

# Building information modeling (BIM) to manage design and construction phases of Peruvian public projects

## Building information modeling (BIM) para la gestión del diseño y construcción de proyectos públicos peruanos

JOSE SALINAS

Mag. Ing., Peruvian University of Applied Sciences.  
pccijal@upc.edu.pe

GUILLERMO PRADO

Ing., Pontifical Catholic University of Peru.  
guillermo.prado@pucp.pe

An approach of the application of Building Information Modeling (BIM) in public projects is presented. The aim of this research is to obtain benefits on the design stage based on a collaborative and integrated processes which involves all the stakeholder's participation for the understanding of the project through the visualization of BIM models in order to avoid interferences and future problems. This will cause the reduction additional costs (over budget) and term extensions during the construction phase. Although BIM should be used since the design stage, this study will provide an approach of BIM application on projects that already has an approved technical file which the BIM fill focused on the construction stage. The literature review shows successful experiences of BIM implementation in Europe, Asia and America, where the construction time and cost were significantly reduced by the use of BIM. This approach starts by the understanding of the BIM uses related with the collaborative work and align them to the needs of the Peruvian construction industry in a gradual, sustainable and growing commitment, which must start by the government dictate that will be the one that defines a "roadmap" to follow.

*BIM; Design; Construction; Public projects; Peruvian public sector.*

En el presente artículo se presenta una propuesta de aplicación de la tecnología BIM (Modelado de la Información de las Construcciones) en proyectos públicos peruanos de construcción. La finalidad de esta propuesta es obtener beneficios desde el diseño basándose en un proceso colaborativo e integrador de todos los involucrados para el entendimiento del proyecto a través la visualización de modelos virtuales, detectar interferencias y lograr solucionar los problemas que se presentan en los proyectos. Lo mismo que conlleven a la reducción de adicionales y ampliaciones de plazo durante el proceso de construcción. Si bien la tecnología BIM se debe aplicar desde el diseño, también se presenta una propuesta de la aplicación de BIM para proyectos que ya cuenten con un expediente técnico aprobado y su aplicación se centre en la etapa de construcción. Contamos con experiencias exitosas que se han obtenido en Europa, Asia y América, en donde se ha logrado reducir significativamente los tiempos y los costos de construcción. Esta propuesta parte por entender los usos de BIM asociados al trabajo colaborativo y alinearlos a las necesidades de nuestra industria en una apuesta gradual, sostenible y creciente, que debe partir por el mandato gubernamental que será la que marque la "hoja de ruta" a seguir en este proceso

*BIM; Diseño; Construcción; Proyectos públicos; Sector público peruano.*

### 1. INTRODUCCIÓN

Los proyectos públicos de construcción en Perú presentan muchos problemas. Éstos son causados por una poca eficiente gestión en las etapas de planificación y ejecución, falta de control estatal, fragmentación inherente a las contrataciones estatales, trabas financieras y estudios básicos de pre-inversión de mala calidad o incompletos [1]. Los problemas mencionados ocasionan costos adicionales de obra e innumerables retrasos en la etapa de ejecución; asimismo, esto trae como consecuencia menos confianza por parte del Estado para realizar futuros proyectos.

No obstante, el Banco Mundial posee estadísticas donde se observa un gran crecimiento de Perú dentro de su región entre los años 2002 y 2015 a causa de un contexto externo favorable; reformas estructurales que permitieron el crecimiento del país y políticas macroeconómicas prudentes [2].

En el desarrollo de cualquiera de las etapas de estos proyectos es manifiesto que la información fluye por diversos grupos, lo que obliga a tener adecuada comunicación afín de alcanzar las metas establecidas; pero la cual no se genera en la práctica. De la misma forma, no se fomenta una integración a niveles de organizaciones ni entre las fases de proyecto, lo

que ocasiona aumentos de costo, retrasos en la entrega y baja productividad; lo que también es generado porque estos proyectos no responden a un objetivo estratégico de desarrollo. Adicionalmente; no poseen una adecuada ejecución en la etapa de diseño, de la misma forma ocurre en la etapa de construcción y hay una falta de participación de los usuarios finales en la concepción de estos proyectos [3].

Con el nuevo sistema de inversión pública implantado por el estado peruano (INVIERTE.PE) se busca generar mejores resultados que con el todavía existente Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) debido a una nueva forma de planificación presente en el primero mencionado y a la mayor agilidad con los trámites necesarios para desarrollar proyectos públicos de construcción. Además del cambio de sistema mencionado, hay metodologías empleadas en el mercado local, básicamente en el sector privado, que aumentan la productividad de los proyectos de construcción y que se vienen usando desde inicios de la década, pero que no son promovidas por el estado.

Una de éstas metodologías es la del Modelamiento de la Información de las Construcciones (BIM, por las siglas en inglés de Building Information Modeling), la cual ha sido implementada por diversos gobiernos alrededor del mundo desde hace varios años y en donde se han obtenido mejoras, generando un cambio positivo en la industria de la construcción.

Esto debido al sistema “Top – down” usado en la implementación de BIM, al papel del Estado como el cliente que puede solicitar el uso de BIM, siendo requisito fundamental para el desarrollo de proyectos públicos de construcción y al papel del estado como el propietario final del proyecto entregado que obtendrá los beneficios de la adopción de BIM para gestionar de manera más eficiente el proyecto en la etapa de mantenimiento [4].

Como puede verse, en Perú existen muchos problemas al gestionar proyectos públicos, problemas que han sido mitigados en otras partes del mundo por medio de la aplicación de BIM ya sea en forma de normas o “buenas prácticas” tomadas por diversos países. Debido a ello, en este trabajo de investigación se presentarán los principales aportes hechos por los países líderes en implementación BIM a nivel de sector público.

También se presentará el proceso que tienen los proyectos públicos de construcción en Perú, visto como una realidad en la que la industria debe alinear sus esfuerzos para obtener mejores resultados. Y, finalmente, se hará una “propuesta de aplicación BIM” a los proyectos de construcción públicos peruanos para enfocar la aplicación de BIM a generar mayor valor público en estos proyectos.

## 2. METODOLOGÍA

Para lograr la “propuesta de aplicación BIM” que permitirá

una adecuada implementación BIM que afecte los proyectos públicos de construcción se seguirán los siguientes pasos: Primero, se presentará lo que se ha realizado en el mundo respecto a implementación BIM liderada por el gobierno de cada país, destacando los aportes hechos por Estados Unidos de América, Reino Unido y Singapur; y los aportes de los países de América del Sur, por ser países vecinos de Perú.

Luego, se expondrá la legislación vigente que afecta a los proyectos públicos (también conocidos como inversiones) de construcción en Perú para entender cuáles son los procesos que deben seguirse en estos proyectos y en qué parte es más conveniente aplicar BIM, por ser una herramienta que promueve el trabajo colaborativo.

Asimismo, se expondrán los esfuerzos realizados hasta la fecha por el gobierno peruano para usar BIM en sus proyectos. Finalmente, con la experiencia recogida de los países líderes en implementación BIM, entendiendo la situación actual del sector público en lo que respecta a la industria de la construcción e incluyendo los esfuerzos realizados por el gobierno peruano sobre BIM; se pasará a presentar la “propuesta de aplicación BIM” a proyectos de construcción públicos.

