



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**PLAN DE EJECUCIÓN BIM PARA LA GESTIÓN DE UN
PROYECTO DE OFICINA EN LIMA METROPOLITANA**

PRESENTADA POR

**SOL ALEJANDRA ANDRADES BERNUY
ALLYNSON ANDREA FLORES VELARDE**

ASESOR

**VICTOR ANTONIO ZELAYA JARA
JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

LIMA - PERÚ

2020



CC BY-NC-ND

Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

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



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**PLAN DE EJECUCIÓN BIM PARA LA GESTIÓN DE UN
PROYECTO DE OFICINA EN LIMA METROPOLITANA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

PRESENTADA POR

**ANDRADES BERNUY, SOL ALEJANDRA
FLORES VELARDE, ALLYNSON ANDREA**

LIMA – PERÚ

2020

Dedico esta investigación a mi madre, por apoyarme a cumplir mis objetivos en la vida, guiarme a ser una mejor persona y darme las fuerzas necesarias para poder seguir adelante.

Dedico esta tesis primero a Dios, por la vida y salud que me ha brindado para alcanzar mis objetivos. A mis padres, hermana, esposo e hija quienes han creído en mí siempre, por su amor y apoyo incondicional.

En memoria a mis recordados abuelitos, por ser ejemplo en vida de honradez, fe, perseverancia, paciencia y amor.

Nuestro agradecimiento y gratitud a los ingenieros con criterios metodológicos para el desarrollo de la tesis.

A nuestros familiares, por su amor y apoyo incondicional para superarnos en cada etapa de nuestras vidas.

RESUMEN

La metodología BIM (Building Information Modeling) tiene como finalidad contar con un óptimo modelo de construcción colaborativo el cual mejora la calidad y sostenibilidad en un proyecto; BIM es un conjunto de procesos, tecnologías y políticas que permiten a todas las especialidades involucradas en el proyecto tener una visión virtual del proyecto antes que este sea ejecutado; lo cual, permite advertir y subsanar cualquier error que se haya podido cometer en la etapa de planificación. Comúnmente, podemos encontrar errores en los expedientes técnicos, los cuales generan gastos no considerados, demoras en el cronograma y paralizaciones en obra; esto debido a que no se cumple con lo planificado dentro de los lineamientos de calidad, plazos y costos.

En el presente trabajo de investigación se tiene como objetivo principal implementar un plan de ejecución BIM, con la finalidad de realizar una eficiente gestión de proyectos de oficina en Lima Metropolitana. Este plan de ejecución pretende ser una guía para poder utilizar BIM de manera óptima; mejorando así, el manejo de información, la detección de incompatibilidades entre las especialidades y la productividad, durante la etapa de planeamiento; considerando BIM hasta su tercera dimensión (modelado del proyecto).

Palabras claves: Metodología BIM, costo, tiempo, gestion de información

ABSTRACT

The BIM (Building Information Modeling) methodology aims to have an optimal collaborative construction model which improves the quality and sustainability of a project; BIM is a set of processes, technologies and policies that allow all the specialties involved in the project to have a virtual vision of the project before it is executed; which allows to warn and correct any error that may have been made in the planning stage. Commonly, we can find errors in the technical files, which generate expenses not considered, delays in the schedule and work stoppages; This is due to the fact that what is planned is not fulfilled within the guidelines of quality, deadlines and costs.

The main objective of this research work is to implement a BIM execution plan, in order to efficiently manage office projects in Metropolitan Lima. This execution plan is intended as a guide to be able to use BIM optimally; thus, improving information management, detection of incompatibilities between specialties and productivity, during the planning stage; considering BIM up to its third dimension (project modeling).

Key words: BIM methodology, cost, time, information management

INTRODUCCIÓN

En nuestro país, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) el sector de la construcción se visualizó un crecimiento del 1,51% en el año 2019, demostrando el desarrollo del sector. Esto nos permite suponer que los proyectos serán más complejos y diversos debido al requerimiento del mercado, necesitando que se realicen con mayor rapidez, recurrentemente con la exigencia y presión de los clientes con la finalidad que los proyectistas finalicen lo más pronto posible el proyecto para poder ejecutar las obras, sin antes verificar o dar a conocer los problemas que aparecen en la etapa de ejecución por falta de información, deficiencia en la recopilación de datos, problemas de compatibilización de planos, interferencias entre los elementos, entre otros casos.

Generando mayores costos en el proyecto, seguidamente un desgaste innecesario dentro del equipo técnico, entre otros, a consecuencia de deficiencias entre las etapas de diseño y construcción, deficiencias en el proceso de colaboración, ausencia de una metodología en la cual permita tener un estándar de calidad en donde se pueda mantener la información actualizada.

Asimismo, es oportuno mencionar que el objetivo general de este proyecto consiste en implementar un plan de ejecución BIM para la gestión de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana. Mientras que, entre los objetivos específicos se encuentran: implementar protocolos y especificaciones para la gestión de información de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana; implementar protocolos y especificaciones para el control de tiempos de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana e implementar protocolos y especificaciones para el control de costos de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.

En lo referente a la hipótesis se plantea que la implementación de un plan de ejecución BIM mejora la gestión de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.

Finalmente, la estructura de la tesis denominada “Plan de ejecución BIM para la gestión de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana”, se presenta a continuación:

En el primer capítulo se realizará el planeamiento del problema, donde se profundizará la situación problemática en la actualidad del uso de la metodología BIM en el Perú; así mismo, se plantearán los problemas, objetivos y se justificará la realización de la investigación.

En el segundo capítulo se desarrollará el marco teórico y conceptual con el fin de tener un vasto conocimiento básico sobre qué es la metodología BIM y cómo funciona; así mismo, se hará elusión a otros trabajos de investigación con el propósito de contar con otros enfoques sobre la metodología BIM.

En el tercer y cuarto capítulo, estableceremos la metodología de nuestra investigación; y concluiremos la investigación con los resultados obtenidos de la implementación del plan de ejecución.

Finalmente, en el quinto y último capítulo se realiza la discusión de los resultados, explicando la contrastación de hipótesis y de antecedentes, los cuales se basan mediante encuestas hechas a los profesionales.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN	vii
ÍNDICE GENERAL	ix
INDICE DE GRÁFICOS	xiii
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Situación problemática	1
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Objetivos	
1.4 Justificación de la investigación	3
1.4.1 Importancia de la investigación	
1.4.2 Alcance y limitaciones	4
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	
2.1 Antecedentes de la investigación	5
2.1.1 Antecedentes internacionales	
2.1.2 Antecedentes nacionales	7
2.2 Bases teóricas	9
2.2.1 Tecnología Building Information Modeling (BIM)	
2.2.2 Usos BIM	23
2.2.3 Niveles LOD	40
2.2.4 Niveles de información (LOI)	
2.2.5 Dimensiones BIM	41
2.2.6 Plan de Ejecución BIM (PEB)	42
2.2.7 Gestión del proyecto	43
2.2.8 Control de tiempos	

2.2.9 Control de costos	Página 44
2.2.10 Software BIM	45
2.3 Definición de términos básicos	
2.3.1 BIM (Building Information Modeling)	
2.3.2 Plan de Ejecución BIM(PEB)	
2.3.3 Entorno Común de Datos (ECD)	
2.3.4 Modelo	466
2.3.5 Activo	
2.3.6 Parámetro	
2.3.7 Formato	
2.3.8 Software BIM	
2.3.9 Informe	
2.3.10 Visualización 3D	477
2.3.11 Coordinación 3D	
2.3.12 Gestión de Colisiones	
2.3.13 Especificaciones	
2.3.14 Protocolos	
2.4 Hipótesis	
2.4.1 Hipótesis de investigación (Hi)	
2.4.2 Hipótesis nula (H0)	488
2.4.3 Hipótesis secundarias	
2.4.4 Hipótesis secundarias nulas	
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1 Diseño Metodológico	49
3.1.1 Enfoque de la Investigación	
3.1.2 Tipo de Investigación	

	Página
3.1.3 Nivel de Investigación	
3.1.4 Diseño de la Investigación	
3.2 Población y muestra	50
3.2.1 Población	
3.2.2 Muestra	
3.3 Definición Conceptual De Variables	
3.3.1 Variable independiente	
3.3 .2 Variable dependiente	
3.4 Operacionalización de las variables	51
3.5 Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos	
3.6 Técnicas E Instrumentos De Procesamiento De Datos	52
CAPITULO IV RESULTADOS	
4.1 Introducción del PEB de oficina en Lima Metropolitana	53
4.2 PEB de oficinas en Lima Metropolitana	57
4.2.1 Información del proyecto	
4.2.2 Requisitos del Cliente	58
4.2.3 Gestión	60
4.2.4 Documentación	65
4.2.5 Estrategia y procedimientos	68
4.2.6 IT	82
4.3 Ejecución del modelo de oficina en Lima Metropolitana	83
CAPITULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS	
5.1 Contrastación de Hipótesis General	97
5.2 Contrastación de las Hipótesis Específicas	98
5.3 Contratación de Antecedentes	
CONCLUSIONES	100
RECOMENDACIONES	101

ANEXOS	Página 102
FUENTES DE CONSULTA	168

INDICE DE GRÁFICOS

TABLAS	Página
Tabla 1. Niveles de detalle	40
Tabla 2. Niveles de información	40
Tabla 3. Matriz de operacionalización	51
Tabla 4. Detalles del proyecto	58
Tabla 5. Protocolo de involucrados según rol	62
Tabla 6. Protocolo para procesos del proyecto	63
Tabla 7. Protocolo de usos BIM prioritarios	64
Tabla 8. Protocolo para el análisis de usos BIM	65
Tabla 9. Informe de incidencias y/o acuerdos	69
Tabla 10. Protocolo para tipo de reuniones según la frecuencia y participantes	72
Tabla 11. Especificaciones de los elementos de referencia con su simbología	76
Tabla 12. Especificaciones para la estructura de cada elemento	78
Tabla 13. Protocolo de LODs según los elementos	79
Tabla 14. Protocolo para los parámetros del proyecto	80
Tabla 15. Especificaciones para programas de software	82
Tabla 16. Partida de falso cielo raso	89
Tabla 17. Partida de luminarias.	89
Tabla 18. Partida de revestimientos	90
Tabla 19. Partida de accesorios de tuberías	90
Tabla 20. Partida de mobiliarios	91
Tabla 21. Partida de pisos	92
Tabla 22. Partida de rociadores	92
Tabla 23. Partida de tuberías	92
Tabla 24. Respuestas de encuesta de validación por cada enunciado	97
FIGURAS	Página
Figura 1. Historia de implementación BIM	10
Figura 2. Sistema de integración BIM	11
Figura 3. Porcentajes de beneficios BIM a nivel mundial	12
Figura 4. BIM a nivel mundial	13

	Página
Figura 5. Implementación de BIM en Latinoamérica	15
Figura 6. Flujo de coordinación	18
Figura 7. Serie ISO 19650 Partes 1 y 2	19
Figura 8. Agentes en la gestión de información	19
Figura 9. Condiciones del DS N°289-2019	22
Figura 10. Implementación del Plan BIM Perú	22
Figura 11. Planificación.	23
Figura 12. Estudio del Estado Actual.	24
Figura 13. Previsión de Costos.	25
Figura 14. Planificación de Obra.	25
Figura 15. Análisis del Emplazamiento.	26
Figura 16. Diseño	27
Figura 17. Revisión del Diseño.	27
Figura 18. Documentación	28
Figura 19. Cálculos de Ingeniería	29
Figura 20. Diseño Lumínico.	29
Figura 21. Eficiencia Energética.	30
Figura 22. Sostenibilidad.	31
Figura 23. Verificación de la normativa.	31
Figura 24. As-Build.	32
Figura 25. Fabricación Digital.	33
Figura 26. Coordinación en 3D.	33
Figura 27. Pre-Construcción.	34
Figura 28. Replanteo Digital.	35
Figura 29. Monitorización de la Obra.	35
Figura 30. Planificación de Instalaciones Temporales.	36
Figura 31. Libro del Edificio.	37
Figura 32. Mantenimiento.	37
Figura 33. Análisis del Rendimiento.	38
Figura 34. Gestión de Inventario.	39
Figura 35. Gestión de Espacios.	39
Figura 36. Dimensiones BIM	41
Figura 37. Contenido PEB	42

	Página
Figura 38. Desarrollo del Proyecto BIM	43
Figura 39. Gestión del cronograma	44
Figura 40. Esquema de control de tiempo	44
Figura 41. Resultados del cuestionario-conocimiento de BIM en la construcción	54
Figura 42. Requisitos y consideraciones para la implementación del PEB	55
Figura 43. Plan de Ejecución BIM (PEB)	56
Figura 44. BIM (Building Information Modeling)	57
Figura 45. Definiciones de roles del proyecto	60
Figura 46. Organigrama	61
Figura 47. Actividades a realizar según el rol de los involucrados	62
Figura 48. Estructura de nomenclatura para los documentos	66
Figura 49. Código por especialidad	66
Figura 50. Almacenamiento de carpetas dentro del ECD	67
Figura 51. Almacenamiento de carpeta general	68
Figura 52. Flujo de trabajo colaborativo	69
Figura 53. Protocolo de planificación de reunión por semana	70
Figura 54. Reuniones frecuentes	71
Figura 55. Flujo de trabajo para la revisión de modelados	72
Figura 56. Número según nivel de colisión	73
Figura 57. Formato de colisiones	74
Figura 58. Sistema de coordenadas	75
Figura 59. Especificaciones para las buenas prácticas	77
Figura 60. LODs de elementos BIM	79
Figura 61. Coordinación y control de calidad	81
Figura 62. Entorno común de datos - Dropbox	83
Figura 63. ECD - Dropbox, 01WIP	83
Figura 64. ECD, Dropbox,01WIP, 07GENERAL	84
Figura 65. ECD, Dropbox, 02APROBACIÓN	84
Figura 66. ECD, Dropbox, 03PRESENTACION	85
Figura 67. Revit 2020, muestra en 3D	85
Figura 68. Revit 2020, distribución arquitectónica en 3D	86

	Página
Figura 69. Revit 2020, distribución vista en planta.	86
Figura 70. Revit 2020, vista en corte, sección transversal.	87
Figura 71. Revit 2020, diseño de ACI y luminarias	87
Figura 72. Colisión estructura contra el ACI	93
Figura 73. Colisión arquitectura contra el ACI	93
Figura 74. Exportación a Dynamo	94
Figura 75. Asignación de parámetros de muros en Dynamo	94
Figura 76. Asignación de parámetros de mobiliarios en Dynamo	95

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

En la actualidad, la mayoría de proyectos que se desarrollan en el Perú, suelen presentar deficiencias en la etapa de planificación; esta etapa es fundamental para realizar una eficiente gestión de proyectos, debido a que establece las actividades a realizar antes, durante y después de la ejecución de este; entre los errores más comunes podemos encontrar a las incompatibilidades entre los trabajos desarrollados individualmente por cada uno de los especialistas. Estas deficiencias suelen presentarse posteriormente, como gastos no considerados en el presupuesto (adicionales) y cambios en el cronograma del proyecto.

Debido a la importancia de la etapa de planeamiento, existen diferentes herramientas y metodologías que se han ido integrando al paso de los años para desarrollar el proyecto de una manera más eficaz, una de las más completas que se ha implementado en las últimas décadas de manera mundial es la metodología BIM.

De acuerdo con el Diario Oficial “El Peruano” (2019) Decreto Supremo N° 289-2019-EF: Plan BIM- Perú, esta metodología: Tiene como propósito la reducción de sobrecostos y atrasos en la ejecución en la infraestructura pública, realizando una eficiente operación y mantenimiento, también propiciando la transparencia en los procesos de inversión.

En el Perú, la mayoría de empresas, no considera la metodología BIM o solo consideran parte de ella, sin utilizar el máximo potencial, esto debido a la dificultad para adecuarse al cambio (nuevas tecnologías) o falta de conocimiento de todas las herramientas que considera la metodología.

Al no realizarse un adecuado uso de la metodología se hace necesario un Plan de ejecución BIM, que enfoque las mayores cualidades que tiene esta

metodología, tales como mejorar la productividad en la etapa de planeamiento, facilitar el manejo de información actualizada de manera continua entre los especialistas y detectar incompatibilidades entre las distintas especialidades antes que estas generen un mayor inconveniente en la ejecución del proyecto.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general:

¿Cómo influye la implementación de un plan de ejecución BIM en la gestión de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana?

1.2.2 Problemas específicos:

¿Cómo influye la implementación de protocolos y especificaciones en la gestión de información de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana?

¿Cómo influye la implementación de protocolos y especificaciones en el control de tiempos de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana?

¿Cómo influye la implementación de protocolos y especificaciones en el control de costos de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general:

Implementar un plan de ejecución BIM para la gestión de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.

1.3.2 Objetivos específicos:

Implementar protocolos y especificaciones para la gestión de información de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.

Implementar protocolos y especificaciones para el control de tiempos de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.

Implementar protocolos y especificaciones para el control de costos de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Importancia de la investigación

En el Perú, la metodología BIM ya está siendo implementada en algunos proyectos, pero sin ser aprovechada a un 100%. Nuestro proyecto tiene como intención contar con un plan de ejecución BIM, el cual permitiría ser una guía para utilizar esta metodología según sus diferentes usos de manera eficaz.

La importancia de nuestra investigación se basa en tener como resultado una mejor gestión de proyectos, lo que generaría edificios más rentables, tanto en la fase de pre inversión e inversión, donde se ve el planeamiento y ejecución del proyecto (construcción), evitando adicionales y cambios en el cronograma; así como también, en la fase de post inversión, considerando el mantenimiento del proyecto. Se basa de igual manera en cumplir con las normativas en vigencia para los proyectos de inversión pública.

El pasado 24 de mayo del presente año, el Poder Ejecutivo a través del Ministerio de Economía y Fianzas aprobó el Reglamento de Proyectos Especiales de Inversión Pública, DS N°119-2020-EF, el cual se puso en vigencia desde el 25 de mayo; este, establece un modelo para facilitar la ejecución de inversión pública. Según la Ministra de Economía y Finanzas, María Antonieta Alva Luperdi, “Este reglamento busca, en primer lugar, acelerar con eficiencia en costos y tiempo, la ejecución de obras públicas de alta complejidad, relacionados a sectores como salud, transporte, saneamiento, educación, tecnología, entre otros. Para esto, se hace necesario el uso de herramientas como BIM, potente metodología que centraliza toda la

información y utiliza software para el modelado de los proyectos. BIM abarca todo el ciclo de vida de la obra, lo que contribuirá a transparentar costos". (M. Alva, Twitter, 24 de mayo del 2020).

1.4.2 Alcance y limitaciones

La investigación presentará un plan de ejecución BIM para proyectos de oficina, donde el gasto en la fase de post inversión suele presentar un monto considerable debido a los altos gastos de mantenimiento.

Es necesario mencionar que por motivos de tiempo el plan de ejecución BIM será considerado solo hasta la tercera dimensión de la metodología, la cual se refiere al modelado colaborativo del proyecto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Cárdenas & Zapata. (2018) La tesis “Integración de las metodologías BIM 5D y EVM a través de una herramienta computacional, aplicada a un proyecto de edificación VIS en Bogotá D.C” presenta en dos metodologías para la gestión de proyectos, estas permiten la corrección de posibles errores o incompatibilidades cometidos en la etapa de planificación. Se centra en mejorar sistemáticamente el control del cronograma y del presupuesto de los proyectos.

Así mismo, comenta las dificultades que suelen tener los países para adaptarse e incorporar las nuevas metodologías, lo cual, en la mayoría de los casos produce mayor cantidad de falencias en el desarrollo del proyecto y un des aceleramiento de la tecnología en el sector construcción.

Porras & Einson. (2015) La tesis “La Planeación y Ejecución de las Obras de Construcción dentro de las Buenas Prácticas de la Administración y Programación” hace hincapié a la importancia de la planificación en el sector construcción, debido a que la falta de esta, genera no solo pérdidas económicas, sino también accidentes durante y después del proyecto.

La efectividad de la ejecución de un proyecto va de la mano con una buena planificación, una que permita el desarrollo de las actividades de manera simultánea y progresiva. Todos los agentes dentro de la ejecución del proyecto deben de trabajar de manera conjunta respetando lo estipulado por el área encargada de la administración y programación del proyecto.

Una buena planificación tiene la finalidad de mitigar riesgos, así como también aprovechar al máximo los recursos del proyecto, considerando tiempo, dinero y recurso humano.

Monfort P. (2015) En su tesis “Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura” presenta:

En el sector construcción la metodología BIM es una nueva forma de trabajo con ventajas y limitaciones con el uso del software Revit frente a la tecnología tradicional CAD en una vivienda unifamiliar en Yatova, España.

La metodología es detectar incompatibilidades a partir de la documentación en una primera etapa de diseño y en la ejecución de la obra, mediante un modelado virtual pudiendo realizar las oportunas modificaciones que se presentan en la ejecución del proyecto, ya que con la metodología BIM se gestiona de manera más práctica y eficaz.

Trejo C. (2018) En su tesis “Estudio del impacto en el uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción” sostiene que:

Consiste en tener un plan de estudio en donde logre parámetros preestablecidos, controlando la posibilidad de dirigir un desempeño en actividades y corrige gestiones en el camino para poder lograr con un óptimo plan.

La metodología BIM enfoca un trabajo colaborativo entre los agentes durante todo el proyecto, basándose en documentación digital empleando herramientas tecnológicas, esto se da desde la primera etapa del proyecto para realizar procesos de planificación y un adecuado control, obteniendo de este nuevo sistema un óptimo logro.

Esta tesis consta en realizar una revisión de bibliografías, un análisis de proyectos, encuestas, entrevistas y una investigación completa de la información.

Ogbamwen J. (2016) En su tesis “Gestión de proyectos de construcción mediante Building Information Modeling (BIM) e Integrated Project Delivery (IPD). Analisis y estudio de dos casos en EE. UU” afirma que:

Lo más importante en todo proyecto es el desempeño de los objetivos, Building Information Modeling integrado al sistema Integrated Project Delivery reducen plazos y costos en la construcción, aumenta la productividad y reduce los riesgos en el desarrollo del proyecto.

Esta tesis pretende el estudio de un análisis comparativo entre los procesos tradicionales de gestión de proyectos y la incorporación de la metodología BIM en conjunto con el IPD, especificando causas de optimización en el sistema de gestión de proyectos, detecta incidencias encontradas en la primera parte del proyecto, ya que en esta etapa se puede superar cualquier error sin incidencia, debido a que si se detectan en la fase de la ejecución afectaría el flujo de trabajo y soluciones costosas.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Goyzueta, G. & Puma, H. (2016) en su tesis: “Implementación de la metodología BIM y el sistema LAST PLANNER 4D para la mejora de gestión de la obra: Residencial Montesol – Dolores”, señaló que:

Tiene como base identificar las ventajas de realizar una coordinación desde las etapas tempranas del proyecto usando la tecnología BIM y conceptos constructivos, en donde su propuesta se centra en mejorar la etapa de pre construcción y construcción, en la cual se analizarán los factores que afecten el proyecto; consiguiendo que cumplan con lo planeado en costos, plazos y calidad.

En la metodología se ha empleado la recopilación, estudio, análisis de documentos y expedientes técnicos mediante un software BIM, en cuanto a la efectividad gestión del proyecto teniendo en cuenta las ventajas y beneficios.

Se usó la herramienta del sistema del último planificador (Last Planner) + 4D para una mejor planificación y control de obra con respecto a la visualización y gestión de información.

Hinostroza, P. & Romero, M. (2019) en su tesis: "Procedimientos para la implementación del modelo de la información de la construcción (BIM) en micro y pequeñas empresas del sector construcción", propone:

Un manual de procedimientos para llevar a cabo el modelado de una adecuada información de la edificación en pequeñas y medianas empresas en el sector de la construcción, en donde detalle los objetivos de la implementación, consideraciones y definiciones para manejar el modelo BIM.

Manejando el plan de ejecución BIM, definiendo su utilidad y responsabilidades en cuanto a los actores para su uso. El empleo de la metodología permitirá que las MYPE compita con las empresas grandes, las cuales manejan una superior implementación y desarrollo en el sector construcción.

Cáceres, K. & Dongo, L. (2019). En su tesis: "Evaluación de los beneficios al aplicar BIM en una obra multifamiliar en Lima Metropolitana en el año 2018-2019", afirmó que:

La implementación de la metodología BIM en el Perú es reducida en las empresas, ya que lo consideran complejo y costoso, lo cual cierto, pero solo al principio; con un proceso adecuado de la implementación estos problemas se presentarán al inicio en un periodo de 4 a 5 meses, luego se obtendrán una rentabilidad mayor en los proyectos.

Su metodología consiste en recopilar toda la información e identificar incompatibilidades registradas tales como interferencias, incongruencias en planos, errores en el diseño, falta de información, etc. que se han cometido en una obra de edificación en la forma tradicional. Versus a los beneficios empleados al aplicar la metodología BIM, identificando costos y estimaciones en la rentabilidad coordinando digitalmente las distintas especialidades.

Tapia, G (2018) En su tesis: “Primer Estudio del nivel de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima Metropolitana y Callao” presenta que:

Se basa en hacer un estudio de la adopción BIM hasta al cierre del año 2017, con la finalidad de establecer parámetros para el futuro de BIM en el país, ya que su uso genera grandes beneficios y sostenibilidad para los usuarios. Además, afirma que la implementación de tecnología requiere de cambios en los tradicionales procesos. BIM da un enfoque innovador en el momento que genera y gestiona el diseño, construcción y en la parte operativa del proyecto, lo cual ocasiona que haya interés en empresas y organizaciones en adoptar BIM.

La metodología que se emplea es en base a muestreos en obras de edificaciones urbanas y encuestas.

Alcántara, P. (2011) en su artículo: “Modelando en BIM 3D y 4D para la construcción: Caso Proyecto Universidad del Pacífico”, menciona que:

La necesidad latente de herramientas eficaces para la gestión de proyectos, la falta de implementación de Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC) y da a conocer los criterios que se utilizaron para realizar el modelado en el proyecto.

Debido al constante crecimiento del sector construcción, se hace necesaria la creación de metodologías y herramientas innovadoras, las cuales estén a la altura de las necesidades y faciliten el planeamiento y ejecución de proyectos. Para que estas herramientas funcionen adecuadamente es necesaria una comunicación entre todas las especialidades.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Tecnología Building Information Modeling (BIM)

En el año 1975, el profesor Charles Eastman publicó una propuesta titulada “An outline of the bulding description system”, en donde describe el modelo virtual en edificaciones.

Desde entonces, existen investigaciones sobre el BIM denominándolo como un “sistema descriptivo del edificio”, obteniendo más detalle con elementos tridimensionales capaces de obtener información sobre el espacio, materiales, etc. BIM ha ido evolucionando en el transcurso de los años para una mejora continua en estándares y procesos en todo el mundo, siendo en el 2019 el año en el cual salió un decreto en el Perú para la incorporación progresiva de BIM en el sector público. (Véase en la figura 1)

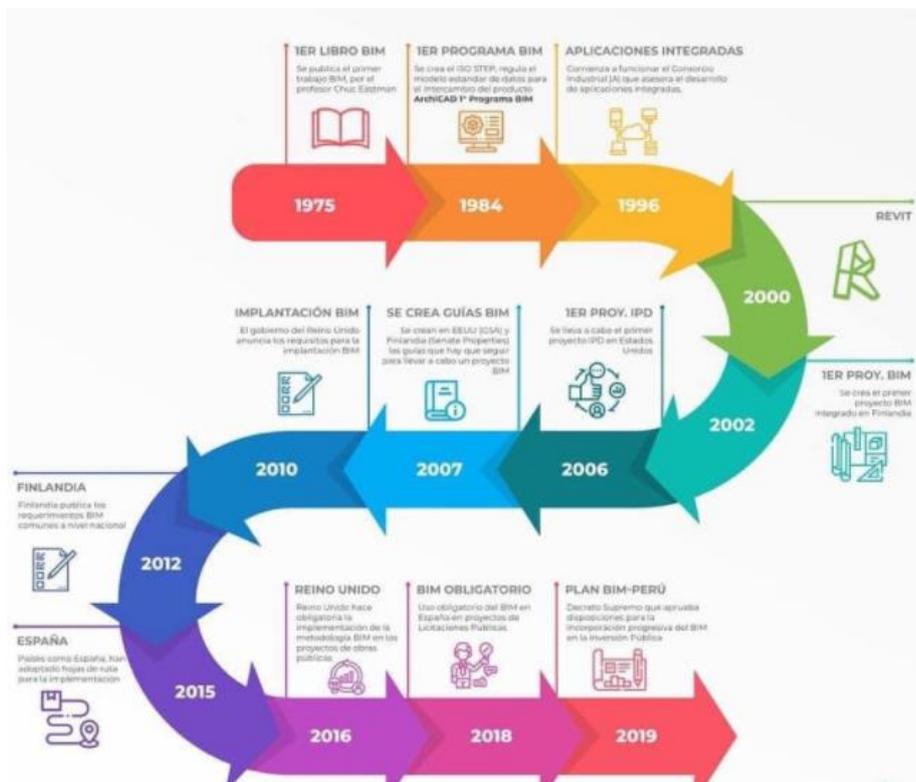


Figura 1. Historia de implementación BIM

Fuente: CEMA BIM

BIM, permite presentar de manera virtual componentes del proyecto; en el sector construcción, de forma tradicional la información se lleva a cabo mediante planos, especificaciones y técnicas BIM en documentos por separado, por el contrario, el proceso del modelo BIM tiene como finalidad recaudar información integrada la cual se pueda ejecutar por los agentes durante el ciclo de vida del proyecto; en este método se recomienda tener un solo repositorio con todas las partes recolectadas, esto se da por medio de que

cada especialidad deberá realizar sus propios modelos, este sistema integrado se muestra en la siguiente (figura 2).

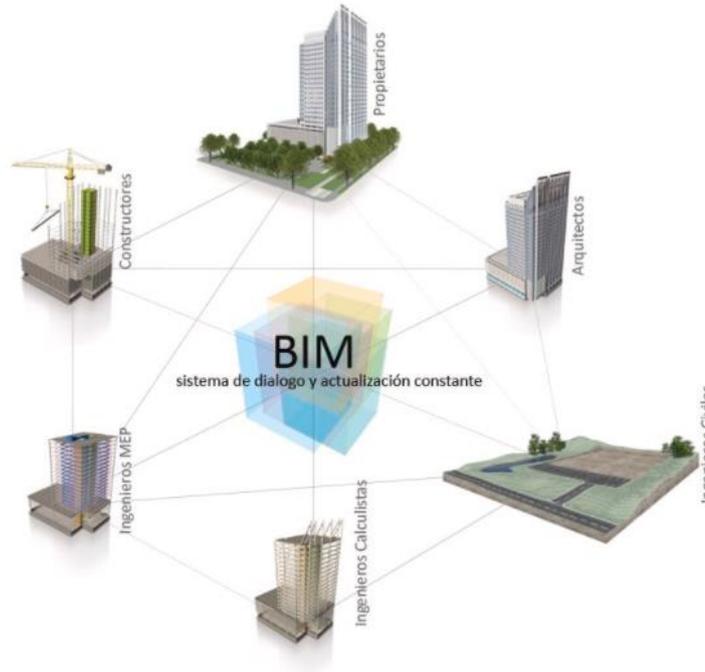


Figura 2. Sistema de integración BIM

Fuente: CDC Academia

2.2.1.1 BIM en el mundo

Según BIMCommunity en una publicación del 2016, menciona que en el mundo respecto a la incorporación del BIM ha ido creciendo muy rápido debido a un aumento económico en países tales como EUA, Reino Unido, Canadá, Alemania o Francia, siendo una estrategia dentro del sector AECO.

La implementación del BIM se ha convertido en una tendencia global, estimando que, en el 2020, ascenderá en un 12 % en Norte América, un 13% en Europa y Asia, y el resto del mundo un 11% según un análisis de mercado. Según Cambashi Insights, los países que están invirtiendo más son: Australia, Países Bajos y Suiza antes que el Reino Unido o Alemania, ya que BIM no solo se refiere al modelado, visualizaciones, gestión información entre varios criterios más.



Figura 3. Porcentajes de beneficios BIM a nivel mundial

Fuente: BIMCommunity

Si bien es cierto BIM nació en los Estados Unidos a inicios de los años 70, con la publicación “An outline of the building description system“ de Charles Eastman, no pudieron seguir avanzando con la implementación ya que si se hace una comparación con el Reino Unido y su Plan 2016/2020, los EE.UU se quedan atrás por déficit en coordinación y estandarización pública a nivel federal, entre tanto otros países lo han ido superando, ya que aprendiendo las metodologías y tecnologías de lo Estados Unidos y se han ido perfeccionando con el tiempo y adaptándose en base a su contexto.

Los países que lideran a nivel mundial según el desarrollo de las metodologías e implementación son: Australia, Canadá, China, Estados Unidos, Finlandia y Singapur.

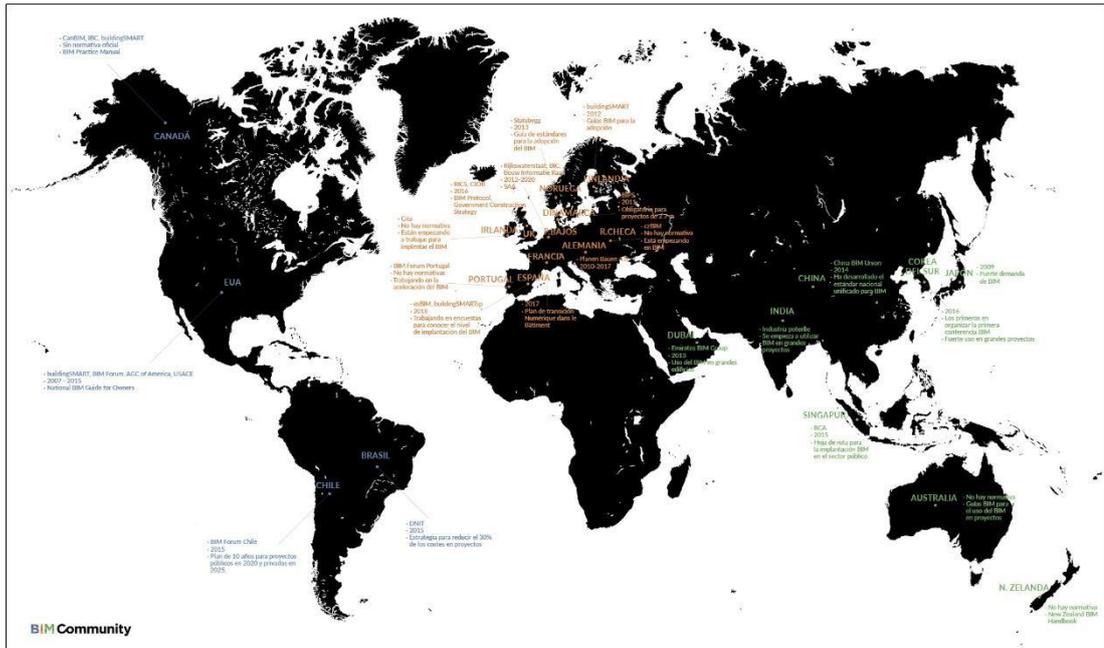


Figura 4. BIM a nivel mundial

Fuente: BIMCommunity

Desde el año 2007, la implementación de BIM en Estados Unidos, es un requisito en todos los proyectos del estado. Asimismo, en Canadá, el Institute for BIM dirige y facilita la gestión coordinada en cuanto al diseño y construcción del país del Norte. En Norte América el porcentaje de este proceso en el 2007 era de un 28% dado que en el 2012 subió a un 71%.

Por otro lado, “IBIMA” (Building Information Modeling Association), en Irán, brinda conocimientos para contribuir en los protocolos de toma de decisiones.

China, por otra parte, tiene el apoyo del estado que en el Doceavo Plan Quincenal incluyó el uso de BIM, además de promover la educación de profesionales en las Universidades. En Corea del Sur, de igual manera se está empleando en el sector público la metodología BIM y en los proyectos con valor de más de 50 millones de dólares para el 2016 pasado.

Así mismo, en Singapur el gobierno apoya la implementación de BIM, liderando una plataforma en el 2008 para poder efectuar pudiendo realizar entregas de proyecto mediante el BIM por medio de plataformas digitales; además todos los proyectos públicos desde el 2015 tienen como exigencia BIM.

En comparación con los países escandinavos, como Finlandia, ya corresponde el uso de BIM, siendo un requisito desde el 2007, donde se exigen archivos IFC en profesionales que desarrollen proyectos de construcción.

La dirección de Obras Públicas del Gobierno Noruego requiere el uso del BIM en todos sus edificios. En Noruega y Suecia desde la universidad comparten un gran nivel de aprendizaje y desarrollo de la implementación BIM.

Todos los proyectos públicos en Dinamarca con más de 1 millón de dólares en el presupuesto deben utilizar modelos BIM.

De igual modo en Alemania, Reino Unido o Francia y en todo Europa, están iniciando con la implementación BIM de manera antigua, por ejemplo, el Reino Unido se asocia con Chile para el plan BIM 2020, consiste en que los proyectos públicos tendrán como requisito esta nueva tecnología.

Por el contrario, en Sur de Europa, la realidad es diferente debido a que se encuentran atrasados, sin embargo, inicios del 2016 la Directiva adopta en las contrataciones del estado se pueda fomentar, precisar y requerir el uso de BIM en proyectos financiados por el gobierno.

En España, la implementación de BIM también es adoptada, pero en las comunidades de Valencia, Madrid y Cataluña se encuentran más avanzadas.

Conjuntamente el Colegio de Aparejadores de Barcelona (CAATEEB) BIM Academy, la Generalitat de Cataluña y el Ayuntamiento de Barcelona en Cataluña, han dado a conocer el Manifiesto BIMCAT Barcelona realizado el 13 de febrero del 2015, en donde se busca que para el 2018 los equipamientos y las infraestructuras superen los 2 Millones de Euros, lo cual BIM se desarrollara en las etapas de diseño y obra.

2.2.1.2 BIM en Latinoamérica

La incorporación del BIM no se está uniformando en grandes proyectos latinoamericanos, si bien es cierto tienen una gran aceptación en proyectos públicos de gran magnitud y un índice alto de contratación de profesionales BIM en países como Chile, Colombia y Perú; no obstante, la metodología no está creciendo en todo el continente, ya que la mayoría de países sigue en un lento desarrollo BIM. (véase la figura 5)



Figura 5. Implementación de BIM en Latinoamérica

Fuente: EDITECA

En Argentina la evolución del BIM es lenta debido al conocimiento e implementación, según el área educativa establecen centros de formación en Revit para poder adaptarse en el entorno BIM. Además, nace BIM FORUM ARGENTINA en donde aprovecha las bondades que ofrece la metodología en las diferentes situaciones tanto en la construcción, arquitectura e ingeniería, impulsando las buenas prácticas, capacitaciones e investigación en el país.

Así mismo, en Chile Según la experta en BIM Bárbara Morales, explica que el uso del BIM será de carácter obligatorio en el sector público en el año 2020, en cuanto al sector privado la implementación se dará en el 2025.

En cuanto a la implementación BIM en las empresas se han ido dando de a pocos, ya que se han dado cuenta de las ventajas y beneficios que esta metodología brinda, un criterio importante es que no se desarrolle en su totalidad y aún más si no se cuenta con un personal calificado, dado que puede haber un aumento en el costo de sus proyectos. En relación a la parte académica, la mayoría de universidades han incluido enseñar softwares tecnológicos referente a la metodología BIM. La expectativa es que el país cuente en los próximos siguientes años con personal capacitada para afrontar cambios durante el 2020 y 2025.

