para ser trabajados individualmente y cumplir sus funciones u obligaciones contractuales.

Los modelos en BIM-3D son procesos de representación en tres dimensiones de los componentes del proyecto. Los beneficios de una construcción virtual facilita el entender el proceso constructivo mientras a la par se puede estar corrigiendo las deficiencias. Para construir un modelo virtual o llamado 3D debemos seguir algunos pasos, no solo es modelar por modelar, teniendo en cuenta estos procesos obtendremos un modelo BIM-3D óptimo para obtener resultados del proyecto.

El orden o proceso de modelado sería el siguiente, Estructuras (elementos de concreto armado), Arquitectura, instalaciones (HVAC, IISS, IIEE, ACI Y GAS), luego de este proceso se empieza con un modelo más detallado que llevaría equipamientos detalles de arquitectura para una apreciación mejor.



*Figura 10: Proceso del modelado 3D
(Fuente: Elaboración Propia)*

2.2.1.3.2 Modelado BIM-3D de las Instalaciones.

En esta fase modelamos todos los sistemas de instalaciones, esto dependerá del proyecto y pueden incluir las siguientes especialidades: Instalaciones Eléctricas (IIEE), Instalaciones Sanitarias (IISS), Instalaciones Mecánicas, Agua contra Incendio (ACI), Cableado Estructurado, Extracción y Ventilación de Aire. Entre otros. A todo esto lo denominaremos sistemas primarios, cada modelo representaría un modelo único o modelo BIM-3D, esta separación de cada modelo es para su mejor trabajabilidad y por estándares separamos cada especialidad y también por las siguientes razones:

1. Es más liviano trabajar por modelos separados para no generar que los modelos BIM-3D sean demasiado pesados.
2. En proyectos de gran envergadura o complejos se requiere muchos modeladores Building Information Modeling, y al trabajar en diferentes modelos se puede sectorizar las partes y ser mejor trabajadas.
3. Un mejor desempeño de las responsabilidades, trabajo en tiempo real y conceder premisos a los demás modeladores sobre que objeto pueden modelar, por ejemplo, un modelador de arquitectura no podrá entrar a un modelo de instalaciones mecánicas ya que no tendrá los permisos necesarios para efectuar cualquier cambio en cualquier sector, de igual manera el modelador de instalaciones mecánicas no podrá ingresar al modelo de arquitectura.

Tabla 1: Sistema de instalaciones para el Modelado BIM-3D

IIEE	Instalaciones Eléctricas (Electric)
IIMM	Instalaciones Mecánicas (HVAC, Heating, Ventilation and Air Conditioner)
IISS	Instalaciones Sanitarias (Plumbing)
ACI	Agua Contra Incendio (FP, Fire Protection)
CE	Cableado Estructurado
Otros	Sistemas de Gas, Aire Comprimido, Oxígeno

2.2.1.3.3 Nivel de detalle de los modelos BIM-3D.

Un punto muy importante que el equipo de modeladores y profesionales debemos tener en cuenta son los niveles de detalle, definir los niveles de las distintas disciplinas de los modelos BIM-3D es un punto muy impórtate ya que tocaremos 4 niveles y son LOD 300, LOD 350, LOD 400 y LOD 500, los cuales definiremos a continuación:

1. **LOD 300:** Es un nivel donde se definen de forma gráfica cada elemento, especificando la forma, el tamaño, las cantidades y la ubicación. Siempre tiene

representaciones gráficas, este es en nivel donde se observa con detalle los elementos.

2. **LOD 350:** Este nivel es muy parecido al anterior, pero la diferencia es que en este nivel detectamos interferencias entre los diferentes elementos. Modificando en su totalidad el proyecto con respecto a un LOD 300. Teniendo una representación gráfica y una información no muy detallada.
3. **LOD 400:** En este nivel definimos un detalle más completo, que contiene el detalle necesario para la construcción y el nivel de medición es exacto
4. **LOD 500:** Este último nivel representa el proyecto, son condiciones conforme a obra. El modelo es el adecuado para su mantenimiento y su funcionamiento.

2.2.1.4 El Tiempo o BIM-4D.

Hemos conocido métodos tradicionales para la construcción tales como, diagrama de Gantt, Pert, etc, para una planificación en obra y muy bien logramos conocer sus límites y por ende sus problemas.

1. Pérdida de información entre en diseñador y la empresa.
2. Falta de comunicación.
3. Estado de ejecución de la obra.

En este caso la programación BIM-4D permite visualizar la secuencia constructiva del proyecto digital, revisando diversas alternativas y encontramos la forma más eficiente de construir. Esto se ha logrado Implementar con ciertas variables, tales como tiempo de construcción. Este tipo de programación le permite detectar errores en etapas antes del registro de construcción o disminución de costos y tiempo; nos permite optimizar recursos tales como fundición, grúas, etc. La figura 7 muestra un modelo 3D relacionado con la programación. Trabajando, consiguiendo un modelo 4D.

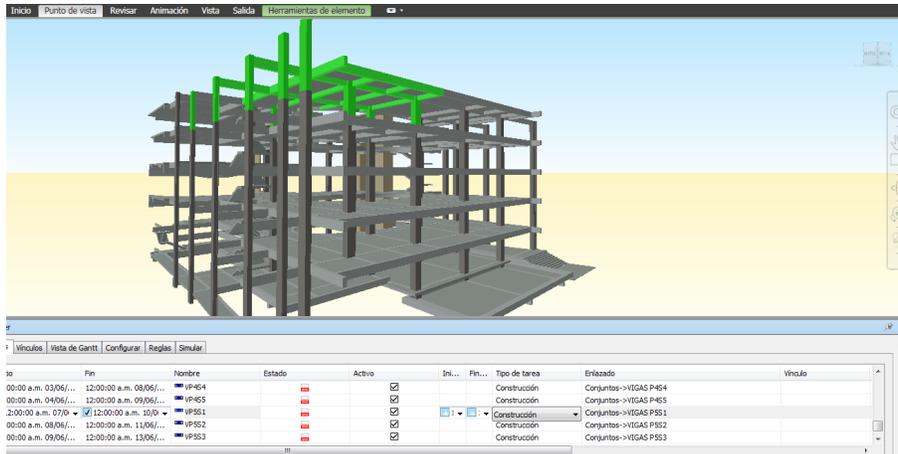


Figura 11: Programación BIM-4D para la construcción
(Fuente: Elaboración Propia)

Con la programación BIM-4D ayudaremos a reducir y optimizar el tiempo y en general mejorar la confiabilidad del planeamiento.

2.2.1.5 El Costo o BIM-5D.

El BIM-5D abarca los costos totales y las estimaciones de los gastos del proyecto. Teniendo en cuenta que el principal objetivo del BIM-5D es mejorar la rentabilidad de nuestro proyecto en todo su ciclo de vida del proyecto.

Al integrar todos los modelos BIM tendremos una información detallada de cada especialidad y elementos que las integran, ya que influye directamente en las denominaciones del BIM-3D y BIM-4D.



*Figura 12: Proceso para poder llegar a un BIM-5D
(Fuente: Rendel construcción S.A.C.)*

2.2.1.6 Análisis de Sostenibilidad o BIM-6D.

En este punto es todo concerniente a la sostenibilidad del proyecto. Cubre los siguientes aspectos como el uso energético, la durabilidad en el tiempo de los materiales, el diseño con el medio ambiente y poder tomar estrategias energéticas.

En el BIM-6D podemos hablar de parámetros, por ejemplo la conductividad térmica, el aislamiento acústico, potencias entre otras. Debemos tener en cuenta que no es necesario que el diseñador las introduzca. Es una fase de elección de alternativas óptimas teniendo en cuenta las dimensiones del proyecto.

2.2.1.7 La Gestión del Ciclo de la Vida o BIM-7D.

Todos sabemos que la metodología Building Information Modeling abarca toda la vida útil del proyecto. Es esta la última fase de trabajo de mantenimiento del proyecto (no se tiene en cuenta la demolición). Es un aspecto muy importante que muchos profesionales obvian y creen que un proyecto finaliza con la ejecución, sin tener en cuenta que el mantenimiento es un aspecto muy importante hasta el fin del proyecto.

El mantenimiento o permite el control logístico del proyecto durante su vida útil y la eficiencia del mismo.

La metodología Building Information Modeling ha llegado para quedarse, es el futuro de la Ingeniería Civil. Son, cada vez, más las demandas por la aplicación de esta metodología en las construcciones de pequeña a gran envergadura.



Figura 13: Dimensiones del BIM, tomando desde un modelo BIM-3D (Fuente: BIM para la construcción)

2.2.1.8 Aplicación del Building Information Modeling en la construcción

A medida que la metodología Building Information Modeling va ganando espacio, los procesos contractivos van derrotando los límites insospechados, hoy en día estas colusiones permiten la construcción virtual en una edificación con toda la información de cada elemento requerido. Ofreciendo muchas ventajas frente a los sistemas arcaicos o tradicionales.

Debido a que los proyectos son cada vez más complejos optamos a usar nuevas tecnologías para la construcción. Si hacemos una pequeña comparación entre los edificios más altos del Perú veremos cuan tanto creció en tan pocos años, teniendo en

cuanta que el edificio más alto en el año 2015 era el “Banco de la Nación”, ahora en la actualidad el edificio más alto es la “Torre Rimac”

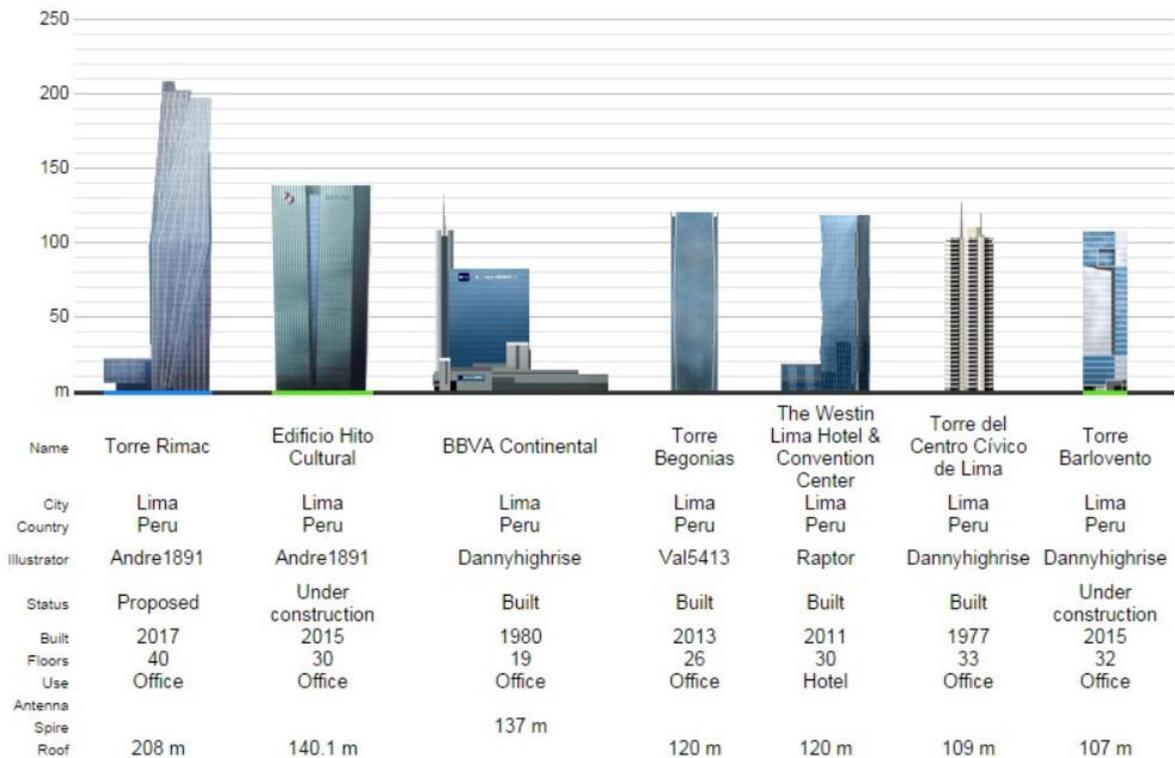


Figura 14: Ranking de los edificios más altos del Perú
(Fuente: ArchDaily Perú)

2.2.1.9 Aplicación del Building Information Modeling para la construcción

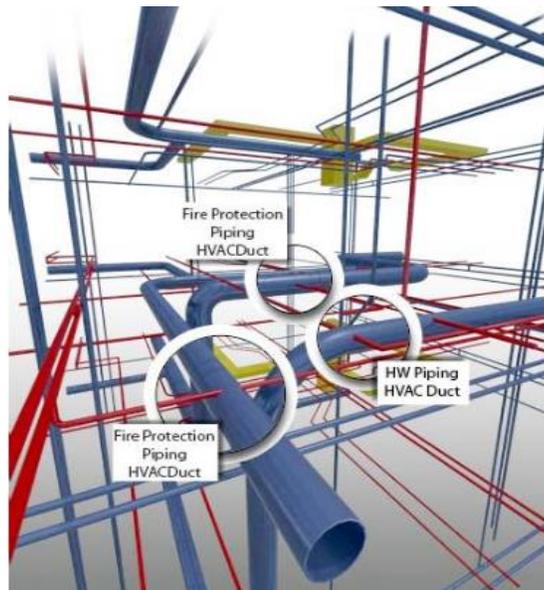
La implementación del Building Information Modeling en una empresa constructora debe ser eficaz, óptima y con resultados esperados. Los cuales desarrollaremos 4 aplicaciones para poder tener un proyecto óptimo en todas las disciplinas involucradas.

a) Cálculo de la cantidad de materiales en la construcción.

Todos conocemos el cálculo de materias con el nombre de metrado, en esta caso veremos la estimación de cantidad de materiales a través del Building Information Modeling, ya que esto son obtenidos del mismo modelo una vez finalizada el proceso del modelo BIM-3D. Esto es una gran fuente de datos, que nos generara hojas de reportes de las principales partidas de materiales de un presupuesto.

b) Detección de conflictos

Todo proyecto de infraestructura está compuesto por los diseños de estructura, arquitectura y de instalaciones. En plena construcción podemos encontrarnos con conflictos o interferencias entre las diferentes disciplinas, lo cual esto generaría una pérdida de tiempo un retrabajo lo cual implica aumento de costos. Es donde la metodología Building Information Modeling es usada para detectar las interferencias y poder evitar problemas futuros.



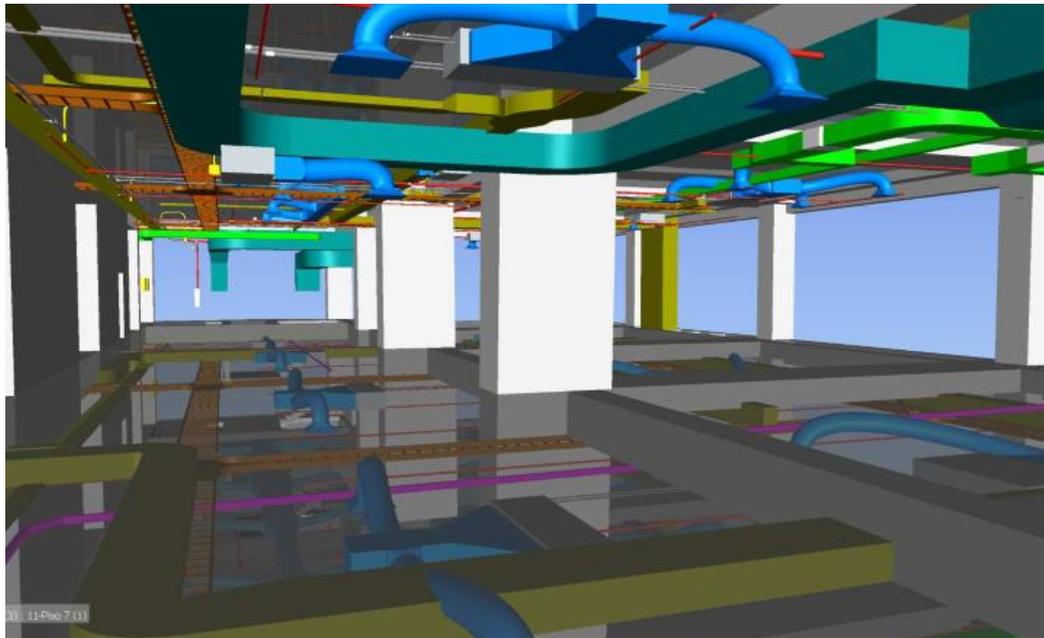
*Figura 15: Muestra de las interferencias en la construcción
(Fuente: Elaboración Propia)*

Los beneficios principales de la metodología Building Information Modeling son:

- Ayuda enormemente a la coordinación de los diseños e ingeniería
- Ayuda a la revisión completa de los diseños
- Nos permite detectar a tiempo las interferencias
- Minimiza el retrabajo y ahorrar tiempo
- Mejora la calidad de los diseños

c) Visualización

Al tener un modelo BIM-3D podemos analizar el proyecto entero, que nos sirve de ayuda para poder observar, analizar y toma de decisiones de planeamiento de la construcción. Tener una mejor perspectiva del proyecto ayuda significativamente para el planificador del proyecto, debemos tener en cuenta que el planificador debe ser una persona con mucha experiencia en la construcción de edificios.