## 3. REVISIÓN DE LITERATURA: BIM EN EL SECTOR PÚBLICO

BIM nace como una necesidad de la industria de la construcción ante la decreciente productividad que venía mostrando. Estudios realizados en los Estados Unidos mostraron que una de las causas ha sido la fragmentación de la industria y el poco uso de la tecnología [5].

En nuestro país se han realizado trabajos de tesis que muestran que una de los principales problemas que se presentan en los proyectos son la compatibilización de planos, errores de diseño, entre otros que generar una cantidad importante de documentos con requerimiento de información (RFI, por sus siglas en inglés) [6].

Estudios realizados por McKinsey Global Institute [7], muestran que nuestra industria mantiene un bajo nivel de uso de la digitalización con apenas un 6% en comparación a otras industrias como la agricultura, forestal, pesca y caza con 10%; minería con un 15%; aceite y gas con 20%; química y farmacéutica con un 23%; entre otras, por otro lado la adopción de nuevas tecnologías en la sociedad es bastante acelerada y creciente en los últimos años debido a la facilidad con que se adoptan los usuarios, sobre todo las nuevas generaciones como los “millenials” y generación Z, lo que garantiza que la adopción de esta tecnología va a demandar poco tiempo.

A continuación, se presentarán términos clave para entender la aplicación de BIM y las diversas adopciones hechas en otros países respecto a éste. Seguido de ello se presentarán los aportes hechos por los países líderes en implementación BIM a nivel de sector público y, finalmente, se presentarán los

estados de implementación BIM en los países de América del Sur.

### 3.1 CONCEPTOS PREVIOS

- ◆ Tecnología de Información BIM: debemos tener claro que BIM como una tecnología de la información tiene 3 componentes que deben ser atendidos para lograr una adecuada adopción: las herramientas, los procesos y, lo más importante, las personas. El pretender adoptar BIM sin las herramientas adecuadas puede ocasionar que no se logre un trabajo eficiente de los stakeholders. Por otro lado, el gestionar los proyectos con BIM requiere de un replanteo de los procesos de gestión de los involucrados, en los diferentes escenarios con el fin de lograr el éxito del proyecto y finalmente y no menos importante es la gestión de personas, donde lo que se busca en primer lugar es que aporten al proyecto con su experiencia y su "know how", todos los involucrados en forma oportuna. En esta etapa juega un rol importante el BIM manager ya depende mucho de él, el poder lograr la sinergia del equipo [9].
- ◆ Niveles de Desarrollo: el concepto de nivel de desarrollo (LOD, por las siglas en inglés de Level of Development) se refiere a la madurez de la información que posee un elemento modelado, los que pueden ser parte de un material, sistema constructivo, componente o montaje del edificio [10]. LOD también hace referencia al nivel de confiabilidad de la información colocada en el elemento y la geometría de éste, para que pueda ser utilizada por el grupo de trabajo [11].
- ◆ Estandarización: la estandarización es el proceso de generación de estándares [12], los cuales son un convenio de soluciones especificadas para un cierto tipo de problemas que satisface las necesidades de todos los involucrados, las cuales pueden ser repetidas numerosas veces [13]. Es necesario que toda la información generada sobre BIM siga un proceso ordenado de estandarización, lo que proveerá de documentación valiosa que agregue valor a la implementación BIM en diversas organizaciones. Para el caso de BIM se tiene el IFC (Industry Foundation Class) como un estándar internacional y abiertamente aceptado por toda la industria AEC que permite el intercambio de información entre los programas de computadora usados en proyectos de construcción [12].
- ◆ Mapeo de procesos: es una actividad empírica por la cual se define la forma de trabajo, las responsabilidades de cada involucrado y los resultados esperados de los procesos desarrollados por alguna empresa o entidad. Por ser empírico, se basa en el conocimiento del funcionamiento general de dicha institución; además, se puede usar para establecer los indicadores que determinarán si los resultados son satisfactorios o no. La finalidad de estos mapas es presentar un esquema que

demuestre el flujo operacional y la interrelación entre todos los involucrados y sectores, lo que luego es usado como una línea base que muestra el diagnóstico de los procesos actuales para que puedan ser perfeccionados por el equipo de trabajo. Usualmente son realizados por medio de entrevistas, talleres colaborativos, reuniones, recorridos en el lugar de trabajo, recopilación documentaria, etc. [14] [15].

- ◆ Sesiones de Ingeniería Concurrente Integrada (ICE): es un método social que mediante el uso apropiado de la tecnología crea y evalúa modelos virtuales realizados por equipos multidisciplinares en tiempos extremadamente rápidos [16]. El principal objetivo de las sesiones ICE es resolver los problemas de los proyectos en tiempos muy cortos de tiempo por medio del trabajo colaborativo entre todos los involucrados; para ello, la aplicación de los modelos BIM en estas reuniones es fundamental, ya que presenta una plataforma objetiva de trabajo, sobre la cual se pueden tomar decisiones.
- ◆ Plan de ejecución BIM: (BEP, por las siglas en inglés de BIM Execution Plan) es el documento más importante para la adopción de BIM en un proyecto. Es elaborado por todo el grupo de trabajo, lo que lo convierte en uno de los primeros documentos desarrollado de forma colaborativa por todo el grupo. En su desarrollo deben participar también los stakeholders posteriores, como el constructor, usuarios finales, etc. El BEP es único y es dinámico, conforme el proyecto cambia, el BEP del proyecto también lo hace [8].

### 3.2 BIM EN OTROS PAÍSES

Muchos países han tomado la implementación BIM como uno de sus principales objetivos dentro de sus proyectos públicos para poder incrementar la productividad en el sector construcción y para impulsar el cambio en esta industria, necesidad que han visto debido al cambio climático y a la comparación de los niveles de productividad de la construcción contra otras industrias [4].

Cheng & Lu (2015) han recopilado los principales aportes realizados por cada país que pertenece a las regiones estudiadas en materia de implementación BIM a nivel de sector público.

Un resumen de la recopilación mencionada se encuentra en la ilustración 1, donde destacan los aportes hechos por Estados Unidos de América, Reino Unido, Singapur y Australia. De los cuáles los 3 primeros son los referentes a nivel mundial de implementación BIM no solamente por los estándares, normativas y demás documentos que han emitido; sino también por los diversos roles que adopta el sector público al liderar la adopción de BIM en sus respectivas industrias [17].