Quizás pasó lo mismo con Colombia, un país concientizado con esta metodología, pero no cuenta con el apoyo de las instituciones, que no se han involucrado en proyectos públicos.

En Ecuador pasa lo mismo, pero también hay un incremento de iniciativas privadas que comienzan a implementar el BIM en su trabajo. Las empresas públicas, en cambio, no confían aun en este método. De igual manera en Paraguay, el BIM comparando con otros países se encuentra en la etapa inicial, en donde la iniciativa parte de algunos profesionales y empresas que ya conocen su aplicación y procedimiento; referido únicamente al sector privado.

Con respecto a Uruguay se formó un Comité Nacional BIM que lidera el proceso de implementación a nivel nacional, ubicándose así en una etapa inicial con viabilidad de crecimiento en los siguientes años mediante a este proceso de implementación BIM. Por otra parte, en Venezuela, aunque disponen de un forum, casi ni tienen movimiento. Por el contrario, en Costa Rica, es un país que está fomentando el uso de estos procesos en las nuevas construcciones; ya que disponen de un forum en donde impulsan propósitos técnicos y cuentan con el apoyo de la Cámara Costarricense en el área de Construcción como sociedad ejecutiva.

Cuba ha iniciado su metodología BIM, desde el año 2014 existían entidades que habían adoptado su uso a través de distintas ferias donde impulsaban la

utilización de esta metodología. Asimismo, en todas las universidades donde se dictan las carreras de Arquitectura e Ingeniería Civil, los alumnos ya pueden iniciar trabajando con los principales softwares. De igual manera, en Guatemala se formó la primera Asociación de Estándares BIM con el propósito de impulsar su implementación y aplicación.

Del mismo modo en México, donde ya tienen un plan para la implementación del BIM en la construcción, conocido como el Plan MIC (Modelado con Información para la Construcción) para el sector público. Se plantea que entre los años 2023-2026 el BIM sea un procedimiento obligatorio. En cambio, en Nicaragua la implementación está siendo lenta, ya que solo en empresas privadas se están dando los primeros pasos para ajustar esta metodología en sus progresos de trabajo.

Entre otros países que cuentan con poca implementación son Panamá, sin embargo, disponen del BIM Forum Panamá y de igual modo en República Dominicana.

En el Perú por otro lado, se ha logrado un progreso considerable debido a que se han identificado diversas iniciativas desde el sector privado y público, sin tener un manual, guía y/o estándares únicos para la implementación adecuada del BIM. El sector público se ha rendido ante el Plan BIM Perú lo que busca es que para el año 2030 el empleo del BIM sea obligatorio en los proyectos públicos. En el año 2021 se crearán estándares y requerimientos, así como nuevos proyectos pilotos. Paralelamente seguirán una estrategia de formación educativa en las universidades para que comiencen a enseñar diferentes softwares, para su correcta implantación BIM.

2.2.1.3 Norma ISO 19650

La ISO 19650 consiste en la gestión y aprovechamiento de buenas prácticas en la información; esta, define a BIM como la acción de utilizar un modelo digital de información con el fin de facilitar la planificación,

ejecución y puesta a marcha de un proyecto; además de brindar información valiosa en cuanto a toma de decisiones.

La ISO tiene como objetivo que el proyecto esté bien definido, considerando las necesidades del cliente, procesos, tiempos de ejecución y protocolos; también tiene como objetivo que se ejecute un proyecto de calidad, según las expectativas del cliente; y que haya un flujo constante de la información, según el siguiente diagrama:



Figura 6. Flujo de coordinación

Fuente: buildingSMART Spain (2019)

Serie ISO 19650:

Consiste en un consolidado de normas internacionales que permiten definir principios, requisitos, usos, gestión de información en edificaciones a lo largo de todo el ciclo de vida.



ISO 19650-1 Establece los conceptos y principios recomendados para los procesos de desarrollo y gestión de la información a lo largo del ciclo de vida de cualquier activo de construcción.

ISO 19650-2 Define los procesos de desarrollo y gestión de la información durante la fase de desarrollo.

Figura 7. Serie ISO 19650 Partes 1 y 2

Fuente: buildingSMART Spain (2019)

Involucrados:

Entre los involucrados en la gestión de la información podemos encontrar a los contratantes, la parte contratada principal y la parte contratada.

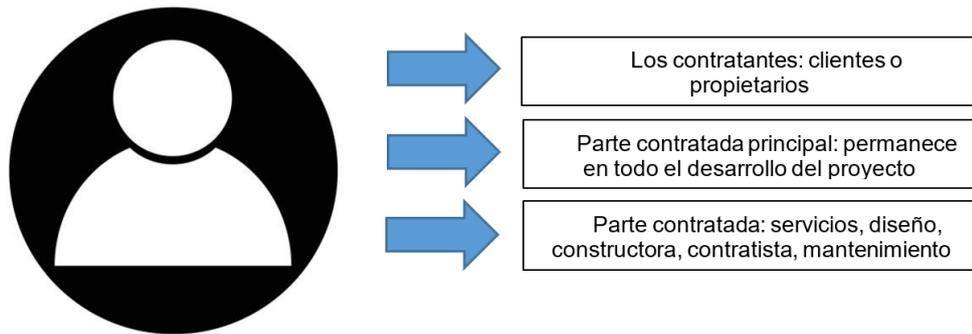


Figura 8. Agentes en la gestión de información

Fuente: buildingSMART Spain (2019)

Modelo de información:

Es la información clave que va a ser utilizada para la toma de decisiones, presentada de manera estructural (información basada en los

elementos, como: características, geometría, dimensionamiento) o no estructural (data, imágenes, videos).

2.2.1.4 Plan BIM Perú

El Decreto Supremo DS N° 289-2019 EF, define BIM como: “el común de metodologías, tecnologías y estándares que permiten formular, diseñar, construir, operar y mantener una infraestructura pública de forma cooperativa en un espacio virtual”.

En el Perú se ha empezado a utilizar la metodología BIM desde la última década, centrándose en la implementación un modelo en 3D al proyecto para facilitar la identificación de incompatibilidades en este. Sin embargo, este método considera los diferentes usos en cuanto a la información del modelo en 3D para llegar así a una mejor planeación y ejecución; así como también, tener como resultado un entregable de mayor valor, al ser más completo (información más real y precisa del proyecto).

El 28 de julio de 2019, con el fin del progreso económico y social del país, se aprueba el DS N° 238-2019 EF, Plan Nacional de Infraestructura para la competitividad (PNIC), el cual pretende ser una agenda de desarrollo, con el objetivo principal es que el país cuente con infraestructura económica y social de calidad; donde, el Ministerio de Economía y Finanzas con el fin de contar con un adecuado seguimiento de proyectos, posiciona a BIM como un instrumento de gestión sobre la información para garantizar la calidad de la documentación, considerando el seguimiento de proyectos durante todas sus etapas. De la misma manera, se hace hincapié a la necesidad de continuar con la implementación de procesos de modelamiento virtual y se hace referencia del uso obligatorio de BIM en la construcción en países como México y Estados Unidos.

El 08 de septiembre de 2019, se aprueba el DS N°289-2019 EF, Disposiciones para la implementación progresiva de BIM en la inversión pública, el Ministerio de Economía y Finanzas establece principios para la

integración progresiva de técnicas obligatorias de modelado digital de la información que permita mejorar la calidad y eficiencia de los proyectos de ejecución de obras públicas, en todas sus etapas, considerando diseño, construcción, operación y mantenimiento; se menciona que el uso de BIM se convierta en un mandato obligatorio, primero, es necesario contar con una estrategia de implementación progresiva, donde se establezcan los lineamientos para la ejecución de BIM.

En el DS N° 289-2019 EF, se presentan las siguientes bases para la adopción y uso de BIM:

- Eficiencia: se tiene como primer principio, el control de costos; así como también, mitigar los posibles atrasos y sobrecostos producidos en la ejecución del proyecto.
- Calidad: la integración de BIM en el proyecto debe garantizar que este se ejecute según parámetros, especificaciones y estándares de calidad para el beneficio de la población.
- Colaboración: la metodología debe asegurar la eficiente participación entre las diferentes especialidades, así como también su comunicación y buen flujo de información entre los involucrados.
- Transparencia: debe garantizar la transparencia en la toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
- Coordinación: el uso de BIM debe integrar y ser promovido el sector privado al igual que el sector público, con la finalidad de garantizar su sostenibilidad y uso en el tiempo.

Según el DS N° 289-2019 EF, el Plan BIM Perú contemplará lo siguiente:

- Diagnóstico de la aplicación de BIM, así como la implementación de una línea de base para el seguimiento de su implementación y medición de resultados.
- Los objetivos prioritarios para la aplicación progresiva de BIM.
- Estrategia de implementación de estándares para el uso homogéneo de BIM.
- Estrategia para el desarrollo de capacidades en el uso de BIM.
- Estrategia para la estandarización de requerimientos BIM.
- Lineamientos para la incorporación de tecnologías habilitantes para el uso de BIM.
- Estrategia para la creación de bibliotecas de objetos e intercambio de información.
- Metas para la adopción obligatoria de BIM.
- Estrategia para la comunicación y difusión del uso de BIM.

Figura 9. Condiciones del DS N°289-2019

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas

La implementación del PEB Perú estaría dividido en 3 etapas:

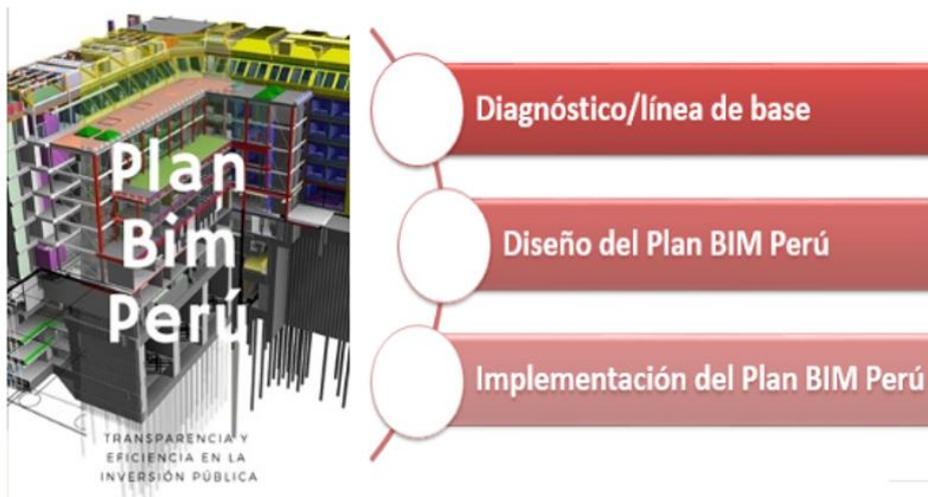


Figura 10. Implementación del Plan BIM Perú

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas

El plan de ejecución BIM Perú, tiene como objetivo principal contar con elementos técnicos elementales para la toma de decisiones, bajo el uso de metodologías colaborativas de representación gráfica en 3D, pudiéndose utilizar en el transcurso de vida de la inversión de infraestructura pública.

2.2.2 Usos BIM

La metodología BIM se hace presente en el ciclo de vida de un proyecto, esta considerará en la gestión diseño, construcción y operación; en cada etapa, la metodología puede ser utilizada de diferentes maneras.

2.2.2.1 Planificación

En la planificación, BIM permite evaluar mediante un programa de modelación en 3D del proyecto, para así lograr un mejor enfoque y para la toma eficiente de decisiones según las necesidades del cliente.

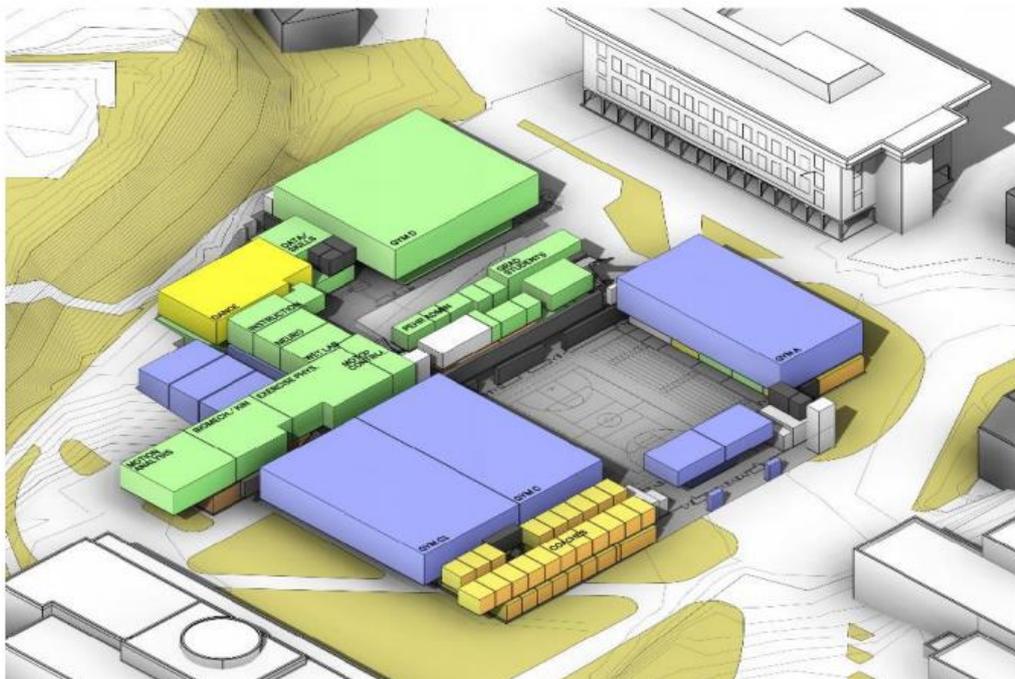


Figura 11. Planificación.

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

Esta etapa cuenta con las siguientes sub categorías:

1. ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL, se desarrolla un modelo en 3D de un lugar predeterminado según las condiciones existentes, el cual sirve como información de calidad para la cuantificación y la planeación del pre-diseño.



Figura 12. Estudio del Estado Actual.

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

2. PREVISIÓN DE COSTOS, BIM puede ser utilizado para una estimación de costos según la información ingresada a un software basado en el modelado; esto permite visualizar cuánto podría llegar a costar un cambio durante el proyecto; y así, tomar la decisión más favorable. También se contaría con una base de datos cuantificable de mayor exactitud de los materiales modelados.

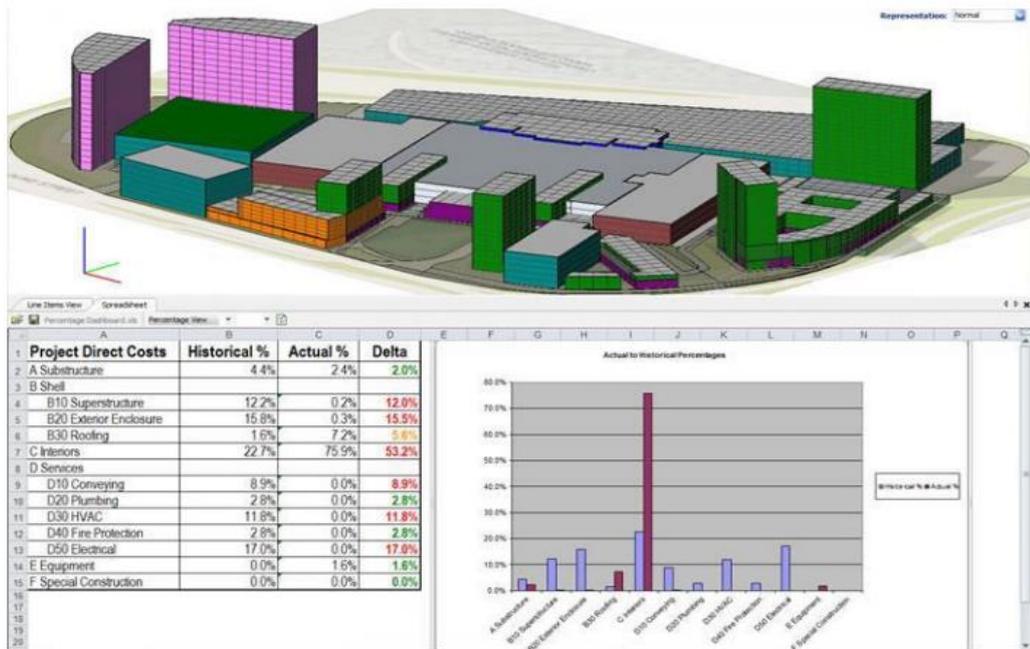


Figura 13. Previsión de Costos.

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

3. PLANIFICACIÓN DE LA OBRA, BIM en su 4ta dimensión 4D, permite mostrar la secuencia del proyecto, esto permite verificar los procesos a realizar, su ruta crítica y la dinámica de eliminación progresiva de los participantes.

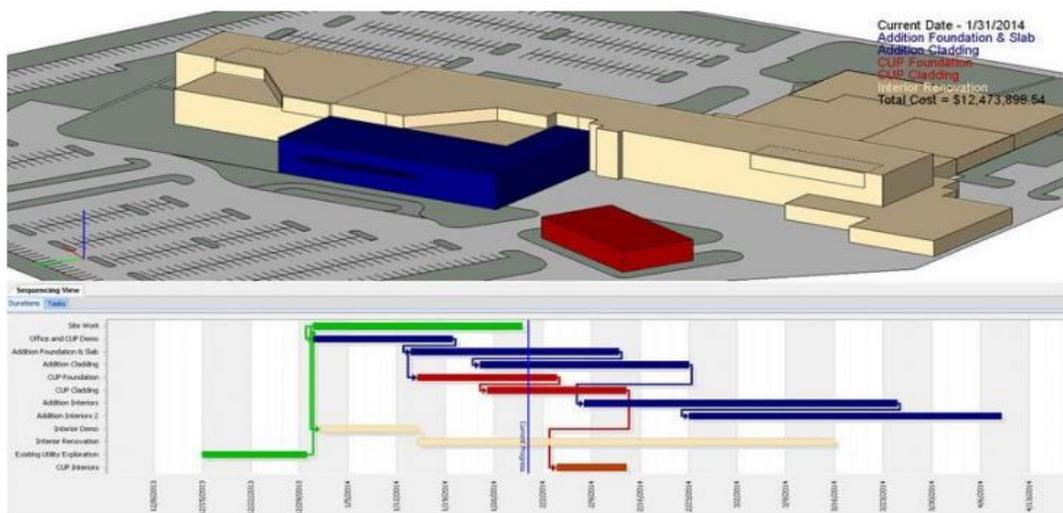


Figura 14. Planificación de Obra.

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

4. ANÁLISIS DEL EMPLAZAMIENTO, evalúa predios potenciales en un área determinada, esto ayuda a identificar el predio más óptimo según el proyecto que se desee realizar, sus criterios y requerimientos. Esto mejora el rendimiento de inversión en cuanto al terreno.



Figura 15. Análisis del Emplazamiento.

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

2.2.2.2 Diseño

En el diseño, el modelado prioriza el análisis e inspección del proyecto; se toma en consideración las propiedades, cantidades, medios y métodos que se debe utilizar. En esta etapa, BIM permite otorgar una mayor transparencia del diseño al cliente; así como también mejorar el control y la calidad del diseño.



Figura 16. Diseño

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

Esta etapa cuenta con las siguientes sub categorías:

1. REVISIÓN DEL DISEÑO, se realiza la validación del diseño por parte de los clientes en base a un modelo 3D, considerando no solo el diseño, sino también toda la información que este contiene; lo cual facilita y acelera la evaluación del diseño del proyecto. En el caso de tener que realizar alguna modificación, BIM permite realizar el cambio de manera rápida y eficiente.



Figura 17. Revisión del Diseño.

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

2. DOCUMENTACIÓN, se refiere a la creación de objetos o grupos de objetos, de características y propiedades específicas; con el fin de contar con una galería de objetos para poder ser utilizados en cualquier momento, sin necesidad de volverlos a crear. Esto agiliza la realización del modelado, no solo al momento de crearlo sino también en el caso de que requiera ser modificado, actualizando automáticamente los conjuntos de objetos en base al cambio realizado. Todos los datos se rellenarán automáticamente en las tablas lo que le dará una mayor coherencia de información.

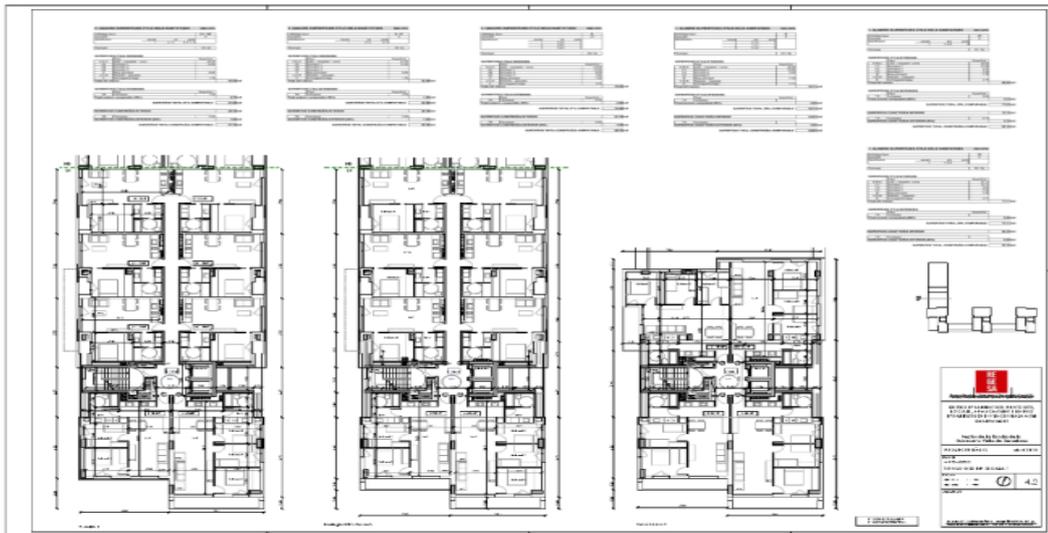


Figura 18. Documentación

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

3. CÁLCULOS DE INGENIERÍA, es la etapa en la cual, se utiliza el modelado, con toda la información ingresada a cada objeto, como un instrumento de análisis y simulación para determinar una solución de diseño óptimo (se puede realizar análisis estructural, análisis de energía, etcétera).

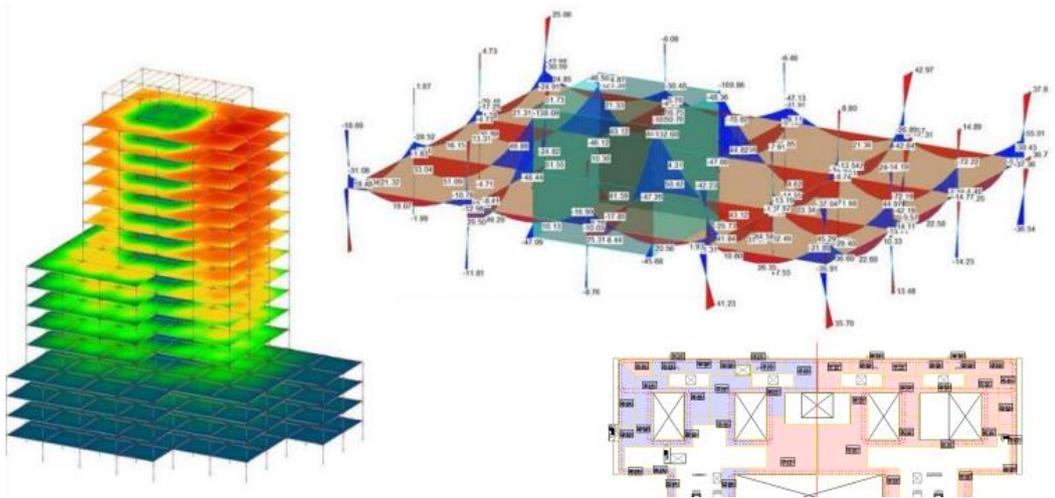


Figura 19. Cálculos de Ingeniería

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

4. DISEÑO LUMÍNICO, en este uso, se utiliza el modelado para analizar el comportamiento de la luz en el proyecto, se puede analizar tanto la iluminación artificial, como la iluminación natural. Así como también, como actúan estas en interior y exterior. El diseño lumínico, se realiza con el fin de mejorar el diseño de iluminación y su rendimiento en el proyecto.



Figura 20. Diseño Lumínico.

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

5. EFICIENCIA ENERGÉTICA, este uso va de la mano con el diseño lumínico, se realizan diferentes evaluaciones de energía del edificio, con el fin de contar con un diseño sostenible, optimizando el diseño y reduciendo costos a lo largo del proyecto.

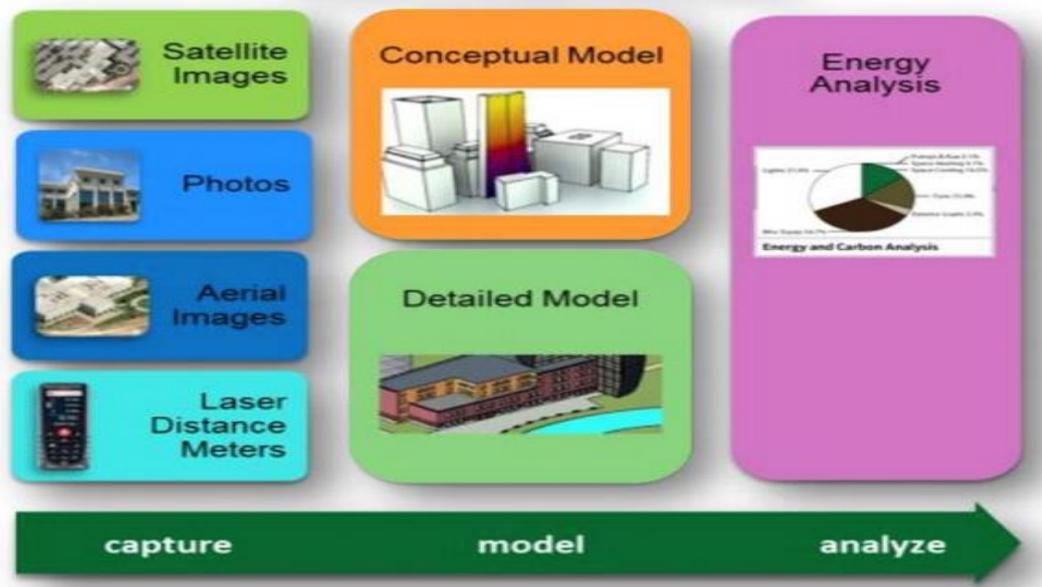


Figura 21. Eficiencia Energética.

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

6. SOSTENIBILIDAD, este proceso consiste en analizar cada una de las etapas del proyecto dependiendo de la planificación, diseño, construcción y operación; según criterios de sostenibilidad, siendo más eficaz al desarrollarlos en la etapa de planificación y diseño. Suele regirse bajo los parámetros de la validación LEED (Leadership in Energy and Environmental Design).

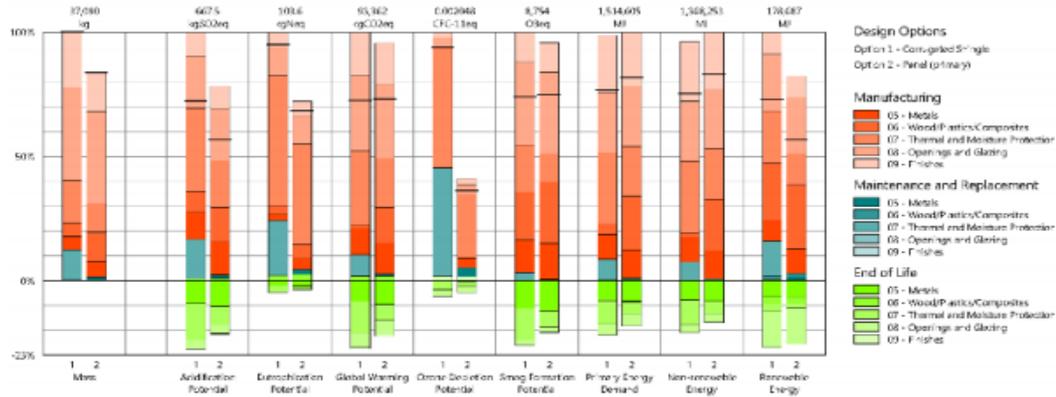
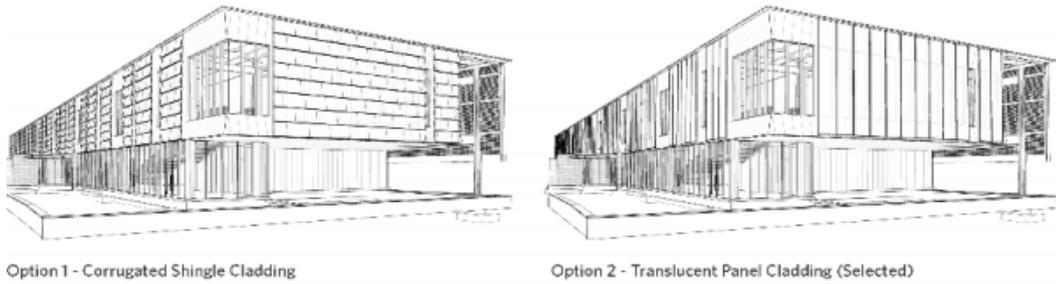


Figura 22. Sostenibilidad.
Fuente: Coloma + Armengol (2016)

7. VERIFICACIÓN DE LA NORMATIVA, este uso aún está siendo desarrollado y no está disponible su empleo; pero consiste en realizar una validación de código, comparando el modelado creado con los códigos del proyecto.



Figura 23. Verificación de la normativa.
Fuente: Coloma + Armengol (2016)

2.2.2.3 Construcción

La metodología BIM permite evaluar el modelado en 3D del proyecto para lograr mitigar riesgos en la etapa de construcción; así como también, mejorar su planificación y aumentar su productividad. Esta etapa cuenta con las siguientes sub categorías:

1. AS-BUILT, se refiere al modelado de registro, es la culminación del modelado donde se tiene como resultado una representación mucho más detallada, que contenga los elementos arquitectónicos, estructurales y los MEP. Esta información es de suma ayuda para coordinaciones futuras, mantenimientos, renovaciones, etcétera.

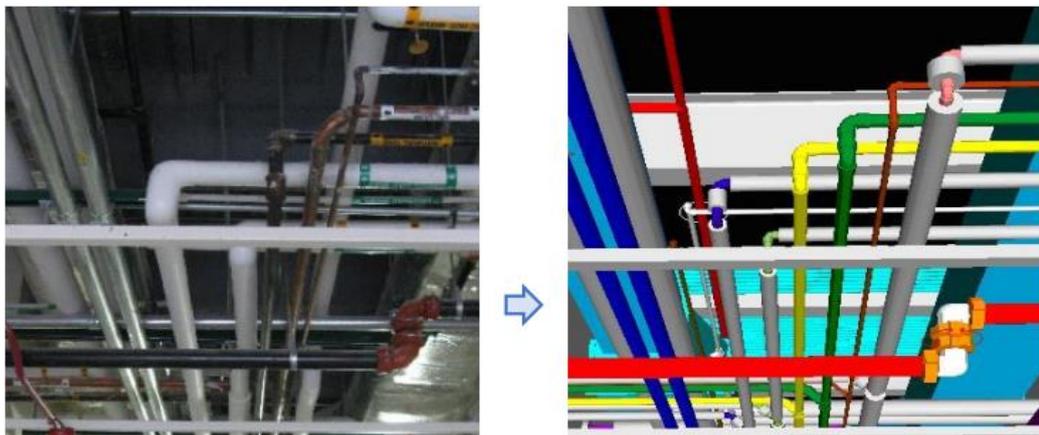


Figura 24. As-Build.

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

2. FABRICACIÓN DIGITAL, se desarrolla un modelo en 3D de algún objeto o material de construcción, con el fin de facilitar su fabricación o compra.

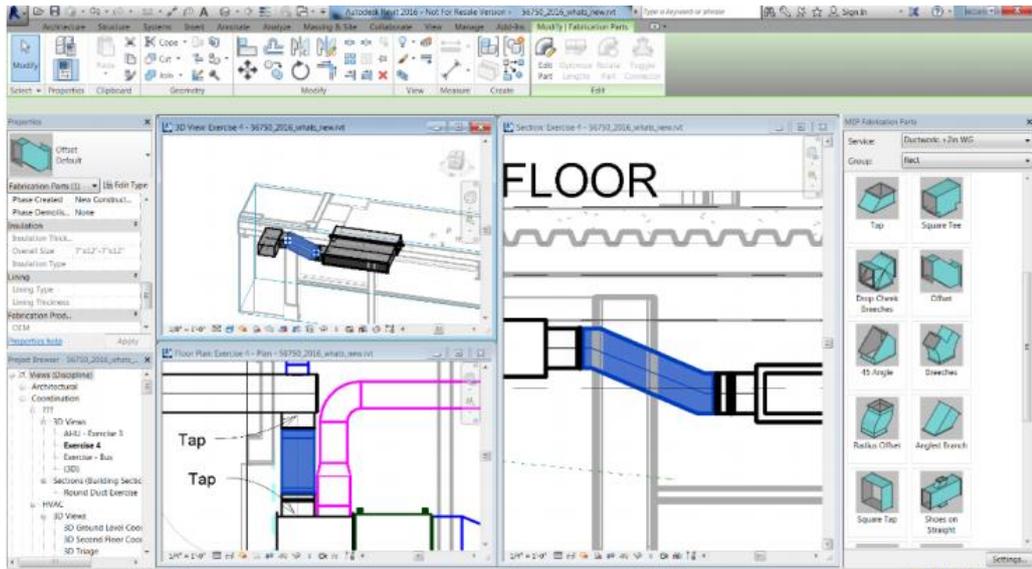


Figura 25. Fabricación Digital.

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

3. COORDINACIÓN EN 3D, este es uno de los usos más conocidos y desarrollados por los especialistas; pues ayuda, mediante uno de los softwares compatibles con la metodología, a detectar interferencias entre los diseños realizados de cada especialidad. Tiene como objetivo principal mitigar conflictos (para que no generen sobre costes) y aumentar la productividad (para que no generen sobre tiempos).

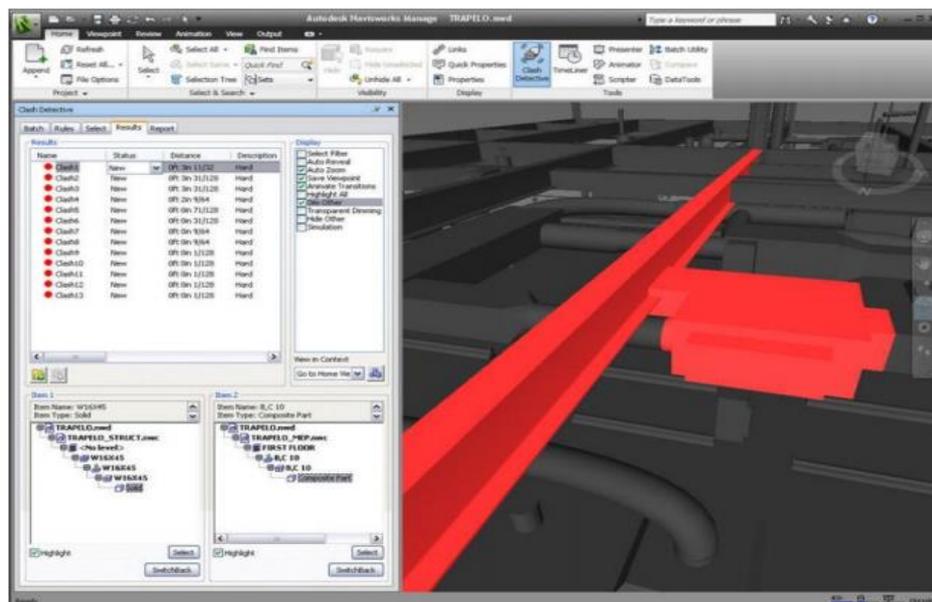


Figura 26. Coordinación en 3D.

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

4. PRE-CONSTRUCCIÓN, es el proceso de analizar la construcción de un sistema de construcción complejo mediante el modelado, se puede considerar la construcción de zapatas, encofrados, cimientos, etcétera. Tiene como propósito, mejorar y facilitar la planificación del sistema de construcción que se esté analizando.



Figura 27. Pre-Construcción.

Fuente: Coloma Armengol 2016.

5. REPLANTEO DIGITAL, proceso en el que se vincula la información del modelado con otros equipos de movimiento y localización; con el fin de facilitar y reducir el tiempo del levantamiento de información en campo. Puede ser utilizado en una estación total con puntos pre-cargados o utilizando las coordenadas del GPS para precisar profundidad.

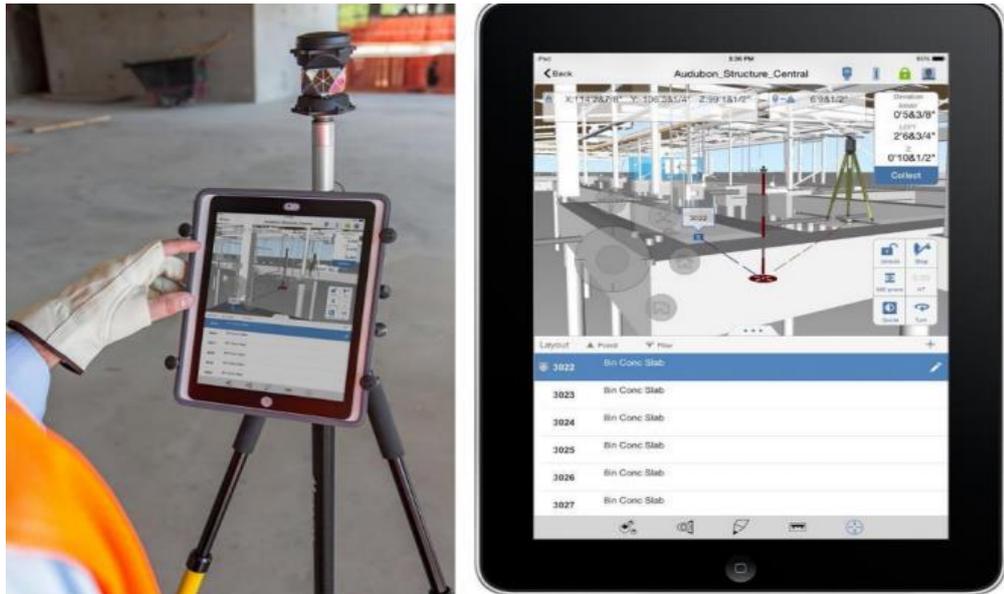


Figura 28. Replanteo Digital.

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

6. MONITORIZACIÓN DE LA OBRA, es el uso que permite gestionar, controlar y verificar la etapa de construcción, en base a la información ingresada en el proyecto. Tiene como objetivo, asegurar la conformidad de los documentos contractuales; así como también, facilitar la gestión de actividades al tener el acceso a la información en campo para todo el personal.