*Figura 16: Visualización del BIM-3D en el programa Navisworks
(Fuente: Elaboración propia)*

d) Simulación 4D

El uso de la simulación BIM-4D o generalmente conocida como 4 dimensiones, es lo que conocemos como una programación de obra. Al combinar el BIM-3D con las actividades de programación el resultado sería la simulación de un proceso constructivo que ahora se conoce como 4D.

Con este proceso simularemos el proceso de construcción en base al desarrollo de la programación dada por el proyectista, mientras que los usuarios y clientes podrán observar el proceso constructivo de acuerdo a la programación elaborada.

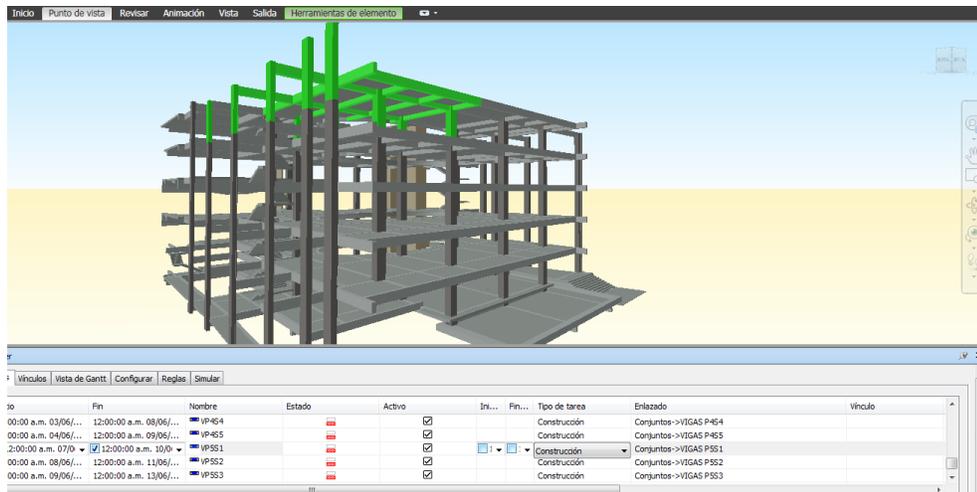


Figura 17: Simulación 4D en el modelo de estructuras
(Fuente: Elaboración propia)

El modelo BIM-4D es la asignación de una cuarta variable, el tiempo a un modelo BIM-3D útil para poder realizar la simulación del proceso constructivo de la edificación. Esto lo logramos asociando cada uno de los modelos realizados independientemente.

Es la animación de una secuencia constructiva de ciertos procesos a lo largo de la línea del tiempo, facilita la planificación y la distribución de los recursos.

2.2.1.10 Beneficios del BIM en el diseño y la construcción.

Los últimos años la aplicación de la metodología Building Information Modeling, se ha estado desarrollando en diferentes proyectos entre medianos a gran envergadura. La metodología Building Information Modeling es anualizada en varios puntos de vista. Pocos lo clasifican por sus bondades, otros por sus percances y otra población por sus resultados obtenidos

a) En la etapa de diseño

- En las etapas iniciales de la elaboración, se tiene que comprobar que hemos cumplido con las perspectivas del cliente, se puede obtener un listado de materiales y control de materiales.
- Adquisición de los planos de planta, de secciones, de elevaciones, de detalles y vistas 3D isométricas.

- Creación de imágenes realistas (renders), vistas de perspectivas, animaciones y escenas de realidad virtual para el marketing del edificio.
- Gestión de espacios y usos de los ambientes del edificio.
- Alcanzar datos para el mejor análisis estructural de elementos del edificio.

b) En la etapa de construcción

- La revisión visual del diseño del proyecto.
- Realizar análisis visuales o automatizados de interferencias físicas entre los diseños (detección de interferencias).
- Obtener reportes de cantidades de materiales (metrados).
- Intercambio electrónico de datos de diseño con proveedores (para detalles y fabricación de acero estructural, prefabricación de instalaciones)
- Simulación del proceso constructivo BIM-4D.
- Con la tecnología del edificio virtual, los propietarios están en una posición privilegiada que confirma la importancia de su papel, no sólo en los inicios del diseño de edificios, sino también en su planteamiento, mantenimiento y operación a largo de su ciclo de vida.

2.2.1.11 Building Information Modeling como herramientas TIC (Tecnología de la Información y de la Comunicación)

Hace muchos años la revolución tecnológica ha experimentado en el mundo el desarrollo de herramientas que permiten la integración tradicional de la tecnología de construcción para hacer que la gestión de proyectos sea más eficiente.

Tabla 2: Herramientas TIC

N°	Herramienta TIC	Peso
1	Software de Gestión de Proyectos	85%
2	Modelado 3 dimensiones y 4 dimensiones	77%
3	Computación móvil	73%
4	Software para planeamiento y programación de obras	71%
5	Sistemas de planificación de recursos empresariales ERP	66%
6	Hojas de asistencia web	38%
7	RFID y código de barras	32%

Según (Colwll, 2008) identifico al diseño 3D y 4D como una de las herramientas TIC que pueden incorporarse en la construcción dando beneficios y mejoras del proyecto

2.2.1.12 Diseño de Calidad y la Relación con los Documentos Contractuales.

Para tener un diseño con altos estándares de calidad nos tenemos que enfocar en dos cosas: en el proceso de diseño y en el producto del diseño. La primera relacionada a una adecuada aplicación del conocimiento para obtener el diseño y la ingeniería del proyecto obteniendo buenos resultados, y la segunda para los documentos donde se logran ver estos resultados como planos y especificaciones técnicas.

En un punto de vista de una empresa constructora, el diseño de la calidad está ligado a los archivos elaborados en esta etapa, es decir con el producto del diseño, ya que estos pasos lo conducirán a un proceso de construcción de calidad.

Para la etapa de la construcción de los proyectos es donde se detecta las deficiencias en los documentos contractuales de diseño. De los cuales las causas que se presentan son retrabajos, sobrecostos y en algunos casos esto lleva a la mala calidad en la construcción

(McGeorge, 1988) Indica que para “un buen diseño será efectivo si es construible con la mejor economía y seguridad posible”. De los cuales propuso algunos factores que determina la calidad de los documentos contractuales de diseño e ingeniería:

1. **La puntualidad:** Evitar contratiempos con todos los suministros requeridos.
2. **La exactitud:** No tener errores, conflictos ni mucho menos interferencias.
3. **La integridad:** Tener la toda la base de datos necesaria.
4. **La coordinación:** Que los documentos sean coordinados con las demás especialidades del proyecto.
5. **La conformidad:** Se cumpla con los estándares de reglamento y de desempeño.

2.2.1.13 Deficiencia con los Documentos Contractuales del Diseño.

Las deficiencias contractuales están más acuciadas a la falta de calidad de los productos finales de la etapa del diseño, eso quiere decir, que los planos no están bien elaborados como también las especificaciones técnicas. Para resumir la deficiencia de diseño mencionaremos tres tipos:

a. Incompatibilidades, conflicto o discrepancias en los documentos contractuales

Las incompatibilidades son problemas que emergen al modelar las diferentes disciplinas de los planos entregados por los proyectistas y no guardan relación con lo indicado en los demás planos.

Para poder identificar estas deficiencias es necesario una minuciosa revisión de los documentos contractuales, a este proceso de identificación de incompatibilidades entre documentos se llama “compatibilizar”. Antes de esta metodología la compatibilización se realizaba superponiendo planos 2D por las diferentes especialidades. A continuación mostraremos algunos ejemplos de incompatibilidades.

Primer Ejemplo: En la Figura 18 puede apreciarse en una vista 3D, una losa en voladizo, en el plano de arquitectura fue destinada para un servicio higiénico, pero no se podía apreciar en el plano estructural, en la Figura 18 podemos apreciar la incompatibilidad que se dio a falta de una buena coordinación entre ambas especialidades.

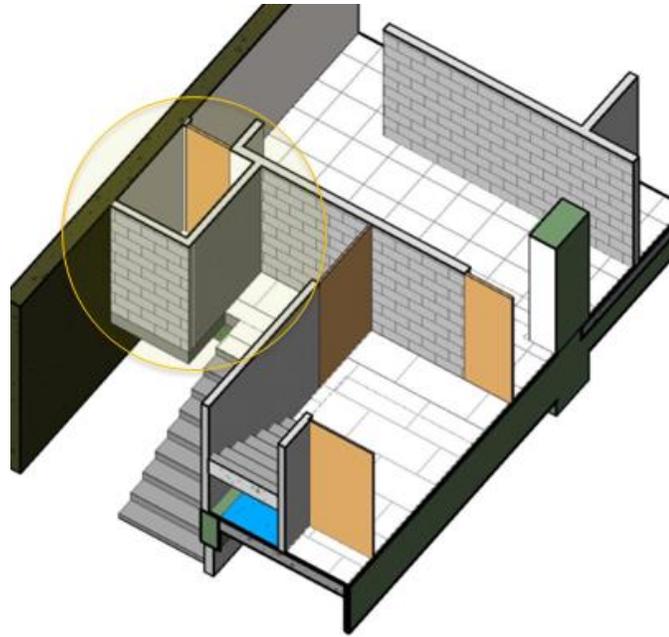


Figura 18: Vista 3D de una interferencia encontrada en la construcción 3D
(Fuente: Elaboración propia)

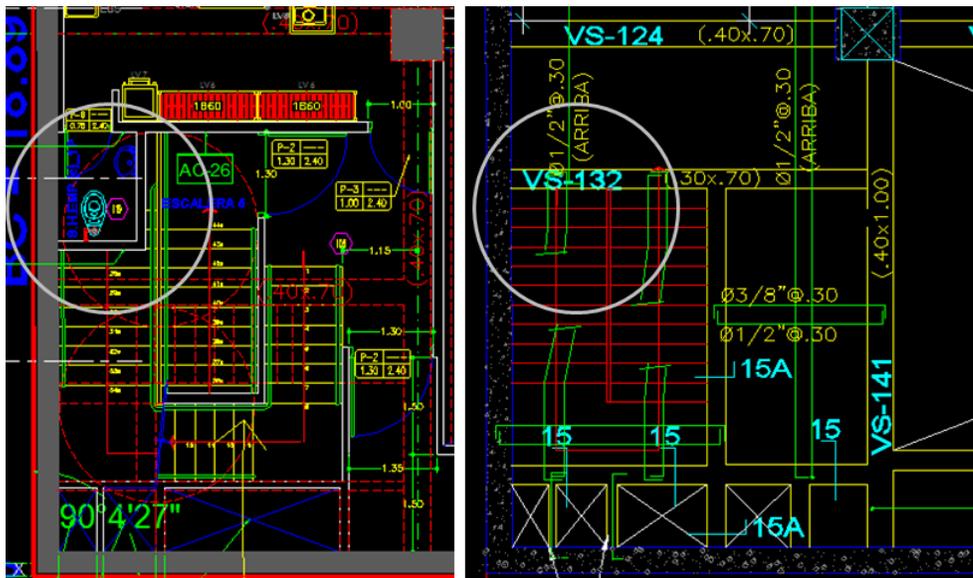


Figura 19: (Izquierda) Losa del SS.HH. según el plano de arquitectura.
(Derecha) Omisión de la losa en el plano de estructuras
(Fuente: Elaboración propia)

Segundo Ejemplo: En este caso podemos apreciar la Figura 13. Que según el plano de arquitectura se aprecia un ducto para la extracción de aire y montantes de instalaciones sanitarias. Nuevamente la omisión del ducto en el plano estructural, lo podemos apreciar en la Figura 20.

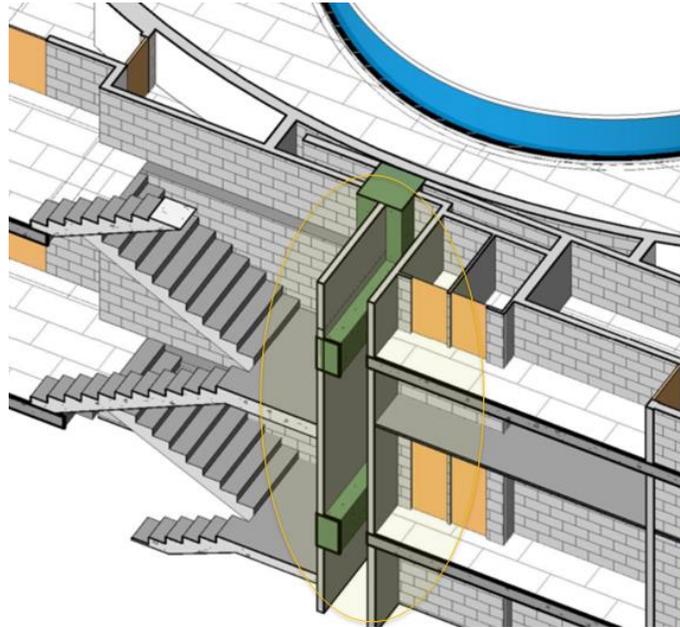


Figura 20: Vista 3D del ducto omitido por incompatibilidad entre los planos
(Fuente: Elaboración propia)

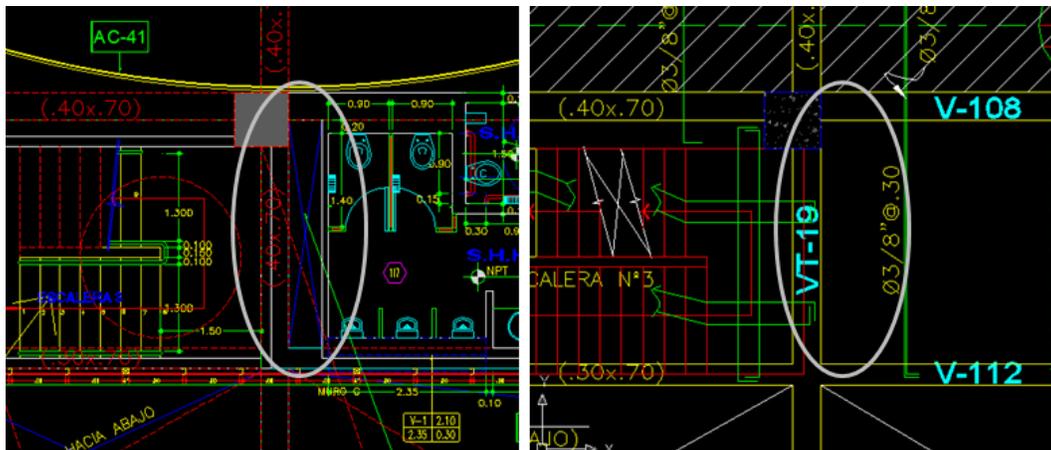
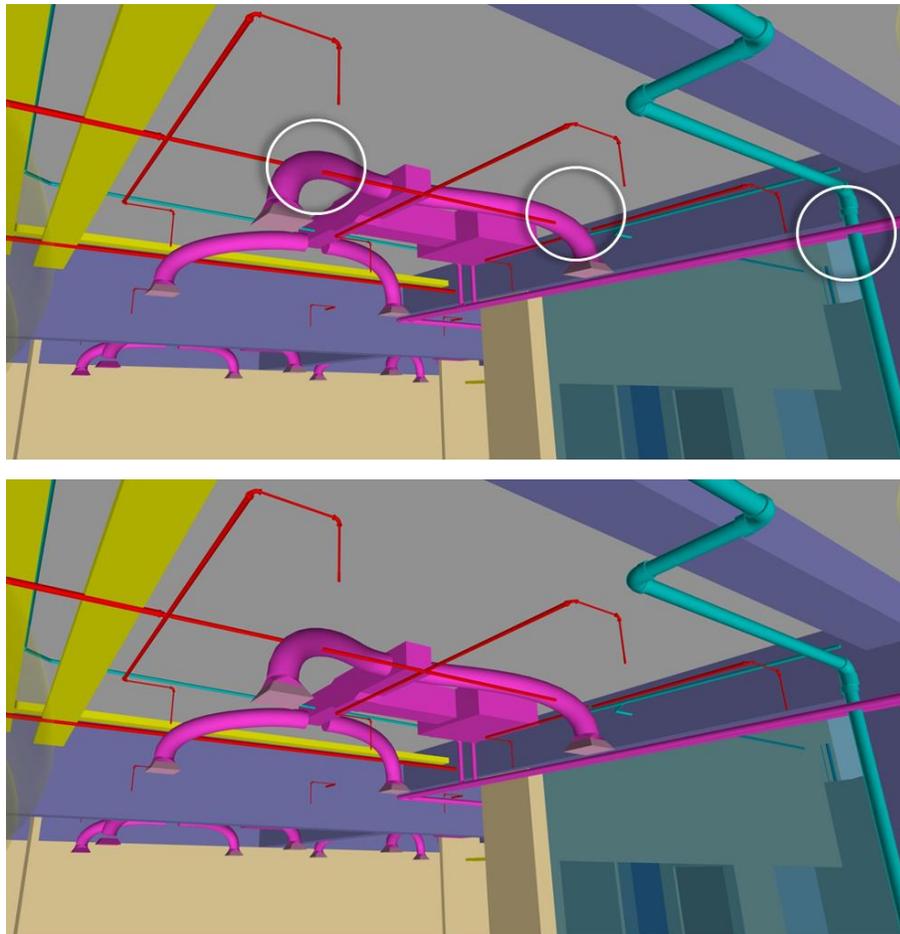


Figura 21: (Izquierda) Ducto según el plano de arquitectura.
(Derecha) Omisión del ducto en los planos de estructuras
(Fuente: Elaboración propia)

b. Interferencias o errores de coordinación disciplinaria.