- ◆ Estados Unidos de América: La Administración de Servicios Generales de los Estado Unidos (GSA, por sus siglas en

Region	Country, City or Organization	BIM Adoption		
		Targets and Promises	BIM implementation	
The United States	Nation-wide	NBS, USAGE, GSA, VA, AIA, NIST, AGC	Require BIM on projects	BIM programs, committees, BIM workshops and training courses, fund BIM and R&D projects, USACE - BIM roadmaps
	State-wide	Wisconsin, Ohio, Tennessee	Require BIM on projects	BIM projects
	City-wide	New York, Seattle	Require BIM on projects	BIM projects
	University-wide	PSU, LACCD, IU, etc	Require BIM on projects	BIM projects
Europe	the United Kingdom	BSI, CIC, AEC-UK	Adopt Level 2 BIM by 2016	BIM Task Group, BIM sessions, BIM training programs
	Norway	Statsbygg. Etc.	2010, Gov. Commitment to BIM 2010, Statsbygg - require BIM for new buildings	BIM programs, pilot and R&D projects
	Finland	Senate Properties	2007, require the use of IFC/BIM for its projects	BIM projects
	Denmark	Palaces & Properties Agency, etc.	Danish state clients such as the Palaces & Properties Agency require BIM	Digital Construction project
	Sweden	Transportation Administration, etc.	2015, all investment projects use BIM	BIM implementation project, pilot projects to demonstrate BIM
	Netherlands	Rijkswaterstaat, Rijksgebouwendienst	2011, mandate BIM in building projects with 7,000,000 m <sup>2</sup>	BIM 2012-2014 program, pilot projects, BIM database
	Asia	Singapore	BCA	2015, 80% of the industry using BIM and BIM e-submission
	Korea	MILTM, PPS. KICT, KIKCTEP	MLTM, PPS mandate BIM before 2016	MLTM - BIM implementation roadmap, BIM program, BIM R&D projects, PPS - BIM fund
	Japan	MLIT, JFCC, JIA	2010, MLIT manddate BIM in government projects	MLIT-BIM pilot projects, JFCC - BIM special section, BIM seminar
	Mainland China	The Ministry of Housing and Rural Urban Development	2012, release the national 12th Five Year Plan (2011 - 2015)	BIM-related national standards program
	Taiwan	NTU, etc.	No Gov. Commitments to BIM	Fund BIM projects, centers, NTU - BIM conferences, forums, training workshops, publications and research projects
	Hong Kong	HA, ArchSD, MTRC, HKIBIM, HKCIC, etc.	HA - BIM in all new projects by 2014	BIM projects, conferences, ArchSD - BIM development unit, training courses, pilot projects, Lands Department - 3D spatialdatabase, BM seminar, HKIBIM - BIM committees
Australasia	Australia	BEHC, AMCA, NATS-PEC	Require 3D BIM for Gov. projects by 2016	BEIIC - BIM plan, pilot projects, AMCA - BIM initiative, forums, training plans

Ilustración 1: Esfuerzos hechos por países en implementación BIM desde el sector público. Extraído de Cheng & Lu (2015)

inglés) desarrolló el “Programa Nacional de 3D-4D-BIM” en el 2003. Este programa determinó las políticas que guiarían la implementación de BIM para los proyectos de construcción (edificaciones) públicos en Estados Unidos.

El uso de BIM por parte de GSA le propició tener mejor control durante el desarrollo del proyecto para terminarlo dentro del plazo establecido, ser más efectivo en usar sus recursos y mejorar la calidad del diseño y construcción de sus proyectos [18]. Además, esta institución identificó el aumento de eficiencia mostrado por parte de la simulación, coordinación, visualización y optimización en otras industrias (tanto en la parte pública como privada); las cuales son aplicables a la industria AEC gracias a la implementación de BIM.

Por medio del “Programa Nacional de 3D-4D-BIM” se promueve la aplicación de BIM de la siguiente manera:

- Soporte (expertos y recursos) en la adopción BIM a

entidades estatales y a proyectos independientes.

- Asesoramiento sobre la mejor forma en usar la información obtenida del modelo BIM para la etapa de operación y mantenimiento.
- Generación de propuestas de lenguaje contractual para los servicios BIM.
- Promoción del involucramiento de los proveedores de servicios BIM y profesionales pertenecientes a la industria AEC.
- Creación de estándares BIM.
- Incorporación a la academia para desarrollar investigaciones sobre el uso de BIM [17].

Adicionalmente, dentro de este programa también se han desarrollado 8 guías que orientan la adopción BIM. Estas guías abordan temas como el contexto en donde se

desarrolló el “Programa 3D-4D-BIM”; usos BIM como la simulación 4D, coordinación, eficiencia energética, etc.; y gestión de los activos en la etapa de operación y mantenimiento. Una característica propia de la implementación BIM en Estados Unidos son los diferentes niveles donde se lleva a cabo la adopción de BIM; no son solamente instituciones públicas, también son universidades, empresas y otras organizaciones pertenecientes a la industria que aportan a que la implementación BIM sea fructífera [17]. Todas estas organizaciones poseen sus propios estándares y se crea algún tipo de “sana competencia” entre sus pares.

- ◆ Reino Unido: Se puede considerar al Reino Unido como los líderes en implementación BIM desde el gobierno. Las guías, estándares y niveles están interrelacionados por medio de su mapa de maduración BIM.

En este mapa se incluye la participación de toda la industria (academia, contratistas, proveedores, etc.) y se promueve el trabajo colaborativo e integrado de todos ellos en proyectos públicos considerando al estado británico como el líder en esta innovación [19]. Este mapa considera que la maduración BIM posee 4 niveles, los cuales son los siguientes:

- Nivel 0: es la forma de trabajo tradicional con CAD, solamente planos en 2D. Si bien se puede desarrollar un modelo, éste no se gestiona. Hay intercambio de información, pero cada involucrado lo hace sin formatos ni reglas preestablecidas en conjunto. No hay colaboración.
- Nivel 1: Hay una gestión incipiente de planos CAD. Se usan planos 2D en conjunto con modelos en 3d, los que poseen objetos con atributos. Estos modelos son usados por cada especialidad y sirven, básicamente, para visualización.
- Nivel 2: Existe trabajo colaborativo por medio de modelos, los cuales sirven para que los involucrados en esta etapa desarrollen el diseño del proyecto; sin embargo, no se trabaja sobre un mismo modelo. Existen documentos y archivos estandarizados para cada especialidad, lo que da como resultado que los modelos partan desde una misma “plantilla”, los que luego se compatibilizan según pasen por cada especialidad. Adicionalmente, es común el uso de modelos 4D y 5D. Este nivel es particular, pues se ha establecido la obligatoriedad de alcanzar este nivel para el 2016 en todos los proyectos públicos.
- Nivel 3: Hay integración entre todas las especialidades involucradas en el proyecto. Existen formatos y archivos comunes para los modelos, los cuales sirven para la etapa de diseño y se usa su información para las siguientes etapas. Los modelos

son colaborativos, poseen características para trabajarlos online y la información que poseen es accesible para todos los participantes, con la cual pueden hacer estimaciones de costos, secuencia constructiva, etc. [20].

- ◆ Singapur: La Autoridad de la Construcción y Edificaciones (BCA, por sus siglas en inglés) ha generado por medio de su Red de Constructoras e Inmobiliarias (CORENET, por sus siglas en inglés) un repositorio de códigos gubernamentales y guías de apoyo para dirigir el apropiado uso de BIM [17]. Estos documentos tratan los siguientes temas: implementación BIM para las fases de los proyectos, integración entre los involucrados, determinación de tareas y entregables para cada especialidad, etc.