Procurement, Material Tracking, Construction Status, Checklists

Tablet PC worker

Pick a door in plan, section, elevation or 3D

View SkyBIM recipe with ingredients

Material	Quantity	Unit	Price	Total
Single leaf hollow core door	1.000	ea.	\$2,500.00	\$2,500.00
47 x 20mm solid Meranti timber frame cross-reinforced core	4.877	m ²	\$375.00	\$1,828.13
22 x 20mm insulated Meranti hardwood Architrave with oil	4.877	m ²	\$80.00	\$390.16
Precast concrete lintel to be installed above door	1.413	m	\$95.00	\$134.24
Enamel paint on door general surfaces	3.304	m ²	\$35.00	\$115.64
Enamel paint on timber frames and grounds	1.349	m ²	\$35.00	\$47.22
Enamel paint on architraves	1.272	m ²	\$35.00	\$44.52
Set up and build in single leaf door frame not exceeding 2	5.000	ea.	\$445.00	\$2,225.00
One coat primer to narrow walls	1.748	m ²	\$35.00	\$61.18
Two coats acrylic Poly finish to plastered narrow walls	1.748	m ²	\$35.00	\$61.18
Heavy duty brass hinges	1.000	pr.	\$175.00	\$175.00
Two coats acrylic Poly finish to plastered narrow walls	1.000	ea.	\$250.00	\$250.00

Specify Project Status for each ingredient

Back order
In transit
On site
Percentage complete
Installed

(Use Checklists to flag any issues)

Cost Reports
Planned vs Actual

Figura 29. Monitorización de la Obra.

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

7. PLANIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES TEMPORALES, permite gestionar eficientemente el espacio necesario para las instalaciones temporales, equipos o cualquier otro espacio que se requiera, al representarlas en el modelado. Permite también, identificar los espacios potenciales, críticos y gestionar de manera eficaz la comunicación de la secuencia de construcción.



Figura 30. Planificación de Instalaciones Temporales.

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

2.2.2.4 Explotación

La metodología BIM permite evaluar el modelado en 3D del proyecto para lograr mitigar riesgos en la etapa de construcción; así como también, mejorar su planificación y aumentar su productividad. Esta etapa cuenta con las siguientes sub categorías:

1. LIBRO DEL EDIFICIO, se refiere al modelado de registro, es la culminación del modelado donde se tiene como resultado una representación mucho más detallada, que contenga los elementos arquitectónicos, estructurales y los MEP. Esta información es de suma ayuda para coordinaciones futuras, mantenimientos, renovaciones, etcétera.

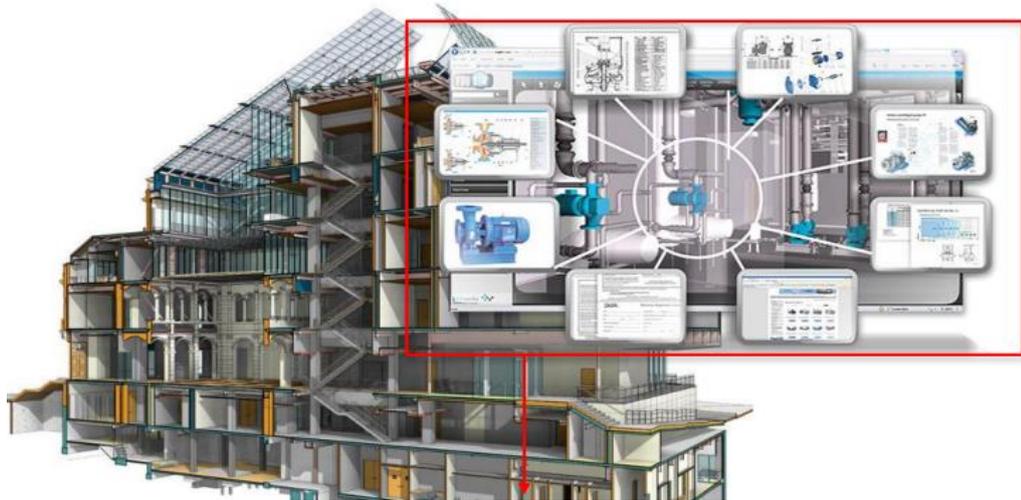


Figura 31. Libro del Edificio.

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

2. MANTENIMIENTO, se plantea el plan de mantenimiento más eficiente según la información recaudada en el modelado, con el propósito de aumentar el rendimiento y disminuir los costos en el mantenimiento.

Maintenance items	Service time				
	Daily	Weekly	Monthly	6 months	Yearly
Inspection	X				
Check coolant heater	X				
Check coolant level	X				
Check oil level	X				
Check fuel level	X				
Check charge-air piping	X				
Check/clean air cleaner		X			
Check battery charger		X			
Drain fuel filter		X			
Drain water from fuel tank		X			
Check coolant concentration			X		
Check drive belt tension			X		
Drain exhaust condensate			X		
Check starting batteries			X		
Change oil and filter				X	
Change coolant filter				X	
Clean crankcase breather				X	
Change air cleaner element				X	
Check radiator hoses				X	
Change fuel filters				X	
Clean cooling systems					X



Figura 32. Mantenimiento.

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

3. ANÁLISIS DE RENDIMIENTO, es el proceso en el cual se compara el rendimiento del edificio con el edificio de diseño, según análisis de sistemas mecánicos, cantidad de energía utilizada, ventilación, iluminación, etcétera. Se realiza con el fin de asegurar el buen funcionamiento del edificio y ver oportunidades de mejora.

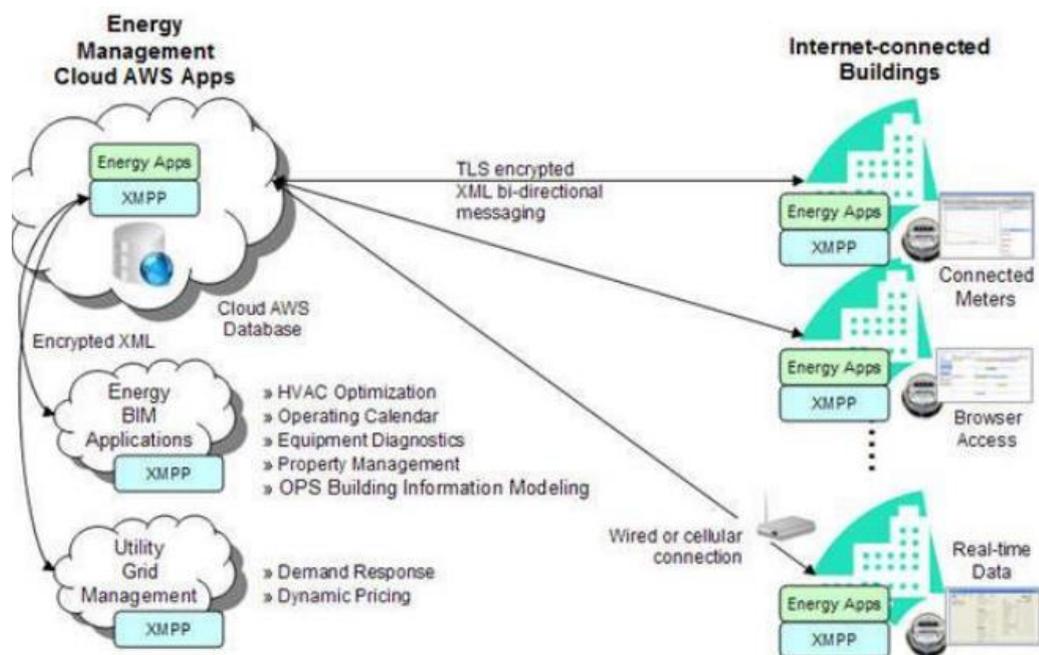


Figura 33. Análisis del Rendimiento.

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

4. GESTIÓN DEL INVENTARIO, se gestiona la información obtenida por el modelado para crear un procedimiento de gestión de activos con el propósito de mejorar la operación de una planta y sus activos; estos están constituidos por la información de la construcción, el entorno, los sistemas y equipos; esta, debe ser mantenida y debe contener información actualizada del estado de los activos; a corto plazo mejora en la toma de decisiones, y a largo plazo mejoraría la planeación.

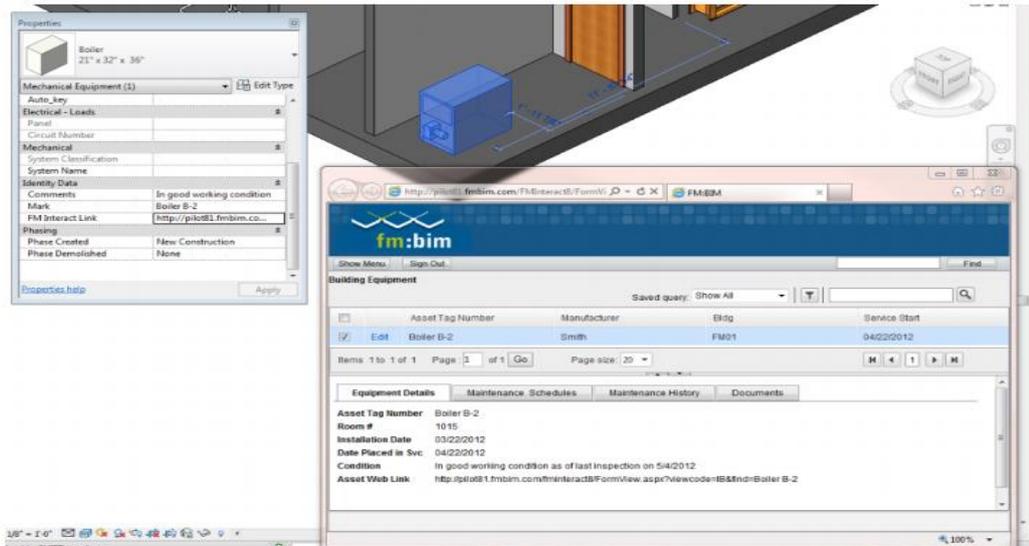


Figura 34. Gestión de Inventario.

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

5. GESTIÓN DE ESPACIOS, El modelado permite contar con una eficiente gestión de espacios, según las necesidades del cliente. Contar con una representación gráfica del proyecto permite administrar adecuadamente los recursos del proyecto, así como, darles su uso más productivo.

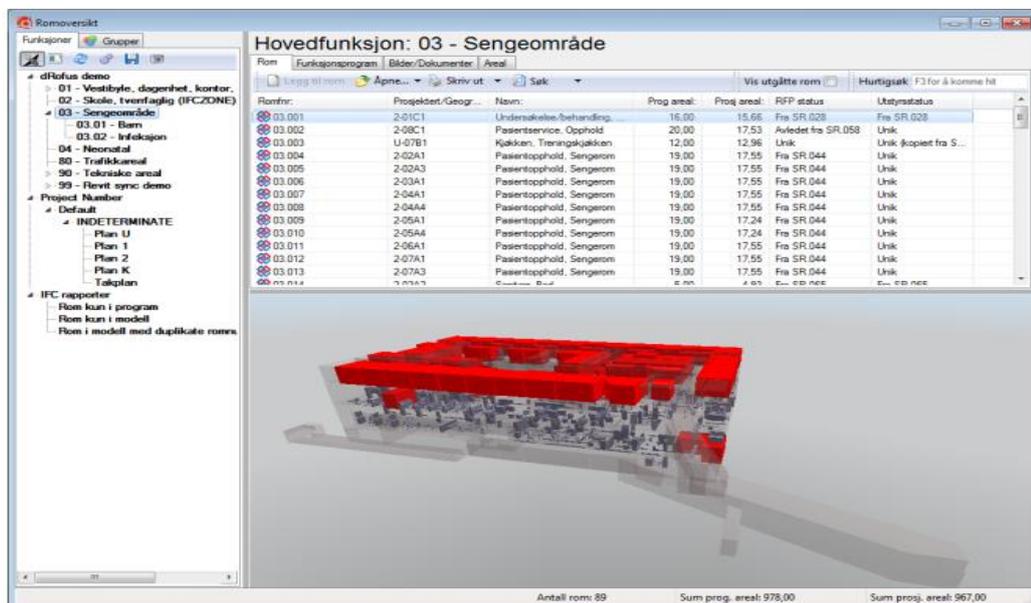


Figura 35. Gestión de Espacios.

Fuente: Coloma + Armengol (2016)

2.2.3 Niveles LOD

Así como lo detalla el NBS del Reino Unido, Level of Definition (nivel de definición) el cual se refiere al nivel de detalle, en donde se describa los modelos en cada etapa; en cuanto al LOI (nivel de información) se describe al contenido del modelo de forma no grafica en cada etapa. En la siguiente tabla se indicará las características de los niveles de detalle, según BIM Forum Chile (2017).

Tabla 1. Niveles de detalle

Nivel de detalle	Características
LOD 1	Conceptualización y casi nula geometría.
LOD 2	El elemento de construcción modelado proporciona una indicación visual del elemento en la etapa conceptual, identificando requerimientos claves como el acceso o zonas libres para el posterior mantenimiento. Esta información es adecuada para la coordinación espacial inicial de los elementos o sistemas.
LOD 3	El elemento de construcción modelado proporciona una representación visual del elemento en la etapa de definiciones técnicas para su coordinación espacial completa.
LOD 4	El elemento de construcción modelado proporciona una representación visual del elemento para una etapa de diseño, con su coordinación espacial completa.
LOD 5	El elemento de construcción modelado proporciona una representación visual del elemento en el proyecto construido y provee una referencia, para su posterior uso y mantenimiento.

Fuente: BIM Forum Chile (2017)

2.2.4 Niveles de información (LOI)

Los niveles de información y sus características se indican en la siguiente tabla:

Tabla 2. Niveles de información

Nivel de información	Características
LOI 2 y 3	El elemento modelado proporciona una descripción inicial para una entrega hacia el diseño.
LOI 4	El elemento modelado proporciona una información suficiente para permitir la selección del producto de fabricante que cumpla con sus requerimientos. Esta información también puede ser utilizada para reemplazar un elemento durante el ciclo de vida del proyecto, una vez construido.
LOI 5	El elemento modelado proporciona la información específica del producto de fabricante seleccionado o lo construido y entregado. Cualquier información adicional pertinente durante el proceso de construcción o instalación es indicada dentro de este nivel.
LOI 6	El elemento modelado proporciona la información acumulada de los niveles anteriores y además considera información detallada del mantenimiento efectuado.

Fuente: BIM Forum Chile (2017)

2.2.5 Dimensiones BIM

BIM en el proyecto puede abarcar diferentes dimensiones y objetivos, dependerá mucho del uso de la metodología en que se querrá emplear.

Las dimensiones BIM consiste en que ya con una base de información del modelo, al agregar más dimensiones respecto a la información se podrá generar un entendimiento completo del proyecto, por ende, se podrá definir el cómo será desarrollado, cual serán los tiempos estimados, costos, mantenimientos y demás. El ciclo se puede segmentar en siete fases que se han denominado dimensiones BIM. (véase la figura 36)



Figura 36. Dimensiones BIM

Fuente: Espacio BIM

2.2.6 Plan de Ejecución BIM (PEB)

Es un documento realizado con anterioridad antes de cada proyecto BIM, en donde abarcará una serie de documentos, protocolos, especificaciones, entregables para su posterior desarrollo y ejecución. (véase la figura 37)

El objetivo de realizar un PEB es que cada agente ejecute tareas independientes, sin antes organizarlas, por ese motivo se indica que este plan consiste en tener una comunicación, colaboración única y sistemática minimizando errores y pérdidas de información. Del mismo modo, garantiza una calidad considerable a cada etapa en el ciclo del proyecto; delegando y definiendo responsabilidades a cada involucrado, por ende, ayuda a gestionar la información de manera adecuada.

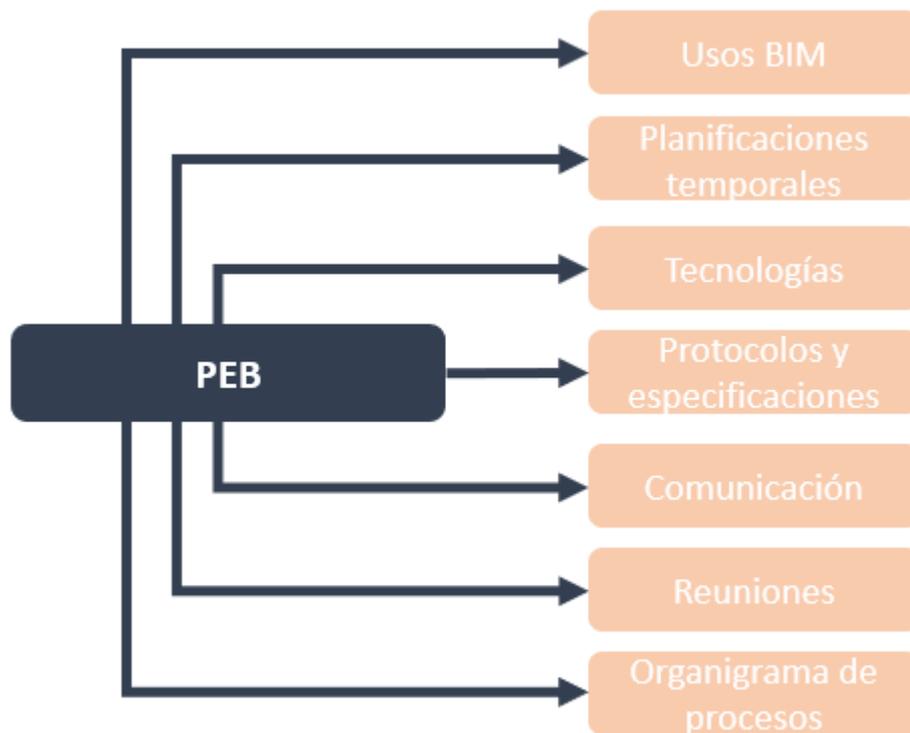


Figura 37. Contenido PEB

Fuente: Elaboración propia

2.2.7 Gestión del proyecto

Se realiza mediante la gestión integrada de proyectos, de acuerdo al entorno BIM, si bien, el Project manager es el agente responsable de gestionar los recursos y medios disponibles durante el ciclo del proyecto, en tanto también se tiene que considerar la realización de subproyectos, proyecto documental, control de calidad, desarrollo de la ejecución.

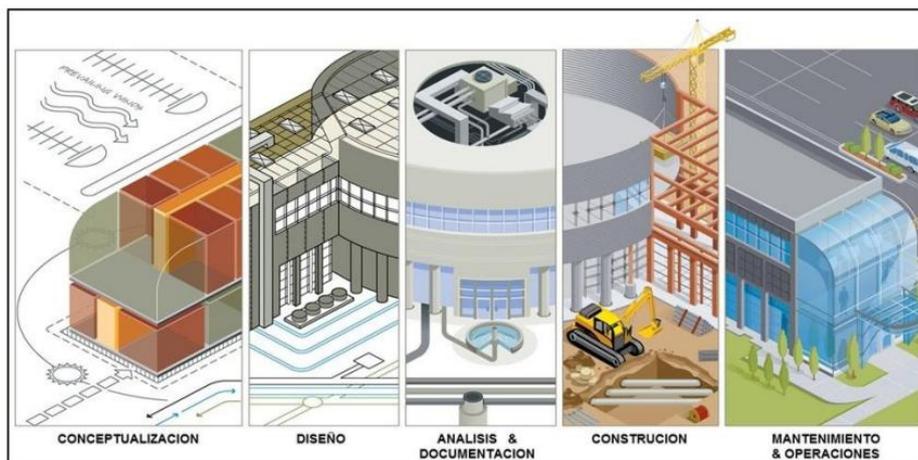


Figura 38. Desarrollo del Proyecto BIM

Fuente: DCV Consultores

2.2.8 Control de tiempos

Es importante llevar el control del tiempo en el transcurso del proyecto, debido a que en el proceso los plazos terminan siendo alterados por diferentes condiciones y restricciones contractuales; teniendo un plan del tiempo durante el proceso permite definir plazos, parámetros establecidos e identificar relación entre las actividades.

Tener un cronograma es necesario para tener mapeado la lista de actividades definidas y la secuencia que estas deberán de seguir en el transcurso del proyecto, como se puede apreciar en la figura 39.

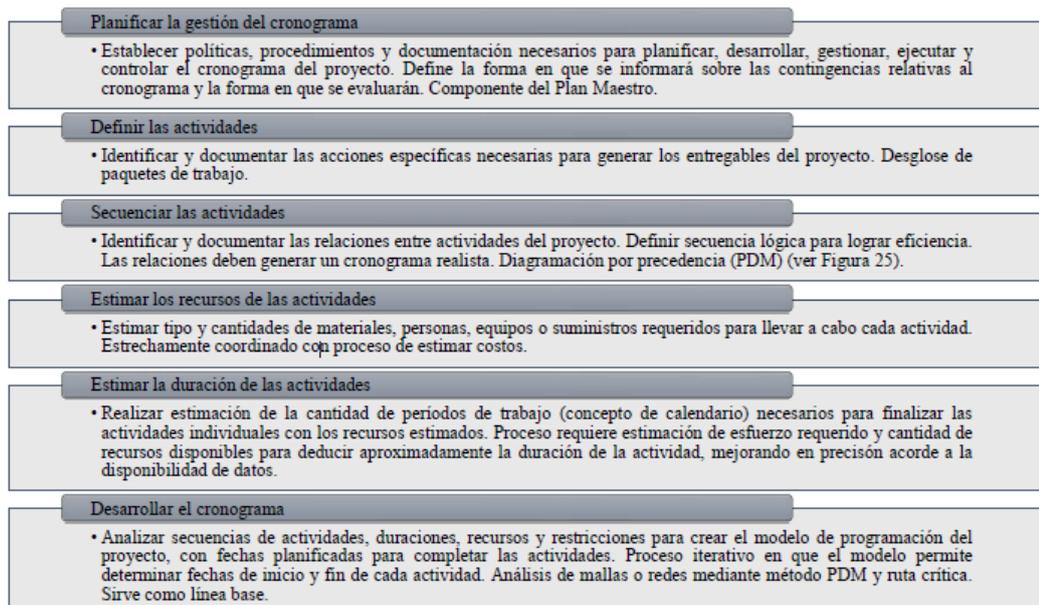


Figura 39. Gestión del cronograma

Fuente: Adaptado de PMI (2017)

2.2.9 Control de costos

Controlar costos no solo se refiere en la gestión del presupuesto planteado en la planificación, sino que también es necesario tener posibles gastos previamente contemplados por riesgos posibles en el ciclo del proyecto y dar acciones eficientes que puedan dar soluciones a esos factores que pueden cambiar el plan inicial, como se muestra en la figura 40.

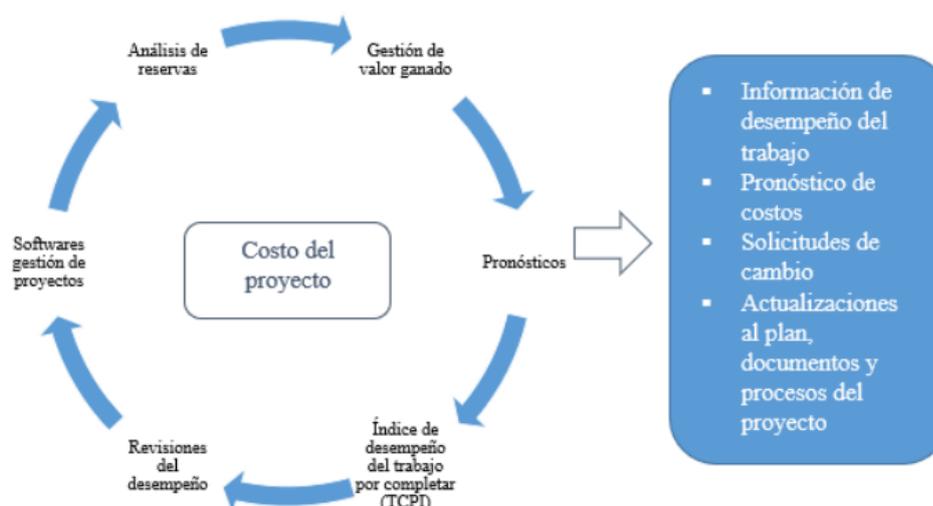


Figura 40. Esquema de control de tiempo

Fuente: Adaptado de PMI (2017)

2.2.10 Software BIM

Son herramientas que facilitan a la metodología BIM un cambio eficiente de trabajar, ya que la metodología aplicada ofrece modelos en 3D de alto nivel de información y detalle sobre el proyecto. Entre las cuales se detallan las siguientes:

Revit: es un software que permite modelar la información de la construcción, en cuanto a Microsoft Windows, establecido actualmente por Autodesk. Permite realizar al usuario diseños con elementos modelados y dibujo con parámetros BIM es un dibujo asistido por computador que permite un diseño en base a objetos inteligentes en tres dimensiones.

Naviswork: es un software que admite a los usuarios abrir y combinar modelos en 3D, navegar en tiempo real y analizar el modelo detectando interferencias permitiendo también simulación de tiempo 4D,

Dynamo: es un software que crea algoritmos para obtener datos y generar geometrías a fin de poder automatizar procesos, por lo cual permite programar mediante el uso de nodos, elementos visuales.

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 BIM (Building Information Modeling)

BIM es un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares; el cual, se desarrolla mediante un espacio virtual y de forma colaborativa.

2.3.2 Plan de Ejecución BIM(PEB)

Es un documento que describe cómo se van a implementar los protocolos y especificaciones.

2.3.3 Entorno Común de Datos (ECD)

Espacio virtual que tiene como propósito almacenar información durante un proyecto.

2.3.4 Modelo

Modelo digital 3D del equipamiento basado en objetos, con una herramienta de software BIM.

2.3.5 Activo

Equipamiento, espacio u objeto con una gestión particularizada según criterios de operación y mantenimiento.

2.3.6 Parámetro

Variable que define una característica de un objeto, espacio o activo.

2.3.7 Formato

Forma de presentación del parámetro.

2.3.8 Software BIM

Denominación del campo específico en función del software BIM que se utilice para generar el modelo.

2.3.9 Informe

Documento escrito en base a datos, planos, vistas o tablas obtenidas del modelo con el propósito de comunicar información que facilite la toma de decisiones durante el desarrollo de la actuación.

2.3.10 Visualización 3D

Uso del modelado generado con el propósito de comunicar las cualidades visuales, espaciales o funcionales a través de vistas 3D, renders, paseos virtuales y escenografías.

2.3.11 Coordinación 3D

Uso del modelo para coordinar la ubicación de los elementos teniendo en cuenta sus requerimientos espaciales, tan funcionales como normativos y de accesibilidad para su mantenimiento posterior.

2.3.12 Gestión de Colisiones

Uso del modelo para coordinar diferentes disciplinas e identificar y/o resolver posibles colisiones entre elementos virtuales antes de realizar la construcción real o fabricación.

2.3.13 Especificaciones

Explicación o detalle de algo concreto, facilitando conceptos mediante descripciones de todos los elementos conformados.

2.3.14 Protocolos

Serie de reglas y/o procedimientos que se deben realizar con ciertos actos o criterios estandarizados conocidos por el emisor y receptor.

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis de investigación (Hi)

La implementación de un plan de ejecución BIM mejora la gestión de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.

2.4.2 Hipótesis nula (H0)

La implementación de un plan de ejecución BIM no mejora la gestión de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.

2.4.3 Hipótesis secundarias

La implementación de protocolos y especificaciones mejora la gestión de información de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.

La implementación de protocolos y especificaciones mejora el control de tiempos de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.

La implementación de protocolos y especificaciones mejora el control de costos de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.

2.4.4 Hipótesis secundarias nulas

La implementación de protocolos y especificaciones no mejora la gestión de información de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.

La implementación de protocolos y especificaciones no mejora el control de tiempos de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.

La implementación de protocolos y especificaciones no mejora el control de costos de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño Metodológico

3.1.1 Enfoque de la Investigación

La investigación cuenta con un enfoque cualitativos debido que la efectividad del Plan de Ejecución BIM será validado según la opinión y experiencia de los especialistas en BIM.

3.1.2 Tipo de Investigación

El presente trabajo se trata de una investigación aplicada, debido a que busca la aplicación y/o empleo de conocimientos adquiridos, con la finalidad de resolver un problema sobre un tema ya investigado.

3.1.3 Nivel de Investigación

El nivel de esta investigación será descriptivo debido a que pretende analizar un problema actual en la implementación de BIM en una circunstancia y lugar determinado, tiene como objetivo delimitar parámetros para su uso.

3.1.4 Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación será no experimental, ya que en la investigación se basa en el análisis e investigación de las variables, observando la consecuencia de la variable independiente sobre la variable dependiente; más no, en la manipulación de estas.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Debido a que el plan de ejecución BIM para la gestión de un proyecto de oficina tomará como caso de implementación dos oficinas en Lima Metropolitana, se considerará como muestra las oficinas materia de investigación.

3.2.2 Muestra

Al igual que en la población, para la muestra se tomarán las dos oficinas materia de investigación,

3.3 Definición Conceptual De Variables

3.3.1 Variable independiente

Plan de ejecución BIM: es un documento que describe cómo se van a implementar los protocolos y especificaciones, tiene como propósito proporcionar información sobre el contexto, alcance y expectativas; con el fin de garantizar las buenas prácticas de BIM en el ciclo de vida del Proyecto. Este, puede ser contractual o precontractual.

3.3 .2 Variable dependiente

Gestión de un proyecto: son las acciones a realizar con el fin de poder cumplir con una meta u objetivo determinado según las necesidades del cliente, esta puede utilizar diferentes metodologías y/o herramientas para mejorar su eficiencia.

3.4 Operacionalización de las variables

Tabla 3. Matriz de operacionalización

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES				
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><i>INDEPENDIENTE:</i></p> <p>PLAN DE EJECUCIÓN BIM</p>	Es un documento donde se especifica cómo se van a implementar los requisitos de información en un proyecto mediante estándares y procedimientos.	Será medido a través de una implementación de protocolos y especificaciones requeridos en un proyecto de oficina para Lima Metropolitana	ESTANDARES Y PROCEDIMIENTOS	Protocolos y Especificaciones
<p><i>DEPENDIENTE:</i></p> <p>GESTIÓN DE UN PROYECTO</p>	Es un conjunto de operaciones que se realiza con el fin de dirigir y administrar un proyecto considerando mejorar su calidad, productividad y control.	Mediante la gestión de información se podrá manejar una base más actualizada y real de cada elemento entre los involucrados de un proyecto para lograr un eficiente flujo de información	CALIDAD	Gestión de información
		Mediante el control de tiempos se podrá dar prioridad y programar de manera más efectiva las actividades a realizar	PRODUCTIVIDAD	Control de tiempos
		Mediante el control de costos se podrá tomar decisiones de inversión según una base mejor sustentada.	CONTROL	Control de costos

Fuente: Elaboración propia

3.5 Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos

Para el desarrollo del plan de ejecución BIM se utilizaron las siguientes técnicas de recolección de datos:

- Técnica de encuesta: fue la primera técnica que se utilizó para la recolección de información de primera mano, recaudando una muestra de 32 profesionales del sector construcción, a quienes se les preguntó sobre su conocimiento de BIM. Posteriormente, para la validación del PEB, se recaudó una muestra de 06 especialistas en la metodología BIM
- Técnica de la entrevista: después de los datos obtenidos de la encuesta, se prosiguió con realizar una entrevista, con la finalidad de conocer por qué BIM no se está desarrollando de manera eficiente en el Perú, según la opinión experto en BIM.

Se utilizó el servicio de video conferencia virtual Zoom como instrumento para la recolección de datos para las entrevistas, así como también la aplicación de administración de encuestas Google Forms, tanto para la validación del documento, como para la primera encuesta a profesionales.

3.6 Técnicas E Instrumentos De Procesamiento De Datos

Se utilizaron 02 instrumentos para el procesamiento de datos cuantificables:

- Google Forms, que da como resultado un procesamiento básico generado de manera automática por la aplicación, el cual nos ayudó a tener una idea general del resultado obtenidos.
- Excel, programa informático con hojas de cálculo, herramientas gráficas y tablas calculares, el cual fue utilizado para el procesamiento final de la información, así como también para la creación de gráficos.
- Toda esta información fue procesada mediante 02 ordenadores PC.

La técnica que se utilizó para el procesamiento de datos de la validación del Plan de Ejecución BIM, fue la herramienta de la escala de Linkert, ideal para medir opiniones, comportamientos y percepciones.

CAPITULO IV

RESULTADOS

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos, cada uno cumpliendo con los objetivos planteados para el desarrollo de la tesis.

4.1 Introducción del PEB de oficina en Lima Metropolitana

Plan de ejecución BIM para la gestión de oficina en Lima Metropolitana en su primera etapa (anteproyecto) con protocolos y especificaciones amigables para el lector, nace con la finalidad de mejorar la gestión y garantizar las buenas prácticas de BIM en el ciclo de vida.

¿Para quién está hecho este plan?

Está dirigido a profesionales dedicados al sector construcción, que estén familiarizándose o aún no manejen la metodología BIM; ya sea cliente, equipo técnico, contratista, consultor, u otros profesionales.

¿Cuánto se sabe sobre BIM en el Perú? - Encuesta

Se contactó un total de 32 profesionales para ser entrevistados sobre su conocimiento en la metodología BIM en el Perú. De esta cantidad, aproximadamente, un 80% aseguró saber qué es BIM y contar con conocimientos generales sobre esta metodología y sus beneficios más resaltantes como la gestión de información, la comunicación entre los involucrados, la mejora en visualización gráfica, el control de tiempos y el control costos; sin embargo, al momento de responder preguntas más específicas de BIM, relacionadas a su ISO, sus usos y a la implementación de BIM en un proyecto ya ejecutado.

Únicamente el 50% aseguró conocer sobre ello. Por lo que podríamos decir que, si bien es cierto la mayoría de personas conoce BIM, existe aún un desconocimiento cabal y consideramos que solo el 50% aproximadamente profundiza en la información y aprovecha realmente la metodología.

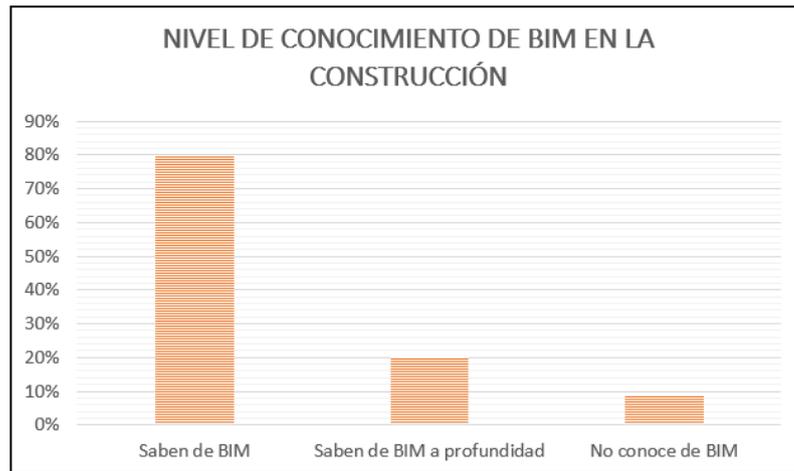


Figura 41. Resultados del cuestionario-conocimiento de BIM en la construcción

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a buscar información especializada, para saber por qué BIM estaba teniendo deficiencias en su implementación y uso; por lo que se entrevistó a 03 expertos en la Metodología de BIM.

- Ing. Marco Antonio Poma Valdivia
- Ing. Luis Felipe Huallanca Parra
- Ing. Rodolfo Poma Valdivia

Al cruzar la información de las entrevistas realizadas, se dio como resultado la identificación de algunos problemas actuales en el uso de BIM. Entre los que se puede mencionar:

1. Falta de estándares. Actualmente el Perú no cuenta con estándares para el uso de BIM, lo cual genera inconsistencias a la entrega y recepción de productos BIM.
2. Falta de importancia a la información y su aprovechamiento. Hay que recordar que BIM es un modelo de información donde se ingresa y se utiliza la información en el modelo según los objetivos y lineamientos del proyecto, por lo que la calidad de la información es un requisito indispensable.
3. Limitar el uso de BIM al modelado. Esto se suele dar debido a que no se profundiza en el uso de la metodología.

Según la información obtenida mediante las encuestas y las entrevistas realizadas a los especialistas en BIM, se ve la necesidad de un Plan de

Ejecución BIM, el cual contenga estándares de implementación de BIM en un proyecto.

Para esto, es necesario saber qué Plan de ejecución BIM, en adelante PEB, está conformado por:

- Las especificaciones con las que se va a implementar BIM en el proyecto.
- Los protocolos a seguir para poder implementar BIM.

Se deberá tener en cuenta algunos requisitos y consideraciones al momento de implementar el Plan de Ejecución BIM.

REQUISITOS Y CONSIDERACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE EJECUCIÓN BIM

REQUISITOS PARA EL LECTOR

- Contar con conocimientos del sector construcción.
- Contar con Conocimiento de los programas compatibles con BIM (nivel usuario).
- Tener acceso a los programas compatibles con BIM.
- Contar con información del proyecto que se desee ejecutar.

CONSIDERACIONES PARA EL MODELADOR

- Se recomienda utilizar un instrumento de trabajo que cuente con tarjeta de video min de 2GB, alta capacidad de memoria RAM y un procesador acorde a la necesidad, actualmente Core i5 (similar o de mejor rendimiento).

Figura 42. Requisitos y consideraciones para la implementación del PEB

Fuente: Elaboración propia

PEB (PLAN DE EJECUCIÓN BIM)

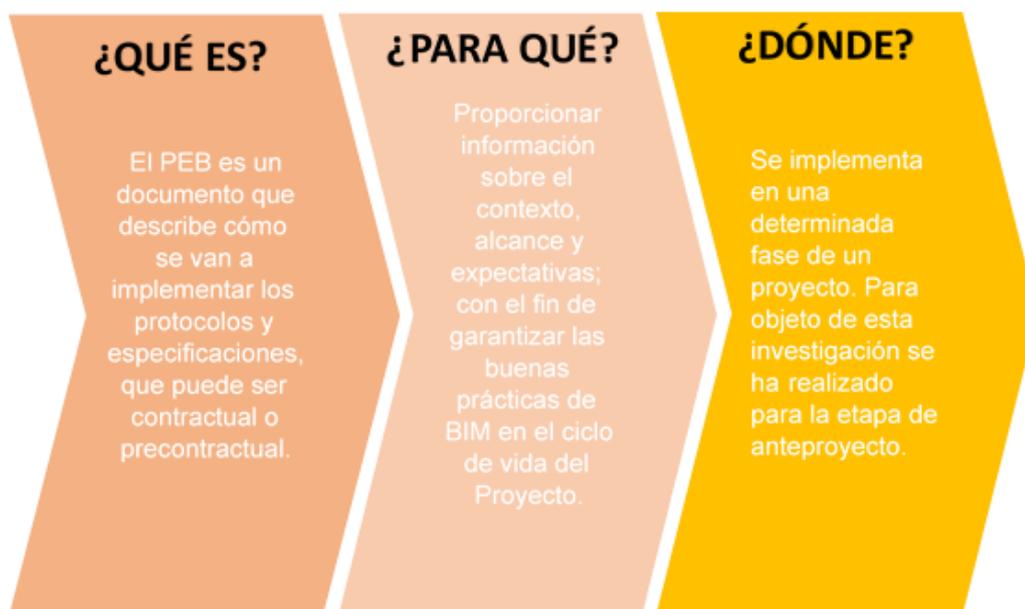


Figura 43. Plan de Ejecución BIM (PEB)

Fuente: Elaboración propia

OBJETIVOS - ¿QUÉ SE DESEA LOGRAR?

Este proyecto tiene como fin mejorar la gestión de un proyecto, considerando los siguientes objetivos específicos:

- Gestión de información
- Control de tiempos
- Control de costos

BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)

- BIM es un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares.
- Se desarrolla mediante un espacio virtual.
- Se desarrolla de forma colaborativa.

