

PROPUESTA DE UN ESTANDAR PARA IMPLEMENTAR LA METODOLOGÍA BIM EN OBRAS DE EDIFICACIÓN FINANCIADAS CON RECURSOS PÚBLICOS EN COLOMBIA

BIM METHODOLOGY IMPLEMENTATION STANDARD PROPOSAL FOR BUILDING CONSTRUCTION WITH PUBLIC RESOURCES FINANCING IN COLOMBIA

Maria V. Florez-Domínguez ^{1*}, Claudia L. García-Murillo *, Vivian A. Ulloa-Mayorga *, Natalia E. Lozano-Ramírez *

* Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. COLOMBIA

Abstract: Projects with public resources financing in Colombia are always expected to have larger costs, longer times of execution and poor quality, all of this as the result of rare use of advanced tools in management and common practices with traditional methodologies. In a worldwide context, the use of Building Information Modeling (BIM) methodology by government agencies has demonstrated better control in public works, allowing early detection of clashes and savings in costs and execution times. This article reports a first proposal to standardize BIM methodology in projects with public resources financing by identifying worldwide requirements to implement this methodology in the public construction industry and analyzing Colombian aspects through bibliographic search of the national and international context and inquiries to professionals within the public sector. Results of this investigation were used as a basis to generate a standard applicable to the construction of public buildings in Colombia.

Key Words: Public resources, building information modeling, public procurement in Colombia, technology in construction, construction project management.

Resumen: En Colombia, las construcciones financiadas con recursos públicos son cuestionadas debido a los mayores costos, tiempos y mala calidad del producto generados por la escasa utilización de herramientas avanzadas de gestión y el uso de metodologías tradicionales. En el contexto mundial, la implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM) de forma regulatoria liderada por entidades del Gobierno, ha demostrado mayor control de las obras públicas, obteniendo ventajas como la identificación temprana de interferencias o ahorro en costos y tiempos de ejecución de la obra. Este estudio pretende generar una propuesta de estándar para implementar la metodología BIM en obras de edificación financiadas con recursos públicos en Colombia mediante la identificación de los requerimientos para la implementación de la metodología en la industria de la construcción pública en el ámbito internacional, y del reconocimiento y análisis del contexto nacional realizado a través de revisión bibliográfica y de encuestas dirigidas a profesionales del sector público. Los resultados obtenidos sirvieron como base para generar un estándar aplicable a la construcción de edificaciones públicas en Colombia, y validados por profesionales del sector.

Palabras Claves: Recursos públicos, building information modeling, contratación pública en Colombia, tecnología en la construcción, gestión de proyectos de construcción.

¹ Autor de correspondencia:
Estudiante de maestría ingeniería civil
Universidad Javeriana
E-mail: mflorezd@javeriana.edu.co

1. Introducción

BIM, acrónimo de Building Information Modeling, es definido como “una tecnología de modelado y un conjunto asociado de procesos para producir, comunicar y analizar la información generada por todas las partes involucradas dentro del ciclo de vida de los proyectos de edificaciones” (Ulloa Román & Salinas Saavedra, 2013), permitiendo así, la coordinación de la información entre todas las especialidades durante todas las fases de del proyecto. La evolución de formatos CAD a BIM en el sector de la construcción permite la incorporación de nuevas estructuras de información, conceptos y dimensiones donde se incluyen el 3D para la geometría e información, 4D para el tiempo, 5D para los costos, 6D para la sostenibilidad y 7D para la operación (Botero, Isaza, & Vásquez, 2015).

De acuerdo a estudios realizados, a pesar del gran uso de BIM a nivel mundial, en Colombia la adopción es baja. Encuestas realizadas a profesionales que participan en proyectos de AEC/FM en Colombia, indican que solamente el 18% usa BIM. De igual forma, se presenta un alto desconocimiento de las características de BIM (Botero, Isaza, & Vásquez, 2015). A pesar de que diferentes encuestas han sido enfocadas en empresas del sector privado, no se tienen estudios detallados y publicados sobre el uso de BIM en Colombia en el sector público.

Por otra parte, de acuerdo a lo indicado por el profesor Mauricio Sánchez, en Colombia las obras de infraestructura pueden tardar entre un 40% y 60% más de lo establecido en el cronograma original, y el costo promedio podría estar entre el 30% y 50% más de lo planeado. Lo anterior, debido a la contratación con diseños incompletos, a los problemas en la adquisición de predios, a las licencias ambientales y a la ejecución de consultas previas (Sanchez Silva, 2013).

La experiencia obtenida en otros países, demuestra que cuando la adopción de BIM es liderada por el Gobierno, se logra una implementación más rápida; ésto basado en legislaciones e incentivos gubernamentales (Gomez Sanchez, Rojas Quintero, & Aibinu, 2016). Con la implementación de BIM se obtienen ventajas en todas las fases de proceso de diseño, construcción y gestión de los proyectos como también, para todos los agentes que intervienen en el proceso; lo anterior supone un ahorro económico, un ahorro en tiempo y una mejor visualización y comprensión del proyecto (Monfort Pitarch & Vidal, 2015).