En el 2010 se presentó el primer “BIM Roadmap” del gobierno, el cual posee las siguientes estrategias:

- Incentivar a las empresas constructoras a la aplicación de BIM.
- Incentivar a instituciones del estado a solicitar BIM como requerimiento para contratar con ellos.
- Disminuir los impedimentos para no aplicar BIM en proyectos de construcción.
- brindar asesoramiento para manejar software de modelado BIM [21].

Luego de 3 años de este “BIM Roadmap”, se presentó en el 2014 una segunda versión que implementó nuevas estrategias como: generar programas de entrenamiento más grandes sobre el uso de BIM, promover la colaboración BIM entre todos los involucrados de la cadena de suministro, realizar más proyectos de investigación y trabajar en conjunto con la industria manufacturera que genera los materiales para los proyectos de construcción usando información obtenida del modelo BIM [22].

Adicionalmente a los países líderes en implementación BIM a nivel de sector público, también se mostrarán los aportes hechos por los países de la región de América del Sur, los cuales no están recogidos en el artículo de Cheng & Lu (2015). Cabe mencionar que los países sobre los que se hablarán son los que poseen algún esfuerzo por parte de sus gobiernos o algún documento estandarizado en lo que respecta a implementación BIM.

- ◆ Argentina: BIM FORUM ARGENTINA es la organización conformada por entidades públicas y privadas (universidades, ministerios, empresas consultoras, empresas proveedoras, etc.) de Argentina que lidera el cambio generacional hacia el uso de BIM por el que está pasando la industria de la arquitectura, ingeniería y construcción en dicho país [23]. Hasta el momento se ha publicado un

estándar BIM donde se tiene como objetivos el disponer de una guía de fácil aplicación de los usos BIM, promover la aplicación de BIM y establecer una manera similar de aplicación BIM para las instituciones que deseen utilizarlo [24].

A pesar de no tener el sector público de Argentina un plan para la implementación BIM, se han desarrollado algunas mesas de trabajo convocadas por la Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública para tratar temas sobre la futura y paulatina implementación de BIM en las obras públicas de este país [25].

- ◆ Brasil: es uno de los pocos países de la región que ya presenta un “plan” por parte del sector público que representa una hoja de ruta a seguir en implementación BIM. En este país existe una “Estrategia BIM BR” planteada por el Gobierno Federal de Brasil y liderada por el Ministerio de Industria, Comercio exterior y Servicio (MDIC) en asociación con la Agencia Brasileira de Desarrollo Industrial (ABDI).

Esta estrategia tiene como objetivos aumentar la productividad de la construcción civil, reducir los costos de producción, incentivar la competencia del mercado y ampliar la transparencia en las obras públicas de todo Brasil. Además, Estrategia BIM BR ha lanzado una “Plataforma BIM BR”, el cual es un portal con contenido dinámico que hospedará la Biblioteca Nacional BIM (BNBIM) con el fin de tener todas las bibliotecas de objetos BIM conglomerados en dicho portal [26].

Todos los objetivos y directrices de trabajo para implementar BIM de una manera escalonada y con indicadores definidos para evaluar los resultados están expresados en el BIM BR Roadmap [27] es la hoja de ruta a seguir para implementar BIM satisfactoriamente en Brasil.

- ◆ Chile: El Comité de Desarrollo Digital de la Corporación del Fomento de la Producción (CORFO) es la institución pública encargada de liderar la implementación de BIM por medio de Planbim, el cual también es impulsado por el plan estratégico Construye 2025 de la misma corporación.

El Plan tiene como objetivo incrementar la productividad y sustentabilidad – social, económica y ambiental – de la industria de la construcción mediante la incorporación de procesos, metodologías de trabajo y tecnologías de información y comunicaciones que promuevan su modernización a lo largo de todo el ciclo de vida de las obras. Para ello, ha establecido como meta el uso de BIM en el desarrollo y operación de los proyectos de edificaciones e infraestructura pública para el 2020.

Este Plan también contempla la promoción de BIM en las universidades, tanto en los programas de pregrado como de posgrado, para obtener el recurso humano que se

necesitará en la implementación de BIM en sus proyectos públicos [28]. Además, también se han generado acuerdos y líneas de acción que involucran a todos los actores de la industria de la construcción a fin de trabajar colaborativamente en la aplicación de BIM y conseguir los objetivos planteados [29].

#### 4. PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DEL SECTOR PÚBLICO PERUANO

En esta sección se explicará el marco normativo que rige las obras públicas del estado peruano, se pondrá como ejemplo los problemas presentados en los proyectos de inversión pública (PIP) del sector salud y se presentará los esfuerzos realizados hasta el momento en lo que respecta a implementación BIM en proyectos públicos en Perú.

##### 4.1 MARCO NORMATIVO QUE RIGE LOS PROYECTOS PÚBLICOS DE CONSTRUCCIÓN

Los proyectos públicos de construcción u obras públicas son un conjunto derivado de actividades materiales (construcción, reconstrucción, mejoramiento, demolición, excavación, etc.) las cuales se realizan sobre bienes e inmuebles, tales como edificaciones, puentes, entre otros, que requieran de dirección técnica, expediente técnico, mano de obra, materiales y/o equipo que buscan satisfacer las necesidades de la comunidad [30].

Para poder satisfacer alguna necesidad nace una idea, la cual debe demostrar rentabilidad social. Para poder determinarla, esta idea ingresa a un sistema, denominado Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones – Invierte Perú, antes conocido como el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).

Con este nuevo sistema (Invierte Perú) se fortalece la fase inicial con una programación estratégica que agiliza la formulación y evaluación de proyectos; identifica y prioriza proyectos que cierran brechas sociales y económicas [31].

A diferencia de las 3 fases que contenía el SNIP (Pre inversión, Inversión y Post inversión), Invierte Perú posee 4 fases: Programación Multianual, donde se hace el diagnóstico de la situación de las brechas de infraestructura o de acceso a servicios públicos, y la definición de los objetivos a alcanzarse respecto a dichas brechas; Formulación y Evaluación, comprende la formulación del proyecto, de aquellas propuestas de inversión consideradas en la programación multianual, y la evaluación respectiva sobre la pertinencia de su ejecución, debiendo considerarse los recursos para la operación y mantenimiento del proyecto y las formas de financiamiento; Ejecución, abarca la elaboración del expediente técnico y la ejecución física y financiera respectiva; y Funcionamiento, comprende la operación y mantenimiento de los activos generados con la ejecución de la inversión pública, en esta etapa las inversiones pueden ser objeto de evaluaciones ex post, con el fin de tener

lecciones aprendidas [32].

Con estas nuevas fases en el marco que rige las obras públicas se busca evitar los problemas que existían con el SNIP, como la gran diferencia entre los proyectos declarados viables y los proyectos que se han ejecutado, la falta de automatización de procesos, mala disponibilidad presupuestal y el mal financiamiento para los proyectos dentro del SNIP, mucho de esto debido a la falta de estudios adecuados desde etapas tempranas en estos proyectos.