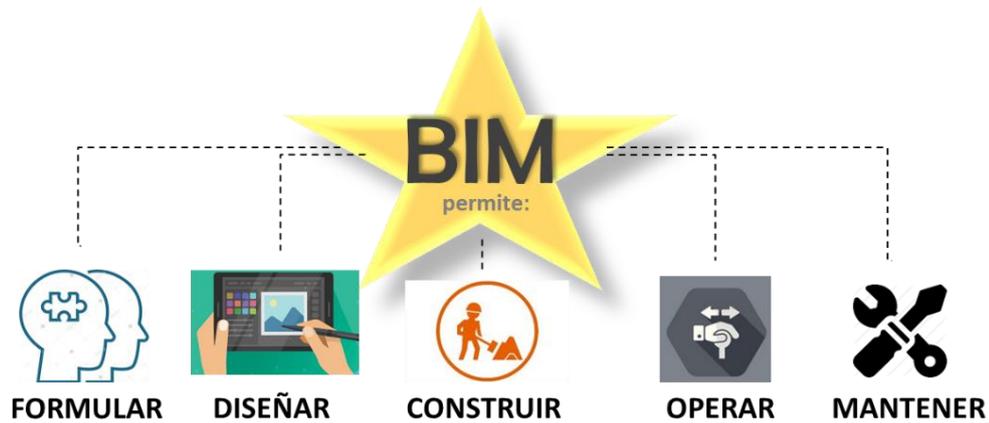


Figura 44. BIM (Building Information Modeling)

Fuente: Elaboración propia

OBJETIVO DEL PEB

Proporcionar protocolos y especificaciones para la implementación de BIM. Así como también, estandarizar la aplicación de BIM en el desarrollo del proyecto en su primera etapa (anteproyecto), con el fin de mejorar la gestión de proyectos, optimizando la gestión de información, el control de tiempos y el control de costos, propiciando el trabajo colaborativo y fluido entre los involucrados.

ÁMBITO APLICATIVO

Los presentes estándares y procedimientos son de aplicación para los profesionales en el sector construcción involucrados en el desarrollo de un proyecto que opten por el empleo de la metodología BIM en Lima Metropolitana.

4.2 PEB de oficinas en Lima Metropolitana

4.2.1 Información del proyecto

Iniciaremos el PEB, estableciendo la información básica del proyecto, tales como: nombre, ubicación, fechas generales de entrega u otra información relevante. Esto permitirá tener la información básica del proyecto

disponible para todos los miembros del equipo, ayudando a mejorar la gestión de información.

Tabla 4. Detalles del proyecto

DETALLES DEL PROYECTO	
Nombre del proyecto:	Remodelación de oficina San Isidro
Dirección del proyecto:	Calle Manuel Gonzales Olaechea N° 247, San Isidro, Lima, Perú.
Tipo de contrato:	Pre-Contractual
Fecha de inicio de la fase de diseño	10 de junio
Descripción del proyecto según los requerimientos del cliente:	Levantamiento de modelado y diseño de ACI en oficina Información paramétrica.

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Requisitos del Cliente

Antes de implementar BIM, el cliente deberá conocer qué requerimientos va a necesitar según su proyecto y sus objetivos. Se debe de considerar:

a) **Objetivos del cliente**

Se tiene como objetivos principales del proyecto, el desarrollo del levantamiento del estado actual de la oficina; así como también el diseño de la instalación de agua contra incendios e información paramétrica, considerando su entrega hasta la fase en proyecto básico. Esta remodelación será entregada en la etapa de ante proyecto para su posterior realización.

b) **Esquemmatización de roles y responsabilidades de cada agente. Véase capítulo 4.2.3.1**

- c) Protocolo para la gestión de involucrados. Véase capítulo 4.2.3.2.
- d) Protocolos de procesos BIM. Véase capítulo 4.2.3.3.
- e) Objetivos BIM
Se deberá establecer los objetivos BIM prioritarios, así como su uso y protocolos. Véase capítulo 4.2.3.4.
- f) Restricciones del formato de los archivos
Se deberá tener un sistema establecido para la documentación de archivos. Véase capítulo 4.2.4.
- g) Requisitos de coordinación y detección de interferencias
Para la coordinación de los involucrados y la detección de interferencias, se considerarán estrategias de colaboración (Véase capítulo N°4.2.5.1.
- h) Especificaciones y parámetros para los modelos
Para el modelado del proyecto, se considerará especificaciones y parámetros de sistema de coordenadas, elementos de referencia, nomenclatura de elementos y procedimientos de buenas prácticas. Véase capítulo 4.2.5.2.
- i) LOD y LOI
Para nivel de diseño y nivel de información del modelado se deberá considerar el protocolo para matriz de LODs según los elementos BIM. Véase capítulo 4.2.5.3.
- j) Especificaciones para los formatos de software
Se deberá establecer formatos para la realización, revisión y entrega de los formatos. Véase 4.2.6.1
- k) Requisitos del Hardware
Se considerarán requisitos mínimos para el buen funcionamiento de los programas. Véase capítulo 4.2.6.2
- l) Especificaciones para el uso compartido de datos y archivos
Se considerarán requisitos mínimos para el uso compartido de datos. Véase capítulo 4.2.6.3

4.2.3 Gestión

4.2.3.1 Definiciones de roles en el proyecto

Es necesario definir los roles y funciones de cada involucrado, con el fin elegir a la persona indicada según los objetivos que se deseen lograr y no cruzar responsabilidades y/o actividades entre los involucrados; de esta manera se mejorará la organización y el control de tiempo en el proyecto.

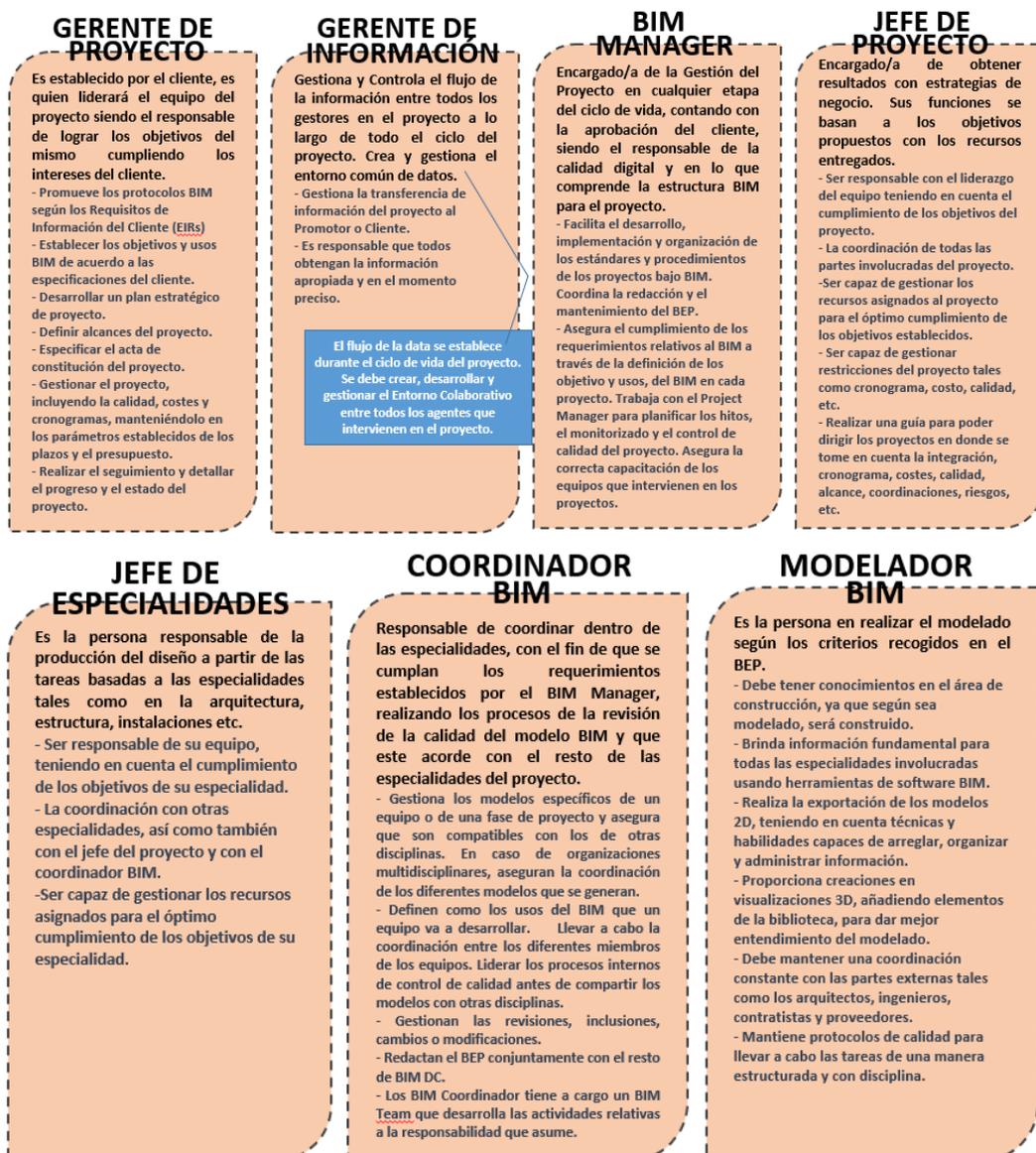


Figura 45. Definiciones de roles del proyecto

Fuente: Elaboración propia

ORGANIGRAMA

Es necesario contar con la estructura o jerarquía de los involucrados.

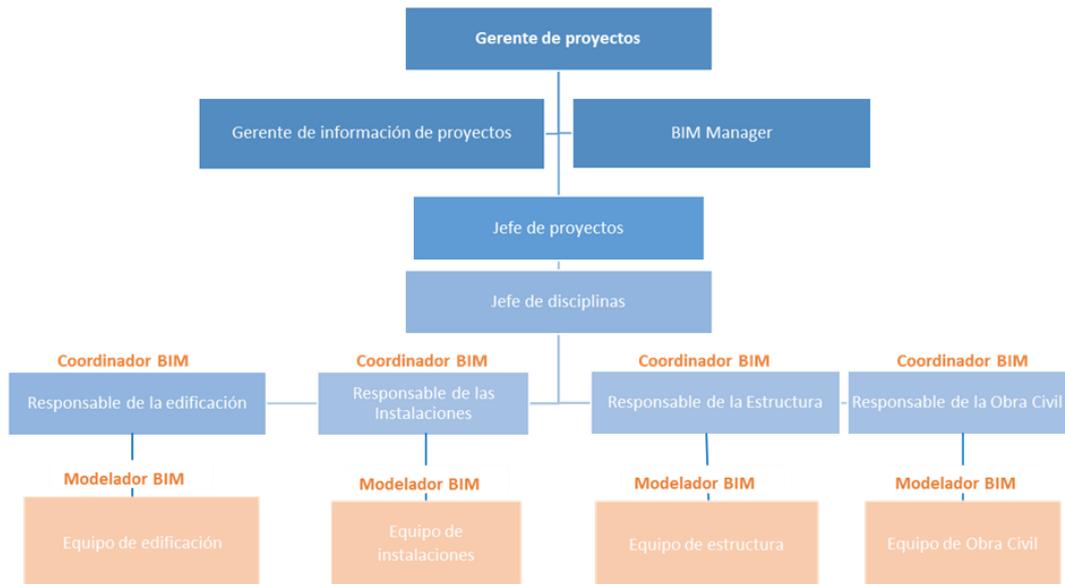


Figura 46. Organigrama

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.2 Protocolo de roles y responsabilidades

Para la buena gestión de información es necesario identificar a cada uno de los involucrados según el rol que ejercen; así como también, garantizar la comunicación continua, estableciendo un medio de comunicación determinado, que registre la comunicación.

Tabla 5. Protocolo de involucrados según rol

NOMBRE	ROL	COMPAÑÍA	CONTACTO	
			CORREO	WHATSAPP
Ing. Martínez López	Gerente de proyectos	AF&SA Asociados	gmartinez@afsa.pe	985426781
Ing. Rojas Guerra	Gerente de información de proyectos	AF&SA Asociados	arojas@afsa.pe	997458124
Ing. Rojas Guerra	BIM manager	AF&SA Asociados	arojas@afsa.pe	997458124
Ing. Del Águila	Jefe de proyecto	AF&SA Asociados	adelaguila@afsa.pe	956481230
Ing. Cruz Cruzado	Jefe de disciplinas	AF&SA Asociados	mcruz@afsa.pe	998741021
Ing. Cruz Cruzado	Coordinador BIM	AF&SA Asociados	mcruz@afsa.pe	998741021
Ing. Dongo Uribe	Modelador BIM	AF&SA Asociados	vdongo@afsa.pe	957412687

Fuente: Elaboración propia

Ejemplo de tabla de actividades principales a realizar según el rol que tenga el involucrado.

ROL DEL BIM	OTROS NOMBRES	GRUPO										PRODUCCIÓN				
		GESTIÓN					CALIDAD					PRODUCCIÓN CON CALIDAD	PRODUCCIÓN DE ENTREGABLES			
ACTIVIDADES		DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA GLOBAL	REDACTAR EL PLAN DE EJECUCIÓN DEL BIM	PARTICIPAR EN EL PLAN D'EJECUCIÓN DEL BIM	DEFINICIÓN DE PROCESOS GLOBALES	DEFINICIÓN PROCESOS BIM DEL ENCARGO	DEFINICIÓN PROCESOS BIM DE EQUIPO	DEFINICIÓN DE L'ABAST DEL MODELAT	COORDINACIÓN DEL MODELADO DE INFOR.	GESTIÓN DEL ENTORNO DE CALIDAD	ARROBACIÓN DE LA CALIDAD	VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD	ASEGURAMIENTO DE A CALIDAD	PRODUCCIÓN CON CALIDAD	CREACIÓN DE CONTENIDO	PRODUCCIÓN DE ENTREGABLES
Gestor del Modelo de Información	BIM Manager Responsable BIM	■			■			■			■	■				
Coordinador del BIM del Encargo	Responsable BIM		■		■			■	■	■	■	■				
Coordinador del BIM del Equipo	Coordinador BIM			■			■	■	■	■	■	■	■			
Equipo de Producción	Modelador BIM											■	■	■	■	■

Figura 47. Actividades a realizar según el rol de los involucrados

Fuente: Coloma + Armengol

4.2.3.3 Protocolo para procesos del proyecto

Se realizará una tabla de fases y fechas del proyecto con el fin de respetar las fechas fijadas según las etapas indicadas. Esto ayudará a la organización y control de tiempo.

Tabla 6. Protocolo para procesos del proyecto

ESPECIALISTAS	Fase del proyecto	Fecha estimada de comienzo	Fecha estimada de finalización	Agentes implicados en el proceso
PROYECTISTAS	Diseño conceptual	10 de junio	25 de junio	Ing. Cruz e Ing. Dongo
	Anteproyecto	25 de junio	15 de julio	Ing. Del Aguila, Ing. Cruz e Ing. Dongo
	Proyecto básico	15 de julio	15 de agosto	Ing. Del Aguila, Ing. Cruz e Ing. Dongo

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.4 Objetivos del proyecto

4.2.3.4.1 Protocolos para identificar objetivos BIM prioritarios

Se realizará una tabla con los usos BIM a implementar en el proyecto; esta tabla identificará qué objetivo se está intentando lograr mediante la implementación de cada uso; lo cual, ayudará a la gestión de información, al sectorizar los usos según objetivos a lograr (enfoque de optimización).

Tabla 7. Protocolo de usos BIM prioritarios

Uso BIM	Prioridad (Alta/ Media/ Baja)	Agente responsable del uso BIM	Observaciones	Enfoque de Optimización en:
Estudio del estado actual (3D)	Alta	Coordinador BIM	Modelo	Costo
Coordinación 3d	Alta	Coordinador BIM	Mejorar la ingeniería del valor	Tiempo
Previsión de costos	Alta	Jefe de proyecto	Costos generales	Costo
Revisión de diseño	Alta	Jefe de proyecto	Mejorar la ingeniería del valor	Información, costo
Mantenimiento	Media	Jefe de proyecto	Mitigar problemas	Costo
Automatización de procesos	Media/Baja	Modelador BIM	Reducir tiempos	Tiempo
Gestión del inventario	Baja	Jefe de proyecto	Cuantificar y parametrizar	Información
Gestión del espacio	Baja	Jefe de proyecto	Aprovechamiento y adaptabilidad	Información

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.4.2 Protocolos para el análisis de usos BIM

Se deberá marcar con una **(x)** la siguiente tabla; según los usos considerados en la tabla anterior, esta tabla ayudará a considerar en qué etapa del proyecto se implementará cada uso.

Tabla 8. Protocolo para el análisis de usos BIM

PLANIFICACIÓN		DISEÑO		CONSTRUCCIÓN		EXPLORACIÓN	
X	Estudio del estado actual	X	Estudio del estado actual	X	Estudio del estado actual	X	Estudio del estado actual
X	Previsión de costos		Previsión de costos		Previsión de costos		Previsión de costos
	Planificación de la obra		Planificación de la obra		Planificación de la obra		Libro del edificio
	Análisis del emplazamiento	X	Revisión del diseño		As-Built	X	Mantenimiento
			Documentación		Fabricación digital		Análisis del rendimiento
			Cálculos de ingeniería	X	Coordinación en 3D	X	Gestión del inventario
			Diseño lumínico		Pre construcción	X	Gestión de espacios
			Eficiencia energética		Replanteo digital		
			Sostenibilidad		Monitorización de la obra		
			Verificación de la normativa		Planificación de instalaciones temporales		

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Documentación

El proyecto debe contar con especificaciones de documentación que ayuden a la organización y control de tiempos al gestionar información.

4.2.4.1 Especificaciones para la nomenclatura de documentos

Se debe establecer una nomenclatura de archivos antes de realizar cualquier tipo de entrega de información entre los involucrados, con el fin de contar con un flujo de información más efectivo, teniendo acceso a cualquier archivo que sea almacenado en el ECD (Entorno Común de Datos) de manera más rápida y sencilla.

El cual, considere el año en que se está dando el proyecto, mes, el nombre del proyecto y el archivo o documento, el cual irá acompañado con un número al inicio para que se ordene automáticamente dentro del ECD. A continuación, se plantea una estructura general que ayudara en el reconocimiento de los archivos.

Año_Mes_NombreProyecto_(número)Archivo/Documento

Figura 48. Estructura de nomenclatura para los documentos

Fuente: Elaboración propia

4.2.4.2 Especificaciones – acrónimos por especialidad

Es necesario que los involucrados se comuniquen con la misma terminología, por ello, se debe crear códigos entre las especialidades, delimitadas por los involucrados.

CÓDIGO DE ESPECIALIDADES	
Arquitectura	ARQ
Interiores	INT
Estructura	STR
Instalaciones eléctricas	BTE
Instalaciones de comunicación y DATA	ICD
Instalaciones sanitarias	ISS
Instalaciones mecánicas	MEC
Agua Contra Incendio	ACI
Topografía	TPO
Fachada	FAC
Climatización	CLI
Carpintería	CPA
Acabados	ACA

Figura 49. Código por especialidad

Fuente: Elaboración propia

4.2.4.3 Especificaciones para el almacenamiento de archivos

Los archivos de cada equipo se almacenarán en un mismo entorno común de datos y se vinculará la última versión de los modelos

realizados; de este modo, el documento estará siempre actualizado y se encontrará visible cada modelo trabajado.

Dentro del entorno común de datos se deberán crear 03 carpetas, que consideren:

- WIP (Work In Progress), carpeta utilizada para documentar el trabajo en proceso, donde se tendrá una carpeta por cada especialidad; cada especialista puede almacenar sus documentos según su criterio.
- Aprobación, carpeta utilizada para la documentación y aprobación del trabajo unificado.
- Presentación, carpeta utilizada para documentar la entrega final al cliente.

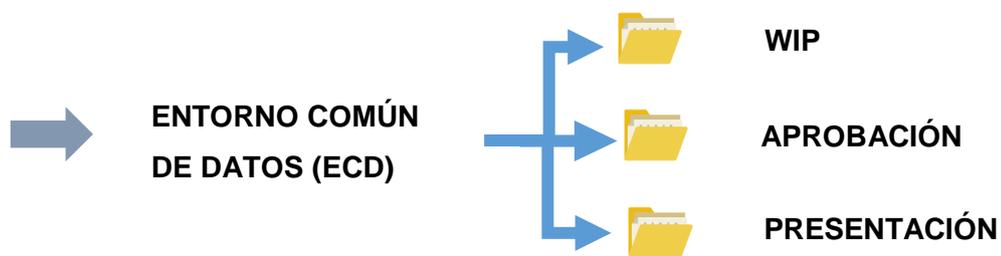


Figura 50. Almacenamiento de carpetas dentro del ECD

Fuente: Elaboración propia

Dentro de la carpeta de WIP, los equipos de cada especialidad trabajarán de manera independiente, por ende, se producirán intercambios semanales de archivos entre los distintos equipos.

Para almacenar los archivos dentro del entorno común de datos se crearán carpetas de todas las especialidades que participen en el proyecto según el capítulo 4.2.4.1 y los acrónimos establecidos, véase la figura 49.

De igual manera, habrá una carpeta llamada General, donde se almacenará los criterios comunes de BIM para los diferentes equipos de trabajo, en esta carpeta se encontrarán archivos como:

- Familias de objetos
- Plantillas
- Criterios
- Manuales, etc.



Figura 51. Almacenamiento de carpeta general

Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Estrategia y procedimientos

4.2.5.1 Estrategia de colaboración

4.2.5.1.1 Protocolo para el trabajo colaborativo y actividades entre los involucrados

Para una buena coordinación entre los involucrados es necesario contar con un flujo de coordinación establecido. Este flujo contará con 03 etapas principales, luego de realizados los trabajos individuales, se iniciará con la sesión de coordinación, siguiendo por la aprobación y finalizando en la documentación o archivado del documento o coordinación.

En el caso de la toma de decisiones, los cambios más significativos en el proyecto serán revisados y comunicados entre los integrantes del equipo en las reuniones de coordinación (véase el capítulo N°5.1.1) y quedarán registradas mediante un informe de incidencias (véase la tabla N°09) y/o acuerdos, con el fin de tener los trabajos subsanados de acuerdo a las observaciones realizadas por los especialistas en los plazos establecidos.

El registro de estas coordinaciones será guardado en un entorno común de datos, lo que facilitaría la comunicación entre las partes en caso que el equipo de diseño no pertenezca a la misma compañía. Realizar coordinaciones y/o colaboraciones más eficientes ayudaría tanto a mejorar la gestión de información, como al control de tiempo.

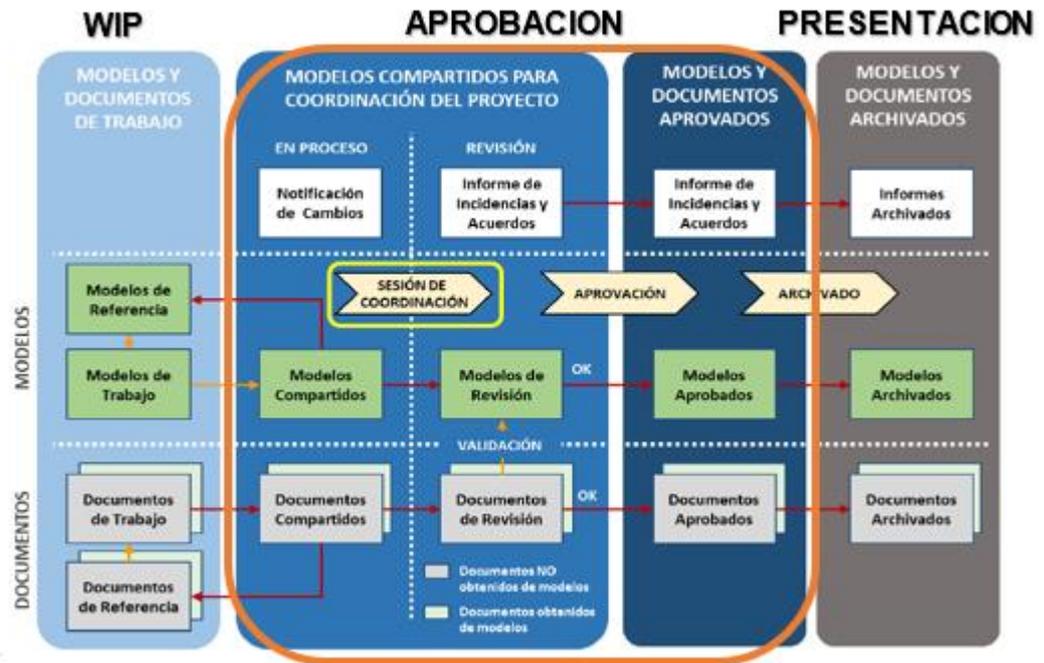


Figura 52. Flujo de trabajo colaborativo

Fuente: Adaptado por los autores

Tabla 9. Informe de incidencias y/o acuerdos

INFORME DE INCIDENCIAS Y/O ACUERDOS				
NOMBRE				
FECHA				
COMPAÑÍA				
ESPECIALIDAD				
ITEM	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN	CONCLUSION	RECOMENDACIÓN
1				
2				
3				
4				

Fuente: Elaboración propia

4.2.5.1.2 Protocolo para reuniones BIM

Con el fin de mejorar la planificación de reuniones y control de tiempo; se debe llevar un cronograma semanal, donde se especifiquen las actividades a realizar según los plazos establecidos por los agentes y/o involucrados. Por ejemplo, como se muestra en la figura N° 53, en un proyecto “X”, el día viernes, las partes contratadas comparten los archivos trabajados independientemente según su especialidad; luego el día lunes, todas las especialidades pasan a revisar su propio documento según a los del resto de especialidades; y finalizan el proceso el día martes, discutiendo los problemas detectados para su absolución para el próximo ciclo de reuniones, manteniendo una comunicación continua durante toda la semana.

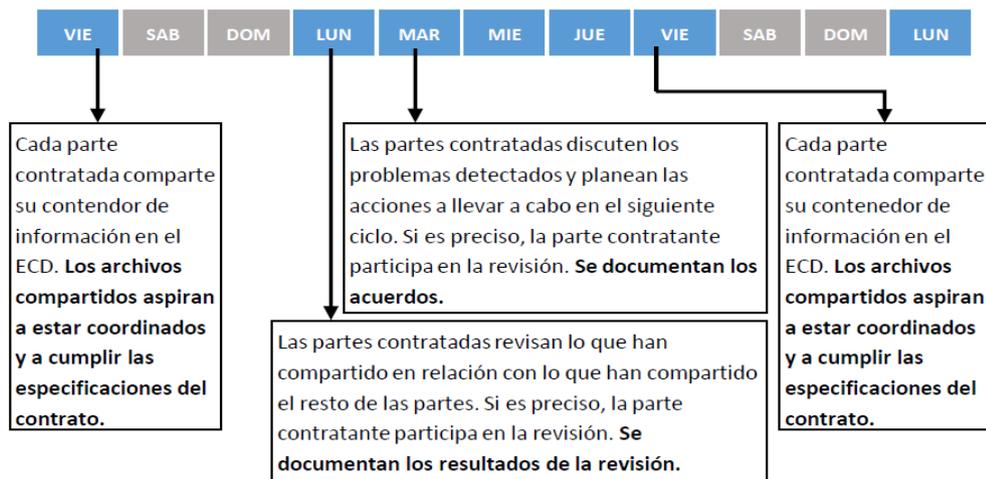


Figura 53. Protocolo de planificación de reunión por semana

Fuente: Coloma + Armengol

Según el arquitecto Eloi Coloma, “La gestión es un 5 % instrucción y un 95% comunicación”



Figura 54. Reuniones frecuentes

Fuente: Coloma + Armengol

Tal como se indica en la página anterior, se deberá establecer un Daily, el cual permitirá contextualizar las actividades en menos tiempo, de manera proactiva y dinámica que ayude a sumar la información recolectada para tener un proceso más eficiente.

Para esquematizar el proceso, se tendrá un protocolo según el tipo reunión que se vaya a realizar; aquí, se establecerá la frecuencia y los participantes a considerar en el proyecto y/o etapa del proyecto.

Tabla 10. Protocolo para tipo de reuniones según la frecuencia y participantes

TIPO DE REUNIÓN	FRECUENCIA	PARTICIPANTES
Referente al diseño	Inter diario	Jefe proyectos, especialista, coordinador BIM
Referente a la coordinación	Inter diario	Jefe de proyecto, BIM manager, coordinador BIM
Referente al modelado	Inter diario	Coordinador BIM, BIM manager, coordinador BIM
Referente a la revisión	Inter diario	Jefe de proyecto, especialista, cliente

Fuente: Elaboración propia

4.2.5.1.3 Protocolo de control de colisiones

Para poder realizar el control de interferencias se deberá llevar a cabo un flujo de trabajo que permita la eficiente revisión de los modelos. (Véase la figura N° 55).

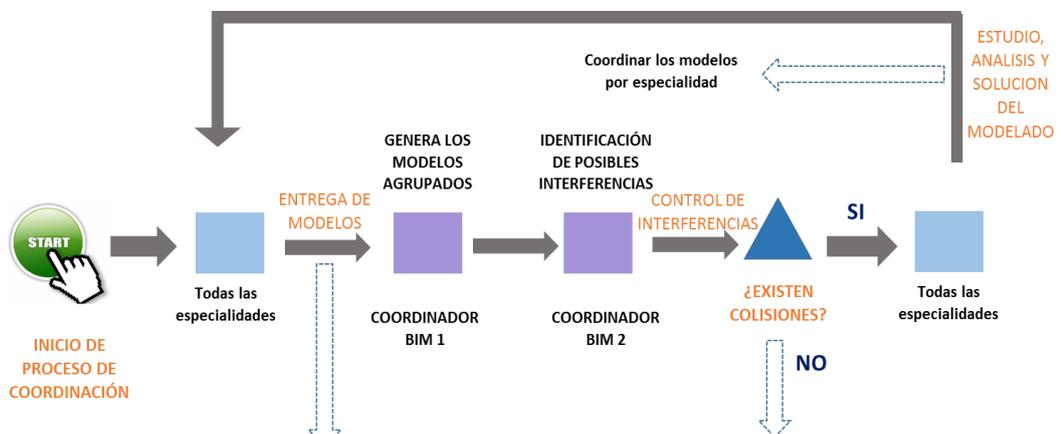


Figura 55. Flujo de trabajo para la revisión de modelados

Fuente: Elaboración propia

Según el flujo, cada equipo iniciará enviando al coordinador BIM 1 los archivos correspondientes a su especialidad en formatos compatibles con BIM (Revit, Naviswork, IFC, ArchiCAD u otro), los cuales serán definidos con anterioridad por los usuarios. El coordinador BIM 1 se encargará de generar un modelado general donde se tengan los modelos de manera unificada.

Una vez se tenga el modelo general, el coordinador BIM 1 se lo enviará al coordinador BIM 2, encargado de identificar las interferencias.

Al momento de correr el cruce de interferencias se encontrarán inferencias que representen cambios en el proyecto e interferencias

que no representen cambios en el proyecto; todas las interferencias encontradas, se dividirán en 03 tipos:

- Elementos de importancia alta (representa cambios en el proyecto)
- Elementos de importancia media (pueden representar cambios en el proyecto)
- Elementos de importancia baja. (no representan cambios en el proyecto)

Se deberá seleccionar los elementos de importancia alta y media que representen cambios en el proyecto; con el fin de subsanar errores y mitigar problemas.

En el caso de encontrar colisiones que representen cambios en el proyecto el coordinador BIM 2 informará al responsable de cada especialidad correspondiente para que realice el estudio, análisis y solución del modelado, mediante un informe de colisiones compartido en el entorno común de datos.

El informe de colisiones deberá llevar un parámetro específico para cada nivel de colisión, este parámetro, se identificará con un número en función a su importancia.

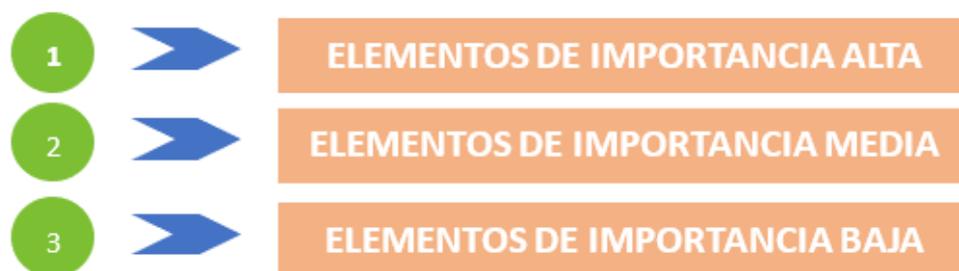


Figura 56. Número según nivel de colisión

Fuente: Elaboración propia

Para poder documentar las colisiones se debe realizar un formato que contenga toda la información fundamental por cada colisión, considerando únicamente elementos de importancia alta y media, el resto, se informará mediante un informe de incidencias (Véase la tabla N° 9); estos documentos se deberán compartir mediante el entorno común de datos.

El diagrama muestra un formato de colisiones con un recuadro naranja para la imagen y un recuadro azul para los datos. Los campos de datos son:

- Nombre del proyecto:
- Ubicación de colisión:
- Categoría de la colisión:
- Fecha del informe:
- Prioridad:
- N° de colisión:
- Descripción:
- Comentario/Solución:

Figura 57. Formato de colisiones

Fuente: Elaboración propia

4.2.5.2 Especificaciones para el modelado BIM

4.2.5.2.1 Especificaciones del sistema de coordenadas UTM

Todos los archivos tendrán que tener el mismo parámetro de coordenadas UTM, con el mismo punto de muestreo.

Todos los archivos realizados en Revit, tendrán que usar un sistema igual de coordenadas UTM compartidas.

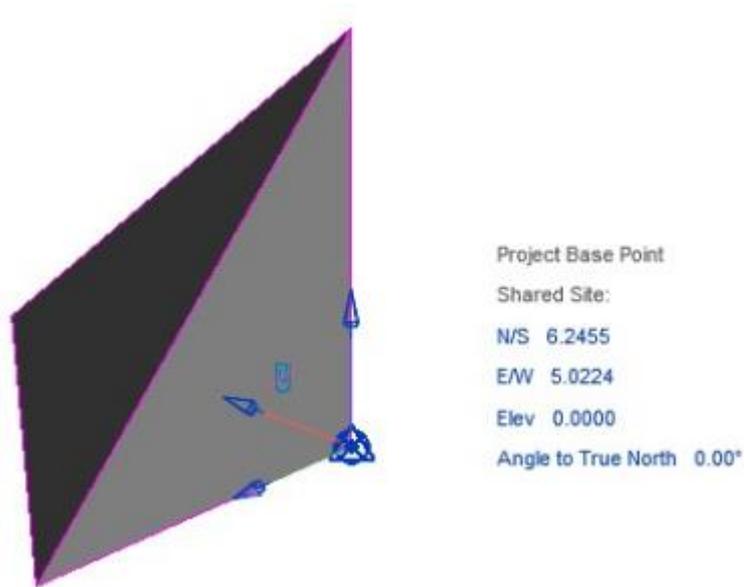


Figura 58. Sistema de coordenadas

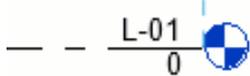
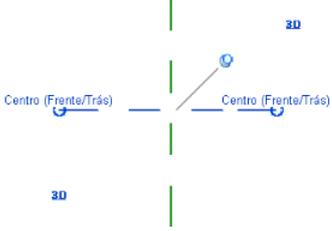
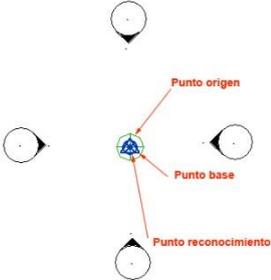
Fuente: Elaboración propia

4.2.5.2 Especificaciones de los elementos de referencia

Los elementos deben estar situados y referenciados en el espacio del modelo. Estos permiten localizar, por intermedio de referencias relativas y absolutas, diferentes componentes del proyecto.

Además, se utiliza para establecer restricciones dentro del modelado, entre las cuales son; niveles, rejillas, planos de referencia, punto de origen, punto de reconocimiento y punto base.

Tabla 11. Especificaciones de los elementos de referencia con su simbología

ELEMENTOS DE REFERENCIA	SIMBOLOGIA
Niveles	
Rejillas	
Planos de referencia	
Punto de origen	
Punto de base	
Punto de reconocimiento	

Fuente: Adaptado por los autores

4.2.5.2.3 Especificaciones para las buenas prácticas

Según Aparecido de Oliva (2019), la estructura de las buenas prácticas se divide en 3 categorías:

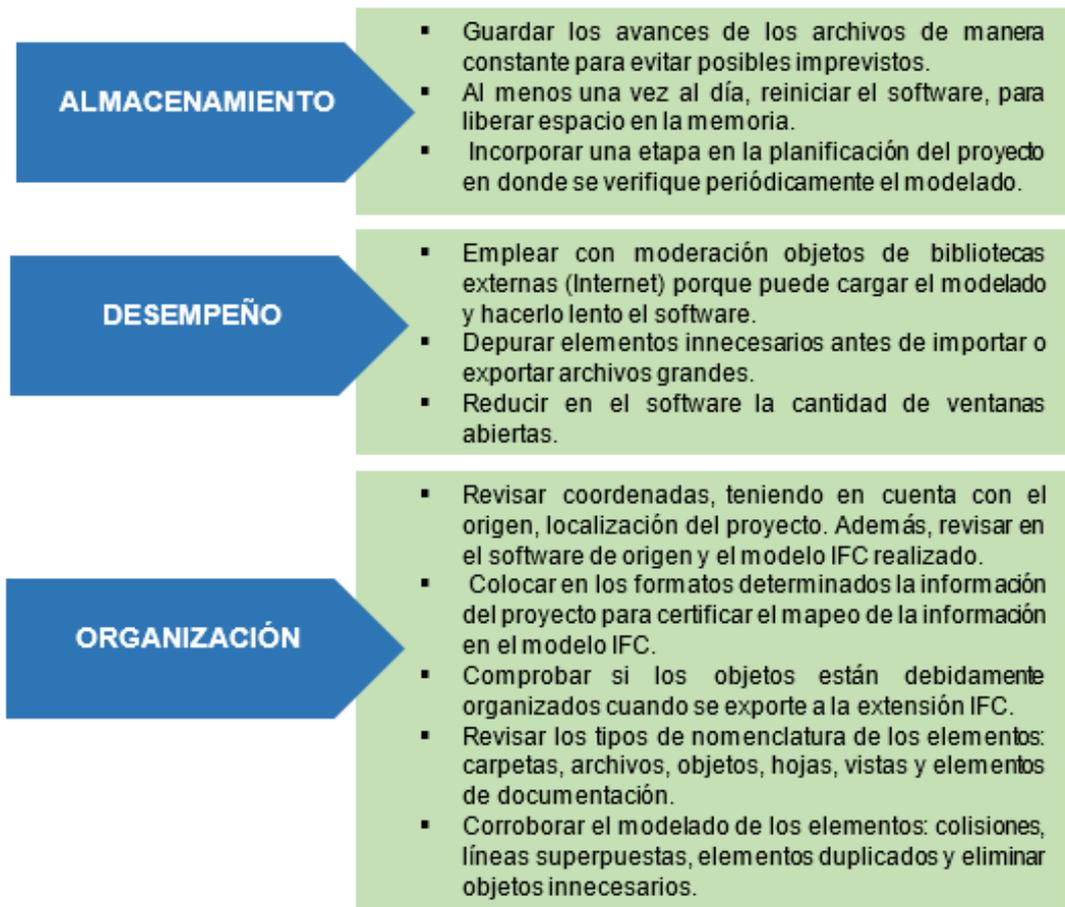


Figura 59. Especificaciones para las buenas prácticas

Fuente: BIM, Cataluña

Se deberá tener una nomenclatura de elementos establecida para su codificación, esto ayudará a identificar al elemento de manera eficiente.

