

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LOS PROCESOS DE TRABAJO DE UNA EMPRESA DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN UBICADA EN CUENCA, ECUADOR.

ESCUELA: ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN.

TITULACIÓN: MÁSTER UNIVERSITARIO EN EDIFICACIÓN, ESPECIALIDAD GESTIÓN.

AUTOR: PAÚL ESTEBAN VÉLEZ MARTÍNEZ.

TUTORA: INMACULADA OLIVER FAUBEL.

CURSO: 2019-2020.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

mue MASTER OFICIAL
UNIVERSITARIO
EDIFICACIÓN



RESUMEN:

La metodología BIM hoy en día se ha convertido en la opción de mayor desarrollo, eficiencia, y competitividad para el sector de la arquitectura, ingeniería y construcción (AEC). Adoptar BIM es lo que todas las empresas sean pequeñas, medianas o grandes apuntan para perfeccionar sus proyectos y lograr mayor rentabilidad a la hora de trabajar. Sin embargo, la diferencia entre tener únicamente la idea de utilizar la metodología, a convertirla en realidad como un PLAN DE IMPLEMENTACIÓN BIM (PIB) es lo que genera verdaderos resultados.

Se implementará la metodología BIM en una empresa privada con 5 años de antigüedad ubicada en la ciudad Cuenca, Ecuador, que se dedica al diseño y construcción de edificaciones de obra nueva y reformas para clientes particulares. El tipo de proyectos que ejecuta son viviendas unifamiliares, edificios de comercio, salud y multifamiliares.

Por lo que, es fundamental desarrollar un diagnóstico del estado actual y evaluar los métodos de trabajo utilizados. De forma que se identifique que se debe modificar con respecto al software, hardware y a los recursos humanos. Con el fin de conseguir un correcto plan de implementación BIM que incluya un conjunto de procesos, buenas prácticas y capacitación del personal. Para finalizar se realizará un proyecto piloto que ejemplifique la aplicación del PIB. Se escoge un encargo activo del despacho que se trata de una clínica de diálisis, con una superficie de 1300 metros cuadrados distribuidos en dos plantas.

Palabras clave: Arquitectura, Construcción, Implementación, BIM, PIB, Metodología.

ABSTRACT:

The BIM methodology today has become the best option of development, efficiency, and competitiveness on architecture, engineering and construction field (AEC). Adopting BIM is what all companies, small, medium or large, need to improve their projects and achieve more profitability. However, the difference between having only the idea of using the methodology, and making it a reality as a BIM IMPLEMENTATION PLAN (BIP) is what generates true results.

The BIM methodology will be implemented in a 5-year-old private company located in the city of Cuenca, Ecuador, that is dedicated to design and construction of new buildings and renovations for private clients. Where the type of projects executed are single-family homes, commercial, health and multifamily buildings.

Therefore, it is essential to develop a diagnosis of the current state and evaluate the working methods used so, that identifies what needs to be modify in terms of software, hardware and human resources. In order to achieve a correct BIM implementation plan that includes a set of processes, good practices and staff training. Finally, a pilot project that exemplifies the application of BIP will be carried out. An active project is chosen from the office, which is a dialysis clinic, with an area of 1300 square meters distributed over two floors.

Key words: Architecture, Construction, Implementation, BIM, BIP, Methodology.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, a Samantha por ser un pilar fundamental para lograr esté reto, mi familia que siempre estuvo pendiente a la distancia. A Inmaculada Oliver Faubel y Begoña Fuentes Giner por su guía.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| OBJETIVOS..... | 8 |
| METODOLOGÍA..... | 8 |
| INTRODUCCIÓN..... | 10 |
| CAPÍTULO 01..... | 15 |
| 1. Diagnóstico del estado actual de la empresa..... | 16 |
| 1.1. Fundamentos..... | 16 |
| 1.2. Descripción de la organización..... | 16 |
| 1.3. Recursos humanos de la empresa..... | 17 |
| 1.4. Software..... | 18 |
| 1.5. Hardware..... | 19 |
| 1.6. Gestión de comunicaciones..... | 20 |
| 1.7. Gestión de información..... | 21 |
| 1.8. Estado actual del flujo de trabajo en la empresa..... | 22 |
| 1.9. Conclusiones del diagnóstico..... | 29 |
| CAPÍTULO 02..... | 31 |
| 2. Evaluación de los métodos de trabajo actuales para adaptarlos a la implementación BIM..... | 32 |
| 2.1. Nivel de madurez..... | 32 |
| 2.2. Escenarios BIM..... | 32 |
| 2.3. Recursos humanos de la empresa..... | 34 |
| 2.4. Software..... | 35 |
| 2.5. Hardware..... | 39 |
| 2.6. Gestión de comunicaciones..... | 39 |
| 2.7. Gestión de información..... | 40 |
| CAPÍTULO 03..... | 41 |
| 3. Plan de implementación de la metodología BIM..... | 42 |
| 3.1. Definición del plan de implementación BIM de la organización..... | 42 |
| 3.2. Libro de estándares..... | 49 |
| 3.3. Definición del plan de ejecución BIM para el proyecto. (BEP)..... | 55 |
| 3.4. Flujo de trabajo al incorporar la metodología BIM..... | 59 |
| 3.5. Estimación de coste general..... | 60 |
| 3.6. Control de calidad..... | 60 |
| CAPÍTULO 04..... | 63 |
| 4. Proyecto piloto..... | 64 |
| 4.1. Seguimiento de tareas en Trello..... | 64 |
| 4.2. Creación de carpeta para la gestión de la información en Dropbox..... | 64 |
| 4.3. Redacción del BEP para el proyecto..... | 64 |
| 4.4. Modelado..... | 67 |

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| 4.5. Observaciones..... | 75 |
| CONCLUSIONES..... | 77 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 79 |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | 83 |
| ÍNDICE DE CUADROS..... | 86 |
| ANEXOS..... | 87 |
| ANEXO1..... | 88 |
| ANEXO2..... | 91 |

OBJETIVOS:

Objetivo general:

- Diseño de la implementación de la metodología BIM en una empresa para la mejora de los procesos en la fase de diseño y construcción.

Objetivos específicos:

- Analizar mediante un diagnóstico el estado actual de los flujos de trabajo que tiene la empresa.

- Investigar el enfoque de la metodología BIM para evaluar los procesos existentes de la empresa identificados en el diagnóstico.

- Desarrollar el plan de implementación, procedimientos, libro de estándares, uso de herramientas y plan de ejecución para lograr una correcta adopción de la metodología BIM. Conformando un protocolo de actuación que permita ejecutar un proyecto piloto partiendo de un caso real en el que se analice y definan hitos para el control y corrección.

METODOLOGÍA :

Se inicia con un diagnóstico para conocer la empresa, su organización y sus métodos de trabajo. La información se obtiene mediante conversaciones con todos los integrantes, es recopilada y transmitida por el autor de este trabajo que conforma el despacho de arquitectura y construcción desde sus inicios. Para esto se consulta una gran variedad de publicaciones y artículos que se utiliza como referencia entre ellos las guías de David Barco, Luisa Santamaría y Javier Hernández.

En la segunda parte mediante la revisión de diferente bibliografía principalmente la guía de *BIM fórum Chile 2017* y el grupo *es.BIM*, se pretende indicar cual es el enfoque de la metodología en cada punto analizado del diagnóstico, para concentrarse en la evaluación de los diferentes procedimientos que tiene la empresa. Con el fin de encontrar los aspectos que se puedan mejorar, corregir o eliminar, para la correcta implementación BIM.

En tercer lugar, se realiza la planificación de la implementación BIM respetando la estructura de los capítulos anteriores. Se desarrolla las principales pautas de la metodología en la empresa al definir objetivos, roles y el uso de herramientas dentro de la organización. Así mismo se establece el libro de estándares BIM, que se centra en la elaboración de plantillas y flujos de trabajo que se utilizará para el modelado y la correcta gestión de las comunicaciones e información en las diferentes fases del proyecto. Acompañado de una estimación económica del coste de la implementación. Por último, se elabora el plan de ejecución BIM que será aplicado en los trabajos que requieran de colaboraciones externas, en el que se especifica todas las partes que conforman un proyecto y los procedimientos a seguir para el desarrollo. Se consulta autores como José Zaragoza, José Morea, Inmaculada Oliver entre otros.

Finalmente se realiza un proyecto piloto donde se puede ver reflejada la aplicación de la metodología BIM. Para recoger conclusiones respecto a la implementación y el uso de BIM en la empresa de arquitectura y construcción.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de esta investigación no se enfoca en definir que es BIM, ya que existe un sin número de libros, artículos y publicaciones que lo explican. Este trabajo se basa en la implementación de la metodología BIM para un despacho de arquitectura y construcción. Sin embargo, es importante tener una noción de los principios de la metodología.

Principios de la metodología BIM.

Building Information Modeling o BIM es un término que está sonando con fuerza en los últimos años y que ha ganado terreno en el sector de la arquitectura, ingeniería y construcción AEC. El cual hace referencia a una metodología de trabajo, que se compromete a que las fases de diseño, construcción y operación de edificios sean más racionales y eficaces. (Y. Arayici, 2011) Ampliando más este concepto se define como un conjunto de soluciones y tecnologías que tienen el objetivo de aumentar la colaboración entre diferentes disciplinas en el sector de la construcción, consiguiendo beneficios técnicos, de rendimiento y económicos en el proyecto. (León, 2019)

En el trabajo final de máster de Daniel Forero se menciona un estudio realizado por *McGraw, Hill Construction* en el año 2007 sobre la interoperabilidad de la industria de la construcción. Se indica los beneficios aproximados que obtuvieron en sus proyectos al utilizar la metodología BIM. Un 45% de mejora en la comunicación entre los agentes, 43% de reducción de costes y tiempos de construcción y 35% de mejora en el control de la documentación. Sin duda son porcentajes llamativos que despiertan el interés por la metodología BIM a los involucrados en el sector de la construcción. (León, 2019)

BIM es una metodología que permite el almacenamiento y gestión de la información de todas las propiedades y características de una construcción en un único contenedor considerado una base de datos. De forma que se mejora el proceso del proyecto constructivo aumentando la productividad y competitividad, de manera que la información utilizada siempre sea completa a lo largo del proyecto. (Fuentes Giner, 2014)

Para enfocarse en el buen desempeño de la metodología BIM Iván Guerra Barroso¹ señala que se debe tener buenas prácticas de trabajo con procesos definidos y pasos detallados para trabajar. Señalando tres principios

¹ Iván Guerra Barroso es Técnico Superior en Desarrollo y Aplicación de Proyectos de Construcción y es propietario de la marca registrada en la Oficina Española de Patentes y Marcas BIMlevel que es una página web donde se publica podcats y posts relacionados a la metodología BIM.

indispensables a la hora de aplicar BIM.

1. Tener un modelo tridimensional que refleje lo que se requiere construir, de manera que se disponga un prototipo de la edificación en un ordenador antes de realizar la ejecución en obra. De forma que ayude a anticipar posibles problemas y la toma de decisiones coherentes.

2. Mejorar la comunicación entre los involucrados en el proyecto. Disponer de un entorno común de datos y un buen sistema de comunicación definido, previo al inicio del proyecto entre agentes externos e internos. Para que todos dispongan de la misma información y siempre esté actualizada. Esto es necesario debido a que la multiplicidad de tareas que se ejecutan en un proyecto la mayoría de las veces es al mismo tiempo. Lo que provoca que una tarea casi siempre tenga efecto sobre otra. Por lo que si no existe una buena gestión de comunicaciones se puede presentar retrasos y mala coordinación.

3. Pensar de manera colaborativa. Quiere decir, realizar el trabajo de determinada fase del proyecto (diseño, construcción o mantenimiento) de forma que el agente que continúa la tarea en la fase siguiente pueda saber que la información que dispone es correcta.

Al emplear estas tres directrices en la aplicación de la metodología BIM se permite que los involucrados disfruten de una visión global del proyecto. De forma que se puede centralizar y mejorar la coordinación de los diferentes sistemas entre arquitectura, estructura e instalaciones. Evitando interpretaciones propias que son susceptible a posibles errores. (Fuentes Giner, 2014)

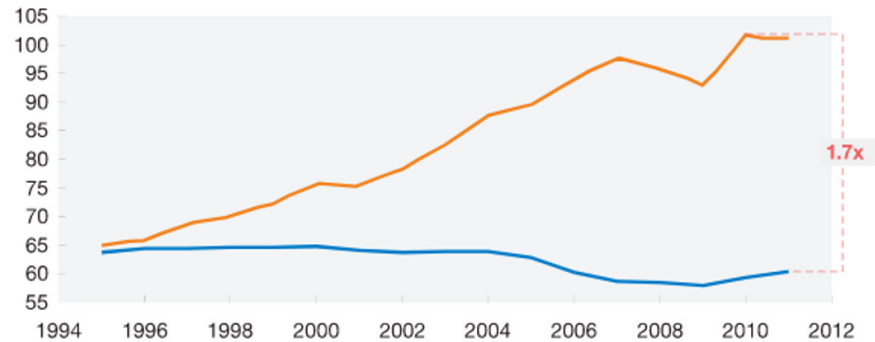
¿Por qué BIM?

Pero sin duda la pregunta es ¿Por qué se busca una solución BIM en el sector de la construcción? La principal respuesta es la falta de productividad que presenta la construcción con los métodos tradicionales empleados. En la (ilustración 1) se observa la diferencia de productividad entre la industria manufacturera y la construcción entre los años 1994-2012 (McGraw, 2007). Indicando que el sector de la construcción no ha visto ningún avance con los métodos utilizados.

Overview of productivity improvement over time

Productivity (value added per worker), real, \$ 2005

\$ thousand per worker



Source: Expert interviews; IHS Global Insight (Belgium, France, Germany, Italy, Spain, United Kingdom, United States); World Input-Output Database

McKinsey&Company

Ilustración 1. Productividad de la industria de la construcción. Fuente: (McKinsey&Company., 2015).

Los principales factores señalados por Delmiro Sánchez y Patricia del Solar son:

- Falta de información necesaria. En varios casos esta información inicial cambia mediante el desarrollo del proyecto y no se actualiza. Produciendo que se trabaje con información errónea.
- Los problemas que aparecen en las diferentes fases del proyecto no se resuelven, sino que se acumulan mediante el desarrollo, generando un mal rendimiento.
- No disponer de una buena comunicación. Al ser un proyecto construido por varios agentes se genera retrasos cuando existen modificaciones y no se avisan en el momento correcto.
- La falta de colaboración entre los diferentes agentes.

- Los proyectos cada vez presentan un mayor grado de complejidad y requieren más exactitud en plazo y coste. (Cajade Sánchez & Del Solar Serrano, 2018)

Por estos factores es que la industria de la construcción está incorporando el uso de metodologías y herramientas que la vuelvan productiva y le permitan ser competitiva al generar mejores proyectos. Donde la metodología BIM sin duda es una de ellas ya que “Al mejorar la eficiencia y eficacia del proyecto y de su proceso, mejora necesariamente la productividad del mismo” (Fuentes Giner, 2014, pág. 232)

Antecedentes BIM.

Para mejorar la productividad se realiza la implantación de la metodología BIM, que permite coordinar los esfuerzos para diseñar y construir de manera más eficiente. Logrando obtener ahorro en la fase de diseño, construcción y mantenimiento. (Zaragoza Angulo & Morea Núñez, 2015)

Varios países han tenido avances notables al adoptar la metodología BIM, ya sea de forma privada o por medio de normativas públicas. Lo que permite tener como referencia la eficacia que ha tenido la implementación. Es verdad que no se puede copiar sin analizar un modelo de implementación, porque cada país dispone de su propia normativa laboral y técnica en el ámbito de la construcción. Pero estos casos de éxito pueden servir como un referente para el proceso de implementación. (Santamaría Gallardo & Hernández Guadalupe, 2017)

El informe *International BIM Report 2016* realizado por NBS². Muestra la adopción que se ha tenido de la metodología BIM en el Reino Unido, República Checa, Canadá, Japón y Dinamarca.

Los países seleccionados para este informe se encuentran en diferente nivel en la adopción de BIM y solo Canadá con el Reino Unido participaron en una encuesta similar realizada en el año 2013. Sin importar el nivel de madurez de BIM de los 5 países. En la (ilustración 2) se observa que todos están de acuerdo en que dentro de cinco años más del 80% de los profesionales estarán usando la metodología BIM. (NBS, 2016)

² NBS es una plataforma que brinda información para la industria global de la construcción. <https://www.thenbs.com/>

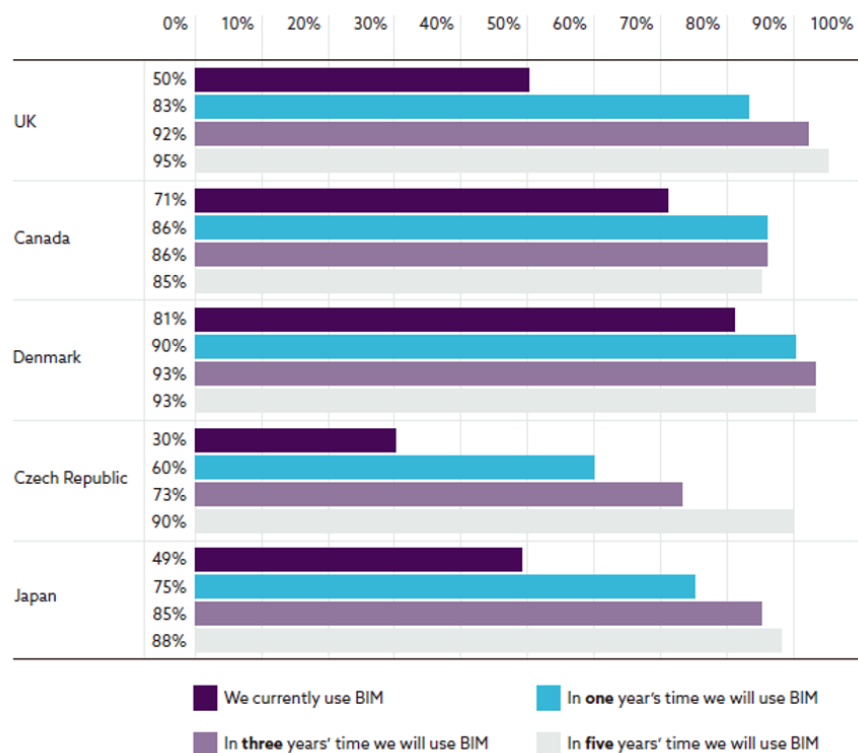


Ilustración 2. Uso futuro de BIM. Fuente:(NBS , 2016).

El informe también brinda datos de que ocho de cada diez empresas que han implementado BIM en los países de estudio han tenido éxito en sus proyectos. Obteniendo como resultados mayor productividad, mejor coordinación visual y de información del proyecto. Así mismo indican, nueve de cada diez usuarios BIM, requieren de cambios en los métodos y procedimientos de trabajo. (NBS , 2016)

Para una correcta implementación se debe trabajar de forma colaborativa entre el sector público y privado para generar políticas adecuadas. Donde se señale estándares BIM, que permitan un desarrollo correcto de la información marcando directrices para el modelo y los involucrados. (Andy K. D. Wong, 2010)

A continuación, María José Sanz Bohigues indica en una publicación realizada el 2017 algunos países en los que se utiliza la metodología:

El gobierno francés desde el año 2017 adoptó el uso de BIM en proyectos de más de 20 millones de euros. Holanda en el año 2012 mediante la *Building Information Council*, realizó una investigación para conocer el estado de BIM en el país y en 2015 tuvo como resultado que ya el 76% de proyectos fueron realizados con BIM. Suiza desde el año 2017 dispone de una *Guía Open BIM* con estándares para los usuarios. En Reino Unido desde el 2016 es obligatorio el uso de BIM en proyectos del gobierno. Estados Unidos está entre los primeros que utilizaron BIM desde el 2003 y actualmente dispone varios protocolos BIM según sus estados. (Sanz Bohigues, 2017)

En España la implementación de la metodología es reciente, así como en los diferentes países que se ha repasado brevemente. En una revisión rápida desde el año 2010 se despierta la iniciativa BIM por la necesidad de las empresas españolas para participar en proyectos internacionales que exigen el uso de la metodología. En años posteriores se empiezan a realizar e implementar guías para el uso de BIM como la *Building Smart Spanish Chapter*³ publicada en el 2014. (Rodríguez, 2019)

Mientras que en Latinoamérica según una publicación indicada a continuación por parte de EDITECA⁴ en febrero del 2018 se muestra que la implementación BIM crece a diferente ritmo en cada país de esta región.

En Chile “El nuevo modelo de construcción aplicado por la metodología BIM está revolucionando el sector chileno. Estamos ante uno de los países con mejor aceptación de esta novedosa forma de trabajo” (EDITECA, 2018) Se ha elaborado un programa para promover la metodología por la organización Plan BIM que ha elaborado un programa llamado “Construye 2025” donde su objetivo es impulsar el uso de BIM en nivel público y privado.

A Colombia se la señala como uno de los países con más conciencia BIM. Teniendo gran influencia por parte de constructoras europeas y nacionales que han desarrollado la implementación BIM en todas las fases del proyecto. Gran parte de sus universidades han decidido enseñar softwares que involucran la metodología BIM. Sin embargo, Angélica Gonzáles BIM Manager

³ Según el sitio web buildingsmart.es. *Building Smart Spanish Chapter* “Es una asociación sin fines de lucro cuyo principal objetivo es fomentar la eficacia en el sector de la construcción a través del uso de estándares abiertos de interoperabilidad sobre BIM”

⁴ Tomado de la página editeca.com se presentan como “Una escuela online de arquitectura, ingeniería y nuevas tecnologías que ofrecen cursos online y estudios de máster en BIM, realidad virtual e impresión 3D”

en Colombia señala que “las instituciones no han expresado la intención de involucrar la metodología en proyectos públicos como ocurre en algunos países vecinos”. (EDITECA, 2018)

En Perú el especialista en BIM, Christian Cabrera. Cuenta que, si bien la metodología llegó al país en el 2014, las ventajas recién han empezado a verse en el 2016. Conjuntamente comenta “El futuro del BIM en este país pasa porque los jóvenes arquitectos e ingenieros tengan una formación BIM completa y de calidad. Es el incentivo que necesitan las grandes empresas para dar el paso y apostar por profesionales que garanticen la correcta implementación de esta nueva metodología”. (EDITECA, 2018)

Guerra Barroso indica que Argentina ha publicado su guía de implementación BIM. Llamado SIBIM o Sistema de Implementación BIM que es desarrollado por el Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda. (Guerra Barroso, Noticias de Octubre, 2019) De igual manera en la publicación de EDITECA se menciona que las universidades de arquitectura han incorporado la formación para el entorno BIM.

En Ecuador Héctor Santacruz especialista en BIM señala que, “BIM se aplica en Ecuador básicamente a nivel de empresa privada, no existe una política de estado que gestione o de luces sobre la necesidad o implementación de soluciones BIM”. (EDITECA, 2018) Los que han tomado las riendas de la implementación BIM pertenecen a la empresa privada y en su gran mayoría constructoras.

Propuesta.

Al tener una noción de lo que pasa en algunos países del mundo en torno a BIM, se realiza una investigación para implementar la metodología en un despacho real de arquitectura y construcción, con el deseo de mejorar su productividad. La motivación para implantar la metodología BIM nace al ver como muchos países ya están optando por este cambio en la forma de trabajar, ya que son conscientes de los beneficios que aporta. El presente trabajo se enfoca en desarrollar un PLAN DE IMPLEMENTACIÓN BIM.

Plan de implementación. (PIB)

“Es un documento que define, planifica y valora las actividades que debe llevar una empresa para trabajar de forma correcta la metodología BIM. Será redactado por el encargado de realizar la implementación y solo se dispondrá de un PIB para la empresa, salvo que las condiciones en las que se creó se modifiquen” (Cerdán, Muñoz , & Oliver, 2020). Para el correcto desarrollo del PIB se establecen las siguientes fases:

Fase 1:

- Análisis inicial o evaluación de la empresa.
- Propuesta generalista, que estará acompañada de un presupuesto valorando la implementación.

Una vez aprobado por el cliente la primera propuesta y la estimación inicial se procede a la siguiente etapa.

Fase 2:

- Análisis detallado.
- Propuesta de actuación concreta y presupuesto detallado.

Si es aceptado por el cliente se da lugar a:

- Ejecución del PIB, control de calidad y retroalimentación o ajuste.

(Cerdán, Muñoz , & Oliver, 2020)

La valoración económica es decisiva para que la empresa acepte o no realizar la implementación, por lo que, el PIB siempre debe estar acompañado de un presupuesto detallado. Sin embargo, para este trabajo al no disponer de datos fiables no se considera un presupuesto detallado, sino que se realiza una estimación de coste que valora las herramientas que se define en la propuesta de actuación mediante la revisión de los diferentes sitios web.

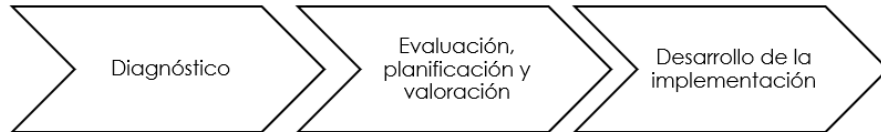


Ilustración 3. Acciones previstas para la implementación BIM. Fuente: (Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda-Programa SIBIM., 2019)

Empresa P.V.C. ARQUITECTOS:

Es una oficina dedicada al diseño y construcción de edificaciones de obra nueva y reformas para clientes particulares. Conformada en el año 2015 por 4 personas, con el respaldo de 30 años de experiencia del arquitecto que la dirige. Con un promedio de trabajo anual de 10 a 15 proyectos de diseño y entre 4 a 7 proyectos de construcción. Se tiene la particularidad que en Ecuador la figura de arquitecto es considerada multi facetica ya que realiza la mayoría de las actividades que requiere la construcción de edificaciones. El despacho realiza el diseño, valoración y construcción del proyecto, dependiendo de su tamaño los estudios como estructuras e instalaciones se pueden solicitar a empresas externas. Para la ejecución de obra la empresa se encarga de la gestión, supervisión técnica, compra de materiales y de subcontratar mano de obra y maquinaria que no se disponga.

01 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA EMPRESA.

1. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA EMPRESA.

Previo a la implementación BIM, es necesario conocer el estado actual, ya que al ser una empresa existente seguramente dispone de métodos de trabajo que servirán para no empezar de cero. Si bien es cierto muchas veces “Estudiar la empresa concienzudamente puede parecer una pérdida de tiempo en los inicios cuando lo que se quiere es implantar BIM lo antes posible. Pero debemos saber que, a la larga, será una base sobre la que construir correctamente el nuevo sistema” (Santamaría Gallardo & Hernández Guadalupe, 2017, pág. 112)

1.1. FUNDAMENTOS.

Es importante mencionar que la implementación BIM se centra en tres puntos fundamentales en toda empresa: herramientas, metodologías y personas.

Entendemos por herramientas todos aquellos equipamientos de software y hardware, incluyendo equipos informáticos, dispositivos móviles, etc. Por metodologías a la interacción entre estas herramientas y las personas que van a usarlas, dicho de otro modo, el método de uso de las herramientas. Y por supuesto, las personas porque son las que van a utilizar estas herramientas y metodologías, y es donde se van a producir los posibles rechazos. (es.BIM, 2017a, pág. 18)

David Barco en su libro *Guía para Implementar y Gestionar Proyectos BIM*, señala que al realizar un diagnóstico es necesario tomar en cuenta ciertos aspectos:

- Descripción de la organización.
- Recursos humanos y responsabilidades.
- Software y hardware.
- Gestión de comunicaciones internas y externas.
- Gestión de la información.
- Determinación del flujo de trabajo para un proyecto.

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN.

La empresa en la que se realiza el plan de implementación, es un despacho de arquitectura que está ubicado en Cuenca-Ecuador. El cual se dedica al diseño, planificación y construcción de edificaciones.

En el Ecuador la función del arquitecto está marcada por el *Reglamento general a la ley del ejercicio profesional de la arquitectura* publicada en enero de 1997 por el Colegio Nacional de Arquitectos del Ecuador. La empresa marca sus funciones dentro de lo establecido por la ley. Que se indican en el artículo 8. Donde se establece lo que compete a los profesionales de la arquitectura, citando textualmente solo a los incisos que tienen que ver con las actividades que se realiza en la empresa.

- c) La ejecución de estudios, programas, proyectos y diseños arquitectónicos de todo tipo de edificaciones; d) La realización de estudios, programas, proyectos de diseño interior de espacios arquitectónicos; e) La realización de estudios, programas, proyectos y diseños de obras de restauración, rehabilitación, renovación y adecuación de edificaciones y espacios urbanos; f) La dirección en la ejecución de obras arquitectónicas y urbanísticas; j) La elaboración de planos arquitectónicos, de detalles, especificaciones técnicas arquitectónicas, para la construcción de toda clase de edificios, así como su programación y presupuestos; y, k) La aprobación de estudios, programas, planos, proyectos y diseños urbanísticos y arquitectónicos. (Colegio Nacional de Arquitectos del Ecuador, 1997, págs. 3-4)

P.V.C. ARQUITECTOS se crea a inicios del 2015 dirigido, por el arquitecto Paúl Vélez Coello, apoyado por su hijo (el autor de esta investigación) que en ese entonces estaba por terminar el grado de arquitectura. El tipo de proyectos que realizan son: viviendas unifamiliares, edificios de viviendas, oficinas, industriales, salud, comercio y educación. Normalmente la mayoría de los proyectos son edificaciones de obra nueva, aunque también se realiza intervenciones para reformas.

La empresa a pesar de existir desde el 2015 cuenta con 30 años de experiencia en diseño y construcción gracias al arquitecto que la dirige, lo que marca la forma de trabajar del despacho.

P.V.C. ARQUITECTOS trabaja cuatro fases en sus proyectos, aunque algunos de estos solo pasan por algunas de ellas, por lo que cada proyecto representa una realidad diferente.

1) Fase de diseño: Solicitud de licencia urbanística⁵, se realiza el diseño del proyecto según la normativa establecida, coordinando con el cliente.

2) Fase de aprobación: Aprobación de planos en el municipio (ayuntamiento) a nivel de anteproyecto (proyecto básico) y proyecto⁶ (proyecto de ejecución). Si es necesario se solicita a un colaborador externo que realice estudios eléctrico, contraincendios, hidrosanitario, telefónico, impacto ambiental, de suelos y estructural.

3) Fase de presupuesto: Valoración del proyecto previo a la construcción.

4) Fase de construcción: Solicitud de permiso de construcción⁷ y ejecución de la obra.

Hoy por hoy, a noviembre de 2019 la empresa está conformada por 4 personas, tres de ellos arquitectos y una cuarta persona encargada de la administración y contabilidad.

⁵ Es un trámite municipal conocido como certificado de afectación y licencia urbanística. "Este trámite informa la viabilidad de implantar una edificación y bajo que parámetros técnicos para se puede realizar la intervención en el lote. Este trámite es el punto de partida para cualquier trámite que tenga que ver con la ejecución de obras como cerramientos en vías recién planificadas edificaciones y lotizaciones o urbanizaciones" (Municipio de Cuenca, s.f.)

⁶ "Trámite con el cual se autoriza la aprobación de la planificación de una edificación, mediante la presentación de un plano arquitectónico" (Municipio de Cuenca, s.f.)

⁷ "Autorización que se concede para la iniciación de la construcción en base al plano arquitectónico aprobado" (Municipio de Cuenca, s.f.)

1.3. RECURSOS HUMANOS DE LA EMPRESA.

Los recursos humanos son de gran importancia para la conformación de un equipo al momento de implantar la metodología BIM. Las personas son componentes estratégicos de una empresa ya que en ellos caerá la responsabilidad de lograr un entorno colaborativo para una buena adaptación a la nueva metodología.

Hay que identificar el capital humano con el que dispone la empresa, sus cargos, responsabilidades, funciones y herramientas que utilizan dentro de la misma. Pues esto determinará los diferentes roles y procesos que se asignen según requiera la implantación BIM. (es.BIM, 2017a)

La empresa se compone de 4 profesionales. En la (ilustración 4) se puede ver las funciones y responsabilidades que desempeña cada miembro de la empresa.

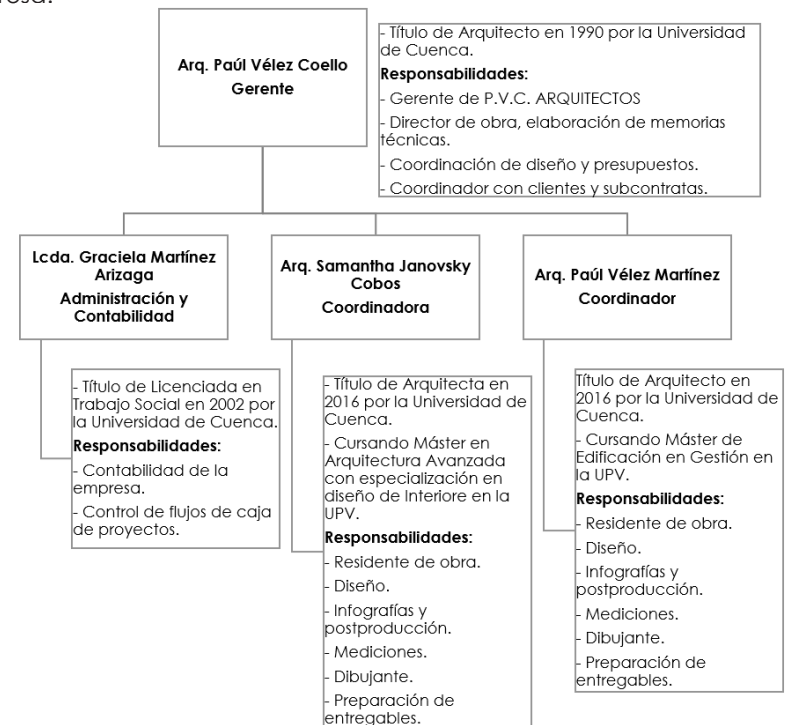


Ilustración 4. Estructura de miembro de P.V.C. ARQUITECTOS. Elaboración: Del autor.

1.4. SOFTWARE

Existe variedad en los softwares para modelar utilizando la metodología BIM, la elección correcta dependerá de los objetivos y la capacidad que tenga la empresa. (BIM Forum Chile, 2017) Hoy en día el uso de uno o varios softwares es indispensable en un despacho de arquitectura y construcción.

En la etapa de diagnóstico se identifica que herramientas ocupa la empresa y cuáles de sus miembros maneja cada una de ellas. En esta fase se puede encontrar empresas que utilicen softwares que trabajen en dos dimensiones o que ya estén haciendo uso de softwares BIM, pero sin una correcta metodología. Es necesario conocer si los programas utilizados se adaptan a los requerimientos de la implementación de la metodología BIM. En la (ilustración 5) se identifica los softwares utilizados por cada uno de los miembros de la empresa.