Durante todas las fases de Invierte Perú se hacen contrataciones con el estado, las cuales son reguladas por la Ley de Contrataciones del Estado (Ley N° 30225), la cual tiene por finalidad maximizar el valor de los recursos públicos que se invierten con las mejores condiciones de precio y calidad, que permitan el cumplimiento de los fines públicos y tengan una repercusión positiva en las condiciones de vida de los ciudadanos [33].

Dentro de esta ley se establecen los diversos tipos de contratación que se aplican a las obras públicas y se dan las consideraciones necesarias para poder mejorar las contrataciones del estado [34].

Por ejemplo, se tiene como principio la transparencia y la vigencia tecnológica, además de otros principios, para la contratación hecha por el estado. Sin embargo, no se ha visto esto reflejado en los diversos proyectos públicos donde se observa tecnología antigua aplicada a ellos y donde hay múltiples denuncias por corrupción que involucran tanto a funcionarios públicos como a empresarios de grandes constructoras del país.

#### 4.2 CASO DE INVERSIÓN PÚBLICA EN SECTOR SALUD

La Asociación Nacional Invierte Perú (ANIP) ha realizado una estadística donde se muestran los proyectos de inversión pública (PIP) del sector salud que han satisfecho sus objetivos de costo, tiempo y alcance. Se han evaluado 734 proyectos del sector salud entre los años 2001 – 2014, tiempo en el que la normativa vigente era el SNIP. Estos son los resultados respecto a estos indicadores:

- ♦ Costo: 14 (1.91%) proyectos se han ejecutado con el monto indicado en su fase de viabilidad y 434 (59.13%) se han ejecutado con un monto menor al indicado en su fase de viabilidad, con un -28.86% en promedio. Los 286 (38.96%) restantes han sido ejecutados con un monto mayor al indicado, 28.59% más en promedio con picos de hasta 200% más respecto al monto establecido en viabilidad.
- ♦ Tiempo: 8 (1.09%) proyectos se han ejecutado en el plazo previsto en su fase de viabilidad, 369 (50.27%) se han ejecutado en un plazo menor al previsto. Ninguno de estos 377 proyectos supera los tiempos determinados en su fase de viabilidad. Los 357 (48.64%) restantes se han ejecutado en un plazo mayor al previsto en la fase de

viabilidad, teniendo casos donde retrasos son mayores al 100% del tiempo calculado y un caso extremo donde se tiene un retraso de 9000%.

- ♦ Alcance: 32 (4.36%) proyectos no cumplieron los objetivos que el proyecto demandaba, mientras que los 702 (95.64%) proyectos restantes han logrado con éxito cumplir los objetivos que el proyecto demandaba [35].

Estos resultados muestran las deficiencias que existen en los proyectos públicos: entremos de 200 % de adicionales en costo, hasta 9000 % de retrasos en tiempo de entrega y objetivos no alcanzados con los que los proyectos fueron concebidos. Además, se sabe que no existe predictibilidad en las etapas iniciales de éstos, lo que ocasionan consumos innecesarios de recursos.

Por otro lado, la burocracia presente en el sector público dilata los tiempos de revisión y aprobación de los proyectos, lo que ocasiona que la brecha que éstos atienden no se cierre y las necesidades sigan sin satisfacerse. Es evidente que un cambio debe hacerse en la forma que desarrollamos proyectos a fin de que estos problemas se mitiguen.

#### 4.3 BIM EN EL SECTOR PÚBLICO PERUANO

El uso de BIM no es ajeno a los proyectos públicos de construcción del Perú ni a las instituciones del estado peruano, los ministerios del Interior, Educación, Justicia y de Vivienda, Construcción y Saneamiento han tenido charlas sobre el uso de esta metodología en sus instalaciones con el objetivo de poder implementar BIM en sus diversos proyectos.

El Ministerio del Interior (MININTER) dentro de su convenio marco con la Organización Internacional de las Migraciones (OIM) ha desarrollado 3 proyectos donde se ha usado BIM en diversas formas. Los alcances se explicarán a continuación:

- ♦ “Ampliación y mejoramiento de la escuela técnico superior de mujeres pnp – San Bartolo”: se usó BIM en la construcción y ha generado términos de referencia (TDR) donde se indica los requerimientos para aplicar BIM a este proyecto.

Dentro de estos TDR se encuentran algunos conceptos descritos sobre la implementación BIM (BIM, sesiones de ingeniería concurrente (ICE), nivel de desarrollo, etc.) que deben ser mejor explicados para poder obtener un resultado más prolijo del uso de esta tecnología. Además, se precisan en estos TDR los formatos y los recursos necesarios a usarse en el proyecto mencionado para tener un flujo de información mucho más dinámico entre todos los involucrados.

- ♦ “Nuevo hospital de la policía - Luis N. Saenz”: en este proyecto se requiere el uso de BIM desde la etapa de diseño. Asimismo, se desarrollaron unos TDR con el mismo formato descrito en el proyecto anterior.
- ♦ “OE – PNP Chorrillos”: en este proyecto se está aplicando

el modelado virtual desde la etapa de diseño y se están generando propuestas para darle más calidad a esta etapa. Es importante mencionar que este proyecto posee un Plan de Ejecución BIM detallado conforme a lo que establecen los TDR del proyecto; la cual es la principal diferencia con los otros dos proyectos [36].

El Ministerio de Justicia (MINJUS) por medio de la Oficina de Infraestructura Penitenciaria (OIP) del Instituto Nacional Penitenciario (INPE) ha desarrollado un proyecto (albergue penitenciario) usando BIM desde el diseño, siendo gestionado de manera interna por propios especialistas de esta institución, obteniendo resultados satisfactorios en la aplicación de esta metodología.

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, por su parte, ha convocado un comité técnico para desarrollar la Norma Técnica de modelo BIM, la cual busca determinar las condiciones mínimas que se deben solicitar por parte de las instituciones públicas cuando éstas requieren hacer proyectos usando BIM. Este comité está conformado por profesionales representantes de entidades públicas, instituciones privadas y reconocidas universidades públicas y privadas.

El Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) ha establecido el Plan BIM – PERÚ, el cual tiene como objetivo principal contar con elementos técnicos necesarios para la toma de decisiones, respecto al uso de metodologías colaborativas de modelamiento digital de la información, aplicables a las fases de Formulación y Evaluación, Ejecución y Funcionamiento de la inversión en infraestructura pública. Para esto se busca convertir el Plan BIM – PERÚ en una hoja de ruta que establezca el plan de acción que se debe seguir, definir indicadores con los que se medirá el avance debido a la aplicación de BIM y construir una línea base sobre la cual se medirán los indicadores mencionados [37].

## 5. PROPUESTA DE APLICACIÓN BIM PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN PÚBLICOS

Debido a que la implementación en BIM es gradual, como se ha venido dando en otros países, se presentan dos escenarios de aplicación posteriores a la culminación de los estudios de pre-inversión y en una primera fase consideraremos a las obras de edificaciones especialmente (pero sin ser excluyentes) para luego dar lugar a la aplicación de BIM en los proyectos viales a infraestructura en general.