Tabla 12. Especificaciones para la estructura de cada elemento

ELEMENTO	ESTRUCTURA DE ELEMENTOS
Muros	MUR_TIOMURO_ESPESOR
Losas	LOS_TIPOLOSA_ESPESOR
Revestimiento	REV_TIPOREV_ESPESOR
Luminarias	LUM_TIPOPUM_DIMENSIONES
Mobiliario	MOB_TIPOMOB_DIMENSIONES
Puertas	PUE_TIPOPUE_DIMENSIONES
Ventanas	VEN_TIPOVEN_DIMENSIONES
Piso	PISO_TIPOPISO_ESPESOR
Rociadores	ROC_TIPOROC_DIA
Tuberías	TUB_TIPOPOTUB_DIAMETRO
Accesorios de Tuberías	ACCTUB_TIPOACCTUB_DIMENSIONES
Habitaciones	HAB_NUMERO_NOMBRE
Falso cielo raso	FCR_TIPOFCR_ESPESOR
Columnas	COL_TIPOCOL_DIMENSIONES

Fuente: Elaboración propia

4.2.5.3 Protocolo para matriz de LODs de elementos BIM

Este protocolo es importante en la realización de modelos por cada especialidad, ya que especifica los niveles de detalle (LOD) y niveles de información (LOI).

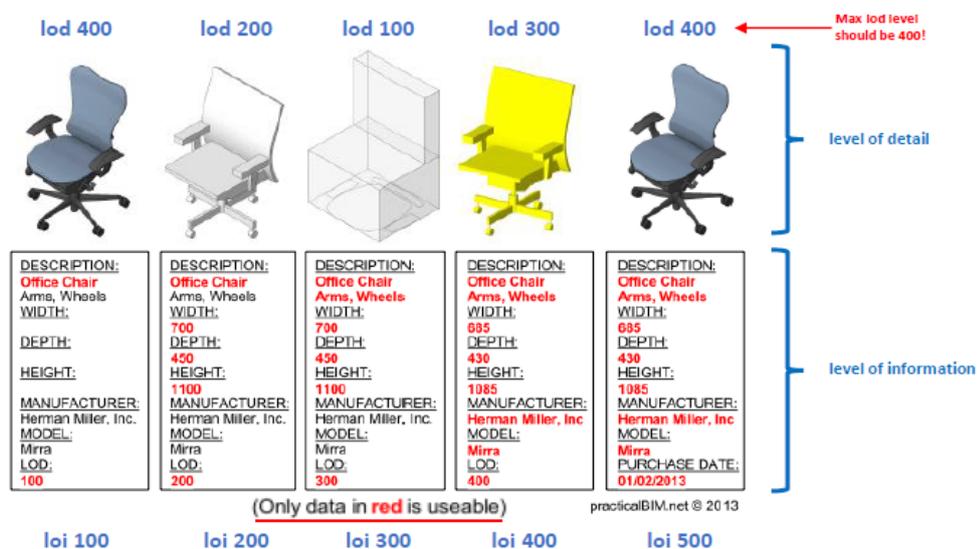


Figura 60. LODs de elementos BIM

Fuente: Coloma + Armengol

Tabla 13. Protocolo de LODs según los elementos

ELEMENTO	LOD	LOI
Muros	300	350
Losas	300	350
Revestimiento	300	350
Luminarias	200	300
Mobiliario	300	300
Puertas	200	300
Ventanas	200	300
Suelos	300	350
Rociadores	200	300
Tuberías	200	350
Accesorios de Tuberías	200	350
Habitaciones	200	300
Falso cielo raso	200	350
Columnas	300	350

Fuente: Elaboración propia

4.2.5.4 Protocolo para los parámetros del proyecto

Es una condición que se añade al elemento BIM para obtener información. Se propone el siguiente formato:

Tabla 14. Protocolo para los parámetros del proyecto

ITEM	NOMBRE	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	TIPO		
				TEXTO	NÚMERO	SI/NO
1	REVESTIMIENTO	MURO	Indica si el muro generado es revestimiento			X
2	HABITACIÓN	MOBILIARIO, LUMINARIA, SUELOS, PUERTAS Y FALSOS CIELOS RASOS	Indica en qué habitación se encuentra y dimensiones	X		
3	DIMENSIONES	MOBILIARIO	Indica el largo y ancho del mobiliario	X		

Fuente: Elaboración propia

4.2.5.5 Control de Calidad BIM

4.2.5.5.1 Especificaciones para el control de calidad del modelo

En relación al modelado, se tiene que garantizar los siguientes puntos:

Los modelos utilicen un sistema de coordenadas UTM y que se encuentren situados en el punto de origen definido al inicio del contrato, y además que tengan los mismos niveles, ejes de referencia, cotas, denominaciones para poder agilizar la gestión de los modelos y los inventarios de activos.

El listado de objetos modelados tenga las especificaciones determinadas en el PEB y tengan una correcta codificación.

El detallado correcto de los objetos adicionales, justificando su incorporación y suprimir los elementos innecesarios, desplazados y/o duplicados.

Que se hayan eliminado todos los archivos irrelevantes del modelado, que no formen parte del entregable.

Que los formatos de los archivos y nomenclaturas se mantengan estandarizados durante el ciclo de vida útil del proyecto.

4.2.5.5.2 Especificaciones para el control de calidad de datos

Por otra parte, los responsables de los diferentes modelos deberán de verificar los datos que incluyan los modelos virtuales de su responsabilidad, cualquiera que fuese tu tipología, cumplan con las siguientes condiciones:

conformidad:	los datos están asociadas a los objetos que corresponden y los valores introducidos están de acuerdo con las características que definen;
precisión:	los valores de los datos se han introducido en los campos y los formatos previamente establecidos y no se duplican;
validez:	los valores de los datos reflejan las características de objetos reales o provienen de fuentes fiables,
solidez:	los datos son consistentes cuando se relacionan entre ellas al ser utilizadas en diferentes disciplinas o lotes,
coherencia:	la relación entre las diferentes datos introducidos es correcto
A tiempo:	los datos requeridos están disponibles cuando son necesarias,
completitud:	todos los datos necesarios están informadas,
transferencia:	los datos están en el formato adecuado para ser utilizadas en todo el proceso
comprensión:	la denominación de los datos es clara, concreta y inteligible

Figura 61. Coordinación y control de calidad

Fuente: BIM, Cataluña

4.2.6 IT

4.2.6.1 Especificaciones para los formatos de Software

Es importante que todo el equipo de trabajo, tenga el mismo software predeterminado, contando con la misma versión y especificando la extensión. Los softwares a utilizar serán:

Tabla 15. Especificaciones para programas de software

PROGRAMA	VERSIÓN	EXTENSIÓN	FINALIDAD
REVIT	Versión 2020	.RVT	Modelado
NAVISWORK	Versión 2020	.NWD	Análisis de colisiones
DYNAMO	Versión 2.0.3	.DYN	Automatización

Fuente: Elaboración propia

4.2.6.2 Especificaciones para los requisitos de Hardware

Para la buena funcionalidad del PEB, se consideran como requisitos mínimos:

- Req Min. Core i5 o similar, 8GB de RAM que sean genéricos
- Req Standard Core i5 16 GB de RAM
- Req Ideales: Core i 5 16 GB de RAM 2 GB tarjeta Video Dedicada

4.2.6.3 Especificaciones para el uso compartido de datos y archivos

Se deberá contar con un uso compartido de datos de capacidad suficiente según el proyecto a ejecutar. Es importante describir en donde se almacenará la información, que en el presente proyecto se utilizará un sistema básico usando Dropbox como un servidor de almacenaje.

4.3 Ejecución del modelo de oficina en Lima Metropolitana

Para visualizar lo desarrollado en el Plan de Ejecución BIM, se mostrarán los modelos terminados y su documentación con la finalidad de esquematizar los parámetros establecidos en el PEB.

Según lo estipulado el capítulo 4.2.6.3, se utilizó Dropbox para el almacenamiento de los archivos. Los archivos generados, se documentaron en base al capítulo 4.2.4., se crearon 03 carpetas considerando la nomenclatura y la forma de documentación establecida.

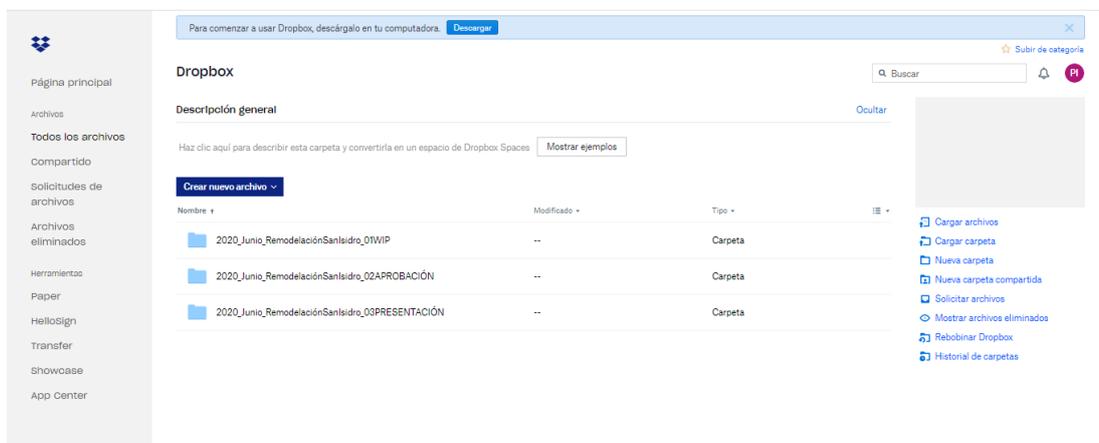


Figura 62. Entorno común de datos - Dropbox

Fuente: Elaboración propia

Dentro de 01WIP, encontraremos los documentos por cada especialidad, los cuales estarán ordenados según el criterio de cada especialista.

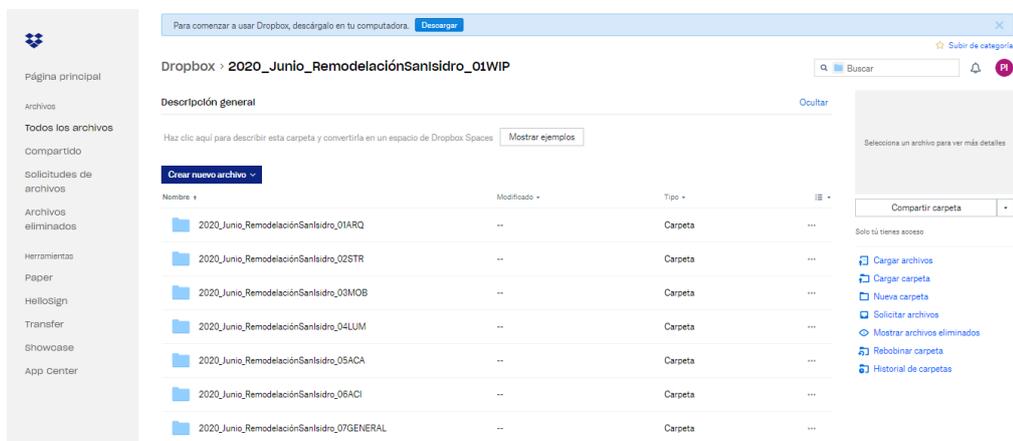


Figura 63. ECD - Dropbox, 01WIP

Fuente: Elaboración propia

Según lo establecido, tendremos la carpeta de general con la información de uso común.

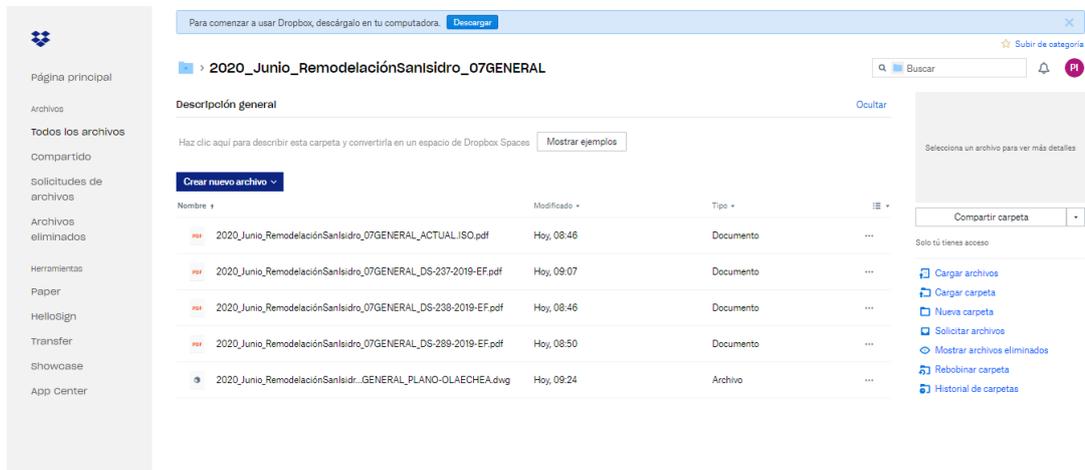


Figura 64. ECD, Dropbox,01WIP, 07GENERAL

Fuente: Elaboración propia

Luego, pasaremos a la carpeta de aprobación donde los documentos han sido revisados por los involucrados bajo la estrategias y procedimientos establecidos en el capítulo 4.2.5. En esta carpeta se encontrarán de igual manera los registros de incidencias, tanto de coordinación como del propio modelo desarrollado.

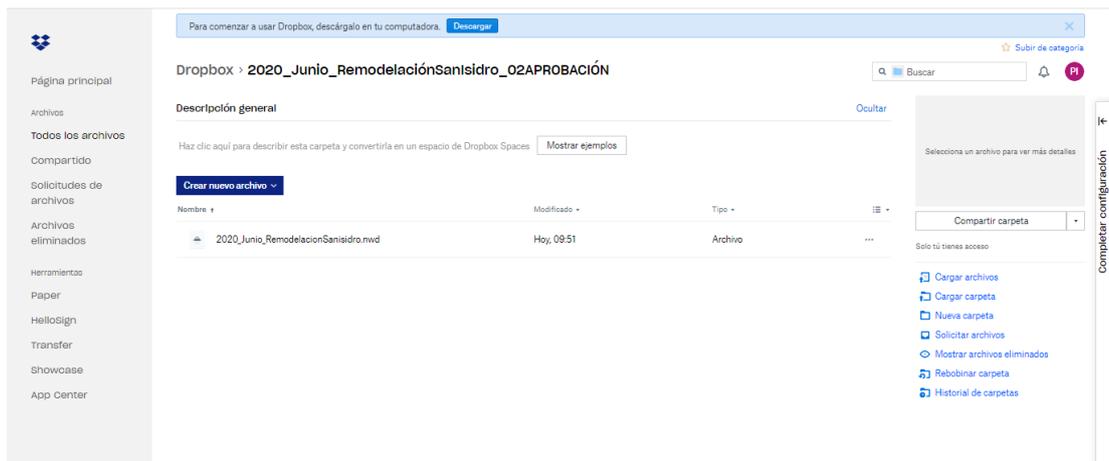


Figura 65. ECD, Dropbox, 02APROBACIÓN

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la carpeta de aprobación se tendrá el documento final para su entrega al cliente y registro del documento.

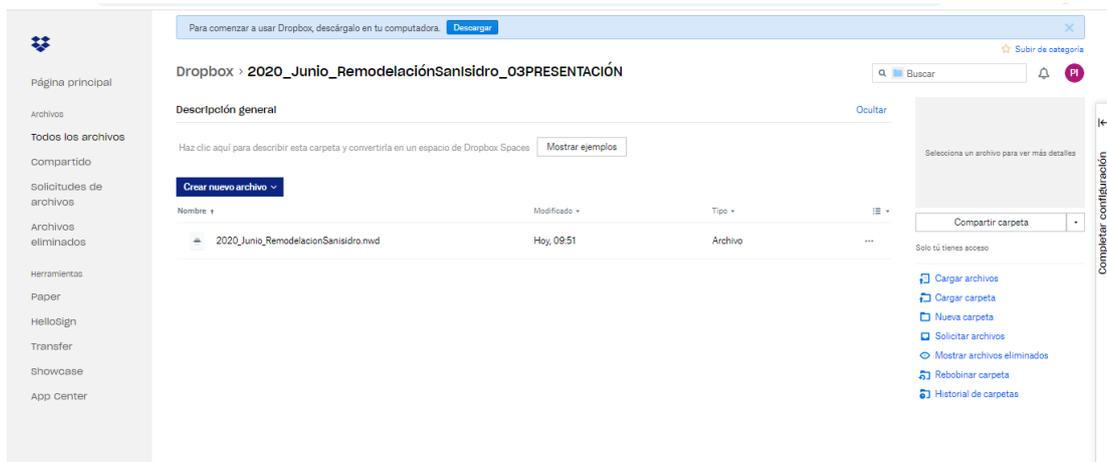


Figura 66. ECD, Dropbox, 03PRESENTACION

Fuente: Elaboración propia

En la imagen se muestra la oficina en vista 3D teniendo en cuenta las coordenadas UTM.



Figura 67. Revit 2020, muestra en 3D

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen se muestra la distribución arquitectónica de la oficina en vista 3D en el software Revit 2020.

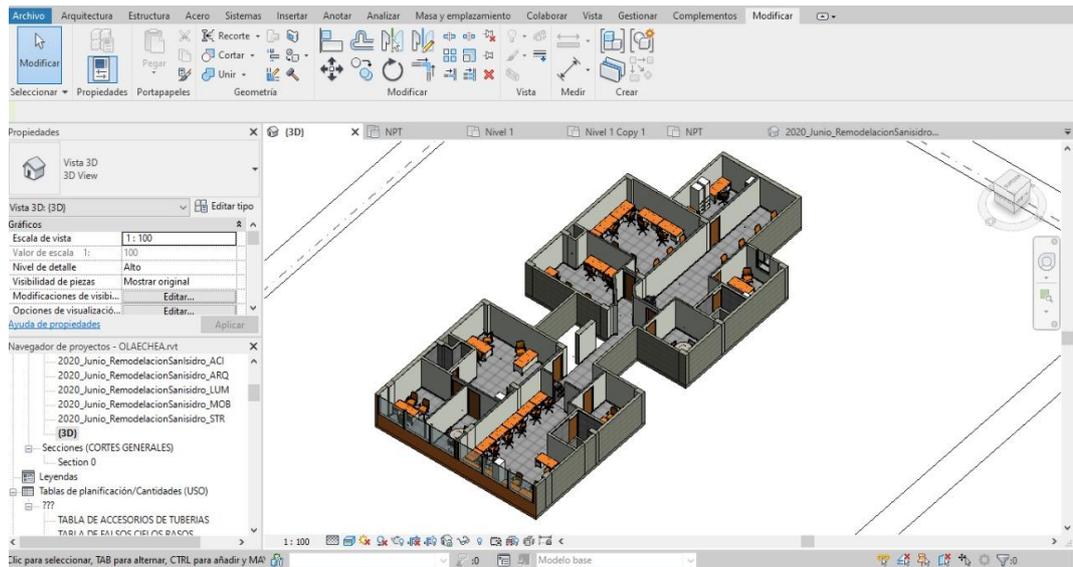


Figura 68. Revit 2020, distribución arquitectónica en 3D

Fuente: Elaboración propia

En esta imagen se muestra la distribución de planta de la oficina en el software Revit.

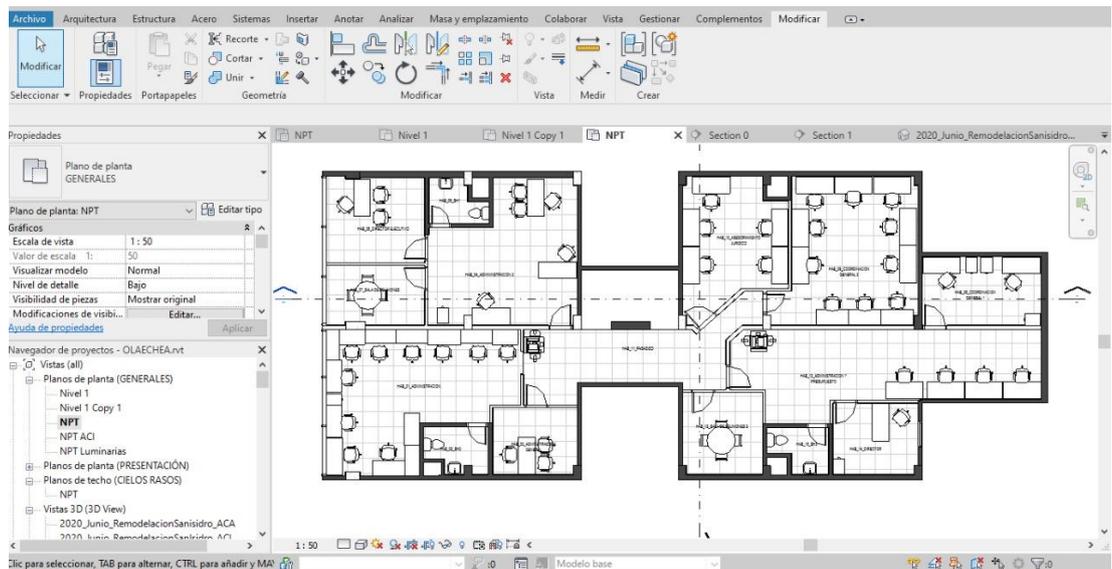


Figura 69. Revit 2020, distribución vista en planta.

Fuente: Elaboración propia

En esta imagen se muestra la sección transversal de la oficina, en donde se detalla la distribución arquitectónica y la estructura interna. Además, el nivel de referencia de cada punto (NPT) en el software Revit.

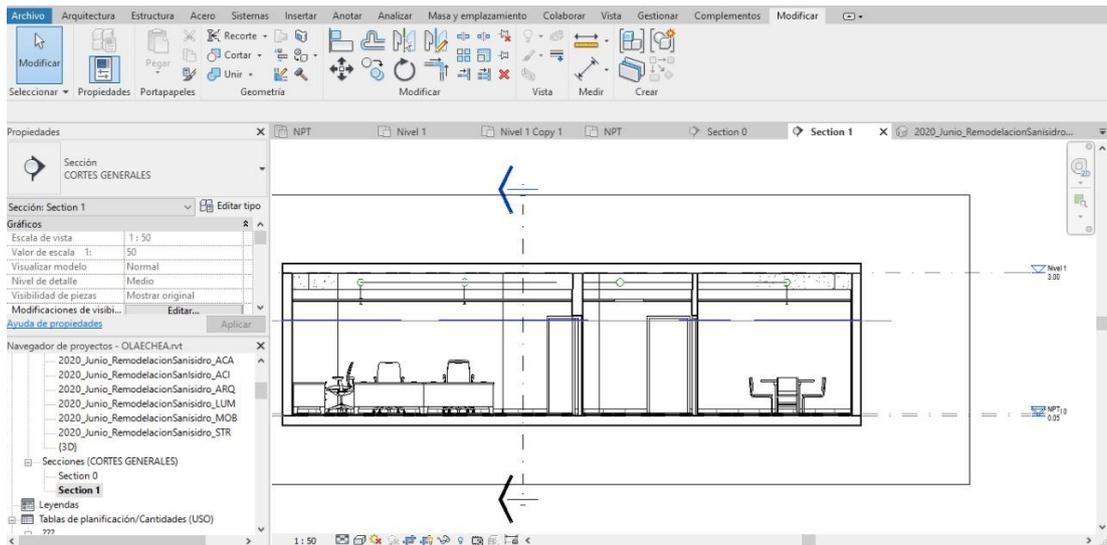


Figura 70. Revit 2020, vista en corte, sección transversal.

Fuente: Elaboración propia

En esta imagen se muestra el diseño de la distribución del sistema contra incendios (ACI) y las luminarias de la oficina para su remodelación, en el software Revit.

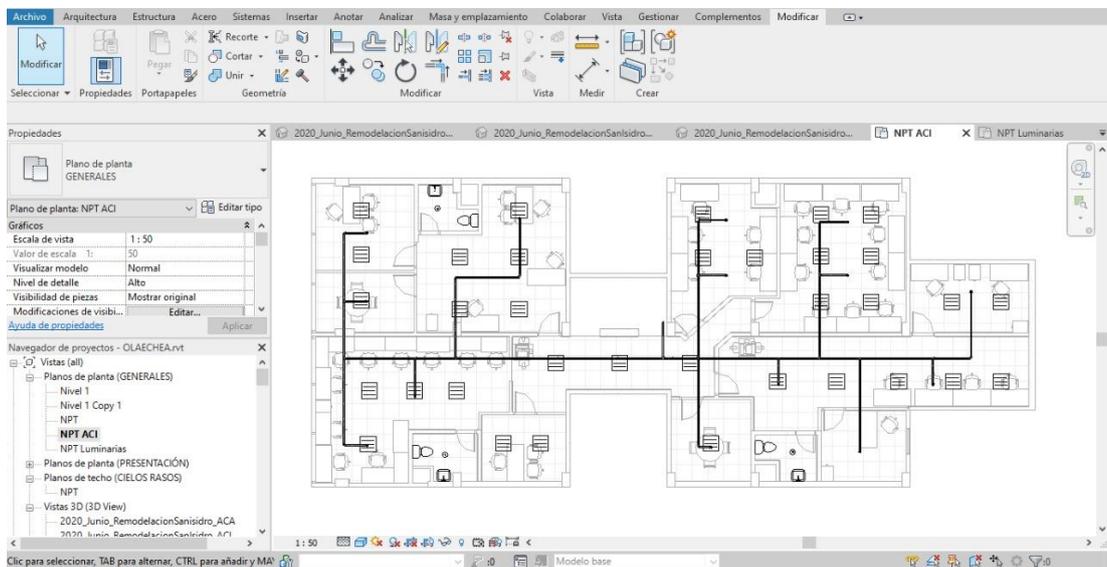


Figura 71. Revit 2020, diseño de ACI y luminarias

Fuente: Elaboración propia

Según lo establecido en el PEB y los objetivos propuestos, se obtuvo la siguiente información del modelado de la oficina. Esta información será de suma importancia para el desarrollo del proyecto durante todo su ciclo de vida.

A partir de la implementación de los usos previsión de costos, mantenimiento, gestión del inventario y gestión del espacio se tuvo como resultado las siguientes tablas generadas:

Con respecto a los usos BIM “Mantenimiento” y “Gestión del inventario” se pudo generar las siguientes tablas N°16 al N°23 del modelado las cuales sirven para operar, gestionar y agilizar en la toma de decisiones.

Mediante la implementación del uso BIM “Previsión de costos” se pudo obtener montos aproximados; por ejemplo, en la tabla N°16 nos dio como resultado S/.22,614.75 para la partida de falso cielo raso. En la tabla N°17 de la partida de luminarias dio S/.3625.00, según la tabla N°18 en la partida de revestimientos se obtiene el monto de S/. 47,543.76 y finalmente en la tabla N°19 se presenta la partida de accesorio de tuberías la cual tiene como un total de S/557.00. Este uso nos ayuda con el control de costos al facilitar y agilizar la toma de decisiones, teniendo un precio parcial actualizado en base al modelo realizado.

Basándose en el uso BIM “Gestión del espacio” se pudo obtener las siguientes tablas N°20 y el N°21, las cuales ayudarán a tener mejor distribución del espacio y mapeo de las áreas actualizadas en relación al modelado realizado.

Tabla 16. Partida de falso cielo raso

TABLA DE FALSOS CIELOS RASOS				
NOMBRE DE AMBIENTE	DESCRIPCIÓN	AREA (m ²)	COSTO x m ²	P. PARCIAL
HAB_01_ADMINISTRACION	FCR_BALDOSAACUSTICA_0.60X0.60	33.82	95	3212.9
HAB_02_SH2	FCR_BALDOSAACUSTICA_0.60X0.60	4.23	95	401.85
HAB_03_ADMINISTRADORA GENERAL	FCR_BALDOSAACUSTICA_0.60X0.60	8.46	95	803.7
HAB_04_ADMINISTRACION 2	FCR_BALDOSAACUSTICA_0.60X0.60	28.06	95	2665.7
HAB_05_SH1	FCR_BALDOSAACUSTICA_0.60X0.60	3.37	95	320.15
HAB_06_DIRECTOR EJECUTIVO	FCR_BALDOSAACUSTICA_0.60X0.60	12.66	95	1202.7
HAB_07_SALA DE REUNIONES	FCR_BALDOSAACUSTICA_0.60X0.60	8.76	95	832.2
HAB_08_COORDINACION GENERAL 1	FCR_BALDOSAACUSTICA_0.60X0.60	12.33	95	1171.35
HAB_09_COORDINACION GENERAL 2	FCR_BALDOSAACUSTICA_0.60X0.60	29.47	95	2799.65
HAB_10_ASESORAMIENTO JURIDICO	FCR_BALDOSAACUSTICA_0.60X0.60	19.04	95	1808.8
HAB_11_PASADIZO	FCR_BALDOSAACUSTICA_0.60X0.60	20.66	95	1962.7
HAB_12_SALA DE REUNIONES 2	FCR_BALDOSAACUSTICA_0.60X0.60	9.87	95	937.65
HAB_13_ADMINISTRACION Y PRESUPUESTO	FCR_BALDOSAACUSTICA_0.60X0.60	34.6	95	3287
HAB_14_DIRECTOR	FCR_BALDOSAACUSTICA_0.60X0.60	9.12	95	866.4
HAB_15_SH3	FCR_BALDOSAACUSTICA_0.60X0.60	3.6	95	342
SUB TOTAL DE FALSOS CIELOS RASOS				22614.75

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Partida de luminarias.

TABLA DE LUMINARIAS				
NOMBRE DE AMBIENTE	DESCRIPCIÓN	Count	Cost	P. PARCIAL
HAB_01_ADMINISTRACION	LUM_LUMINARIARECTANGULAR_0.60X0.60	4	100	400
HAB_02_SH2	LUM_LUMINARIACIRCULAR_0.22D	1	75	75
HAB_03_ADMINISTRADORA GENERAL	LUM_LUMINARIARECTANGULAR_0.60X0.60	2	100	200
HAB_04_ADMINISTRACION 2	LUM_LUMINARIARECTANGULAR_0.60X0.60	5	100	500
HAB_05_SH1	LUM_LUMINARIACIRCULAR_0.22D	1	75	75
HAB_06_DIRECTOR EJECUTIVO	LUM_LUMINARIARECTANGULAR_0.60X0.60	2	100	200
HAB_07_SALA DE REUNIONES	LUM_LUMINARIARECTANGULAR_0.60X0.60	1	100	100
HAB_08_COORDINACION GENERAL 1	LUM_LUMINARIARECTANGULAR_0.60X0.60	2	100	200
HAB_09_COORDINACION GENERAL 2	LUM_LUMINARIARECTANGULAR_0.60X0.60	6	100	600
HAB_10_ASESORAMIENTO JURIDICO	LUM_LUMINARIARECTANGULAR_0.60X0.60	3	100	300
HAB_11_PASADIZO	LUM_LUMINARIARECTANGULAR_0.60X0.60	3	100	300
HAB_12_SALA DE REUNIONES 2	LUM_LUMINARIARECTANGULAR_0.60X0.60	1	100	100
HAB_13_ADMINISTRACION Y PRESUPUESTO	LUM_LUMINARIARECTANGULAR_0.60X0.60	5	100	500
HAB_15_SH3	LUM_LUMINARIACIRCULAR_0.22D	1	75	75
SUB TOTAL DE ILUMINARIAS				3625

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Partida de revestimientos

TABLA DE REVESTIMIENTOS				
NOMBRE DE AMBIENTE	TIPO	AREA	COSTO	P. PARCIAL
HAB_01_ADMINISTRACION	REV_PINTBLANCOHUESO_0.01	56.06 m ²	85	4764.89
HAB_02_SH2	REV_ZOCALO45X45_0.01	22.96 m ²	50	1147.8
HAB_03_ADMINISTRADORA GENERAL	REV_PINTBLANCOHUESO_0.01	28.64 m ²	85	2434.75
HAB_04_ADMINISTRACION 2	REV_PINTBLANCOHUESO_0.01	55.07 m ²	85	4680.87
HAB_05_SH1	REV_ZOCALO45X45_0.01	19.79 m ²	50	989.42
HAB_06_DIRECTOR EJECUTIVO	REV_PINTBLANCOHUESO_0.01	29.98 m ²	85	2548.18
HAB_08_COORDINACION GENERAL 1	REV_PINTBLANCOHUESO_0.01	35.96 m ²	85	3056.52
HAB_08_SALA DE REUNIONES	REV_PINTBLANCOHUESO_0.01	26.85 m ²	85	2282.25
HAB_09_COORDINACION GENERAL 2	REV_PINTBLANCOHUESO_0.01	58.85 m ²	85	5002.08
HAB_10_ASESORAMIENTO JURIDICO	REV_PINTBLANCOHUESO_0.01	47.63 m ²	85	4048.67
HAB_11_PASADIZO	REV_PINTBLANCOHUESO_0.01	50.78 m ²	85	4316.28
HAB_12_SALA DE REUNIONES 2	REV_PINTBLANCOHUESO_0.01	30.86 m ²	85	2623.36
HAB_13_ADMINISTRACION Y PRESUPUESTO	REV_PINTBLANCOHUESO_0.01	73.35 m ²	85	6234.89
HAB_14_DIRECTOR	REV_PINTBLANCOHUESO_0.01	28.22 m ²	85	2398.62
HAB_15_SH3	REV_ZOCALO45X45_0.01	20.30 m ²	50	1015.2
Grand total: 180		585.30 m ²		47543.76

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Partida de accesorios de tuberías

TABLA DE ACCESORIOS DE TUBERIAS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P.U.	P. PARCIAL
ACCTUB_CODO90_2"	22	10	220
ACCTUB_CRUZ_2"	1	13	13
ACCTUB_REDUCTOR_2"/0.5"	18	8	144
ACCTUB_TEE_2"	15	12	180
SUB TOTAL ACCESORIO DE TUBERIAS			557

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Partida de mobiliarios

TABLA DE MOBILIARIOS		
NOMBRE DE AMBIENTE	DESCRIPCIÓN	Count
HAB_01_ADMINISTRACION	MOB_ESCRITORIO_1.00X0.60	2
HAB_01_ADMINISTRACION	MOB_ESCRITORIO_1.20X0.55	5
HAB_01_ADMINISTRACION	MOB_ESCRITORIO_1.25X0.60	4
HAB_01_ADMINISTRACION	MOB_ESCRITORIO_1.30X0.60	1
HAB_01_ADMINISTRACION	MOB_ESCRITORIO_1.45X0.65	1
HAB_01_ADMINISTRACION	MOB_LOCKER_0.60X0.45X2.10	1
HAB_01_ADMINISTRACION	MOB_SILLA_0.45X0.45	10
HAB_03_ADMINISTRADORA GENERAL	MOB_ESCRITORIO_1.45X0.65	1
HAB_03_ADMINISTRADORA GENERAL	MOB_SILLA_0.45X0.45	3
HAB_04_ADMINISTRACION 2	MOB_ESCRITORIO_1.45X0.65	3
HAB_04_ADMINISTRACION 2	MOB_LOCKER_0.60X0.45X2.10	1
HAB_04_ADMINISTRACION 2	MOB_SILLA_0.45X0.45	5
HAB_06_DIRECTOR EJECUTIVO	MOB_ESCRITORIO_1.45X0.65	1
HAB_06_DIRECTOR EJECUTIVO	MOB_SILLA_0.45X0.45	3
HAB_07_SALA DE REUNIONES	MOB_MESACIRCULAR_1.10D	1
HAB_07_SALA DE REUNIONES	MOB_SILLA_0.40X0.40	4
HAB_08_COORDINACION GENERAL 1	MOB_ESCRITORIO_1.45X0.65	2
HAB_08_COORDINACION GENERAL 1	MOB_LOCKER_0.60X0.45X2.10	3
HAB_08_COORDINACION GENERAL 1	MOB_SILLA_0.45X0.45	2
HAB_09_COORDINACION GENERAL 2	MOB_ESCRITORIO_1.25X0.60	3
HAB_09_COORDINACION GENERAL 2	MOB_ESCRITORIO_1.45X0.65	7
HAB_09_COORDINACION GENERAL 2	MOB_SILLA_0.45X0.45	10
HAB_10_ASESORAMIENTO JURIDICO	MOB_ESCRITORIO_1.45X0.65	5
HAB_10_ASESORAMIENTO JURIDICO	MOB_SILLA_0.45X0.45	5
HAB_11_PASADIZO	MOB_IMPRESORA_1.30X0.80	1
HAB_12_SALA DE REUNIONES 2	MOB_MESACIRCULAR_1.10D	1
HAB_12_SALA DE REUNIONES 2	MOB_SILLA_0.40X0.40	4
HAB_13_ADMINISTRACION Y PRESUPUESTO	MOB_ESCRITORIO_1.45X0.65	4
HAB_13_ADMINISTRACION Y PRESUPUESTO	MOB_IMPRESORA_1.30X0.80	1
HAB_13_ADMINISTRACION Y PRESUPUESTO	MOB_SILLA_0.45X0.45	4
HAB_14_DIRECTOR	MOB_ESCRITORIO_1.45X0.65	1
HAB_14_DIRECTOR	MOB_LOCKER_0.60X0.45X2.10	1
HAB_14_DIRECTOR	MOB_SILLA_0.45X0.45	1
SUB TOTAL DE MOVILIARIOS		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Partida de pisos

TABLA DE PISOS		
NOMBRE DE AMBIENTE	DESCRIPCIÓN	AREA
	LOSA_CONCRETO210_0.20	267.37 m ²
	LOSA_CONCRETO210_0.20	267.37 m ²
HAB_01_ADMINISTRACION	PISO_PORCELANATO60X60_0.05	33.91 m ²
HAB_02_SH2	PISO_PORCELANATO60X60_0.05	4.13 m ²
HAB_03_ADMINISTRADORA GENERAL	PISO_PORCELANATO60X60_0.05	8.46 m ²
HAB_04_ADMINISTRACION 2	PISO_PORCELANATO60X60_0.05	28.06 m ²
HAB_05_SH1	PISO_PORCELANATO60X60_0.05	3.37 m ²
HAB_06_DIRECTOR EJECUTIVO	PISO_PORCELANATO60X60_0.05	12.66 m ²
HAB_07_SALA DE REUNIONES	PISO_PORCELANATO60X60_0.05	8.76 m ²
HAB_08_COORDINACION GENERAL 1	PISO_PORCELANATO60X60_0.05	12.33 m ²
HAB_09_COORDINACION GENERAL 2	PISO_PORCELANATO60X60_0.05	29.47 m ²
HAB_10_ASESORAMIENTO JURIDICO	PISO_PORCELANATO60X60_0.05	19.04 m ²
HAB_11_PASADIZO	PISO_PORCELANATO60X60_0.05	20.66 m ²
HAB_12_SALA DE REUNIONES 2	PISO_PORCELANATO60X60_0.05	9.87 m ²
HAB_13_ADMINISTRACION Y PRESUPUESTO	PISO_PORCELANATO60X60_0.05	34.60 m ²
HAB_14_DIRECTOR	PISO_PORCELANATO60X60_0.05	9.12 m ²
HAB_15_SH3	PISO_PORCELANATO60X60_0.05	3.60 m ²
SUB TOTAL DE PISOS		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Partida de rociadores

TABLA DE ROCIADORES		
NOMBRE DE AMBIENTE	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
HAB_01_ADMINISTRACION	ROC_ROCIADORSIMPLE_0.5"	2
HAB_04_ADMINISTRACION 2	ROC_ROCIADORSIMPLE_0.5"	2
HAB_06_DIRECTOR EJECUTIVO	ROC_ROCIADORSIMPLE_0.5"	1
HAB_07_SALA DE REUNIONES	ROC_ROCIADORSIMPLE_0.5"	1
HAB_08_COORDINACION GENERAL 1	ROC_ROCIADORSIMPLE_0.5"	1
HAB_09_COORDINACION GENERAL 2	ROC_ROCIADORSIMPLE_0.5"	2
HAB_10_ASESORAMIENTO JURIDICO	ROC_ROCIADORSIMPLE_0.5"	2
HAB_11_PASADIZO	ROC_ROCIADORSIMPLE_0.5"	3
HAB_12_SALA DE REUNIONES 2	ROC_ROCIADORSIMPLE_0.5"	1
HAB_13_ADMINISTRACION Y PRESUPUESTO	ROC_ROCIADORSIMPLE_0.5"	2
HAB_14_DIRECTOR	ROC_ROCIADORSIMPLE_0.5"	1
SUB TOTAL DE ROCIADORES		

Fuente: Elaboración propia

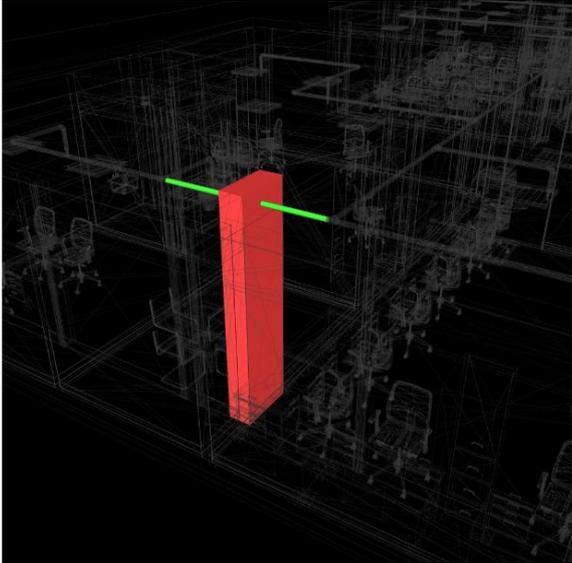
Tabla 23. Partida de tuberías

TABLA DE TUBERIAS	
Type	Length
TUB_PVC_2"	73.98

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al uso BIM "Revisión del diseño" se puede contrastar las siguientes colisiones en el diseño del modelado, usando el software Naviswork, este análisis se realizó con los formatos establecidos en el PEB.