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este estudio es generar un primer estándar para implementar la metodología BIM en obras de edificación financiadas con recursos públicos en Colombia; lo anterior, a través de la identificación de los requerimientos para la implementación de la metodología BIM en la industria de la construcción pública de edificaciones en el ámbito internacional, y del reconocimiento y análisis del contexto nacional contexto nacional realizado a través de revisión bibliográfica y de encuestas dirigidas a profesionales del sector público.

2. Antecedentes:

2.1 BIM a nivel internacional

El rol del gobierno es crítico en la implementación de BIM en cualquier país. De hecho en algunos países el Gobierno funciona como el mayor incentivador del uso de BIM jugando un papel proactivo en la regulación e implementación de BIM en la industria de la construcción. Algunos pasos para su implementación, son la creación de políticas y programas, el desarrollo de estándares abiertos, la evaluación de información de diseño, la creación de un departamento

exclusivo de BIM, y la presentación y promoción de los programas por parte del gobierno (Wong, Wong, & Nadeem, 2011).

Actualmente, son varios los países pioneros en la implementación de la metodología BIM de forma exitosa en sus proyectos de construcción, entre los que se destacan los siguientes:

- Estados Unidos es uno de los países con mayor número de usuarios y productores de información con respecto a la implementación BIM. Existen aproximadamente 23 organizaciones entre gubernamentales y no gubernamentales, que han desarrollado estándares. La iniciativa de adopción de la metodología BIM en los proyectos de construcción llegó a través de La Administración de Servicios Generales (GSA, por sus siglas en inglés), la cual desarrolló un documento de carácter público llamado BIM Guide Series, que contiene: etapas de planeación, diseño y construcción de los proyectos.
- Finlandia, a través del Building SMART Finland fue uno de los primeros países en apostar por la implementación de esta metodología en sus proyectos de inversión pública. Desarrolló e implementó durante el año 2012, el documento Common BIM Requirements 2012, el cual reúne y coordina a todas las disciplinas involucradas dentro del desarrollo del ciclo de vida del proyectos (es.BIM, 2017).

Por otra parte, como país pionero en Latinoamérica, se destaca Chile:

- A través del Ministerio de Obras Públicas (MOP) y de la Universidad del Bío-Bío, en el año 2013 generaron el documento titulado “Términos de referencia, Uso de modelos BIM – Dirección de arquitectura MOP”. Éste contiene una descripción de los conceptos básicos de BIM, análisis de iniciativas oficiales de otros países, aplicación de BIM en Chile y términos de

referencia para proyectos del MOP (Universidad del Biobío, 2013).

2.2 Proyectos públicos en Colombia

Tal como se define en el artículo 32 de la ley 80 de Colombia, el contrato de obra pública es “aquel que celebran las entidades estatales para la construcción, mantenimiento, instalación y en general para la realización de cualquier otro trabajo material sobre bienes inmuebles”. Con el fin de generar una política clara en temas de compras y contratación con recursos públicos, el país cuenta con la Agencia Nacional de Contratación pública – Colombia Compra Eficiente.

Teniendo en cuenta los objetivos establecidos en guías de Colombia Compra eficiente, cada una de las Entidades Estatales establece los lineamientos que los Entes Territoriales deben atender para presentar proyectos de infraestructura que busquen ser financiados con recursos públicos.

Dentro de los requisitos técnicos generales que se exigen para los proyectos se pueden destacar (Prosperidad Social, 2017): memorias de cálculo de cantidades de obra, presupuesto detallado con Análisis de Precios Unitarios APUs e insumos, topografía y estudio de suelos, diseño por especialidad, especificaciones técnicas de construcción y cronograma de ejecución. La documentación solicitada respecto a los proyectos se solicita en formato físico impreso y en formato digital en PDF. En caso de aportar diseños se deben presentar en formato DWG y las carteras topográficas en .TXT (Prosperidad Social, 2017).

Las diferentes leyes, decretos y guías que regulan la presentación, ejecución, seguimiento y control de inversión pública en proyectos de edificación en el País, indican que para su financiación deben ser proyectos que técnicamente cumplan con cierto nivel de desarrollo dependiendo de nivel de madurez

del proyecto, y deja en claro los diferentes soportes técnicos requeridos debidamente soportados como planos, especificaciones y presupuestos. De igual forma define el ejercicio que debe cumplir la interventoría y supervisión con el fin de lograr hacer el seguimiento adecuado en las diferentes etapas de un proyecto. Sin embargo, la falta de interrelación entre las diferentes fases de un proyecto, la falta de involucramiento de los diferentes actores entre las fases del proyecto, y la exigencia básica de presentar la mayoría de documentos en PDF, .DWG o algún formato de texto, genera dificultades a la hora de cumplir con lo estipulado.

Por otra parte se evidencia que existen metodologías como la MGA (Metodología General Avanzada), de uso obligatorio en proyectos a ser financiados con recursos públicos. Esta metodología está enfocada en registrar la información de los proyectos en un orden lógico para la formulación y evaluación de los mismos. Sin embargo, esta metodología no está directamente relacionada con la coherencia entre la información técnica de los proyectos (DNP, 2015); caso contrario ocurre con la aplicación de la metodología BIM, la cual facilita la planeación, la identificación temprana de interferencias y el seguimiento exhaustivo durante todas las fases del ciclo de vida de los proyectos.