El primer escenario se da para los proyectos que se encuentran en proceso de adjudicación de la construcción, en la que el expediente técnico ya ha sido elaborado con planos en 2D y se encuentra aprobado por las entidades competentes; el segundo escenario, y en el que se aprovechará la mayor potencialidad de BIM, es para los proyectos que se encuentran en proceso de adjudicación del diseño (elaboración del expediente técnico). Además, en estas propuestas no se pretende limitar a ciertos usos BIM, por lo

que se presentarán los usos BIM que como mínimo deben ser aplicados en cada escenario para evitar los errores comunes que ocurren en proyectos públicos peruanos.

### 5.1 PROPUESTA DE APLICACIÓN BIM A LOS PROYECTOS PÚBLICOS PERUANOS PARA CONSTRUCCIÓN

En este escenario los postores son contratistas generales de obras públicas y lo que se busca como objetivo con el uso de BIM es que no se generen adicionales ni ampliaciones de plazo por causa del expediente técnico. Lo que sucede con frecuencia es que conforme avanza la obra, el contratista va generando requerimientos de información (RDI), que de no ser abordados oportunamente se corre el riesgo que se generen paralizaciones de obra con la consecuente ampliación de plazo o que se ejecuten retrabajos que conllevan a los adicionales de obra. Para evitar ello, se plantea que el cliente (entidad pública) tenga claro lo que va a requerir para el proyecto específico y consigne en los términos de referencia (tdr) la obligatoriedad de la realización de las siguientes actividades por parte de los postores:

- ◆ Presentación de un plan BIM o BEP (BIM Execution Plan) en que se tenga establecido todo lo que el contratista realizará respecto a la aplicación de BIM para alcanzar los objetivos en el proyecto en específico en la construcción, como lo son los niveles de desarrollo (LOD) a los que se modelarán los elementos, cronogramas de sesiones ICE, etc. Inclusive, debe existir una primera versión se los BEP al momento de presentar la propuesta y otro BEP, con más información, al haber sido escogido como ganador del proyecto.
- ◆ Generación de modelos BIM-3D de todas las especialidades en base a los planos entregados al momento de licitar la obra pública y en un LOD establecido por el cliente previamente.
- ◆ Desarrollo de sesiones ICE donde se solicite la presencia de personal del o de los diseñadores (proyectistas), de la entidad y del área usuaria para salvaguardar los objetivos del proyecto. Cabe mencionar que en el desarrollo de estas sesiones ICE se puede incluir la participación de otros proveedores por parte del contratista general, ya que habrá decisiones que deben tomarse con más involucrados que los mencionados en este apartado.
- ◆ Generación de modelos BIM-4D que permitan entender la secuencia constructiva según los modelos BIM-3D desarrollados previamente y el cronograma entregado dentro del expediente técnico de licitación.
- ◆ Subsanación de los “errores” encontrados previamente gracias a la aplicación de BIM según la información del expediente técnico entregado para la licitación.
- ◆ Confirmación del costo y plazo (teniendo como referencia





Ilustración 2: Propuesta de aplicación BIM para la construcción de proyectos públicos. Elaboración propia

el mismo alcance con el que se desarrolló el expediente técnico entregado para licitación) en base a la subsanación de los errores encontrados que han dado a la creación de un proyecto “verificado” en presupuesto y cronograma gracias a la aplicación de BIM. Un esquema de la propuesta descrita se encuentra en la ilustración 2.

Estas actividades deberían incluirse por los postores en los cronogramas entregados al momento de ofertar por el proyecto para construir y pueden hacerse en paralelo con el desarrollo de las obras provisionales de la obra a realizar.

No obstante, esta propuesta se entiende como una “verificación” por medio de BIM con la información entregada en un inicio, la cual es muy probable que tenga errores que solamente con los modelos BIM se pueden ver. Por ello, para no generar una “verificación” adicional por medio de los modelos en una etapa tardía como lo es la construcción, se presentará una propuesta en el escenario del diseño de proyectos públicos.

## 5.2 PROPUESTA DE APLICACIÓN BIM A LOS PROYECTOS PÚBLICOS PERUANOS PARA DISEÑO

Este escenario está dirigido a los postores para el diseño de proyectos de edificaciones. Se requiere de un equipo de trabajo con experiencia en gestión BIM en la que se tenga claro que una gestión BIM nos permitirá una adecuada toma de decisiones desde etapas tempranas.

En este sentido, se debe tener claro que el objetivo de la aplicación de BIM en esta etapa es el aseguramiento de que el plazo y el costo sean fidedignos y correspondan al alcance definido por el cliente (entidad pública) para luego poder

licitar la obra pública correspondiente al expediente técnico que será ejecutado en esta etapa con la aplicación de BIM. Para ello, se deben incluir las siguientes actividades en los términos de referencia (tdr) de licitación de diseño (desarrollo de expediente técnico):

- ♦ Presentación de un plan BIM o BEP (BIM Execution Plan) en que se tenga establecido todo lo que el contratista realizará respecto a la aplicación de BIM para alcanzar los objetivos en el proyecto en específico en el diseño, como lo son los niveles de desarrollo (LOD) a los que se modelarán los elementos, cronogramas de sesiones ICE, etc. Inclusive, debe existir una primera versión de los BEP al momento de presentar la propuesta y otro BEP, con más información, al haber sido escogido como ganador del proyecto.
- ♦ Presentación de estrategias para el mapeo de procesos de todos los involucrados que deberá realizarse al inicio del plazo contractual con la finalidad de alinear criterios para obtener las diferentes propuestas y elegir la más conveniente para el diseño del proyecto.
- ♦ Designación del equipo de gestión BIM, profesionales con experiencia en gestionar proyectos usando BIM, responsables de llevar a cabo el plan de ejecución BIM y ejecutarlo a tiempo.
- ♦ Elaboración, a través de un trabajo colaborativo, un modelo BIM-3D con información de las propuestas de las distintas disciplinas, con los LOD a ser establecido por la entidad, con la finalidad de visualizar el proyecto, compatibilizarlo y brindar propuestas de mejora para optimizar los recursos tanto en diseño como en construcción.