Estructura contra el ACI:



Nombre del proyecto:
2020_Junio_RemodelacionSanisidro.nwd

Ubicación de colisión:
x:15.687, y:14.707, z:2.828

Fecha del informe:

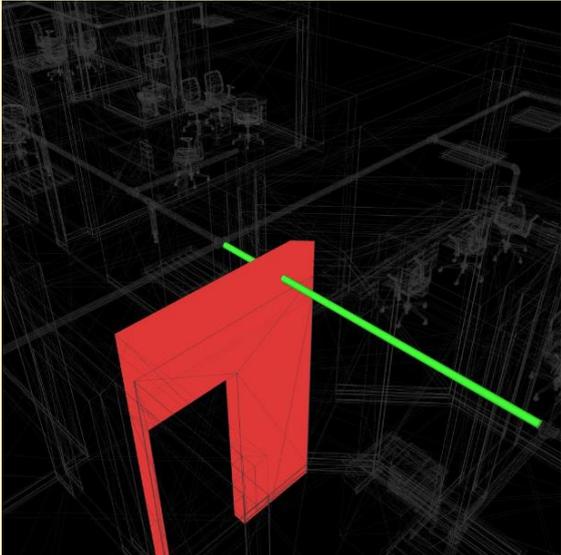
N° de colisión:01

Descripción: Colisión del M_Concrete-Rectangular-Column > 75x 30 con el TUB_PVC_2"

Figura 72. Colisión estructura contra el ACI

Fuente: Elaboración propia

Arquitectura contra el ACI:



Nombre del proyecto:
2020_Junio_RemodelacionSanisidro.nwd

Ubicación de colisión:
x:30.148, y:13.830, z:2.813

Fecha del informe:

N° de colisión: 02

Descripción: Colisión del MUR_DRYWALL_0.10 con el TUB_PVC_2"

Figura 73. Colisión arquitectura contra el ACI

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al uso BIM “Automatización de procesos” se realiza una programación visual generada desde Revit exportando finalmente a Dynamo para poder gestionar parámetros y estandarizar procesos; en este caso se creó parámetros de muros de acabados, se asignó nombres de las habitaciones, y también parámetros de revestimientos. Además, se parametrizo el mobiliario de acuerdo a la habitación.

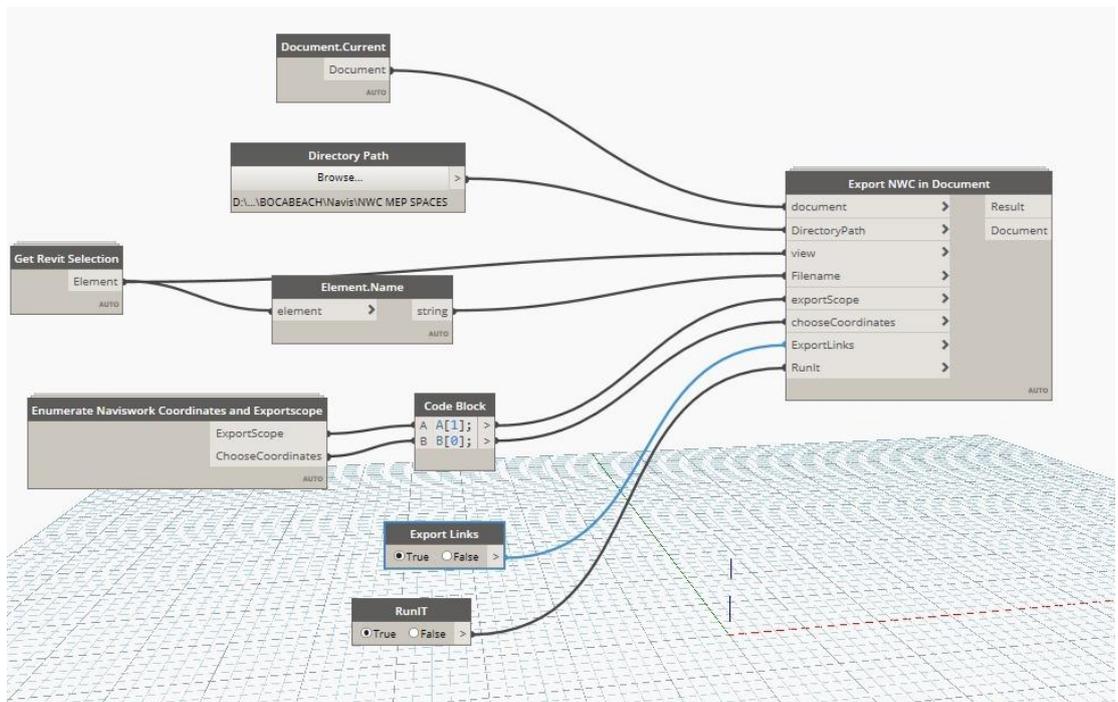


Figura 74. Exportación a Dynamo

Fuente: Elaboración propia

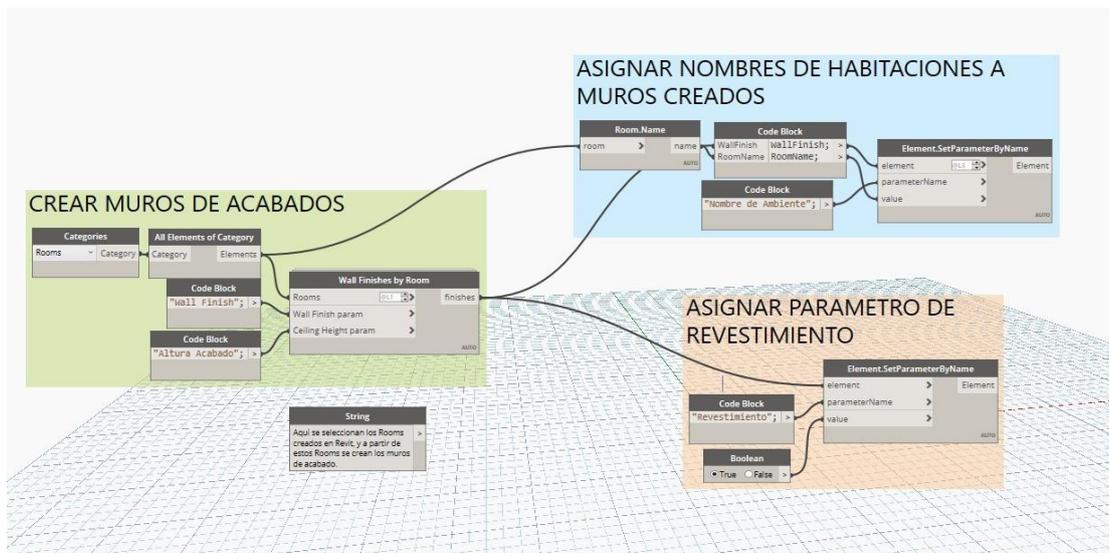


Figura 75. Asignación de parámetros de muros en Dynamo

Fuente: Elaboración propia

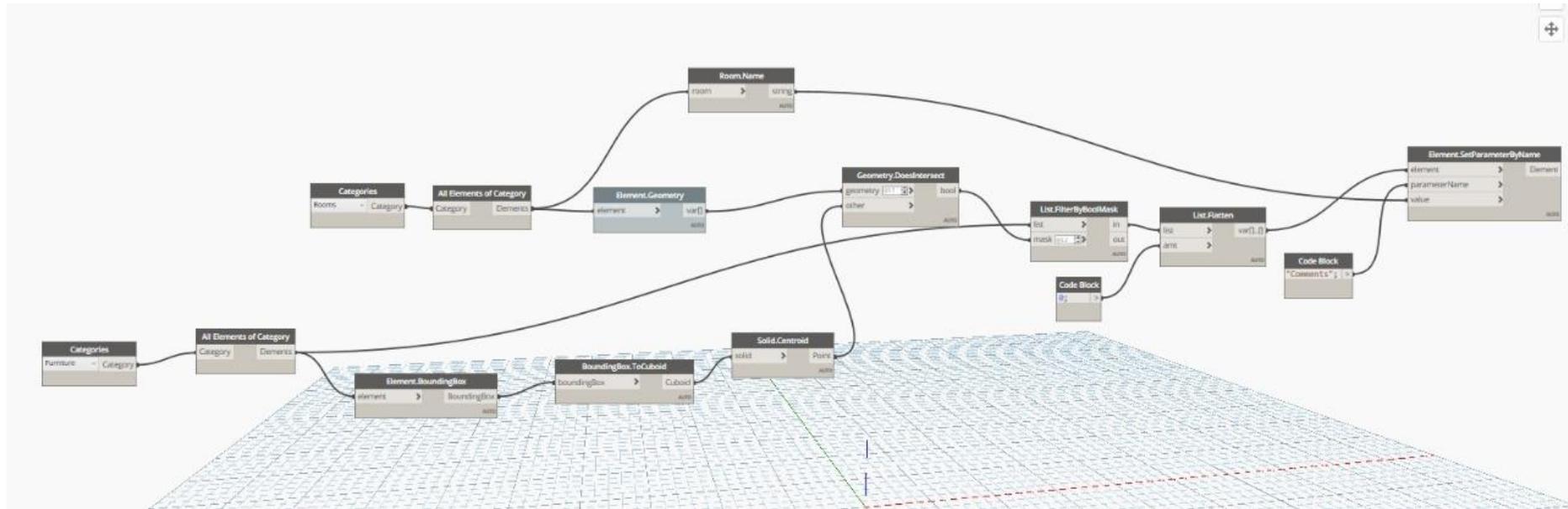


Figura 76. Asignación de parámetros de mobiliarios en Dynamo

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

Para poder efectuar la contratación de resultados, se realizó una encuesta dirigida a especialistas en la metodología BIM, con la finalidad de que el Plan de Ejecución BIM realizado, pase por un proceso de validación.

Se encuestó a un total de 08 especialistas, quienes bajo la herramienta de la escala de Likert evaluaron el PEB según su experiencia y conocimientos en el tema. Los enunciados de la presente evaluación consideran los objetivos del presente Plan de Ejecución BIM:

- Gestión del proyecto
- Gestión de información
- Control de tiempo
- Control de costos

La presente escala de Likert; ideal para medir opiniones, comportamientos y percepciones, evaluará los enunciados propuestos según los siguientes niveles:

1. Totalmente en desacuerdo
2. Desacuerdo
3. Moderadamente de acuerdo
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo

Según las respuestas obtenidas del cuestionario (véase anexo N°12) se generó el siguiente cuadro para la interpretación de los resultados.

Tabla 24. Respuestas de encuesta de validación por cada enunciado

RELACION DE RESPUESTAS OBTENIDAS POR CADA PREGUNTA					
PERSONA ENCUESTADA	ENUNCIADOS				
	1	2	3	4	5
Arq. Jaime Sanabia	4	4	4	4	4
Ing. Marco Poma	4	4	3	4	5
Ing. Rodolfo Poma	4	5	3	2	3
Ing. Samir Arévalo Vidal	4	4	4	4	4
Arq. Adriana Galarza Panduro	4	4	4	5	5
Ing. Luis Felipe Huallanca Parra	4	5	4	5	5
Ing. Víctor Jesús Calderón Silva	3	3	3	3	2
Ing. Abraham Héctor Nuñez Laureano	4	5	5	5	5
PUNTUACIÓN TOTAL	31	34	30	32	33
PUNTUACIÓN PROMEDIO POR PREGUNTA	3.88	4.25	3.75	4	4.13

Fuente: Elaboración propia

5.1 Contratación de Hipótesis General

- Bajo la premisa: “La implementación del presente Plan de Ejecución BIM mejora la gestión de un proyecto en Lima Metropolitana.”, el cuestionario realizado, mostró una aceptación del 78%, teniendo como resultado un promedio de 3.88 de 5 según la opinión de los especialistas. Validando de esta manera la hipótesis

5.2 Contratación de las Hipótesis Específicas

- Bajo la premisa: “La implementación del Plan de Ejecución BIM, mediante los protocolos y especificaciones establecidos, mejora la gestión de información de un proyecto en Lima Metropolitana.”, el cuestionario realizado, mostró una aceptación del 85%, teniendo como resultado un promedio de 4.25 de 5 por los especialistas. Validando de esta manera

- Bajo la premisa: “La implementación del Plan de Ejecución BIM, mediante los protocolos y especificaciones establecidos, mejora el control de tiempos de un proyecto en Lima Metropolitana”, el cuestionario realizado, mostró una aceptación del 75%, teniendo como resultado un promedio de 3.75 de 5 por los especialistas.

- Bajo la premisa: “La implementación del Plan de Ejecución BIM, mediante los protocolos y especificaciones establecidos, mejora el control de costos de un proyecto en Lima Metropolitana”, el cuestionario realizado, mostró una aceptación del 80%, teniendo como resultado un promedio de 4 de 5 por los especialistas.

5.3 Contratación de Antecedentes

Según las investigaciones realizadas sobre los procesos mínimos requeridos para la implementación de BIM en un sector demográfico específico (Lima, Perú), se ha tomado como punto de comparación la tesis “Procedimientos para la implementación del modelado de la información de la construcción (BIM) en micro y pequeñas empresas del sector construcción” por ser comparable con la presente investigación.

En la Investigación “Procedimientos para la implementación del modelado de la información de la construcción (BIM) en micro y pequeñas empresas del sector construcción”, podemos ver como los autores, Pablo Hinostroza y Miguel Angel Romero, unifican en forma teórica criterios ya establecidos para

la implementación de BIM, con el objetivo principal de tener como resultado un manual de procedimientos para su implementación.

En comparación a su investigación, nuestro Plan de Ejecución BIM se desarrolló de manera amigable para el lector, presentando los procedimientos y estándares de manera práctica, con el propósito de poder ejecutar el PEB de manera rápida y sencilla; el presente PEB pretende guiar al lector durante todo el proceso de la implementación de BIM.

CONCLUSIONES

1. Los especialistas coinciden en un 85% que la aplicación de protocolos y especificaciones, mediante parámetros establecidos para el uso de BIM, que considere la documentación, nomenclatura e información de elementos permitió una efectiva gestión de información en un proyecto.
2. Los especialistas coinciden en un 75% que la implementación con protocolos y especificaciones establecidos, que delimiten los roles de cada involucrado, coordinaciones, procesos y flujos de trabajo a realizar dentro del ciclo de vida del proyecto, permitió contar un mejor control de tiempos.
3. Los especialistas coinciden en un 80% que la aplicación de protocolos y especificaciones, con el fin de estandarizar la identificación de colisiones, el control de calidad en cada fase del proyecto y los parámetros para el uso de Softwares, mediante la automatización del inventario, permitieron el control de costos.
4. La mejora en la gestión de información, control de tiempo y control de costos permitieron en conjunto, lograr mejorar la gestión del proyecto, mediante parámetros estandarizados en el Plan de Ejecución BIM.

RECOMENDACIONES

La presente tesis considera 04 recomendaciones para la buena implementación del PEB:

1. Contar con un permanente monitoreo, permitirá garantizar que los documentos y registros se encuentren organizados de manera correcta y que las próximas actividades a realizar se planifiquen según los protocolos y especificaciones establecidos; generando que las mejoras realizadas perduren en el tiempo.
2. Difundir la información mediante parámetros y tiempos establecidos a todos los miembros del proyecto realizado, con el fin de conocer y entender las necesidades de los clientes, así como también manejar los medios de comunicación establecidos para la interacción de los involucrados, de forma que las acciones de cada agente este orientado a la gestión colaborativa de BIM.
3. Tener criterios establecidos para el uso de niveles de detalle y niveles de información según las necesidades del cliente, con el fin de evitar un sobre modelado, que genere aumento de costos y perdidas tiempo.
4. Realizar una evaluación constante y evaluación de los indicadores definidos y de las auditorías internas, así como a las encuestas de satisfacción del cliente (retroalimentación), pues son fuente importante de información para el progreso y mejora continua de la organización.
5. Realizar capacitaciones, charlas, asesorías de parte de la USMP en la facultad de Ingeniería Civil, con el fin de incentivar la implementación de BIM como un método de innovación.

ANEXOS

	Página
Anexo 1. Matriz de consistencia	103
Anexo 2. Cuestionario	104
Anexo 3. Plantilla de cuestionario – Google Forms	106
Anexo 4. Resultado del cuestionario	111
Anexo 5. Entrevista	123
Anexo 6. Plan de Ejecución BIM (Guía de uso)	124
Anexo 7. Plantillas de protocolos del PEB	154
Anexo 8. Memoria descriptiva del edificio de Olaechea, San Isidro	159
Anexo 9. Plano de distribución del edificio de Olaechea, piso 03	160
Anexo 10. Encuesta de validación	161
Anexo 11. Plantilla de la encuesta - Google Forms	162
Anexo 12. Resultados individuales de la encuesta de validación – Google Forms.	165

ANEXO 01

Matriz de Consistencia

TITULO: PLAN DE EJECUCIÓN BIM PARA LA GESTIÓN DE UN PROYECTO DE OFICINA EN LIMA METROPOLITANA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES			METODOLOGÍA
Problema General	Objetivos General	Hipótesis General	VARIABLE I.	DIMENSIÓN	INDICADOR	Método de Investigación: Descriptivo
¿Cómo influye la implementación de un plan de ejecución BIM en la gestión de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana?	Implementar un plan de ejecución BIM para la gestión de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.	La implementación de un plan de ejecución BIM mejora la gestión de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.	PLAN DE EJECUCIÓN BIM	ESTANDARES Y PROCEDIMIENTOS	Protocolos y Especificaciones	
Problema Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos				VARIABLE D.
¿Cómo influye la implementación de protocolos y especificaciones en la gestión de información de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana?	Implementar protocolos y especificaciones para la gestión de información de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.	La implementación de protocolos y especificaciones mejora la gestión de información de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.	GESTIÓN DE UN PROYECTO	INFORMACIÓN	Gestión de información	Diseño de investigación: No experimental
¿Cómo influye la implementación de protocolos y especificaciones en el control de tiempos de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana?	Implementar protocolos y especificaciones para el control de tiempos de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.	La implementación de protocolos y especificaciones mejora el control de tiempos de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.		TIEMPO	Control de tiempos	Población de estudio: Oficina A Y Oficina B
¿Cómo influye la implementación de protocolos y especificaciones en el control de costos de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana?	Implementar protocolos y especificaciones para el control de costos de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.	La implementación de protocolos y especificaciones mejora el control de costos de un proyecto de oficina en Lima Metropolitana.		COSTO	Control de costos	Muestra: Oficina A Y Oficina B

ANEXO 02

Cuestionario

CUESTIONARIO - PLAN DE EJECUCIÓN BIM

El presente cuestionario forma parte del trabajo de investigación: “PLAN DE EJECUCIÓN BIM PARA LA GESTIÓN DE UN PROYECTO DE OFICINA EN LIMA METROPOLITANA” para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, presentado por Sol Andrades y Andrea Flores de la Universidad San Martín de Porres. Las siguientes preguntas se usarán con el propósito desarrollar información de primera mano de personas involucradas con la metodología BIM.

1. Profesión	Arquitecto(a)	Ingeniero(a) Civil	Otro:	
2. Cargo	Gerente Proyecto	Ing. Residente	Otro:	
3. Experiencia laboral	1 a 5	6 a 10	11 a 15	Más de 15
4. Experiencia en BIM	0	1 a 2	3 a 4	5 a más

Marque con una “X” la opción que más se asemeje a su respuesta; en caso la pregunta lo indique, justifique su respuesta.

CUESTIONARIO	SI	NO	TAL VEZ
1. ¿Usted sabe que es BIM?			
2. ¿Usted considera que BIM es una metodología?			
3. ¿Usted sabía que BIM tenía una ISO?			
4. ¿Usted cree que la metodología BIM se puede implementar después de finalizada la ejecución de un proyecto?			
5. ¿Usted cree que es fácil convencer al cliente del uso de la metodología BIM?			
6. ¿Usted cree que la metodología BIM ayuda con la gestión de información?			
7. ¿Usted cree que hay una mayor comunicación entre los involucrados al utilizar la metodología BIM?			

8. ¿Usted conoce de los diferentes usos del BIM?			
9. ¿Usted cree que una visualización gráfica ayuda al usuario/cliente a la toma de decisiones?			
10. ¿Usted cree que el usuario final de la oficina se beneficia con la metodología BIM?			
11. ¿Usted cree que la metodología BIM ayuda en el control de tiempos?			
12. ¿Usted cree que la metodología BIM acelera el tiempo en la toma de decisiones?			
13. ¿Usted cree que la metodología BIM acelera el tiempo en las coordinaciones a realizar entre los involucrados?			
14. ¿Usted cree que la metodología BIM acelera el tiempo en otros factores no mencionados? (Escribir)			
15. ¿Usted cree que BIM ayuda a reducir tiempo? (Justificar)			
16. ¿Usted cree que el cliente ve la implementación de BIM como gasto o como inversión? (Escribir)			
17. ¿Usted cree que BIM ayuda a reducir costos? (Justificar)			
18. ¿Usted cree que la metodología BIM ayuda en el control de costos ante posibles cambios en el proyecto?			
19. ¿Usted cree que la metodología BIM (en su tercera dimensión) ayuda dar una información de costos?			
20. ¿Usted cree que la metodología BIM pueda ayudar a controlar/reducir costos después de finalizada la ejecución de un proyecto? (Escribir)			

ANEXO 03

Plantilla de cuestionario – Google Forms

Cuestionario - Plan de Ejecución BIM

La presente encuesta forma parte del trabajo de investigación: "PLAN DE EJECUCIÓN BIM PARA LA GESTIÓN DE UN PROYECTO DE OFICINA EN LIMA METROPOLITANA" para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, presentado por Sol Andrades y Andrea Flores de la Universidad San Martín de Porres. Las siguientes preguntas se usarán con el propósito de desarrollar información de primera mano de personas involucradas con la metodología BIM. Gracias de antemano por su apoyo.

***Obligatorio**

1. Nombre *

2. Profesión *

Marca solo un óvalo.

Ingeniero(a) Civil

Arquitecto(a)

Otro

3. Cargo *

Marca solo un óvalo.

Gerente de Proyectos

Ing. Residente

Otro

Cuestionario

Elija la opción que más se asemeje a su respuesta; en caso la pregunta lo indique, justifique su respuesta

1. ¿Usted sabe que es BIM? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- Tal vez

2. ¿Usted considera que BIM es una metodología? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- Tal vez

3. ¿Usted sabía que BIM tenía una ISO? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- Tal vez

4. ¿Usted cree que la metodología BIM se puede implementar después de finalizada la ejecución de un proyecto? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- Tal vez

5. ¿Usted cree que es fácil convencer al cliente del uso de la metodología BIM? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- Tal vez

6. ¿Usted cree que la metodología BIM ayuda con la gestión de información? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No
 Tal vez

7. ¿Usted cree que hay una mayor comunicación entre los involucrados al utilizar la metodología BIM? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No
 Tal vez

8. ¿Usted conoce de los diferentes usos del BIM? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No
 Tal vez

9. ¿Usted cree que una visualización gráfica ayuda al usuario/cliente a la toma de decisiones? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No
 Tal vez

10. ¿Usted cree que el usuario final de la oficina se beneficia con la metodología BIM? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No
 Tal vez

11. ¿Usted cree que la metodología BIM ayuda en el control de tiempos? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- Tal vez

12. ¿Usted cree que la metodología BIM acelera el tiempo en la toma de decisiones? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- Tal vez

13. ¿Usted cree que la metodología BIM acelera el tiempo en las coordinaciones a realizar entre los involucrados? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- Tal vez

14. ¿Usted cree que la metodología BIM acelera el tiempo en otros factores no mencionados? *

15. ¿Usted cree que BIM ayuda a reducir tiempo? *

16. ¿Usted cree que el cliente ve la implementación de BIM como gasto o como inversión? *

17. ¿Usted cree que BIM ayuda a reducir costos? *

18. ¿Usted cree que la metodología BIM ayuda en el control de costos ante posibles cambios en el proyecto? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- Tal vez

19. ¿Usted cree que la metodología BIM (en su tercera dimensión) ayuda dar una información de costos? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- Tal vez

20. ¿Usted cree que la metodología BIM pueda ayudar a controlar/reducir costos después de finalizada la ejecución de un proyecto? *

Google no creó ni aprobó este contenido.

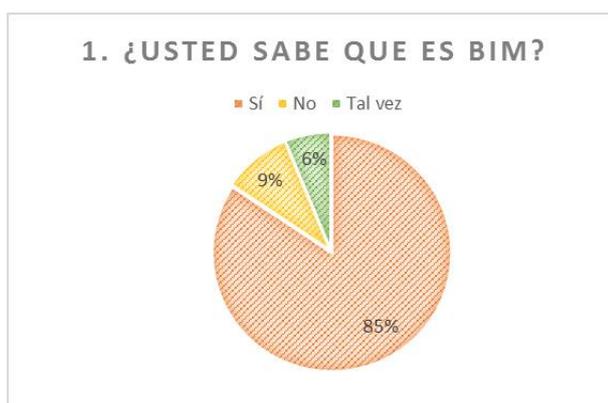
Google Formularios

ANEXO 04

Resultados del cuestionario

1. ¿Usted sabe que es BIM?

1. ¿Usted sabe que es BIM?	
Sí	27
No	3
Tal vez	2



Según la encuesta realizada, la mayoría de encuestados tiene conocimiento sobre la metodología BIM.

2. ¿Usted considera que BIM es una metodología?

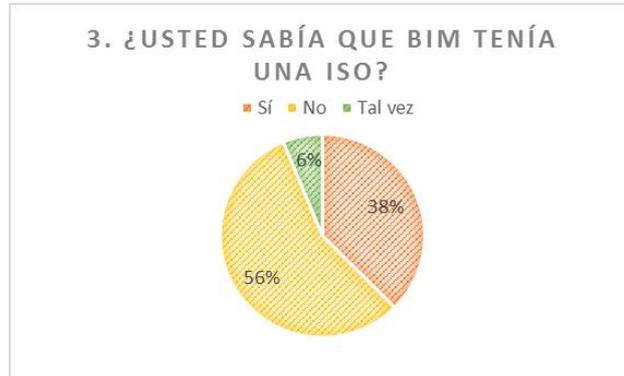
2. ¿Usted considera que BIM es una metodología?	
Sí	28
No	2
Tal vez	2



Según la encuesta realizada, la mayoría de encuestados considera que BIM es una metodología, podríamos decir con relación a la pregunta anterior, que la mayoría de personas que sabe que es BIM lo considera una metodología.

3. ¿Usted sabía que BIM tenía una ISO?

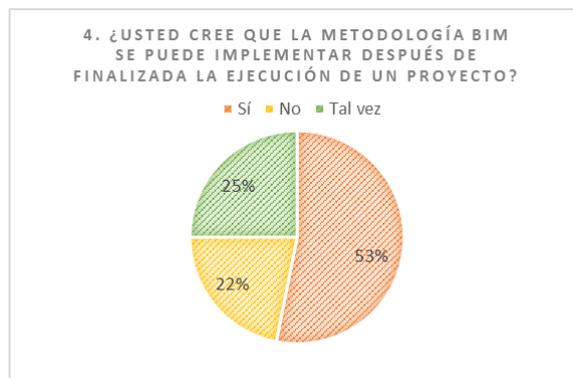
3. ¿Usted sabía que BIM tenía una ISO?	
Sí	12
No	18
Tal vez	2



Según la encuesta realizada, un poco más del 50% de encuestados tiene conocimiento que BIM tiene una ISO, se podría decir que, si bien es cierto que los encuestados tiene conocimiento de BIM, este no es muy amplio.

4. ¿Usted cree que la metodología BIM se puede implementar después de finalizada la ejecución de un proyecto?

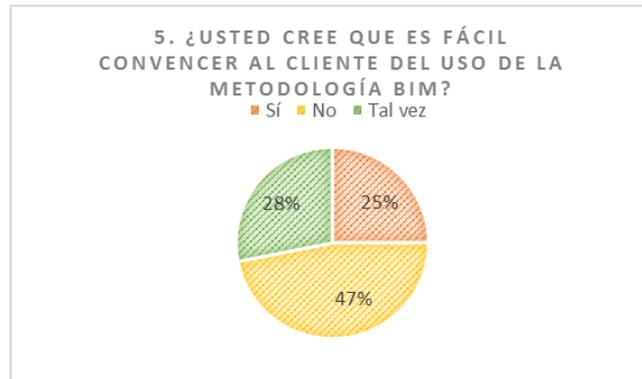
4. ¿Usted cree que la metodología BIM se puede implementar después de finalizada la ejecución de un proyecto?	
Sí	17
No	7
Tal vez	8



Según la encuesta realizada, más de la mitad de encuestados cree que BIM se puede implementar después de finalizada la ejecución de un proyecto, se podría decir que la mayoría está considerando BIM en la etapa de mantenimiento.

5. ¿Usted cree que es fácil convencer al cliente del uso de la metodología BIM?

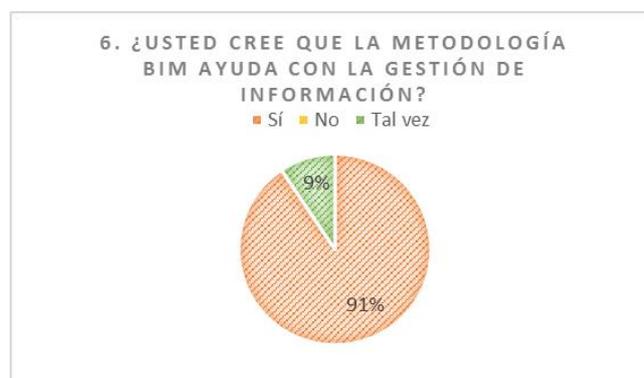
5. ¿Usted cree que es fácil convencer al cliente del uso de la metodología BIM?	
Sí	8
No	15
Tal vez	9



Según la encuesta realizada, menos del 50% de encuestados cree que es fácil convencer al cliente del uso de BIM, esto suele suceder por el gasto adicional en la etapa de planeamiento que representa implementar BIM.

6. ¿Usted cree que la metodología BIM ayuda con la gestión de información?

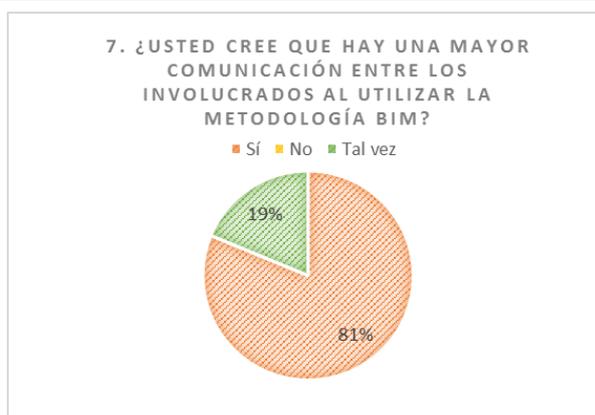
6. ¿Usted cree que la metodología BIM ayuda con la gestión de información?	
Sí	29
No	0
Tal vez	3



Según la encuesta realizada, casi todos los encuestados creen que la metodología BIM ayuda con la gestión de información.

7. ¿Usted cree que hay una mayor comunicación entre los involucrados al utilizar la metodología BIM?

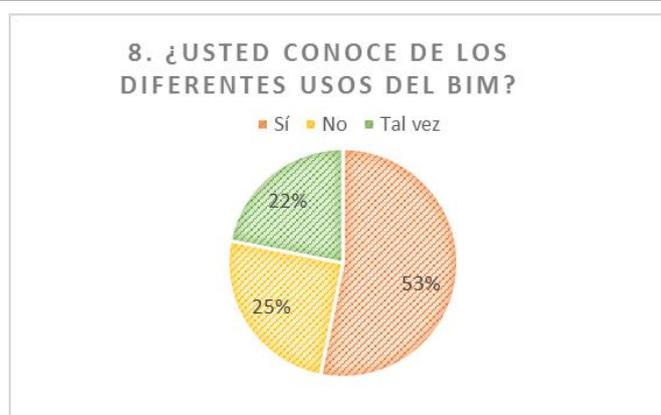
7. ¿Usted cree que hay una mayor comunicación entre los involucrados al utilizar la metodología BIM?	
Sí	26
No	0
Tal vez	6



Según la encuesta realizada, la mayoría de encuestados creen que la metodología aumenta la comunicación de los involucrados.

8. ¿Usted conoce de los diferentes usos del BIM?

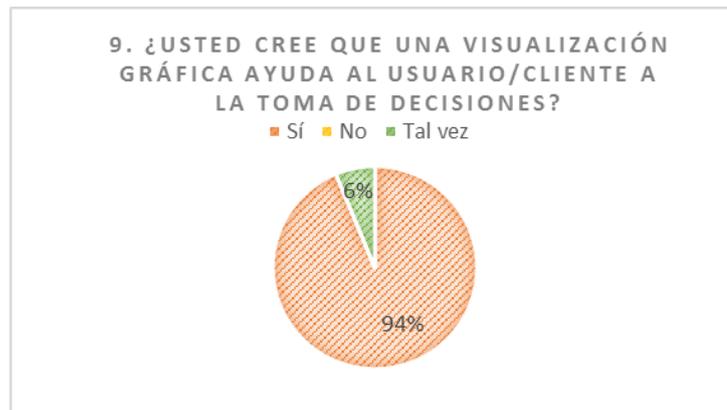
8. ¿Usted conoce de los diferentes usos del BIM?	
Sí	17
No	8
Tal vez	7



Según la encuesta realizada, solo un poco más del 50% de encuestados conocen de los usos BIM.

9. ¿Usted cree que una visualización gráfica ayuda al usuario/cliente a la toma de decisiones?

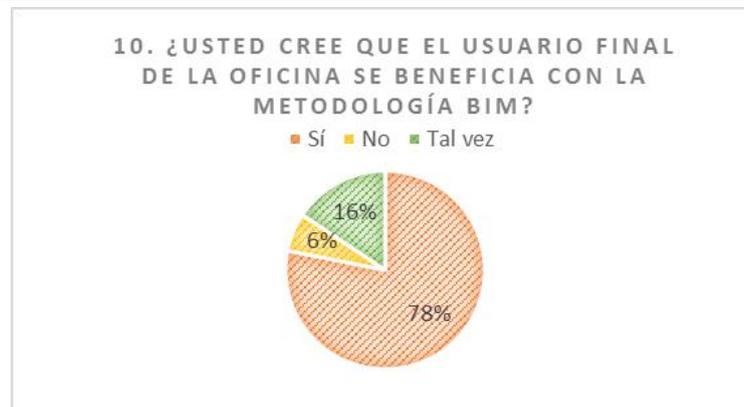
9. ¿Usted cree que una visualización gráfica ayuda al usuario/cliente a la toma de decisiones?	
Sí	30
No	0
Tal vez	2



Según la encuesta realizada, casi todos los encuestados consideran que contar con una visualización gráfica del proyecto ayuda a la toma de decisiones, esto debido a que la mayoría de clientes/usuarios no maneja o se les dificulta el uso de planos en 2D.

10. ¿Usted cree que el usuario final de la oficina se beneficia con la metodología BIM?

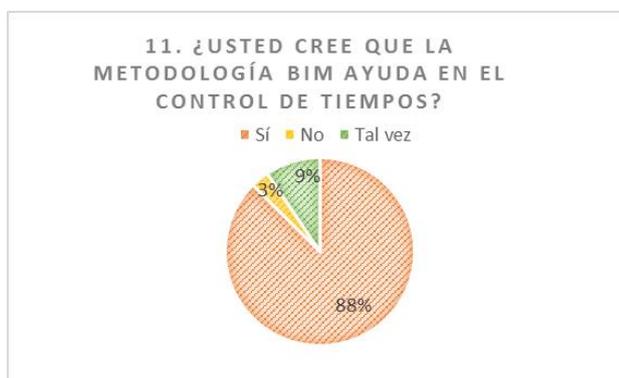
10. ¿Usted cree que el usuario final de la oficina se beneficia con la metodología BIM?	
Sí	25
No	2
Tal vez	5



Según la encuesta realizada, más de tres cuartas partes de encuestados consideran que el usuario final se beneficia con el uso de la metodología BIM.

11. ¿Usted cree que la metodología BIM ayuda en el control de tiempos?

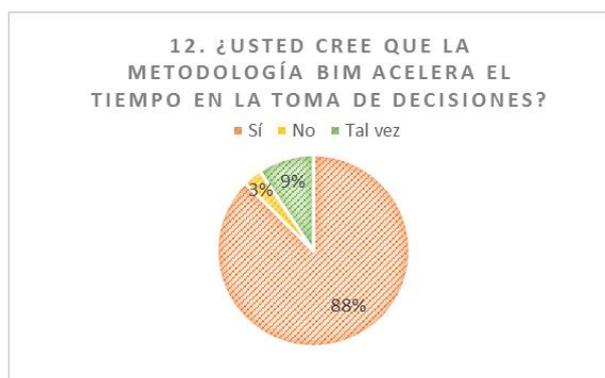
11. ¿Usted cree que la metodología BIM ayuda en el control de tiempos?	
Sí	28
No	1
Tal vez	3



Según la encuesta realizada, más de tres cuartas partes de encuestados consideran que el usuario final se beneficia con el uso de la metodología BIM.