1.5. HARDWARE.

El hardware que necesita una empresa viene ligado por el tipo de software que se utiliza. Es claro que para un despacho de arquitectura y construcción la demanda será de ordenadores que permitan un flujo de trabajo eficiente.

Al ser la parte principal de los proyectos BIM el modelado del edificio, se deberá tomar en cuenta el rendimiento gráfico de los ordenadores que serán los que determinen un trabajo fluido en el despacho. (Barco Moreno, 2018)

P.V.C. ARQUITECTOS dispone de dos impresoras tamaño A4 y de 5 ordenadores. Dos de ellos son de sobremesa y los tres restantes son ordenadores portátiles. Los ordenadores portátiles son utilizados por los arquitectos y cuentan con las capacidades necesarias para funcionar correctamente ante las exigencias

de programas de diseño como son Lumion⁸ y Archicad⁹. Mientras que los ordenadores de sobremesa tienen la capacidad para operar programas de menor requerimiento gráfico como Microsoft Word, Microsoft Excel y

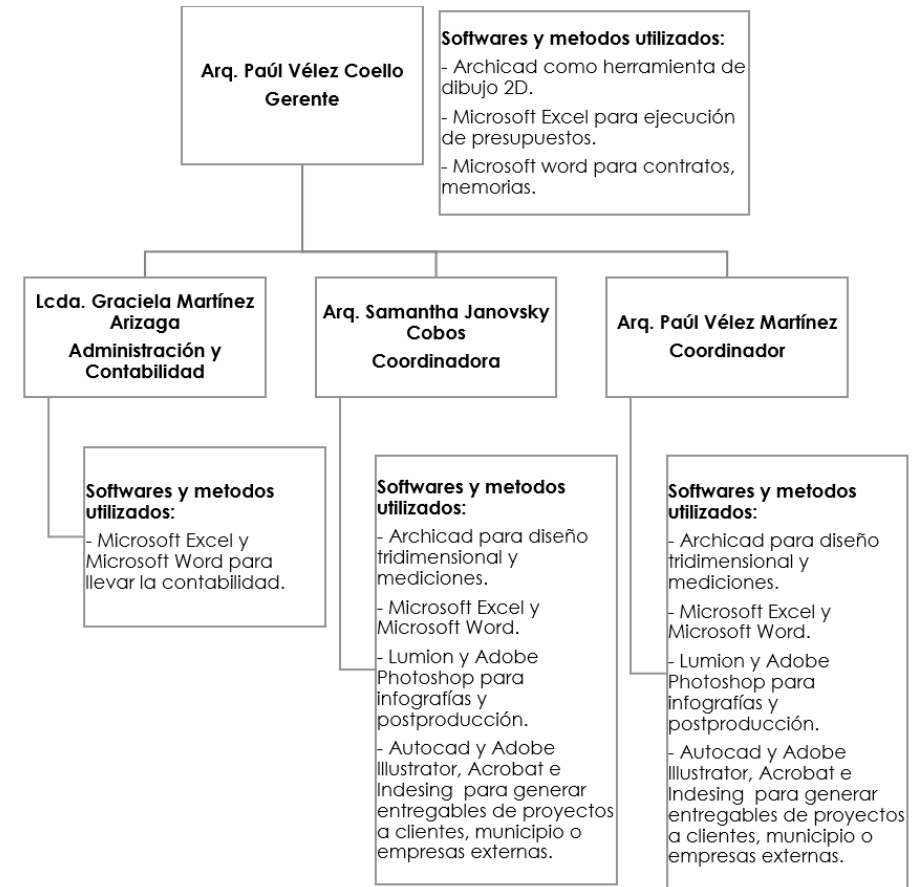


Ilustración 5. Softwares utilizados por los miembros de la empresa. Elaboración: Del autor.

⁸ Descrito en Lumion es "Lumion es un software hecho especialmente para arquitectos y diseñadores. A partir de un modelo 3D del diseño, Lumion puede ayudar a hacerlo muy realista y mostrar el contexto real. Se puede vestir el modelo con materiales. Amueblar interiores y exteriores. Comunicar con el impacto de luces y sombras"

⁹ Descrito por GRAPHISOFT a Nemetschek Company en la publicación Archicad es BIM se describe que "ARCHICAD es un software profesional de modelado de la información de la construcción (BIM) que cumple con todos los requisitos de entrega digital y ofrece un entorno de diseño intuitivo, una gestión de información de la construcción precisa, colaboración abierta y documentación automatizada"

Autocad.

1.6. GESTIÓN DE COMUNICACIONES.

La gestión de la comunicación está considerada entre los factores claves al implementar la metodología BIM, para realizar un proyecto se debe tener clara la forma de comunicarse entre los agentes. En el transcurso de un proyecto se realizan un sin número de variaciones, que necesitan ser registradas y comunicadas correctamente para evitar futuros inconvenientes, más aún si se cuenta con agentes externos que también estén involucrados. (Barco Moreno, 2018)

La inexistencia de un plan para la comunicación en una empresa, tanto interno como externo, puede desencadenar problemas como: falta de fiabilidad de la información, incumplimiento en plazos de entrega y duplicaciones o tareas paralelas. (Y. Arayici, 2011) Por lo que es necesario determinar a detalle cual es el método de comunicación que actualmente se utiliza entre los miembros y con las empresas externas.

En P.V.C. ARQUITECTOS la comunicación está marcada por llamadas telefónicas, mensajes de texto mediante herramientas como Whatsapp y el uso de correo electrónico personal para enviar información. Al ser solo 4

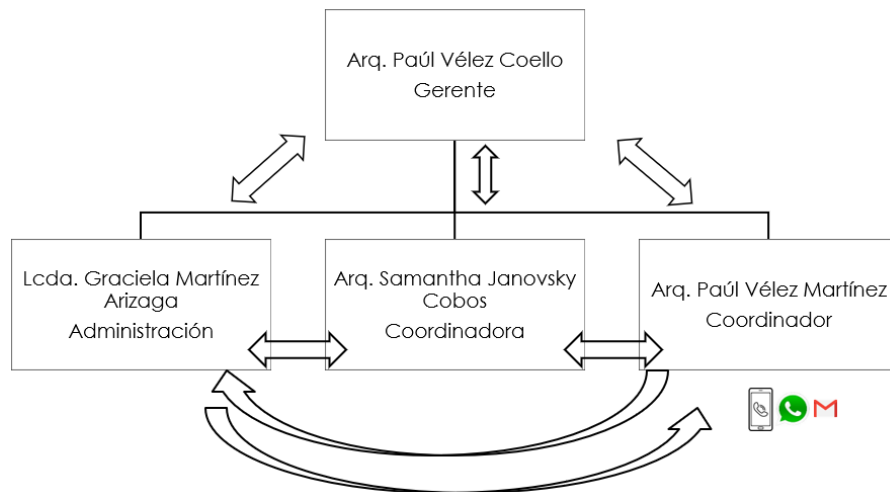


Ilustración 6. Comunicaciones internas entre todos los integrantes de la empresa. Elaboración: Del autor.

personas las comunicaciones internas se realizan entre todos los miembros como se puede ver en la (ilustración 6).

Las comunicaciones son fundamentales en un despacho de arquitectura y en P.V.C. ARQUITECTOS no es la excepción. Como parte de este diagnóstico se menciona cuáles son los motivos de llamadas, mensajes y correos electrónicos más usados.

COMUNICACIONES INTERNAS.

Llamadas telefónicas:

- Entre Gerente – Administración.

Las llamadas más frecuentes son para solicitar pagos a proveedores, solicitud o comprobación de transacciones bancarias.

- Entre Gerente – Arquitectos Coordinadores.

Existen diferentes tipos de llamadas, pueden ser para solicitar e informar sobre el diseño de un nuevo proyecto o modificar alguno que se esté trabajando. Por dudas en procesos constructivos en obra, solicitud de documentos de cualquier índole (licencias, anteproyectos, proyectos, infografías, presupuestos, etc.) Normalmente se solicita más de una vez un mismo documento.

Las llamadas de aclaración de dudas suelen ser porque no se realiza un correcto estudio del proyecto. Ya sea porque no se dispone de la información o porque se utiliza la clásica frase “Ya lo resolveremos en obra”. Al momento de la construcción suelen aparecer interrogantes en cómo realizar cierta tarea, por ejemplo: No se analiza previamente por donde van a pasar las instalaciones de climatización. Lo que provoca que se resuelva por teléfono o creando una reunión en obra mediante una llamada telefónica para poder definirlo.

En otros casos por medio de una llamada el gerente solicita iniciar con el proceso de diseño de algún proyecto. Para el cual se dispone de

documentación como un levantamiento planimétrico de un terreno. Es entonces cuando ya está iniciada la fase de diseño, que se empiezan a coordinar ajustes mediante llamadas telefónicas. Como por ejemplo, que las dimensiones de la parcela no están actualizadas o que no se contaba con curvas de nivel correctas. Provocando retrabajos y pérdidas de tiempo.

También se dan llamadas para consultar nombres de proveedores o normativas para ciertos proyectos.

- Entre Administración – Arquitectos Coordinadores.

Estas suelen ser para solicitud de flujos de caja para obras, cuadrar cuentas o registrar a trabajadores de obra en la seguridad social.

- Entre Arquitectos Coordinadores.

Las llamadas telefónicas entre los arquitectos suelen tratar temas de solicitud de documentos, para averiguar quién dispone de la última versión de cierto proyecto. Solicitud de ayuda con algún problema puntual en obra o de manejo de software.

Mensajes de texto por Whatsapp o correo electrónico:

- Entre Gerente – Administración.

Usualmente se utilizan para enviar números de cuenta, números de facturas, fotografías de comprobantes de pago, recibos, contratos de obra.

- Entre Gerente – Arquitectos Coordinadores.

El uso de correo electrónico o mensajes de texto sirven para enviar documentación de proyectos, anteproyectos, presupuestos, fotografías de avance de obra, etc. en PDF, Excel, JPG, ficheros CAD o Archicad. Provocando duplicación de información al no disponer un registro de comunicación, debido a que cada vez que se necesita algo se vuelve a realizar un nuevo envío. De igual manera también se envían modificaciones de proyectos, algunas de ellas hechas a mano o en los mismos ficheros. Se envía también las observaciones solicitadas por el municipio, cuando los

proyectos no cumplen ciertas condiciones.

- Entre Administración – Arquitectos Coordinadores.

Normalmente se envía documentación de obreros para el debido registro en la seguridad social. Registro de albaranes, ordenes de compras, pagos de facturas y transacciones bancarias.

- Entre Arquitectos Coordinadores.

Los correos electrónicos son utilizados para enviar ficheros CAD o Archicad, infografías, modificaciones u observaciones de diferentes proyectos.

COMUNICACIONES EXTERNAS.

En P.V.C. ARQUITECTOS se realizan comunicaciones con los diferentes tipos de agentes externos involucrados en proyectos. Las cuales son mediante llamadas, mensajes de Whatsapp o correo electrónico.

- Comunicaciones de gerente con agentes externos:

- Clientes: Para definir reuniones, diseños, propuestas, modificaciones, o solicitar documentación.

- Arquitectos o Ingenieros externos: Para solicitar estudios eléctrico, contraincendios, hidrosanitario y telefónico, impacto ambiental, de suelos, estructural. Para intercambio de documentación, modificaciones en los estudios, definir fechas de entrega.

- Proveedores: Realizar pedidos de materiales o solicitar precios para realizar presupuestos, establecer fechas de entrega de materiales en obra.

- Subcontratas: Coordinación de plazos de entrega, contratos o solución de inconvenientes técnicos con albañiles, instaladores o cualquier trabajador que esté relacionado a un proyecto.

- Comunicaciones de administración con agentes externos:

- Clientes: Confirmación, coordinación de cobros, entrega de recibos y

facturas.

- Ingenieros externos, proveedores y subcontratas: Coordinación de pagos de honorarios profesionales, pagos de facturas y coordinación de albaranes.

- Comunicaciones de arquitectos coordinadores con agentes externos:

- Clientes: Para enviar documentación.

- Arquitectos o Ingenieros externos: Para enviar documentación de proyectos en diferentes formatos.

- Proveedores: Realizar pedidos y coordinar fechas de entrega de materiales.

- Subcontratas: Para enviar documentación de proyecto o resolver problemas técnicos.

- Imprenta: Solicitar impresión de documentos.

La idea de esta fase es conocer como está actualmente la gestión de comunicaciones en la empresa. Con el fin de poder evaluar en el siguiente capítulo cuales son los aspectos que pueden mejorar la comunicación.

1.7. GESTIÓN DE INFORMACIÓN.

Hablar de gestión de información hace referencia a la transferencia correcta de documentación entre los diferentes agentes de un proyecto. Pero no solo se trata de modelos tridimensionales, sino de generar un plan para el correcto flujo de información de todos los documentos que utiliza la empresa, tanto en las fases de proyecto como en la administración. (Barco Moreno, 2018) Lo que implica una correcta estructura de almacenamiento de documentos a la que todos los usuarios de la empresa puedan acceder. Por eso es necesario disponer de un entorno común de datos (CDE) para que la gestión de la información obtenga procesos más efectivos en las diferentes fases. De forma que todos los involucrados sepan dónde almacenar y como buscar la información generada.

“Un CDE es una herramienta informática que se utiliza para recopilar, gestionar y difundir datos de modelo y documentos del proyecto entre equipos multidisciplinares en un proceso gestionado, independientemente de su tamaño. Permite, así mismo, un proceso auditable, transparente y controlable”. (Bouzas Cavada, 2017) De manera que no exista perdida o duplicaciones de información.

Actualmente en P.V.C. ARQUITECTOS no se trabaja con un entorno común de datos, el manejo de la información es un campo abierto, cada uno de los miembros de la empresa genera su propia forma de guardar la documentación en su ordenador. No existe una regla establecida para nombrarlos, ni una estructura común de carpeta para almacenarla. Esto se repite con la documentación tanto en la parte de administración y en las diferentes fases del proyecto (diseño, aprobación, presupuesto y construcción).

1.8. ESTADO ACTUAL DEL FLUJO DE TRABAJO EN LA EMPRESA.

Lo que pretende este apartado es conocer el proceso de trabajo de P.V.C. ARQUITECTOS al momento de realizar un proyecto. Por lo que se realizará diagramas de flujo que permitan un mejor entendimiento de los procesos. Es necesario especificar detalladamente cada una de las actividades que se realiza, con el fin de tener la mayor aproximación a la realidad. Como se indicó anteriormente los proyectos en la empresa pasan por 4 fases, en las que se describirá: Los procesos que se realizan, las personas que se involucran y herramientas que se utilizan.

1.8.1. FASE DE DISEÑO:

La fase de diseño nace de la solicitud de un cliente, este puede ser cualquier tipo de proyecto, vivienda, comercial, reforma, edificio de altura, etc. En la (ilustración 7) se detallan los pasos a seguir. Donde a primera vista se tiene la impresión de que es un proceso meditado y que cumple con un orden marcado por P.V.C. ARQUITECTOS.

Sin embargo, entrando más a detalle en las actividades del diagrama de flujo en la fase de diseño encontramos:

- La información solicitada por la empresa al cliente, en caso de existir, no es correctamente almacenada, cada miembro trabaja con una copia en su ordenador.
- En caso de tener que solicitar una licencia urbanística al municipio, se trabaja en un fichero Autocad, tomando como plantilla un archivo anterior. Al momento de enviar la solicitud, no siempre se realiza un control previo para verificar si todos los datos son correctos. Por lo que suelen ser los primeros motivos de negación del trámite.
- Para el proceso de diseño se utiliza un fichero Archicad ya sea por parte del gerente o de los arquitectos coordinadores. Siempre se inicia con un fichero nuevo. El cual tiene la configuración estándar por defecto. En donde quien crea el nuevo fichero tiene que modificar todos los parámetros iniciales antes de empezar con el diseño. (Unidades, plumas, materiales, visualización de cada herramienta de diseño y vistas, configuración de láminas para presentación, etc.)

- No se introduce los datos del proyecto en el software como nombre del proyecto, cliente, arquitecto, ubicación, logo de la empresa, estos datos se colocan manualmente en cada lámina.

- El modelado tridimensional por parte de los arquitectos coordinadores se realiza para visualización de volumetría y materiales. Cada miembro modela según el conocimiento propio del software. Sin que exista una forma estandarizada para crear un edificio o nombrar a las partes que lo conforman.

- Cuando se intercambia el fichero de un arquitecto a otro suele presentar dificultad para entender como está conformado.

- Se ha dado situaciones en las que cuando se llega a la etapa final de diseño, no ha existido una adecuada coordinación entre el equipo, en temas referentes a emplazamiento, normativa urbanística y distribución estructural aproximada. Provocando que se deba repetir gran parte del trabajo realizado.

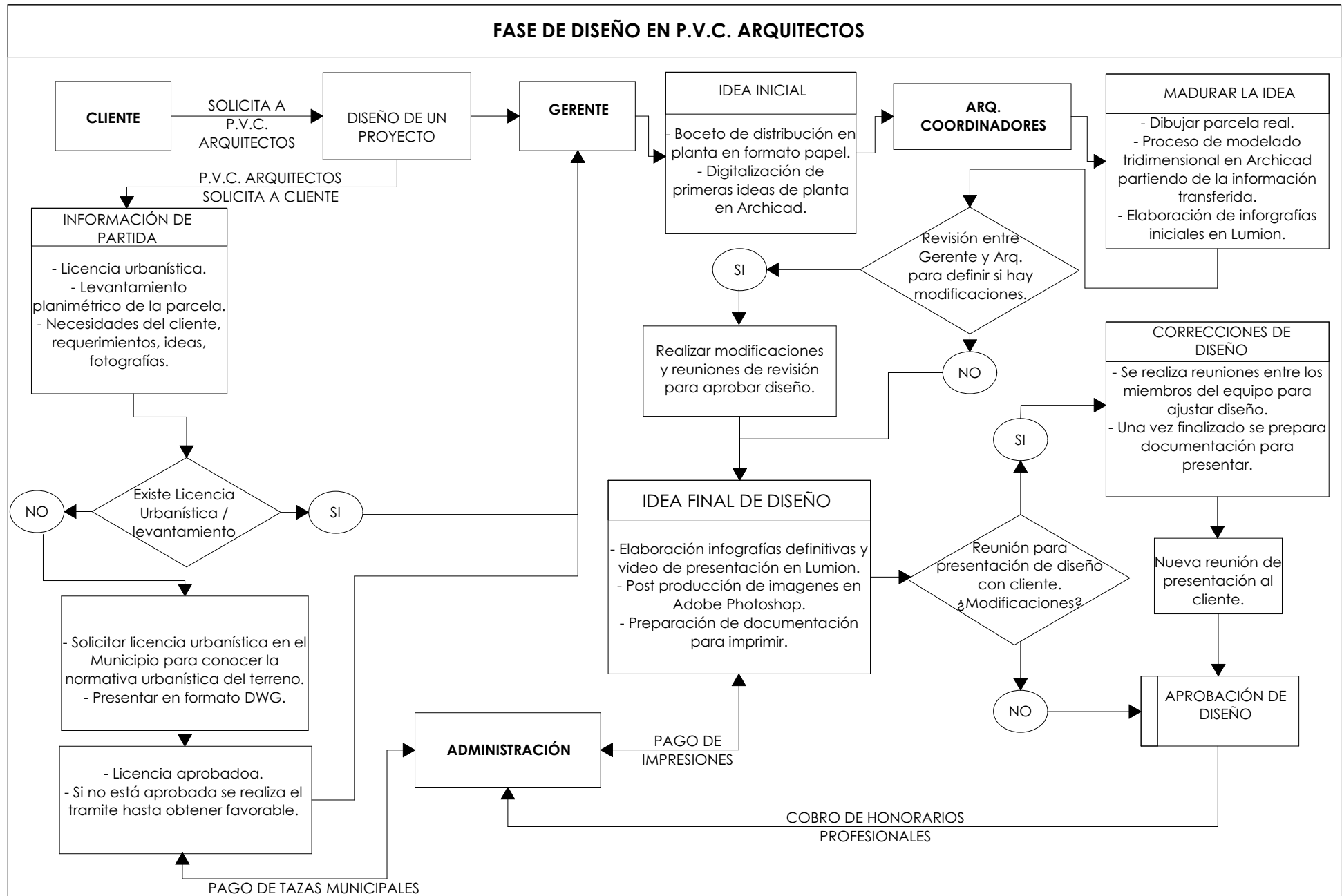


Ilustración 7. Diagrama de flujo de trabajo en fase de Diseño en P.V.C. ARQUITECTOS.

Elaboración: Del autor.

1.8.2. FASE DE APROBACIÓN:

Esta fase se da una vez que el diseño es aprobado por el cliente, el cual consiste en realizar el anteproyecto y proyecto para ser aprobado por el municipio. En la (ilustración 8) se observa todo el proceso.

Al revisar el proceso con mayor detalle en algunos de sus pasos se encuentra que:

- Cuando se inicia el anteproyecto los arquitectos coordinadores parten del fichero de Archicad modelado en la etapa de diseño. Donde nuevamente se vuelve a introducir y configurar parámetros como: cajetín, diseño de láminas, configuración de visualización de vistas, escala, dimensiones, cuadro de superficies que se adapten esta vez a los requerimientos del anteproyecto o proyecto.

- Para la presentación se exporta del fichero de Archicad al formato .DWG que es el requerido por el municipio.

- Los miembros de la empresa conocen de manera empírica que debe contener la redacción del anteproyecto y proyecto. No se dispone de estándares automáticos, ni una lista de requerimientos para el control de la documentación a presentar.

- Para pasar de la fase de anteproyecto a proyecto dependiendo el tamaño del edificio se requiere diferentes estudios: eléctrico, contraincendios, hidrosanitario, telefónico, impacto ambiental, de suelos y estructural. Estos se solicitan a colaboradores externos de la empresa, quienes solicitan la información de arquitectura como base para realizarlos en formato DWG.

- Solo en caso de existir alguna modificación significativa en el desarrollo del proyecto, como el aumento o reducción de una altura o superficie. Se pide corregir los estudios a los encargados, caso contrario si las modificaciones son "pequeñas" se suele cambiar en obra.

- Si existen observaciones por parte del municipio el responsable se encarga de modificarlo. Sin embargo, la mayoría de las veces no se unifica la información hasta la ejecución de la obra. Es ahí donde se encuentran las inconsistencias del proyecto entre las diferentes especialidades.

- No existe coordinación entre los diferentes estudios y el proyecto de arquitectura.

1.8.3. FASE DE PREPUESTO:

La tercera etapa es la valoración de la obra donde se conforma un presupuesto. Para obtener el valor final se realiza un proceso de trabajo donde cada uno de los miembros del equipo cumple una función (ilustración 9).

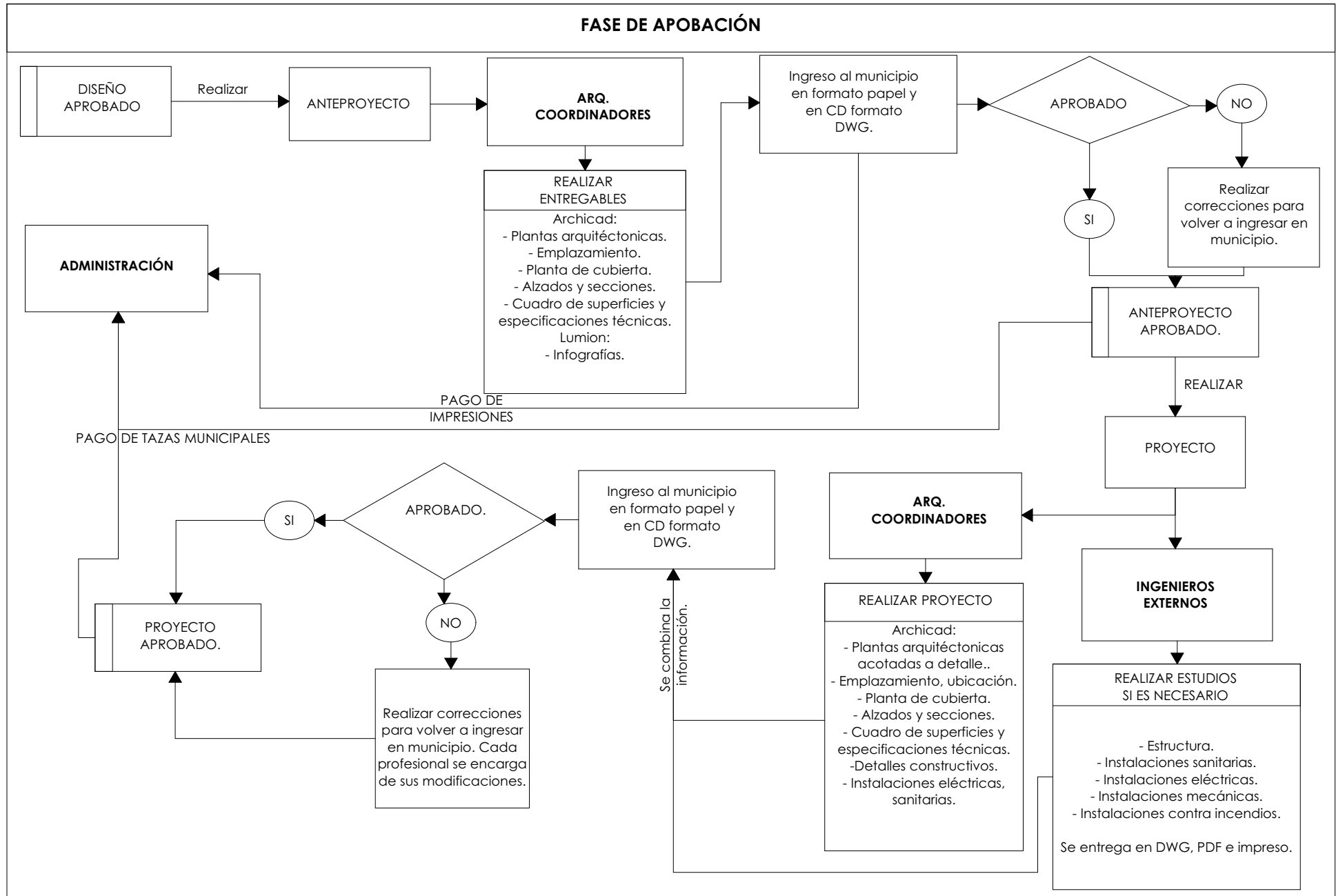


Ilustración 8. Diagrama de flujo de trabajo para la fase de aprobación de planos. Elaboración: Del autor.

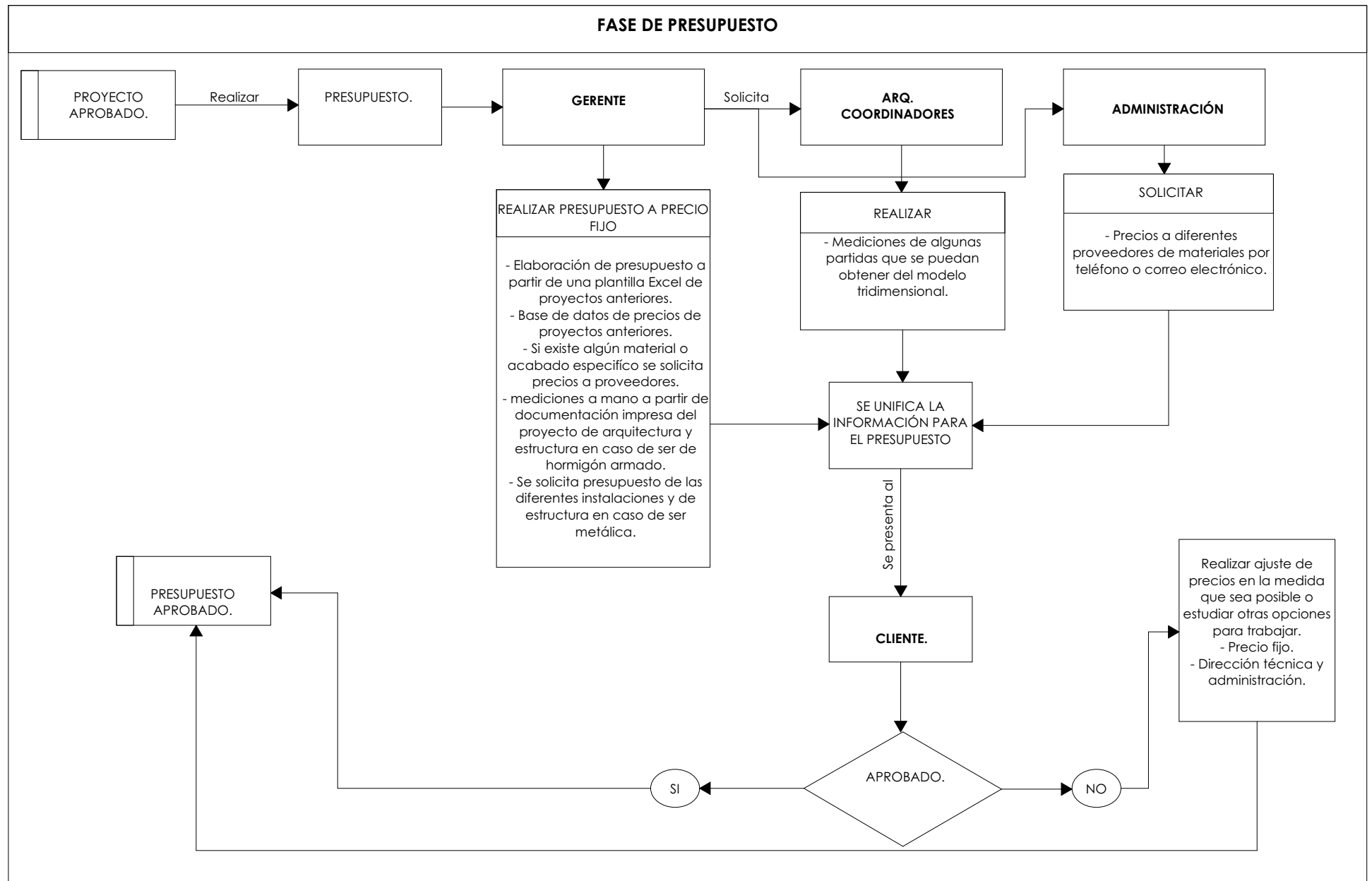


Ilustración 9. Diagrama de flujo de trabajo para la fase de presupuesto del proyecto.
Elaboración: Del autor.

1.8.4. FASE DE CONSTRUCCIÓN:

La última fase de trabajo que se realiza en P.V.C. ARQUITECTOS es la ejecución de la obra. El primer paso es la solicitud del permiso de construcción en el municipio. A continuación, entran en juego los integrantes de la empresa para la construcción del proyecto. Como se observa en la (ilustración 10).

Es aquí donde se puede ver las responsabilidades de cada una de las partes entorno a la obra en donde:

Gerente:

- Es el encargado de contratar a los diferentes subcontratistas y determinar qué actividad va a realizar cada uno de ellos. Los diferentes equipos para ejecutar la obra se van contratando a la marcha y según sea la necesidad.
- El gerente tiene la responsabilidad de realizar la programación de la obra. La cual muchas veces se desarrolla empíricamente y no se utiliza ninguna herramienta para representar, como puede ser un diagrama de Gantt.
- El gerente ayuda en la resolución de problemas que surgen a lo largo de la obra, y resuelve dudas de los arquitectos coordinadores o de las diferentes subcontratas.
- Es el encargado de lidiar con las peticiones, reclamos o aprobaciones que tiene el cliente en sus visitas a obra.

Arquitectos coordinadores:

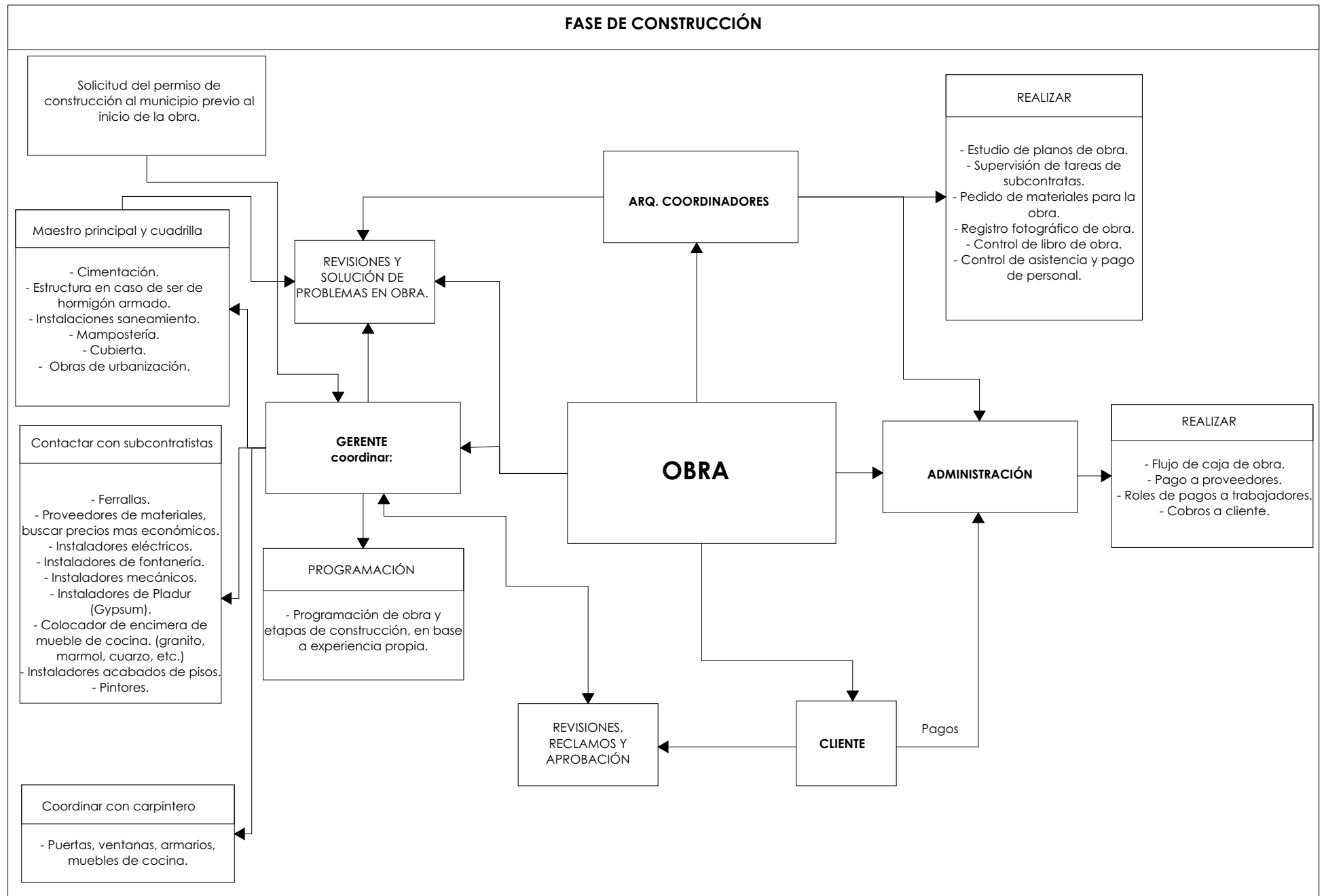
- Están a cargo del estudio de planos de la obra, para transmitir a los trabajadores.
- Supervisan la correcta ejecución de las tareas que realizan las subcontratas.
- Se encargan de que no falten materiales y del pedido de estos a los diferentes proveedores.
- Llevan el control de libro de obra, asistencia del personal y registro fotográfico de las actividades.