Son deficiencias encontradas en los planos, si no son encontradas a tiempo esto perjudica mucho en obra (campo) paralizándose en algunos casos parte de la obra hasta poder encontrar una solución, teniendo en cuenta que esta pequeña interferencia puede perjudicar a otras especialidades. Todo esto surge por falta de integración y una buena coordinación entre disciplina del proyecto, generalmente ocurre entre los planos de dos a mas especialidades y muy usualmente entre las distintas disciplinas, podremos apreciar en la Figura 22.



*Figura 22: (Arriba) Vista desde el interior de un modelo 3D de instalaciones.
(Abajo) La misma vista con las interferencias identificadas
(Fuente: Elaboración propia edificio Vanderger)*

En las siguientes imágenes que mostraremos todas tiene el mismo caso de interferencias encontradas en la obra, ya que no fueron identificadas en su momento. La Figura 23 puede apreciarse una interferencia entre ACI (Instalaciones de Agua Contra Incendio) con los ductos de HVAC (Extracción de Monóxido); se puede ver como ACI no deja colocar los accesorios necesarios para empalmar ambos ductos de HVAC.



*Figura 23: Interferencia entre tuberías de agua contra incendio con ductos de extracción de monóxido
(Fuente: Elaboración propia edificio Duplo)*

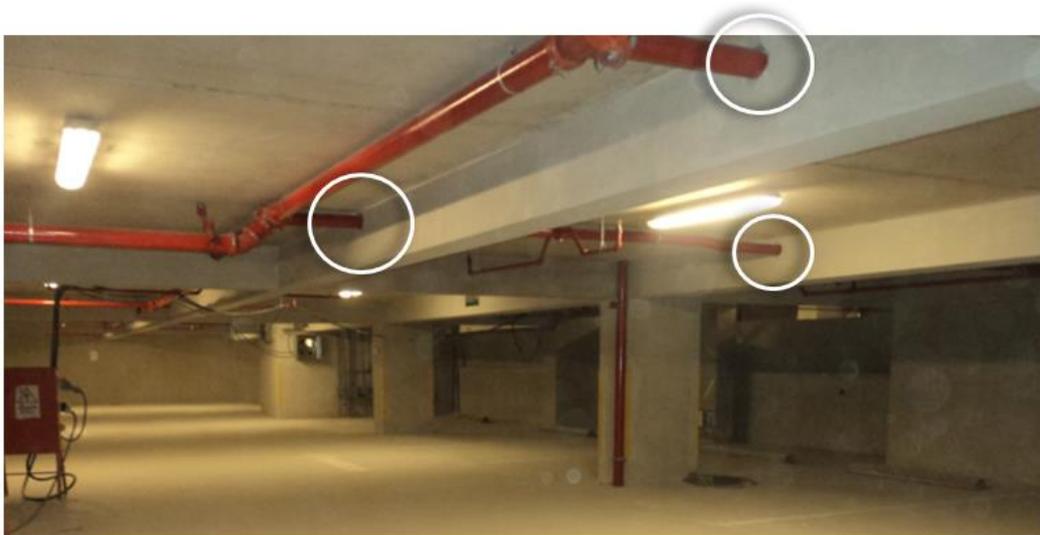
En la Figura 24, la interferencia se da entre una tubería montante del sistema de desagüe y la columna, cuyo capitel no se apreciaba en el plano en planta de estructuras.



*Figura 24: Caso de interferencia entre una tubería y la estructura
(Fuente: Elaboración propia Edificio Duplo)*

Los problemas mostrados en las figuras anteriores sucedió porque se realizó el intento de compatibilizar los planos en planta (2D), estos problemas son típicos en los recorridos en elevación de las diferentes instalaciones.

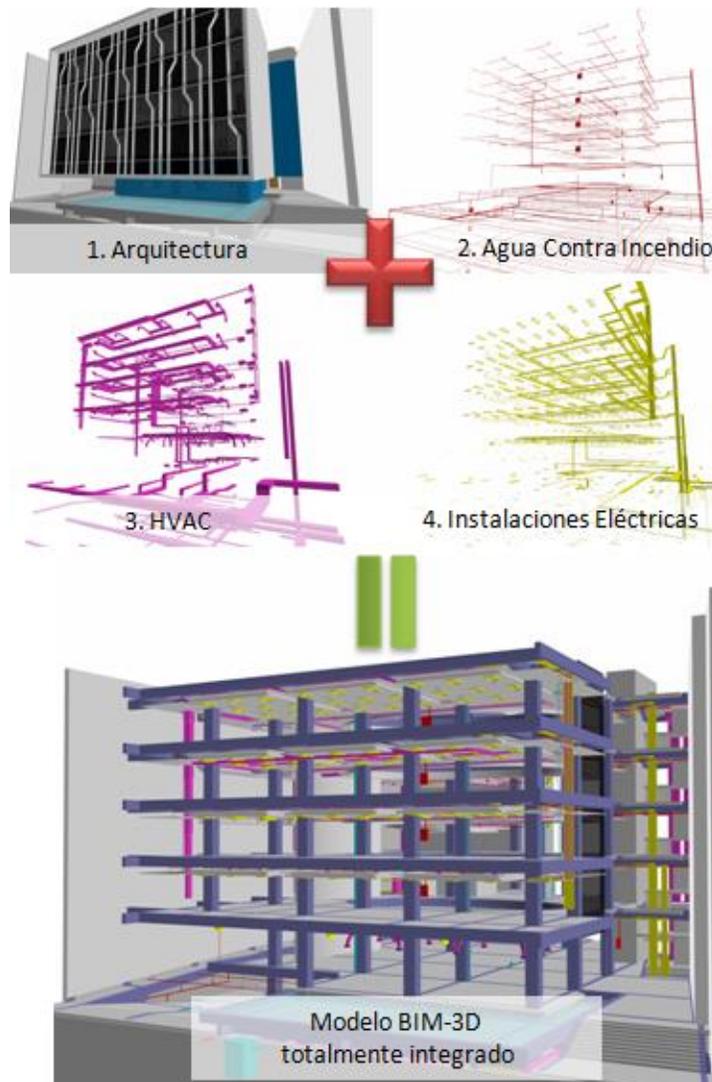
Ahora muchas veces hemos visto el problema de interferencias entre estructuras y la especialidad de instalaciones, principalmente la que tienen tuberías, a veces realizamos perforaciones con diamantinas a las vigas de concreto armado. Esto sucede cuando no hemos tenido la precaución de dejar pases necesarios antes del vaciado de la viga. Las soluciones de puede dar en la etapa de diseño para poder evitar futuras perforaciones.



*Figura 25: Pases en vigas mediante perforaciones diamantinas
(Fuente: Elaboración propia Edificio Duplo)*

2.2.1.14 Procesamiento de detección de Interferencias de diseño.

Al final de la fase del trabajo o modelado, todos los modelos BIM deben integrarse en un modelo único o un todo. Esto nos permite realizar el debido procedimiento de revisión para poder detectar las interferencias y conflictos entre los elementos sólidos 3D unidos en un solo modelo o modelo único de todas las disciplinas. El resultado es la visualización del proyecto como un todo.



*Figura 26: Integración de los modelos BIM-3D
(Fuente: Elaboración propia)*

Una vez integrado los distintos modelos BIM-3D con el Software de gestión Autodesk Naviswork Manage. Esto incluye la opción de detectar automáticamente las interferencias (Clash Detection) generando de forma automática un reporte de interferencias y conflictos entre los modelos BIM-3D.

Estos reportes son revisados minuciosamente, que luego llevamos a una hoja de Microsoft Excel para su anotar sus diferente grado de conflicto, para luego ser resueltos con los proyectistas en cada especialidad.

IIMM vs IISS		Tolerancia	Interferencias		Nuevas	Activas	Revisadas	Aprobadas	Resueltas	
		0.01m	139		70	1	64	4	0	
Interferencias Aprobadas			Primer Elemento		Segundo Elemento					
Imagen	Nombre de Interferencia	Fecha Encontrada	ID	Nivel	ID	Nivel	Comentarios			
	Interferencia 5.1	2012/11/7 16:57.24	Element ID: 599669	Nivel -15.55 (Cisterna)		<No level>	#142 - palcantara - 2012/11/7 19:16.25 Interferencia entre tubería de agua fría con un equipo de instalaciones mecánicas. No se tiene definido la losa de fondo y la altura de la tubería al techo es de 0.48. (la tubería esta dentro del ducto) Se repite el cruce en varios puntos en este nivel. #202 - milagros.oqueles - 2012/11/14 20:59.35 La altura de la tubería de agua es 1.2m sobre el NPT.			
	Interferencia 5.2	2012/11/7 16:57.24	Element ID: 776868	Nivel -10.20 (Sotano 3)	Element ID: 716378	<No level>	#179 - milagros.oqueles - 2012/11/14 21:21.48 Interferencia entre tubería de desagüe y ducto de ventilación formada. Ubicación: Sótano 3 y 2 entre ejes E-F y 6-7. Planos en referencia: VF-IAF-03-TIPICA SOTANO 2 Y 3; SE-04-PLANTA SOTANO 2; SE-03-PLANTA SOTANO 3. #203 - milagros.oqueles - 2012/11/14 21:14.16 El equipo id. 777368 se moverá hacia el eje 7 hasta antes del quiebre. Desde allí saldrán directamente los ductos flexibles hacia las rejillas respectivas. También deberán moverse las cajas de alimentación a lo equipos.			
	Interferencia 5.3	2012/11/7 16:57.24	Element ID: 605114	<No level>	Element ID: 716378	<No level>	#147 - palcantara - 2012/11/7 20:01.06 Interferencia de la tubería de desagüe con el ducto de extracción forzada. Ubicación: sotano 3, entre los ejes E-F Y 7-6. Sugerencia: Mover el ramal de la tubería de desagüe hacia la derecha. #204 - milagros.oqueles - 2012/11/14 21:17.50 Bajar la tubería hasta que la zona más baja del ramal se encuentra a 2.10m.			
	Interferencia 5.4	2012/11/7 16:57.24	Element ID: 605874	<No level>	Element ID: 716293	<No level>	#150 - palcantara - 2012/11/7 20:15.52 Interferencia entre la tubería de desagüe y el ducto de extracción forzada. Ubicación: sótano 3, entre los ejes E-F Y 7-6 #205 - milagros.oqueles - 2012/11/14 21:20.04 La interferencia se verá resuelta con los cambios realizados en el punto 5.2.			

Figura 27: Reporte de interferencias
(Fuente: Elaboración propia modelo de interferencias)

2.2.1.15 Procesamiento para realizar revisiones de constructabilidad.

Hoy en día los programas de gestión y revisión de los modelos BIM-3D como Naviswork o Design Review, nos permiten realizar recorrido virtuales en todo el proyecto modelado, con un nivel de realismo que se utiliza para mejorar el control de la planificación y toma de decisiones en sus distintos componentes.

Otra ventaja es mejorar las revisiones de constructabilidad del diseño, con tan solo recorrer los espacios interiores y exteriores ayudando a tener un mejor entendimiento global del proyecto para tener una idea clara de lo que se construirá.



*Figura 28: Recorrido virtual de un modelo BIM-3D
(Fuente: Elaboración propia Edificio Duplo)*

2.2.1.16 Gestión de información del Proyecto.

La metodología Building Information Modeling es bueno para gestionar toda la información de un proyecto, tendí una base de datos de información en todo el ciclo de vida del proyecto. Sin embargo toda cualquier observación o cambio que se puede producir en el proyecto deben ser registradas en archivos con mucho cuidado. Ya que esto es muy importante porque en el futuro nos evitaremos de conflictos entre las partes involucradas del contratista, cliente, supervisión y proyectista debidos a los cambios que se puede realizar erróneamente o sin la aprobación de una de las partes.

2.2.2 Construcción de Viviendas Multifamiliares.

Una vivienda multifamiliar es un edificio que consta de varias unidades de vivienda en una sola edificación y donde el terreno es propiedad común, con una dotación de instalaciones necesarias adecuadas de los servicios urbanos: viabilidad, infraestructura, áreas verdes o áreas abiertas, estacionamiento de vehículos, educación, comercio, servicios asistenciales y de salud.

Un edificio multifamiliar está compuesto por las siguientes partes que son la arquitectura, estructura, instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas, agua contra incendio, etc, a continuación definiremos cada una de estas dimensiones.

2.2.2.1 Arquitectura.

La arquitectura es el arte de diseñar y construir edificios, espacio urbano e instalaciones destinadas a albergar la vida humana, en otras palabras se trata de diseñar y construir edificaciones que sean tanto funcionales como estéticas a la vez. En líneas generales, las obras arquitectónicas se aprecian por ser:

- a) Habitables: Útiles a la vida cotidiana del ser humano
- b) Duraderas: Permanente e inmóviles, ya que se trata de edificaciones o espacios.
- c) Representativa: En sus formas se encuentran contenida la visión cultural arquitectónica.

La arquitectura sirve, en general, para modificar los espacios y construir edificaciones que nos resguardan los elementos como la lluvia, calor, viento, frío, etc. En ese sentido la arquitectura es útil para:

- a) Planificar, diseñar los acabados de edificios desde viviendas multifamiliares, fábricas, oficinas, etc.
- b) Planificar y diseñar el espacio público de las ciudades, para embellecer el entorno urbano.
- c) Diseñar la ubicación de parques, plazas y otras formas de presencia vegetal dentro de la ciudad.

2.2.2.2 Estructuras.

El término estructural se aplica a la especialidad de la ingeniería civil que permite el planeamiento y el diseño de las partes que forman el esqueleto resistente de las edificaciones más tradicionales como edificios urbanos, viviendas multifamiliares, construcciones industriales, puente, estructuras de desarrollo hidráulico y otras.

Una estructura es un conjunto de elemento unidos entre sí capaces de soportar las fuerzas que actúan sobre ella, con el objeto de conservar su forma. Cada estructura está compuesta por diferente tipo de cimentación que serán diseñadas para el uso adecuado que dará en la sociedad.

2.2.2.2.1 Elementos estructurales en una construcción.

Los elementos estructurales son las partes de una construcción que sirven para darle resistencia y rigidez. Su función principal es soportar el peso de la construcción y otras fuerzas como sismos, vientos, etc. Los principales tipos de elementos estructurales son:

- a) Cimentación
- b) Columnas
- c) Vigas
- d) Losas
- e) Escaleras
- f) Muros de mampostería

2.2.2.3 Instalaciones Sanitarias.

Es el conjunto de tuberías, equipos y accesorios que permiten la conducción y distribución del agua procedente de la red general. Así como tuberías de desagüe y ventilación, equipos y accesorios que permiten conducir las aguas de desecho de una edificación hasta el alcantarillado público, o a los lugares donde puedan disponerse sin peligro. Todo este sistema sirve al confort y para fines sanitarios de las personas (que viven o trabajan dentro de él)

2.2.2.3.1 Finalidad de las Instalaciones Sanitarias

1. Suministrar agua en calidad y cantidad; debiendo cubrir los requisitos básicos.
 - a) Suministrar agua a todos los puntos de consumo, es decir, aparatos sanitarios, aparatos de utilización de agua caliente, aire acondicionado, combate de incendios, etc.
 - b) Proteger el suministro de agua de tal forma que el agua no se contamine con el agua servida
2. Eliminar las aguas de desecho de una edificación hacia las redes públicas o sistemas de tratamiento indicado. Se debe hacer:
 - a) De la forma más rápida posible.
 - b) El desagüe que ha sido eliminado del edificio no regresa por ningún motivo a él.