De esta forma, lograr el seguimiento y control exigido en los manuales o en la MGA, puede presentar tropiezos principalmente en lo relacionado con el manejo de la información y consecución de información de origen de los proyectos.

2.3 BIM en Colombia

En Colombia el uso de la metodología BIM es escasa si se compara con otros países. Encuestas a profesionales y estudiantes del sector han determinado que el uso en el país es muy bajo; sin embargo el 100% está de acuerdo en que en los próximos 10 años lo

usarán continuamente y los que no lo usan indican que es por falta de solicitud de los clientes. La falta de implementación se debe a los altos costos, falta de personal capacitado, y resistencia al cambio. Para lograr el uso de BIM en el país es necesario que el gobierno promueva los estándares de implementación, y así mismo que dé incentivos al respecto (Gomez Sanchez, Rojas Quintero, & Aibinu, 2016).

Las principales empresas privadas del sector en construcción y consultoría son las impulsoras de BIM en el país. Adicional a lo anterior la Cámara Colombiana de Construcción mediante diferentes misiones que involucran al sector privado, público y estudiantil, pretende mejorar la productividad en el sector de la construcción mediante la promoción y masificación del buen uso de BIM como una de las estrategias principales (CPNAA, 2017).

3. Metodología

A continuación, se presenta el desarrollo de la metodología para llegar al planteamiento de la propuesta de estándar:

- 1) Fase I, se recopiló la información referente a los documentos relacionados con la implementación de la metodología BIM que vienen siendo aplicados de forma exitosa en diferentes países. Asimismo, se realizó la búsqueda y análisis de las guías expedidas principalmente por entidades gubernamentales en diferentes países para la regulación de uso de BIM en la construcción. La revisión bibliográfica permitió identificar la regulación existente con respecto a cómo se está realizando en la actualidad el seguimiento y control de los proyectos que involucran el uso de recursos públicos en proyectos de infraestructura en Colombia.
- 2) Fase II se diseñó la encuesta donde las preguntas fueron seleccionadas teniendo

en cuenta los tipos de preguntas realizadas en estudios de enfoque similar identificados en la Fase I “*Recolección y análisis de la información*” y a través de la ejecución de mesas de trabajo realizadas entre los miembros del grupo de elaboración de la presente propuesta de investigación.

Se planteó realizar una encuesta exploratoria teniendo en cuenta que no se contaba con información previa relacionada con la adopción de la metodología BIM en proyectos de construcción que involucraran a empresas del sector público del país.

La encuesta estuvo dirigida a profesionales del sector de la construcción de edificaciones financiadas con recursos públicos en Colombia, y pudo ser respondida virtualmente a través del formulario gratuito Google Forms. La encuesta fue remitida de manera virtual a 450 profesionales. Una vez culminado el tiempo de contestación, se recibieron 276 respuestas.

3) Fase III consistió en la elaboración y validación de la propuesta del estándar. La propuesta se elaboró con base en la información recopilada del escenario internacional, y del estado actual de implementación de la metodología BIM en infraestructura financiada con recursos públicos en Colombia obtenido a través de las encuestas realizadas. Finalizada la etapa de elaboración de la propuesta del estándar, se remitió vía correo electrónico el documento final a siete (7) profesionales del sector, que previamente habían manifestado interés en participar en la fase de validación de la propuesta. Los profesionales interesados, con base en su experiencia profesional y conocimiento de la metodología BIM, remitieron sus comentarios, que sirvieron como aporte para identificar la validez de la propuesta.

A partir de la elaboración de la propuesta del estándar para la implementación de la metodología BIM en el país en proyectos del sector público y luego de realizar la validación de la propuesta, se procedió a realizar el análisis de los resultados. Con base en lo anterior, se ajustó el documento, y se revalidó en una mesa de trabajo con 7 profesionales del sector de la construcción y finalmente se concluyó sobre la propuesta de estándar resultado de esta investigación.

4. Resultados y conclusiones

4.1 Identificación requerimientos de BIM a nivel internacional

Teniendo en cuenta las iniciativas y documentos oficiales desarrollados en el contexto internacional por diferentes países y basados en sus experiencias de aplicación de la metodología BIM durante el ciclo de vida de sus proyectos; para el desarrollo del objetivo general de la presente investigación se procedió a clasificar la información dentro de “grupos de contenido” con un enfoque similar:

- **Grupo 1:** incluye el propósito del uso de la herramienta., la definición de concepto, los requisitos básicos y conceptos para el uso de BIM.
- **Grupo 2:** el enfoque de este grupo es el uso y beneficios que representa la implementación de la metodología BIM durante el ciclo de vida de los proyectos; a partir de la evaluación de las necesidades del sector.
- **Grupo 3:** en este grupo se tienen en cuenta los estándares implementados en otros países, y que sirven como estudio para el desarrollo de este tema de investigación.
- **Grupo 4:** incluye el estado actual de la implementación de la metodología BIM dentro de cada país.
- **Grupo 5:** en este grupo se establecen los roles y responsabilidades del equipo de

trabajo, como: Coordinación de tareas y el Control de calidad.

- **Grupo 6:** enfocado hacia el control de la calidad de los diseños del proyecto.
- **Grupo 7:** enfocado en el uso del modelo BIM durante el ciclo de vida de los proyectos etapas de Licitación y Contratación, Planeación, Construcción y Periodo de garantía, sostenibilidad uso y mantenimiento en el tiempo.