- Elaboración de certificaciones de obra mensuales.

Administración:

- Está a cargo de la contabilidad de la obra, el flujo de caja, realizar los pagos a los trabajadores y proveedores.
- Se encarga del cobro a los clientes.

Para la ejecución de la obra el equipo de P.V.C. ARQUITECTOS se basa en documentación impresa 2D que son los planos aprobados por el municipio y que son la guía para la construcción de la edificación.



1.9. CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO

EL conocer la empresa, su actividad, el equipo humano, herramientas y flujos de trabajo, permite tener una visión clara de cuál es la situación de P.V.C. ARQUITECTOS, por una parte, se puede ver que el desarrollo interno BIM dentro de la empresa es nulo. Al igual que las empresas externas ya que la documentación final es presentada en archivos CAD y no hay un proceso de coordinación en la ejecución de un proyecto. No se utiliza el modelo tridimensional como guía en la ejecución de la obra, ya que solo es considerado al momento de generar la documentación necesaria para el municipio o el cliente.

Sin embargo, se puede destacar que al ser un equipo pequeño, se cuenta con la volunta de todos los miembros para afrontar un cambio en los métodos de trabajo. Otro de los puntos a favor es que dentro del equipo de trabajo se cuenta con arquitectos que están capacitados en el uso de herramientas BIM como Archicad, siendo una buena base de partida para la adopción de la metodología.

Se ha podido observar que en la empresa se generan problemas en la comunicación y gestión de la información, lo que será otro de los puntos clave a evaluar dentro de la implementación BIM. Por lo que en el siguiente capítulo se evaluará los resultados obtenidos en el diagnóstico con el fin de que se adapten a la metodología.



02 EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO ACTUALES PARA ADAPTARLOS A LA IMPLMENTACIÓN BIM.

2. EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO ACTUALES PARA ADAPTARLOS A LA IMPLEMENTACIÓN BIM.

Para realizar una evaluación de los métodos de trabajo de la empresa es imprescindible conocer algunos conceptos que ayudan a aclarar la metodología. Para poder establecer la situación BIM en la que se encuentra la empresa con su actual forma de trabajar.

2.1. NIVEL DE MADUREZ.

Para ello se define el concepto de madurez BIM que pretende establecer los estados evolutivos que existen y tienen que darse para trabajar de una forma integral y colaborativa con los sistemas BIM. (Agustí Brugarolas, 2016) La (ilustración 11) de Mark Bew y Mervyn Richards tomada de (The British Standards Institution BSI, 2013) muestra los niveles de madurez del 0 al 3 que describen el uso de información y gestión de procesos en proyectos BIM.

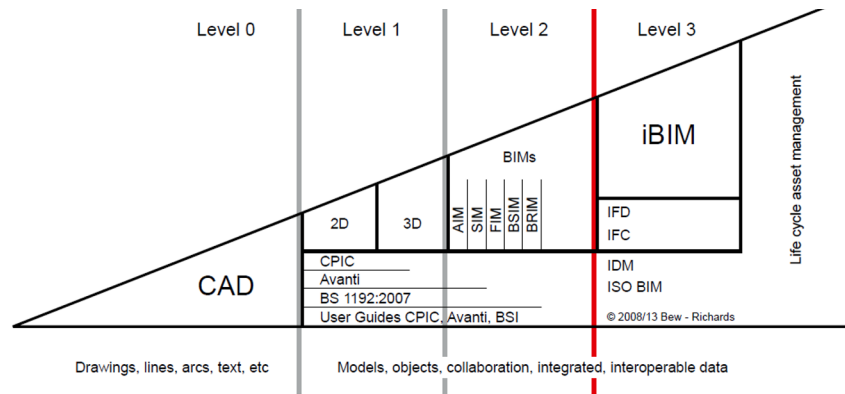


Ilustración 11. Modelo de madurez BIM de Mark Bew- Mervyn Richards.

Fuente: (The British Standards Institution BSI, 2013).

Este modelo identifica el "Nivel 0" como aquel en el que se utiliza todavía el CAD como sustituto de los planos tradicionales en papel. El "Nivel 1" comienza con la introducción de prácticas para la gestión de la producción, la distribución y la calidad de la información de la construcción, incluyendo los generados por sistemas CAD, usando un proceso normalizado para la colaboración. El "Nivel 2" supone la

gestión con herramientas BIM de entornos 3D de las distintas disciplinas del proyecto y los datos asociados. Por último, el "Nivel 3" supone la integración de los datos en servicios web que permitan la colaboración y la interoperabilidad. Es el nivel más avanzado por el momento.

(Martín Dorta, González de Chaves, & Roldán Méndez)

Según los diferentes niveles de madurez que existen y al conocer el estado actual de la empresa, se establece que P.V.C. ARQUITECTOS se encuentra en el proceso de alcanzar el nivel de madurez BIM 1. Ya que carece de una correcta gestión de la información al no disponer de un entorno común de datos. Adicionalmente se recomienda que todas las empresas que estén relacionadas al proyecto puedan implementar el uso de BIM, permitiendo alcanzar el trabajo colaborativo que brinda la metodología.

2.2. ESCENARIOS BIM.

No siempre es posible rodearse de empresas que utilicen la metodología BIM por lo que la *Guía para implementar BIM en las organizaciones de BIM Forum Chile 2017* considera los siguientes escenarios para impulsar el uso de la metodología:

BIM no integrado (Unilateral): Caso cuando una compañía del ciclo de proyecto es la única que aplicará la tecnología BIM. Esta compañía se verá beneficiada con la velocidad de gestionar cambios en sus modelos, obtener la documentación y lograr una buena coordinación de su proyecto, pero no generará más beneficios para un mandante u otra empresa que sea parte del proyecto. (BIM Forum Chile, 2017, pág. 11)

BIM no Integrado (Unilateral)

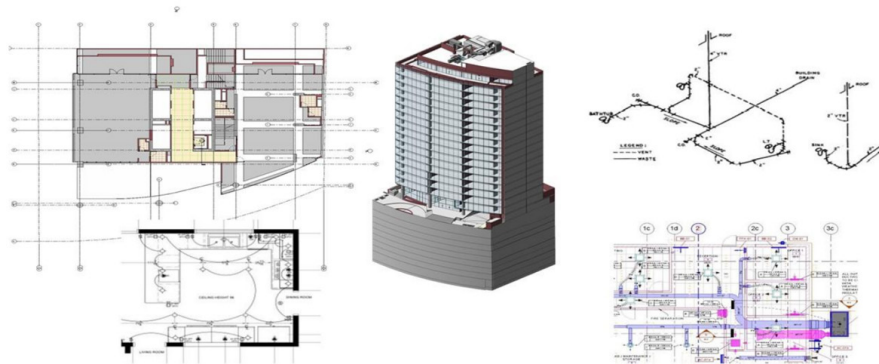


Ilustración 12. BIM no integrado unilateral. Fuente: (BIM Forum Chile, 2017)

BIM no integrado (Multilateral): Caso cuando más de una empresa del ciclo de vida de un proyecto utiliza la tecnología BIM y la información es entregada entre empresas. En estos casos cada compañía desarrollará sus modelos según sus necesidades. (BIM Forum Chile, 2017, pág. 12)

BIM no Integrado (Multilateral)

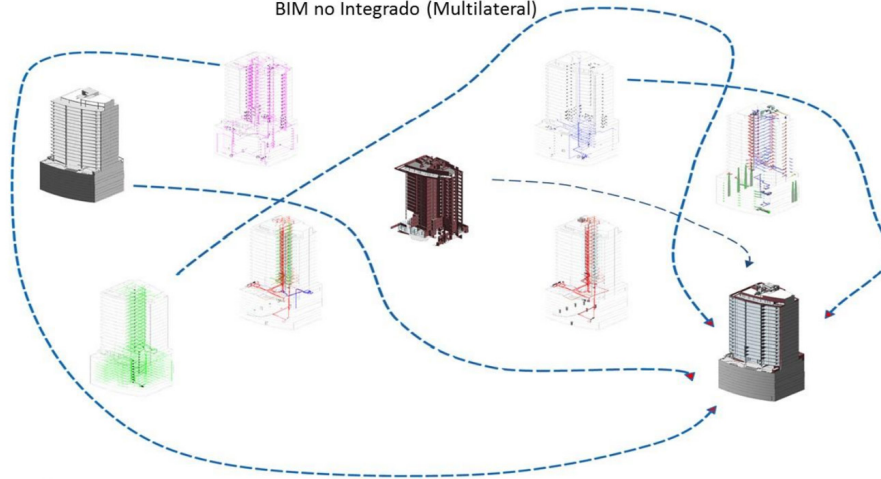


Ilustración 13. BIM no Integrado Multilateral. Fuente: (BIM Forum Chile, 2017)

BIM integrado: Caso cuando la coordinación de todas las especialidades y etapas del proyecto es realizada en forma normada y centralizada, y todas las compañías trabajan bajo una normalización establecida (Mandatos) de acuerdo a los objetivos del proyecto (caso ideal). (BIM Forum Chile, 2017, pág. 13)

BIM Integrado

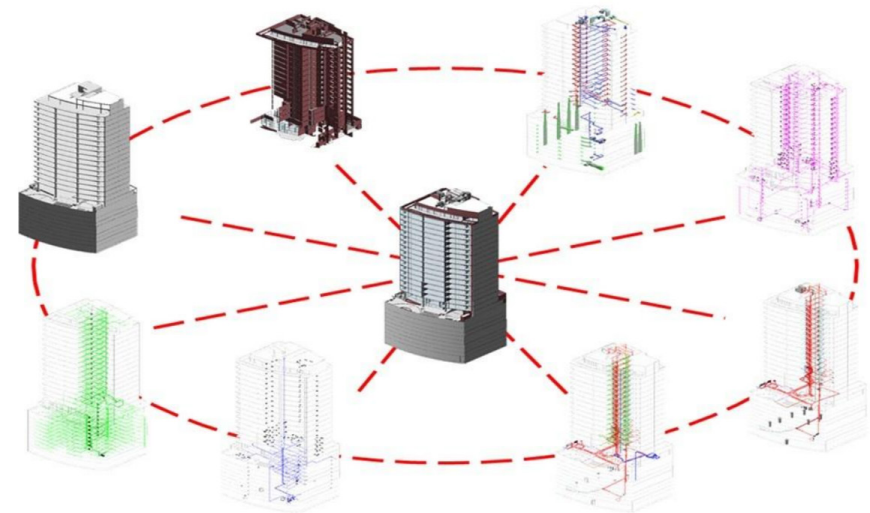


Ilustración 14. BIM Integrado. Fuente: (BIM Forum Chile, 2017)

Estos escenarios permiten identificar cual es el nivel de implementación BIM que va a tener la empresa a la hora de planificar el uso de la metodología. Al ver que el desarrollo de BIM en la empresa es prácticamente nulo o que podría considerarse según los niveles de madurez un 0,5/3. Se impulsará a la empresa a conseguir el primer escenario anteriormente expuesto que es un BIM no integrado unilateral. Donde lo que se desarrolle en P.V.C. ARQUITECTOS beneficiará a la empresa y al cliente. Mediante la estandarización, la elaboración de procedimientos y flujos de trabajo internos para cada uno de los puntos analizados en el diagnóstico.

2.3. RECURSOS HUMANOS DE LA EMPRESA.

2.3.1. EVALUACIÓN DEL DIAGNÓSTICO Y ENFOQUE DE ACUERDO A LA METODOLOGÍA BIM.

Como se revisó en el capítulo anterior la organización de la empresa está conformada por una estructura jerárquica. P.V.C. ARQUITECTOS tiene 5 años de ser una oficina de diseño y construcción por lo que tiene una idea preconcebida en sus procesos de trabajo. Cada miembro es consciente del cargo y responsabilidad que le corresponde. Actualmente la forma de trabajo por parte del equipo se considera individual. Si bien es cierto que se desarrolla los proyectos según un flujo de trabajo y se solucionan dudas y conflictos de manera grupal, cada uno trabaja en base a sus conocimientos. Sin embargo, para lograr un proceso de implementación BIM los miembros de la empresa deberán cambiar su forma de trabajar.

La metodología BIM requiere de un uso adecuado de herramientas tecnológicas y procesos con un enfoque colaborativo por todo el equipo. (Valle Eguren, 2014) Esta colaboración hoy en día está cubierta por la redacción de protocolos, estándares y normativas para un correcto desarrollo BIM. No obstante, disponer de esta documentación no garantiza una colaboración exitosa. Debido a que el desarrollo de cualquier actividad depende del factor humano. (Coloma Picó, y otros)

La conformación del equipo BIM es un punto clave para que la implementación tenga éxito. A cada miembro se debe asignar tareas que estén de acuerdo a su competencia, habilidades, conocimientos y actitudes. (Zaragoza Angulo & Morea Núñez, 2015) Como resultado cada miembro del equipo tiene su rol definido tanto en conocimiento y en trabajo con herramientas BIM. Por lo que es necesario identificar los roles que acompañan a la nueva metodología.

Al hablar de rol no se hace referencia a un cargo sino la asignación de un papel o función dentro del equipo. El rol no tiene que corresponder necesariamente a una sola persona, debido a que un rol se puede asignar a un miembro y un miembro puede tener más de un rol. (SIBIM, 2019)

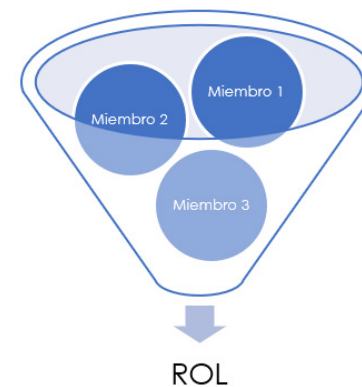


Ilustración 15. Varios miembros pueden realizar un mismo rol. Fuente: (SIBIM, 2019)

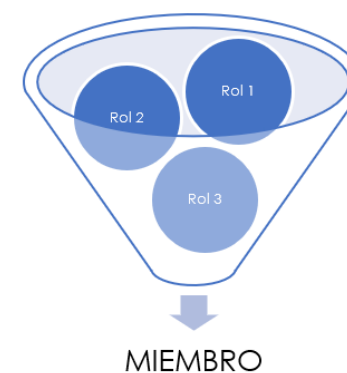


Ilustración 16. Varios roles pueden ser realizados por un mismo miembro. Fuente: (SIBIM, 2019)

2.3.2.PRINCIPALES ROLES DENTRO DE LA METODOLOGÍA BIM

Los roles encontrados en la bibliografía revisada siempre vienen acompañados con la terminación BIM, “pero más pronto que tarde cuando todos los proyectos se gestionen con esta metodología pensamos que no será necesario” (es.BIM, 2017b). Se toma como referencia el documento Definición de Roles en procesos BIM. Del cual se ha elegido los roles que se adecuan a la estructura de la empresa conforme sus capacidades.

DIRECTOR DE PROYECTO BIM:

Persona nombrada por el cliente para liderar al equipo de proyecto BIM, gestionar el proyecto BIM, y alcanzar los objetivos para que se cumplan las expectativas del cliente. Forma parte del Equipo de Gestión del Proyecto, EGP (Project Management Team, PMT). Opera a Nivel Estratégico, Táctico y Operacional.

Funciones y responsabilidades:

- Desarrollar los protocolos BIM de acuerdo a los EIRs (Requisitos de Información del Cliente). - Definir los objetivos y usos BIM del Cliente.
- Desarrollar el plan de proyecto (no el BEP que es un plan subsidiario y será desarrollado por el Director Técnico BIM). - Definir el alcance del proyecto. - Desarrollar el acta de constitución del proyecto. - Seleccionar, conformar y liderar el proyecto. - Identificar y evaluar a los agentes intervinientes en el proyecto. - Generar el plan de gestión del proyecto, incluyendo: alcance, presupuesto y cronograma. - Gestionar y controlar los riesgos. - Gestionar los cambios en el proyecto. - Gestionar la calidad. - Mantener el proyecto en coste y plazo. - Hacer el seguimiento e informar del progreso y estado del proyecto.

DIRECTOR TÉCNICO BIM:

Es la persona nombrada por el Equipo de Gestión de Proyecto EGP en cualquier fase del ciclo de vida y a la aprobación del Promotor o Cliente, siendo plenamente responsable de la calidad digital y la estructura de contenidos para el proyecto BIM. Lidera la correcta implantación y uso de la metodología BIM, coordinando el modelaje del proyecto y los recursos en colaboración con todos los agentes implicados, asegurando

la correcta integración de los modelos y sus disciplinas con la visión global del proyecto, coordinando también la generación de contenidos, con capacidad para comunicar los beneficios y dificultades de BIM. Opera a Nivel Operativo (Técnico y Sistemático).

Funciones y responsabilidades:

- Proponer y coordinar la definición, implementación y cumplimiento del BIM Execution Plan (BEP). - Aplicar los flujos de trabajo en los proyectos.
- Aplicación y validación de los protocolos BIM. - Manual de usuario BIM. - Apoyar el trabajo colaborativo y coordina el Equipo de Diseño del Proyecto EDP (Integrated Design Project Team, IDPT). - Establecer en el Entorno Colaborativo (CDE) el cumplimiento de los requisitos de información del cliente (EIRs). - Normalización y estandarización. - Software y plataformas. - Establecer los niveles de detalle y de información – LOD.
- Gestión del modelo. - Gestión de cambios en el modelo. - Gestión de la calidad en el modelo. - Asistencia en las reuniones del Equipo de Diseño del Proyecto EDP (Integrated Design Project Team, IDPT) y el Promotor o Cliente. - Establecer flujos de trabajo y gestión de requisitos. - Garantizar la interoperabilidad. - Apoyo técnico en la detección de colisiones.

COORDINADOR BIM:

Es el agente responsable de coordinar el trabajo dentro de una misma disciplina, con la finalidad de que se cumplan los requerimientos del Director Técnico BIM. Realiza los procesos de chequeo de la calidad del modelo BIM, y que éste sea compatible con el resto de las disciplinas del proyecto. Habrá tantos Coordinadores BIM como especialidades incluya el proyecto (diseño, estructura, MEP, sostenibilidad, seguridad y salud, calidad ...etc.).

Funciones y responsabilidades:

- Coordinar el trabajo dentro de su disciplina. - Realizar los procesos de chequeo de la calidad del modelo BIM. - Asegurar la compatibilidad del

modelo BIM con el resto de las disciplinas.

MODELADOR BIM:

Es la persona responsable del modelado de acuerdo a los criterios recogidos en el BEP.

Funciones y responsabilidades:

- Debe estar especializado en construcción, ya que “se modela como se construye”. - Proporciona información fundamental para todas las disciplinas involucradas utilizando herramientas de software BIM.
- Exportación del modelo 2D. - Creación de visualizaciones 3D, añadir elementos de construcción para los objetos de la biblioteca y enlace de datos del objeto. - Debe seguir en su trabajo los protocolos de diseño. - Coordina constantemente y con cuidado su trabajo con las partes externas tales como arquitectos, ingenieros, asesores, contratistas y proveedores. - Posee técnicas y habilidades capaces para arreglar, organizar y combinar la información. - Mantener su enfoque en la calidad y llevar a cabo sus tareas de una manera estructurada y disciplinada.
- Conocimientos de las TIC y específicamente de estándares abiertos y bibliotecas de objetos.

(es.BIM, 2017b, págs. 5,6 y 8)

Es necesario recalcar que los roles descritos anteriormente, no necesariamente corresponden a una sola persona. Si la empresa donde se implementa la metodología es pequeña, estas tareas pueden estar distribuidas entre todos los miembros, donde el director técnico BIM, puede hacer de coordinador o modelador. Y así entre todos los roles. (Santamaría Gallardo & Hernández Guadalupe, 2017)

2.4. SOFTWARE.

2.4.1.EVALUACIÓN DEL DIAGNÓSTICO Y ENFOQUE DE ACUERDO A LA METODOLOGÍA BIM.

Para la etapa de evaluación se procede a diferenciar los softwares que utiliza el despacho de arquitectura y construcción, en programas que se relacionen con la metodología BIM, los que no y los que se consideren un software BIM. En la (ilustración 17) se observa la clasificación.

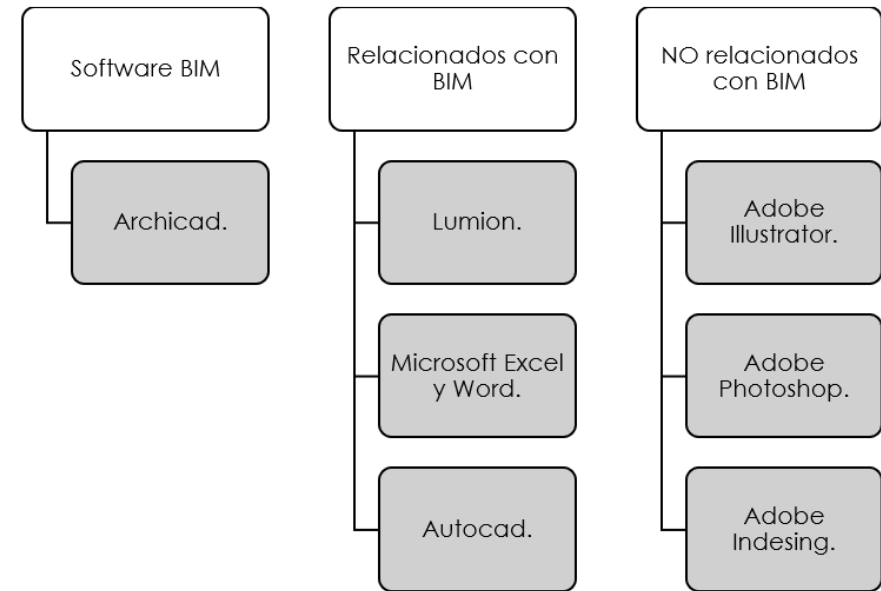


Ilustración 17. Software utilizado en P.V.C. ARQUITECTOS Elaboración: Del autor.

Al hablar de los softwares relacionados se hace referencia a que se pueden usar en un proceso BIM, mas no, que lo sean. Lumion, Microsoft Excel o Word son programas que pueden apoyar algún punto específico dentro del flujo de trabajo de la metodología BIM. Aunque en la empresa actualmente no hay un enfoque adecuado, estos se utilizan de la siguiente manera:

- Lumion permite la visualización del modelo arquitectónico, se lo utiliza para generar infografías o videos de recorrido realistas para presentar los proyectos.

- Microsoft Excel se emplea para crear presupuestos, así como controlar el flujo de caja de los proyectos o hacer tablas de registro de personal.

- Microsoft Word se usa para generar contratos, memorias o informes de obra.

Es necesario mencionar que BIM no es un software sino una metodología de trabajo que utiliza herramientas para crear el modelo de información. (Testa, 2019) Es cierto que si se aplica correctamente la metodología se puede cambiar el sector de la construcción, pero si no hay un conocimiento adecuado del software BIM, no hay un modelo, y sin la existencia de un modelo, no hay BIM. (Guerra Barroso, 2019)

Los modelos BIM se pueden utilizar para diferentes objetivos, pero previo al modelado se debe establecer un plan de ejecución BIM. Siendo aquí donde se indique cual es el objetivo del modelo, el software que conviene usar, si se va a trabajar con otras empresas, que se debe modelar y que no. (Testa, 2019)

El único software BIM utilizado dentro de la empresa es Archicad. Como se observó en la etapa de diagnóstico el uso de este es para generar el diseño, anteproyectos y la documentación 2D para la redacción del proyecto. Sin embargo, no se dispone de estándares que permitan automatizar procesos. Lo que produce grandes pérdidas de tiempo.

Trabajar herramientas BIM sin estándares que permiten la automatización de procesos es un gran error que muchas empresas que inician una implementación lo cometen. Si bien es cierto mejoran su rendimiento al combinar su forma de trabajo en 2D y 3D. Sin embargo, se sigue teniendo exceso de trabajo al documentar el proyecto. Pero si se trabaja con plantillas que dispongan de información que sea estándar en todos los proyectos como: bloques de títulos de la empresa, diseños de páginas, detalles estándar, métodos de organización y visualización, entre otros. Esto permite trabajar eficazmente con BIM, siendo el éxito disponer de una plantilla bien configurada. (Banks, 2015)

Es cierto que demandará tiempo el elaborar una plantilla de trabajo, pero el tiempo que se dedica a una plantilla, es tiempo que se ahorrará en los próximos proyectos. (Banks, 2015)

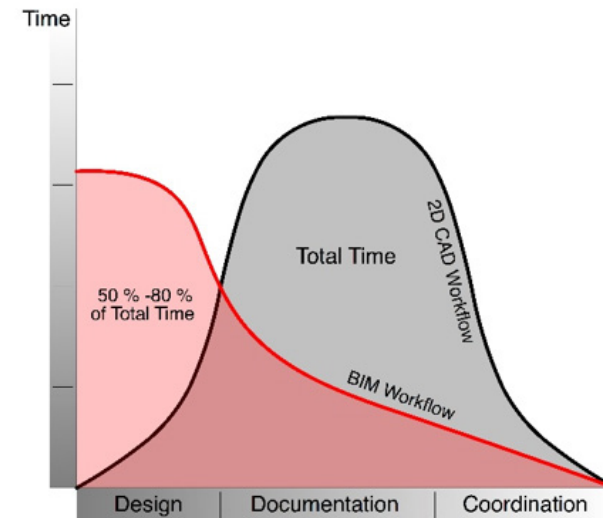


Ilustración 18. Comparación ideal del tiempo de trabajo en un proyecto con BIM y CAD. Fuente: (Banks, 2015)

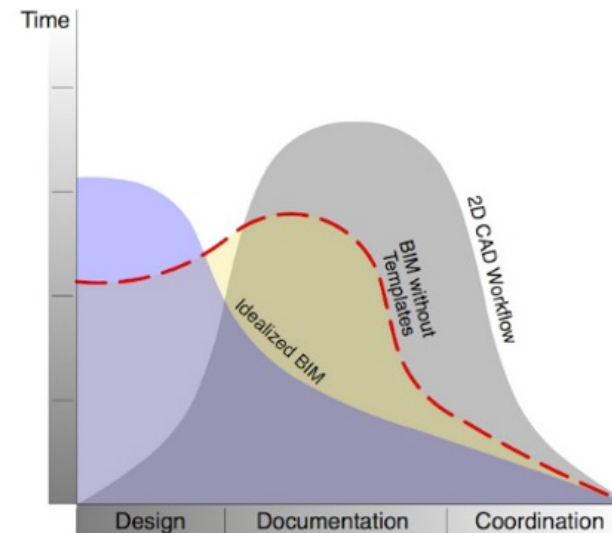


Ilustración 19. Comparación del tiempo de trabajo en un proyecto al usar BIM sin plantillas. Fuente: (Banks, 2015)

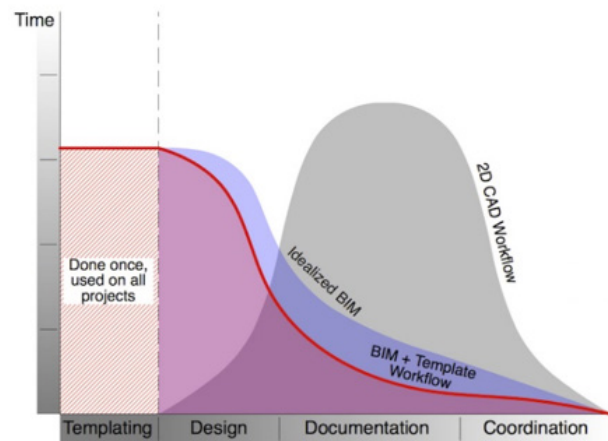


Ilustración 20. Comparación del tiempo de trabajo en un proyecto con BIM al usar plantillas. Fuente: (Banks, 2015)

2.4.2. PRINCIPALES SOFTWARES PARA EL USO DE LA METODOLOGÍA BIM.

Se pueden dar diferentes usos al modelo cuando se implementa la metodología BIM, para ello existen múltiples softwares BIM que serán utilizados dependiendo el objetivo que se tenga en el proyecto. (BIM Forum Chile, 2017) Estos usos hacen referencia a lo que se conoce como dimensiones BIM y deberá estar especificado a que nivel se pretende llegar con el modelo antes de comenzar el proyecto. En la siguiente tabla se indica los principales usos BIM que se pueden dar a un proyecto y los softwares más comunes:

| Dimensiones | Usos BIM | Desarrollador | Nombre |
|-------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------------|
| 3D | Modelado, coordinación y control. | Autodesk | Revit |
| | | Nemetscheck Group | Alplan |
| | | Nemetscheck Group | Archicad |
| | | Bentley | AECOSim |
| 4D | Planificación de obra. | Microsoft | Project |
| | | Autodesk | Navisworks Manage |
| | | Nemetscheck Group | Archicad |
| | | Synchro Software | Synchro |
| 5D | Estimación de presupuesto. | Microsoft | Excel |
| | | RIB Spain | Presto |
| | | Cype | Arquimedes |
| | | BIM Ibérica | Medit |
| 6D | Simulación energética. | Nemetscheck Group | Graphisoft EcoDesingner |
| | | Tefsa | Ecotec |
| | | Autodesk | Green Building Studio |
| 7D | Mantenimiento. | Nemetscheck Group | Archi FM |
| | | Archibus | ArchiBus |
| | | Autodesk | Building Ops |

Cuadro 1. Dimensiones, usos y programas BIM. Fuente: (Barco Moreno, 2018)

2.5. HARDWARE.

2.5.1.EVALUACIÓN DEL DIAGNÓSTICO Y SUGERENCIAS.

La evaluación del hardware se obtiene según la experiencia de los miembros de la empresa al realizar sus proyectos. Donde comentan que el flujo de trabajo al realizar los modelos tridimensionales y el generar documentación para la redacción del proyecto es fluido y ágil con los ordenadores que se dispone. Ayudando que no exista una pérdida de tiempo al momento de usar los softwares.

Como se evidenció en el diagnóstico, los ordenadores utilizados por los arquitectos tienen la capacidad de trabajar con programas que requieren de un alto rendimiento gráfico. No obstante, hay medidas que se pueden tomar para aumentar aún más la productividad. Por ejemplo, adquirir monitores adicionales para que el trabajo se realice con dos pantallas.

Los beneficios que se pueden obtener son el aumento de visualización del área de trabajo, reducción del tiempo de trabajo, mejor organización de las tareas, mayor espacio para abrir varias ventanas al trabajar, disminuir impresiones para revisar o extraer información de documentos. (León Ale, 2019)



Ilustración 21. Productividad al usar dos monitores. Fuente: (Aratecnia, 2019)

2.6. GESTIÓN DE COMUNICACIONES.

2.6.1.EVALUACIÓN DEL DIAGNÓSTICO Y ENFOQUE DE ACUERDO A LA METODOLOGÍA BIM.

La empresa dispone de tres herramientas para comunicarse, las llamadas telefónicas, el correo personal y los mensajes de texto de Whatsapp. Existen ciertos motivos para que se den las comunicaciones entre los miembros de la empresa. Pero es evidente que no hay un orden, ni un plan para hacerlas.

Por lo que siguiendo lo expuesto por Evelio Sánchez Juncal miembro de BIMrras podcast¹⁰, si no se puede establecer una comunicación efectiva entre los diferentes actores que intervienen en un proyecto, no se podrá obtener los mejores resultados en cuanto a recursos humanos, software, modelo, entre otros. (Navas, 2019)

Indudablemente P.V.C. ARQUITECTOS tiene problemas en sus comunicaciones, existe pérdidas de información, dobles envíos de archivos y trabajos repetidos. Esto genera pérdidas de tiempo, por ende, de productividad y expone la falta de trabajo colaborativo.

Las llamadas telefónicas dentro de la empresa es uno de los métodos más utilizado, lo que no permite disponer de un registro de lo tratado o temas específicos de proyectos en cualquiera de sus fases. El correo electrónico tampoco es usado para registrar las comunicaciones, solo se utiliza como herramienta para transferir documentos.

Para hablar de una adecuada gestión de la comunicación es necesario introducir herramientas que permitan la comprobación, registro y archivo de documentos y tareas con la finalidad de saber quién, cuándo y cómo ha hecho o dicho algo. De esta forma mejora el control sobre las responsabilidades de los miembros del equipo. (Alfaro Gonzáles, Valverde Cantero, Cañizares Montón, & Martínez Carpintero)

¹⁰ "BIMrras Podcast, el Primer Podcast Colaborativo sobre BIM. Dirigido a todos los profesionales que intervienen en el ciclo de vida de una edificación o infraestructura, desde las primeras ideas o intenciones, pasando por las fases de diseño, construcción y mantenimiento, hasta su desaparición" <https://www.bimrras.com/>

De esta manera al implementar la metodología BIM se pretende generar “Un entorno en el que los puntos clave son la comunicación constante y fluida entre todos los integrantes del equipo, la distribución de responsabilidades de tal modo que las aportaciones individuales tengan entidad y contribuyan a la consecución del objetivo” (Coloma Picó, y otros, pág. 163) Por lo que es indispensable crear un plan para gestionar las comunicaciones, el que debe ser compartido y estudiado por todos los miembros de la empresa.

El Director Técnico BIM estará a cargo del plan de comunicaciones, el será el responsable de realizar una correcta codificación para enviar correos electrónicos, creación de grupos de trabajo en diferentes plataformas, la asignación y seguimiento de tareas a los diferentes miembros del equipo. (Testa, 2019). Manuel García Navas¹¹ comenta en una entrevista en BIMrras podcast que existen herramientas que permiten la coordinación de proyectos mediante la asignación y organización de tareas que mejoran la comunicación y el control de las actividades. (Navas, 2019)

2.7. GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN.

2.7.1.EVALUACIÓN DEL DIAGNÓSTICO Y ENFOQUE DE ACUERDO A LA METODOLOGÍA BIM.