2.2.2.4 Instalaciones Eléctricas.

Se entiende por instalación eléctrica, al conjunto de tuberías y canalizaciones de otro tipo y forma, cajas de conexión, registros, elementos de unión entre tuberías, y entre las tuberías y las cajas de conexión o los registros, conductores eléctricos, accesorios de control, accesorios de control y protección, etc., necesarios para conectar o interconectar una o varias fuentes de energía eléctrica con los receptores.

Los receptores de la energía eléctrica son de tan diversa índole, que tratando de englobarlos forma rápida y sencilla, se puede decir que son los siguientes.

Todo tipo de lámparas, radios, televisores, refrigeradoras, licuadoras, extractoras, tostadoras, aspiradoras, plancha, etc., es decir, todos los aparatos y equipos electrodomésticos, de oficinas, de comercios, aparatos y equipos de calefacción, de intercomunicación, señales luminosas, señales audibles, elevadores, montacargas, motores y equipos eléctricos en general.

2.2.2.4.1 Objetivos de la instalación.

Los objetivos son de una instalación eléctrica, están de acuerdo al criterio de todas y cada una de las personas que intervienen en el proyecto, cálculo y ejecución de la obra, y de acuerdo además con la necesidades a cubrir, sin embargo con el fin de dar imagen a la iniciativa de todos y cada uno en particular, que se enumeraran a continuación.

- a) Seguridad
- b) Electricidad
- c) Economía
- d) Mantenimiento
- e) Distribución de elementos, aparatos, equipos, etc.
- f) Accesibilidad

2.2.2.5 Agua Contra Incendios.

Es un sistema compuesto por un conjunto de tuberías, dispositivos y accesorios interconectados entre si desde una estación de bombeo hasta dispositivos destinados a proteger instalaciones y personas contra los riesgos ocasionados por un incendio. Una

red de agua contra incendios podría abastecer a diversos tipos de dispositivo de protección incluyendo, pero no limitándose, a los siguientes:

- a) Gabinete Contra Incendio
- b) Rociadores Automáticas
- c) Aplicadores de Espuma Contra Incendios
- d) Sistemas de Agua Pulverizada

2.2.2.6 Instalaciones de Gas.

La instalación de gas, de cualquier edificio (vivienda multifamiliar, vivienda unifamiliar, etc.) está formado por el conjunto de elementos que permite la llegada desde la planta suministradora a la entrada del edificio. Únicamente mencionaremos la instalación de gas para el caso de viviendas multifamiliares.

1. **Acometida:** Al igual que en las instalaciones de electricidad y agua, la realiza la empresa suministradora y consiste en la canalización que va desde la tubería general de gas hasta la entrada al cuarto de medidores del edificio y luego al departamento.
2. **Cuadro general de medidores:** Obligatoriamente está ubicado en lugar muy ventilado y se compone de llaves generales, contadores de gas y canalización individuales.
3. **Canalizaciones individuales:** Llevan el gas desde la salida de contador hasta una llave de paso individual situada en el departamento, el acceso de esta llave de paso que corta el gas del departamento esto situado en la cocina.
4. **Rejilla de ventilación:** Situadas tanto a ras del suelo como en la parte alta de las cocinas. Se pueden complementar con detectores, que avisan de manera luminosa o sonora cuando detectan concentración de gas de un escape (existen marcas que lo comercializan para viviendas)

2.2.2.7 Instalaciones de Mecánicas HVAC.

Las instalaciones mecánicas comprenden el conjunto de instalaciones, obras, equipos y/o ductería que se incorpora a la edificación para el traslado vertical de los usuarios (ascensores); para mantener por medios mecánicos las condiciones ambientales y la renovación del aire (aire acondicionado y ventilación forzada) y otros requerimientos dinámicos de la edificación (motores de puertas). El uso adecuado de estas instalaciones debe tomar en cuenta los horarios de uso, las características de las actividades y el número de usuarios.

2.3 Definición de Términos:

ACI: Agua Contra Incendio

BIM: Building Information Modeling (Modelo de la Información para la construcción).

BIM-3D: Modelo tridimensional (3D) de la estructura

BIM-4D: Simulación del proceso constructivo.

FCR: Falso Cielo Raso

FP: Fire Protection (Protection Contra Incendios)

HVAC: Heating, Ventilation and Air Conditionater (Equivalente a IIMM)

IIMM: Instalaciones mecánicas

IISS: Instalaciones Sanitarias

IIEE: Instalaciones Eléctricas

MEP: Mechanical, Electrical and Plumbing (Mecanica, electricidad y Plomería)

LCI: Lean Contrucction Institute

RFI: Request for Information (Solicitudes de Informacion)

TIC: Tecnología de la información y la comunicación

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La metodología Building Information Modeling interviene en la construcción de viviendas multifamiliares en el distrito de Miraflores – Lima

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a) El costo con la metodología Building Information Modeling influye en la productividad de la construcción de viviendas multifamiliares.
- b) El tiempo con la metodología Building Information Modeling influye en la optimización de los recursos utilizados en la construcción de las viviendas multifamiliares.
- c) El análisis de sostenibilidad de la metodología Building Information Modeling influye en la producción obtenida en la construcción de viviendas multifamiliares.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

V X: Metodología Building Information Modeling

Building Information Modeling es un método de trabajo que se define en el contexto de la cultura colaborativa y de la práctica integrada, y supone una profunda transformación que afecta a todos los procesos de diseño, constructivos y de gestión de activos que hemos conocido hasta ahora.

V Y: Construcción de viviendas multifamiliares

Consta de varias unidades de vivienda en una sola edificación y donde el terreno es propiedad común, con una dotación de instalaciones necesarias adecuadas de los servicios urbanos: viabilidad, infraestructura, áreas verdes o áreas abiertas, estacionamiento de vehículos, educación, comercio, servicios asistenciales y de salud.

Entonces se puede decir que:

$$y = f(x)$$

2.5.2. Definición operacional de la variable

- a) Variable Dependiente. Metodología BIM
- b) Variable Independiente tipo cuantitativo: Construcción de viviendas multifamiliares

Tabla 3: Definición operacional de la variable

VARIABLES	DEFINICION OPERACIONAL
Metodología BIM	La metodología BIM es una herramienta de trabajo colaborativo basada en el uso de un software Revit, dinámico de gestión de datos de una infraestructura civil
Construcción de viviendas multifamiliares	La vivienda multifamiliar es un espacio, habitat donde se puede vivir un número determinado de distintas familias

2.5.3. Operacionalización de la variable:

Tabla 4: Operacionalización de la variable

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable 1: METODOLOGIA BIM	<ol style="list-style-type: none"> 1. La idea 2. El boceto 3. Modelo Tridimensional 4. El tiempo 5. El costo 6. Análisis de sostenibilidad 7. La gestión del ciclo de la vida 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fase Inicial 2. Planeamiento del proyecto 3. Modelización geométrica del proyecto 4. Secuencia constructiva del proyecto 5. Presupuestos y viabilidad económica 6. Comportamiento energético 7. Mantenimiento
Variable 2 : CONSTRUCCION DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arquitectura 2. Estructura 3. Instalaciones Sanitarias 4. Instalaciones Eléctricas 5. Agua Contra Incendio 6. Instalaciones de Gas 7. Instalaciones Mecánicas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño 2. Construcción 3. Servicios sanitarios de la vivienda 4. Servicios eléctricos de la vivienda 5. Protección contra incendio de la vivienda 6. Calidad de vida en la vivienda 7. Condiciones ambientales

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Método de Investigación

El método general de investigación fue el científico, comprende una serie de etapas para obtener un conocimiento valido desde la perspectiva científica, utilizando los instrumentos hasta comprobar la hipotasis.

3.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación fue de tipo aplicada, porque explica los beneficios que proporciona al aplicar la metodología Building Information Modeling a una muestra de estudio.

3.3. Nivel de investigación

El nivel seguido para esta investigación fue de tipo Descriptivo – Explicativo. Porque describimos los aspectos fundamentales (Costo, Tiempo, Sostenibilidad) de análisis y luego explicamos, la influencia en la construcción de viviendas multifamiliares.

3.4. Diseño de Investigación

La presente investigación fue experimental, cuyo esquema es.

RG1	X	O1
RG2	-	O2

G1	x	O1 (Metodología Building Information Modeling)
G2	-	O2 (Construcción de viviendas multifamiliares)

PRE TEST	Observación – Ficha – entrevista
EXPERIMENTO	Aplicación de la metodología Building Information Modeling
POST TEST	Observación - Entrevista

3.5. Población y Muestra

Población:

Nuestra población está representada por las edificaciones multifamiliares del distrito de Miraflores, provincia de Lima

Muestra:

La muestra es no probabilística por conveniencia. Se tomó como muestra el edificio multifamiliar “Céntrica” ubicada en la AV. Paseo de la republica 6231 del distrito de Miraflores de la provincia de Lima

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos, son las distintas formas o maneras de obtener la información, el mismo autor señala que los instrumentos son medios materiales que emplean para recoger y almacenar datos.

Tabla 5: Técnicas e Instrumentos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Observación Entrevista Metodología Building Information Modeling Encuesta	Control de presupuestos (Anexo 2 y 3) Cuestionario Software Revit

3.7. Técnicas y Análisis de Datos.

Para el análisis cuantitativo se usó el Software Revit compatible a la metodología Building Information Modeling, con el cual se pudo determinar el comportamiento de la variable independiente y sus dimensiones (costo, tiempo y sostenibilidad), este software permitió demostrar que el costo y el tiempo se minimizan y se prevé la sostenibilidad de la edificación a mayor tiempo.

Y, para el análisis de investigación se recurrió a la comparación de los cálculos antes de aplicar el experimento (Control de presupuesto para edificaciones multifamiliares tanto tradicional y usando la metodología BIM).

Comparando el método tradicional con la metodología Building Information Modeling podemos apreciar un ahorro significativo de S/. 245,764.64

3.8 Procesamiento de Información

- Se observaron los dos tipos de presupuesto, tradicional y aplicando la metodología BIM, en todas sus dimensiones, luego se tomó como decisión tomar 3 dimensiones: Tiempo, Costo y sostenibilidad, como se describen en el cuestionario (Pre Test)
- Luego aplicación de la metodología BIM a través del software Revit (Post Test)

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Resultados en la aplicación de metodología Building Information Modelign.

El uso del BIM viene emergiendo en el Perú, pocas empresas las están implementado en sus construcciones. En esta ocasión se implementó en la construcción de la vivienda multifamiliar Céntrica ubicada en el distrito de Miraflores.

Pusimos en práctica su potencial y los beneficios de utilizar la construcción virtual como un proceso que nos permita mejorar la calidad de los documentos contractuales del diseño que está conformado por planos y especificaciones técnicas. Ante todo esto incorporamos herramientas Building Information Modeling en los procesos tradiciones de la construcción.



*Figura 29: Modelo BIM-3D Céntrica
(Fuente: Elaboración propia Edificio Céntrica)*

Tabla 6: Datos del proyecto en estudio

Proyecto: Edificio Multifamiliar Céntrica	
Ubicación	: Miraflores, Lima, Perú
Pisos	: 6 sótanos y 18 niveles de torre

Esta vivienda multifamiliar como se puede ver en la tabla, tiene 6 sótanos y 18 niveles, lo cual hace que las características del proyecto tenga una estructura compleja.

Por otro lado el cliente tenía los plazos ajustados, lo cual dificultaba la labor en todos los puntos de vista desde el modelado hasta la fase terminal del proyecto. Pero no fue un impedimento para poder realizar el modelo BIM-3D.

Soluciones planteados para enfrentar el perfil del proyecto:

- Uso de equipos que reemplacen trabajo productivo de la mano de obra
- Uso de equipos que permitan acceder a nuevos sistemas constructivos que disminuyan la mano de obra y mejoren el plazo.
- Aprovechar la oferta de equipos y sistemas constructivos en nuestro medio.
- Utilizar herramientas que permitan conocer y definir el proyecto de forma temprana
- Formar capataces orientados a los nuevos métodos

En este sentido el uso de la metodología BIM surgió por la necesidad de tener la ingeniería a tiempo y compatibilizado las siguientes especialidades.

- a) Arquitectura
- b) Estructuras
- c) Instalaciones (Instalaciones Eléctricas, Mecánicas, Sanitarias, Sistema Contra Incendios y Gas)

4.2 Principales metas Building Information Modeling en el proyecto.

Tabla 7: Metas con BIM en obra

PRIORIDAD (Alta/Baja)	DESCRIPCIÓN DE LAS METAS Y USOS POTENCIALES DE BIM EN OBRA
ALTA	<p>Detectar las interferencias, observaciones e incompatibilidades, del diseño e ingeniería del proyecto.</p> <p>Meta: Reportar a la Gerencia de Armas Doomo Inmobiliaria cualquier deficiencia en el diseño/ingeniería del proyecto a través de Solicitudes de Información (RFI). Rendel se encargará de la compatibilización del proyecto y de emitir las consultas formalmente a la Inmobiliaria.</p>
ALTA	<p>Identificar y resolver las incompatibilidades colaborativamente, con la ayuda de un modelo 3D y sesiones de trabajo de ingeniería concurrente en la que se deba de involucrar a La Supervisión, la Gerencia de Proyectos, los Proyectistas.</p> <p>Meta: Acelerar los tiempos de respuestas de las observaciones y consultas de diseño canalizadas mediante Solicitudes de Información (RFI). Rendel preparará la minuta, la agenda de la Reunión y será el moderador junto con el Jefe de Proyectos de la Inmobiliaria</p>
MEDIA	<p>Preparar vistas fotorrealistas panorámicas en 360° de distintos sectores del proyecto y visualziarlos con lentes de Realidad Aumentada (Cardboard) para un mejor entendimiento de las soluciones de interferencias entre instalaciones realizados en el modelo BIM del proyecto.</p>
MEDIA	<p>Disminuir el tiempo de coordinación en obra. Utilizar los modelos BIM en las diversas reuniones de obra.</p>
BAJA	<p>Controlar el avance en obra, mediante dispositivos móviles. Uso del modelo en dispositivos móviles, como tablets.</p>

4.3 Modelo BIM-3D de Arquitectura.

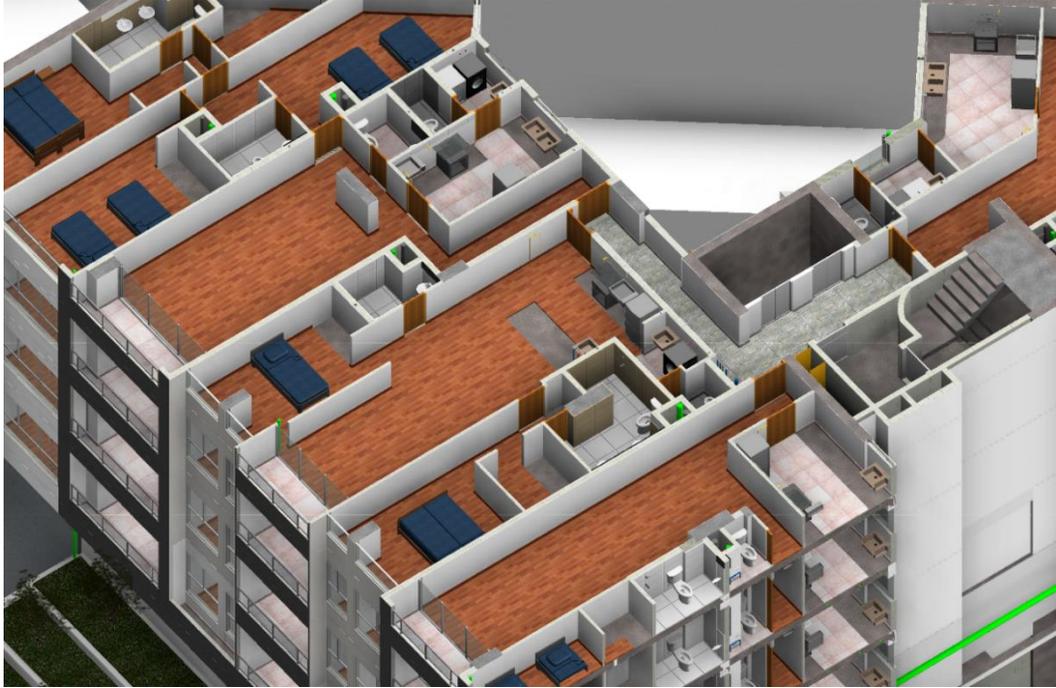
El modelo BIM de arquitectura se ha desarrollado a un detalle suficiente que nos ha permitido compatibilizar los planos de distribución de arquitectura con los planos de detalles de baños, cocinas, lavanderías y de áreas comunes.