4.2 Estado uso de BIM en Colombia

Se realizaron 276 encuestas a profesionales relacionados con el sector de diseño y construcción de obras financiadas con recursos públicos en Colombia. Los encuestados fueron principalmente ingenieros civiles (49%) y arquitectos (33%) con su principal experiencia en construcción (65%), seguido de supervisión a proyectos (54%), diseño (52%) e interventoría (44%).

La Figura 1 y Figura 2 muestran que al 94% de los encuestados les exigen presentar sus proyectos en planos 2D (digitales y PDF), y el 83% no considera suficiente presentar el proyecto solo en planos 2D.

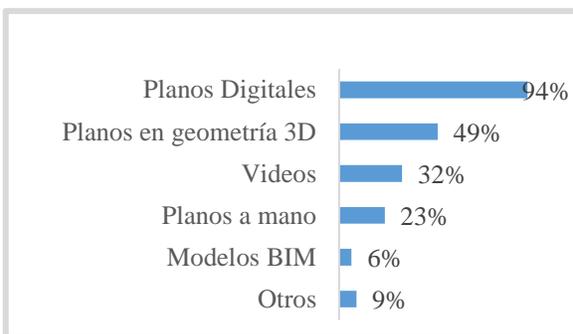


Figura 1. Prácticas en presentación de proyectos

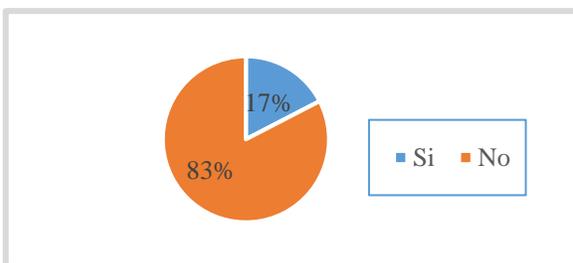


Figura 2. Es suficiente presentar proyectos en planos 2D

De acuerdo al resultado de las encuestas, se evidencia que el software más utilizado para diseño es AutoCAD (58%), en programación y control Excel (50%) y Project (36%), en construcción AutoCAD (38%) y Excel (36%) como se puede observar en las Figuras 3, 4 y 5.

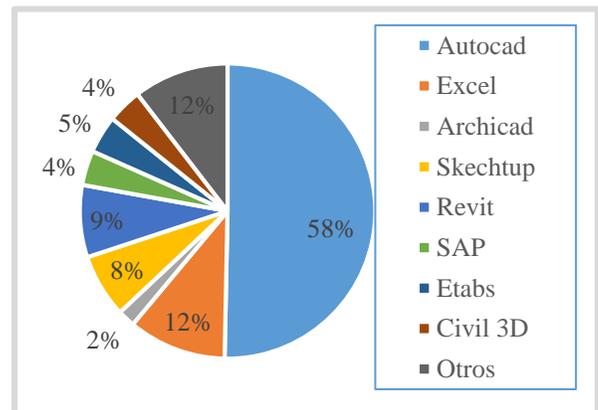


Figura 3. Software utilizado en diseño

No se obtuvo resultados válidos para la etapa de sostenibilidad y evaluación energética, ya que el 82% y el 94% indicaron que no participaban en esa etapa respectivamente.

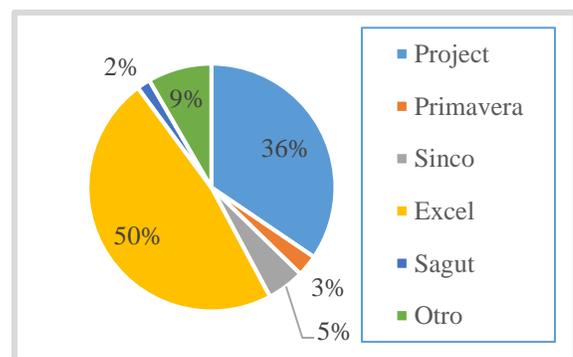


Figura 4. Software utilizado en programación y presupuesto

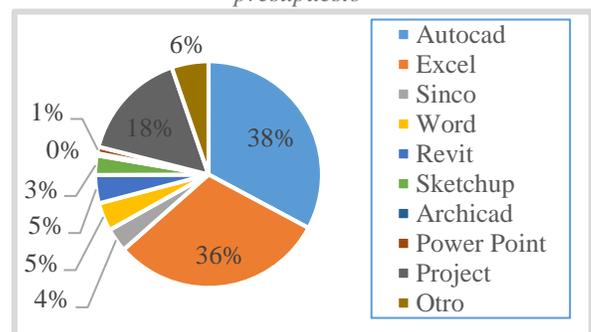


Figura 5. Software utilizado en construcción

En los resultados se evidencia que solo el 49% de los encuestados indica haber oído hablar del BIM, de este grupo el 37% posee un conocimiento intermedio-alto, y el 33% indica que es usuario por iniciativa propia como se refleja en la figura 6 y 7.