La gestión de la información es otro de los procesos que presentan una gran falla dentro de la empresa, por lo visto en el diagnóstico se almacena sin ninguna estructura. No se dispone de un servidor o una carpeta en la web que permita el manejo de la información por parte de los miembros. Sino que cada uno crea carpetas de forma interna en sus ordenadores, donde solo ellos saben que contiene, por lo que es evidente que al manejar cada quien su propia información por más que sean los mismos archivos se genera un desorden dentro de la empresa. Cuando se requiere del archivo final o correcto no se sabe cuál es, ya que existe más de uno, generando sobre esfuerzos y retrasos.

Para mantener el orden y un entorno colaborativo es necesario trabajar con una base común de datos mediante una estructura de carpetas organizadas. Ésta estructura deberá estar al alcance de todos ya sea en el servidor de la empresa o en la nube de aplicaciones como Dropbox, Google Drive, etc. Se creará una carpeta para cada proyecto y se irá ampliando su contenido según cada fase del proyecto (anteproyecto, proyecto, presupuesto, construcción). La estructura de carpetas vendrá definida en el plan de ejecución BIM que genera la empresa. (Cos-Gayón López, y otros). Dentro del plan de ejecución BIM se tendrá que definir la nomenclatura para nombrar los ficheros y las carpetas que los contengan ya que el objetivo de este método de trabajo es lograr una organización para cada documento que conforme el proyecto.

¹¹ Arquitecto técnico responsable de la comisión BIM del Colegio oficial de aparejadores y arquitectos técnicos de Granada.

03 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN BIM.

3. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM.

En el plan de implementación BIM se establecen los objetivos de la organización, los flujos de trabajo del proyecto, los roles a cada miembro en el entorno BIM, niveles de detalle que se trabajará en cada fase, vistas y planos que se deban generar, estructura de carpetas, nombre de archivos que tendrá el proyecto y pautas de cómo se debe modelar algunos de los elementos del modelo. (Oliver Faubel, 2015) Para el PIB se desarrollan diferentes apartados, uno enfocado en la organización y los procedimientos, otro destinado al libro de estándares y plantillas para los softwares establecidos, en otro se determina el plan de ejecución BIM para emplearlo antes de realizar un proyecto y poder coordinar con otras empresas, se realiza una estimación de coste general que permite conocer el valor económico de las herramientas propuestas en el PIB y un por último un mecanismo para el control de calidad.

3.1. DEFINICIÓN DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN BIM DE LA ORGANIZACIÓN.

Se presenta un cuadro resumen con el PLAN DE IMPLEMENTACIÓN general, donde se aprecia el estado actual y lo que se pretende lograr al realizar la implementación de la metodología BIM para cada apartado analizado en el diagnóstico.

| PLAN DE IMPLEMENTACIÓN BIM DE LA ORGANIZACIÓN | | |
|---|---|---|
| | Estado actual | Al implementar BIM |
| 3.1.1 Nivel de madurez BIM | | |
| Según modelo BIM Bew-Richards | Nivel 0,5/3 | Nivel 2/3 |
| 3.1.2 Objetivos BIM | | |
| Objetivo de la empresa | - | Realizar los proyectos en un entorno BIM para agilizar la toma de decisiones mediante herramientas y procesos que permitan generar mayor coordinación, planificación y control. |
| 3.1.3 Recursos humanos | Cargo | Rol |
| Paúl Vélez Coello | Gerente | Director de Proyecto BIM |
| Graciela Martínez Arizaga | Contabilidad y administración | Contabilidad y administración |
| Paúl Vélez Martínez | Arquitecto coordinador | Director Técnico BIM / Coordinador BIM / Modelador BIM |
| Samantha Janovsky Cobos | Arquitecta coordinadora | Coordinadora / Modeladora BIM |
| 3.1.4 Software | | |
| Diseño, modelado y documentación del proyecto | Archicad | Archicad |
| Planificación de obra | - | Microsoft Project y Archicad |
| Presupuesto | Excel | Archicad, Excel y Presto |
| Infografías | Lumion y Adobe Photoshop | Lumion y Adobe Photoshop |
| Visualización del modelo | - | BIM Vision |
| 3.1.5 Hardware | | |
| Equipos | Ordenadores portátiles y de sobre mesa. | Ordenadores portátiles y de sobre mesa más implementación de doble Monitor |
| 3.1.6 Gestión de comunicaciones | | |
| Correo electrónico | Correo personal | Correo corporativo |
| Llamadas telefónicas | Móvil | Móvil |
| Mensajes de texto | WhatsApp | WhatsApp |
| Seguimiento de tareas | - | Trello |
| 3.1.7 Gestión de la información | | |
| Entorno común de datos | - | Dropbox |

Cuadro 2. Plan de implementación BIM de la organización. Elaboración: Del autor.

A continuación, se amplía el contenido de los apartados indicados en el (cuadro 2), se indica los motivos, herramientas, procedimientos y responsables para el cumplimiento del PIB dentro de la organización.

3.1.1. MADUREZ BIM.

Al realizar la implementación la organización desea alcanzar un nivel de madurez 2 en BIM. Donde cada una de las especialidades involucradas en el proyecto disponga de su propio modelo. Además, que se pueda compartir la información mediante archivos con formatos comunes y un entorno común de datos. (Sánchez Ortega, 2017a) En caso de que los modelos de las especialidades sean entregados en formato PDF, la propia empresa se encargará de realizar el modelo.

3.1.2. OBJETIVOS BIM.

Para realizar un correcto proceso de implementación BIM es necesario una estrategia que se ajuste a la realidad de la empresa, mediante el planteamiento de objetivos. Estos definirán el camino que se ha de seguir al utilizar la nueva metodología de trabajo, se debe disponer de algún tipo de mecanismo para medir el cumplimiento de estos. En este caso el seguimiento puede ser según los niveles de madurez BIM indicados en el capítulo anterior, para evaluar si los objetivos planteados acercan a la empresa al nivel deseado y en caso de no hacerlo plantear acciones correctoras para lograr una adecuada implementación. (es.BIM, 2017a)

Para lograr un control de calidad de la implementación y el uso de la metodología, se establecen los siguientes objetivos que complementan al indicado en el (cuadro 2).

- Mejorar la comprensión del proyecto por parte del equipo para agilizar la toma de decisiones.
- Establecer un entorno común de datos que permita agilizar la búsqueda y organización de la información.
- Reducir conflictos en la coordinación entre las especialidades.
- Mejorar la planificación y control en la programación de obra.
- Obtener las mediciones para el presupuesto del proyecto partiendo del modelo.
- Mejorar la calidad de la documentación del proyecto en cada una de sus fases.

3.1.3. RECURSOS HUMANOS.

Se asigna los roles con sus funciones y responsabilidades descritos a cada uno de los miembros de P.V.C. ARQUITECTOS, recordando que al tratarse de una empresa pequeña un miembro puede realizar más de un rol. La formación a los miembros será realizada por el Director Técnico BIM, ya que, es quién desarrolla el PIB. Se realizará charlas y reuniones explicativas de todos los procesos, estándares y cambios que se requieren. En caso de ser necesario se tomará en cuenta la posibilidad de contratar a una consultora BIM para profundizar la implementación de la metodología.

Para el acta de constitución del proyecto que deberá desarrollar el Director de Proyecto BIM, se utilizará la plantilla facilitada en el Máster en Edificación por el docente Fernando Cos- Gayón. Ver Anexo 1.

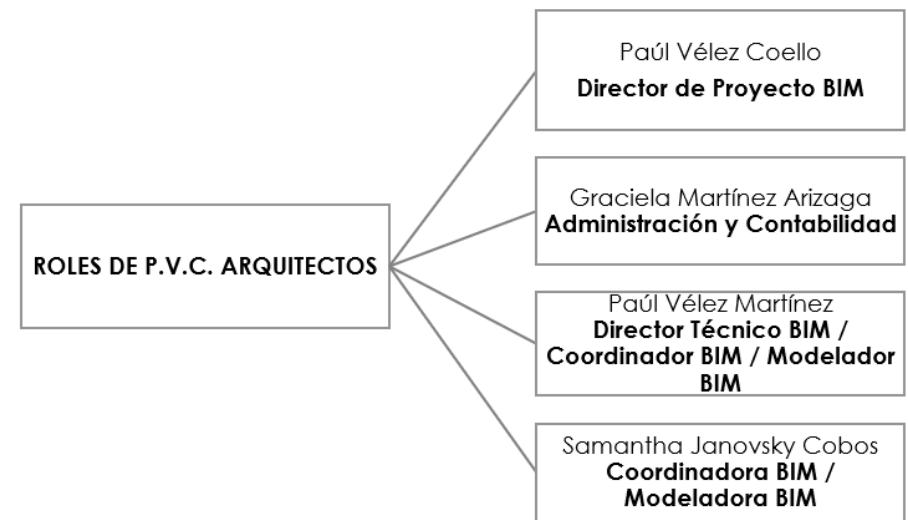


Ilustración 22. Asignación de roles dentro de la metodología BIM.

Elaboración: Del autor.

3.1.4. SOFTWARE.

- Se mantiene el uso de Archicad, Lumion, Adobe Photoshop y Microsoft Excel, ya que al ser estos utilizados por los miembros de la empresa, permiten una implementación más ágil al no necesitar cursos de formación.

- Los softwares que se incrementan son Microsoft Project y Presto.

- Adicionalmente se incorpora el programa BIM Vision que es un software gratuito en internet que permite abrir modelos en cualquier ordenador cuando están en formato IFC¹². Lo que facilita la revisión del modelo en ordenadores que no tienen instalado el software en el que se modela el edificio.

3.1.5. HARDWARE.

Se propone el uso de doble monitor para los ordenadores existentes de la empresa, con el fin de aumentar la productividad de trabajo.

| | |
|---|--|
|  | <p>Diseño, modelado y documentación del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Archicad. <ul style="list-style-type: none"> • Se utiliza el mismo software, se estandariza para realizar un correcto modelado. En el apartado 3.3 se puede ver los estándares. • Autocad. <ul style="list-style-type: none"> • Se utiliza para generar la licencia urbanística con el formato establecido por el municipio de Cuenca. Comprobar la información que entregan las empresas externas en formato dggw. |
|  | <p>Planificación de obra.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Project. <ul style="list-style-type: none"> • La programación del cronograma se realizará en este software. (anteriormente esta programación se llevaba solo de forma hablada) • Archicad. <ul style="list-style-type: none"> • Se utiliza para la simulación de la construcción. |
|  | <p>Presupuestos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Archicad. <ul style="list-style-type: none"> • Las mediciones se obtendrán desde el modelo, para incorporarlas en el presupuesto. • Excel. <ul style="list-style-type: none"> • Se utilizará para abrir ofertas económicas de proveedores y para la parte de contabilidad. • Presto. <ul style="list-style-type: none"> • Se incorpora el uso para generar los presupuestos de forma más detallada. Donde se permita controlar las partidas y las mediciones. |
|  | <p>Infografías.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lumion. <ul style="list-style-type: none"> • Se mantiene el uso de Lumion para mostrar los proyectos de forma realista. • Adobe Photoshop. <ul style="list-style-type: none"> • Se utiliza para los retoques de las infografías. |
|  | <p>Visualización del modelo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • BIM Vision. <ul style="list-style-type: none"> • Permite la visualización del modelo. |

Ilustración 23. Softwares a utilizar en la implementación BIM en P.V.C. ARQUITECTOS.

Elaboración: Del autor.

¹² Industry Foundation Classes, "Es un estándar internacional abierto para los datos del Modelo BIM que se intercambian y comparten entre las aplicaciones de software utilizadas por diversos participantes en el sector de la industria de gestión de instalaciones o construcción" (Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM), 2018).

3.1.6. GESTIÓN DE COMUNICACIONES.

Para solucionar los problemas de comunicación se establecen cuatro herramientas al implementar la metodología. El uso de correo electrónico, llamadas telefónicas, mensajes de texto y seguimiento de tareas. En el estado actual se identificó que el uso de las tres primeras no generaban una adecuada comunicación, sin embargo, al implementar BIM se van a mantener, pero de una manera más organizada.

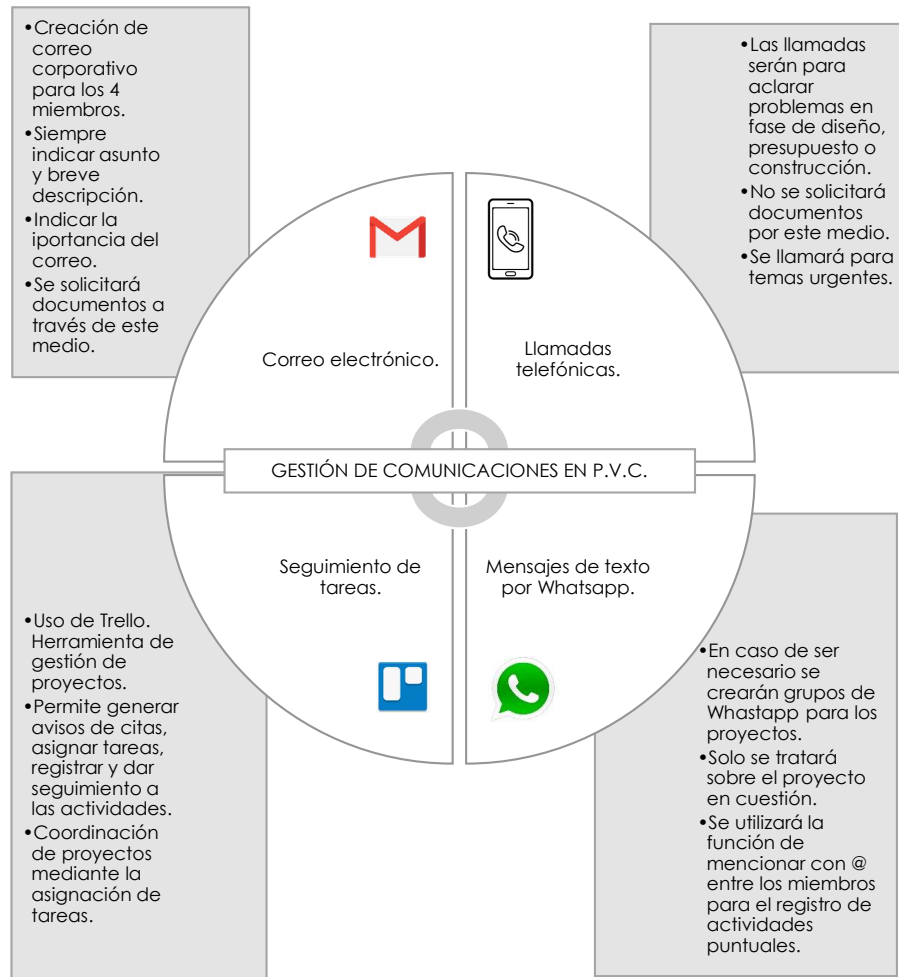


Ilustración 24. Comunicaciones y coordinación de tareas en P.V.C. ARQUITECTOS. Elaboración: Del autor.

Uso detallado de Trello:

“Trello es una herramienta de colaboración que organiza tus proyectos en tableros. Es decir, que gracias a Trello, podrás saber cuáles son las tareas que se llevan a cabo, quién trabaja en una tarea determinada y cuál es el estado de un proceso” (Sánchez Ortega, 2017b).

Ésta herramienta se compone jerárquicamente por equipos, tableros, listas y tareas. Para facilitar el trabajo dentro de la empresa se plantea una plantilla para trabajar con este gestor de tareas.

- Lo primero que se realiza es la creación del equipo para la empresa. Es aquí donde se agrega a los miembros de la empresa que estarán en comunicación y colaboración permanente.



Ilustración 25. Creación del equipo en Trello. Elaboración: Del autor.

- Los tableros representarán cada una de las obras que se realice en la empresa. Y llevarán el nombre del proyecto como identificación.



Ilustración 26. Creación de tableros para cada obra. Elaboración: Del autor.

- Cada tablero contendrá 6 listas base. La primera corresponde a las instrucciones iniciales donde se indica a los responsables por sus iniciales y las etiquetas para cada tarea. Y las cinco restantes corresponden a las fases del proyecto.

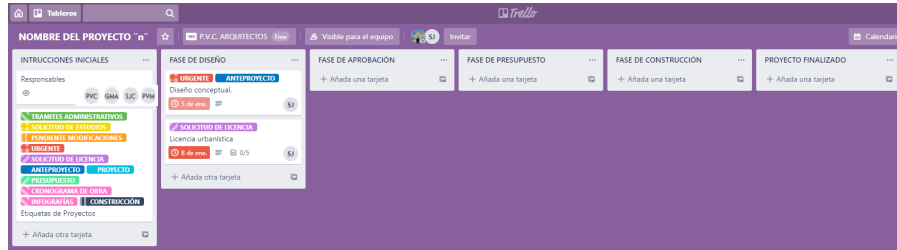


Ilustración 27. Listado de tareas para cada obra. Elaboración: Del autor.

- Las etiquetas servirán como un indicador visual para identificar que tarea está realizando cada miembro.

- Por último, se crearán tarjetas para las tareas que se necesite realizar en las fases del proyecto. Las tareas se pueden crear tantas como lo que requiera el proyecto o las fases de este.



Ilustración 28. Listado de instrucciones iniciales de etiquetas y responsables. Elaboración: Del autor.

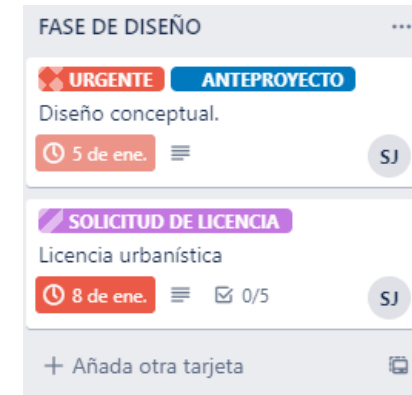


Ilustración 29. Ejemplo de dos tareas en fase de diseño. Elaboración: Del autor.

En la tarea se puede indicar quien es el miembro responsable, asignar cualquiera de las etiquetas antes indicadas, colocar fecha de vencimiento, crear una lista de comprobación de actividades por hacer, enviar mensajes e incluso adjuntar archivos (documentos, imágenes, links, etc.)

Con el flujo de trabajo de Trello se permite a todos los miembros del equipo crear, eliminar, archivar y mover las tareas según se va realizando el proyecto. La ventaja de utilizar esta herramienta es que genera un ambiente de colaboración, además todas las actividades quedan registradas permitiendo que todo el equipo conozca la evolución de la tarea. (Sánchez Ortega, 2017b)

3.1.7.GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Al tratarse de una empresa pequeña se escoge la plataforma Dropbox para crear un entorno común de datos, donde se organice la información para que esté al alcance de todos los miembros. Se tendrá un administrador de la cuenta y el resto de miembros estarán como invitados. Se estructura las carpetas para almacenar la información de la siguiente manera.

Dentro de Dropbox se creará la carpeta de P.V.C. ARQUITECTOS. Donde estará la carpeta de Estándares BIM y la de PROYECTOS 2020.

Carpeta de “Estándares BIM”.

Se archivará todo lo correspondiente a estándares de trabajo para el software BIM. Dentro de los estándares encontraremos las plantillas de trabajo para iniciar con el programa. Estas contendrán cajetines, bloques de título y elementos que sean repetitivos en todos los proyectos. Las tablas de mediciones para la creación del presupuesto. Por último, los objetos que se necesiten adicionar en proyectos específicos.

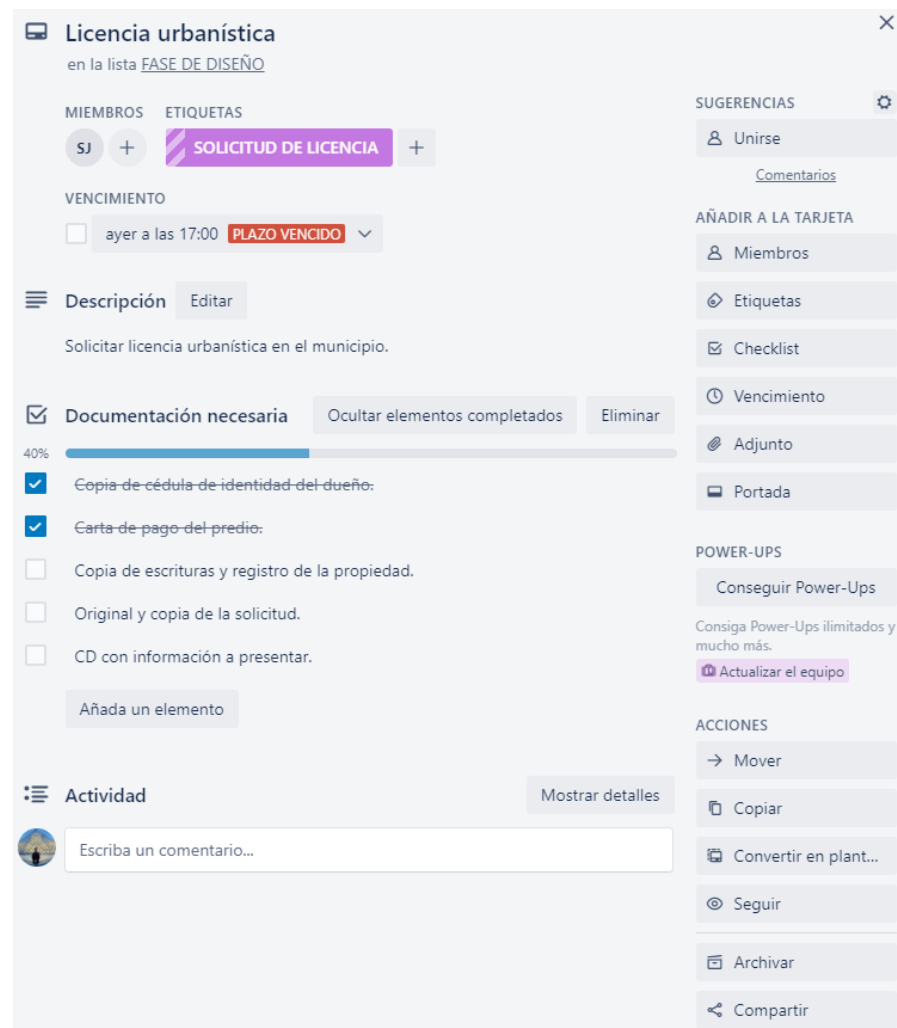


Ilustración 30. Ficha de modificación de tarea creada para una fase del proyecto.
Elaboración: Del autor.

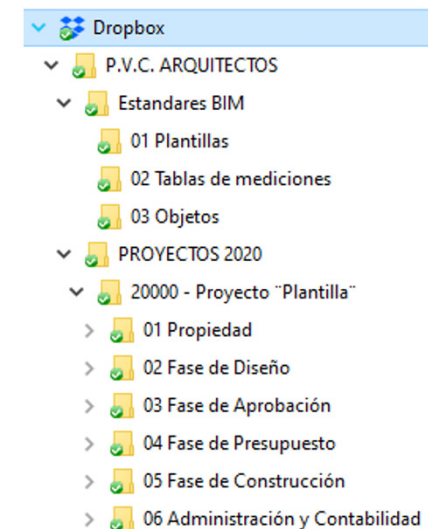


Ilustración 31. Estructura de carpetas dentro de Dropbox para P.V.C. ARQUITECTOS.
Elaboración: Del autor.

Carpeta de "PROYECTOS 2020".

Para cada año se creará una carpeta que contenga los proyectos que se realicen, cada proyecto tendrá su carpeta. Se define que para la creación de una carpeta se colocará primero el año seguido del número de proyecto más una breve descripción del proyecto, 2 dígitos para el año + 3 dígitos de la numeración consecutiva que indicará el número de proyecto + guion + breve descripción. (Zaragoza Angulo & Morea Núñez, 2015)

Todos los proyectos partirán de la carpeta plantilla que se observa en la (ilustración 31). **20000 – Proyecto "Plantilla"**.

La carpeta **20000 – Proyecto "Plantilla"** contendrá seis subcarpetas que a su vez contendrán la estructura que se ve en la (ilustración 32).

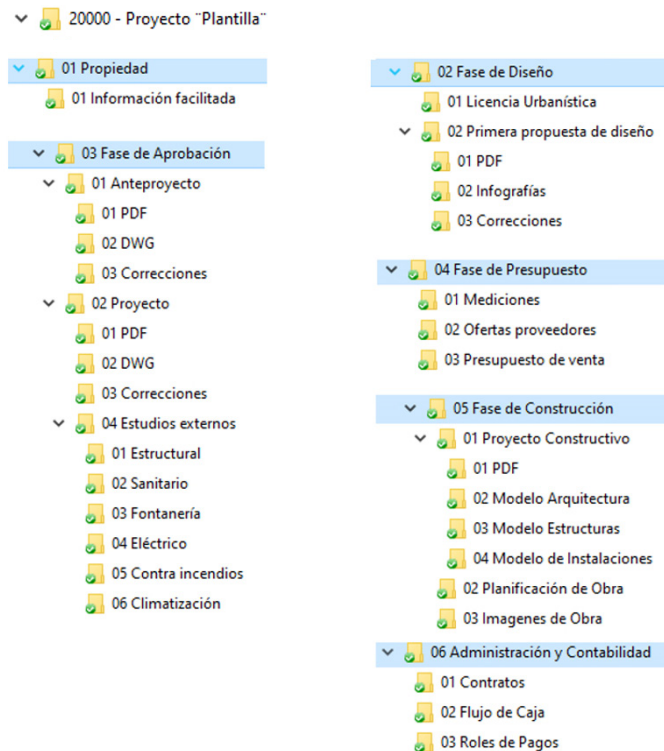


Ilustración 32. Desglose de carpetas dentro de cada proyecto para cada una de sus fases. Elaboración: Del autor.

En **01 Propiedad**: se almacena todo lo que el cliente proporcione para iniciar un proyecto.

Las carpetas 02, 03, 04 y 05 hacen referencia a las cuatro fases del proyecto que se identificaron en el diagnóstico, en cada una de ellas se almacenará lo siguiente:

02 Fase de Diseño: Ésta contendrá **01 Licencia Urbanística** que es la información necesaria para realizar la licencia urbanística y **02 Primera propuesta de diseño**. Se dispondrá un espacio para almacenar las láminas en PDF, las infografías y las correcciones que se deban realizar después de presentar al cliente.

03 Fase de Aprobación: Está subdividida en **01 Anteproyecto** y **02 Proyecto** en cada una se almacenará la información correspondiente a láminas en PDF, ficheros DWG para presentar en el municipio y una carpeta **03 Correcciones** donde se guarde las observaciones que se deba hacer una vez presentado el anteproyecto o proyecto. Por último, la carpeta **04 Estudios externos** que contendrá cualquier estudio realizado por algún agente externo ya sea en formato PDF o DWG.

04 Fase de Presupuesto: Aquí se archivarán las mediciones que se realicen en el modelo, así como un espacio para ofertas de proveedores cuando sea necesario y una carpeta de presupuesto de venta que contendrá el fichero de Presto y los PDF a presentar al cliente.

05 Fase de Construcción: Contiene tres subcarpetas, la primera para el proyecto constructivo, donde se colocaran los planos en PDF aprobados por el municipio y los modelos de arquitectura, estructuras e instalaciones. La segunda para la planificación de obra en Microsoft Project y la simulación 4D. Por último, una carpeta destinada a imágenes del avance de obra.

06 Administración y Contabilidad: Se almacenará los contratos, toda la información relacionada a flujos de caja, albaranes, facturas, etc. Y la información de los roles de pago (nominas) de los trabajadores de obra.

De esta forma se pretende tener un entorno ordenado en donde la

información de los proyectos y estándares para trabajar sean de fácil acceso y de manera organizada.

Sistema de nomenclatura para archivos.

Se nombrará con la siguiente codificación. “Año”_“Mes”_“Día” + “Una breve descripción.” Por ejemplo: 2020_01_30 Planta baja arquitectura.

3.2. LIBRO DE ESTÁNDARES BIM.

Este apartado se enfoca en la importancia de disponer estándares para comenzar un proyecto, uno de los puntos fundamentales a la hora de trabajar con BIM es la creación de plantillas. Que permite “aumentar la productividad de la oficina (hasta un 40%) así como el control de calidad de los proyectos. Proveen al equipo de trabajo todas las herramientas necesarias para desarrollar los proyectos, afinadas con las normativas establecidas, automatizando y agilizando los estándares BIM” (Zaragoza Angulo & Morea Núñez, 2015, pág. 56)

Como recurso BIM se debe estandarizar el software que se utiliza para las diferentes fases, en este caso Archicad, para conseguir una mejora en los procesos y lograr automatizarlos se divide en tres la configuración:

- Plantillas de proyecto.
- Flujo de creación de un proyecto.
- Construcción del modelo.

3.2.1. PLANTILLA DE PROYECTO.

“Las plantillas del proyecto se debe entender como un documento vivo, en continua evolución” (Zaragoza Angulo & Morea Núñez, 2015, p. 57)

Para la plantilla del proyecto se configura las opciones del programa sugeridas por el AEC (UK) BIM Technology Protocol for GGRAPHISOFT ARCHICAD Template Checklist. (AERC UK BIM Protocol, 2016) Partiendo de la plantilla cargada por defecto de Archicad 21. Se modificará según las necesidades de P.V.C. ARQUITECTOS para realizar proyectos. Las opciones por modificar son:

- Orden de proyecto.
- Mapa de proyecto.
- Mapa de vistas y Libro de planos.
- Unidades de trabajo.

Orden de proyecto.

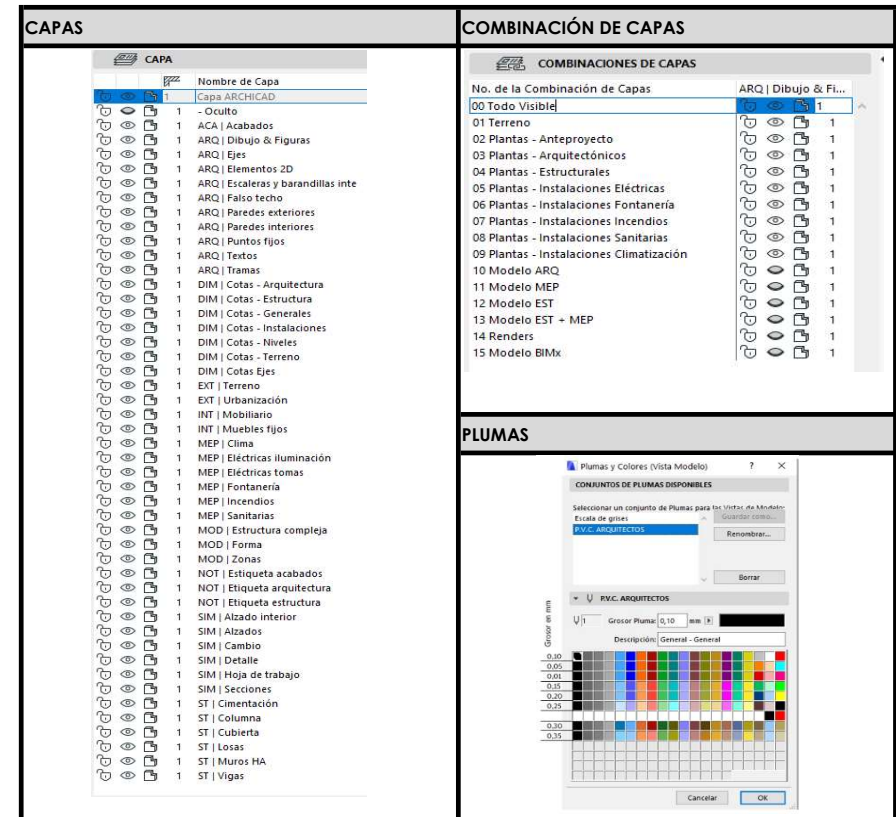
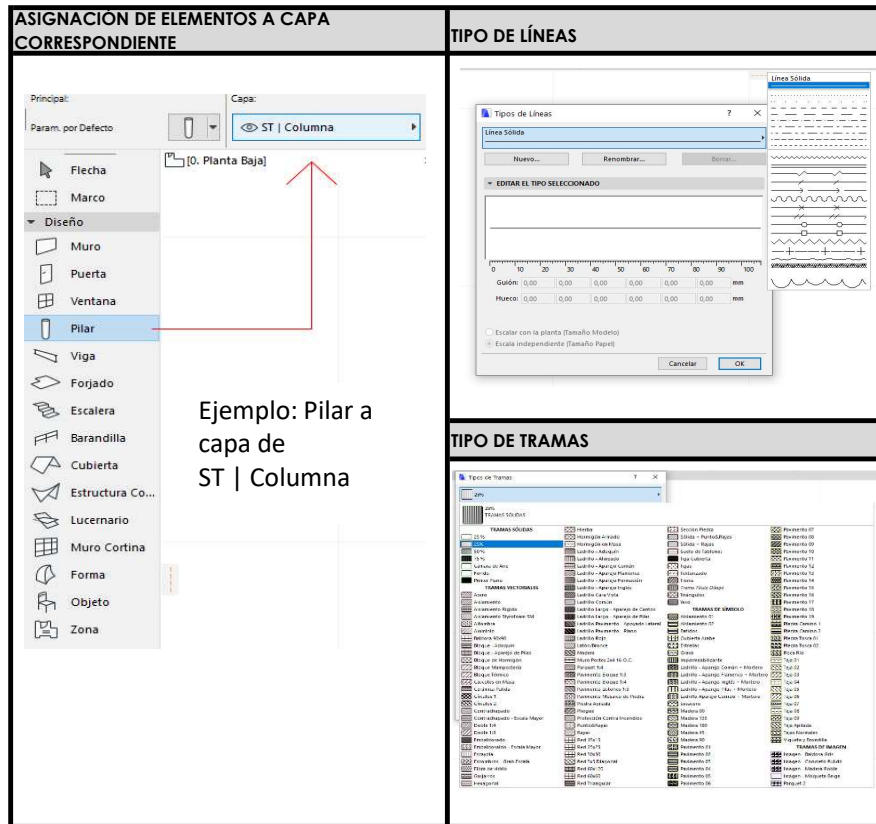


Ilustración 33. Configuración de plantilla orden de proyecto, capas y plumas.

Elaboración: Del autor.



Ejemplo: Pilar a capa de ST | Columna

Ilustración 34. Configuración de plantilla orden de proyecto, capas, tipo de líneas y tipo de tramas. Elaboración: Del autor.