El modelo BIM 3D de Arquitectura está desarrollado con un nivel de detalle LOD-300, es decir podemos visualizar y obtener las cantidades de materiales de los acabados en piso, acabados en muros como pinturas, zócalos y contrazócalos, además es posible cuantificar las carpinterías de madera y metálicas a través de las herramientas de planificación del software Autodesk Revit.

El nivel de detalle y los elementos que componen al modelo de Arquitectura se resume en la siguiente tabla.

Tabla 8: Control del modelo BIM-3D arquitectura

ARQUITECTURA							
	MODELO 3D	METRADO			MUR OS	PIS OS	TECH O
	REVIT	ÁREAS	VOLUMEN	CANTIDADES			
Albañilería	SI	✓	x	x			
Drywall	SI	✓	x	x			
Tarrajeo	SI	✓	x	x			
Pintura	SI	✓	x	x			
Zócalos	SI	✓	x	x			
Contrazócalos	SI	✓	x	x			
Enchapes(1)	SI	✓	x	x			
Contrapisos	SI	✓	x	x			
Celosías(2)	SI	✓	x	x			
Falso Cielo Raso	SI	✓	x	x			
Puertas	SI	x	x	✓			
Ventanas	SI	x	x	✓			
Muro Cortina(2)	SI	✓	x	x			
Mamparas	SI	✓	x	x			
Barandas	SI	x	x	✓			
Mobiliario	SI	x	x	✓			



*Figura 30: Corte del modelo de arquitectura del modelo BIM-3D
(Fuente: Elaboración propia Edificio Céntrica)*

El archivo de Revit del modelo BIM-3D de arquitectura, tiene guardada todas las vistas 3D por pisos y por tipo de baño o cocina para que sea fácil localizar un ambiente específico.

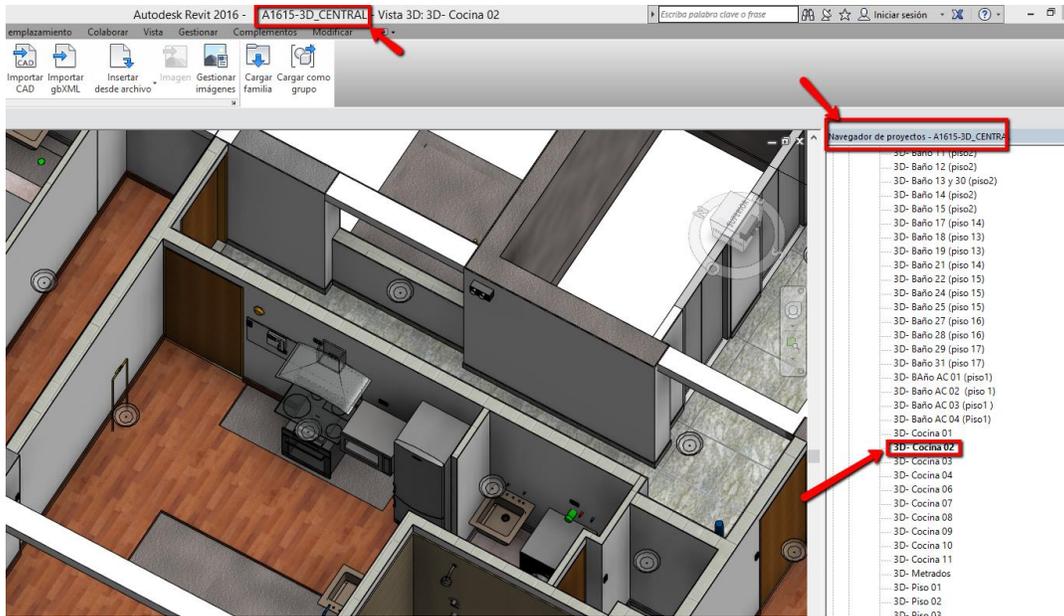


Figura 31: Vistas de todos los cortes y 3D elaborados
(Fuente: Elaboración propia Edificio Céntrica)

También tiene guardado todas las Tablas de Planificación o de Cómputo de cantidades de materiales, para ello revise el navegador de Proyectos de Autodesk Revit, como se muestra en la figura.

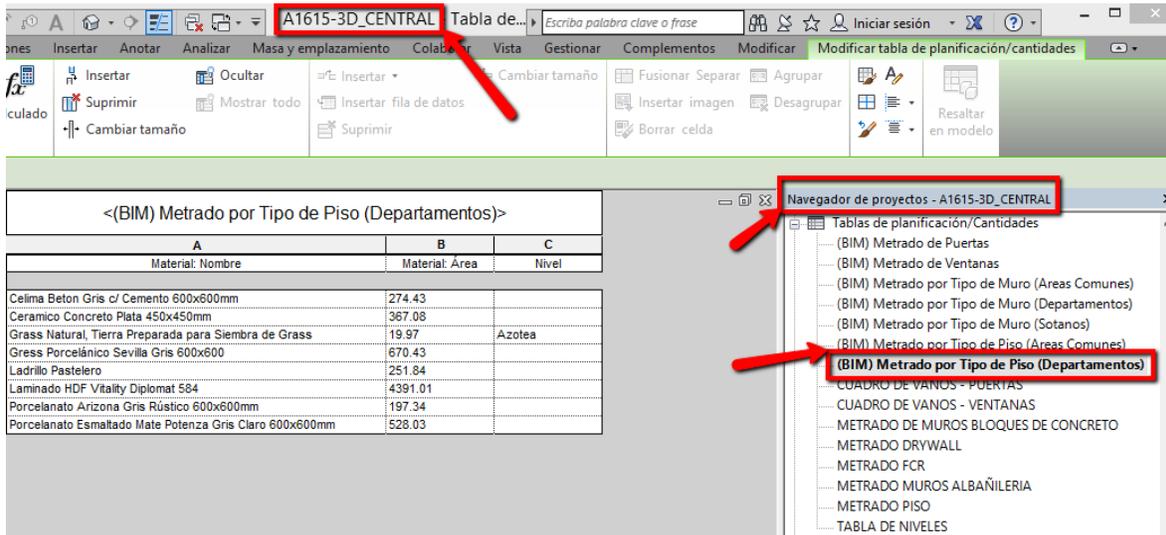


Figura 32: Hoja de metrados del modelo BIM-3D de arquitectura
(Fuente: Elaboración propia Edificio Céntrica)

4.4 Modelo BIM-3D de Estructuras.

El modelo BIM-3D de estructuras está modelado al 100%.

El modelo de Estructuras está modelado bajo criterios constructivos, a excepción de la sectorización de obra y división de los elementos de vaciado horizontal y vertical.

Sin embargo, el modelo tiene un nivel de detalle suficiente que nos ha permitido compatibilizar el Expediente Técnico con las demás disciplinas y anteriormente nos ha permitido poder obtener las cantidades de materiales de las partidas de concreto y encofrado.

Los elementos que componen el modelo de estructuras están listados en la siguiente tabla:

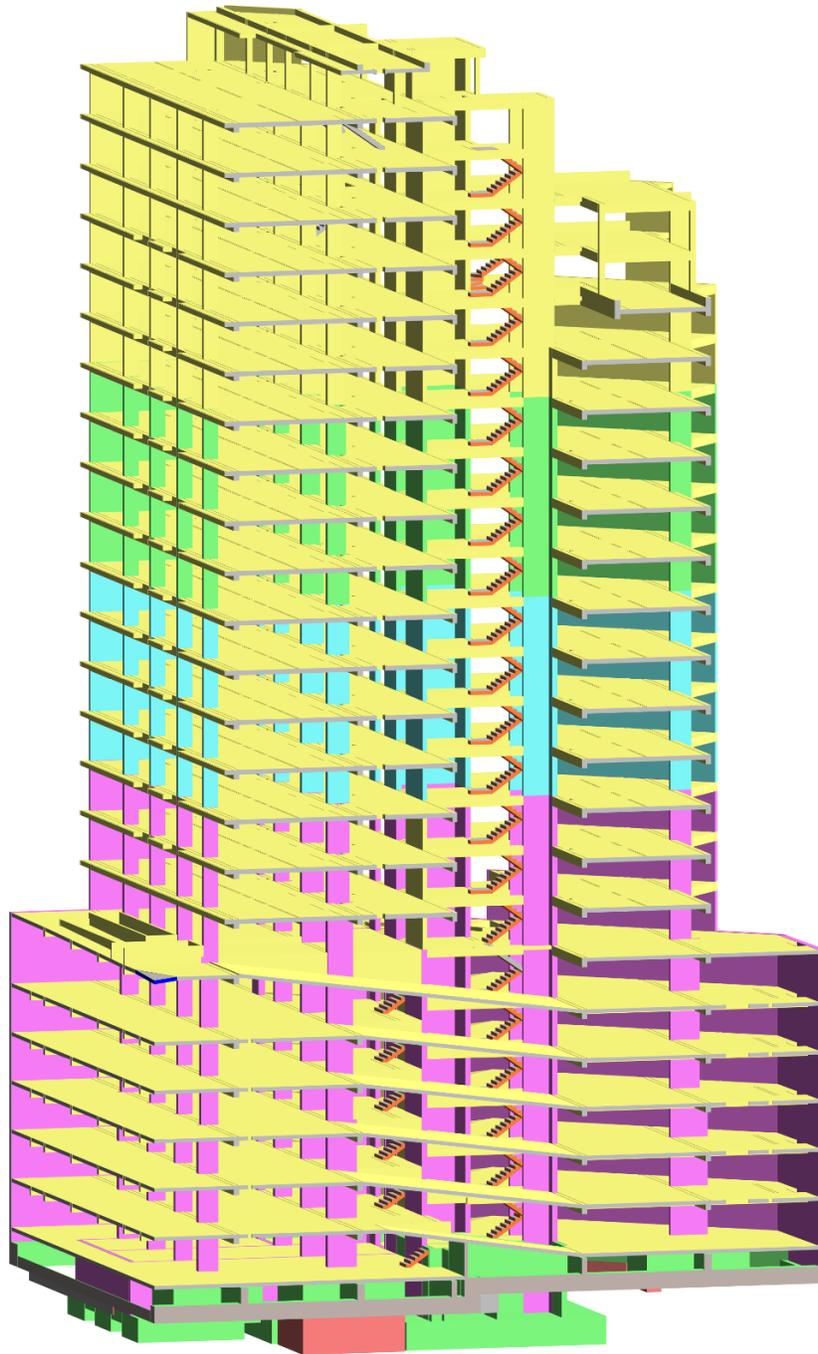
Tabla 9: Control del modelado BIM-3D estructuras

ESTRUCTURAS		
ALCANCE DEL MODELO 3D		
Estructura de concreto armado y estructuras metálicas	Modelado	Metrado
Zapatas, plateas y vigas de cimentación	SÍ	SÍ
Cimientos corridos	SÍ	SÍ
Placas de concreto y muros anclados	SÍ	SÍ
Columnas	SÍ	SÍ
Escaleras de concreto	SÍ	SÍ
Rampas	SÍ	SÍ
Losas pos-tensadas, macizas o aligeradas	SÍ	SÍ
Vigas chatas y peraltadas	SÍ	SÍ
Estructuras metálicas: tijerales, pórticos, coberturas, escaleras	SÍ	SÍ
Acero de refuerzo	No	No
Encofrado	SÍ	SÍ

La figura mostrada a continuación, muestra la vista 3D del modelo de estructuras del Multifamiliar Céntrica el cual está compuesto por los muros anclados, la cimentación y la estructura aporricada. Cada color representa un tipo de concreto, el cual nos ha permitido obtener y diferenciar los metrados de acuerdo al Itemizado de Partidas del Presupuesto de Construcción.

Tabla 10: Resistencia de concreto

Nombre	Visibilidad	Proyección/Superficie	
		Líneas	Patrones
Concreto 100 kg/cm ²	*		
Concreto 210 kg/cm ²	*		
Concreto 280 kg/cm ²	*		
Concreto 350 kg/cm ²	*		
Concreto 420 kg/cm ²	*		



*Figura 33: Modelo de estructuras BIM-3D
(Fuente: Elaboración propia Edificio Céntrica)*

Tabla 11: Tabla de planificación de metrados

	Unidad	Resistencia del Concreto f'c				
		100	210	280	350	420
CIMIENTOS REFORZADOS DE MURO ANCLADO	m3	-	-	144.98	-	-
CONCRETO MURO ANCLADO	m3	-	-	-	-	790.74
CIMIENTOS Y SOBRECIMENTOS	m3					
ZAPATAS	m3	139.23	-	478.31	-	-
VIGAS DE CIMENTACION	m3	-	-	36.20	-	-
PLACAS SOTANO	m3		6.61	36.30	-	99.25
COLUMNAS SOTANO	m3	-	-	0.55	-	77.32
LOSAS CONTRA TERRENO (FALSO PISO)	m2	-	580.57	-	-	-
LOSAS ALIGERADAS SOTANOS	m2	-	2,297.25	-	-	-
LOSA MACIZA SOTANOS 20	m2	-	2,007.59	-	-	-
LOSA MACIZA SOTANOS 25	m2	-	-	-	-	-
VIGAS DE SOTANO	m3	-	198.86	-	-	-
ESCALERAS SOTANO						
CISTERNA	m3	-	-	-	-	45.44
PLACAS EDIFICIO	m3	-	205.78	167.27	183.76	136.31
COLUMNAS EDIFICIO	m3	-	45.64	31.38	33.77	27.22
LOSAS ALIGERADAS EDIFICIO	m2		4,795.58			
LOSA MACIZA EDIFICIO 20	m2		456.68			
LOSA MACIZA EDIFICIO 25	m2		1,372.01			
VIGAS DE EDIFICIO	m3	-	520.92	-	-	-
ESCALERAS EDIFICIO	m3					

Las tablas de planificación o de metrados de la disciplina de estructuras están guardado en el modelo original de Estructuras, el cual puede abrirlo usando el software Autodesk Revit. Por ejemplo, en las imágenes mostradas a continuación, se puede apreciar el cómputo de materiales de los principales elementos estructurales clasificados por su Frente (Cisterna, Muros Anclados, Sótanos y Torre), su categoría (de acuerdo a categoría de objetos de Autodesk Revit: Muros o placas, Pilares estructurales o Columnas, Armazón estructural o Vigas, Suelos o Losas) y la resistencia de concreto.

