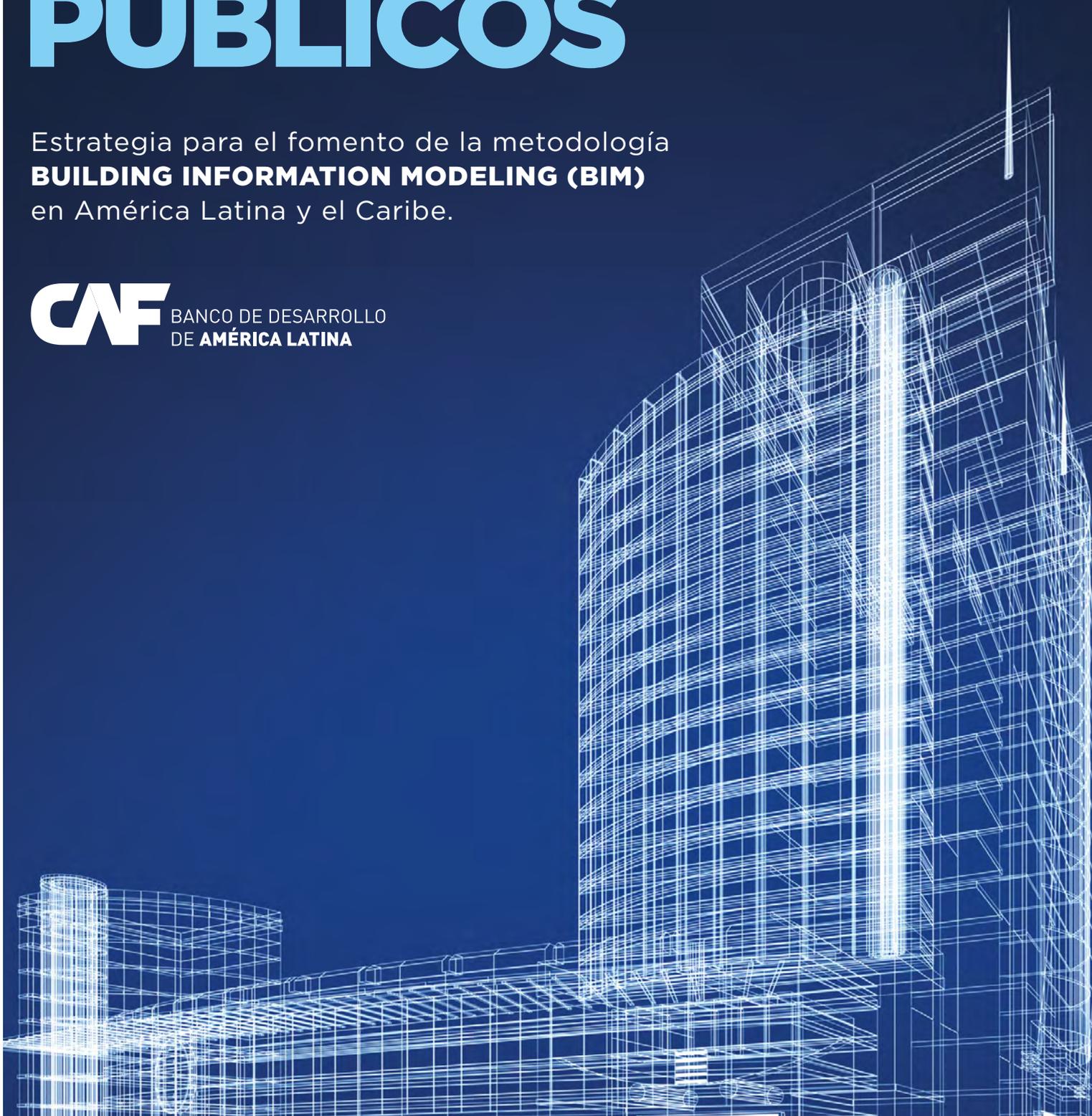


GUÍA BÁSICA BIM PARA FUNCIONARIOS PÚBLICOS

Estrategia para el fomento de la metodología
BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)
en América Latina y el Caribe.

CAF BANCO DE DESARROLLO
DE AMÉRICA LATINA



Título:
Guía básica BIM para funcionarios públicos

ISBN: 978-980-422-297-9
Editor: CAF

Vicepresidencia Corporativa de Programación Estratégica
Gerencia de Infraestructura Física y Transformación Digital
Alejandro Forero
José Luis Jara
Mónica López
Jorge Tapia
Héctor Varela

Autores:
Carolina Soto
Sebastián Manríquez

Revisión:
Red BIM Gob Latam

Dirección de Arte: Alejandro Maiocchi / www.maiocchipublicidad.es

La versión digital de este libro se encuentra en: scioteca.caf.com

© 2023 Corporación Andina de Fomento, todos los derechos reservados

Las ideas y planteamientos contenidos en la presente edición son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen la posición oficial de CAF.