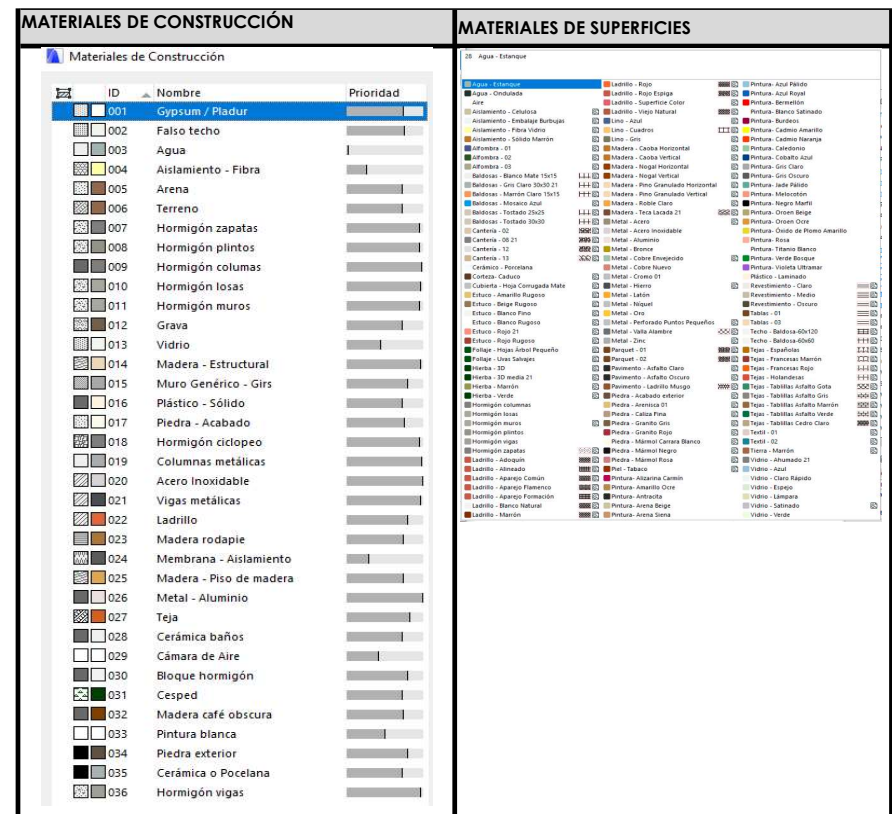


Ilustración 35. Configuración de plantilla orden de proyecto, materiales y superficies. Elaboración: Del autor.

Mapa de proyecto.

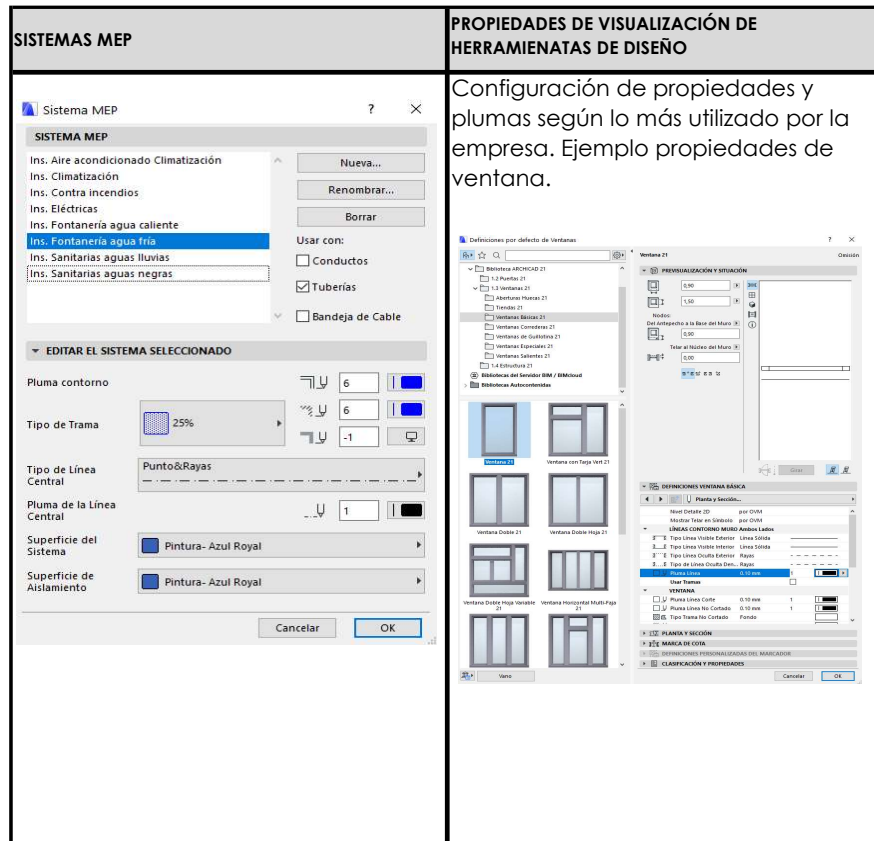


Ilustración 36. Configuración de plantilla orden de proyecto, sistemas MEP y propiedades de visualización de herramientas de diseño. Elaboración: Del autor.

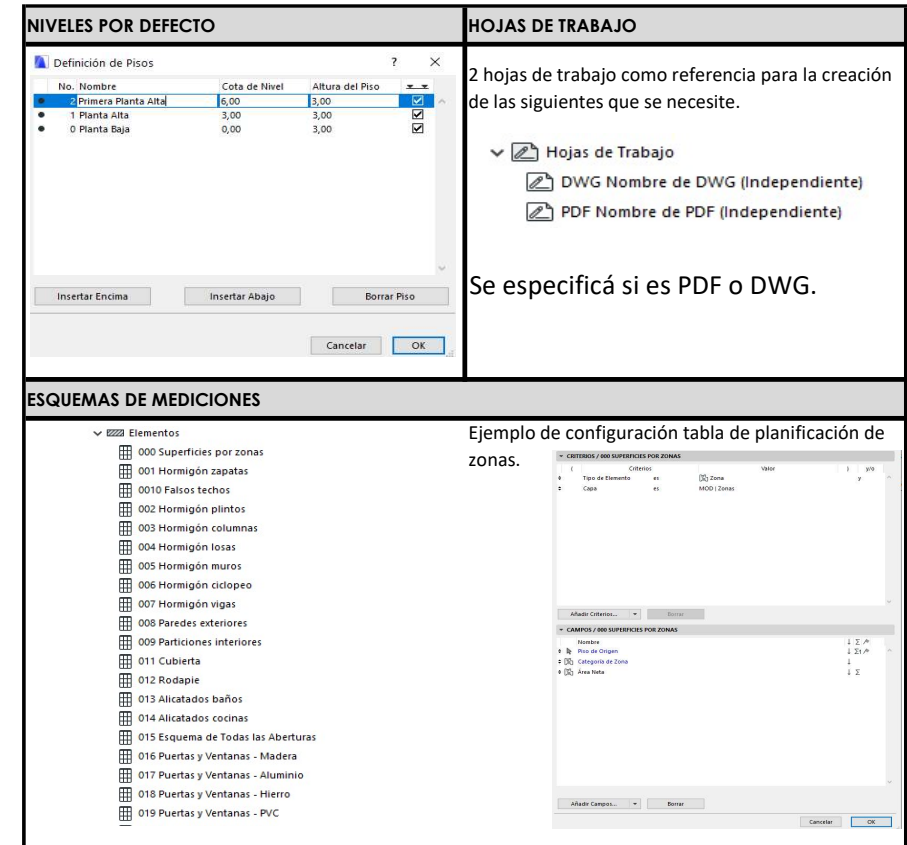


Ilustración 37. Configuración de plantilla mapa de proyecto. Elaboración: Del autor.

Mapa de vistas y Libro de planos.

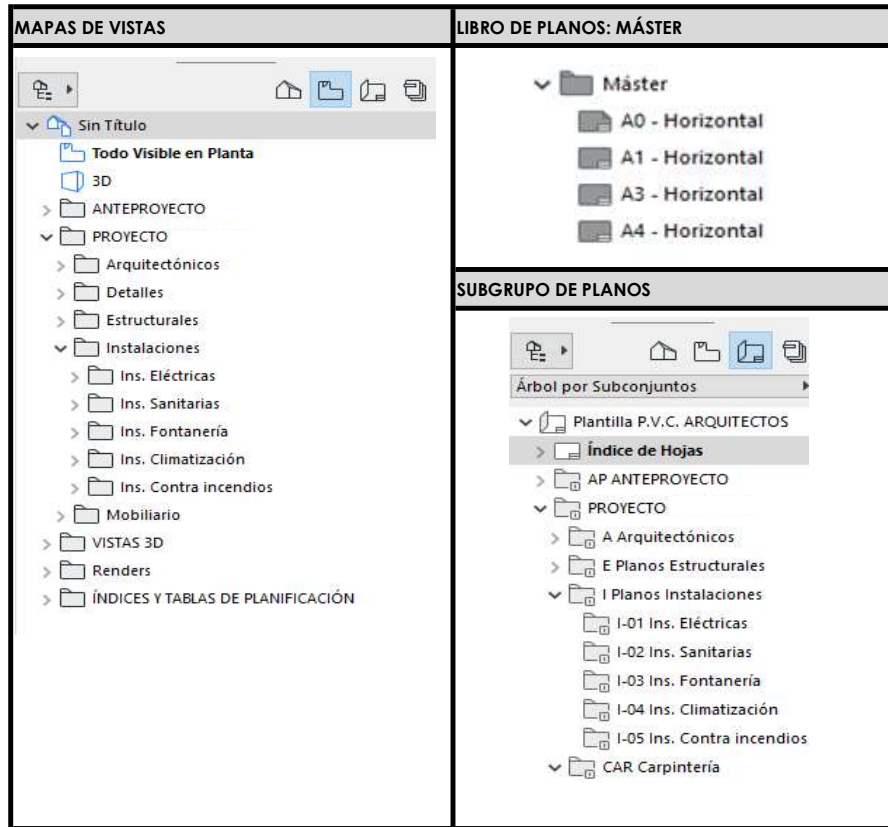


Ilustración 38. Configuración de plantilla mapa de vista y libro de planos. Elaboración: Del autor.

Unidades de trabajo.

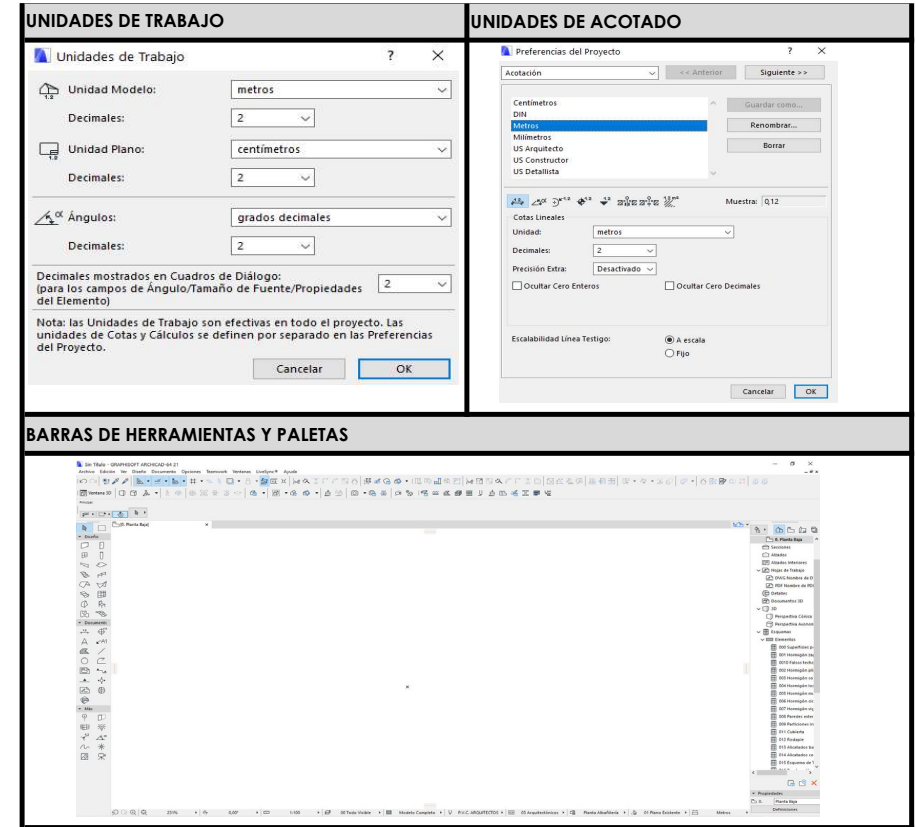


Ilustración 39. Configuración de plantilla unidades de trabajo. Elaboración: Del autor.

Una vez modificada la plantilla de trabajo se guardará en la carpeta de Dropbox destinada para estándares BIM. Con estas modificaciones se empezará a trabajar los proyectos de forma que se aumente la productividad. El tiempo de trabajo empleado en configurar los parámetros que contempla la plantilla, se utiliza para aumentar el rendimiento en la ejecución del proyecto.

3.2.2. FLUJO DE CREACIÓN DE UN PROYECTO.

En la (ilustración 40) se plantea un flujo de trabajo para realizar un proyecto desde cero indicando el procedimiento a seguir para su correcta ejecución de modelado. Se toma como referencia el flujo enseñado por la profesora Begoña Fuentes en el Máster de Edificación de la UPV edición 2018-2019 (Fuentes Giner, 2018). Se adapta al software de Archicad.

3.2.3. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO.

Para la construcción del modelo se establece una matriz en la que se indica las tareas y elementos que se utilizarán en el proceso constructivo del modelo. Donde se especifica sus restricciones y configuraciones para lograr que todos en la empresa manejen el mismo lenguaje a la hora de modelar una edificación. Ver Anexo 2.

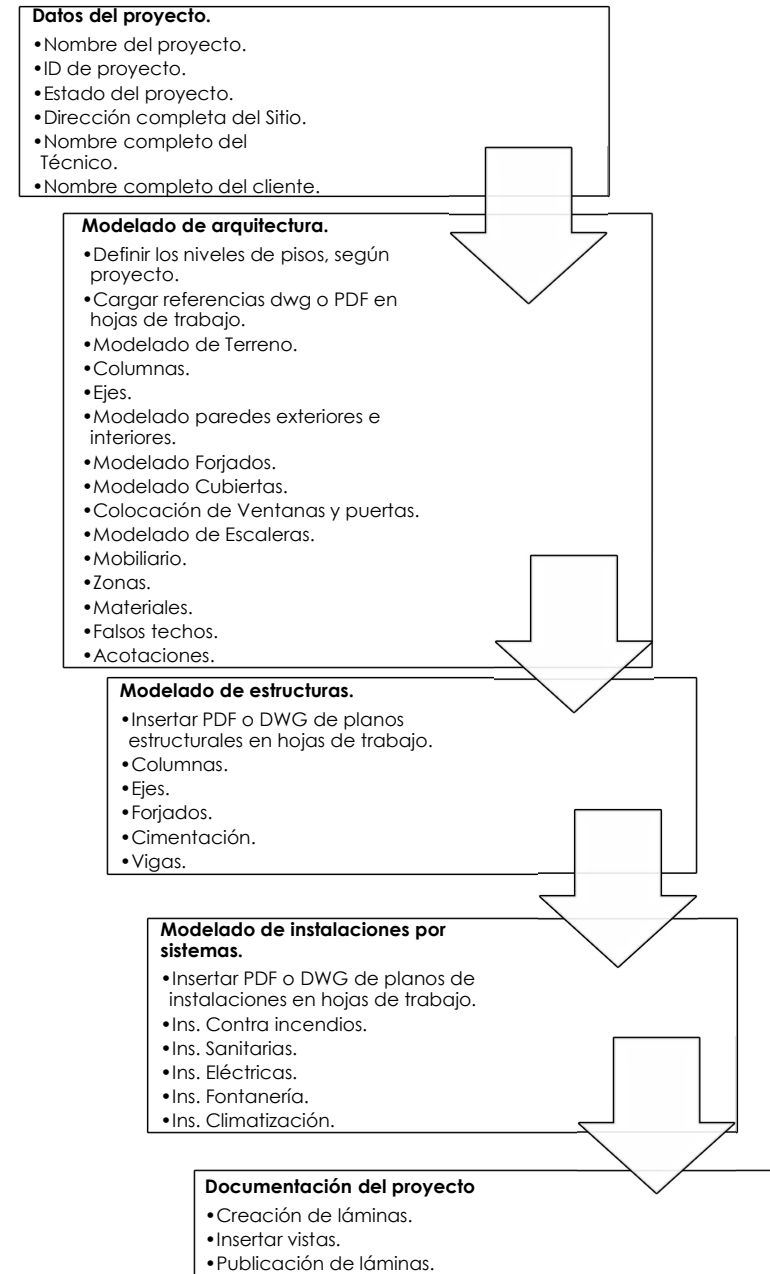


Ilustración 40. Procedimiento para creación de un proyecto en Archicad.

Elaboración: Del autor.

3.2.4. PRESUPUESTO DE OBRA.

Para esta fase del proyecto se implementa el uso de la herramienta Presto, es un software que permite estimar el coste de la obra mediante la creación de un presupuesto. Es posible controlar el desglose de mediciones de cualquier capítulo de obra, evitando el uso incontrolado de hojas de cálculo. (RIB Spain, s.f.)

Una de las ventajas es la facilidad de seguimiento y visualización de las mediciones, ya que el método de estimación de costes en P.V.C. ARQUITECTOS era manual.

Las mediciones de obra serán las obtenidas de las tablas de planificación creadas a partir del modelo, permitiendo que el Modelo BIM integre la información necesaria para la estimación de coste del proyecto. Facilitando su actualización en caso de existir modificaciones. (Beteta Marco & Val Fiel, 2014).

En la (ilustración 41) se aprecia el método de trabajo con ésta herramienta. Se comenzará por la creación de capítulos con numeración consecutiva. En la (ilustración 42) se observa que, al ingresar en un capítulo, se dispone de información de partidas de obra con sus precios, un espacio para un texto descriptivo y las mediciones a detalle.

| Código | Nc | Info | Ud | Resumen |
|--------|-----|------|----|--|
| | | | | Presupuesto para el proyecto Clínica de Hemodial |
| 1 | A01 | r | ud | TRABAJOS PRELIMINARES |
| 2 | A02 | r | ud | ESTRUCTURA |
| 3 | A03 | r | ud | PAREDES |
| 4 | A04 | r | ud | REVESTIMIENTO DE PISOS |
| 5 | A05 | r | ud | REVESTIMIENTO DE PAREDES |
| 6 | A06 | r | ud | CIELO RASO |
| 7 | A07 | r | ud | EQUIPAMIENTO PARA BAÑOS |
| 8 | A08 | r | ud | PUERTAS Y VENTANAS |
| 9 | A09 | r | ud | VARIOS |
| 10 | A10 | r | ud | INSTALACIONES ELÉCTRICAS |
| 11 | A11 | r | ud | SISTEMA HIDROSANITARIO Y CONTRAINCENDIOS |

Ilustración 41. Creación de capítulos de obra. Elaboración: Del autor.

| Código | Nc | Info | Ud | Resumen | CanPres |
|--------|----------|------|----|---|---------|
| 02.00 | | | | CIMENTACIÓN | 1,00 |
| 1 | 02.00.01 | r | m3 | Hormigón 240 kg/cm2 para zapatas | 94,81 |
| 2 | 02.00.02 | r | m3 | Hormigón 240 kg/cm2 para cabezotes de pilotos | 3,15 |
| 3 | 02.00.03 | r | m3 | Hormigón 240 kg/cm2 para cadena de cimentación de 30x40cm | 23,01 |
| 4 | 02.00.04 | r | m3 | Hormigón 180 kg/cm2 de replantillo | 11,35 |
| 5 | 02.00.05 | r | m3 | Hormigón 240 kg/cm2 Muro de contención eje A | 24,48 |
| 6 | 02.00.06 | r | M | Drenaje subterráneo | 34,00 |
| 7 | 02.00.07 | r | ud | Cimiento de ascensor | 1,00 |
| 8 | 02.00.08 | r | m3 | Hormigón 240 kg/cm2 Losas para ascensor | 1,23 |
| 9 | 02.00.09 | r | m2 | Encofrados en cimentación | 150,30 |

| Fase | Comentario | N | Longitud | Anchura | Altura | Fórmula | Parcial | Subtotal | Id |
|------|-------------------------|----|----------|---------|--------|---------|---------|----------|----|
| 1 | Zapatas Aisladas | | | | | | 0 | 0 | |
| 2 | Tipo I | 4 | 2,60 | 2,60 | 0,60 | | 16,22 | 0 | |
| 3 | Tipo II | 7 | 2,40 | 2,40 | 0,60 | | 24,19 | 0 | |
| 4 | Tipo III | 14 | 2,00 | 2,00 | 0,60 | | 33,60 | 0 | |
| 5 | Tipo IV | 6 | 1,40 | 1,40 | 0,60 | | 7,06 | 0 | |
| 6 | Zapata corrida en eje A | | | | | | 0 | 0 | |
| 7 | Eje A | 1 | 34,36 | 1,00 | 0,40 | | 13,74 | 0 | |

Ilustración 42. Modelo de desglose de partida de obra. Elaboración: Del autor.

3.2.5. PLANIFICACIÓN DE OBRA.

La planificación de obra implica definir actividades, secuencias y estimar la duración que tendrán, para esto es necesario la elaboración de un cronograma. Dentro de la empresa este procedimiento se realizaba de manera hablada entre los miembros. Sin embargo, al momento de implementar la metodología BIM se plantea que el método adecuado es realizar un control de la gestión de tiempo. Se decide implementar el uso de Microsoft Project para desarrollar un diagrama de Gantt en cada obra, con el fin de monitorear el estado de las actividades y controlar el avance del proyecto. (Zamora Zamora, 2018)

La planificación de obra se completará con la creación de una simulación de la construcción del proyecto realizada en Archicad, que tomará como base la planificación de obra realizada en Project. La (ilustración 46) muestra un ejemplo plantilla de un cronograma desglosado por capítulos en el cual se enlazan las actividades según requiera el proyecto.

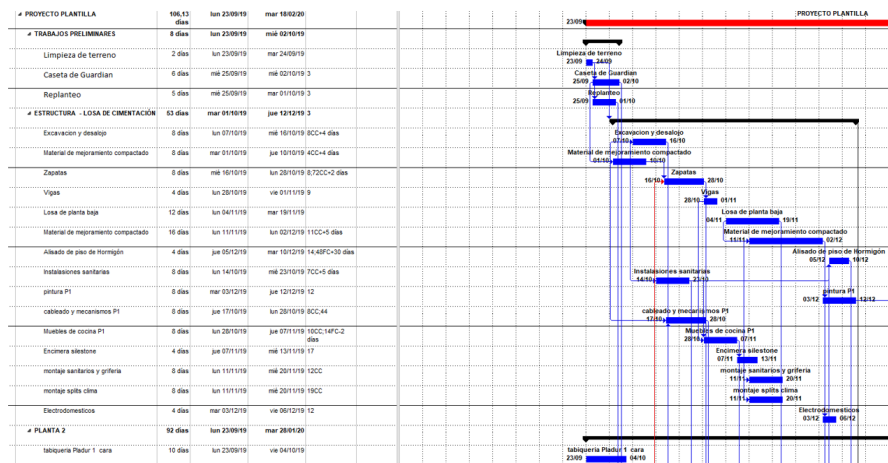


Ilustración 43. Ejemplo de plantilla de desglose de actividades en un proyecto.

Elaboración: Del autor.

3.3. DEFINICIÓN DEL PLAN DE EJECUCIÓN BIM PARA EL PROYECTO. (BEP)

“El BEP de un proyecto desarrollado en BIM es tan importante como el propio proyecto en sí. Es la garantía de que el trabajo va a ser coordinado, integrado y responderá a los requisitos del cliente” (Oliver Faubel, 2015, pág. 104).

¿Qué es el BEP?

Es un documento informativo que permite gestionar y coordinar el desarrollo de un proyecto BIM determinado, donde se definen estándares y procedimientos para ser utilizado como una guía de referencia. Facilitando la planificación, seguimiento y control de las tareas que deben realizar los miembros del equipo. (Mora Pueyo, 2015) Ayuda en la coordinación de un proyecto realizado por varias empresas.

La creación del BEP se realiza para establecer normas que consigan un trabajo coherente y que respondan las siguientes preguntas:

¿Quién? Equipo de proyecto, roles y responsabilidades y jerarquías.

¿Qué? Metas y objetivos, entregables.

¿Cuándo? Programa o planificación del trabajo en fases y modelos entregables.

¿Cómo? Herramientas, intercambio de información, infraestructura tecnológica y normativa. (Mora Pueyo, 2015)

Existen varias guías que indican cual es el contenido mínimo que deberá tener un BEP que ayudan a responder estas interrogantes, entre ellas está la *British Standard PASS-1192* de Reino Unido, *BIM Essential Guide* de Singapur, la *BIM Guidelines version 1.6* de University of Southern California de EE. UU., entre otras.

Para crear el BEP de P.V.C. ARQUITECTOS se toma como referencia la publicación de (Cos-Gayón López, y otros) que utiliza como base de partida la *BIM Guidelines version 1.6 de University of Southern California*. Además, se utiliza de ejemplo la estructura BEP impartida por Inmaculada Oliver Faubel en el Máster de Edificación en la asignatura de Taller BIM de la UPV, para la redacción del BEP se plantean los siguientes apartados (Oliver Faubel, 2018).

1. Información del proyecto.
2. Equipo de proyecto.
3. Organización departamental del equipo.
4. Objetivos del proyecto, alcance y usos BIM.
5. Roles BIM
6. Criterios LOD¹³, referido al nivel de detalle.
7. Plataformas, detalla las aplicaciones utilizadas para el desarrollo del proyecto.
8. Flujos, estándares y terminología.
9. Definición de entregas.

¹³ Del inglés Level of Development o nivel de detalle: "Valora la cantidad y calidad de la información contenida en un modelo BIM. Se decide valorar de que sirve la información contenida en el modelo en vez de la cantidad de información. Es decir, Debe haber cantidad y calidad suficiente de información en cada nivel del modelo para satisfacer el trabajo que se va a desarrollar con él" (Fuentes Giner, 2014, pág. 184)

Estos apartados serán desarrollados a estilo de formulario para cada proyecto que se realice en la empresa. Será rellenado en el capítulo 4 cuando se realice la redacción del BEP en el proyecto piloto. "Este será un BEP versátil, flexible en cuanto a los proyectos que pueda abarcar, aunque con los aspectos bien acotados" (Santamaría Gallardo & Hernández Guadalupe, 2017, pág. 155).

LOD

La siguiente ilustración se presenta para explicar cuál es el contenido que debe tener cada nivel de detalle que se utiliza en la aplicación de la metodología BIM y es tomado de (BIM Forum Chile, 2017, págs. 34-36), las imágenes para cada LOD pertenecen a la materia taller BIM de (Oliver Faubel, 2018).

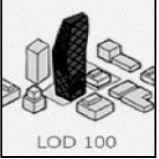
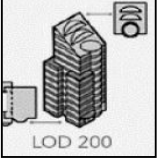



| | | | | |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
| <p>LOD 100</p> <ul style="list-style-type: none"> •El elemento de construcción modelado puede ser representado gráficamente en el modelo con un símbolo u otra representación gráfica. Estas representaciones no son geométricas, sino que muestran la existencia de un componente, pero no su forma, tamaño o ubicación precisa. Es una información aproximada. | <p>LOD 200</p> <ul style="list-style-type: none"> •El elemento modelado se representa gráficamente como un sistema genérico de objeto, tamaño, forma, ubicación y orientación aproximados. La información no gráfica también es aproximada al elemento modelado. Estas representaciones son geométricas respecto del volumen o espacio reservado para el elemento de construcción que representan. | <p>LOD 300</p> <ul style="list-style-type: none"> •El elemento modelado se representa gráficamente como un objeto o sistema específico en términos de cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación. La información no gráfica, también se corresponde con la información gráfica. Las cantidades, dimensiones, formas, ubicación y orientación según lo diseñado se pueden obtener directamente a partir del elemento sin hacer referencia a información no gráfica. | <p>LOD 400</p> <ul style="list-style-type: none"> •El elemento modelado se representa gráficamente en el modelo como un objeto o sistema específico en términos de dimensiones, forma, ubicación, cantidades y con información en detalle de fabricación, montaje e instalación. La información no gráfica también se encuentra dentro del elemento modelado. Estas representaciones se modelan con la precisión y detalle suficiente para su fabricación e instalación. | <p>LOD 500</p> <ul style="list-style-type: none"> •El elemento modelado es una representación fiel del elemento de construcción ya ejecutado en obra, con su tamaño, forma, ubicación y orientación real en el proyecto. La información no gráfica está incluida en el objeto, así como sus vínculos con otros elementos. Estas representaciones se realizan una vez construido el proyecto y son las adecuadas para el mantenimiento y el funcionamiento del elemento en el inmueble. |

Ilustración 44. Niveles de detalle LOD. Fuente: BIM Forum Chile, 2017, págs. 34-36.

Elaboración: Del autor.

Usos BIM

Se plantea un cuadro tomando como referencia a Enrique Basañez que relaciona los usos BIM que puede tener el proyecto en sus diferentes etapas y quién sería el responsable de ejecutarlo. (Basañez, s/f)

| ETAPAS Y RESPONSABLES | NÚMERO | USOS BIM | MODELOS BIM | |
|--|--------|---------------------------------------|--|------------------------------|
| PLANIFICACIÓN CLIENTE ó ESTUDIO DE ARQUITECTURA / INGENIERÍA | 1 | MODELO TERRENO EXISTENTE | MODELO PROYECTO ANTEPROYECTO | |
| | 2 | MEDICIONES Y PRESUPUESTOS | | |
| | 3 | PLANIFICACIÓN DE FASES | | |
| | 4 | DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS | | |
| | 5 | ANÁLISIS DE UBICACIÓN | | |
| DISEÑO ESTUDIO ARQUITECTURA / INGENIERÍA | 6 | REVISIÓN DEL DISEÑO | MODELO PROYECTO BÁSICO | |
| | 7 | MODELO DEL DISEÑO | | |
| | 8 | ANÁLISIS ESTRUCTURAL | | |
| | 9 | ANÁLISIS ENERGÉTICO | | |
| | 10 | ANÁLISIS ILUMINACIÓN | | |
| | | 11 | ANÁLISIS CALEFACCION, VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO | MODELO PROYECTO CONSTRUCTIVO |
| | | 12 | EVALUACION DOSTENIBILIDAD AMBIENTAL | |
| | | 13 | OTROS ANÁLISIS DE INGENIERÍA | |
| | | 14 | GENERACIÓN DE PLANOS COORDINACION | |
| | | 15 | INTERDISCIPLINAR 3D | |
| CONSTRUCCIÓN CONSTRUCTORA | 17 | PLANIFICACIÓN ÁREA DE OBRA | MODELO AS BUILT | |
| | 18 | DISEÑO CONJUNTOS CONSTRUCTIVOS | | |
| | 19 | FABRICACIÓN DIGITAL | | |
| | 20 | REPLANTEO DIGITAL | | |
| | 21 | CONTROL DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN | | |
| | 22 | MODELO AS BUILT | | |

Cuadro 3. Usos BIM. Elaboración: Del autor.

Plantilla para el plan de ejecución BIM (BEP)

Las siguientes ilustraciones muestran la plantilla que se elabora para realizar el BEP del proyecto y contendrá todos los puntos anteriormente mencionados.

| PLAN DE EJECUCIÓN BIM PARA PROYECTOS DE P.V.C. ARQUITECTOS. | | | | | |
|---|------------------------------|------------------------------------|---------------------|-------------------------------|----------|
| FECHA: | | | | PROYECTO: | |
| 1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO: | | | | | |
| Título: | | | Nº Expediente: | | |
| Descripción: | | | Ubicación: | | |
| | | | Cliente y teléfono: | | |
| FASES DEL PROYECTO | FECHA ESTIMADA INICIO | FECHA ESTIMADA FINALIZACIÓN | RESPONSABLES | | |
| Fase de Diseño | | | | | |
| Fase de aprobación | | | | | |
| Anteproyecto | | | | | |
| Proyecto | | | | | |
| Fase de Presupuesto | | | | | |
| Fase de Construcción | | | | | |
| 2. EQUIPO DEL PROYECTO: Se deberá especificar para cada agente participante: | | | | | |
| ROL | ORGANIZACIÓN | NOMBRE | ID | EMAIL | TELÉFONO |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 3. ORGANIZACIÓN DEPARTAMENTAL DEL EQUIPO: Se especificará los departamentos en los que se divida el proyecto y si corresponden a una empresa externa o si es un proceso interno realizado por P.V.C. ARQUITECTOS: | | | | | |
| DEPARTAMENTO | ORGANIZACIÓN | INTERNO/EXTERNO | EMAIL | TELÉFONO | |
| Gestión | | | | | |
| Arquitectura | | | | | |
| Estructura | | | | | |
| Instalaciones (MEP) | | | | | |
| Presupuesto | | | | | |
| Planificación de obra | | | | | |
| 4. OBJETIVOS DEL PROYECTO, ALCANCE Y USOS BIM: ¿Qué hay que hacer? ¿Hasta dónde hay que desarrollar el modelo? ¿Qué información se quiere extraer del modelo? | | | | | |
| FASE DEL PROYECTO | OBJETIVO | | | | |
| Fase de Diseño | | | | | |
| Fase de Aprobación | | | | | |
| Fase de Presupuesto | | | | | |
| Fase de Construcción | | | | | |
| USOS BIM | SI/NO | DESCRIPCIÓN / ALCANCE | | ORGANIZACIÓN ENCARGADA | |
| Trabajo colaborativo | | | | | |
| Validación de normativa | | | | | |
| Estimación de costes | | | | | |
| Modelado arquitectónico | | | | | |
| Modelado de entorno | | | | | |
| Modelado de estructura | | | | | |
| Modelado de instalaciones (MEP) | | | | | |
| Análisis energético | | | | | |
| Planificación de obra | | | | | |
| Control de calidad | | | | | |
| Documentación del proyecto | | | | | |
| Participación del cliente | | | | | |

Ilustración 45. BEP de P.V.C. ARQUITECTOS 1/3. Elaboración: Del autor.