<(BIM) Metrado de Concreto de Piezas>

A	B	C	D	E
Fronte	Categoría original	Material: Nombre	Material: Volume	Material: Área
Cisterna	Muros	Rendel - Concreto 420Kg/cm ²	35.80	141.65
Cisterna	Pilares estructurales	Rendel - Concreto 420Kg/cm ²	9.64	75.72
Muro Ancla	Cimentación estructural	Rendel - Concreto 280Kg/cm ²	144.98	143.05
Muro Ancla	Muros	Rendel - Concreto 420Kg/cm ²	790.74	2065.49
Sotanos	Armazón estructural	Rendel - Concreto 210Kg/cm ²	198.86	2355.16
Sotanos	Armazón estructural	Rendel - Concreto 280Kg/cm ²	36.20	281.19
Sotanos	Cimentación estructural	Rendel - Concreto 100Kg/cm ²	139.23	89.61
Sotanos	Cimentación estructural	Rendel - Concreto 280Kg/cm ²	478.31	584.47
Sotanos	Muros	Rendel - Concreto 210Kg/cm ²	6.61	44.08
Sotanos	Muros	Rendel - Concreto 280Kg/cm ²	36.30	153.75
Sotanos	Muros	Rendel - Concreto 420Kg/cm ²	99.25	352.69
Sotanos	Pilares estructurales	Rendel - Concreto 280Kg/cm ²	0.55	8.03
Sotanos	Pilares estructurales	Rendel - Concreto 420Kg/cm ²	77.32	624.69
Sotanos	Suelos	Rendel - Concreto 210Kg/cm ²	977.08	4885.41
Torre	Armazón estructural	Rendel - Concreto 210Kg/cm ²	520.92	6978.74
Torre	Muros	Rendel - Concreto 210Kg/cm ²	205.78	910.39
Torre	Muros	Rendel - Concreto 280Kg/cm ²	167.27	673.14
Torre	Muros	Rendel - Concreto 350Kg/cm ²	183.76	673.27
Torre	Muros	Rendel - Concreto 420Kg/cm ²	136.31	487.25
Torre	Pilares estructurales	Rendel - Concreto 210Kg/cm ²	45.64	449.46
Torre	Pilares estructurales	Rendel - Concreto 280Kg/cm ²	31.38	294.20
Torre	Pilares estructurales	Rendel - Concreto 350Kg/cm ²	33.77	304.75
Torre	Pilares estructurales	Rendel - Concreto 420Kg/cm ²	27.22	235.88
Torre	Suelos	Rendel - Concreto 210Kg/cm ²	1628.46	6624.27

Figura 34: Hoja de metrados por piezas
(Fuente: Elaboración propia Edificio Céntrica)

<(BIM) Metrado de Concreto de Piezas- Losas>

A	B	C	D	E	F
Categoría ori	Fronte	Tipo original	Material: Nombre	Material: Volume	Material: Área
Suelos	Sotanos	Aligerada en 1 Sentido (viguetas pretensadas) - fc	Rendel - Concreto 210Kg/cm ²	458.47	2292.37
Suelos	Sotanos	Ensanche Aligerada en 1 Sentido (viguetas pretensadas) - fc	Rendel - Concreto 210Kg/cm ²	0.98	4.88
Suelos	Sotanos	Falso piso - fc = 210 Kg/cm ² - 200mm - (S/E)	Rendel - Concreto 210Kg/cm ²	116.11	580.57
Suelos	Sotanos	Maciza - fc = 210 Kg/cm ² - 200mm - (C/E)	Rendel - Concreto 210Kg/cm ²	394.86	1974.31
Suelos	Sotanos	Maciza - fc = 210 Kg/cm ² - 200mm - (S/E)	Rendel - Concreto 210Kg/cm ²	6.66	33.28
Suelos	Torre	Aligerada en 1 Sentido (viguetas pretensadas) - fc	Rendel - Concreto 210Kg/cm ²	19.09	95.44
Suelos	Torre	Aligerada en 1 Sentido (viguetas pretensadas) - fc	Rendel - Concreto 210Kg/cm ²	1121.25	4484.99
Suelos	Torre	Ensanche Aligerada en 1 Sentido (viguetas pretensadas) - fc	Rendel - Concreto 210Kg/cm ²	53.79	215.15
Suelos	Torre	Maciza - fc = 210 Kg/cm ² - 200mm - (C/E)	Rendel - Concreto 210Kg/cm ²	86.07	430.37
Suelos	Torre	Maciza - fc = 210 Kg/cm ² - 200mm - (S/E)	Rendel - Concreto 210Kg/cm ²	5.26	26.31
Suelos	Torre	Maciza - fc = 210 Kg/cm ² - 250mm - (C/E)	Rendel - Concreto 210Kg/cm ²	343.00	1372.01

Figura 35: Hoja de metrados losas
(Fuente: Elaboración propia Edificio Céntrica)

4.5 Modelo BIM-3D de Instalaciones.

Las instalaciones que forman parte del Expediente Técnico y los elementos que los componen, se detallan a continuación:

1. Instalaciones Sanitarias
2. Instalaciones Eléctricas y Comunicaciones
3. Instalaciones Mecánicas
4. Sistema de Gas
5. Sistema Contra Incendios

INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO		
ALCANCE DEL MODELO 3D		
SISTEMA CONTRA INCENDIO - Alimentación de gabinetes y estación de bombeo, líneas de purga, cuartos de bomba.	Modelo 3D	Metrado
Tuberías (Todos los diámetros: Empotrados, colgados y enterrados)	SÍ	SÍ
Montantes	SÍ	SÍ
Aspersores (Por tipo y según EETT)	SÍ	SÍ
Equipamiento eléctrico (Bombas de succión e impulsión)	SÍ	SÍ
Estación para bombero y cuartos técnicos	SÍ	SÍ
Válvulas, tapones para tuberías	SÍ	SÍ
Colgadores y soportes sísmicos	No	No
INSTALACIONES MECÁNICAS - Sistemas de Aire Acondicionado, Inyección de Aire Fresco, Extracción Forzada, Extracción de Monóxido, Presurización de Escaleras	Modelo 3D	Metrado
Equipos eléctricos (Ventiladores, extractores)	SÍ	SÍ
Equipos mecánicos (Chillers, Intercambiadores de calor, Fan Coils, Unidades Manejadoras de Aire UMA, Condensadores, Evaporadores, Torres de Enfriamiento, etc.)	SÍ	SÍ
Ductos metálicos y aislamiento térmico	SÍ	SÍ
Ductos de mampostería	SÍ	SÍ
Tuberías colgadas de agua helada (De todos los diámetros y materiales)	SÍ	SÍ
Difusores de aire acondicionado y rejillas de retorno	SÍ	SÍ
Accesorios de ductos: Dámper manuales, cortafuegos, etc.	SÍ	SÍ
Accesorios de tuberías: Válvulas, tapones, sensores	SÍ	SÍ
Colgadores y soportes sísmicos	No	No
INSTALACIONES SANITARIAS -Agua potable, agua caliente, aguas negras, aguas grises	Modelo 3D	Metrado
Tuberías empotradas y enterradas (Todos los diámetros)	SÍ	SÍ
Tuberías colgadas (Todos los diámetros)	SÍ	SÍ

Montantes	SÍ	SÍ
Cajas de Registro	SÍ	SÍ
Accesorios de tuberías y aparatos sanitarios	SÍ	SÍ
Sumideros y registros	SÍ	SÍ
INSTALACIONES DE GAS	Modelo 3D	Metrado
Tuberías empotradas y enterradas (Todos los diámetros)	SÍ	SÍ
Tuberías colgadas (Todos los diámetros)	SÍ	SÍ
Montantes	SÍ	SÍ
Cajas de Registro, medidores, válvulas de presión	SÍ	SÍ
Accesorios de tuberías	SÍ	SÍ
INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y COMUNICACIONES - Alumbrado, Tomacorriente, Baja Tensión, Media Tensión	Modelo 3D	Metrado
Conductos colgados y/o adosados	SÍ	SÍ
Conductos empotrados en concreto	No	No
Ductos enterrados	SÍ	SÍ
Montantes	SÍ	SÍ
Bandejas Eléctricas	SÍ	SÍ
Luminarias adosadas, colgadas o empotradas	SÍ	SÍ
Dispositivos para tomacorrientes e Interruptores	SÍ	SÍ
Cajas de Paso	No	No
Pozo y malla a tierra	SÍ	SÍ
Tableros eléctricos	SÍ	SÍ
Ductos barra eléctrico	SÍ	SÍ
Equipamiento de Sub-estación: Celdas, transformadores, grupos electrógenos	SÍ	SÍ
SEGURIDAD INTEGRAL - Circuito Cerrado de TV, Intrusión y Control de Accesos, Detección Contra Incendio, Automatización	Modelo 3D	Metrado
Conductos colgados y/o adosados	SÍ	SÍ
Conductos empotrados en concreto	No	No
Montantes	SÍ	SÍ
Bandejas Eléctricas	SÍ	SÍ
Dispositivos de salida: Cámaras, detectores, alarmas, pulsadores	SÍ	SÍ
Cajas de Paso	No	No
Tableros de distribución, gabinetes, dispositivos de control	SÍ	SÍ

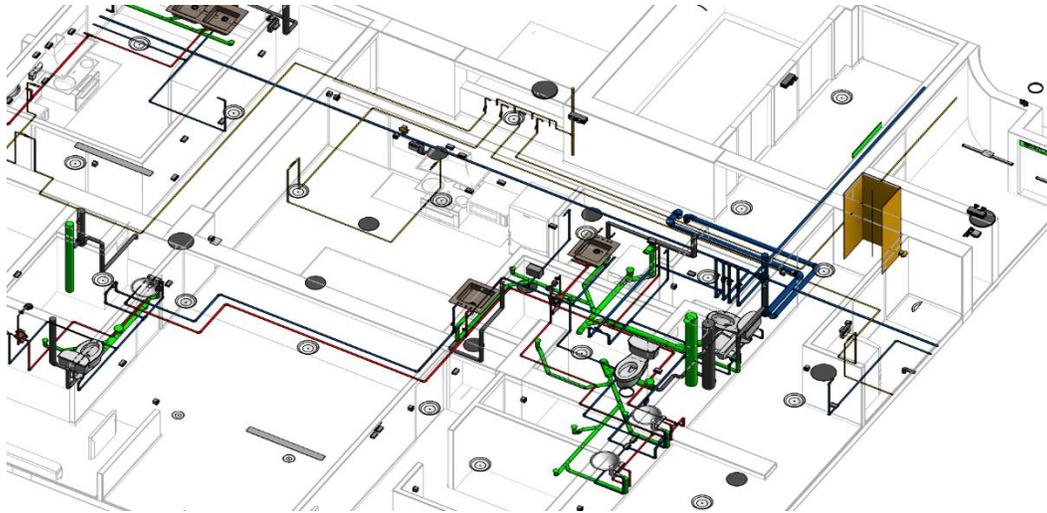


Figura 36: Isométrico con las disciplinas de instalaciones integradas
(Fuente: Elaboración propia Edificio Céntrica)

La imagen a continuación, muestra las instalaciones de todo el proyecto.



Figura 37: Modelo integrado BIM-3D de todas las instalaciones
(Fuente: Elaboración propia Edificio Céntrica)

4.6 Diagnostico.

Durante el levantamiento de los modelos BIM-3D de cada disciplina, y posterior a un análisis y revisión de los modelos y los planos CAD, fuimos identificando consultas de diseño e ingeniería que fueron reportadas formalmente a Armas Doomo (Empresa Contratista)

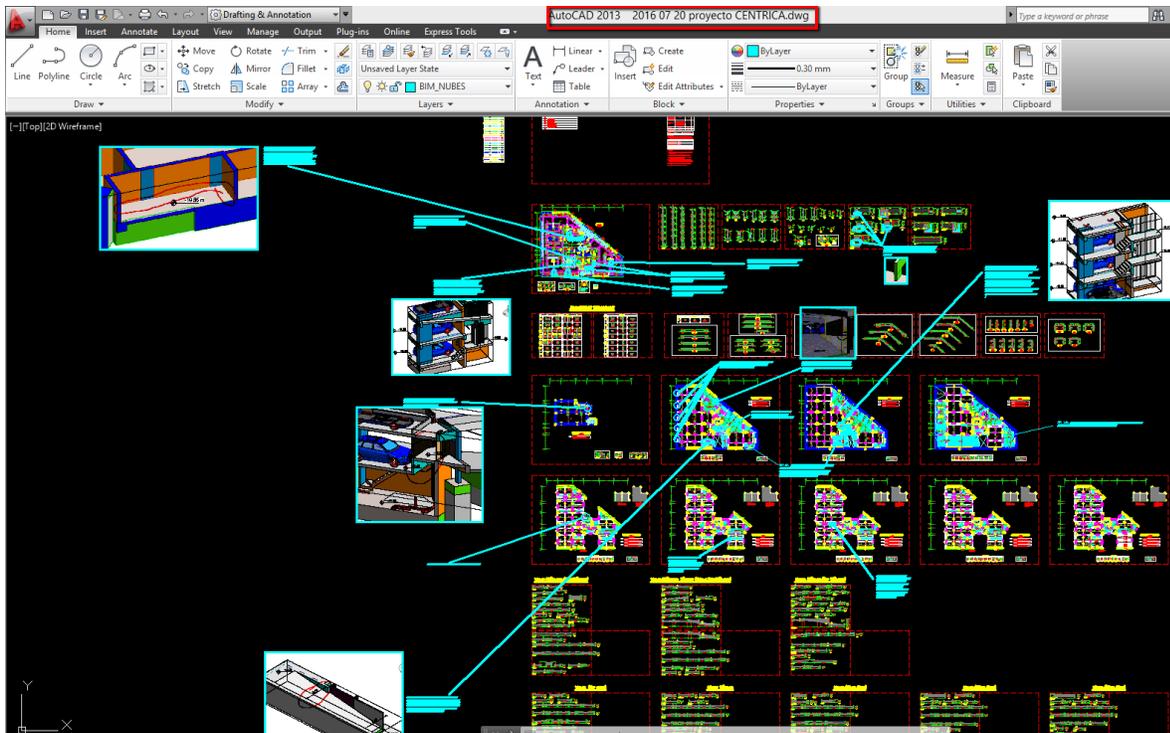
Para ello, implementamos un nuevo formato de consultas, el cual consistía en anotar directamente en cada plano CAD una serie de nubes y un texto descriptivo asociado para representar cada observación de diseño.

A cada nube se le asigna un código de consulta (o RFI), el mismo que se registraba en un documento en Excel donde se resumían todas las consultas y se clasificaban por especialidad, gravedad y estado (pendiente o resuelta).

De este modo, a cada uno de los especialistas se le enviaba su propio plano CAD con las nubes de observaciones de su disciplina y el Excel de resumen.

Este modo de consulta fue implementada por empresa donde laboraba, como piloto en el proyecto Céntrica dando mejores resultados que canalizando de cada una de las observaciones mediante archivos por separados usando un formato convencional de RFI.

En la figura inferior, se muestra por ejemplo el plano CAD de la disciplina de estructuras y las nubes de observaciones que debe atender el Ing. Estructural.



*Figura 38: Formatos RFI en el plano CAD
(Fuente: Elaboración propia Edificio Céntrica)*

Asimismo, en la figura inferior, se muestra el archivo Excel que resume todas las observaciones identificadas durante el proceso de modelamiento y compatibilización BIM.

Este documento nos permite realizar el seguimiento y trazabilidad a cada observación desde su identificación hasta su levantamiento.

Cabe resaltar que para que el proceso de compatibilización de los resultados esperados, las observaciones son únicamente levantadas o resueltas cuando la consulta es debidamente corregida en planos, no siendo válido las respuestas vía correo electrónico o explicadas en reunión.

CENTRICA							ARMAS DOOMO Inmobiliaria	
Proyecto: Multifamiliar Céntrica				Fecha: 07/05/2017		Coordinador BIM: RENDEL		
Cliente: Armas Doomo Constructora				Sesión:				
N° RFI	FECHA DE CONSULTA	N° PISO	DESCRIPCION	ESPECIALIDAD RESPONSABLE	ESPECIALIDAD AFECTADA	ESTADO DE CONSULTA	RESPUESTA	
239	14/03/2017		EN TODOS LOS NIVELES PISOS 2 Y SUPERIORES, SE DEBE MOVER EL FALSO MURO DONDE SE MUESTRA EN LA UBICACION ACTUAL DE LA MONTANTE DE DRENAJE. SE SEÑALA CON UNA FLECHA LA UBICACION A DONDE DEBE SER MOVIDO EL FALSO MURO.	Arquitectura	Sanitarias	RESUELTO	EN TODOS LOS NIVELES PISOS 2 Y SUPERIORES, SE HA MOVIDO EL FALSO MURO.	
240	14/03/2017		FALTA AGREGAR UNA BARANDA DE SEGURIDAD PARA MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MECANICOS UBICADOS EN LA AZOTEA.	Arquitectura	Mecánicas	RESUELTO	Se agrego baranda.	
241	14/03/2017		No existe techo en la zona señalada por nubes	Arquitectura		RESUELTO	Se corrigio. Se agrega alero de 15 cm para cubrir ingreso de lluvia sobre jardinerias.	
242	14/03/2017		La tubería ACI de 4" que pasa por la escalera del desnivel en los sótanos está a 1.90m del piso, por lo tanto se sugiere pegar la tubería al muro para mantener la altura mínima libre de circulación por la escalera. Se repite en los sótanos 5 al 2	Sanitarias		PENDIENTE		
243	14/03/2017		REUBICAR INTERRUPTOR YA QUE CAE EN UNA MAMPARA.	Eléctricas		PENDIENTE		
245	14/03/2017		El tomacorriente tiene una altura de 1.20M y esta quedando en el aire debido a que el tabique llega sólo hasta 1.10m.	Eléctricas		RESUELTO		
246	14/03/2017		LA SALIDA PARA LA TERMA ESTÁ UBICADA A LADO DE LAS LAVADORAS Y LA SALIDA PARA LA LAVADORA ESTÁ UBICADA EN EL MISMO LUGAR	Eléctricas		EN PROCESO		

Figura 39: RFI anotados en la hoja de Excel con el estado de consulta (Fuente: Elaboración propia Edificio Céntrica)

De acuerdo al Reporte de Consultas, se han identificado un total de 252 consultas o Solicitudes de Información (RFI), de los cuales, se mostrara en la tabla siguiente, las disciplina con mayor cantidad de observaciones fue arquitectura con 103 consultas, seguido de instalaciones sanitarias con 54, eléctricas con 40 y estructuras con 35

Tabla 12: Consultas de los RFI

ESPECIALIDAD	N° RFI
Gas	15
Arquitectura	103
Estructura	35
Sanitarias	54
Eléctricas	40
Mecánicas	5
TOTAL	252

De todos los RFI identificados se resolvieron en el 94.04%.