CONTENIDO

01	ABREVIACIONES	5
02	TÉRMINOS Y DEFINICIONES	7
03	INTRODUCCIÓN	9
	3.1. La digitalización para la mejora de la productividad	10
	3.2. Objetivo general	11
	3.3. Objetivos específicos	11
	3.4. Público objetivo	12
	3.5. Alcance	12
04	BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)	13
	4.1. ¿Qué es BIM?	14
	4.2. BIM en el mundo	14
	4.3. Global BIM Network y adopción de BIM en el mundo	15
	4.4. Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos	15
	4.5. Beneficios de la implementación de la metodología BIM	16
	4.6. Importancia del rol del sector público en liderar la implementación de BIM	17
05	PASOS MÍNIMOS NECESARIOS PARA IMPLEMENTAR BIM EN UNA INSTITUCIÓN PÚBLICA	18
	ESTRATEGIA	20
	A. Diagnóstico y planificación	20
	1. Definir los objetivos de la implementación de BIM para la institución	21
	2. Definir una hoja de ruta para la implementación de BIM	22
	3. Diagnosticar y comprender la factibilidad de implementar BIM en la institución	24
	PERSONAS	26
	B. Roles BIM	26
	4. Definir los roles BIM necesarios	26
	5. Determinar las capacitaciones necesarias para los roles BIM definidos	29
	6. Identificar y gestionar a las personas proclives y resistentes al cambio	31
	C. Difusión interna	32
	7. Promover y comunicar las acciones y mejoras de BIM	32

05	PASOS MÍNIMOS NECESARIOS PARA IMPLEMENTAR BIM EN UNA INSTITUCIÓN PÚBLICA	34
	ESTÁNDARES Y PROCESOS	34
	D. Levantamiento de procesos	34
	8. Levantar y documentar el proceso de los proyectos seleccionados	34
	9. Identificar los principales obstáculos y definir los objetivos específicos para la utilización de BIM en los proyectos	36
	E. Estándares y requerimiento de BIM	38
	10. Seleccionar los Usos BIM a incluir en los proyectos	38
	11. Seleccionar y aplicar estándares y protocolos para la estructuración y gestión de información interoperable en BIM	40
	12. Desarrollar el documento de requerimiento de BIM	42
	F. Piloto BIM	43
	13. Definir y desarrollar el proyecto piloto en el que se incorporará BIM	43
	14. Revisar los entregables BIM desarrollados por el proveedor en el proyecto piloto	45
	G. Medición	46
	15. Definir los indicadores y metas BIM del proyecto, construir una línea base y medir el desempeño durante el proyecto piloto	46
	16. Reconocer y documentar las lecciones aprendidas y buenas prácticas de los proyectos piloto realizados	49
	TECNOLOGÍA	50
	H. Herramientas informáticas y ambiente colaborativo	50
	17. Definir e implementar <i>software</i> y <i>hardware</i> para la utilización de BIM	50
	18. Definir y utilizar un ambiente colaborativo para los proyectos	52
06	HERRAMIENTA PARA LA APLICACIÓN DE LA GUÍA BÁSICA BIM	54
07	BIBLIOGRAFÍA	72

CAPÍTULO 1

ABREVIACIONES



CAPÍTULO 1

ABREVIACIONES

BIM: Modelado de información para la construcción (*Building Information Modeling*)

CDE: Entorno de datos compartidos (*common data environment*)

CND: Corporación Nacional para el Desarrollo (Uruguay)

CNEP: Comisión Nacional de Evaluación y Productividad (Chile)

Corfo: Corporación de Fomento de la Construcción (Chile)

GBP: Libra esterlina

IFC: *Industry Foundation Classes*

ISO: Organización Internacional de Normalización

LOD: Nivel de desarrollo o nivel de detalle (*level of development o level of detail*)

MEF: Ministerio de Economía y Finanzas (Perú)

MIDEPLAN: Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (Costa Rica)

MINVU: Ministerio de Vivienda y Urbanismo

NDI: Nivel de información

PEB: Plan de ejecución BIM

SIBIM: Sistema de Implementación BIM (Argentina)

USD: Dólar de los Estados Unidos

CAPÍTULO 2

TÉRMINOS Y DEFINICIONES



CAPÍTULO 2

TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Building Information Modeling (BIM): “Uso de una representación digital compartida de un activo [...] construido para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación, y proporcionar una base confiable para la toma de decisiones” (ISO, 2018a).

Entidad BIM: Elemento virtual que representa un objeto físico o abstracto de construcción (Basado en la definición de Bilal Succar, BIM Dictionary, modificado. <https://bimdictionary.com/es/model-component/1/>).

Hoja de Ruta: Programa detallado para la consecución de un objetivo concreto.

Iniciativa pública: Se refiere al programa o proyecto, liderado por el Estado, que promueve la implementación de BIM en un país a nivel nacional (no sub-nacional, regional, ni provincial).

Meta: Resultado que se busca alcanzar a través de la incorporación de BIM en un plazo delimitado.

Modelos BIM: Un modelo BIM es una representación digital tridimensional (3D) basada en entidades, rica en datos, creada por un actor del proyecto utilizando una herramienta de *software* BIM (Bilal Succar. BIM Dictionary, <https://bimdictionary.com/es/bimmodel/1/>).