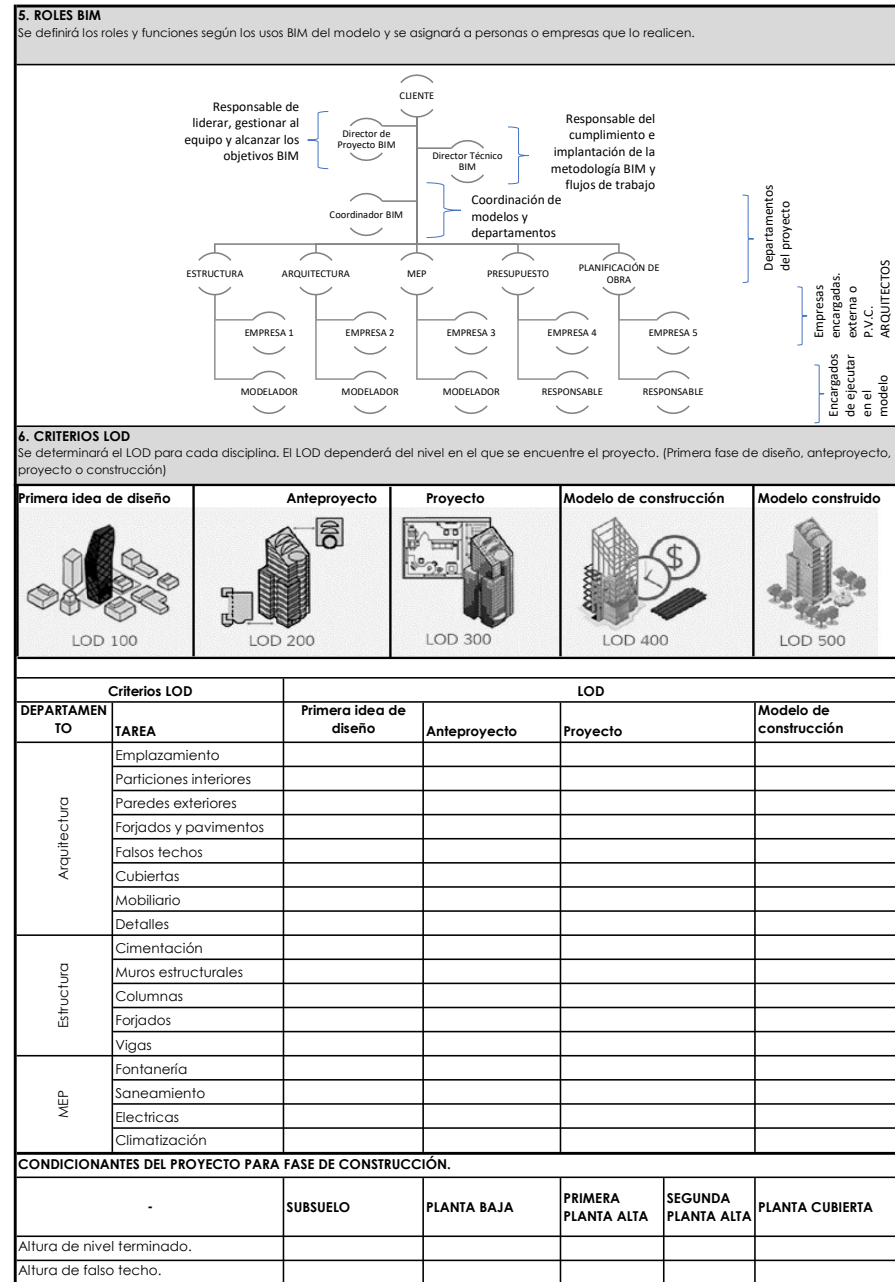


Ilustración 46. BEP de P.V.C. ARQUITECTOS 2/3. Elaboración: Del autor.

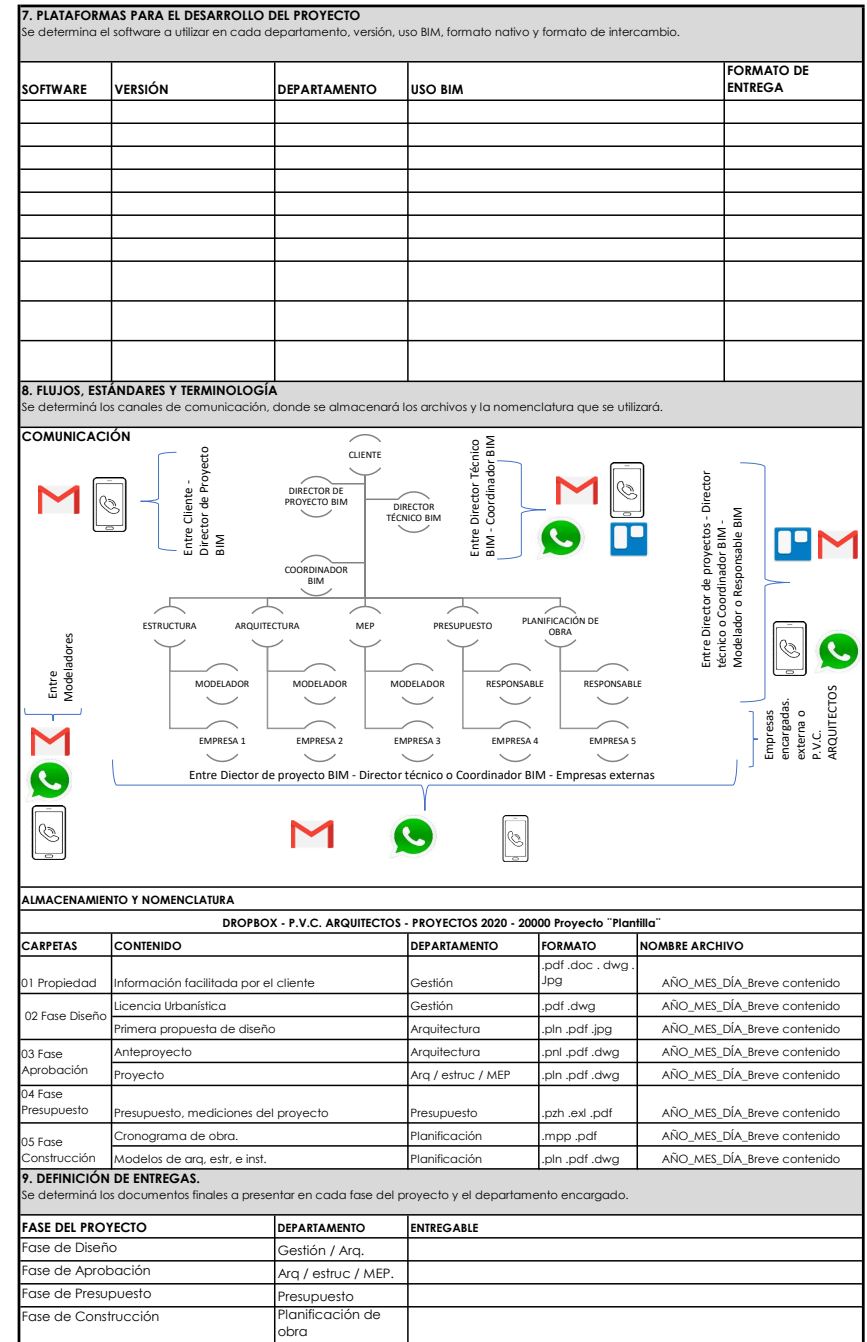


Ilustración 47. BEP de P.V.C. ARQUITECTOS 3/3. Elaboración: Del autor.

3.4. FLUJO DE TRABAJO AL INCORPORAR LA METODOLOGÍA BIM.

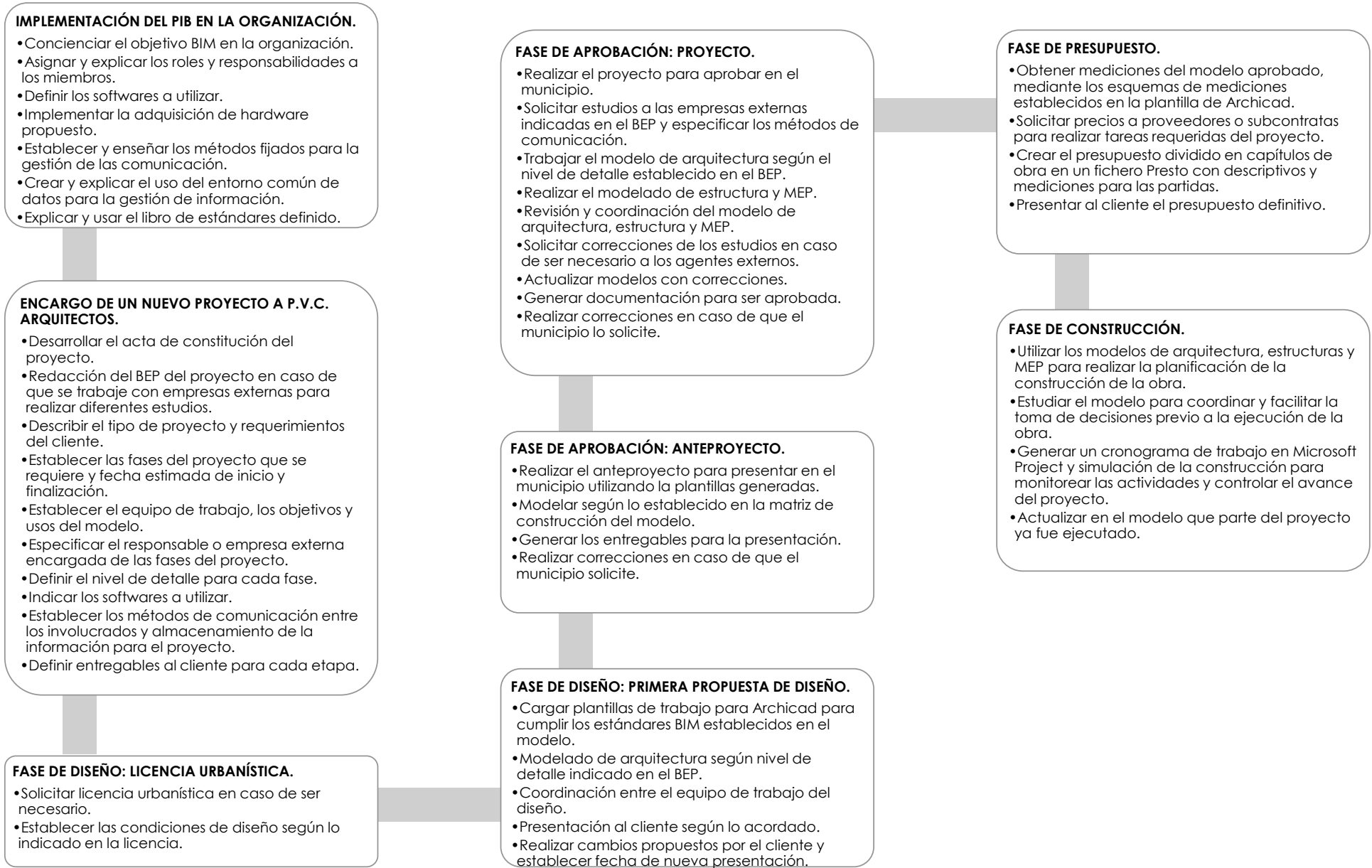


Ilustración 48. Flujo de trabajo para las fases de proyecto realizadas en P.V.C. ARQUITECTOS.

Elaboración: Del autor.

3.5. ESTIMACIÓN DE COSTE GENERAL.

Para tomar la decisión de ejecutar el PIB por parte de la empresa es necesario que, además de presentar la propuesta que incluye herramientas, personas, procedimientos y flujos de trabajo, se considere una estimación del coste que está implica. De forma general se determina un listado conformado por capítulos que responde a los apartados analizados al realizar la propuesta de implementación. No se considera los salarios de los miembros del despacho, sino que se deja un valor para el caso de necesitar de formación adicional. Los precios se toman como referencia de páginas web correspondientes a las partidas.

| ESTIMACIÓN ECONÓMICA DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN BIM DE LA ORGANIZACIÓN | | |
|--|---|------------|
| 1 | Formación | Precio |
| | Formador BIM | € 3.000,00 |
| 2 | Software | |
| | Archicad / licencia anual | € 1.990,00 |
| | Presto / licencia indefinida | € 508,00 |
| | Microsoft Project / licencia indefinida | € 1.500,00 |
| | Bim Vision | € - |
| 3 | Hardware | |
| | 4 Monitores PC 60,5 cm (23,8") Philips 243V7QDSB/00 Full HD IPS, Flicker Free | € 359,96 |
| 4 | Gestión de comunicaciones | |
| | Correo electrónico corporativo gmail / plan anual | € 122,00 |
| | Trello / plan anual | € 120,00 |
| 5 | Gestión de la información | |
| | Dropbox / plan anual | € 580,80 |

Cuadro 4. Estimación inicial de coste del PIB. Elaboración: Del autor.

3.6. CONTROL DE CALIDAD.

El Aseguramiento de Calidad de BIM es el resultado de un esfuerzo conjunto entre los diseñadores y el cliente, cuyo propósito es mejorar la calidad de las soluciones de diseño, la capacidad de dar respuesta a las necesidades de los clientes y los estimados de tiempos de ejecución y costos; de facilitar la etapa de construcción, de reducir el número de modificaciones al diseño requeridas durante la etapa de ejecución, y de garantizar como resultado final, la existencia de un edificio funcional y de gran calidad.

(BuildingSMART Spanish Chapter, 2014, pág. 1)

Se plantea dos estrategias para comprobar la calidad de la implementación en la empresa. La primera mediante un cuadro que responderá el equipo de trabajo para verificar si se cumplió con los objetivos establecidos al desarrollar un proyecto.

| Interrogante | SI / NO | ¿POR QUÉ? |
|---|---------|-----------|
| ¿Se mejoró la comprensión del proyecto por parte del equipo? | | |
| ¿Es práctico el uso del entorno común de datos? | | |
| ¿Modelar cada especialidad (arquitectura, estructuras, instalaciones) permite reducir conflictos? | | |
| ¿Ayudó en la programación de obra? | | |
| ¿Facilitó el uso del modelo en la obtención de mediciones para el presupuesto? | | |
| ¿La calidad de la documentación del proyecto es la esperada? | | |

Cuadro 5. Control de calidad para revisar el cumplimiento de objetivos. Elaboración: Del autor.

La segunda mediante un listado de comprobación de los modelos y entregables para cada fase del proyecto de forma que cumplan la calidad esperada y las normativas para la aprobación por parte de la municipalidad. Se utiliza como referencia la comprobación de la Guía de Usuarios BIM del capítulo 6 Aseguramiento de la Calidad y el checklist de Zaragoza y Morea,

que se adapta para el uso de la empresa (BuildingSMART Spanish Chapter, 2014) (Zaragoza Angulo & Morea Núñez, 2015). Está listado de comprobación será un documento vivo que irá aumentando según la experiencia en futuros proyectos.

| CHECKLIST PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE PROYECTOS EN P.V.C. ARQUITECTOS. | |
|---|--|
| Fecha: | |
| Autor: | |
| Proyecto: | |
| Versión: | |
| Archivos. | |
| El archivo está en la versión correcta. | |
| Nombre del archivo correctamente definido. | |
| Almacenado en la carpeta correspondiente. | |
| Modelo. | |
| Está definido el origen del modelo. | |
| Los elementos están modelados en las capas correspondientes. | |
| Los elementos de construcción se han modelado con las herramientas adecuadas. | |
| No hay elementos duplicados o solapados. | |
| Los niveles del modelo están correctamente establecidos. | |
| El modelo coincide con las mediciones del presupuesto. | |
| Los espacios están correctamente nombrados con la herramienta zona. | |
| La altura libre de las plantas corresponde con lo requerido. | |
| Existe colisiones entre elementos de arquitectura y estructura. | |
| Existe Colisiones entre elementos de arquitectura e instalaciones. | |
| Existe Coliciones entre elementos de estructura e instalaciones. | |
| Los pasillos tienen el ancho permitido por la normativa. | |
| Las escaleras están acotadas y correctamente enumeradas. | |
| En las elevaciones se cuenta con el perfil original del terreno. | |
| Los materiales utilizados para modelar el proyecto son los adecuados. | |
| Cajetín cuenta con la información correspondiente. | |
| Alzados y secciones correctamente acotadas. | |
| Cotas y niveles en planta. | |
| Especificado pendientes de rampas. | |
| Indicado ventilación e iluminación mecánica en baños sin luz natural. | |
| Especificado áreas verdes y estacionamientos. | |
| Especificado área de terreno, construida y útil. | |
| Ejes definidos y acotados. | |
| Se cumple dimensiones mínimas de estacionamientos. | |
| Se cumple con dimensiones mínimas de baños para personas con movilidad reducida. | |
| Se cumple con dimensiones mínimas de baños. | |
| Se cumple con dimensiones mínimas de salón. | |
| Se cumple con dimensiones mínimas de cocina. | |
| Se cumple con dimensiones mínimas de comedor. | |
| Se cumple con dimensiones mínimas dormitorios y armarios. | |
| Se cuenta con cuadro de áreas. | |
| Se cuenta con cuadro de especificaciones técnica. | |
| Está especificado el norte del proyecto | |
| En caso de ser una vivienda pequeña está definida planta de cimentación. | |
| En caso de ser una vivienda pequeña está definida planta de instalaciones eléctricas. | |
| En caso de ser una vivienda pequeña está definida planta de instalaciones sanitaria y aguas lluvias. Detalle de pozo séptico. | |

| Fase de diseño: Solicitud de licencia urbanística. | |
|---|--|
| Veredas. | |
| Postes de luz. | |
| Acequias. | |
| Desniveles y curvas de nivel. | |
| Líneas de alta tensión. | |
| Canales de agua potable y de riego. | |
| Muros de piedra (en San Joaquín). | |
| Croquis de ubicación, con calles y sector de referencia. (no foto) | |
| Coordenadas en sistema WGS84. | |
| Carta de pago del predio urbano o rústico del año. | |
| En caso que el predio haya registrado cambio de propietario, presentar el Certificado de Avalúos con los datos actualizados. | |
| Copia de escrituras. | |
| Se indica linderos del predio. | |
| Copia de cedula del propietario del predio. | |
| Copia del Certificado de Votación del propietario del predio. | |
| CD con levantamiento topográfico en formato DXF, en escala 1:1. | |
| Si en el predio existe una vivienda antigua, solicitar Certificado de la Dirección de Áreas Históricas y Patrimoniales (4º Piso Municipio Centro frente Parque Calderón) en el que se certifique que la vivienda está o no dentro del Inventario del Patrimonio. | |
| El área del predio que consta en escrituras y en la realidad debe tener un margen del 6% de variación, así como el área registrada en la Dirección de Avalúos, Catastros y Estadísticas. | |
| Si se trata de Condominio, deberá presentarse el levantamiento de todo el lote, señalando la unidad habitacional que se solicita y la carta de pago de esta unidad. Además se acompañará, si es posible los planos y el reglamento del condominio o la fecha de aprobación por parte del I. Concejo Cantonal o Control Municipal. | |
| Clave catastral. | |
| Parroquia. | |
| Cantón. | |
| Sector. | |
| Escala. | |
| Altitud. | |
| Área. | |
| Documentación para fase de aprobación: Anteproyecto o Proyecto. | |
| Certificado de licencia urbanística vigente. | |
| Escrituras debidamente inscritas. | |
| 2 Copias de la propuesta con firma original del profesional, en formato INEN a escala 1:50 o 1:75 dependiendo de la magnitud del proyecto, en físico, dos copias del plano aprobado para el caso de actualización y el plano anterior aprobado para el caso de reformas. | |
| Carta de pago del predio del año en curso. | |
| Estudios requeridos en fase de anteproyecto. | |

Ilustración 49. Listado de comprobación para el control de calidad. Elaboración: Del autor.



04 PROYECTO PILOTO.

4. PROYECTO PILOTO.

El proyecto a realizar como piloto será un encargo activo de la empresa, se trata de una clínica de diálisis que va a iniciar la etapa de construcción. Tiene una superficie de 1300 metros cuadrados distribuidos en dos plantas. Se ha seleccionado debido a que sus fases de diseño, aprobación y presupuesto ya están definidas. Para que la fase de modelado no tenga inconvenientes con cambios del proyecto. Para esto se cuenta con los planos, estructurales, sanitarios, fontanería, eléctricos y contra incendios aprobados en formato PDF. Los arquitectónicos en formato DWG y PDF.

Para una correcta ejecución se irán cumpliendo los pasos detallados en el capítulo anterior. Primero se creará lo referente a la implementación BIM de la organización, seguido de la redacción del BEP indicando las empresas que han realizado los diferentes estudios, terminando con la aplicación de los estándares para el modelado del edificio.

4.1. SEGUIMIENTO DE TAREAS EN TRELLO.



Ilustración 50. Tablero para el proyecto piloto. Elaboración: Del autor.



Ilustración 51. Litras de tareas en Trello. Elaboración: Del autor.

4.2. CREACIÓN DE CARPETA PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN EN DROPBOX.

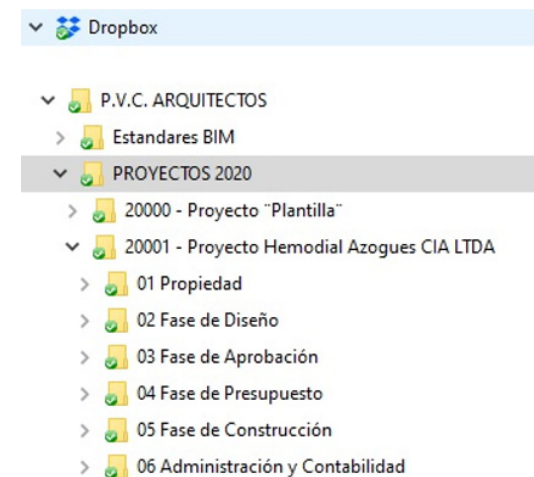


Ilustración 52. Carpeta de proyecto piloto creada en Dropbox. Elaboración: Del autor.

4.3. REDACCIÓN DEL BEP PARA EL PROYECTO.

Éste caso es particular, ya que todos los modelos serán realizados por el autor, quien figurará como Director técnico BIM y como modelador de cada una de las partes.

| PLAN DE EJECUCIÓN BIM PARA PROYECTOS DE P.V.C. ARQUITECTOS. | | | | | |
|---|---|------------------------------|---|--|----------------|
| FECHA: | 12 enero del 2020 | PROYECTO: | Hemodial Azogues | | |
| 1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO: | | | | | |
| Título: | Clinica de diálisis. | Nº Expediente: | 20-001 | | |
| Descripción: | Construcción de un centro médico especializado en el tratamiento renal. Contempla implementar una sala de diálisis, consultorios médicos, psicológicos, áreas de recuperación, zonas aséptica y de esterilización y áreas de implantación de equipos necesarios para el normal y efectivo funcionamiento de las instalaciones., contará además con parqueaderos para pacientes, salas de espera y adicionalmente un ascensor. | Ubicación: | Av. Homero Castanier, sector Zhirincay, parroquia Azogues, Cantón Azogues, Provincia del Cañar. | | |
| | | | Cliente y teléfono: | XXXXXXXXXXXXXX | |
| FASES DEL PROYECTO | | FECHA ESTIMADA INICIO | FECHA ESTIMADA FINALIZACIÓN | RESPONSABLES | |
| Fase de Diseño | Aprobada | Aprobada | P.V.C. ARQUITECTOS | | |
| Fase de aprobación | Aprobada | Aprobada | P.V.C. ARQUITECTOS | | |
| Anteproyecto | Aprobada | Aprobada | P.V.C. ARQUITECTOS | | |
| Proyecto | Aprobada | Aprobada | P.V.C. ARQUITECTOS | | |
| Fase de Presupuesto | Aprobada | Aprobada | P.V.C. ARQUITECTOS | | |
| Fase de Construcción | Enero | Diciembre | P.V.C. ARQUITECTOS | | |
| 2. EQUIPO DEL PROYECTO: | | | | | |
| Se deberá especificar para cada agente participante: | | | | | |
| ROL | ORGANIZACIÓN | NOMBRE | ID | EMAIL | TELÉFONO |
| Director Técnico BIM | P.V.C. ARQUITECTOS | Paúl Vélez Martínez | PVM | paulvelezm@pvcarquitectos.com | +593 999510481 |
| Modelador arquitectura | P.V.C. ARQUITECTOS | Paúl Vélez Martínez | PVM | paulvelezm@pvcarquitectos.com | +593 999510481 |
| Modelador estructuras | P.V.C. ARQUITECTOS | Paúl Vélez Martínez | PVM | paulvelezm@pvcarquitectos.com | +593 999510481 |
| Modelador Instalaciones MEP | P.V.C. ARQUITECTOS | Paúl Vélez Martínez | PVM | paulvelezm@pvcarquitectos.com | +593 999510481 |
| 3. ORGANIZACIÓN DEPARTAMENTAL DEL EQUIPO: | | | | | |
| Se especificará los departamentos en los que se divida el proyecto y si corresponden a una empresa externa o si es un proceso interno realizado por P.V.C. ARQUITECTOS: | | | | | |
| DEPARTAMENTO | ORGANIZACIÓN | INTERNO/EXTERNO | EMAIL | TELÉFONO | |
| Gestión | P.V.C. ARQUITECTOS | INTERNO | paulvelezm@pvcarquitectos.com | +593 999510481 | |
| Arquitectura | P.V.C. ARQUITECTOS | INTERNO | paulvelezm@pvcarquitectos.com | +593 999510481 | |
| Estructura | Ing. Antonio Rodríguez C. | EXTERNO | alfroster@gmail.com | | |
| Instalaciones contra incendios, eléctricas. | Ing. Rafael Cabrera Vásquez | EXTERNO | rafaelcava@yahoo.es | | |
| Ins. Fontanería, sanitarias, pluviales, bomberos. | Ing. Martín Urgilez Gonzalez | EXTERNO | martinurgilezgonzalez@hotmail.com | +593 984726385 | |
| Presupuesto | P.V.C. ARQUITECTOS | INTERNO | paulvelezm@pvcarquitectos.com | +593 999510481 | |
| Planificación de obra | P.V.C. ARQUITECTOS | INTERNO | paulvelezm@pvcarquitectos.com | +593 999510481 | |

| 3. ORGANIZACIÓN DEPARTAMENTAL DEL EQUIPO: | | | | |
|---|--|--|--|------------------------|
| Se especificará los departamentos en los que se divida el proyecto y si corresponden a una empresa externa o si es un proceso interno realizado por P.V.C. ARQUITECTOS: | | | | |
| DEPARTAMENTO | ORGANIZACIÓN | INTERNO/EXTERNO | EMAIL | TELÉFONO |
| Gestión | P.V.C. ARQUITECTOS | INTERNO | paulvelezm@pvcarquitectos.com | +593 999510481 |
| Arquitectura | P.V.C. ARQUITECTOS | INTERNO | paulvelezm@pvcarquitectos.com | +593 999510481 |
| Estructura | Ing. Antonio Rodríguez C. | EXTERNO | alfroster@gmail.com | |
| Instalaciones contra incendios, eléctricas. | Ing. Rafael Cabrera Vásquez | EXTERNO | rafaelcava@yahoo.es | |
| Ins. Fontanería, sanitarias, pluviales, bomberos. | Ing. Martín Urgilez Gonzalez | EXTERNO | martinurgilezgonzalez@hotmail.com | +593 984726385 |
| Presupuesto | P.V.C. ARQUITECTOS | INTERNO | paulvelezm@pvcarquitectos.com | +593 999510481 |
| Planificación de obra | P.V.C. ARQUITECTOS | INTERNO | paulvelezm@pvcarquitectos.com | +593 999510481 |
| 4. OBJETIVOS DEL PROYECTO, ALCANCE Y USOS BIM: | | | | |
| ¿Qué hay que hacer? ¿Hasta dónde hay que desarrollar el modelo? ¿Qué información se quiere extraer del modelo? | | | | |
| FASE DEL PROYECTO | OBJETIVO | | | |
| Fase de Diseño | Diseñar una clínica de diálisis que satisfaga las necesidades establecidas por Hemodial Azogues. | | | |
| Fase de Aprobación | Aprobar el anteproyecto y proyecto en el municipio de Azogues. Generar el modelo 3D de arquitectura, estructura e instalaciones. | | | |
| Fase de Presupuesto | Elaborar un presupuesto para la estimación de coste de la obra, usando como base los modelos generados en la fase de aprobación. | | | |
| Fase de Construcción | Utilizar los modelos de arquitectura, estructura e instalaciones para la coordinación, planificación y control y avance de obra. | | | |
| USOS BIM | SI/NO | DESCRIPCIÓN / ALCANCE | | ORGANIZACIÓN ENCARGADA |
| Trabajo colaborativo | SI | Creación del entorno común de datos para trabajar el proyecto. | | P.V.C. ARQUITECTOS |
| Validación de normativa | SI | Verificar si el diseño arquitectónico, estructural y MEP cumplen las normas de construcción. | | P.V.C. ARQUITECTOS |
| Estimación de costes | SI | Obtener mediciones del modelo 3D para poder actualizarlas en caso de modificaciones. | | P.V.C. ARQUITECTOS |
| Modelado arquitectónico | SI | Modelado 3D del proyecto de arquitectura. | | P.V.C. ARQUITECTOS |
| Modelado de entorno | NO | | | |
| Modelado de estructura | SI | Se generó el modelo 3D de estructuras partiendo de la documentación entregada por el Ing. Antonio Rodríguez C. | | P.V.C. ARQUITECTOS |
| Modelado de instalaciones (MEP) | SI | Se generó el modelo 3D de estructuras partiendo de la documentación entregada por el Ing. Rafael Cabrera Vásquez | | P.V.C. ARQUITECTOS |
| Análisis energético | NO | | | |
| Planificación de obra | SI | Generación de cronograma y simulación de construcción partiendo del modelo de arquitectura. | | P.V.C. ARQUITECTOS |
| Control de calidad | SI | Se realizará el control de ejecución de los modelos para evitar errores y minimizar los riesgos de coordinación. | | P.V.C. ARQUITECTOS |
| Documentación del proyecto | SI | Se generará los entregables de la obra en planta y visualizaciones en 3D. | | P.V.C. ARQUITECTOS |
| Participación del cliente | NO | | | |
| 5. ROLES BIM | | | | |
| Se definirá los roles y funciones según los usos BIM del modelo y se asignará a personas o empresas que lo realicen. | | | | |
| | | | | |

| 6. CRITERIOS LOD | | | | | | |
|--|------------------------|------------------------|--|---------------------|------------------------|-----------------|
| Se determinará el LOD para cada disciplina. El LOD dependerá del nivel en el que se encuentre el proyecto. (Primera fase de diseño, anteproyecto, proyecto o construcción) | | | | | | |
| Primera idea de diseño | Anteproyecto | Proyecto | Modelo de construcción | Modelo construido | | |
| | | | | | | |
| LOD 100 | LOD 200 | LOD 300 | LOD 400 | LOD 500 | | |
| Criterios LOD | | LOD | | | | |
| DEPARTAMENTO | TAREA | Primera idea de diseño | Anteproyecto | Proyecto | Modelo de construcción | |
| Arquitectura | Emplazamiento | - | - | - | - | |
| | Particiones interiores | - | - | 300 | - | |
| | Paredes exteriores | - | - | 300 | - | |
| | Fojados y pavimentos | - | - | 300 | - | |
| | Falsos techos | - | - | 300 | - | |
| | Cubiertas | - | - | 300 | - | |
| | Mobiliario | - | - | 300 | - | |
| | Detalles | - | - | - | - | |
| | Estructura | Cimentación | - | 200 | - | - |
| Muros estructurales | | - | 200 | - | - | |
| Columnas | | - | 200 | - | - | |
| Fojados | | - | 200 | - | - | |
| Vigas | | - | 200 | - | - | |
| MEP | Fontanería | - | 200 | - | - | |
| | Saneamiento | - | 200 | - | - | |
| | Eléctricas | - | 200 | - | - | |
| Climatización | - | 200 | - | - | | |
| CONDICIONANTES DEL PROYECTO PARA FASE DE CONSTRUCCIÓN. | | | | | | |
| | | SUBSUELO | PLANTA BAJA | PRIMERA PLANTA ALTA | SEGUNDA PLANTA ALTA | PLANTA CUBIERTA |
| Altura de nivel terminado. | - | | 3,85 | 3,20 | - | - |
| Altura de falso techo. | - | | 3,00 | 2,50 | - | - |
| 7. PLATAFORMAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO | | | | | | |
| Se determina el software a utilizar en cada departamento, versión, uso BIM, formato nativo y formato de intercambio. | | | | | | |
| SOFTWARE | VERSIÓN | DEPARTAMENTO | USO BIM | FORMATO DE ENTREGA | | |
| Archicad | 21 Español | Arquitectura | Modelo 3d de proyecto de arquitectura | .pln .pdf .dwg | | |
| | | Estructura | Modelo 3d de proyecto de estructura | .pln .pdf .ifc .dwg | | |
| | | Instalaciones | Modelo 3d de proyecto de instalaciones | .pln .pdf .ifc .dwg | | |
| | | Presupuesto | Mediciones de partidas | .exls | | |
| | | Planificación | Simulación de proceso constructivo | .pln .mp4 | | |
| Presto | 8,75 | Presupuesto | Elaboración presupuesto | .pzh .exl .pdf | | |
| Microsoft Project | 16 | Planificación | Cronograma | .mpp .pdf | | |
| Lumion | 8 | Arquitectura | Visualización del modelo 3d para presentación del proyecto | .l8s .mp4 .jpg | | |
| Photoshop | CC 2018 | Arquitectura | Retaques de las infografías para aumentar la calidad | .psd .jpg | | |

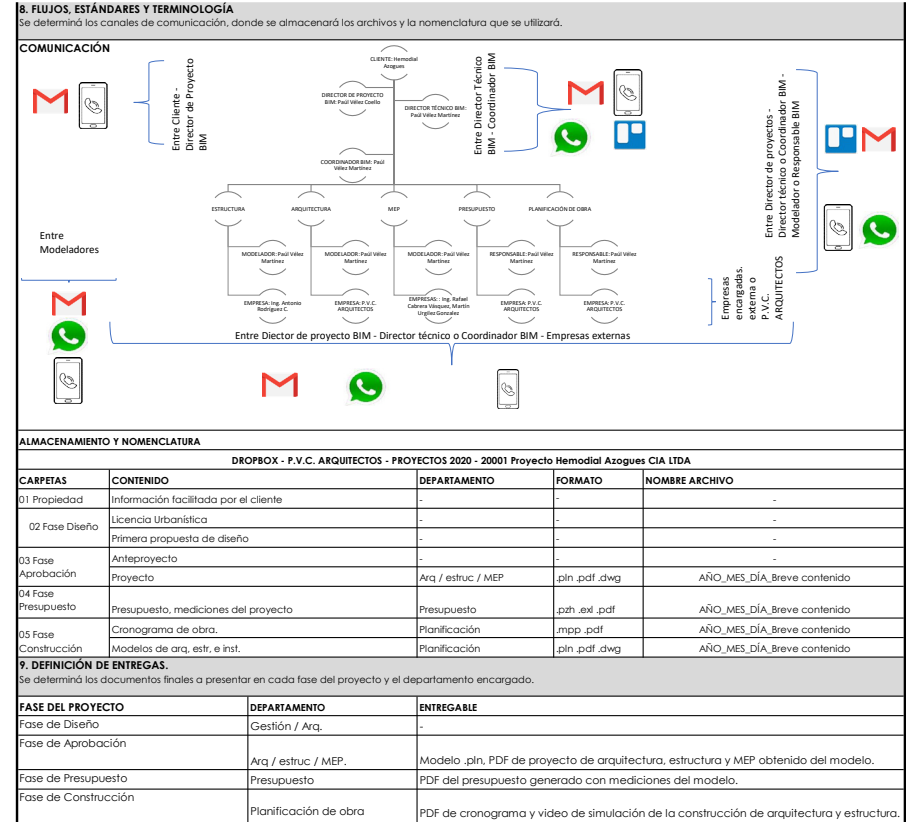


Ilustración 53. BEP para Hemodial Azogues. Elaboración: Del autor.