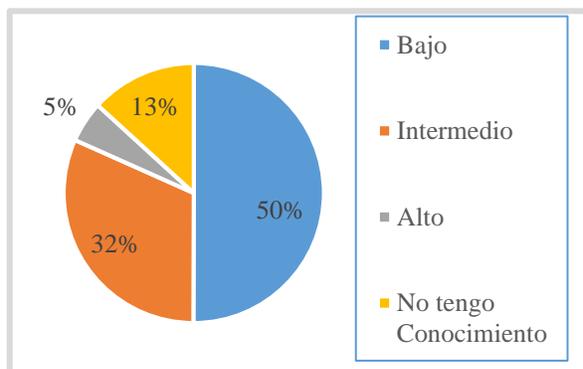


Figura 6. Conocimiento de BIM

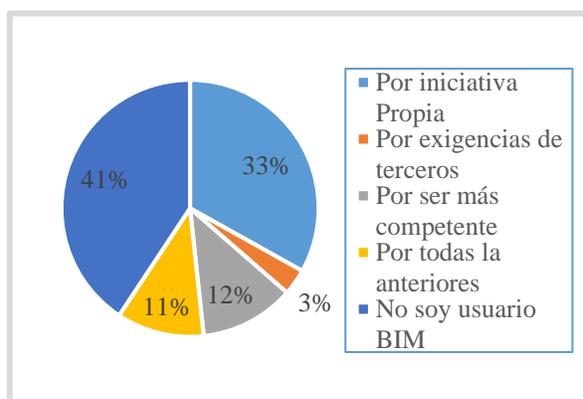


Figura 7. Por qué es usuario de BIM

Por otra parte, dentro de las prácticas de gestión de proyectos, el 54% de los encuestados indican que en menos del 50% de sus proyectos trabaja de forma colaborativa con otros involucrados.

En las encuestas se evidenció que el 58% de los encuestados indica que existe algún grado de estandarización en su empresa (no obligatorio), el 50% indica que su empresa tiene algún interés en actualización de nuevas tecnologías, y el 47% indica que los roles de trabajo pueden ser compartidos.

De los que indican tener algún conocimiento de BIM, los software más utilizados son Revit

(25%) y ArchiCAD (25%), y dentro de los más conocidos pero no utilizados se encuentran Navisworks (14%) y Tekla (12%) como se muestra en la Figura 10. Adicional a lo anterior, se evidencia que los software especializados anteriormente descritos se utilizan principalmente con el fin de diseñar (29%) como se observa en la Figura 9.

De los que han utilizado BIM, se evidencia que el mayor de uso herramientas BIM se dan para la especialidad arquitectónica (80%), y estructural (70%) como se muestra en la Figura 8.

La principal barrera asociada identificada respecto al uso de BIM es el tiempo de aprendizaje, seguida del costo por el cambio de tecnología, de la falta de apoyo por líderes de las empresas y la falta de solicitud por el cliente.