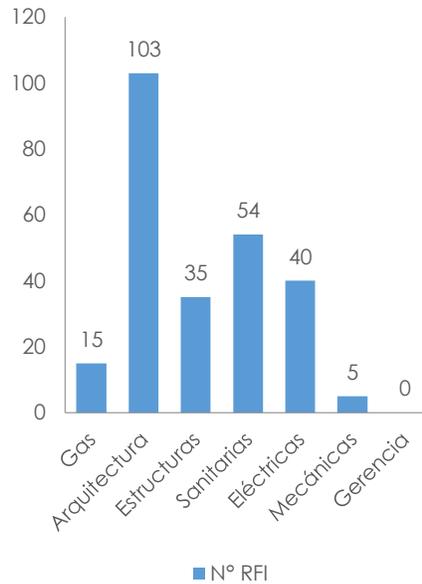


Figura 40: Consulta de RFI

El 5.6% restante que quedo sin resolver fue por el motivo que los proyectistas no respondieron a tiempo, a continuación lo mostraremos en una tabal

Tabla 13: RFI no contestados por los proyectistas

ESPECIALIDAD	N° RFI
Gas	3
Arquitectura	1
Estructura	0
Sanitarias	1
Eléctricas	9
Mecánicas	0
TOTAL	14

4.6.1 Gravedad de las consultas encontradas.

De todos los RFI encontrados se seleccionó de acuerdo a su gravedad.

Tabla 14: Gravedad de los RFI

GRAVEDAD DE LA CONSULTA	CANTIDAD
Muy grave	5
Grave	133
Moderada	102
Leve	12
TOTAL	252

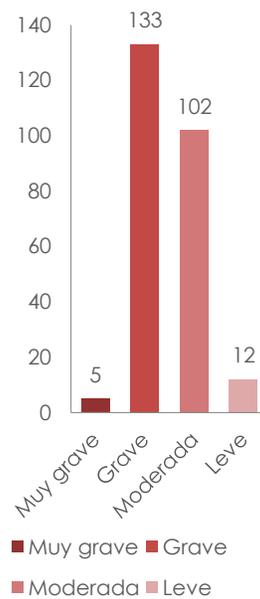


Figura 41: Gravedad de RFI

4.7 Entregables.

Los siguientes documentos, archivos e imágenes son entregados Armas Doomo los cuales puede acceder a través de la cuenta A360 creada para el proyecto.

1. **Modelos BIM Navisworks:** Es el modelo BIM 3D integral y multidisciplinario del proyecto. Usando un software como Autodesk Navisworks (Freedom o Manage) se puede realizar un recorrido virtual a través del modelo 3D del proyecto y analizar el recorrido de las instalaciones y el equipamiento que forma parte de la Sede GSS Ate. Puede conseguir una copia de una licencia sin costo de Navisworks Freedom a través del portal de descarga de Autodesk.

3. **Modelo BIM para recorrido virtual (Online):** En caso no pueda instalar el software Autodesk Navisworks Manage, puede realizar el recorrido virtual por los espacios interiores del proyecto usando únicamente un navegador Web como Google Chrome (recomendado) o Mozilla Firefox. Para acceder al recorrido virtual online del proyecto, únicamente abra el siguiente enlace en su navegador Web.
4. **Vistas stereo renderizadas en modo panorámico 360°:** Estas vistas stereo son imágenes con un nivel de acabado fotorrealistas que fueron tomados en algunos puntos exteriores al proyecto. Son vistas de cámara de punto fijo, es decir, no se puede realizar un recorrido por el interior.

Es importante recalcar que las vistas panorámicas 360° son compatibles con los lentes de realidad aumentada (Virtual Reality), si cuenta con ellos (se encuentran a un costo bajo en cualquier tienda de Radio Shack), por medio de su Smartphone abra cualquiera de los siguientes enlaces Web con un navegador (recomendable Google Chrome) y colóquelos dentro de su lentes VR.

4.7 Cuantificación de costos de incompatibilidades.

De todos los RFI's encontrados se realizó una tabla de costos, los cuales fueron solucionados a tiempo.

CENTRICA MIRAFLORES		REPORTE DE OBSERVACIONES E INTERFERENCIAS						ARMAS DOOMO Inmobiliaria							
		Proyecto: Multifamiliar Céntrica		29/07/2019		3		Coordinador BIM:							
		Cliente: Armas Domo Constructora													
N° RFI	GRAVEDAD	FECHA DE CONSULTA	N° PISC	DESCRIPCION	ESPECIALIDAD RESPONSABLE	ESTADO DE CONSULTA	RESPUESTA	COSTO DIRECTO POR RETRAJAJOS				COSTO DIRECTO POR STAND BY			
								Tipo Partida	Unidad	Metrado	P.U.	Parcial 1	Días Stand By	Costo por Stand By	Parcial 2
2	Muy Grave	19/09/2016	Techo de Sótano 6	Sobre la escalera del sótano 6, el plano de encofrados del techo coloca la viga VS6-15 de 30x50cm, dejando sólo un espacio de 1.10m para circulación peatonal. Se tendría que agregar una abertura proyectada en el techo y sobre la escalera para poder permitir el espacio de circulación. Una alternativa es agregar una abertura sobre la escalera, eliminando el tramo indicado de la viga VS6-15	Estructuras	RESUELTO		Desencofrado y ampliación de plazo	m2	1.08	65.40	70.63	5.00	950.00	4,750.00
4	Muy Grave	19/09/2016	Sótano 6	Eliminar viga ya que todo el techo del Clo. de Bombas debe quedar al nivel -16.80 porque el depósito no tiene altura mínima para ingreso. Este cambio ya se realizó en los planos de arquitectura.	Estructuras	RESUELTO		Demolicion Concreto Acero Encofrado Ampliación de Plazo	m3	0.61	2,166.17	1,325.70	3.00	950.00	2,850.00
60	Muy Grave	19/09/2016	Sótano 6	Interferencia entre ducto enterrado de extracción de monóxido con vigas de cimentación	Estructuras	RESUELTO	RPTA SE MODIFICO PROFUNDIDAD DE CIMENTACION. VER PLANOS.	N.A.							
62	Muy grave	19/09/2016	Techo de Sótano 6	El plano de encofrado del techo del sótano 6 coloca la viga VS6-11 a 2.75m del muro del eje A. Con ello una porción de la viga sobresale y reduce el ancho de la rampa proyectada en el plano de Arquitectura del Sótano 5, el cual es de 3.00m. Se requiere mover la viga VS6-11 unos 25cm hacia el eje B	Estructuras	RESUELTO		Demolicion Concreto	m3	0.53	907.10	476.23	1.00	950.00	950.00
63	Muy grave	19/09/2016	Techo de Sótano 5 al 2	Sobre la escalera del sótano 5 que ingresa al Hall del Ascensor, el plano de encofrados del techo del sótano 5 coloca una viga de 1.20m de peralte, de acuerdo al corte 5-5 mostrado en el plano de encofrados, en donde además se aprecia que dicha viga amarra a ambos lados a las losas del sótano. El problema es que deja un espacio para circulación peatonal de sólo 1.40m. Se tiene que dejar una abertura en el techo sobre la proyección de la escalera, la viga no tiene que ser tan peraltada y amarra a ambas losas. La consulta se repite en los sótanos 5 al 2.	Estructuras	RESUELTO		Demolicion Concreto Acero Encofrado Ampliación de Plazo	m3	0.54	2,166.17	1,169.73	7.00	950.00	6,650.00

Como ejemplo mencionaremos los 2 RFI's críticos.

RFI N°2. Sobre la escalera del sótano 6, el plano de encofrados del techo coloca la viga VS6-15 de 30x50cm, dejando sólo un espacio de 1.10m para circulación peatonal. Se tendría que agregar una abertura proyectada en el techo y sobre la escalera para poder permitir el espacio de circulación. Una alternativa es agregar una abertura sobre la escalera, eliminando el tramo indicado de la viga VS6-15

Tabla 15: Costos del RFI N° 2

COSTO DIRECTO POR RETRABAJOS					COSTO DIRTECTO POR STAND BY		
Tipo Partida	Unidad	Metrado	P.U.	Parcial 1	Dias Stand By	Costo por Stand By	Parcial 2
Desencofrado y ampliación de plazo	m2	1.08	65.40	70.63	5.00	950.00	4,750.00



Figura 42: Sótano 06, del RFI N° 2
(Fuente: Elaboración propia Edificio Céntrica)

RFI N°4. Eliminar viga ya que todo el techo del cuarto de bombas debe quedar al nivel -16.80 porque el depósito no tiene altura mínima para ingreso. Este cambio ya se realizó en los planos de arquitectura.

Tabla 16: Costos del RFI N° 4

COSTO DIRECTO POR RETRABAJOS					COSTO DIRECTO POR STAND BY		
Tipo Partida	Unidad	Metrado	P.U.	Parcial 1	Días Stand By	Costo por Stand By	Parcial 2
Demolicion Concreto Acero Encofrado Ampliación de Plazo	m3	0.61	2,166.17	1,325.70	3.00	950.00	2,850.00

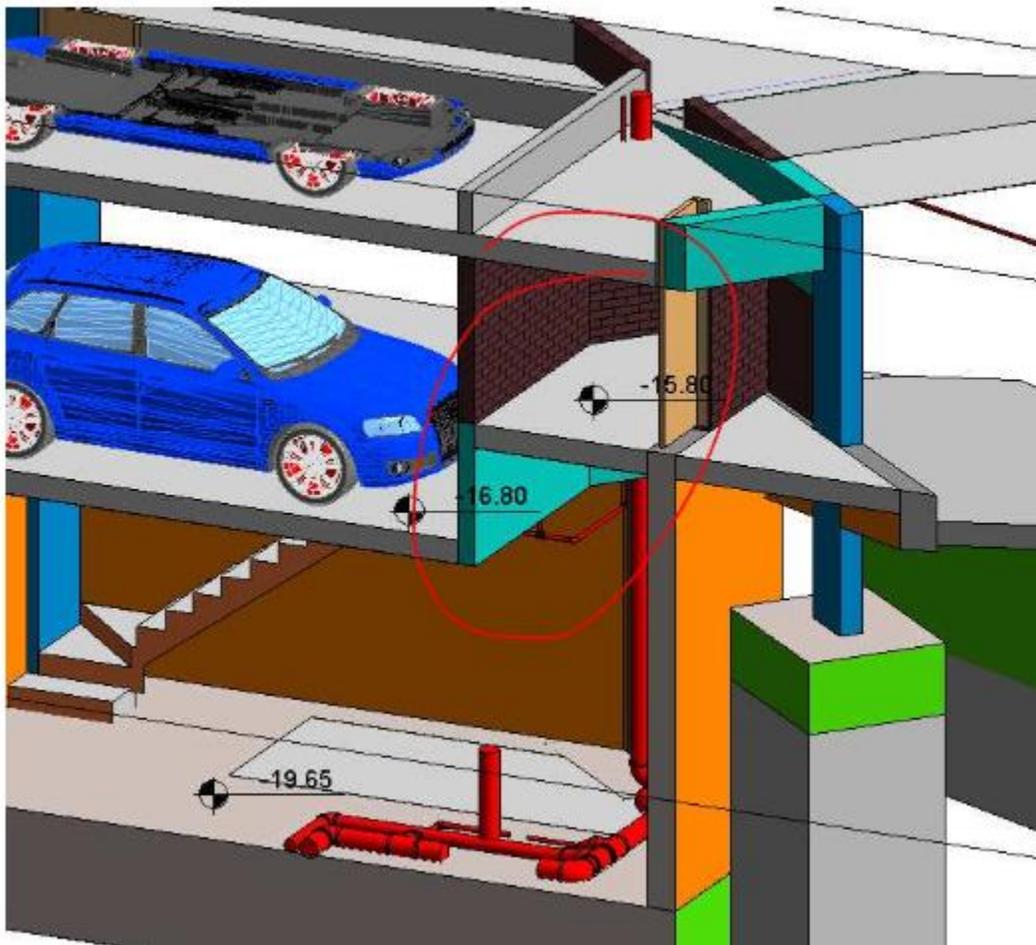


Figura 43: Cuarto de Bombas, RFI N° 4
(Fuente: Elaboración propia Edificio Céntrica)

De todos los RFI encontrados sacamos un costo estimado en el que se hubiera revalorizado el proyecto de la vivienda multifamiliar Céntrica si no hubiésemos encontrado las distintas incompatibilidades de la torre. El costo reflejado se mostrara en la siguiente tabla.

Tabla 17: Tabla de costos obtenidos de los RFI

ESPECIALIDAD	Costo Directo por Retrabajos	Costo Directo por Stand By	Parcial
Gas	18,829.59	1,710.00	20,539.59
Arquitectura	48,927.83	5,400.00	54,327.83
Estructuras	5,418.12	25,300.00	30,718.12
Sanitarias	26,258.00	2,850.00	29,108.00
Eléctricas	37,740.80	-	37,740.80
Mecánicas	3,120.00	950.00	4,070.00
Gerencia	-	-	-
TOTAL C.D.	140,294.34	36,210.00	176,504.34
Utilidad + GG (18%)	25,252.98	6,517.80	31,770.78
Sub total	165,547.32	42,727.80	208,275.12
IGV (18%)	29,798.52	7,691.00	37,489.52
Costo Total	195,345.84	50,418.80	245,764.64

Como se puede apreciar como producto de la manipulación de la variable independiente Building Information Modeling se demuestra que los costos, el tiempo y la sostenibilidad entre ambas alternativas iniciales es la que se puede tomar.

Por tanto se concluye que usando la metodología Building Information Modeling (Post Test) resulta más eficiente sostenible, económico dando como resultado una edificación de calidad y que responda a las exigencias de los usuarios del distrito de Miraflores.

PRESUPUESTO GENERAL CON LA CONSTRUCCION TRADICIONAL

Presupuesto **Edificio Multifamiliar Centrica**
 Cliente **ARAMAS DOOMO**
 Lugar **Av. Paseo de Republica 6231 Miraflores - Lima**

ITEM	ESPECIALIDAD	COSTO DIRECTO
01	OBRAS PRELIMINARES	S/ 989,948.92
02	ESTRUCTURAS	S/ 3,431,713.52
03	ARQUITECTURA	S/ 1,345,726.77
04	ACABADOS	S/ 1,989,472.74
05	IIEE	S/ 728,139.87
06	IISS	S/ 703,946.82
07	ACI	S/ 423,119.99
08	DESTECCION Y ALARMA	S/ 197,278.81
09	HVAC	S/ 98,817.86
10	GAS	S/ 148,366.52
11	INTERCOMUNICADORES	S/ 35,483.06
12	ASCENSORES	S/ 245,221.93
	Total de Costo Directo	S/ 10,337,236.81
	Gastos Generales (% C.D)	S/ 935,870.04
	Utilidad (% C.D)	S/ 826,978.94
	Sub Total	S/ 12,100,085.79
	IGV (18%)	S/ 2,178,015.44
	Total	S/ 14,278,101.24

PRESUPUESTO GENERAL CON LA METODOLOGIA BUILDING INFORMATION MODELING

Presupuesto **Edificio Multifamiliar Centrica**
 Cliente **ARAMAS DOOMO**
 Lugar **Av. Paseo de Republica 6231 Miraflores - Lima**

ITEM	ESPECIALIDAD	COSTO DIRECTO
01	OBRAS PRELIMINARES	S/ 989,948.92
02	ESTRUCTURAS	S/ 3,409,371.28
03	ARQUITECTURA	S/ 1,323,648.53
04	ACABADOS	S/ 1,967,130.50
05	IIEE	S/ 705,897.63
06	IISS	S/ 684,604.59
07	ACI	S/ 401,777.75
08	DESTECCION Y ALARMA	S/ 184,936.57
09	HVAC	S/ 96,475.62
10	GAS	S/ 126,024.28
11	INTERCOMUNICADORES	S/ 30,998.82
12	ASCENSORES	S/ 222,897.69
	Total de Costo Directo	S/ 10,143,712.18
	Gastos Generales (% C.D)	S/ 935,870.04
	Utilidad (% C.D)	S/ 811,496.97
	Sub Total	S/ 11,891,079.19
	IGV (18%)	S/ 2,140,394.25
	Total	S/ 14,031,473.45

Esta comparación se hace para decidir previo a la toma de decisión en la edificación frente a dos alternativas: tradicional y con la metodología BIM

Como se puede apreciar la diferencia de costos es **S/. 245,764.64**

Se concluye por tanto que en los costos, el tiempo y la sostenibilidad es más economía y eficientes

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Discusión de la metodología Building Information Modeling influye en la construcción de viviendas multifamiliares en el distrito de Miraflores – Lima:

Tras el análisis de los componentes teóricos, nos encontramos de hacer un estudio práctico a través del modelado del proyecto, mediante lo cual podemos comprobar la eficacia y validez de esta metodología frente a la tradicional, realizando los cambios oportunos para demostrar que si influye en la construcción de la vivienda multifamiliar como se pudo ver el proyecto fue el edificio multifamiliar Céntrica.