12. ¿Usted cree que la metodología BIM acelera el tiempo en la toma de decisiones?

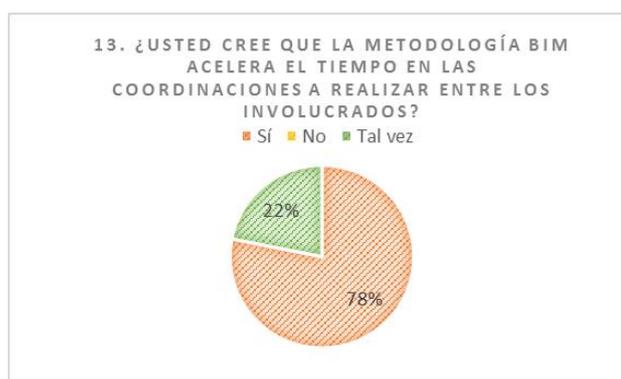
12. ¿Usted cree que la metodología BIM acelera el tiempo en la toma de decisiones?	
Sí	28
No	1
Tal vez	3



Según la encuesta realizada, más del 80% de encuestados consideran que BIM acelera el tiempo en la toma de decisiones, esto suele suceder por la mejoría que representa BIM en el flujo de información.

13. ¿Usted cree que la metodología BIM acelera el tiempo en las coordinaciones a realizar entre los involucrados?

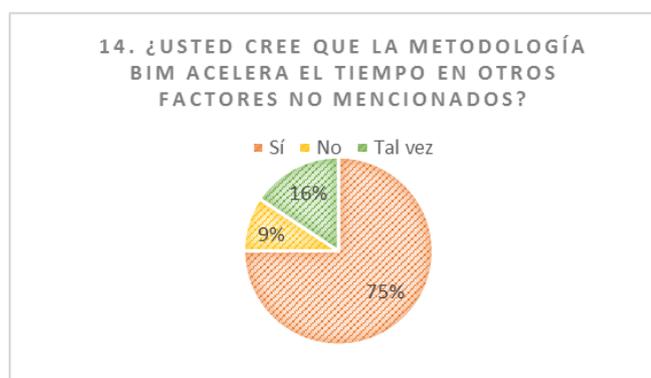
13. ¿Usted cree que la metodología BIM acelera el tiempo en las coordinaciones a realizar entre los involucrados?	
Sí	25
No	0
Tal vez	7



Según la encuesta realizada, casi el 80% de encuestados consideran que BIM acelera el tiempo en la coordinación entre los involucrados, esto suele suceder porque BIM permite contar con información actualizada y accesible.

14. ¿Usted cree que la metodología BIM acelera el tiempo en otros factores no mencionados?

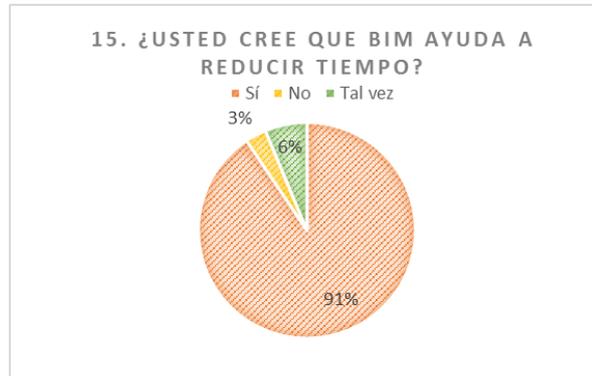
14. ¿Usted cree que la metodología BIM acelera el tiempo en otros factores no mencionados?	
Sí	24
No	3
Tal vez	5



Según la encuesta realizada, 3/4 de encuestados consideran que BIM acelera el tiempo en otros factores, entre ellos: compatibilización entre especialidades, tiempo de diseño, mediciones y mitigando riesgos.

15. ¿Usted cree que BIM ayuda a reducir tiempo?

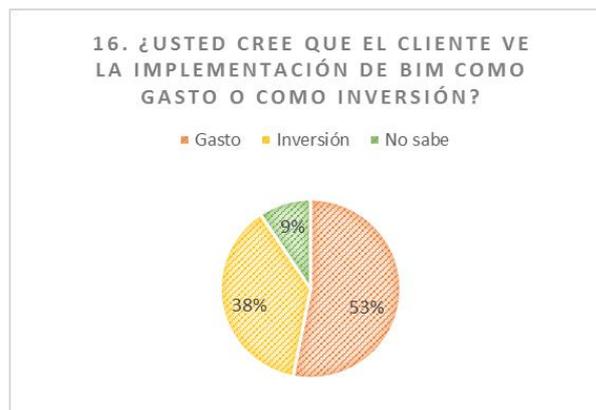
15. ¿Usted cree que BIM ayuda a reducir tiempo?	
Sí	29
No	1
Tal vez	2



Según la encuesta realizada, la mayoría de encuestados consideran que BIM ayuda a reducir tiempo.

16. ¿Usted cree que el cliente ve la implementación de BIM como gasto o como inversión?

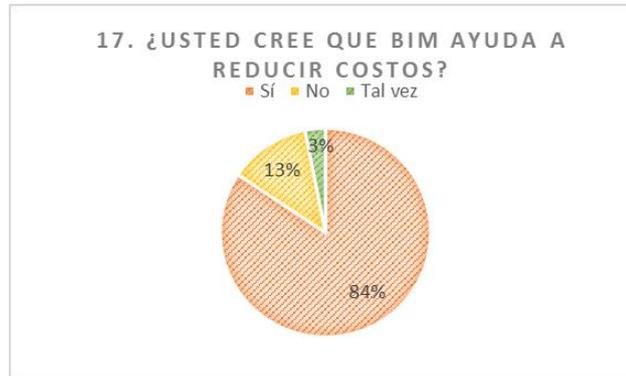
16. ¿Usted cree que el cliente ve la implementación de BIM como gasto o como inversión?	
Gasto	17
Inversión	12
No sabe	3



Según la encuesta realizada, más de la mitad de encuestados consideran que el cliente ve implementar BIM como un gasto.

17. ¿Usted cree que BIM ayuda a reducir costos?

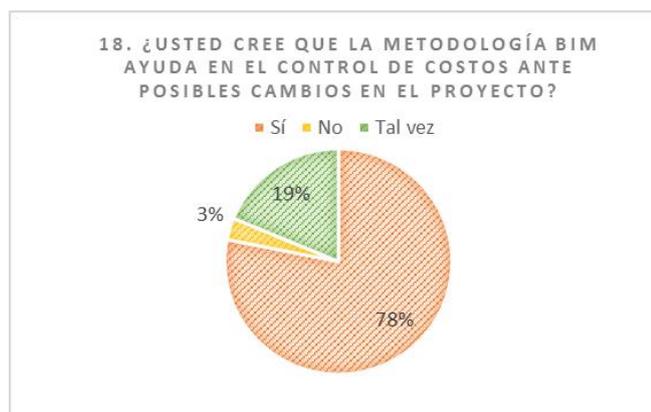
17. ¿Usted cree que BIM ayuda a reducir costos?	
Sí	27
No	4
Tal vez	1



Según la encuesta realizada, más del 80% de encuestados creen que BIM ayuda a reducir costos.

18. ¿Usted cree que la metodología BIM ayuda en el control de costos ante posibles cambios en el proyecto?

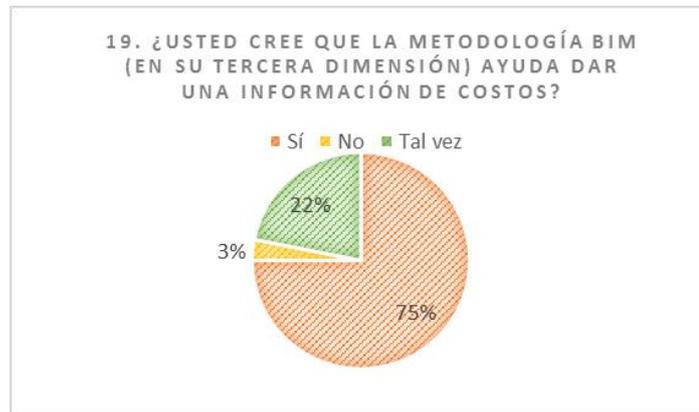
18. ¿Usted cree que la metodología BIM ayuda en el control de costos ante posibles cambios en el proyecto?	
Sí	25
No	1
Tal vez	6



Según la encuesta realizada, casi el 80% de encuestados creen que BIM ayuda a controlar los costos ante posibles cambios en el proyecto. Esto debido a que BIM ofrece una estimación de costos lo cual ayuda a la toma de decisiones.

19. ¿Usted cree que la metodología BIM (en su tercera dimensión) ayuda dar una información de costos?

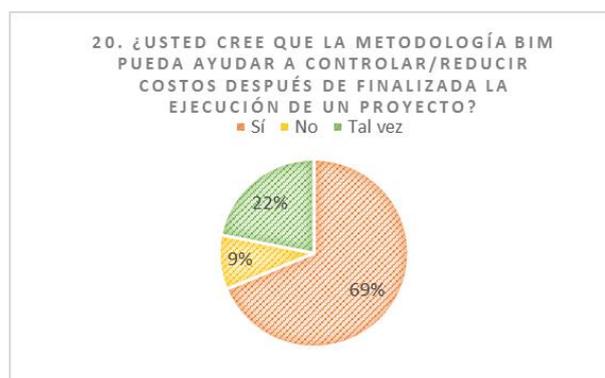
19. ¿Usted cree que la metodología BIM (en su tercera dimensión) ayuda dar una información de costos?	
Sí	24
No	1
Tal vez	7



Según la encuesta realizada, 3/4 de encuestados creen que BIM en su tercera dimensión, ayuda a dar información de costos.

20. ¿Usted cree que la metodología BIM pueda ayudar a controlar/reducir costos después de finalizada la ejecución de un proyecto?

20. ¿Usted cree que la metodología BIM pueda ayudar a controlar/reducir costos después de finalizada la ejecución de un proyecto?	
Sí	22
No	3
Tal vez	7



Según la encuesta realizada, casi el 70% de encuestados creen que BIM ayuda a controlar/reducir de costos después de etapa de ejecución.

CONCLUSION

Según las respuestas obtenidas, más del 80% aseguró saber qué es BIM y contar con conocimientos generales sobre esta metodología y sus beneficios más resaltantes como la gestión de información, la comunicación entre los involucrados, la mejora en visualización gráfica, el control de tiempos y el control costos; sin embargo, al momento de responder preguntas más específicas de BIM, relacionadas a su ISO, sus usos y a la implementación de BIM en un proyecto ya ejecutado, únicamente el 50% aseguró conocer sobre ello. Por lo que podríamos decir que, si bien es cierto la mayoría de personas conoce BIM, existe aún un desconocimiento cabal y consideramos que solo el 50% aproximadamente profundiza en la información y aprovecha realmente la metodología.

DATOS DE LOS ENCUESTADOS

Se ha tomado una muestra de 32 personas que trabajen o estén familiarizados con la metodología BIM y la construcción. La encuesta tiene como finalidad saber el nivel de conocimiento de la metodología BIM de las personas del rubro e involucrados en el proyecto; no solo considerando a los ejecutores o proyectistas, sino también, al cliente o usuario final.

De esta muestra de 32 personas, se tienen las siguientes profesiones:

- 25 ingenieros civiles
- 5 arquitectos
- 2 otros

De esta muestra de 32 personas, se tienen los siguientes cargos:

- 6 gerente de proyectos
- 1 ingeniero residente
- 25 otros

De esta muestra de 32 personas, cuentan con experiencias laborales de:

- 13 rango de 1 a 5 años
- 6 rango de 6 a 10 años
- 3 rango de 11 a 15 años
- 10 rango de más de 15 años

De esta muestra de 32 personas, cuentan con experiencias en el uso de BIM de:

- 6 rango de 0 años
- 13 rango de 1 a 2 años
- 11 rango de 3 a 4 años
- 2 rango de más de 15 años

ANEXO 05

Entrevista

ENTREVISTA - PLAN DE EJECUCIÓN BIM

La presente entrevista forma parte del trabajo de investigación: “PLAN DE EJECUCIÓN BIM PARA LA GESTIÓN DE UN PROYECTO DE OFICINA EN LIMA METROPOLITANA” para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, presentada por Sol Andrades y Allynson Flores de la Universidad San Martín de Porres.

1. Queríamos que nos comente un poco sobre su experiencia en el mundo de BIM.
2. Según su experiencia ¿Cómo cree que se está desarrollando la metodología BIM en el Perú?
3. Nosotras nos hemos dado cuenta que, si bien es cierto, BIM ya se está implementando en el Perú; existe un problema actual sobre cómo se está utilizando, creemos que no se está aprovechando de manera eficiente ¿Usted qué opina al respecto?
4. ¿Cómo cree que se utiliza actualmente la gestión de información dentro de la metodología BIM y qué recomienda hacer para mejorar su uso?
5. Desde su punto de vista, ¿Cree que BIM puede ayudar a tener más control respecto a los tiempos y costos? ¿En qué medida?
6. En la actualidad, de manera mundial se está comentando sobre criterios de ciclo de vida y como hacer una edificación sostenible, más aún para el caso de oficinas. Según su experiencia, ¿Cree que ya se está implementando BIM a esa magnitud en el Perú? ¿De qué manera?

ANEXO 06

Plan de Ejecución BIM (Guía De Uso)

INDICE DE CONTENIDO

1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO	5
2. REQUISITOS DEL CLIENTE	5
3. GESTIÓN	6
3.1. Definiciones de roles en el proyecto	6
3.2. Protocolo de roles y responsabilidades	8
3.3. Protocolo para procesos del proyecto.....	9
3.4. Objetivos BIM del proyecto	10
3.4.1. Protocolos para identificar objetivos BIM prioritarios.....	10
3.4.2. Protocolo para el análisis de usos BIM:	11
4. DOCUMENTACIÓN	12
4.1. Especificaciones para la nomenclatura de archivos	13
4.2. Especificaciones – acrónimos por especialidad.....	13
4.3. Especificaciones para el almacenamiento de archivos.....	14
5. ESTRATEGIA Y PROCEDIMIENTOS.....	15
5.1. Estrategia de colaboración	15
5.1.1. Protocolo para el trabajo colaborativo y actividades entre los involucrados	15
5.1.2. Protocolo para reuniones BIM:.....	17
5.1.3. Protocolo de control de colisiones:.....	19
5.2. Especificaciones para el modelado BIM	22
5.2.1. Especificaciones del sistema de coordenadas:.....	22
5.2.2. Especificaciones de los elementos de referencia.....	23
5.2.3. Especificaciones para las buenas prácticas:.....	24

5.3.	Protocolo para matriz de LODs de elementos BIM	25
5.4.	Protocolo para los parámetros del proyecto	26
5.5.	Control de calidad BIM.....	26
5.5.1.	Especificaciones para el control de calidad del modelo	26
5.5.2.	Especificaciones para el control de calidad de los datos:	27
6.	IT	28
6.1.	Especificaciones para los formatos de Software	28
6.2.	Especificaciones para los requisitos de hardware	28
6.3.	Especificaciones para el uso compartido de datos y archivos	28

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Detalles del proyecto	5
Tabla 2. Protocolo de involucrados según rol.....	9
Tabla 3. Protocolo para procesos del proyecto	10
Tabla 4. Protocolos de Usos BIM prioritarios	11
Tabla 5. Protocolo para el análisis de usos BIM.....	12
Tabla 6. Protocolo del Informe de incidencias y/o acuerdos	17
Tabla 7. Protocolo para tipo de reuniones según la frecuencia y participantes	19
Tabla 8. Especificaciones de los elementos de referencia con su simbología .	23
Tabla 9. Protocolo LODs según los elementos.....	26
Tabla 10. Protocolo de parámetros del proyecto	26
Tabla 11. Especificaciones para programas de software	28
Tabla 12. Glosario de acrónimos.....	30

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Definiciones de roles en el proyecto	7
Figura 2: Organigrama de los involucrados	8
Figura 3: Actividades a realizar según el rol de involucrados	9
Figura 4: Estructura de nomenclatura para los documentos.....	13
Figura 5: Código de especialidades.....	13
Figura 6: Almacenamiento de carpetas dentro del ECD	14
Figura 7: Almacenamiento de carpeta general	15
Figura 8: Flujo de sesión de coordinación	16
Figura 9: Planificación de reunión por semana	18
Figura 10: Reuniones frecuentes	18
Figura 11: Flujo de trabajo para la revisión de modelados	20
Figura 12: Número según nivel de colisión	21
Figura 13: Formato de colisiones.....	22
Figura 14: Origen y orientación.....	22
Figura 15: Especificaciones para las buenas prácticas	24
Figura 16: Especificación para la estructura de elementos.....	25
Figura 17: Parámetros LODs	25
Figura 18: Coordinaciones de control de calidad	27

1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Iniciaremos el PEB, estableciendo la información básica del proyecto, tales como: nombre, ubicación, fechas generales de entrega u otra información relevante. Esto permitirá tener la información básica del proyecto disponible para todos los miembros del equipo, ayudando a mejorar la gestión de información.

Tabla 1. Detalles del proyecto

DETALLES DEL PROYECTO	
Nombre del proyecto:	
Dirección del proyecto:	
Tipo de contrato:	
Fecha de inicio de la fase de diseño	
Fecha de inicio de la fase de construcción	
Fecha estimada de finalización de construcción y entrega:	
Descripción del proyecto según los requerimientos del cliente:	

Fuente: Elaboración propia

2. REQUISITOS DEL CLIENTE

Antes de implementar BIM, el cliente deberá conocer qué requerimientos va a necesitar según su proyecto y sus objetivos. Se debe de considerar:

- a) Objetivos del cliente
- b) Esquematización de roles y responsabilidades de cada agente
- c) Protocolo para la gestión de involucrados
- d) Protocolos de procesos BIM
- e) Objetivos BIM
- f) Restricciones del formato de los archivos

- g) Requisitos de coordinación y detección de interferencias
- h) Especificaciones y parámetros para los modelos
- i) LOD y LOI
- j) Especificaciones para los formatos de software
- k) Requisitos del Hardware
- l) Especificaciones para el uso compartido de datos y archivos

3. GESTIÓN

3.1. Definiciones de roles en el proyecto

Es necesario definir los roles y funciones de cada involucrado, con el fin elegir a la persona indicada según los objetivos que se deseen lograr y no cruzar responsabilidades y/o actividades entre los involucrados; de esta manera se mejorará la organización y el control de tiempo en el proyecto.

MAYORMENTE SE COINCIDEN 7 ROLES FUNDAMENTALES, PERO ESTO PODRÍA VARIAR SEGÚN EL PROYECTO. UNA PERSONA PUEDE ESTAR ENCARGADA DE MÁS DE 1 ROL

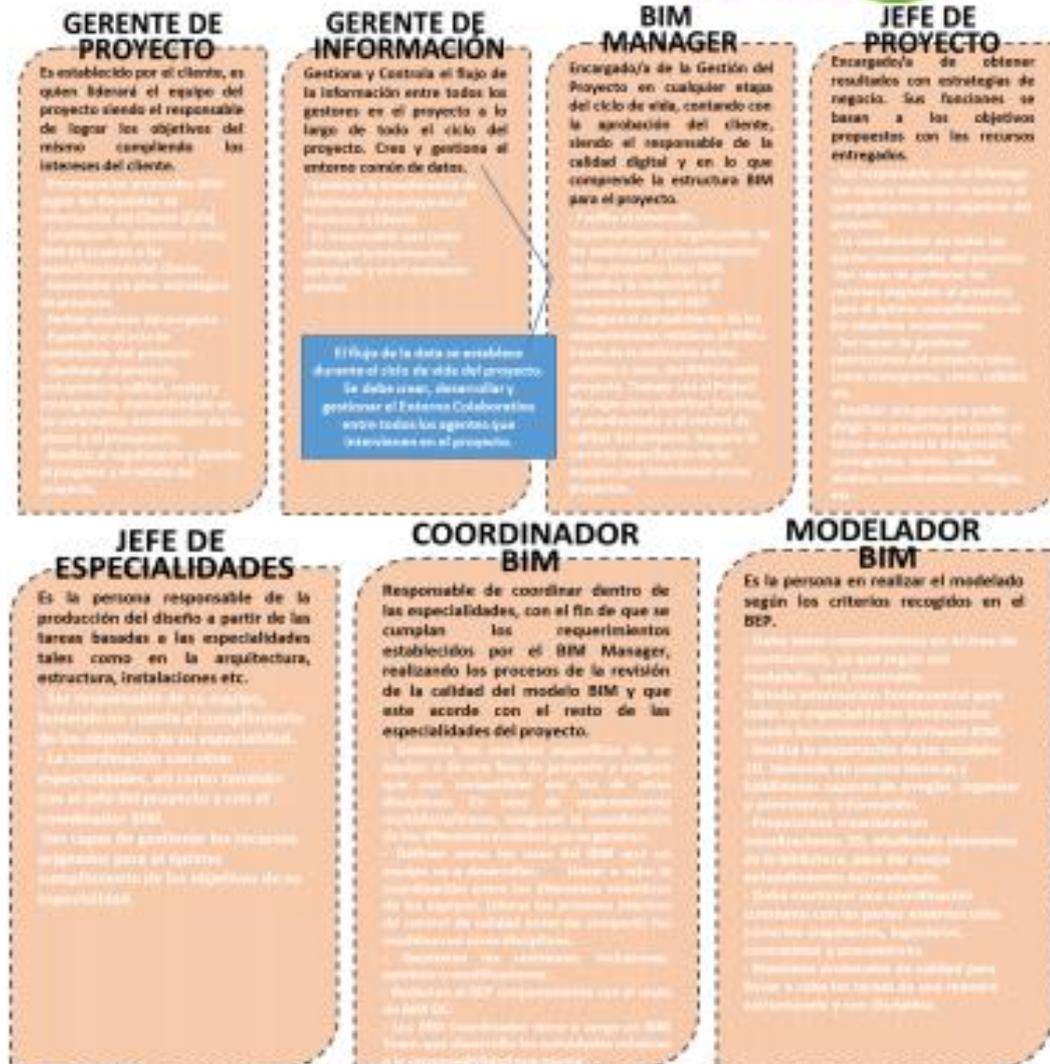


Figura 1: Definiciones de roles en el proyecto

Fuente: Elaboración propia

ORGANIGRAMA

Es necesario contar con la estructura o jerarquía de los involucrados.

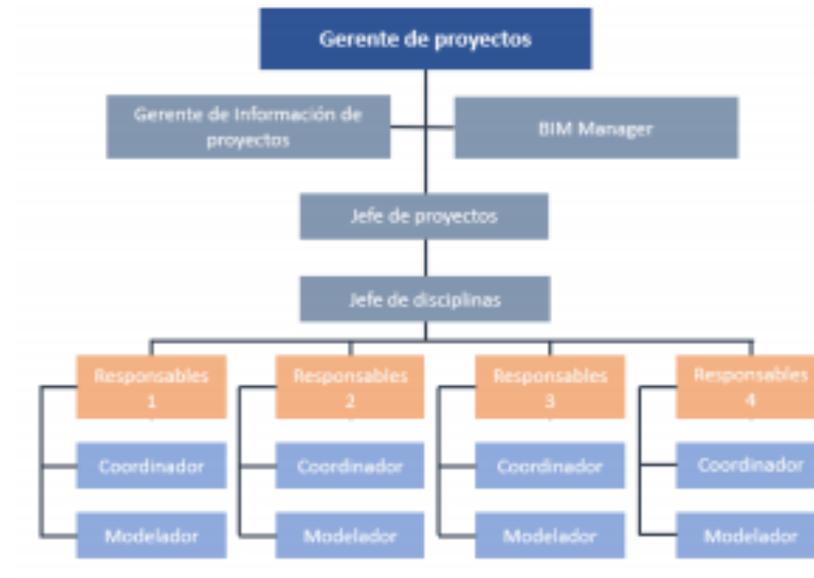


Figura 2: Organigrama de los involucrados

Fuente: Elaboración propia

3.2. Protocolo de roles y responsabilidades

Para la buena gestión de información es necesario identificar a cada uno de los involucrados según el rol que ejercen; así como también, garantizar la comunicación continua, estableciendo un medio de comunicación determinado, que registre la comunicación.

Tabla 2. Protocolo de involucrados según rol

NOMBRE	ROL	COMPAÑÍA	CONTACTO	
			CORREO	WHATSAPP

ES IMPORTANTE QUE EL CONTACTO SEA CONTINUO, UTILIZA EL MEDIO QUE MEJOR SE ADECUA A TU EQUIPO DE TRABAJO DE FACIL ACCESO Y USO

Fuente: Elaboración propia

Ejemplo de tabla de actividades principales a realizar según el rol que tenga el involucrado.

EN EL CASO DE CONSIDERAR MÁS ACTIVIDADES, SE RECOMIENDA SECTORIZAR LAS ACTIVIDADES CON COLORES SEGÚN SU IMPORTANCIA

ROL DEL BIM	OTROS NOMBRES	ACTIVIDADES														
		GRUPO			GESTIÓN				CALIDAD			PRODUCCIÓN				
		DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA GLOBAL	REDACTAR EL PLAN DE EJECUCIÓN DEL BIM	PARTICIPAR EN EL PLAN D'EJECUCIÓN DEL BIM	DEFINICIÓN DE PROCESOS GLOBALES	DEFINICIÓN PROCESOS BIM DEL ENCARGO	DEFINICIÓN PROCESOS BIM DE EQUIPO	DEFINICIÓN DE L'AMBIT DEL MODELAT	COORDINACIÓN DEL MODELADO DE INFOR	GESTIÓN DEL ENTORNO DE CALIDAD	APROBACIÓN DE LA CALIDAD	VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD	ASEGURAMIENTO DE A CALIDAD	PRODUCCIÓN CON CALIDAD	CREACIÓN DE CONTENIDO	PRODUCCIÓN DE ENTREGABLES
Gestor del Modelo de Información	BIM Manager Responsable BIM															
Coordinador del BIM del Encargo	Responsable BIM															
Coordinador del BIM del Equipo	Coordinador BIM															
Equipo de Producción	Modelador BIM															

ESTAS ACTIVIDADES PUEDEN CAMBIAR SEGÚN EL PROYECTO, SUS OBJETIVOS Y LOS

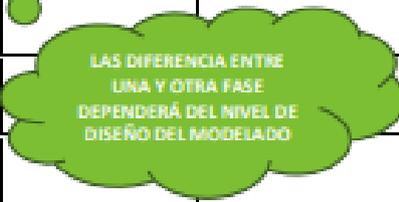
Figura 3: Actividades a realizar según el rol de involucrados

Fuente: Coloma + Armengol

3.3. Protocolo para procesos del proyecto

Se realizará una tabla de fases y fechas del proyecto con el fin de respetar las fechas fijadas según las etapas indicadas. Esto ayudará a la organización y control de tiempo.

Tabla 3. Protocolo para procesos del proyecto

ESPECIALISTAS	Fase del proyecto	Fecha estimada de comienzo	Fecha estimada de finalización	Agentes implicados en el proceso
PROYECTISTAS	Diseño conceptual			
	Anteproyecto			
	Proyecto básico			
CONTRATISTA	Proyecto pre constructivo			
	Construcción			
	Construido			

Fuente: Elaboración propia

3.4. Objetivos BIM del proyecto

3.4.1. Protocolos para identificar objetivos BIM prioritarios

Se realizará una tabla con los usos BIM a implementar en el proyecto; esta tabla identificará qué objetivo se está intentando lograr mediante la implementación de cada uso; lo cual, ayudará a la gestión de información, al sectorizar los usos según objetivos a lograr (enfoque de optimización).

Tabla 4. Protocolos de Usos BIM prioritarios

Uso BIM	Prioridad (Alta/ Media/ Baja)	Agente responsable del uso BIM	Observaciones	Enfoque de Optimización en:

En el caso de usar varios usos, se recomienda seccionarlos por colores

Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Protocolo para el análisis de usos BIM:

Se deberá marcar con una (x) la siguiente tabla; según los usos considerados en la tabla anterior, esta tabla ayudará a considerar en qué etapa del proyecto se implementará cada uso.

Algunos usos de esta etapa inician en planificación y continúan en el transcurso del proyecto.

Algunos usos pueden ser considerados en más de una etapa.

Tabla 5. Protocolo para el análisis de usos BIM

PLANIFICACIÓN		DISEÑO		CONSTRUCCIÓN		EXPLORACIÓN	
	Estudio del estado actual		Estudio del estado actual		Estudio del estado actual		Estudio del estado actual
	Previsión de costos		Previsión de costos		Previsión de costos		Previsión de costos
	Planificación de la obra		Planificación de la obra		Planificación de la obra		Libro del edificio
	Análisis del emplazamiento		Revisión del diseño		As-Built		Mantenimiento
			Documentación		Fabricación digital		Análisis del rendimiento
			Cálculos de ingeniería		Coordinación en 3D		Gestión del inventario
			Diseño lumínico		Pre construcción		Gestión de espacios
			Eficiencia energética		Replanteo digital		
			Sostenibilidad		Monitorización de la obra		
			Verificación de la normativa		Planificación de instalaciones temporales		

Fuente: Adaptado por los autores

4. DOCUMENTACIÓN

El proyecto debe contar con especificaciones de documentación que ayuden a la organización y control de tiempos al gestionar información.

4.1. Especificaciones para la nomenclatura de archivos

Se debe establecer una nomenclatura de archivos antes de realizar cualquier tipo de entrega de información entre los involucrados, con el fin de contar con un flujo de información más efectivo, teniendo acceso a cualquier archivo que sea almacenado en el ECD (Entorno Común de Datos) de manera más rápida y sencilla. El cual, considere el año en que se está dando el proyecto, mes, el nombre del proyecto y el archivo o documento, el cual irá acompañado con un número al inicio para que se ordene automáticamente dentro del ECD. A continuación, se plantea una estructura general que ayudara en el reconocimiento de los archivos.

Año_Mes_NombreProyecto_(número)Archivo/Documento

Figura 4: Estructura de nomenclatura para los documentos

Fuente: Elaboración propia

4.2. Especificaciones – acrónimos por especialidad

Es necesario que los involucrados se comuniquen con la misma terminología, por ello, se debe crear códigos entre las especialidades, delimitadas por los involucrados.

CÓDIGO DE ESPECIALIDADES	
Arquitectura	ARQ
Interiores	INT
Estructura	STR
Instalaciones eléctricas	BTE
Instalaciones de comunicación y DATA	ICD
Instalaciones sanitarias	ISS
Instalaciones mecánicas	MEC
Agua ContraIncendio	ACI
Topografía	TPO
Fachada	FAC
Climatización	CLI
Carpintería	CPA

Figura 5: Código de especialidades

Fuente: Elaboración propia

4.3. Especificaciones para el almacenamiento de archivos

Los archivos de cada equipo se almacenarán en un mismo entorno común de datos y se vinculará la última versión de los modelos realizados; de este modo, el documento estará siempre actualizado y se encontrará visible cada modelo trabajado.

Dentro del entorno común de datos se deberán crear 03 carpetas, que consideren:

- WIP (Work In Progress), carpeta utilizada para documentar el trabajo en proceso, donde se tendrá una carpeta por cada especialidad; cada especialista puede almacenar sus documentos según su criterio.
- Aprobación, carpeta utilizada para la documentación y aprobación del trabajo unificado.
- Presentación, carpeta utilizada para documentar la entrega final al cliente.



Figura 6. Almacenamiento de carpetas dentro del ECD

Fuente: Elaboración propia

Dentro de la carpeta de WIP, los equipos de cada especialidad trabajarán de manera independiente, por ende, se producirán intercambios semanales de archivos entre los distintos equipos.

Para almacenar los archivos dentro del entorno común de datos se crearán carpetas de todas las especialidades que participen en el proyecto según el capítulo 4.1 y los acrónimos establecidos, véase la figura 5.

De igual manera, habrá una carpeta llamada General, donde se almacenará los criterios comunes de BIM para los diferentes equipos de trabajo, en esta carpeta se encontrarán archivos como:

- Familias de objetos
- Plantillas
- Criterios
- Manuales, etc.



Figura 7. Almacenamiento de carpeta general

Fuente: Elaboración propia

5. ESTRATEGIA Y PROCEDIMIENTOS

5.1. Estrategia de colaboración

5.1.1. Protocolo para el trabajo colaborativo y actividades entre los involucrados

Para una buena coordinación entre los involucrados es necesario contar con un flujo de coordinación establecido. Este flujo contará con 03 etapas principales, luego de realizados los trabajos individuales, se iniciará con la sesión de coordinación, siguiendo por la aprobación y finalizando en la documentación o archivado del documento o coordinación.

En el caso de la toma de decisiones, los cambios más significativos en el proyecto serán revisados y comunicados entre los integrantes del equipo en las reuniones de coordinación (véase el capítulo N°5.1.3) y quedarán registradas mediante un informe de incidencias (véase la tabla N°06) y/o acuerdos, con el fin de tener los trabajos subsanados de acuerdo a las observaciones realizadas por los especialistas en los plazos establecidos.

El registro de estas coordinaciones será guardado en un entorno común de datos, lo que facilitaría la comunicación entre las partes en caso que el equipo de diseño no pertenezca a la misma compañía. Realizar coordinaciones y/o colaboraciones más eficientes ayudaría tanto a mejorar la gestión de información, como al control de tiempo.

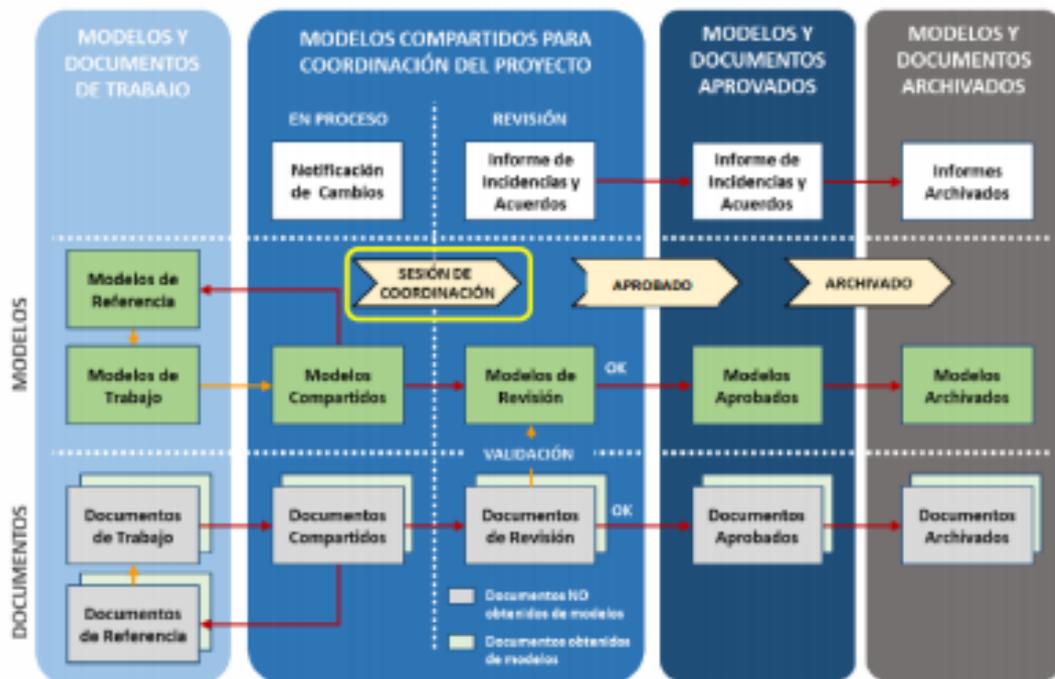


Figura 8: Flujo de sesión de coordinación

Fuente: Coloma + Armengol

Tabla 6. Protocolo del Informe de incidencias y/o acuerdos

INFORME DE INCIDENCIAS Y/O ACUERDOS				
NOMBRE				
FECHA				
COMPAÑÍA				
ESPECIALIDAD				
ITEM	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN	CONCLUSION	RECOMENDACIÓN
1				
2				
3				
4				

Cada equipo deberá subsanar independientemente lo acordado

Fuente: Elaboración propia

5.1.2. Protocolo para reuniones BIM:

Con el fin de mejorar la planificación de reuniones y control de tiempo; se debe llevar un cronograma semanal, donde se especifiquen las actividades a realizar según los plazos establecidos por los agentes y/o involucrados. Por ejemplo, como se muestra en la figura N° 9, en un proyecto "X", el día viernes, las partes contratadas comparten los archivos trabajados independientemente según su especialidad; luego el día lunes, todas las especialidades pasan a revisar su propio documento según a los del resto de especialidades; y finalizan el proceso el día martes, discutiendo los problemas detectados para su absolución para el próximo ciclo de reuniones, manteniendo una comunicación continua durante toda la semana.

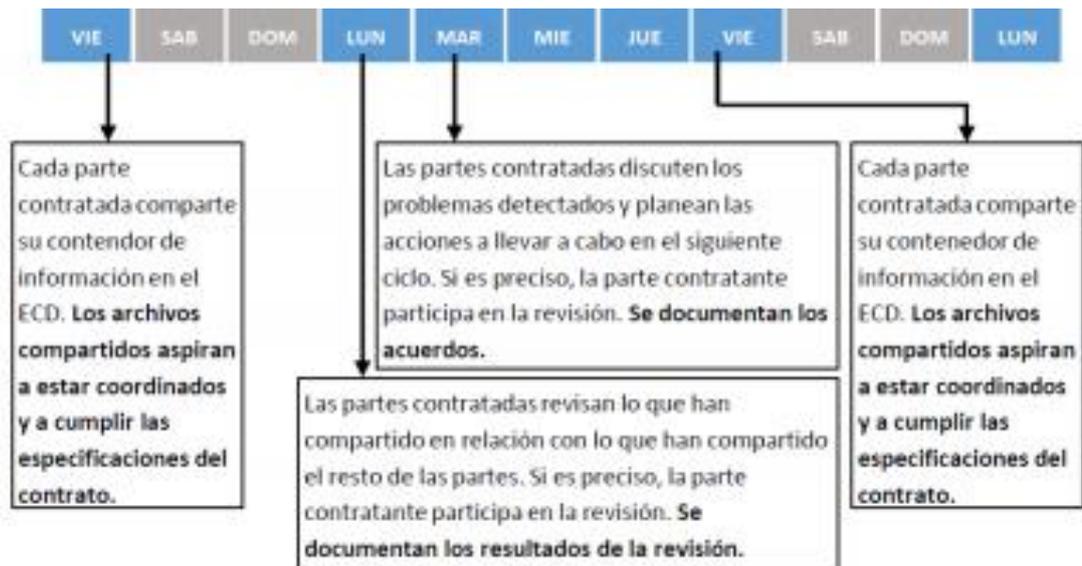


Figura 9: Planificación de reunión por semana

Fuente: Coloma + Armengol



Figura 10: Reuniones frecuentes

Fuente: Coloma + Armengol

Tal como se indica en la página anterior, se deberá establecer un Daily, el cual permitirá contextualizar las actividades en menos tiempo, de manera proactiva y dinámica que ayude a sumar la información recolectada para tener un proceso más eficiente.

Para esquematizar el proceso, se tendrá un protocolo según el tipo reunión que se vaya a realizar; aquí, se establecerá la frecuencia y los participantes a considerar en el proyecto y/o etapa del proyecto.