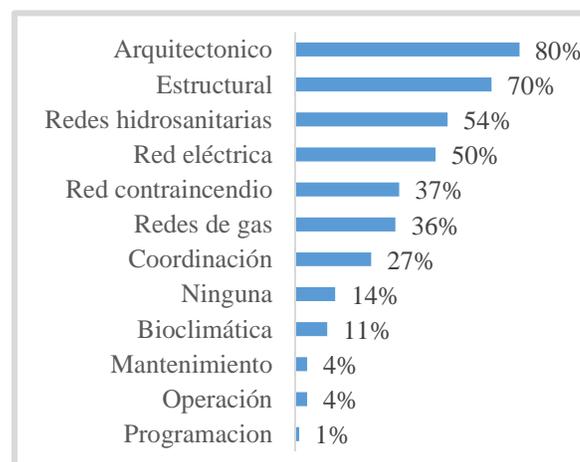


Figura 8. Especialidades en las que usa BIM

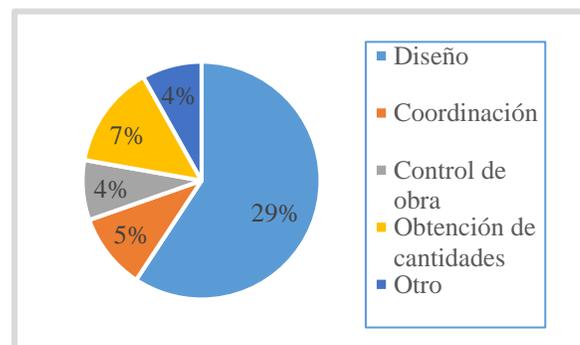


Figura 9. Finalidad del software especializado

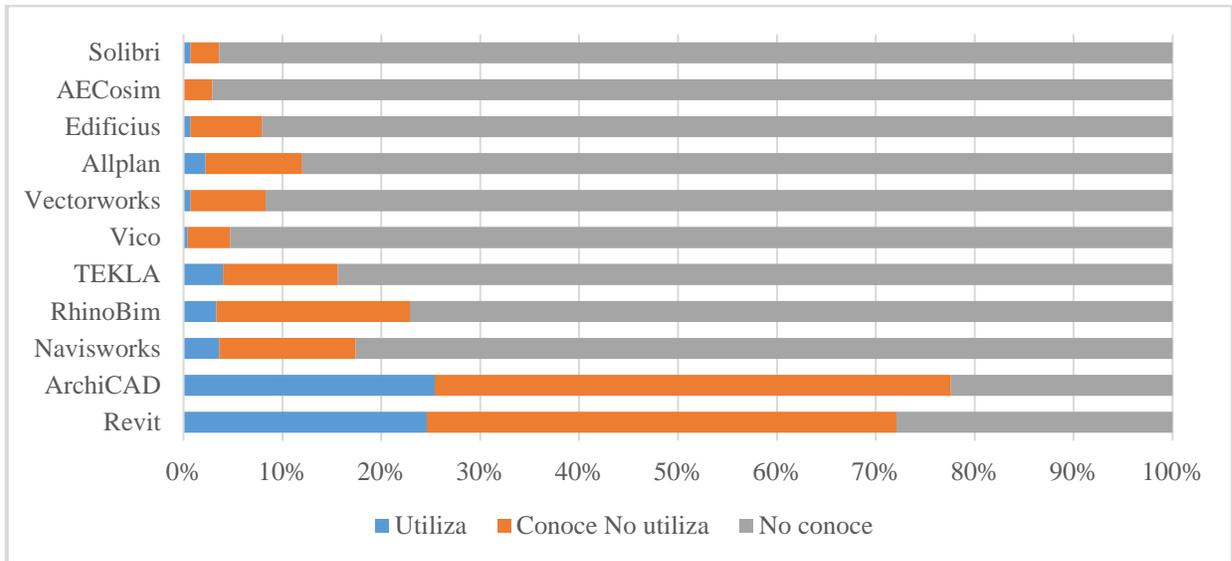


Figura 10. Uso de software BIM

La principal ventaja identificada es que se pueden determinar interferencias a edades tempranas del proyecto, asimismo, se consigue facilitar el trabajo entre los profesionales involucrados y de esta manera se logra un seguimiento y control más efectivo del proyecto.

Por último, se resalta que el 87% de los encuestados indica estar de acuerdo en que BIM será una práctica generalizada en el futuro, en proyectos de arquitectura, ingeniería y construcción, y el 65% está en desacuerdo de que sea útil únicamente en proyectos complejos.

4.3 Propuesta del Estándar

Actualmente, en el sector de la construcción en general, se presentan múltiples inconsistencias relacionadas con la escasa utilización de herramientas avanzadas de gestión, que permitan la coordinación y verificación de la información planteada por las diversas disciplinas involucradas en las diferentes etapas del ciclo de vida de los proyectos (Perez, 2015). En el caso de la construcción de edificaciones financiadas con recursos públicos en Colombia, comúnmente se observa que en la etapa de construcción de un proyecto, se presentan una serie de

imprevistos que afectan los procesos constructivos y de mantenimiento de las construcciones; lo anterior, debido a falencias en la calidad de los procesos de coordinación y los métodos utilizados para la planeación de esta infraestructura (Ruíz López, 2017).

Teniendo como punto de partida los grandes beneficios, que ha generado la implementación en otros países de la metodología BIM al ser adoptada durante el ciclo de vida completo de una obra, y basados en los resultados obtenidos por medio de la encuesta realizada para el desarrollo ésta investigación; se logró identificar la urgencia con respecto a la incorporación de nuevas técnicas y metodologías que permitan optimizar los recursos que se encuentran implicados durante el desarrollo de los proyectos financiados con recursos públicos; la propuesta de estándar está enfocada a potenciar los recursos y poder tener una base común entre los distintos interlocutores implicados en la gestión de los proyectos, con el fin de generar un intercambio de información de todo tipo, a lo largo de toda la vida del proyecto, y entre todas las entidades que participan en el proceso; lo anterior, asegurando que la construcción sea de alta

calidad, eficiente, segura y conforme con un desarrollo sostenible.

El proceso para implementar BIM definido en la propuesta de estándar, se entiende como una serie de mínimos y definiciones que deberá tener en cuenta el Estado para aplicar a proyectos susceptibles de ser financiados con recursos públicos de la Nación.

De acuerdo al análisis realizado de las guías y estándares a nivel mundial, así también como de los resultados obtenidos a través de las encuestas realizadas en la Figura 11 se indican los pasos establecidos en la propuesta de estándar.

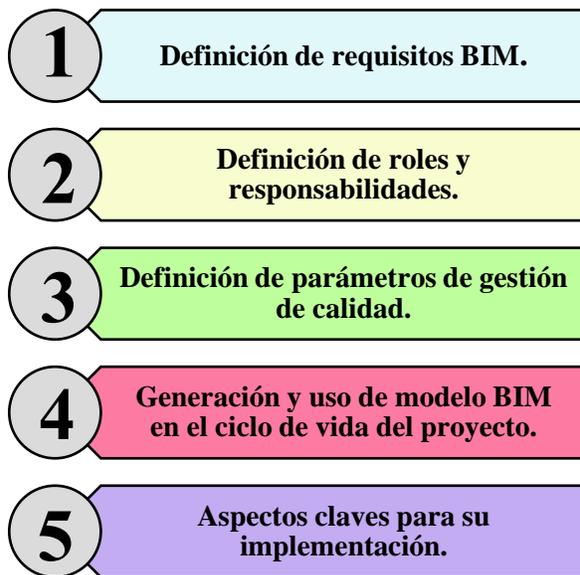


Figura 11. Pasos establecidos en la Propuesta de estándar

Estos requisitos deberán quedar plasmados en los manuales para presentación de proyectos de las diferentes entidades de orden nacional, al igual que deberán ser tenidos en cuenta por los entes regionales al momento de realizar los documentos de licitación de contratos de diseño, obra y/o mantenimiento. Los pasos definidos como generales, deberán ser aplicados para el ciclo de vida completo de las edificaciones financiadas con recursos públicos de la Nación, lo anterior teniendo en cuenta que un proyecto va desde su

concepción hasta su demolición y el Estado a través de sus entidades deberá realizar el seguimiento de la inversión para la implementación de BIM durante todo el ciclo de vida del proyecto.