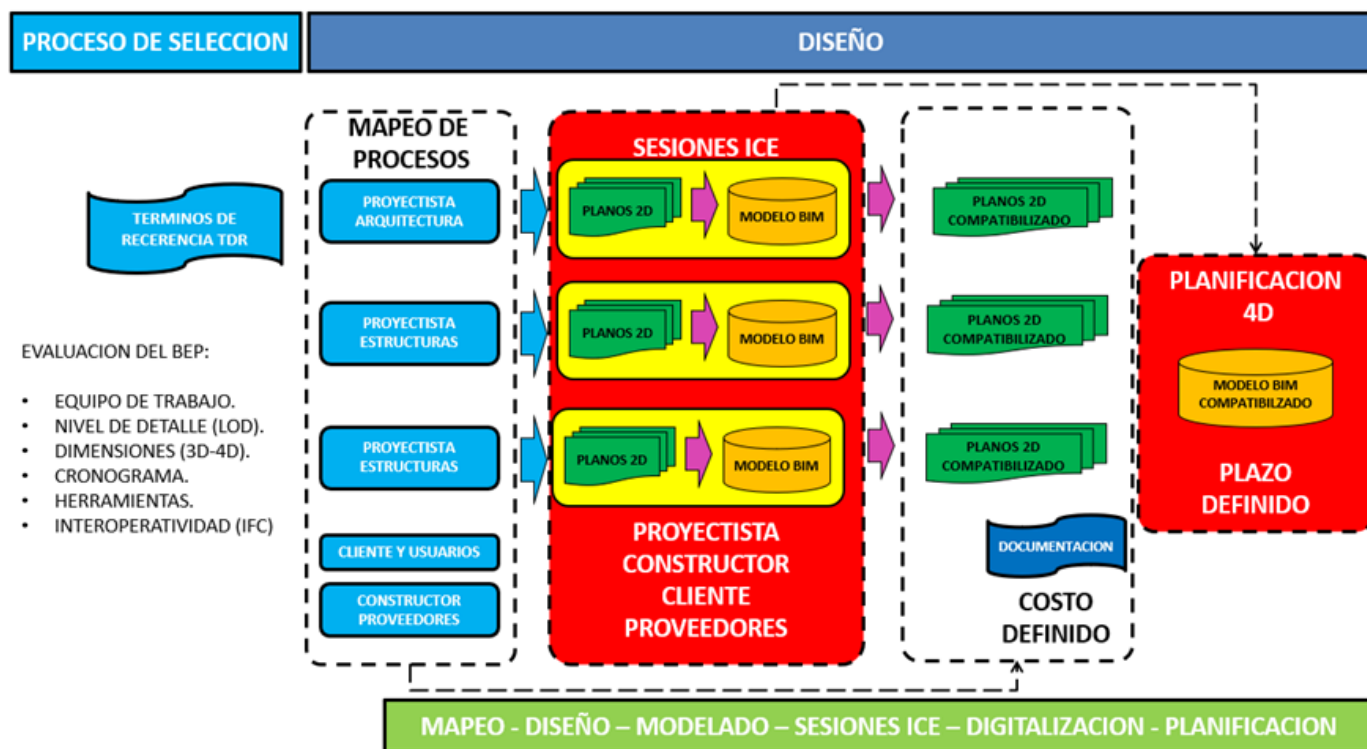


Ilustración 3: Propuesta de aplicación BIM para el diseño de proyectos públicos. Elaboración propia

- ♦ Generación de planos y cuantificaciones de las partidas más incidentes en base a los modelos BIM desarrollados.
- ♦ Elaboración, por medio de trabajo colaborativo, un modelo BIM-4D con información de los modelos BIM-3D desarrollados previamente y con los cronogramas desarrollados. En esta actividad se verificará la secuencia constructiva y se tiene la oportunidad de mejorarla en conjunto con los diseños de cada disciplina pues se sigue estando en la etapa de diseño.
- ♦ Definición de costo y plazo (bajo el alcance establecido previamente por la entidad) con los modelos BIM-3D y BIM-4D teniendo menos probabilidades que la información obtenida a partir de la aplicación de BIM cambie al ser ejecutada la obra pública correspondiente a este expediente técnico desarrollado. Un esquema de la propuesta descrita se encuentra en la ilustración 3.

Al igual que en la construcción, estas actividades deberían incluirse por los postores en los cronogramas entregados al momento de ofertar por el proyecto para diseñar y generará que los plazos de diseño se extiendan, por lo que la entidad debe tener en cuenta esto al abrir estos procedimientos de licitación de diseño.

Además, el aplicar BIM desde el desarrollo del diseño implica mucho más conocimiento de los procesos BIM, por lo que se considera necesario contar con un equipo BIM que sepa la gestión de los proyectos con esta herramienta tanto del lado del contratista o equipo proyectista como por el lado de la entidad que genere estos requerimientos.

Adicionalmente, se debe entender que luego del desarrollo

del diseño con BIM, se debe propiciar que la obra sea controlada con estas herramientas, pero ya no habría la necesidad de modelar nuevamente el proyecto, pues ya sería entregado como modelo BIM.

## 6. CONCLUSIONES

Existe mucha literatura sobre la aplicación de BIM a nivel de sector público de las regiones de Europa, Asia-Australia y América del norte; no obstante, poco se ha recopilado sobre la aplicación de BIM en el resto de América y en África. Esto expone la necesidad de generar literatura académica sobre la aplicación de BIM en los países que conforman estas regiones para así tener una idea global del estado de la implementación BIM y cómo ésta ayuda a la mejora de la competitividad de cada Estado.

Además, con la recopilación y generación de literatura se puede impulsar la adopción de modelos ya desarrollados por países líderes en implementación BIM, como lo son el Reino Unido, Estados Unidos de América y Singapur, para modificarlos según el contexto de cada país que aún no cuenta con un “plan a nivel de gobierno” y así promover que se use BIM en sus proyectos de infraestructura.

Brasil y Chile son los países de América del Sur que están más avanzados en lo que respecta a implementación BIM desde el sector público y esto se ve reflejado en el crecimiento que éstos comparados con los otros países de la región.

En Argentina se tiene un estándar BIM que ha sido promovido desde el sector privado, pero con la participación del sector público, por lo que no se le da igual posición que a los dos

países mencionados anteriormente.

En lo que respecta a los otros países, muchos tienen iniciativas individuales desde el sector privado por promover el uso de BIM en sus proyectos por medio de conferencias o casos de estudio, pero no se han concretado documentos que reflejen trabajo colaborativo.

En el caso de Perú se ve un interés ascendente por parte de las instituciones públicas en usar las aplicaciones BIM para evitar los errores típicos (adicionales de obra, extensiones de plazos de entrega) de proyectos públicos y también para evitar actos de corrupción en estas obras, los que son consecuencia directa de la falta de transparencia en el desarrollo de estos proyectos. Inclusive, el Ministerio de Economía y Finanzas ya ha mostrado su interés al desarrollar el Plan-BIM Perú para promover su aplicación y establecer una hoja de ruta con la que se espera tener un compromiso mayor en la adopción BIM por parte del Estado.

Las propuestas de aplicación BIM en proyectos públicos peruanos contempla los escenarios de construcción y de diseño, teniendo en cuenta que es el último escenario el que se debe intentar que siempre ocurra, entendiendo que en el primer caso se usaría BIM para “encontrar los errores” debido a la generación de un expediente técnico sin BIM y en el segundo caso se usará BIM desde etapas tempranas para no generar retrabajos y entregar un expediente técnico listo para construir sin cambios sustanciales.

Además, en las propuestas BIM se observan sesiones de trabajo ICE, que es donde se verá la potencia de BIM para resolver problemas o definir propuestas en los proyectos donde se aplique. Si bien es cierto, la aplicación de BIM debe ser gradual, es necesario contar con profesionales capacitados en las instituciones públicas que desarrollen términos de referencia que permitan y promuevan una correcta aplicación de BIM en alguna de las dos etapas presentadas como propuesta en el presente artículo.

Finalmente, se sabe que espera un largo camino para mejorar la industria de la construcción en Perú y más que una decisión el usar BIM o no en nuestro medio, ya es una obligación que viene siendo descrita por su aplicación en otros países y las mejoras que éstos alcanzan en lo que respecta a la gerencia de sus infraestructuras gracias a BIM.