Tabla 7. Protocolo para tipo de reuniones según la frecuencia y participantes

TIPO DE REUNIÓN	FRECUENCIA	PARTICIPANTES
Referente al diseño		
Referente a la coordinación		
Referente al modelado		
Referente a la revisión		

Fuente: Adaptado por los autores

5.1.3. Protocolo de control de colisiones:

Para poder realizar el control de interferencias se deberá llevar a cabo un flujo de trabajo que permita la eficiente revisión de los modelos. (Véase la figura N° 11).

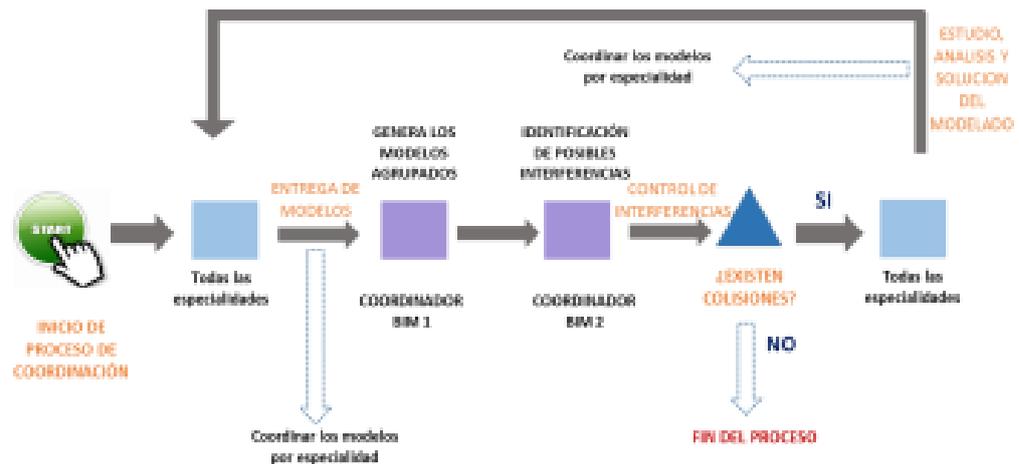


Figura 11: Flujo de trabajo para la revisión de modelados

Fuente: Elaboración propia

Según el flujo, cada equipo iniciará enviando al coordinador BIM 1 los archivos correspondientes a su especialidad en formatos compatibles con BIM (Revit, Naviswork, IFC, ArchiCAD u otro), los cuales serán definidos con anterioridad por los usuarios. El coordinador BIM 1 se encargará de generar un modelado general donde se tengan los modelos de manera unificada.

Una vez se tenga el modelo general, el coordinador BIM 1 se lo enviará al coordinador BIM 2, encargado de identificar las interferencias.

Al momento de correr el cruce de interferencias se encontrarán inferencias que representen cambios en el proyecto e interferencias

que no representen cambios en el proyecto; todas las interferencias encontradas, se dividirán en 03 tipos:

- Elementos de importancia alta (representa cambios en el proyecto)
- Elementos de importancia media (pueden representar cambios en el proyecto)
- Elementos de importancia baja. (no representan cambios en el proyecto)

Se deberá seleccionar los elementos de importancia alta y media que representen cambios en el proyecto; con el fin de subsanar errores y mitigar problemas.

En el caso de encontrar colisiones que representen cambios en el proyecto el coordinador BIM 2 informará al responsable de cada especialidad correspondiente para que realice el estudio, análisis y solución del modelado, mediante un informe de colisiones compartido en el entorno común de datos.

El informe de colisiones deberá llevar un parámetro específico para cada nivel de colisión, este parámetro, se identificará con un número en función a su importancia.

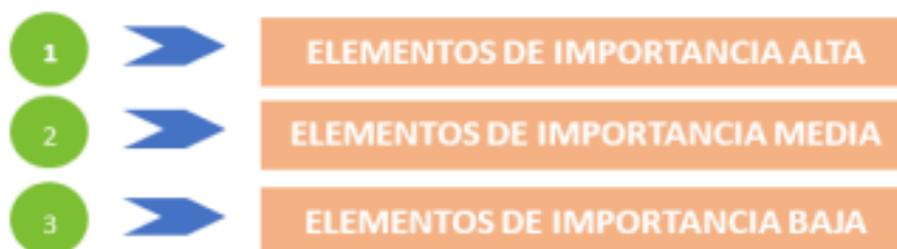


Figura 12: Número según nivel de colisión

Fuente: Elaboración propia

Para poder documentar las colisiones se debe realizar un formato que contenga toda la información fundamental por cada colisión, considerando únicamente elementos de importancia alta y media, el resto, se informará mediante un informe de incidencias (Véase la tabla N° 6); estos documentos se deberán compartir mediante el entorno común de datos.



Figura 13: Formato de colisiones

Fuente: Elaboración propia

5.2. Especificaciones para el modelado BIM

5.2.1. Especificaciones del sistema de coordenadas:

Todos los archivos tendrán que tener el mismo parámetro de coordenadas UTM, con el mismo punto de muestreo.

Todos los archivos realizados en Revit, tendrán que usar un sistema igual de coordenadas UTM compartidas.

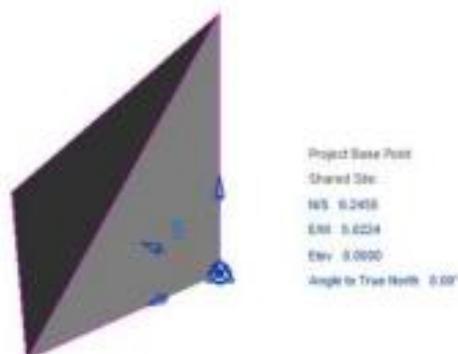


Figura 14: Origen y orientación

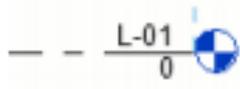
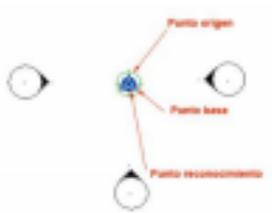
Fuente: Guía visual de implementación BIM España

5.2.2. Especificaciones de los elementos de referencia

Los elementos deben estar situados y referenciados en el espacio del modelo. Estos permiten localizar, por intermedio de referencias relativas y absolutas, diferentes componentes del proyecto.

Además, se utiliza para establecer restricciones dentro del modelado, entre las cuales son; niveles, rejillas, planos de referencia, punto de origen, punto de reconocimiento y punto base.

Tabla 8. Especificaciones de los elementos de referencia con su simbología

ELEMENTOS DE REFERENCIA	SIMBOLOGIA
Niveles	
Rejillas	
Planos de referencia	
Punto de origen	
Punto de base	
Punto de reconocimiento	

Fuente: Adaptado por los autores

5.2.3. Especificaciones para las buenas prácticas:

Según Aparecido de Oliva (2019), la estructura de las buenas prácticas se divide en 3 categorías:

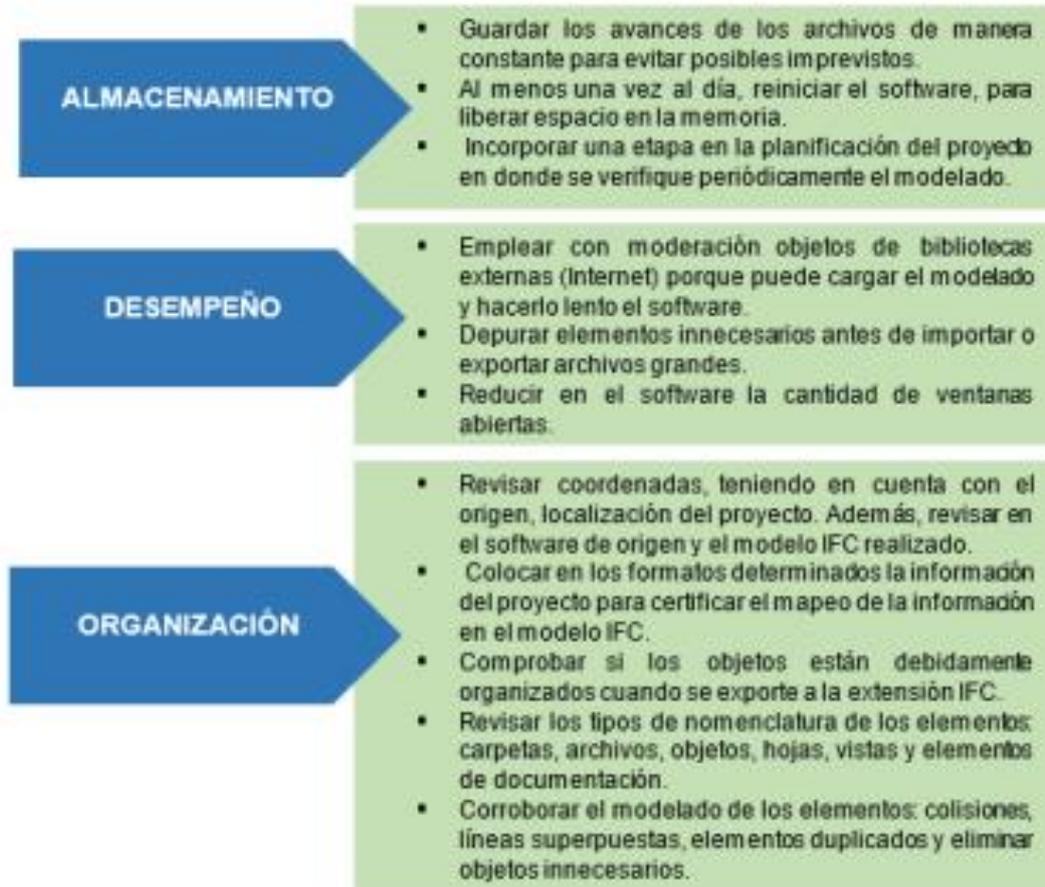


Figura 15: Especificaciones para las buenas prácticas

Fuente: BIM, Cataluña

Se deberá tener una nomenclatura de elementos establecida para su codificación, esto ayudará a identificar al elemento de manera eficiente. A continuación, se mostrará un ejemplo sugerente.

En el caso de especificar elemento muros:



Figura 16: Especificación para la estructura de elementos
Fuente: Elaboración propia

5.3. Protocolo para matriz de LODs de elementos BIM

Este protocolo es importante en la realización de modelos por cada especialidad, ya que especifica los niveles de detalle (LOD) y niveles de información (LOI).

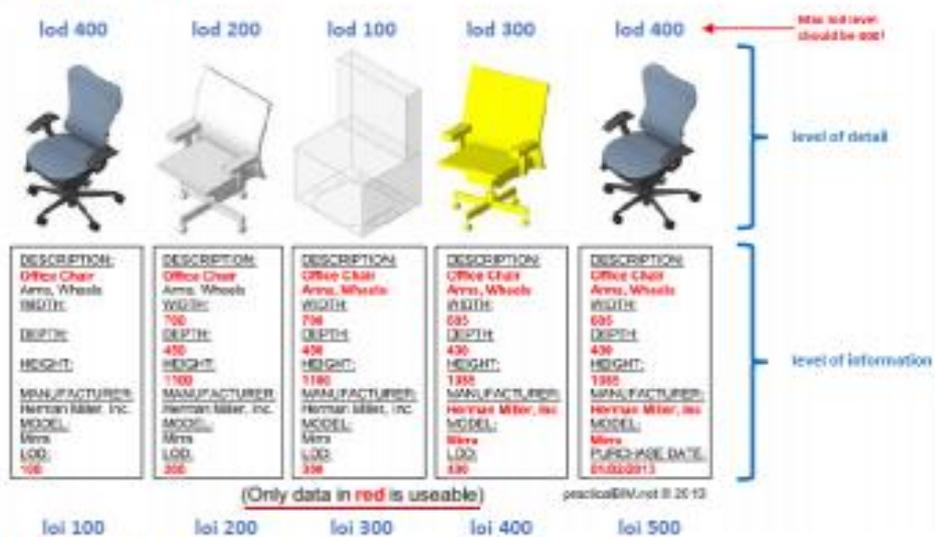


Figura 17: Parámetros LODs
Fuente: Coloma + Armengol

Tabla 9. Protocolo LODs según los elementos

ELEMENTO	LOD	LOI



Fuente: Elaboración propia

5.4. Protocolo para los parámetros del proyecto

Es una condición que se añade al elemento BIM para obtener información.

Se propone el siguiente formato:

Tabla 10. Protocolo de parámetros del proyecto

ITEM	DESCRIPCIÓN	ELEMENTO	TIPO		
			TEXTO	NÚMERO	SI/NO
1					
2					
3					

Fuente: Elaboración propia

5.5. Control de calidad BIM

5.5.1. Especificaciones para el control de calidad del modelo

En relación al modelado, se tiene que garantizar los siguientes puntos:

Los modelos utilicen un sistema de coordenadas UTM y que se encuentren situados en el punto de origen definido al inicio del contrato, y además que

tengan los mismos niveles, ejes de referencia, cotas, denominaciones para poder agilizar la gestión de los modelos y los inventarios de activos.

El listado de objetos modelados tenga las especificaciones determinadas en el PEB y tengan una correcta codificación.

El detallado correcto de los objetos adicionales, justificando su incorporación y suprimir los elementos innecesarios, desplazados y/o duplicados.

Que se hayan eliminado todos los archivos irrelevantes del modelado, que no formen parte del entregable.

Que los formatos de los archivos y nomenclaturas se mantengan estandarizados durante el ciclo de vida útil del proyecto.

5.5.2. Especificaciones para el control de calidad de los datos:

Por otra parte, los responsables de los diferentes modelos deberán de verificar los datos que incluyan los modelos virtuales de su responsabilidad, cualquiera que fuese tu tipología, cumplan con las siguientes condiciones:

conformidad:	los datos están asociadas a los objetos que corresponden y los valores introducidos están de acuerdo con las características que definen;
precisión:	los valores de los datos se han introducido en los campos y los formatos previamente establecidos y no se duplican;
validez:	los valores de los datos reflejan las características de objetos reales o provienen de fuentes fiables,
solidez:	los datos son consistentes cuando se relacionan entre ellas al ser utilizadas en diferentes disciplinas o lotes,
coherencia:	la relación entre las diferentes datos introducidos es correcto
A tiempo:	los datos requeridos están disponibles cuando son necesarias,
completitud:	todos los datos necesarios están informadas,
transferencia:	los datos están en el formato adecuado para ser utilizadas en todo el proceso
comprensión:	la denominación de los datos es clara, concreta y inteligible

Figura 18: Coordinaciones de control de calidad

Fuente: BIM Cataluña

6. IT

6.1. Especificaciones para los formatos de Software

Actualmente, existen diferentes herramientas o plataformas en BIM, teniendo cada una de ellas diferentes usos específicos. No existe un software en donde se pueda obtener todos los usos, por eso es necesario contar con diversos softwares que permitan obtener los usos según los requerimientos del cliente.

Los softwares pueden variar según las especialidades como son: cálculos estructurales, arquitectura, análisis energético, coordinación de modelos y demás.

Es importante que todo el equipo de trabajo, tenga el mismo software predeterminado, contando con la misma versión y especificando la extensión.

Tabla 11. Especificaciones para programas de software

PROGRAMA	VERSIÓN	EXTENSIÓN	FINALIDAD

Fuente: Elaboración propia

6.2. Especificaciones para los requisitos de hardware

- Req Min. Core i5 o similar, 8GB de RAM que sean genéricos
- Req Standard Core i5 16 GB de RAM
- Req Ideales: Core i 5 16 GB de RAM 2 GB tarjeta Video Dedicada

6.3. Especificaciones para el uso compartido de datos y archivos

Se deberá contar con un uso compartido de datos de capacidad suficiente según el proyecto a ejecutar. Es importante describir en donde se almacenará la información, ejemplo de ello tenemos los siguientes puntos:

- En un servidor compartido

- En un sistema colaborativo en donde gestione la documentación en la nube como son: A360, aconex, buzzsaw, Project wise, etc.
- En un sistema básico usando la web como son: Dropbox, Google drive, box, etc.

GLOSARIO

Tabla 12. Glosario de acrónimos

GLOSARIO DE ACRÓNIMOS			
ITEM	DESCRIPCIÓN	ACRÓNIMO O ABREVIATURA	DEFINICIÓN
1	BULDING INFORMATION MODELING	BIM	BIM es un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares; el cual, se desarrolla mediante un espacio virtual y de forma colaborativa.
2	PLAN DE EJECUCIÓN BIM	PEB	Es un documento que describe cómo se van a implementar los protocolos y especificaciones.
3	LEVEL OF DETAIL	LOD	Se refiere al nivel de detalle del modelado.
4	LEVEL OF INFORMATION	LOI	Se refiere al nivel de información del modelado
5	ENTORNO COMÚN DE DATOS	ECD	Espacio virtual que tiene como propósito almacenar información durante un proyecto.
6	INDUSTRIAL FOUNDATION CLASES	IFC	Es un formato de archivos estándar basado en objetos, compatible con BIM que permite la intercomunicación entre los involucrados.
7	CORDENADAS UTM	UTM	Es un sistemas de coordenadas universal, que utiliza el valor de coordenadas sobre los ejes "X" y "Y"

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 07

Plantillas de protocolos del PEB

Plantilla 1. Detalles del proyecto

DETALLES DEL PROYECTO	
Nombre del proyecto:	
Dirección del proyecto:	
Tipo de contrato:	
Fecha de inicio de la fase de diseño	
Fecha de inicio de la fase de construcción	
Fecha estimada de finalización de construcción y entrega:	
Descripción del proyecto según los requerimientos del cliente:	

Plantilla 2. Protocolo de involucrados según rol

NOMBRE	ROL	COMPAÑÍA	CONTACTO	
			CORREO	WHATSAPP

Plantilla 3. Protocolo para procesos del proyecto

ESPECIALISTAS	Fase del proyecto	Fecha estimada de comienzo	Fecha estimada de finalización	Agentes implicados en el proceso
PROYECTISTAS	Diseño conceptual			
	Anteproyecto			
	Proyecto básico			
CONTRATISTA	Proyecto pre constructivo			
	Construcción			
	Construido			

Plantilla 4. Protocolos de Usos BIM prioritarios

Uso BIM	Prioridad (Alta/ Media/ Baja)	Agente responsable del uso BIM	Observaciones	Enfoque de Optimización en:

Plantilla 5. Protocolo para el análisis de usos BIM

PLANIFICACIÓN		DISEÑO		CONSTRUCCIÓN		EXPLORACIÓN	
	Estudio del estado actual		Estudio del estado actual		Estudio del estado actual		Estudio del estado actual
	Previsión de costos		Previsión de costos		Previsión de costos		Previsión de costos
	Planificación de la obra		Planificación de la obra		Planificación de la obra		Libro del edificio
	Análisis del emplazamiento		Revisión del diseño		As-Built		Mantenimiento
			Documentación		Fabricación digital		Análisis del rendimiento
			Cálculos de ingeniería		Coordinación en 3D		Gestión del inventario
			Diseño lumínico		Pre construcción		Gestión de espacios
			Eficiencia energética		Replanteo digital		
			Sostenibilidad		Monitorización de la obra		
			Verificación de la normativa		Planificación de instalaciones temporales		

Plantilla 6. Protocolo del Informe de incidencias y/o acuerdos

INFORME DE INCIDENCIAS Y/O ACUERDOS				
NOMBRE				
FECHA				
COMPAÑÍA				
ESPECIALIDAD				
ITEM	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN	CONCLUSION	RECOMENDACIÓN
1				
2				
3				

Plantilla 7. Protocolo para tipo de reuniones según la frecuencia y participantes

TIPO DE REUNIÓN	FRECUENCIA	PARTICIPANTES
Referente al diseño		
Referente a la coordinación		
Referente al modelado		
Referente a la revisión		

Plantilla 8. Protocolo LODs según los elementos

ELEMENTO	LOD	LOI

Plantilla 9. Protocolo de parámetros del proyecto

ITEM	DESCRIPCIÓN	ELEMENTO	TIPO		
			TEXTO	NÚMERO	SI/NO
1					
2					
3					

Plantilla 10. Especificaciones para programas de software

PROGRAMA	VERSIÓN	EXTENSIÓN	FINALIDAD

ANEXO 08

Memoria descriptiva del edificio de Olaechea, San Isidro

MEMORIA DESCRIPTIVA

Esta investigación presenta su desarrollo en dos plantas situadas en dos oficinas independientes, ambas ubicadas en el distrito de San Isidro, provincia y departamento de Lima.

OFICINA N° 01

Ubicación : Calle Manuel Gonzales Olaechea N° 247, San Isidro, Lima, Perú.

Cantidad de niveles : Edificio de 04 pisos

Sótanos : 01 sótano

Descripción

Se trata de un predio ubicado en la Calle Manuel Gonzales Olaechea N° 248, distrito de San Isidro, provincia y departamento de Lima.

Este predio consta de cinco niveles; considerado 04 pisos y un sótano.

Linderos y medidas perimétricas

El predio en mención consta de las siguientes medidas perimétricas:

Por frente con la Calle Manuel Gonzales Olaechea, con 12.00 ml; por la derecha entrando, con 32.00 ml; por la izquierda entrando, con 32.00 ml; y por el fondo con 12.00 ml.

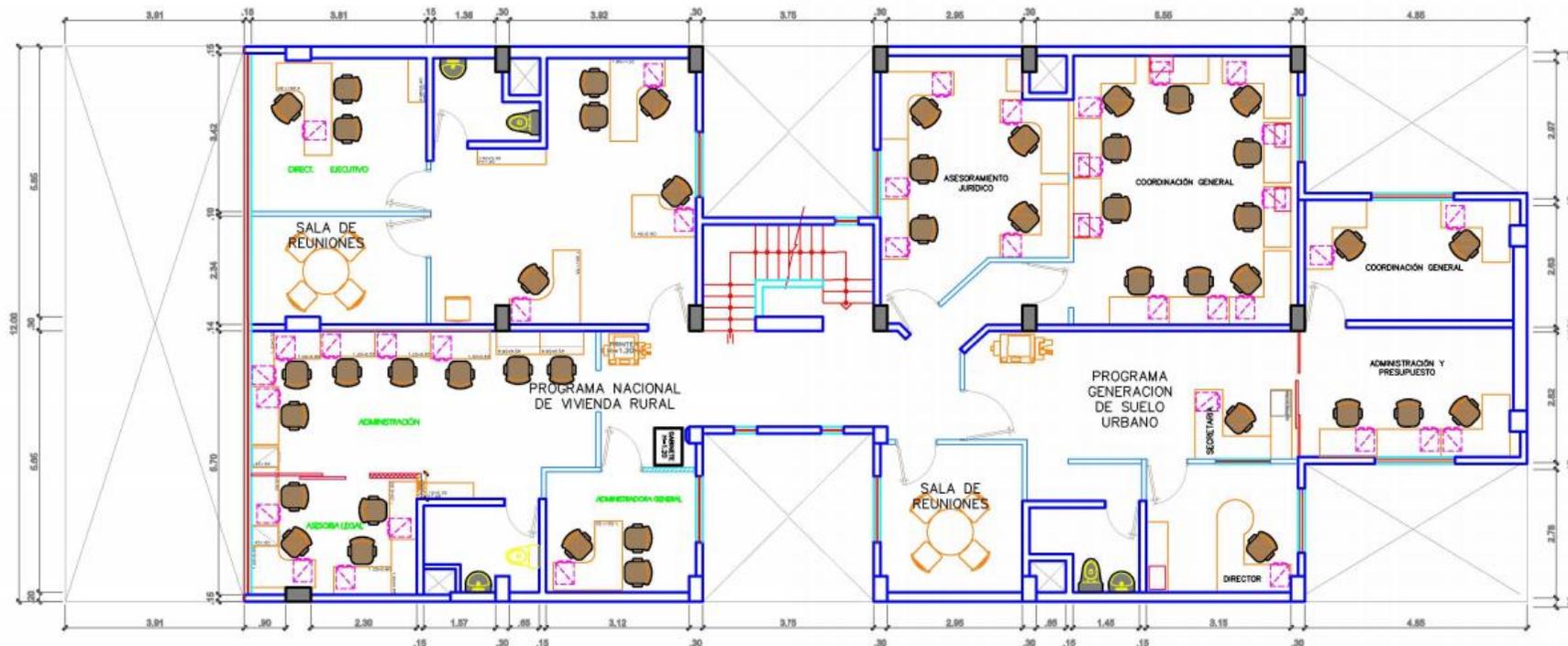
Áreas y linderos

El predio cuenta con un área total del terreno de 382.80.



ANEXO 09

Plano de distribución del edificio de Olaechea, piso 03



TERCER PISO
ESC: 1/100

ANEXO 10

Encuesta de validación

ENCUESTA DE VALIDACIÓN - PLAN DE EJECUCIÓN BIM

La presente encuesta forma parte del trabajo de investigación: "PLAN DE EJECUCIÓN BIM PARA LA GESTIÓN DE UN PROYECTO DE OFICINA EN LIMA METROPOLITANA" para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, presentada por Sol Andrades y Allynson Flores de la Universidad San Martín de Porres. Esta encuesta tiene como finalidad que el Plan de Ejecución BIM realizado pase por un proceso de validación, según la opinión de especialistas en la metodología BIM.

Se agradece de antemano su participación en esta encuesta.

1. Nombres y Apellidos
2. Experiencia en la metodología BIM (en años)

3 a 5	6 a 9	Más de 9
-------	-------	----------
3. Cargo actual y empresa

En relación al Plan de Ejecución BIM enviado con el presente cuestionario, marque según la escala de Likert que tan de acuerdo o en desacuerdo está con las siguientes afirmaciones, considerando las siguientes opciones:

1. Totalmente en desacuerdo
2. Desacuerdo
3. Moderadamente de acuerdo
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo

CUESTIONARIO	1	2	3	4	5
1. La implementación del presente Plan de Ejecución BIM mejora la gestión de un proyecto en Lima Metropolitana.					
2. La implementación del Plan de Ejecución BIM, mediante los protocolos y especificaciones establecidos, mejora la gestión de información de un proyecto en Lima Metropolitana.					
3. La implementación del Plan de Ejecución BIM, mediante los protocolos y especificaciones establecidos, mejora el control de tiempos de un proyecto en Lima Metropolitana.					
4. La implementación del Plan de Ejecución BIM, mediante los protocolos y especificaciones establecidos, mejora el control de costos de un proyecto en Lima Metropolitana.					
5. El presente Plan de Ejecución BIM, en comparación a otros PEB desarrollados en el Perú, se presenta de manera más amigable para el lector					
6. En el caso de tener alguna observación, comente su respuesta.					

ANEXO 11

Plantilla de la encuesta de validación – Google Forms

PEB - ENCUESTA DE VALIDACIÓN

La presente encuesta forma parte del trabajo de investigación: "PLAN DE EJECUCIÓN BIM PARA LA GESTIÓN DE UN PROYECTO DE OFICINA EN LIMA METROPOLITANA" para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, presentada por Sol Andrades y Allynson Flores de la Universidad San Martín de Porres. Esta encuesta tiene como finalidad que el Plan de Ejecución BIM realizado pase por un proceso de validación, según la opinión de especialistas en la metodología BIM.

Se agradece de antemano su participación en esta encuesta.

***Obligatorio**

1. Dirección de correo electrónico *

2. Nombres y Apellidos *

3. Experiencia en la metodología BIM (años) *

Marca solo un óvalo.

3 a 5

6 a 9

Más de 9

4. Cargo actual y empresa *

ENCUESTA

En relación al Plan de Ejecución BIM enviado con el presente cuestionario, marque según la escala de Likert que tan de acuerdo o en desacuerdo está con las siguientes afirmaciones , considerando las siguientes opciones:

1. Totalmente en desacuerdo
2. Desacuerdo
3. Moderadamente de acuerdo
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo.

1. La implementación del presente Plan de Ejecución BIM mejora la gestión de un proyecto en Lima Metropolitana. *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

2. La implementación del Plan de Ejecución BIM, mediante los protocolos y especificaciones establecidos, mejora la gestión de información de un proyecto en Lima Metropolitana. *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

3. La implementación del Plan de Ejecución BIM, mediante los protocolos y especificaciones establecidos, mejora el control de tiempos de un proyecto en Lima Metropolitana. *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

4. La implementación del Plan de Ejecución BIM, mediante los protocolos y especificaciones establecidos, mejora el control de costos de un proyecto en Lima Metropolitana. *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

5. El presente Plan de Ejecución BIM, en comparación a otros PEB desarrollados en el Perú, se presenta de manera más amigable para el lector *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

6. En el caso de tener alguna observación, comente su respuesta.

Google no creó ni aprobó este contenido.

Google Formularios

ANEXO 12

Resultados individuales de encuesta de validación – Google Forms

PEB – ENCUESTA DE VALIDACIÓN

8 respuestas

Nombres y Apellidos

8 respuestas

Víctor Jesús Calderón silva

Marco Poma

Rodolfo Poma

Luis Felipe Huallanca Parra

Jaime Sanabria

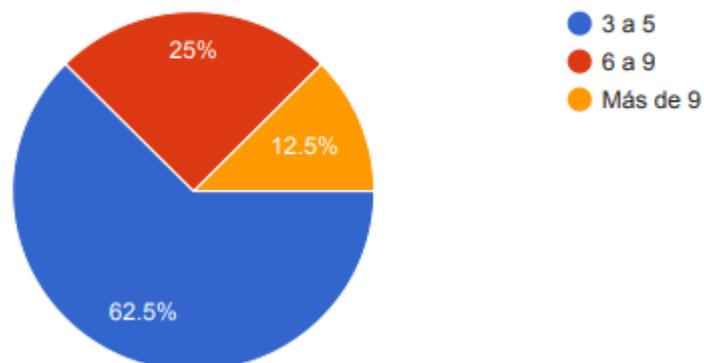
Samir Arévalo Vidal

Abraham Hector Nuñez Laureano

Adriana Galarza Panduro

Experiencia en la metodología BIM (años)

8 respuestas



Cargo actual y empresa

8 respuestas

Ingeniero de infraestructuras y mantenimiento MINSA

GG - SCIO DC

Gerente de proyectos

Analista BIM, Ministerio del Interior

Arquitecto BIM

Gerente General de Bim Construction

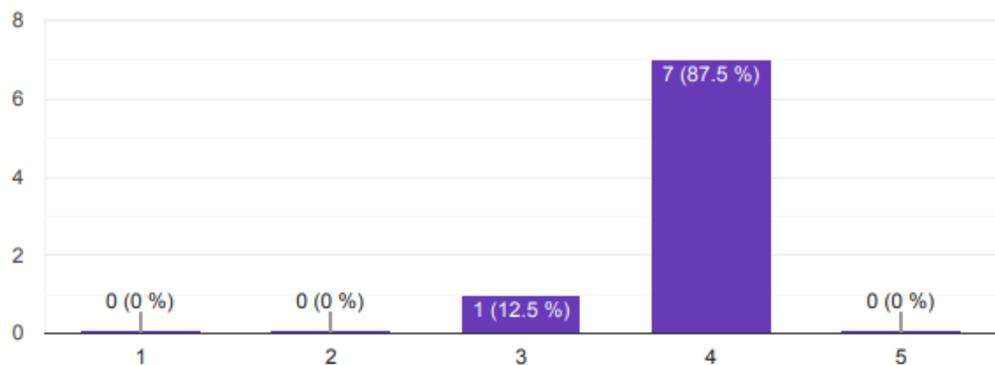
Ingeniero de Calidad, Consorcio Barba UBR

Arquitecta Bim - Ministerio del Interior

ENCUESTA

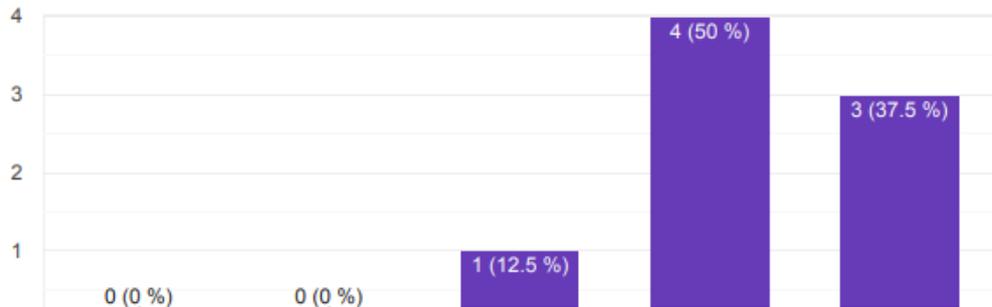
1. La implementación del presente Plan de Ejecución BIM mejora la gestión de un proyecto en Lima Metropolitana.

8 respuestas



2. La implementación del Plan de Ejecución BIM, mediante los protocolos y especificaciones establecidos, mejora la gestión de información de un proyecto en Lima Metropolitana.

8 respuestas



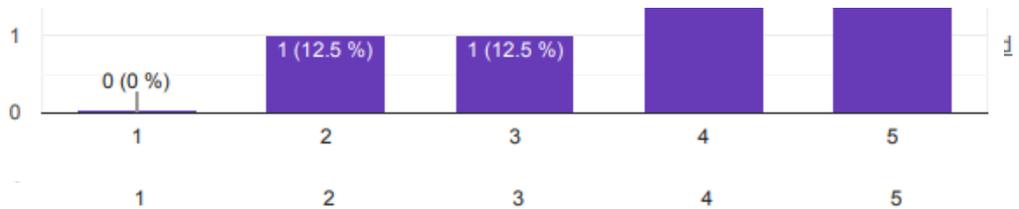
6. En el caso de tener alguna observación, comente su respuesta.

3 respuestas

El comentario que brindó es que parte de un PEB, es facilitar información que pueda ser utilizada por una entidad, persona o empresa como punto de Partida algún estándar practico. Veo mucha información en general y no un estándar para casos particulares prácticos.

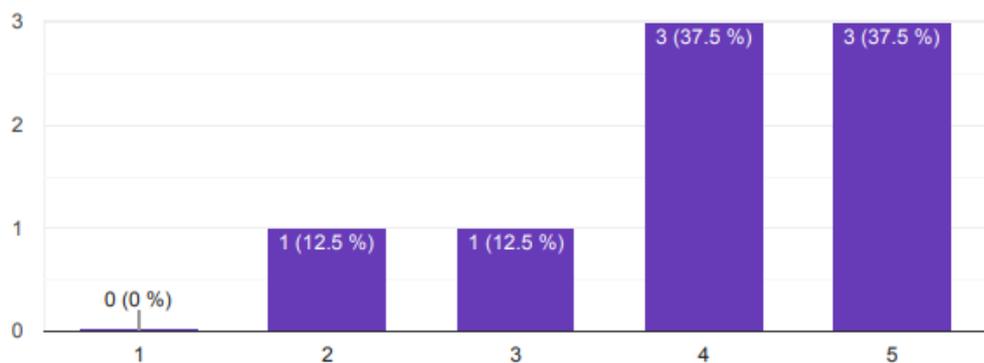
N

El trabajo colaborativo es muy eficiente



4. La implementación del Plan de Ejecución BIM, mediante los protocolos y especificaciones establecidos, mejora el control de costos de un proyecto en Lima Metropolitana.

8 respuestas



FUENTES DE CONSULTA

Bibliográficas

Alcántara, P. (2011) en su artículo: *“Modelando en BIM 3D y 4D para la construcción: Caso Proyecto Universidad del Pacífico”*. Universidad del Pacífico, Lima.

BuildingSMART Spain, (2019). “Introducción a la serie EN- ISO 19650 Partes 1 y 2”, España.

Cárdenas & Zapata. (2018). *“Integración de las metodologías BIM 5D y EVM a través de una herramienta computacional, aplicada a un proyecto de edificación VIS en Bogotá D.C”*. (Tesis para obtener el grado de maestría de ingeniería civil). Universidad Pontificia Universidad Javeriana, Colombia.

Cáceres, K. & Dongo, L. (2019). *“Evaluación de los beneficios al aplicar BIM en una obra multifamiliar en Lima Metropolitana en el año 2018-2019”*. (Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

Coloma + Armegol, (2016). “Los Usos del BIM”, España.

Decreto Supremo N° 289-2019 EF, (2019) “Incorporación progresiva de BIM en la Inversión pública”, Diario Oficial El Peruano, Perú.

Decreto Supremo N° 238-2019 EF, (2019) “Plan Nacional de infraestructura para la competitividad”, Diario Oficial El Peruano, Perú.

Eloi Coloma + Armengol (2018).” *BIM Execution Planning*”. Universidad Politecnica de Cataluña, Barcelona.

Goyzueta, G. & Puma, H. (2016). *“Implementación de la metodología BIM y el sistema LAST PLANNER 4D para la mejora de gestión de la obra:*

Residencial Montesol – Dolores” (Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil). Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa.

Hinostroza, P. & Romero, M. (2019). *“Procedimientos para la implementación del modelo de la información de la construcción (BIM) en micro y pequeñas empresas del sector construcción”*. (Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.

Infraestructuras de la Generalitat de Catalunya (2018). *Manual BIM Gestión de proyectos y obras*. Barcelona.

Monfort P. (2015). *“Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura”*. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

Ogbamwen J. (2016). *“Gestión de proyectos de construcción mediante Building Information Modeling (BIM) e Integrated Project Delivery (IPD). Analisis y estudio de dos casos en EE. UU”*. (Tesis para obtener el grado de maestría de ingeniería civil). Universitat Politècnica de València, Valencia, España.

PMI. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) 6ta edición*. Pennsylvania: Project Management Institute.

Porras & Einson. (2015). *“La Planeación y Ejecución de las Obras de Construcción dentro de las Buenas Prácticas de la Administración y Programación”*. (Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil). Universidad Católica de Colombia, Bogotá.

Tapia, G (2018). *“Primer Estudio del nivel de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima Metropolitana y Callao”*. (Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil). Universidad Católica del Perú, Lima.

Trejo C. (2018). “*Estudio del impacto en el uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción*”. (Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil). Universidad de Chile, Santiago de Chile.

Electrónicas:

CEMA, Escuela de Ingeniería y Arquitectura (2020). *Historia de implementación BIM*. Recuperado de:

<http://www.findglocal.com/PE/Pueblo-Libre/794381827435770/CEMA%2C-Escuela-de-Ingenier%C3%ADa-y-Arquitectura>

CDC ACADEMIA (2009). *Sobre la B, la I y la M en BIM: Modelado de información para la edificación*. Recuperado de:

<https://www.archdaily.pe/pe/02-18908/sobre-la-b-la-i-y-la-m-en-bim-modelado-de-informacion-para-la-edificacion>

BIM Community (2016). *BIM en el mundo*. Recuperado de:

<https://www.bimcommunity.com/news/load/269/bim-en-el-mundo>

EDITECA (2020). *El BIM en Latinoamérica (Actualizado)*. Recuperado de:

<https://editeca.com/bim-en-latinoamerica/>

Ministerio de Economía y Finanzas (2019). *Plan BIM Perú*. Recuperado de: Corporación de Desarrollo Tecnológico & BIM Forum. (2017). *Guía inicial para implementar BIM en las organizaciones*. Santiago de Chile: CDT. Recuperado de:

http://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/u11/bc90_6_guia_inicial_para_implementar_bim_en_las_organizaciones_-_version_imprenta.pdf

ESPACIOBIM (2016). *Las 7 dimensiones BIM*. Recuperado de:

<https://www.espaciobim.com/dimensiones-bim>

DCV Consultores (2020). *Implementaciones BIM/CAD/ FM/ Gis.*

Recuperado de:

<http://www.dcvconsultores.com/que-es-bim/>