4.4 Validación del estándar

La propuesta de estándar para implementar la metodología BIM en obras de edificación financiadas con recursos públicos en Colombia generada a partir de la investigación realizada en relación a la implementación de BIM a nivel mundial, el seguimiento y control a los proyectos financiados con recursos públicos en el país y los resultados obtenidos por medio de las encuestas, fue compartida con profesionales del sector de la construcción que manifestaron interés en participar en la etapa de validación.

Las observaciones realizadas por los profesionales en la etapa de validación se resumen principalmente en los siguientes puntos:

- Generar conclusiones dentro del estándar con respecto a los pasos que se deben tener en cuenta por parte de las entidades públicas para lograr su implementación. En estas se deberá incluir el tema de priorización de recursos y manejo de presupuestos públicos.
- Incluir el uso de BIM para verificar el proyecto con el entorno y con otros proyectos públicos.
- Incluir un apartado respecto a la necesidad de implementar BIM desde el sector educación.

Con base en lo anterior, la Propuesta del estándar, fue ajustada teniendo en cuenta los comentarios y observaciones realizadas por los profesionales que participaron en la etapa de validación. En consecuencia, se incluyó dentro de la propuesta de estándar un capítulo en donde se presentan los aspectos a tener en cuenta para la implementación de BIM en los

proyectos de inversión público (a nivel de estado, entidad pública y educación).

Posteriormente la propuesta ajustada fue revalidada en una mesa de trabajo con profesionales del sector, quienes estuvieron de acuerdo con el resultado final.

Asimismo, en la Fase de validación de la propuesta de estándar por parte de los profesionales a los que se les fue socializado el documento, se logró identificar que las observaciones recibidas más relevantes se ajustan a la realidad existente dentro del sector de la construcción de proyectos financiados con recursos públicos en Colombia; estas habían sido identificadas previamente en la Fase I - *Recolección y análisis de la información*, Fase II - *Realización de encuestas y análisis de información* y Fase III - *Elaboración y validación de la propuesta de estándar de implementación*.

5. Conclusiones y recomendaciones

- A través de los resultados de la encuesta realizada a profesionales involucrados en el sector de la construcción en Colombia, fue posible identificar que en la actualidad las fases de planeación, diseño, seguimiento y construcción de los proyectos se encuentran basadas en metodologías convencionales de administración y construcción de proyectos, que no facilitan la coordinación e interacción entre todos los involucrados, de una manera equilibrada. Es importante reconocer que la constante y oportuna comunicación, permitirá que durante la ejecución de los proyectos se puedan solventar los inconvenientes que se presenten, con el objeto de que estos no generen incumplimiento de los plazos y presupuestos programados inicialmente y de la calidad final del proyecto constructivo.
- Se evidencia a través de las encuestas, el bajo nivel de conocimiento que presentan sobre la metodología BIM las personas relacionadas con obras financiadas con recursos públicos en Colombia. Lo anterior causado por la falta de exigencia de uso de metodologías avanzadas de gestión como lo es BIM, y el atraso en solicitudes respecto a cómo presentar los proyectos en las diferentes entidades públicas. Por lo anterior el estándar genera claridad respecto a que aspecto deberán quedar incluidos dentro de las guías de presentación de proyectos de las diferentes entidades Nacionales.
- Por otra parte, la encuesta nos demuestra que la falta de uso de nuevas tecnologías y actualizaciones, se ven afectados por los “altos” costos en los que podría incurrir una empresa en capacitaciones, compra de licencias de programas y de equipos con especificaciones que los resistan. Es importante que se realice un análisis económico en términos de inversión y beneficios para diferentes tamaños de empresas, para así poder determinar en cuánto se recuperaría la inversión y generar el incentivo de estas metodologías.
- Entre las barreras más grandes encontradas para lograr la incorporación de métodos avanzados de gestión en Colombia se encuentra por un lado el desconocimiento con respecto al uso de la metodología BIM y por otro lado la resistencia al cambio por parte de las empresas del sector de la construcción caracterizadas por aplicar metodologías tradicionalistas en la gestión de proyectos en vez de utilizar una que involucre un mayor esfuerzo en la etapa de planificación de los mismos. De igual forma la alta corrupción que se presenta en el sector público, podría generar incertidumbre en los beneficios que podría llegar a tener este tipo de

metodologías. Por lo anterior, es importante que para la implementación obligatoria liderada por el Estado, se hagan alianzas con el sector privado quienes han tenido un mayor avance al respecto y son conocedores y testigos de los grandes beneficios que trae a la ejecución de los proyectos la implementación de la metodología BIM.