5.2 El costo con la metodología Building Information Modeling influye en la productividad de la construcción de viviendas multifamiliares en el distrito de Miraflores – Lima

Como se sabe la industria de la construcción es tal vez la que presenta una mayor variabilidad en sus procesos, lo cual no permite determinar con exactitud los resultados económicos al término de cada proyecto. Es por eso esta razón se viene adoptando nuevos sistemas uno de estos es la metodología BIM cual busca una rentabilidad económica en el sector construcción de edificios multifamiliares dentro del distrito de Miraflores.

Teniendo un ahorro significativo al aplicar esta metodología BIM, incrementando la utilidad del proyecto y por ende generar mayor rentabilidad. Por otro lado se obtuvo como resultado que las herramientas de la metodología BIM favorecen más al proyecto son los cálculos.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene (Bances & Falla, 2016) con respecto a que la implementación de la metodología BIM es radical en la planificación y programación de un proyecto para mejorar su productividad, en este caso la

eficiencia, debido a que reduce riesgos y dificultades de proceso constructivo en un futuro, y a la vez genera valor sin pérdidas

5.3 El tiempo con la metodología Building Information Modeling influye en la optimización de los recursos utilizados en la construcción de las viviendas multifamiliares en el distrito de Miraflores – Lima

Por otro lado se obtuvo como resultado que las herramientas de la metodología BIM favorecen más al proyecto son los cálculo de metrados, la compatibilización de planos y la generación de As Built, debido a que son procesos que se calculan solo con un click, siempre en cuando el modelo este sin interferencias y bien dibujado. Si no se modela de acuerdo el proceso constructivo es probable que los resultados que arroje no sean correcto.

De esta manera ahorramos tiempo en muchos aspectos del proyecto, también detectar interferencias a tiempo para no realizar retrabajos que significa no llevar la actividad programada a tiempo, lo cual genere retrabajos y por ende costos innecesarios que afectan al presupuesto designado.

Esto se comprobó analizando los procesos de control de tiempo y costos bajo la metodología tradicional versus el uso de metodología BIM. Así mismo se refuerza lo indicado por (Viñas, 2015) quien señala que es de suma importancia que la contratista revise de forma temprana el proyecto antes de su construcción, ya que de no hacerlo, estas deficiencias podrían generar adicionales y un impacto en los plazos de entrega

5.3 El análisis de sostenibilidad de la metodología Building Information Modeling influye en la producción obtenida en la construcción de viviendas multifamiliares en el distrito de Miraflores – Lima

De esta manera obtener mejor edificaciones sostenibles, satisfaciendo las necesidades del presente tiempo que se mejora la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Una construcción sostenible es aquella que está en sincronía con el sitio, hace uso de energía, agua y materiales de un modo más eficiente y provee confort y salud a sus usuarios, todo es alcanzado gracias a un proceso de diseño cociente del clima y la ecología del entorno donde se construye la edificación. Donde los espacios construidos tiene la capacidad de impactar positivamente al crear lugares ambientalmente responsables, saludables, justos, equitativos y rentables.

CONCLUSIONES

1. Se determinó con la presente investigación que el uso de la metodología BIM mejora la construcción de las viviendas multifamiliares en el distrito de Miraflores, lo cual beneficia no solo a las empresas constructoras, sino también a los futuros propietarios de los departamentos.
2. Se concluye que la metodología Building Information Modeling mejora el costo en S/. 245,764.64 la construcción de viviendas multifamiliares, son el cálculo de metrados, debido al que el software empleado ayuda al cálculo de cantidades como encofrado, concreto y todo de manera inmediata y la información más exacta ya que hablamos de un modelo que tiene las mismas características del edificio a construir, ya que al existir un ahorro en la construcción de las viviendas, también se amenoraran los costos de los inmuebles.
3. Se ha encontrado con la presente investigación que al emplear la metodología Building Information Modeling en la construcción de edificios multifamiliares, se puede eliminar actividades que no aportan valor, y que abarcan tiempo considerable de los ingenieros a cargo de esas funciones, y que gracias a esta metodología BIM se puede optimizar en cuestión de minutos. Estas actividades que no aportan valor al proyecto son el cálculo de metrados usando AutoCAD, la identificación de posibles RFI's, que al final al consumir tiempo es elevar los costos de producción.
4. Finalmente se concluye que el análisis de sostenibilidad con la metodología Building Information Modeling influye en la producción obtenida en la construcción de viviendas multifamiliares en el distrito de Miraflores – Lima

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que se implemente una metodología de revisión de presupuestos durante la etapa de licitación, con la finalidad de identificar aquellas partidas que presentan metrados erróneos, así mismo se recomienda que para el caso de los precios unitarios se realicen análisis con rendimientos reales y precios reales, y para el caso de subcontratos se cuente con la cotización de por lo menos tres empresas y con la ayuda de un cuadro comparativo pueda elegirse el monto a colocar en el presupuesto. Cabe resaltar que es necesario que toda la información que se procese en la etapa de licitación sea compartida con el equipo de obra.
2. Se recomienda que la etapa de modelado del proyecto inicie lo más pronto posible, ya que es una actividad que toma tiempo, teniendo en cuenta que se debe modelar todas las especialidades que forman parte del proyecto. El momento más apropiado para iniciar con el modelado es durante la primera semana de adjudicado el proyecto, ya que por lo general durante la primera semana no hay producción y sólo se hace reconocimiento del terreno y firma del contrato.
3. Se recomienda que, para obtener mejores resultados, el equipo de obra que se contrate deberá tener conocimiento básico de lo que es la metodología BIM.
4. Se recomienda que en futuras investigaciones se estudie la posibilidad de implementar la metodología BIM en el proceso de diseño del proyecto, así como durante la etapa de licitación, ya que al identificar la mayoría de las falencias del proyecto y dale solución a estas etapas, se contaría con menos errores en la etapa de construcción, evitando así los adicionales de obra y las posibles pérdidas económicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGI ARCHITECTS BLOG. (2017). *BIM en la evolución..*
2. Briceño Huamani, O. A. (2017). *Aplicación de la Tecnología BIM en edificaciones u productividad en obra de la planta protisa en Cañete, Lima, 2017. Lima.*
3. Calvo Liste, J. (2018). *TJyL BIM Consultants.*
4. Cortez, A. (2014). *SCRIBD COPYRIGHT. Viviendas Multifamiliares*
5. Fuentes F., C. G. (2018). *Estudio de la programación de obra gruesa basada en la localización con líneas de balance integrado con la plataforma BIM en proyectos de construcción habitacional en altura. Chile.*
6. Fuentes, C. (2018). *Estudio de la programación de obra gruesa basada en la localización con líneas de balance integrado con la plataforma BIM en proyectos de Construcción habitacional en altura .*
7. Goñe Jara , O. V. (2016). *Modelado de información de la edificación para compatibilizar estudios definitivos de un polideportivo. Huánuco .*
8. Graphisoft. (2015). *Open BIM.*
9. Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación. México: ;Mc Graw Hill Interamericana Editores .*
10. Ichpas Loayza, F. (2016). *Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en una coordinación digital de proyectos con tecnología BIM. Distrito de Huando .*
11. Inmaculada Oliver, F. (2016). *Integración de la Metodología BIM en la programación curricular de los estudios de grado en arquitectura técnica/ingeniería de edificación. Diseño de una propuesta. España .*
12. Jurado Egea, J. (2016). *Aprendizaje integrado en arquitectura con modelos virtuales: Implementación de metodología BIM en la docencia universitaria. Madrid.*
13. Lanfranco Tapia, A. (2014). *Gestión de infraestructura hospitalaria con apoyo de modelo BIM. Chile.*
14. Mulato Ccoyllar, E. J. (2018). *Utilización de la metodología Bim para la optimización de costos en el diseño de edificaciones de concreto armado en Huancavelica. Huancavelica .*
15. Niño Rojas, V. M. (2015). *Metodología de la investigación . Bogotá.*
16. Roberto Hernandez Sampieri, F. C. (2014). *Metodologia de la Investigación. Mexico D.F : McGrawHill.*
17. Salazar Alzate, M. (2017). *Impacto económico del uso de BIM en el desarrollo de proyectos de construcción en la ciudad de manizales. Bogota.*

18. *Tapia Nieto, G. A. (2018). Primer estudio del nivel de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima metropolitana y Callao. Callao.*
19. *Torrecilla, J. M. (2012). Hacer de la educación un ámbito basado en la evidencia científica .*
20. *Vara A. A. (2012). Guía efectiva para obtener una tesis exitosa*

ANEXOS

ANEXO N°2
PRESUPUESTO CON LA METODOLOGIA TRADICIONAL

PRESUPUESTO GENERAL CON LA CONSTRUCCION TRADICIONAL

Presupuesto **Edificio Multifamiliar Centrica**
 Cliente **ARAMAS DOOMO**
 Lugar **Av. Paseo de Republica 6231 Miraflores - Lima**

ITEM	ESPECIALIDAD	COSTO DIRECTO
01	OBRAS PRELIMINARES	S/ 989,948.92
02	ESTRUCTURAS	S/ 3,431,713.52
03	ARQUITECTURA	S/ 1,345,726.77
04	ACABADOS	S/ 1,989,472.74
05	IIEE	S/ 728,139.87
06	IISS	S/ 703,946.82
07	ACI	S/ 423,119.99
08	DESTECCION Y ALARMA	S/ 197,278.81
09	HVAC	S/ 98,817.86
10	GAS	S/ 148,366.52
11	INTERCOMUNICADORES	S/ 35,483.06
12	ASCENSORES	S/ 245,221.93
	Total de Costo Directo	S/ 10,337,236.81
	Gastos Generales (% C.D)	S/ 935,870.04
	Utilidad (% C.D)	S/ 826,978.94
	Sub Total	S/ 12,100,085.79
	IGV (18%)	S/ 2,178,015.44
	Total	S/ 14,278,101.24

ANEXO N°3
PRESUPUESTO CON LA METODOLOGIA BUILDING INFORMATION MODELING

PRESUPUESTO GENERAL CON LA METODOLOGIA BUILDING INFORMATION MODELING

Presupuesto Edificio Multifamiliar Centrica
 Cliente ARAMAS DOOMO
 Lugar Av. Paseo de Republica 6231 Miraflores - Lima

ITEM	ESPECIALIDAD	COSTO DIRECTO
01	OBRAS PRELIMINARES	S/ 989,948.92
02	ESTRUCTURAS	S/ 3,409,371.28
03	ARQUITECTURA	S/ 1,323,648.53
04	ACABADOS	S/ 1,967,130.50
05	IIEE	S/ 705,897.63
06	IISS	S/ 684,604.59
07	ACI	S/ 401,777.75
08	DESTECCION Y ALARMA	S/ 184,936.57
09	HVAC	S/ 96,475.62
10	GAS	S/ 126,024.28
11	INTERCOMUNICADORES	S/ 30,998.82
12	ASCENSORES	S/ 222,897.69
	Total de Costo Directo	S/ 10,143,712.18
	Gastos Generales (% C.D)	S/ 935,870.04
	Utilidad (% C.D)	S/ 811,496.97
	Sub Total	S/ 11,891,079.19
	IGV (18%)	S/ 2,140,394.25
	Total	S/ 14,031,473.45

ANEXO N°4 CUESTIONARIO



Universidad Peruana los Andes
Facultad de Ingeniería Civil

Introducción: El objetivo del presente trabajo de la Metodología Building Information Modeling en la Construcción de Viviendas Multifamiliares en el distrito de Miraflores – Lima, en este sentido se pide su valiosa colaboración para las siguientes preguntas, marcando con un "X". Agradecemos anticipadamente su colaboración y garantizamos la confidencialidad de los datos.

Entrevistador/a: _____ Fecha: ____/____/____

Donde:

Malo	Regular	Bueno
0	1	2

N°	Cuestionario	M	R	B
	VARIABLE 1			
	Dimensión 3			
1	¿Qué le parece tener un modelo BIM-3D facilite el trabajo para detectar interferencias?	0	1	2
2	¿Tener un modelo BIM-3D por cada disciplina facilita el trabajo?	0	1	2
3	¿Realizar cortes en un modelo BIM-3D ayuda a identificar mejor las alturas mínimas?	0	1	2
	Dimensión 4	0	1	2
1	¿Poder ahorrar tiempo con el BIM-4D nos ayuda en mejorar el proyecto?	0	1	2
2	¿Qué te parece el BIM-4D en la programación de obra?	0	1	2
3	¿Qué te parece el poder apreciar el procesos constructivo con el BIM-4D sea innovador?	0	1	2
	Dimensión 5	0	1	2
1	¿Qué le parece a usted que podamos estimar los costos del proyecto con el BIM-5D?	0	1	2
2	¿Qué le parece a usted que es esta dase se pueda generar informes presupuestarios?	0	1	2
3	¿Qué perspectiva tiene usted del BIM-5D?	0	1	2
	Dimensión 6	0	1	2
1	¿Cómo le parece que ahora tengamos una edificación sostenible?	0	1	2
2	¿Cómo le parece que esta dimensión se reduce el uso de recursos y a la vez sea sostenible?	0	1	2
3	¿Qué le parece que cumpla con los estándares del proceso constructivo para tener un buen proyecto sostenible?	0	1	2
	Dimensión 7	0	1	2
1	¿Qué le parece tener una información referente a la infraestructura a lo largo de toda la vida útil del proyecto?	0	1	2
2	¿Cómo usted toma esta séptima dimensión para la gestión del ciclo de vida del proyecto?	0	1	2
3	¿Qué le parece que esta séptima dimensión se usó en proyectos de gran envergadura?	0	1	2

Nº	Cuestionario	M	R	B
	VARIABLE 2			
	Dimensión 1			
1	¿Qué le parece tener buenos diseños arquitectónicos con la metodología BIM?	0	1	2
2	¿Cómo le parece tener modelos arquitectónicos a detalle para elaborar planos del modelo BIM-3D?	0	1	2
3	¿Qué le parece elaborar planos en tres dimensiones para el trabajo en campo?	0	1	2
	Dimensión 2	0	1	2
1	¿Cómo le parece que los planos de estructuras lleguen con incompatibilidades?	0	1	2
2	¿Qué le parece tener un modelo estructural integrado con las demás disciplinas?	0	1	2
3	¿Cómo le parece tener un modelo BIM-3D de estructuras a detalle?	0	1	2
	Dimensión 3	0	1	2
1	¿Qué le parece obtener medidos exactos de las instalaciones sanitarias con el modelo BIM-3D?	0	1	2
2	¿Qué le parece poder alertar a los proyectistas de las interferencias que pueda encontrar en el modelado de las instalaciones sanitarias con las demás especialidades?	0	1	2
3	¿Qué perspectiva tiene el ver las instalaciones sanitarias a mejor detalle de cómo se construirá en el proyecto?	0	1	2
	Dimensión 4	0	1	2
1	¿Qué le parece obtener medidos exactos de las instalaciones eléctricas con el modelo BIM-3D?	0	1	2
2	¿Qué le parece poder alertar a los proyectistas de las interferencias que pueda encontrar en el modelado de las instalaciones eléctricas con las demás especialidades?	0	1	2
3	¿Qué perspectiva tiene el ver las instalaciones eléctricas a mejor detalle de cómo se construirá en el proyecto?	0	1	2
	Dimensión 5	0	1	2
1	¿Qué le parece tener planos BIM-3D para la contrición en obra?	0	1	2
2	¿Qué le parece obtener medidos exactos de las instalaciones de agua contra incendio con el modelo BIM-3D?	0	1	2
3	¿Qué le parece tener cortes exactos que fueron trabajados en el modelo BIM-3D para su ejecución en obra?	0	1	2
	Dimensión 6			
1	¿Cómo le parece que los planos de instalaciones de gas lleguen con incompatibilidades?	0	1	2
2	¿Cómo le parece tener modelos de las instalaciones de gas a detalle para elaborar planos del modelo BIM-3D?	0	1	2
3	¿Qué le parece obtener medidos exactos de las instalaciones de gas con el modelo BIM-3D?	0	1	2
	Dimensión 7			
1	¿Qué le parece obtener medidos exactos de las instalaciones mecánicas con el modelo BIM-3D?	0	1	2
2	¿Qué le parece poder alertar a los proyectistas de las interferencias que pueda encontrar en el modelado de las instalaciones mecánicas con las demás especialidades?	0	1	2
3	¿Qué perspectiva tiene el ver las instalaciones mecánicas a mejor detalle de cómo se construirá en el proyecto?	0	1	2

ANEXO N°5
IMÁGENES DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR CENTRICA



Figura 44: Edificio Multifamiliar Céntrica



Figura 45: Área común Edificio Céntrica



Figura 46: Sala Edificio Céntrica



Figura 47: Comedor del edificio Céntrica



Figura 48: Dormitorio Edificio Céntrica