## 7. REFERENCIAS

- [1] R. Arnao Rondán, La eficiencia en la gestión pública: "El caso de la gestión de inversión pública local en el Perú". Lima: Serie de investigaciones 6: Universidad Católica Sedes Sapientiae, 2011.
- [2] J. L. Bonifaz, R. Urrunaga, J. Aguirre, and C. Urquino, Un plan para salir de la pobreza: Plan Nacional de Infraestructura 2016 - 2025, Asociación. Lima: Asociación para el Fomento de la Infraestructura Nacional (AFIN), 2015.
- [3] C. P. Vargas, "Infraestructura y pobreza en el Perú," in Inversion en infraestructura pública y reducción de la pobreza en américa latina, Lima: KONRAD ADENAUER STIFTUNG, 2011.
- [4] H. Lindblad, T. K. Gustavsson, and K. Gustavsson, "Receptiveness for Change : the Case of a Public Client," no. September, pp. 64–72, 2017.
- [5] P. Teicholz, P.M. Goodrum, & C.T. Haas, US construction labor productivity trends, 1970-1998. *Journal of Construction Engineering and Management*, 127 (5), p.p. 427-429, 2001.
- [6] R. Eyzaguirre, "Potenciando la capacidad de análisis y comunicación de los proyectos de construcción, mediante herramientas virtuales BIM 4D durante la etapa de planificación", Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú 2015.
- [7] M. G. INSTITUTE, "MGI-Reinventing-construction-A-route-to-higher-productivity-Full-report," no. February, 2017.
- [8] National Institute of Building Sciences, "National BIM Guide for Owners," Washington, DC 20005, 2017.
- [9] J. Kunz and M. Fischer, "Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions," CIFE Work. Pap., vol. 97, no. Version14, p. 50, 2012.
- [10] A. I. of A. (AIA), "AIA Document E202 TM – 2008," *Build. Inf. Model. Protoc. Exhib.*, no. 10, pp. 1–9, 2008.
- [11] BIMForum, Level of Development Specification Version:2016 For Building Information Models, The Associ. Arlington, VA 22201, 2016.
- [12] M. Laakso and A. Kiviniemi, "The IFC standard : A review of History , development , and standardization , *Information Technology , ITcon*, vol. 17, pp. 134–161, 2012.
- [13] H.J. de Vries, IT standars Typology. In: Jakobs K. (Ed.) *Advances Topics in In-formation Technology Standards and Standarization Research Volume 1*, Hershey, PA, USA, Idea Group Publishing, p.p. 11-36, 2005.
- [14] M. Cousins (15 de febrero del 2018). *Process Mapping Techniques: 6 Methods to Create Process Maps*. TRIASTER BLOG. [En línea] Recuperado de <https://blog.triaster.co.uk/blog/process-mapping-techniques-methods-to-create-process-maps>
- [15] W. Oliveira (28 de junio del 2017). ¿Qué es el mapeo de procesos? Conozca los beneficios. HEFLO BLOG. [En línea] Recuperado de <https://www.heflo.com/es/blog/mapeo-procesos/que-es-el-mapeo-de-procesos/>
- [16] J. Kunz, "Integrated Concurrent Engineering" Center for Integrated Facility Engineering (CIFE) of Stanford University, California, 2013.
- [17] J. C. P. Cheng and Q. Lu, "A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide," *J. Inf. Technol. Constr.*, vol. 20, pp. 442–478, 2015.
- [18] U.S. General Services Administration, "GSA Building Information Modeling Guide Series 01 – Overview version 0.6," Washington, DC 20405, 2007.
- [19] D. Philip, "BIM : The UK Government Strategy," *Bips Konf*. 2012, 2012.
- [20] M. (URS) Lorimer, John (Manchester CC) & Bew, "A Report for the Government Construction Client Group – BIM working strategy Client Group," London, 2011.
- [21] J. Das, L.E. Leng, P. Lee, & T.C. Kiat, "Building BIM capacity, Build Smart - The BIM Issue". Issue 09 ed. MND Complex Singapore 069110: Building and Construction Authority, 2011.
- [22] L. Siew Wah, "The Singapore BIM Roadmap," in *Government BIM Symposium 2014*, 2014, no. October.
- [23] BIM Forum Argentina (s.f.). ¿Quiénes somos? BIM FORUM ARGENTINA. [En línea] Recuperado de: <http://www.bimforum.org.ar/quienes-somos>
- [24] BIM Forum Argentina, "ESTÁNDAR BIM ARGENTINA", Versión N° 1.0, Noviembre de 2017.
- [25] BIM Community (29 de diciembre del 2017). "Argentina apuesta por el BIM". BIM Community. [En línea] Recuperado de: <https://www.bimcommunity.com/news/load/564/argentina-bets-on-bim>

- [26] Agencia Brasileira de Desarrollo Industrial (ABDI) (s.f.). "Biblioteca Nacional BIM (BNBIM)". Plataforma BIM BR. [En línea] Recuperado de: <https://plataformabimbr.abdi.com.br/bimBr/#/conteudo/62>
- [27] Ministerio de Industria, Comercio exterior y Servicio (MDIC), "Estrategia BIM Brasil", 16 de mayo del 2018.
- [28] M. Loyola, "An evaluation of the macro-scale adoption of Building Information Modeling in Chile: 2013-2016", Revista de la Construcción. Journal of Construction, vol 17, No 1, pp. 158-171, Abril 2018
- [29] Corporación del Fomento de la Producción (CORFO) (s.f.). "Planbim: metodologías y tecnologías para una construcción colaborativa". Planbim. [En línea] Recuperado de: <https://planbim.cl/que-es-planbim/>
- [30] Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado, "Contratación de obras públicas". Subdirección de Desarrollo de Capacidades, Lima, 2013.
- [31] Ministerio de Economía y Finanzas, "El nuevo sistema de inversión pública". Lima: Ministerio de Economía y Finanzas, 2017.
- [32] Ministerio de economía y finanzas, decreto supremo n° 027-2017-ef. Aprueban el reglamento del decreto legislativo n° 1252, decreto legislativo que crea el sistema nacional de programación multianual y gestión de inversiones y deroga la ley n° 27293, ley del sistema nacional de inversión pública. Lima, 23 de diciembre del 2017.
- [33] Ministerio de Economía y Finanzas, Ley N° 30225. Ley de contrataciones del estado. Lima, 11 de julio del 2014
- [34] Ministerio de economía y finanzas, decreto supremo n° 350-2015-ef. Aprueban reglamento de la ley n° 30225, ley de contrataciones del estado. Lima, 10 de diciembre del 2015.
- [35] Asociación Nacional Invierte Perú, "Inversión Pública en Salud". Revista ANIP (1). pp. 23-28, 2017.
- [36] G. Prado, "Determinación de los usos BIM que satisfacen los principios valorados en proyectos públicos de construcción", Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú 2018.
- [37] Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) (s.f.). "Estrategia BIM Perú". [En línea] Recuperado de: <https://www.mef.gob.pe/es/estrategia-bim-peru>

---

## WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es). Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial panel, will be published as a discussion in a future issue of the journal.