- La presente investigación pone en evidencia el gran vacío que existe en el tema normativo para la regulación legal con respecto a la implementación y la aplicación de la metodología BIM en el desarrollo de proyectos de la industria de la construcción en Colombia, esto puede generar especulaciones en su costo de implementación y ocasionar inconvenientes que estimulen la aparición de miedos sin razones válidas por parte de los constructores.
- La validación del estándar por personas con conocimientos de BIM, y trabajadoras del sector público, nos indica que esta propuesta incluye los aspectos necesarios que se esperan en un estándar liderado por entidades públicas.
- La propuesta de estándar establece que para la correcta implementación, se deberá lograr una sinergia entre el estándar, las guías para presentación de proyectos de entidades públicas y la definición de roles y responsabilidades del interventor y el consultor o constructor. Todos estos documentos deberán estar enfocados en la correcta implementación de BIM, lo que permitirá llevar a cabo un adecuado seguimiento y control por parte de los actores involucrados.
- La propuesta de estándar tiene el enfoque de implementar BIM en el sector público como un complemento a la Metodología General Avanzada (MGA) la cual es exigida en proyectos que serán financiados con recursos públicos, y está enfocada en que la información del proyecto se encuentre completa, sin evaluar su calidad técnica, y sin permitir realizar un seguimiento sobre el tiempo, costos, sostenibilidad y mantenimiento del proyecto, desde la etapa de planeación y diseño, pasando por la etapa de construcción, hasta el final de su vida útil.

6. Referencias

- AEC (UK) Committee. (Junio de 2015). AEC (UK) BIM Technology - Practical implementation of BIM for the UK Architectural, Engineering. Versión 2.1. Reino Unido.*
- Ambrosio, F. (09 de Marzo de 2015). Normativa BIM para obras públicas en el Reino Unido. Clarín Arquitectura. Obtenido de <http://www.iac.com.co/el-bim-en-colombia/>*
- Abbasnejad, B., & Izadi Moud, H. (2013). BIM and Basic Challenges Associated with its Definitions, Interpretations and Expectations. International Journal of Engineering Research and Applications, 287-294.*
- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. Leadership and Management in Engineering, 241-252.*
- Botero, L. F., Isaza, J. A., & Vásquez, A. (2015). Estado de la práctica de BIM en Colombia 2015. Sibragec Elagec 2015, (págs. 494-502). Sao Carlos.*

- CPNAA. (abril de 2017). Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares. Obtenido de Fomento y maduración del uso de BIM en Colombia: <https://cpnaa.gov.co/en/content/fomento-y-maduraci%C3%B3n-del-uso-de-bim-en-colombia>
- DNP, D. N. (Julio de 2015). *Manual conceptual de la Metodología General Ajustada (MGA)*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- es.BIM. (Mayo de 2017). *Definición de Roles*. España.
- Ghaffarianhoseinia, A., Tookeya, J., Ghaffarianhoseinib, A., Naismitha, N., Azhard, S., Efimovaa, O., & Raahemifarb, K. (2017). *Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits understanding its implementation, risks and challenges*. *Renweable and sustainable energy reviews*, 1046 - 1053.
- Gomez Sanchez, J. M., Rojas Quintero, J. S., & Aibinu, A. A. (2016). *The status of BIM adoption and implementation experiences of construction companies in Colombia*. VII Elagec - *Nuevas tendencias en la construcción sostenible*, (pág. 261). Bogotá.
- Monfort Pitarch, C., & Vidal, F. J. (2015). *Impacto del BIM en la Gestión del Proyecto y la obra de arquitectura*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Perez, C. G. (2015). *Metodología, aplicaciones y ventajas. Casos prácticos en gestión de proyectos*. Valencia, España.
- Porwal, A., & Hewage, K. N. (Mayo de 2013). *Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects*. *Automation in Construction*, Volumen 31, 204-214.
- Prosperidad Social. (2017). *Manual para la presentación de proyectos de infraestructura social*.
- Ruíz López, L. (2017). *Planteamiento de una estrategia de inclusión de BIM para empresas medianas de arquitectura en la etapa de diseño*. Bogotá, Colombia.
- Sanchez Silva, M. (4 de Agosto de 2013). *La infraestructura física en Colombia: deficiencias y principales desafíos*. Obtenido de <https://www.razonpublica.com/index.php/econom%C3%ADa-y-sociedad/6995-la-infraestructura-fisica-en-colombia-deficiencias-y-principales-desafios.html>
- Ulloa Román, K., & Salinas Saavedra, J. (Noviembre de 2013). *Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas - *Tesis maestría en la dirección de la construcción*. Lima, Perú.
- Universidad del Biobío. (2013). *Términos de referencia, uso de modelos BIM*. Dirección de arquitectura MOP. Chile.
- Valdivieso Taborga, C. E., Valdivieso Castellón, R., & Valdivieso Taborga, Ó. Á. (2011). *DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL MEDIANTE EL USO DE ÁRBOLES DE DECISIÓN*. Bolivia.

- Wong, A. K., Wong, F. K., & Nadeem, A. (2011). *Government roles in implementing building information modeling systems: comparison between Hong Kong and The United States. Construction innovation, 61-67.*
- Wong, A. K., Wong, F. K., & Nadeem, A. (2011). *Government roles in implementing building information modeling systems: comparison between Hong Kong and The United States. Construction innovation, 61-67.*