4.4. MODELADO.

Al iniciar el modelado en Archicad se carga la plantilla base de P.V.C. ARQUITECTOS y se crea un nuevo proyecto.

Información del proyecto.

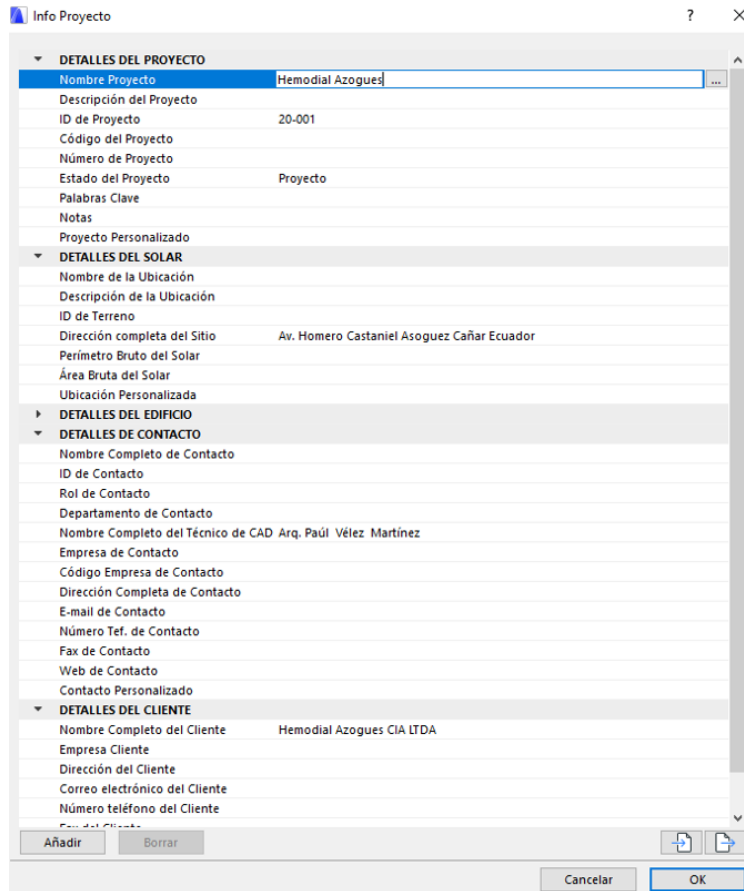


Ilustración 54. Información del proyecto. Elaboración: Del autor.

Definir los niveles de piso del proyecto, según los planos del proyecto de arquitectura.

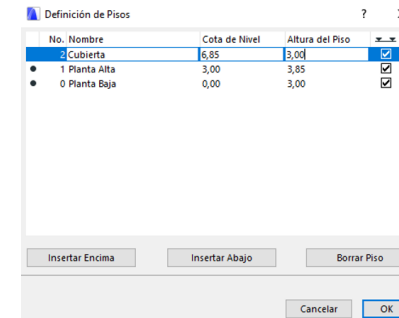


Ilustración 55. Definición de niveles de piso del proyecto. Elaboración: Del Autor.

A. Modelo de arquitectura.

Introducir las plantas del proyecto arquitectónico aprobado en hojas de trabajo, especificando nombre y tipo de fichero que se dispone. Se introduce primero la planta baja con la herramienta de dibujo y en otra hoja de trabajo la planta alta.



Ilustración 56. Creación de hojas de trabajo con planta baja y alta de los planos DWG del proyecto. Elaboración: Del autor.

- Se verifica que la escala este correcta, caso contrario se procede a ajustar.
- Para comenzar a modelar se prende la opción de referencia, tomando como base la hoja de trabajo de planta baja.
- Es necesario limpiar el archivo DWG para importar solo lo que se necesita modelar.
- Se empieza a modelar paredes exteriores, columnas y ejes. Cada elemento se modela en su capa correspondiente según lo establecido en la plantilla.
- Seguido se modela los forjados y paredes interiores y se repite lo mismo para la planta alta y de cubierta, esto se realiza según el plano de arquitectura aprobado.

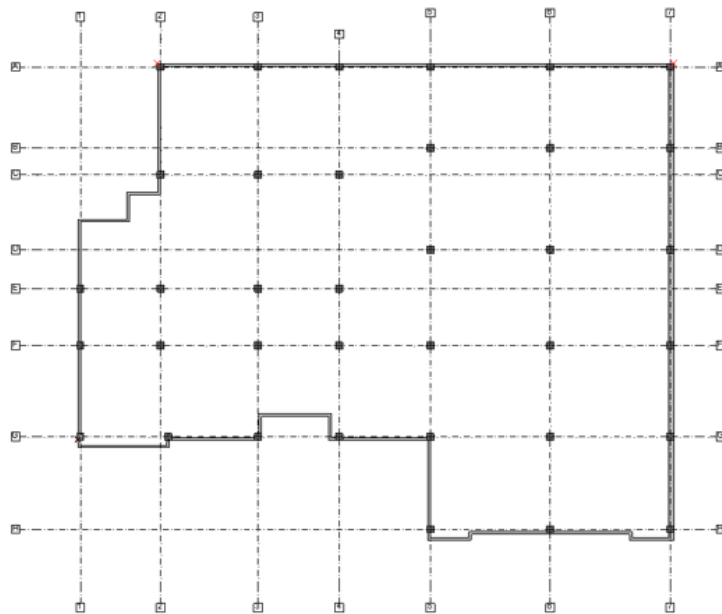


Ilustración 57. Inicio de modelado paredes exteriores, columnas y ejes. Elaboración: Del autor.

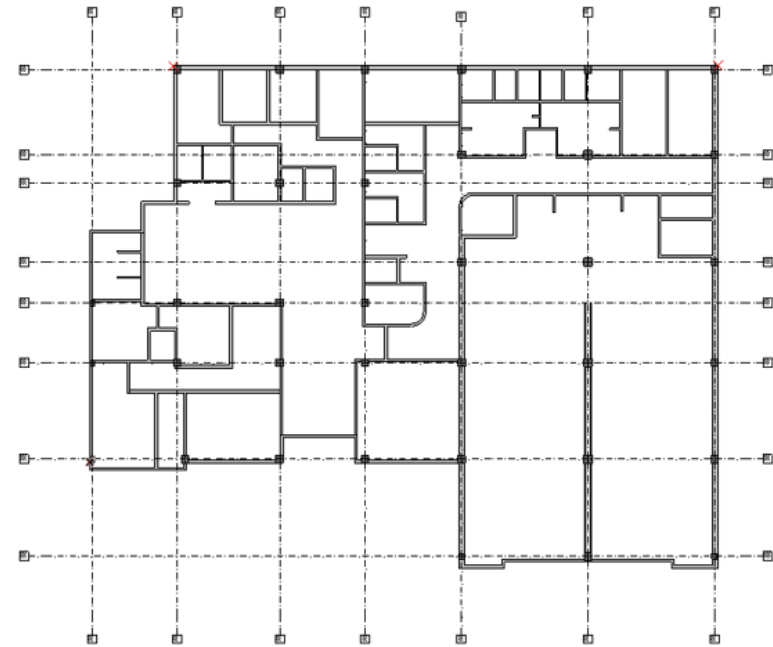


Ilustración 58. Vista planta baja paredes interiores. Elaboración: Del autor.

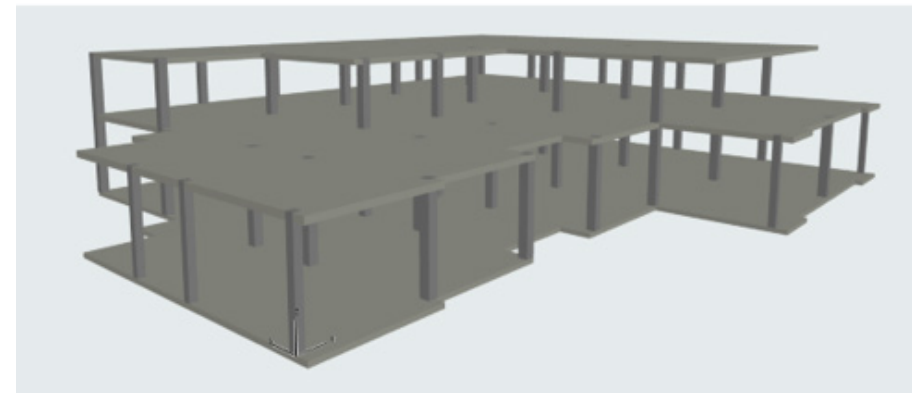


Ilustración 59. Vista 3D de columnas y forjados según plano arquitectónico. Elaboración: Del autor

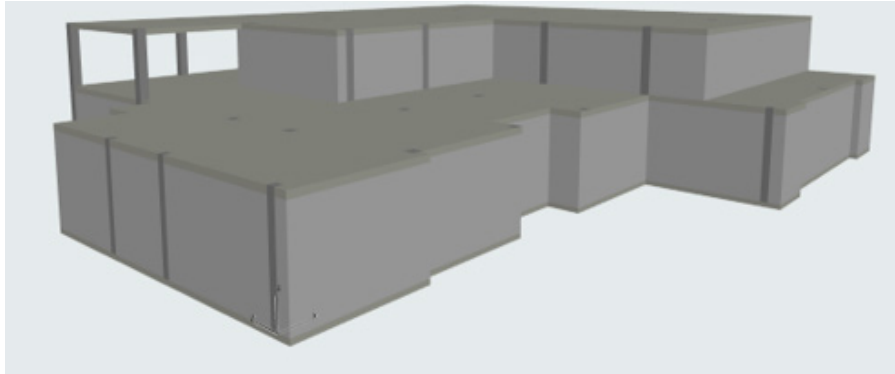


Ilustración 60. Vista 3D de paredes exteriores, columnas y forjados. Elaboración: Del autor.

- Con la referencia activada se procede a colocar puertas y ventanas, y se introduce en una hoja de trabajo los alzados, para conocer alturas y antepechos de ventanas.



Ilustración 61. Referencia activada para ubicar puertas y ventanas. Elaboración: Del autor.

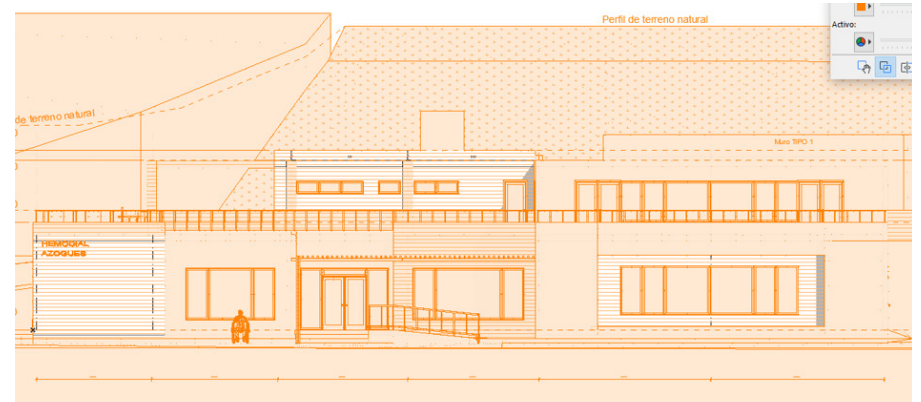


Ilustración 62. Referencia de alzado frontal de la clínica insertado en formato .dwg del proyecto aprobado en color naranja. Elaboración: Del autor.



Ilustración 63. Vista 3D del modelo con puertas y ventanas. Elaboración: Del autor.

- Se continua con el modelado de la escalera, mobiliario interior, y mobiliario fijo (inodoros, lavamanos, armarios empotrados), en planta baja y planta alta.

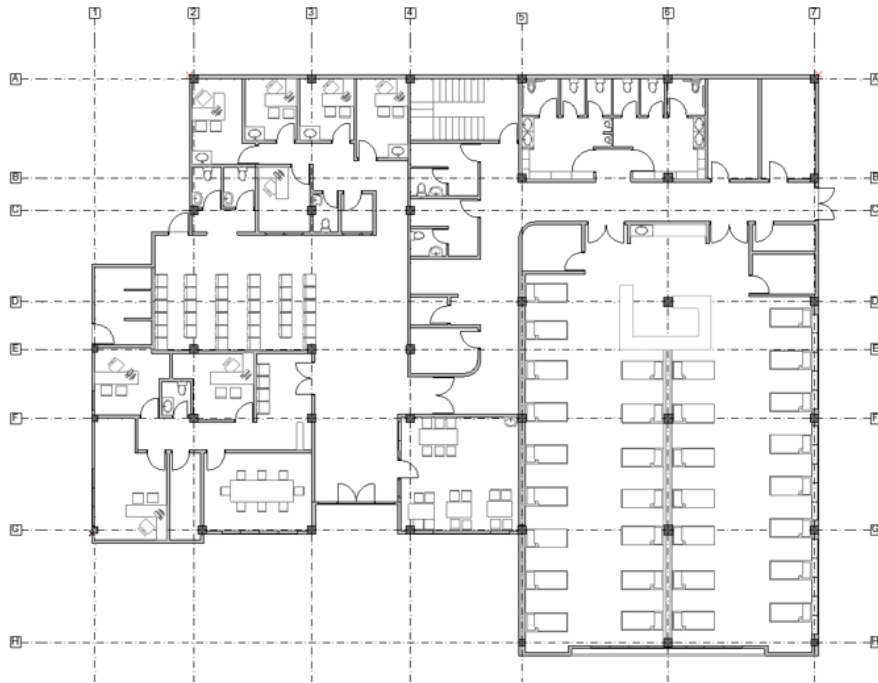


Ilustración 64. Planta baja con mobiliario y escalera. Elaboración: Del autor.

- Se procede a colocar zonas para identificar los espacios interiores.

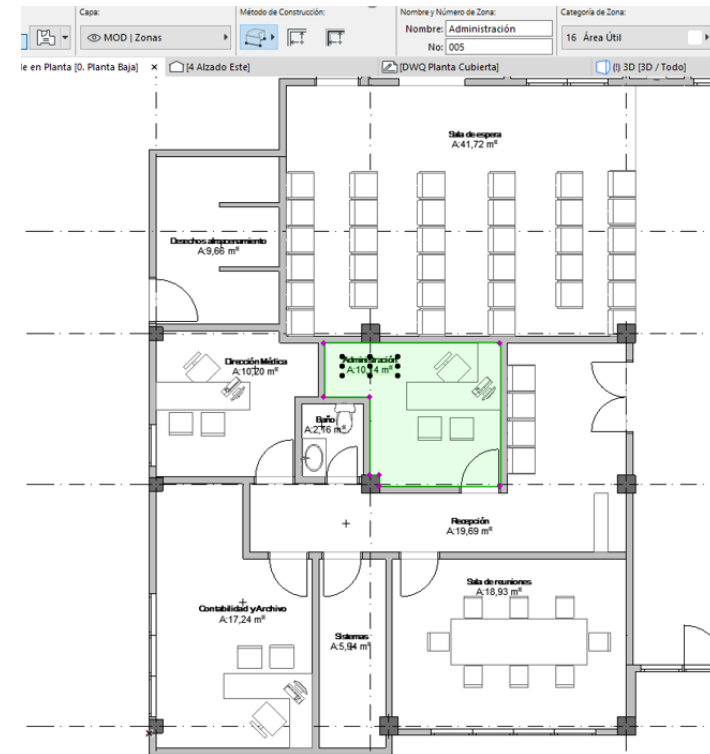


Ilustración 65. Colocación de zonas identificando los espacios y área útil. Elaboración: Del autor.

B. Modelado de estructuras.

Una vez resuelto el modelo de arquitectura geoméricamente, se inserta los planos estructurales facilitados por el agente externo, para modelarlos e identificar si existen inconvenientes.

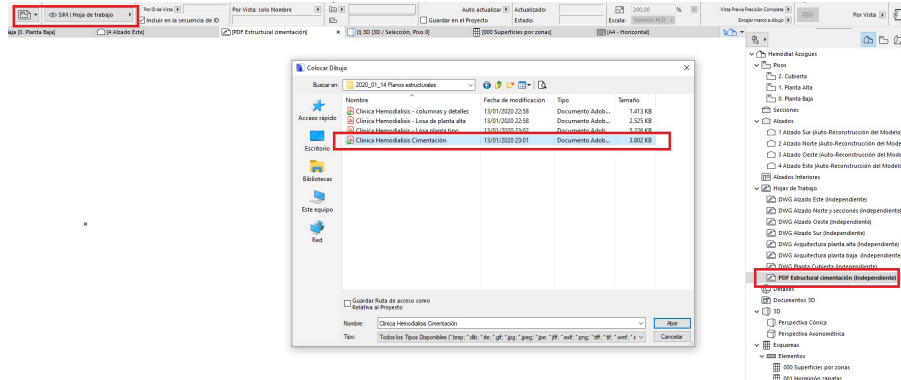


Ilustración 66. Colocación de pdf de cimentación en una hoja de trabajo con la herramienta dibujo. Elaboración: Del autor.

- Con la referencia activada de la planta de cimentación, se empieza a modelar las vigas y zapatas según el estudio estructural, se repite esta acción para todos los niveles.

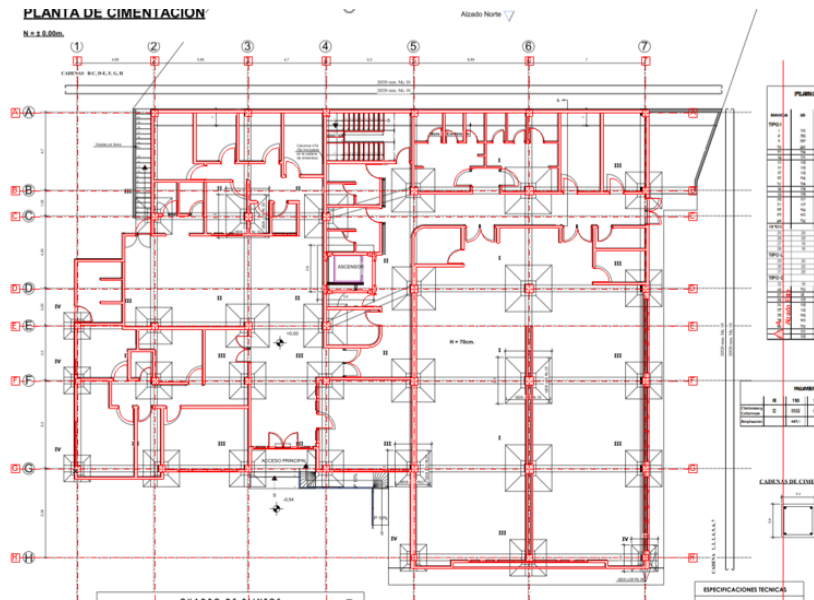


Ilustración 67. Referencia activada planta de cimentación. Elaboración: Del autor.



Ilustración 68. Modelo de estructuras. Elaboración: Del autor.

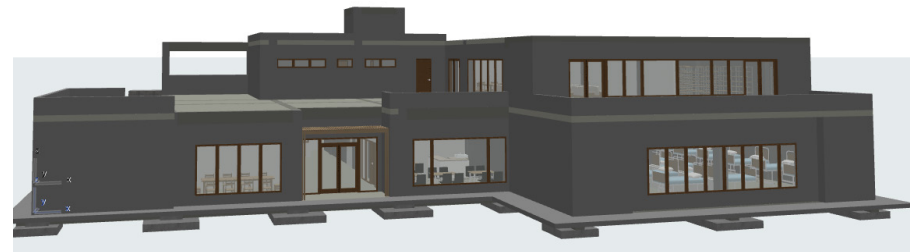


Ilustración 69. Modelo de arquitectura. Elaboración: Del autor.

- Una vez obtenido el modelo de arquitectura y de estructuras, así como sus plantas de manera genérica. Se empieza a definir el tipo de material de las paredes interiores, exteriores y los falsos techos para cada habitación según la altura libre definida en el BEP.



Ilustración 70. Plantas arquitectónicas con materiales diferentes en paredes.
Elaboración: Del autor.



Ilustración 71. Sección tridimensional, identificación de falsos techos.
Elaboración: Del autor.

C. Modelo de instalaciones.

Como primer paso se crea una hoja de trabajo para introducir el PDF o DWG con las instalaciones. Se debe verificar la escala, seguido de eso se empieza a modelar según el sistema MEP y capa creados en la plantilla de Archicad. Si el proyecto amerita se puede crear un nuevo sistema y hojas de trabajo tantas como se requiera.

Modelo de instalaciones contra incendios.

Se modela red de detectores de humo, alarmas contra incendio y red de agua para uso de bomberos.



Ilustración 72. Modelo de instalaciones contra incendios. Elaboración: Del autor.

Modelo de instalaciones fontanería.

Se modela las instalaciones de agua fría y agua caliente.

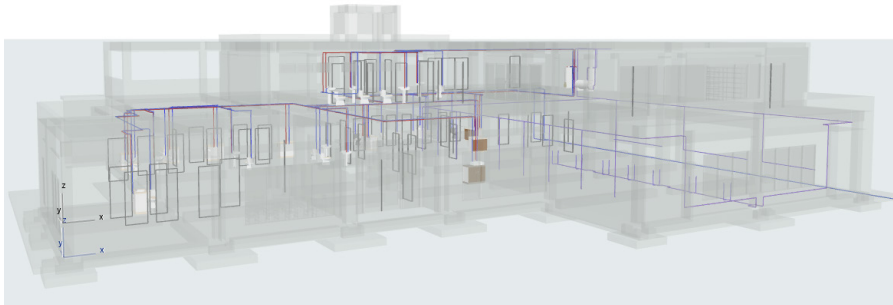


Ilustración 73. Modelo de instalaciones de agua fría y caliente. Elaboración: Del autor.

Modelo de instalaciones sanitarias.

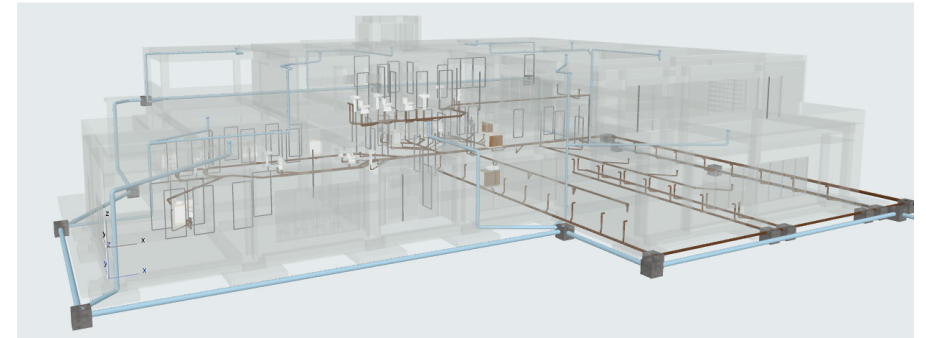


Ilustración 74. Modelo de instalaciones de aguas lluvias y sanitarias. Elaboración: Del autor.

Se divide en red de agua lluvia y red de instalaciones sanitarias.

Modelo de instalaciones eléctricas.

Se modela las instalaciones para iluminación de la planta baja y alta.

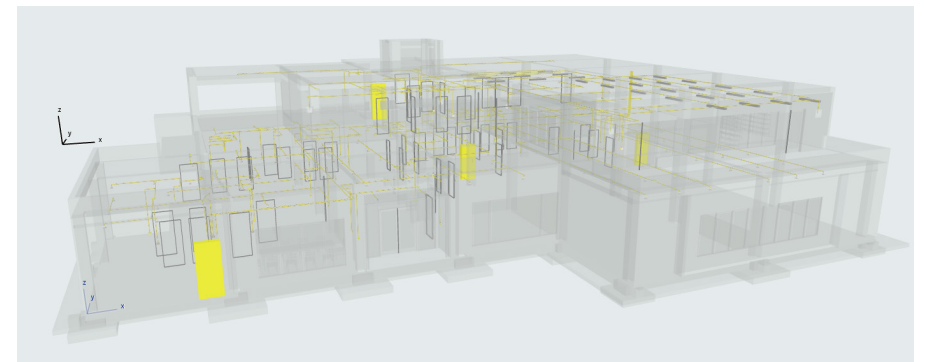


Ilustración 75. Modelo de instalaciones eléctricas. Elaboración: Del autor.

Modelo combinado de instalaciones.

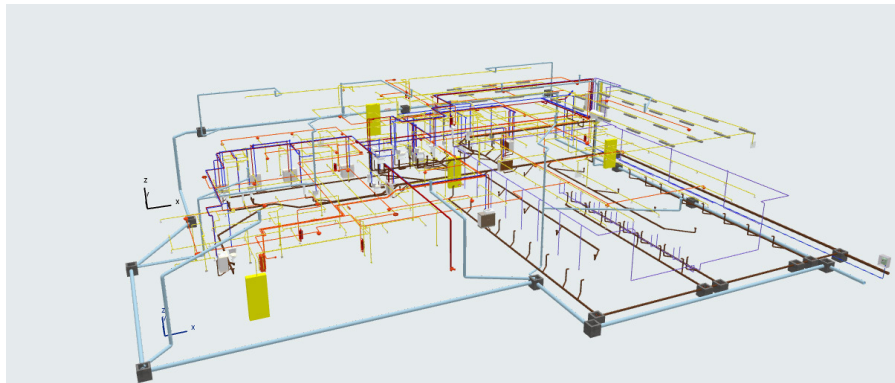


Ilustración 76. Modelado de instalaciones del proyecto. Elaboración: Del autor.

Detección de interferencias.

Una vez realizado el modelo se procede a revisar si se han producido interferencias entre los diferentes sistemas. Se utiliza la herramienta detección de colisiones que dispone Archicad, de forma que se identifique y se tome medidas correctoras en caso de ser necesario.

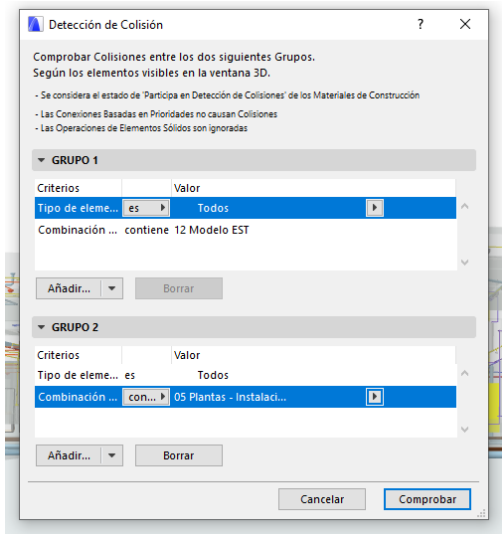


Ilustración 77. Detección de colisión modelo de estructuras e instalaciones eléctricas. Elaboración: Del autor.

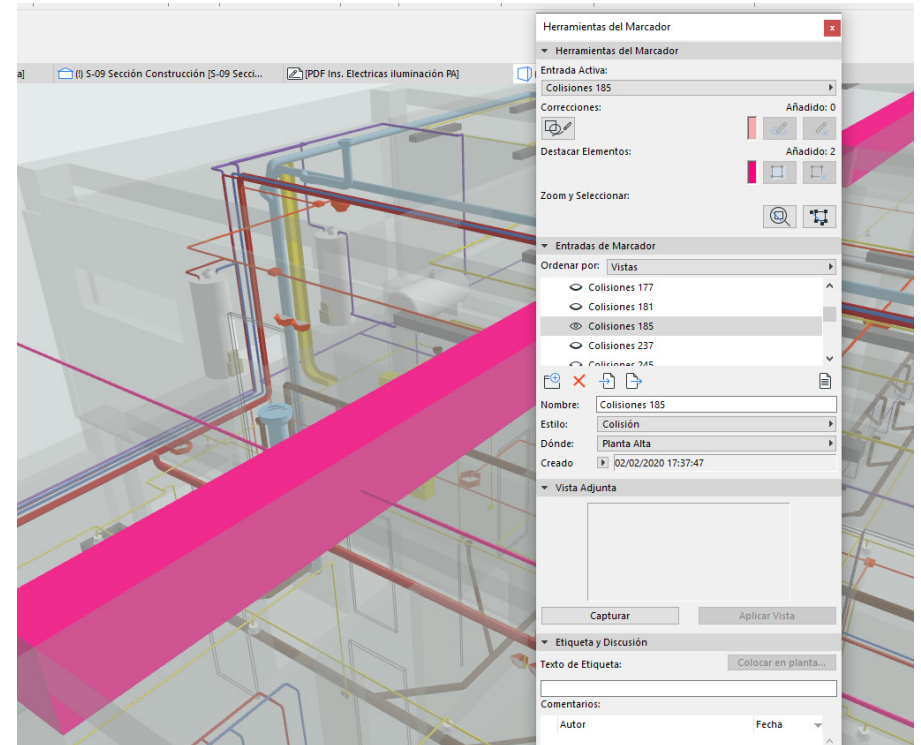


Ilustración 78. Colisión encontrada entre viga y tubería eléctrica. Elaboración: Del autor.

4.5. OBSERVACIONES.

Elaborar el proyecto piloto claramente es un primer acercamiento de lo que será trabajar con esta metodología en la empresa. Si bien es cierto que la ejecución ha sido realizada solo por el autor de esta investigación, no cabe duda de que se ha evidenciado los aciertos y desaciertos en el planteamiento de la implementación.

Se puede resaltar varias ventajas al desarrollar el proyecto piloto:

- El uso de un gestor de tareas para asignación y control de actividades, a pesar de que solo se utilizó para indicar el proceso de creación ya que no hubo mas implicados en la ejecución.
- Disponer de un entorno común de datos ordenado para identificar donde se debe almacenar la información, aumentará la organización y disminuirá los tiempos de búsqueda de documentos.
- La redacción del BEP en el proyecto piloto se toma como un acto para ejemplificar como se llenará y que contendrá en caso de trabajar con otras empresas. Disponer de este mecanismo de control, será algo que permita a la empresa de ahora en adelante establecer las reglas de juego, ya que, permite controlar y registrar quienes serán los involucrados. Así como definir los medios de comunicación, niveles de desarrollo, formatos, programas, entregables y nomenclatura para el desarrollo de un proyecto.
- Uno de los puntos que más se deberá controlar es el modelado, que dependerá fundamentalmente de un manejo adecuado del libro de estándares. Éste permitirá optimizar el trabajo y tiempos de modelado para cualquiera de las disciplinas que se requiera (arquitectura, estructura o instalaciones).
- El recibir información de los estudios en PDF o CAD de agentes externos no es lo más efectivo, ya que, requiere de varias horas adicionales de trabajo para generar estos modelos. Sin embargo, esto permite que la empresa elabore un prototipo del edificio que será responsable de construir, teniendo una mayor comprensión para la ejecución en obra.

Claramente se evidencian las ventajas de la implementación BIM en el desarrollo de un proyecto piloto y lo provechoso que será en proyectos

futuros. No obstante, es necesario mencionar ciertos puntos que pueden generar algún problema y podrán salir a la luz cuando se trabaje con todos los miembros de la empresa.

- Se deberá tener un cuidado especial en el sistema de nomenclatura de los ficheros y documentos que se almacene en el entorno común de datos creado en Dropbox. Lo que puede parecer una solución, se puede convertir en un caos al disponer de varias carpetas para cada fase de proyecto.
- No caer en excesos al momento de modelar, siempre apegarse a los usos BIM que se definan previô a la ejecución.
- Usar conscientemente la herramienta para la gestión de tareas para poder asignar y conocer los responsables de las actividades.
- No limitarse a la plantilla creada para el desarrollo del modelo en Archicad, cada proyecto es diferente permitiendo que está se pueda modificar siempre bajo consenso del equipo.



Ilustración 79. Visualización tridimensional de la sala de diálisis. Elaboración: Del autor.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES:

El plan de implementación es el resultado de esta investigación, el cual está totalmente vinculado a un diagnóstico detallado de la empresa. Este paso es fundamental al momento de definir las medidas a considerar en la aplicación del plan. Son varios los puntos que se tomaron en cuenta y que serán la nueva forma de trabajar dentro de la organización: la asignación de funciones, responsabilidades, el uso de diferentes softwares, canales de comunicación y gestión de la información. Seguido de estándares para realizar modelos BIM que aumentarán la productividad y comprensión de los proyectos dentro del despacho. Evidentemente se debe definir cuáles serán los usos BIM para los modelos, ya que, no todos los proyectos son iguales y esto determinará el alcance.

En el trabajo se observó diferentes falencias que la empresa tenía en sus flujos de trabajo, que se propone mejorar al implementar BIM en las diferentes fases de proyecto. Es aquí, que se decidió incorporar herramientas que mejoren la comunicación, el orden de la información, la elaboración de presupuestos, y la planificación de obra.

En la ejecución del PIB queda evidenciado que no se trata solo del uso de un software de modelado tridimensional, sino que es la combinación de varios componentes que generan la metodología BIM. Y que vienen acompañados de mecanismos que permitan el control de calidad y verificar la utilidad de la implementación, de forma que con el tiempo se pueda realizar ajustes para corregir y mejorar. Como se observó en la ejecución del proyecto piloto, desde ahora la empresa tomará la responsabilidad de modelar todas las partes del proyecto partiendo de la información de los diferentes agentes externos. Esto no quiere decir que siempre será así. Al empezar a trabajar proyectos en BIM, en un futuro se plantea la posibilidad de buscar colaboradores externos que hablen el mismo lenguaje.

Lo que propone a fondo el plan de implementación es el conjunto de procesos y buenas prácticas que generen el trabajo colaborativo. Mediante la mejora de la comunicación, un entorno común de datos y estándares que permitan el crecimiento de la industria de la construcción de una forma organizada.

Como futuras líneas de investigación se plantea:

- Intentar reducir los problemas existente por la falta de interoperabilidad entre los distintos softwares BIM.
- Una guía para el control de calidad de la implementación BIM tomando como casos de estudio diferentes planes, para identificar que se repite y que medidas se puede ajustar previo a la ejecución.
- La vinculación del modelo BIM en el proceso de construcción para una correcta gestión de obra.
- Analizar cómo responde el sector de la construcción relacionado con la empresa en la ciudad de Cuenca al desarrollar una nueva metodología de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA E ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y CUADROS.

BIBLIOGRAFÍA.

AERC UK BIM Protocol. (Enero de 2016). AEC (UK) BIM Technology Protocol for GRAPHISOFT ARCHICAD Template Checklist. Reino Unido. Recuperado el 08 de Enero de 2020, de <https://aecuk.files.wordpress.com/2016/01/aecukbimtechnologyprotocolforarchicad-templatechecklist-v2-0.pdf>

Agustí Brugarolas, S. (22 de Septiembre de 2016). Implementación de Metodología BIM en el Project Management. Barcelona, España.

Alfaro Gonzáles, J., Valverde Cantero, D., Cañizares Montón, J., & Martínez Carpintero, J. Á. (s.f.). Aprendizaje en formato plano. Otros métodos de implantación BIM en educación universitaria. Congreso Internacional BIM 8ª Encuentro de Usuarios BIM 2019. Just do BIM. (págs. 15-26). Valencia: Universitat Politècnica de València.

Andy K. D. Wong, F. K. (2010). Attributes of Building Information. AEDM ARCHITECTURAL ENGINEERING AND DESIGN MANAGEMENT, 6, 288-302.

Aratecna. (18 de Febrero de 2019). Aratecna. Recuperado el 13 de Diciembre de 2019, de Incrementar la productividad en la oficina.: <http://www.aratecna.es/ventajas-equipos-informaticos-2-monitores/>

Banks, J. (09 de Diciembre de 2015). Shoegnome Architects. Recuperado el 12 de Diciembre de 2019, de <http://www.shoegnome.com/2015/12/09/bim-still-bankrupting-firm/>

Barco Moreno, D. (2018). Guía para Implementar y Gestionar Proyectos BIM.

Basañez, E. (s/f). Especialista3D. Recuperado el 30 de Enero de 2020, de <https://especialista3d.com/problemas-con-los-usos-del-bim/>

Beteta Marco, M., & Val Fiel, M. (2014). Segundo Congreso Nacional BIM, Encuentro de Usuarios BIM EUBIM., (págs. 301-312). Valencia.

BIM Forum Chile. (Abril de 2017). GUÍA INICIAL PARA IMPLEMENTAR BIM EN LAS ORGANIZACIONES. 1ra edición. (C. Área Comunicaciones, Ed.) Santiago de Chile.

Bouzas Cavada, M. (01 de Abril de 2017). Building Smart Spain. Recuperado el 28 de 10 de 2019, de <https://www.buildingsmart.es/2017/04/01/qu%C3%A9-es-un-cde/>

BuildingSMART Spanish Chapter. (07 de Octubre de 2014). Guía de Usuarios BIM. Aseguramiento de la Calidad. 6. España. Recuperado el 01 de 02 de 2020, de <https://www.buildingsmart.es/recursos/gu%C3%ADas-ubim/>

Cajade Sánchez, D., & Del Solar Serrano, P. (2018). Integration of the BIM execution plan with the guide to the project management body of knowledge (PMBOK®) of PMI (Project Management Institute). Building & Management, 24-32. Recuperado el 21 de 10 de 2019, de <http://dx.doi.org/10.20868/bma.2018.3.3839>

Cerdán, A., Muñoz, S., & Oliver, I. (15 de Enero de 2020). BIM para la arquitectura técnica. Valencia, Valencia, España.

Colegio Nacional de Arquitectos del Ecuador. (27 de Enero de 1997). Reglamento General a la Ley del Ejercicio Profesional de la Arquitectura. Ecuador.

Coloma Picó, E., Armengol Aragonès, M., Ayats Perez, C., Miquel Becker, S., Molas Beykirch, I., & Puig Soler, P. (s.f.). El impacto del factor humano en los proyectos realizados en BIM. Congreso Internacional BIM 7º Encuentro de Usuarios BIM 2018. Feel the BIM., (págs. 162-170). Valencia.

Cos-Gayón López, F., Cerdón Llácer, J., Sfeir, L., De la Rosa Morel, E., Linares Jaquez, Y., Rojas Quispe, C., & Colomer Chulvi, A. (s.f.). Trabajo colaborativo con Dropbox. Caso edificio ETSIE 1C UPV. Congreso Internacional BIM 7º Encuentro de Usuarios BIM 2018. Feel the BIM. (págs. 87-95). Valencia: Universitat Politècnica de València. Recuperado el 20 de Diciembre de 2019

EDITECA. (22 de Febrero de 2018). El BIM en Latinoamérica [Actualizado]. Recuperado el 18 de 10 de 2019, de EDITECA: <https://editeca.com/bim-en-latinoamerica/>

es.BIM. (Mayo de 2017a). Informe de análisis del impacto de la implantación BIM en la pequeña y mediana empresa. Recuperado el 28 de Octubre de 2019, de <http://bim.tecniberia.es/wp-content/uploads/2016/11/GT1->

Estrategia-SG1.6-PYMES.pdf

es.BIM. (Mayo de 2017b). Definición de Roles en procesos BIM. España. Recuperado el 29 de Enero de 2020, de <http://bim.tecniberia.es/wp-content/uploads/2016/11/GT2-Personas-SG2.3-Roles.pdf>

Fuentes Giner, B. (2014). Impacto de BIM en el proceso constructivo español. Valencia, España: Servicios y Comunicación LGV.

Fuentes Giner, B. (2018). Inicio de un proyecto en Revit 2017 de Autodesk. Presentación, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

Guerra Barroso, I. (06 de Febrero de 2019). Metodología Vs Software. Madrid, España. Recuperado el 12 de Diciembre de 2019, de <https://bimlevel.com/004-metodologia-vs-software/>

Guerra Barroso, I. (10 de Noviembre de 2019). Noticias de Octubre. Madrid, España. Recuperado el 03 de Noviembre de 2019, de <https://bimlevel.com/042-noticias-octubre-2019/>

León Ale, F. (12 de Junio de 2019). Merca2.0. Recuperado el 13 de Diciembre de 2019, de 5 beneficios para la productividad que tiene el trabajar con dos monitores: <https://www.merca20.com/5-beneficios-para-la-productividad-que-tiene-el-trabajar-con-dos-monitores/>

León, D. F. (2019). Mejora del modelo Historic Building Information Modeling (HBIM) para la gestión de fases histórico-constructivas. Valencia, Valencia.

Martin Dorta, N., GonzalezdeChaves, P., & Roldan Mendez, M. (s.f.). Building Information Modeling (BIM): Una oportunidad para transformar la industria de la construcción. (B. S. Chapter, Ed.) Building Smart Spanish Journal of BIM(14/01), 12-18. Recuperado el 29 de Enero de 2020, de [file:///C:/Users/Toshiba/Downloads/sjbim%20n1401%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Toshiba/Downloads/sjbim%20n1401%20(2).pdf)

McGraw, H. (2007). Interoperability in the Construction Industry. SmartMarket Report, 1-36. Recuperado el 16 de 10 de 2019, de https://vdcscorecard.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj8856/f/mcgraw_hill_s_smartmarket_0.pdf

McKinsey&Company. (Julio de 2015). The construction productivity imperative.

Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda-Programa SIBIM. (Octubre de 2019). Guía de Implementación BIM para la Gestión Pública. Versión 01. Argentina.

Mora Pueyo, A. (2015). EL BIM EXECUTION PLAN COMO HERRAMIENTA DE SISTEMATIZACIÓN Y CONTROL EN LA REDACCIÓN DE PROYECTOS CON TECNOLOGÍA BIM EN ESPAÑA. EUBIM 2015 Congreso Internacional / Encuentro de Usuarios BIM, YES, WE BIM, (págs. 187-196). Valencia.

Municipio de Cuenca. (s.f.). Aprobación de Planos Arquitectónicos. Recuperado el 20 de 10 de 2019, de <http://www.cuenca.gob.ec/?q=content/aprobacion-de-proyectos-arquitectonicos>

Municipio de Cuenca. (s.f.). Certificado de Afectación y Licencia Urbanística. Recuperado el 20 de 10 de 2019, de <http://www.cuenca.gob.ec/?q=content/certificado-de-afectacion-y-licencia-urbanistica>

Municipio de Cuenca. (s.f.). Permiso de Construcción Mayor. Recuperado el 20 de 10 de 2019, de <http://www.cuenca.gob.ec/?q=content/permiso-de-construccion-mayor-0>

Navas, M. G. (15 de Julio de 2019). Trazabilidad en las comunicaciones con Manuel García Navas. (BIMrras, Entrevistador) Recuperado el 17 de Diciembre de 2019, de <https://www.bimrras.com/episodio/040-trazabilidad-en-las-comunicaciones-con-manuel-garcia-navas/#more-4879>

NBS . (2016). International BIM Report 2016. RIBA Enterprises Ltd © 2016.

Oliver Faubel, I. (Octubre de 2015). Integración de la metodología BIM en la programación curricular de los estudios de Grado en Arquitectura Técnica/ Ingeniería de Edificación: diseño de una propuesta. Tesis Doctoral. Valencia, España.

Oliver Faubel, I. (Noviembre de 2018). BEP Plan de Ejecución BIM. Presentación, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM). (11 de 2018). ISO. Recuperado el 31 de 12 de 2019, de <https://www.iso.org/standard/70303.html>

RIB Spain. (s.f.). RIB Spain. Recuperado el 10 de Enero de 2020, de <https://www.rib-software.es/presto.html>

Rodríguez, A. (Abril de 2019). BIM en España. *Obras Urbanas*(74), 6-16.

Sánchez Ortega, A. (22 de Junio de 2017a). ESPACIOBIM. Recuperado el 30 de 12 de 2019, de <https://www.espaciobim.com/madurez-bim-level-0-1-2-3/>

Sánchez Ortega, A. (6 de Abril de 2017b). ESPACIOBIM. Recuperado el 31 de 12 de 2019, de <https://www.espaciobim.com/gestor-tareas-trello-flujo-bim/>

Santamaría Gallardo, L., & Hernández Guadalupe, J. (2017). Salto al BIM. Madrid, España: JHGUADALUPE.

Sanz Bohigues, M. J. (20 de Septiembre de 2017). *arquitecturayempresa*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2017, de <https://www.arquitecturayempresa.es/noticia/bim-en-el-mundo-implantacion-de-la-nueva-metodologia-en-el-sector-de-la-arquitectura>

SIBIM. (01 de Octubre de 2019). Matriz de Roles BIM para la Gestión Pública. Buenos Aires, Argentina.

Testa, R. (Julio de 2019). Implementación BIM en la Dirección de Proyectos de Construcción. Valladolid, España.

The British Standards Institution BSI. (Febrero de 2013). PAS 1192-2. Especification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. Recuperado el 29 de Enero de 2020, de <http://www.hfms.org.hu/web/images/stories/PAS/PAS1192-2-BIM.pdf>

Valle Eguren, R. (2014). Factores Claves y Metodología para la Implementación de BIM al Interior de una Empresa Constructora-Inmobiliaria. Santiago de Chile, Chile.

Y. Arayici, P. C. (2011). BIM adoption and implementation. *Structural Survey*, 7-25.

Zamora Zamora, A. (2018). MODELO PARA LA PLANIFICACIÓN DE OBRA DE CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES BAJO EL ENFOQUE DEL PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE -PMI®. Bogotá, Colombia.

Zaragoza Angulo, J. M., & Morea Núñez, J. M. (2015). Guía Práctica para la Implantación de Entornos BIM en Despachos de Arquitectura e Ingeniería. Madrid, España: Fe d´ erratas.

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.**INTRODUCCIÓN.**

Ilustración 1. Productividad de la industria de la construcción. Fuente: (McKinsey&Company., 2015). 11

Ilustración 2. Uso futuro de BIM. Fuente:(NBS , 2016). 12

Ilustración 3. Acciones previstas para la implementación BIM. Fuente: (Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda-Programa SIBIM., 2019) 14

01 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA EMPRESA.

Ilustración 4. Estructura de miembro de P.V.C. ARQUITECTOS. Elaboración: Del autor. 17

Ilustración 5. Softwares utilizados por los miembros de la empresa. Elaboración: Del autor. 18

Ilustración 6. Comunicaciones internas entre todos los integrantes de la empresa. Elaboración: Del autor. 19

Ilustración 7. Diagrama de flujo de trabajo en fase de Diseño en P.V.C. ARQUITECTOS. Elaboración: Del autor. 23

Ilustración 8. Diagrama de flujo de trabajo para la fase de aprobación de planos. Elaboración: Del autor. 25

Ilustración 9. Diagrama de flujo de trabajo para la fase de presupuesto del proyecto. Elaboración: Del autor. 26

Ilustración 10. Flujo de trabajo para la fase de construcción. Elaboración: Del autor. 28

02 EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO ACTUALES PARA ADAPTARLOS A LA IMPLEMENTACIÓN BIM.

Ilustración 11. Modelo de madurez BIM de Mark Bew- Mervyn Richards. Fuente: (The British Standards Institution BSI, 2013). 32

Ilustración 12. BIM no integrado unilateral. Fuente: (BIM Forum Chile, 2017) 33

Ilustración 13. BIM no Integrado Multilateral. Fuente: (BIM Forum Chile, 2017) 33

Ilustración 14. BIM Integrado. Fuente: (BIM Forum Chile, 2017) 33

Ilustración 15. Varios miembros pueden realizar un mismo rol. Fuente: (SIBIM, 2019) 34

Ilustración 16. Varios roles pueden ser realizados por un mismo miembro. Fuente: (SIBIM, 2019) 34

Ilustración 17. Software utilizado en P.V.C. ARQUITECTOS Elaboración: Del autor. 36

Ilustración 18. Comparación ideal del tiempo de trabajo en un proyecto con BIM y CAD. Fuente: (Banks, 2015) 37

Ilustración 19. Comparación del tiempo de trabajo en un proyecto al usar BIM sin plantillas. Fuente: (Banks, 2015) 37

Ilustración 20. Comparación del tiempo de trabajo en un proyecto con BIM al usar plantillas. Fuente: (Banks, 2015) 38

Ilustración 21. Productividad al usar dos monitores. Fuente: (Aratecnia, 2019) 39

03 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN BIM.

| | |
|---|----|
| Ilustración 22. Asignación de roles dentro de la metodología BIM. Elaboración: Del autor. | 43 |
| Ilustración 23. Softwares a utilizar en la implementación BIM en P.V.C. ARQUITECTOS. Elaboración: Del autor. | 44 |
| Ilustración 24. Comunicaciones y coordinación de tareas en P.V.C. ARQUITECTOS. Elaboración: Del autor. | 45 |
| Ilustración 25. Creación del equipo en Trello. Elaboración: Del autor. | 45 |
| Ilustración 26. Creación de tableros para cada obra. Elaboración: Del autor. | 45 |
| Ilustración 27. Listado de tareas para cada obra. Elaboración: Del autor. | 46 |
| Ilustración 28. Listado de instrucciones iniciales de etiquetas y responsables. Elaboración: Del autor. | 46 |
| Ilustración 29. Ejemplo de dos tareas en fase de diseño. Elaboración: Del autor. | 46 |
| Ilustración 30. Ficha de modificación de tarea creada para una fase del proyecto. Elaboración: Del autor. | 47 |
| Ilustración 31. Estructura de carpetas dentro de Dropbox para P.V.C. ARQUITECTOS. Elaboración: Del autor. | 47 |
| Ilustración 32. Desglose de carpetas dentro de cada proyecto para cada una de sus fases. Elaboración: Del autor. | 48 |
| Ilustración 33. Configuración de plantilla orden de proyecto, capas y plumas. Elaboración: Del autor. | 49 |
| Ilustración 34. Configuración de plantilla orden de proyecto, capas, tipo de líneas y tipo de tramas. Elaboración: Del autor. | 50 |

| | |
|--|----|
| Ilustración 35. Configuración de plantilla orden de proyecto, materiales y superficies. Elaboración: Del autor. | 50 |
| Ilustración 36. Configuración de plantilla orden de proyecto, sistemas MEP y propiedades de visualización de herramientas de diseño. Elaboración: Del autor. | 51 |
| Ilustración 37. Configuración de plantilla mapa de proyecto. Elaboración: Del autor. | 51 |
| Ilustración 38. Configuración de plantilla mapa de vista y libro de planos. Elaboración: Del autor. | 52 |
| Ilustración 39. Configuración de plantilla unidades de trabajo. Elaboración: Del autor. | 52 |
| Ilustración 40. Procedimiento para creación de un proyecto en Archicad. Elaboración: Del autor. | 53 |
| Ilustración 41. Creación de capítulos de obra. Elaboración: Del autor. | 54 |
| Ilustración 42. Modelo de desglose de partida de obra. Elaboración: Del autor. | 54 |
| Ilustración 43. Ejemplo de plantilla de desglose de actividades en un proyecto. Elaboración: Del autor. | 55 |
| Ilustración 44. Niveles de detalle LOD. Fuente: BIM Forum Chile, 2017, págs. 34-36. Elaboración: Del autor. | 56 |
| Ilustración 45. BEP de P.V.C. ARQUITECTOS 1/3. Elaboración: Del autor. | 57 |
| Ilustración 46. BEP de P.V.C. ARQUITECTOS 2/3. Elaboración: Del autor. | 57 |
| Ilustración 47. BEP de P.V.C. ARQUITECTOS 3/3. Elaboración: Del autor. | 57 |
| Ilustración 48. Flujo de trabajo para las fases de proyecto realizadas en P.V.C. ARQUITECTOS. Elaboración: Del autor. | 59 |

| | | | |
|--|----|---|----|
| Ilustración 49. Listado de comprobación para el control de calidad. Elaboración: Del autor. | 61 | Ilustración 63. Vista 3D del modelo con puertas y ventanas. Elaboración: Del autor. | 69 |
| 04 PROYECTO PILOTO. | | Ilustración 64. Planta baja con mobiliario y escalera. Elaboración: Del autor. | 70 |
| Ilustración 50. Tablero para el proyecto piloto. Elaboración: Del autor. | 64 | Ilustración 65. Colocación de zonas identificando los espacios y área útil. Elaboración: Del autor. | 70 |
| Ilustración 51. Litas de tareas en Trello. Elaboración: Del autor. | 64 | Ilustración 66. Colocación de pdf de cimentación en una hoja de trabajo con la herramienta dibujo. Elaboración: Del autor. | 71 |
| Ilustración 52. Carpeta de proyecto piloto creada en Dropbox. Elaboración: Del autor. | 64 | Ilustración 67. Referencia activada planta de cimentación. Elaboración: Del autor. | 71 |
| Ilustración 53. BEP para Hemodial Azogues. Elaboración: Del autor. | 66 | Ilustración 68. Modelo de estructuras. Elaboración: Del autor. | 71 |
| Ilustración 54. Información del proyecto. Elaboración: Del autor. | 67 | Ilustración 69. Modelo de arquitectura. Elaboración: Del autor. | 71 |
| Ilustración 55. Definición de niveles de piso del proyecto. Elaboración: Del Autor. | 67 | Ilustración 70. Plantas arquitectónicas con materiales diferentes en paredes. Elaboración: Del autor. | 72 |
| Ilustración 56. Creación de hojas de trabajo con planta baja y alta de los planos DWG del proyecto. Elaboración: Del autor. | 67 | Ilustración 71. Sección tridimensional, identificación de falsos techos. Elaboración: Del autor. | 72 |
| Ilustración 57. Inicio de modelado paredes exteriores, columnas y ejes. Elaboración: Del autor. | 68 | Ilustración 72. Modelo de instalaciones contra incendios. Elaboración: Del autor. | 73 |
| Ilustración 58. Vista planta baja paredes interiores. Elaboración: Del autor. | 68 | Ilustración 73. Modelo de instalaciones de agua fría y caliente. Elaboración: Del autor. | 73 |
| Ilustración 59. Vista 3D de columnas y forjados según plano arquitectónico. Elaboración: Del autor | 68 | Ilustración 74. Modelo de instalaciones de aguas lluvias y sanitarias. Elaboración: Del autor. | 73 |
| Ilustración 60. Vista 3D de paredes exteriores, columnas y forjados. Elaboración: Del autor. | 69 | Ilustración 75. Modelo de instalaciones eléctricas. Elaboración: Del autor. | 73 |
| Ilustración 61. Referencia activada para ubicar puertas y ventanas. Elaboración: Del autor. | 69 | Ilustración 76. Modelado de instalaciones del proyecto. Elaboración: Del autor. | 74 |
| Ilustración 62. Referencia de alzado frontal de la clínica insertado en formato .dwg del proyecto aprobado en color naranja. Elaboración: Del autor. | 69 | | |

Ilustración 77. Detección de colisión modelo de estructuras e instalaciones eléctricas. Elaboración: Del autor. 74

Ilustración 78. Colisión encontrada entre viga y tubería eléctrica. Elaboración: Del autor. 74

Ilustración 79. Visualización tridimensional de la sala de diálisis. Elaboración: Del autor. 75

ÍNDICE DE CUADROS

02 EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO ACTUALES PARA ADAPTARLOS A LA IMPLEMENTACIÓN BIM.

Cuadro 1. Dimensiones, usos y programas BIM. Fuente: (Barco Moreno, 2018) **3803 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN BIM.**

Cuadro 2. Plan de implementación BIM de la organización. Elaboración: Del autor. 42

Cuadro 3. Usos BIM. Elaboración: Del autor. 57

Cuadro 4. Estimación inicial de coste del PIB. Elaboración: Del autor. 60

Cuadro 5. Control de calidad para revisar el cumplimiento de objetivos. Elaboración: Del autor. 60



ANEXOS.

Título del Proyecto Acta de Constitución de Proyecto

| IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO/FASE | | |
|-----------------------------------|--|---|
| Proyecto | Nº del proyecto | Tipo de proyecto |
| Título del Proyecto | -- | -- |
| Nombre del cliente | Número de cliente | Inicio/fin planificado |
| Nombre de la organización cliente | -- | -- |
| Organización ejecutante | Responsable del proyecto (ejecutante) | Responsable del proyecto (cliente) |
| Tu organización | -- | -- |
| Autor del Documento | Fecha del Documento | |
| -- | -- | |

ENUNCIADO DEL PROYECTO

Una única frase que resuma el objetivo principal del proyecto. Puede ser la descripción del entregable principal, o una descripción de alto nivel del proyecto.

PROPÓSITO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Descripción resumida de las oportunidades que se desea conseguir con la ejecución del proyecto. Puede ser las principales conclusiones de un caso de negocio (*business case*), de un análisis de viabilidad o un extracto del plan estratégico de la organización cliente.

Este apartado generalmente tiene relevancia en el caso de proyectos para clientes internos (misma organización).

REQUERIMIENTOS PRINCIPALES DEL PROYECTO

Lista de requerimientos enumerados del proyecto, imprescindibles para la aceptación formal del cierre del mismo por parte del cliente.

Pueden considerarse los Factores Críticos de Éxito (FCE) del proyecto.

En ocasiones puede resultar conveniente relacionar cada requisito principal del proyecto con nombres de personas concretas, responsables de su aprobación.

ORGANIZACIONES INVOLUCRADAS EN EL PROYECTO

- **NOMBRE EMPRESA CLIENTE:** organización cliente que recibirá <entregable_principal>
- **NOMBRE EMPRESA EJECUTANTE:** organización que prestará los servicios para <objetivo_del_proyecto>

ALCANCE DEL PROYECTO

- **Sí** está contemplado dentro del Alcance Inicial del Proyecto los elementos siguientes:
 - Enumeración de elementos acordados en el alcance

- **No** está contemplado dentro del Alcance del Proyecto:
 - Enumeración de elementos excluidos del alcance, si procede

RESPONSABLES DEL PROYECTO Y RESPONSABILIDADES ASOCIADAS

- Identificación de los responsables de proyecto (generalmente, desde la perspectiva de cliente y desde la perspectiva de unidad u organización ejecutante), así como descripción de sus principales obligaciones y su nivel de autoridad.
- El objetivo de este apartado es poder identificar desde el comienzo a las personas que poseen la máxima autoridad en el proyecto, así establecer una descripción sobre la gestión que se espera de ellas.

EQUIPO DE TRABAJO DEL PROYECTO

- Enumeración de los roles principales (tipo y cantidad de recursos) requeridos en el proyecto, por parte de la organización ejecutante y por parte de la organización cliente.
- El objetivo de este apartado es establecer unas bases de los principales recursos requeridos para llevar a buen término el proyecto.
- No es necesaria una descripción detallada sobre este apartado, puesto que es será desarrollado posteriormente en el plan de proyecto.

RECURSOS MATERIALES DEL PROYECTO

- Enumeración de los principales recursos materiales requeridos para el proyecto.
- En el caso de que los recursos sean propiedad de la organización cliente, ya se trate de un cliente externo (otra empresa ajena a la que ejecuta el proyecto) o interno (otro departamento, área geográfica o área funcional), es importante establecer una descripción básica sobre cómo se obtendrá y liberará dichos recursos, así como aclarar la necesidad de los mismos para llevar a buen término el proyecto.
- El objetivo de este apartado es establecer una base de los principales recursos materiales requeridos para llevar el proyecto a buen término.

PLAZOS DE TIEMPO DEL PROYECTO

- Descripción a alto nivel (sin excesivo detalle) de la planificación del proyecto.
- Generalmente contempla un diagrama de Gantt de las principales fases del proyecto, así como una lista de los hitos más relevantes del mismo.
- El objetivo de este apartado es comunicar una planificación a alto nivel del proyecto, estableciendo una primera aproximación de los plazos de tiempo.

PRESUPUESTO RESUMIDO DEL PROYECTO

- Descripción somera de los costes del proyecto.
- El objetivo de este apartado es comunicar el presupuesto a alto nivel del proyecto, estableciendo una primera aproximación de los costes del mismo.

RIESGOS A ALTO NIVEL DEL PROYECTO

- Descripción enumerada de los riesgos a alto nivel del proyecto.
- En función del tipo de proyecto, de la organización ejecutante, de la organización cliente y de otros factores, este apartado puede ser conveniente que no se trate en este documento, y sí en el plan de proyecto.

CRITERIOS DE TERMINACIÓN, GARANTÍA Y SOPORTE

- **Criterios de Terminación.** El servicio objeto de esta propuesta se dará por finalizado cuando se produzca alguna de las siguientes circunstancias:
 - a) Enumeración de condiciones o circunstancias en las que sucede el cierre del proyecto.
- **Garantía.** Elementos fundamentales que describen la garantía de los servicios y productos entregados durante el proyecto.
- **Soporte.** Algunos proyectos conllevan una labor de post-venta. En ese caso, es conveniente describir brevemente qué cobertura posee dicha labor y qué limitaciones (temporales, económicas y de tipos de trabajos incluidos).

OBSERVACIONES

| |
|--|
| |
|--|



























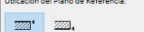



ACEPTADO POR
Responsable del proyecto (cliente)

| | | |
|---|--------------------------|--------------|
| Sí | No | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Nombre | Firma | Fecha |
| Responsable del proyecto (proveedor) | | |
| Sí | No | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Nombre | Firma | Fecha |

ANEXO 2

| ANEXO 1: MATRIZ DE HERRAMIENTAS Y TAREAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO | | | | | |
|--|--------------|-------------|--|--------------------------------------|----------------------|
| TAREA | DEPARTAMENTO | HERRAMIENTA | CAPA | RESTRICCIÓN | MATERIAL: ESTRUCTURA |
| Pavimentos | Arquitectura | | Capa: < ARQ Acabados > | Ubicación del Plano de Referencia: | |
| Ejes | Arquitectura | | Capa: < ARQ Ejes > | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Paredes exteriores | Arquitectura | | Capa: < ARQ Paredes exteriores > | Ubicación de la Línea de Referencia: | |
| Paredes interiores | Arquitectura | | Capa: < ARQ Paredes interiores > | Ubicación de la Línea de Referencia: | |
| Falsos techos | Arquitectura | | Capa: < ARQ Falso techo > | Ubicación del Plano de Referencia: | |
| Escaleras y Barandillas | Arquitectura | | Capa: < ARQ Escaler...ndillas inte > | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Dibujos y figuras | Arquitectura | | Capa: < ARQ Dibujo & Figuras > | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Elementos 2D | Arquitectura | | Capa: < ARQ Elementos 2D > | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Puntos fijos | Arquitectura | | Capa: < ARQ Puntos fijos > | Pluma: | Según Proyecto |
| Tramas | Arquitectura | | Capa: < ARQ Tramas > | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Textos | Arquitectura | | Capa: < ARQ Textos > | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Dimensiones arquitectura | Arquitectura | | Capa: < DIM Cotas - Arquitectura > | | Según Proyecto |
| Dimensiones niveles | Arquitectura | | Capa: < DIM Cotas - Niveles > | Tipo de Marca: | Según Proyecto |
| Cotas estructuras | Estructura | | Capa: < DIM Cotas - Estructura > | Tipo de Marca: | Según Proyecto |
| Cotas generales | Arquitectura | | Capa: < DIM Cotas - Generales > | Tipo de Marca: | Según Proyecto |
| Cotas ejes | Arquitectura | | Capa: < DIM Cotas Ejes > | Tipo de Marca: | Según Proyecto |

| TAREA | DEPARTAMENTO | HERRAMIENTA | CAPA | RESTRICCIÓN | MATERIAL: ESTRUCTURA |
|-----------------------------|---------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------|----------------------|
| Cotas terreno | Arquitectura | Principal: Param. por Defecto | Capa: DIM Cotas - Terreno | | Según Proyecto |
| Dimensiones Instalaciones | Instalaciones | Principal: Param. por Defecto | Capa: DIM Cotas - Instalaciones | | Según Proyecto |
| Terreno | Arquitectura | Principal: Param. por Defecto | Capa: EXT Terreno | Según Proyecto | Estructura: |
| Obras de urbanización | Arquitectura | Principal: Param. por Defecto | Capa: EXT Urbanización | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Muebles fijos | Arquitectura | Principal: Param. por Defecto | Capa: INT Muebles fijos | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Mobiliario | Arquitectura | Principal: Param. por Defecto | Capa: INT Mobiliario | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Lamparas interiores | Arquitectura | Principal: Param. por Defecto | Capa: INT Mobiliario | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Ins. Eléctricas iluminación | Instalaciones | Principal: Param. por Defecto | Capa: MEP Eléctri... iluminación | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Ins. Sanitarias | Instalaciones | Principal: Param. por Defecto | Capa: MEP Sanitarias | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Ins. Fontanería | Instalaciones | Principal: Param. por Defecto | Capa: MEP Fontanería | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Ins. Contra incendios | Instalaciones | Principal: Param. por Defecto | Capa: MEP Incendios | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Ins. Climatización | Instalaciones | Principal: Param. por Defecto | Capa: MEP Clima | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Ins. Eléctricas Tomas | Instalaciones | Principal: Param. por Defecto | Capa: MEP Eléctricas tomas | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Zonas | Arquitectura | Principal: Param. por Defecto | Capa: MOD Zonas | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Estructura compleja | Arquitectura | Principal: Param. por Defecto | Capa: MOD Estructura compleja | Según Proyecto | Según Proyecto |

| TAREA | DEPARTAMENTO | HERRAMIENTA | CAPA | RESTRICCIÓN | MATERIAL: ESTRUCTURA |
|--------------------------|--------------|--|--------------------------------------|---|----------------------|
| Formas creadas | Arquitectura | Principal: Param. por Defecto  | Capa: MOD Forma | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Etiquetas acabados | Arquitectura | Principal: Param. por Defecto  | Capa: NOT Etique...arquitectura | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Etiquetas arquitectura | Arquitectura | Principal: Param. por Defecto  | Capa: NOT Etiqueta acabados | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Etiquetas estructura | Estructura | Principal: Param. por Defecto  | Capa: NOT Etiqueta estructura | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Alzado | Arquitectura | Principal: Param. por Defecto  | Capa: SIM Alzados | Método Geométrico:  | Según Proyecto |
| Registro de Cambio | Arquitectura | Principal: Param. por Defecto  | Capa: SIM Cambio | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Detalles | Arquitectura | Principal: Param. por Defecto  | Capa: SIM Detalle | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Cotas detalles | Arquitectura | Principal: Param. por Defecto  | Capa: DIM Cotas - Generales | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Alzado Interior | Arquitectura | Principal: Param. por Defecto  | Capa: SIM Alzado interior | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Hojas de trabajo | Arquitectura | Principal: Param. por Defecto  | Capa: SIM Hoja de trabajo | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Secciones | Arquitectura | Principal: Param. por Defecto  | Capa: SIM Alzados | Método Geométrico:  | Según Proyecto |
| Zapatas | Estructura | Principal: Param. por Defecto  Principal: Param. por Defecto  Principal: Param. por Defecto  Principal: Param. por Defecto  | Capa: ST Cimentación | Según Proyecto | Hormigón zapa... |
| Plintos | Estructura | Principal: Param. por Defecto  Principal: Param. por Defecto  Principal: Param. por Defecto  Principal: Param. por Defecto  | Capa: ST Cimentación | Según Proyecto | Hormigón plint... |
| Columnas hormigón armado | Estructura | Principal: Param. por Defecto  Principal: Param. por Defecto  | Capa: ST Columna | Según Proyecto | Hormigón colu... |
| Columnas metálicas | Estructura | Principal: Param. por Defecto  Principal: Param. por Defecto  | Capa: ST Columna | Según Proyecto | Columnas metá... |
| Losa | Estructura | Principal: Param. por Defecto  | Capa: ST Losas | Ubicación del Plano de Referencia:  | Hormigón losas |
| Vigas de hormigón armado | Estructura | Principal: Param. por Defecto  | Capa: ST Vigas | Según Proyecto | Hormigón vigas |
| Vigas metálicas | Estructura | Principal: Param. por Defecto  | Capa: ST Vigas | Según Proyecto | Vigas metálicas |
| Muro de hormigón armado | Estructura | Principal: Param. por Defecto  | Capa: ST Muros HA | Según Proyecto | Hormigón muros |

| TAREA | DEPARTAMENTO | HERRAMIENTA | CAPA | RESTRICCIÓN | MATERIAL: ESTRUCTURA |
|---------------------------|--------------|--|---------------------------|----------------|----------------------|
| Muro de hormigón ciclopeo | Estructura | Principal: Param. por Defecto | Capa: ST Muros HA | Según Proyecto | Hormigón ciclo... |
| Placas metálicas | Estructura | Principal: Param. por Defecto Principal: Param. por Defecto Principal: Param. por Defecto | Capa: ST Cimentación | Según Proyecto | Acero Inoxidable |
| Cubierta | Estructura | Principal: Param. por Defecto | Capa: ST Cubierta | Según Proyecto | Teja |
| Puertas | Arquitectura | Principal: Param. por Defecto | N/A | Según Proyecto | Según Proyecto |
| Ventanas | Arquitectura | Principal: Param. por Defecto | N/A | Según Proyecto | Según Proyecto |