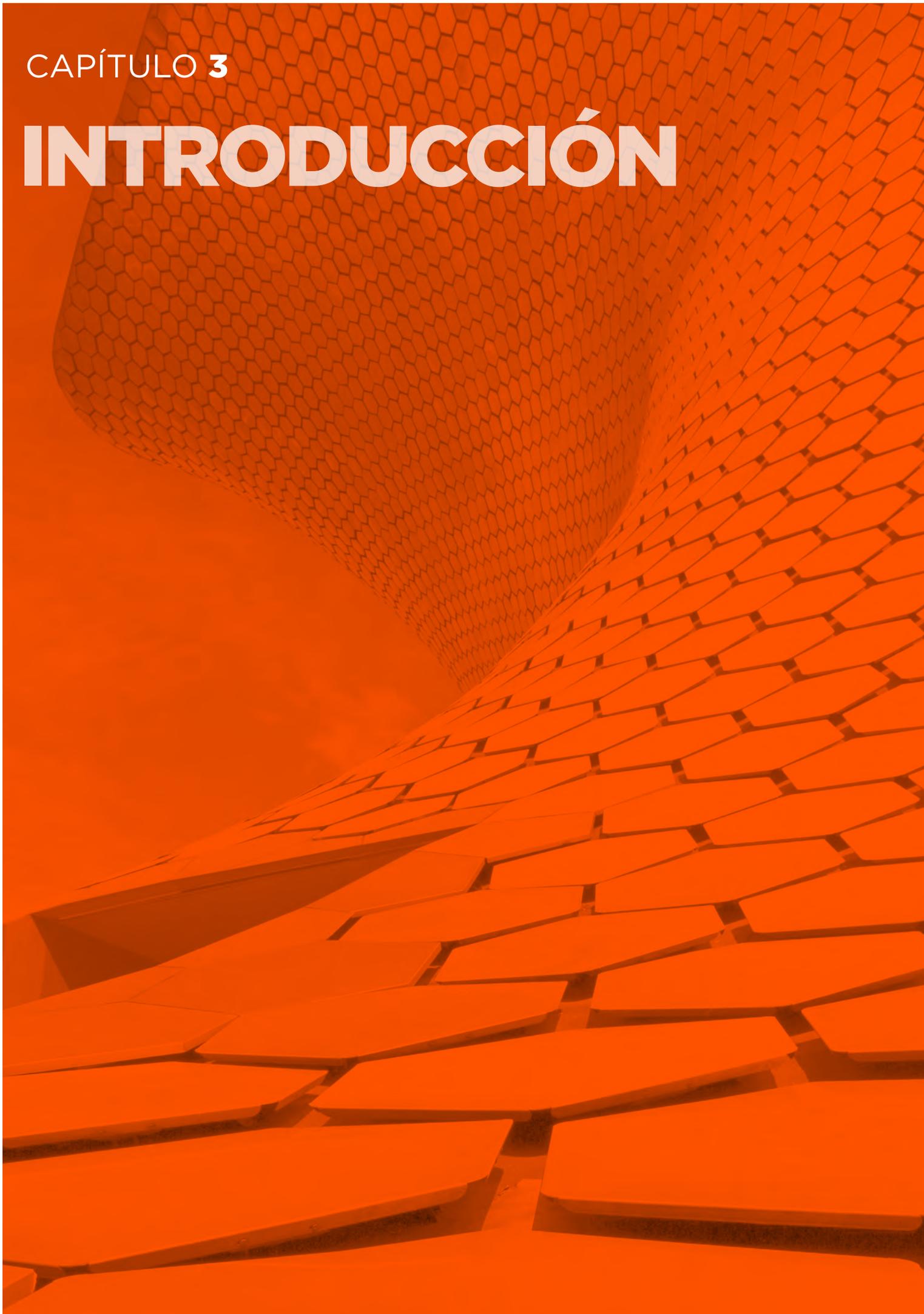
Niveles de Desarrollo (LOD por sus siglas en inglés): Métrica BIM para identificar la información que introducir en un modelo en el proceso de diseño y construcción. (Bilal Succar. BIM Dictionary, <https://bimdictionary.com/es/level-of-development/1/>).

Niveles de Información (NDI): Grados de profundidad que puede tener tanto la información geométrica como no geométrica contenida en las entidades de los modelos BIM, según el Estado de Avance de la Información de los Modelos en que se requiera. (Planbim Corfo (2019). “Estándar BIM para Proyectos Públicos, Intercambio de Información entre Solicitante y Proveedores”. Versión 1.1, abril, Santiago, Chile. Disponible en <https://planbim.cl/>).

Tipos de información (TDI): Grupo de datos que pueden estar contenidos en los modelos. (Planbim Corfo (2019). “Estándar BIM para Proyectos Públicos, Intercambio de Información entre Solicitante y Proveedores”. Versión 1.1, abril, Santiago, Chile. Disponible en <https://planbim.cl/>).

CAPÍTULO 3

INTRODUCCIÓN

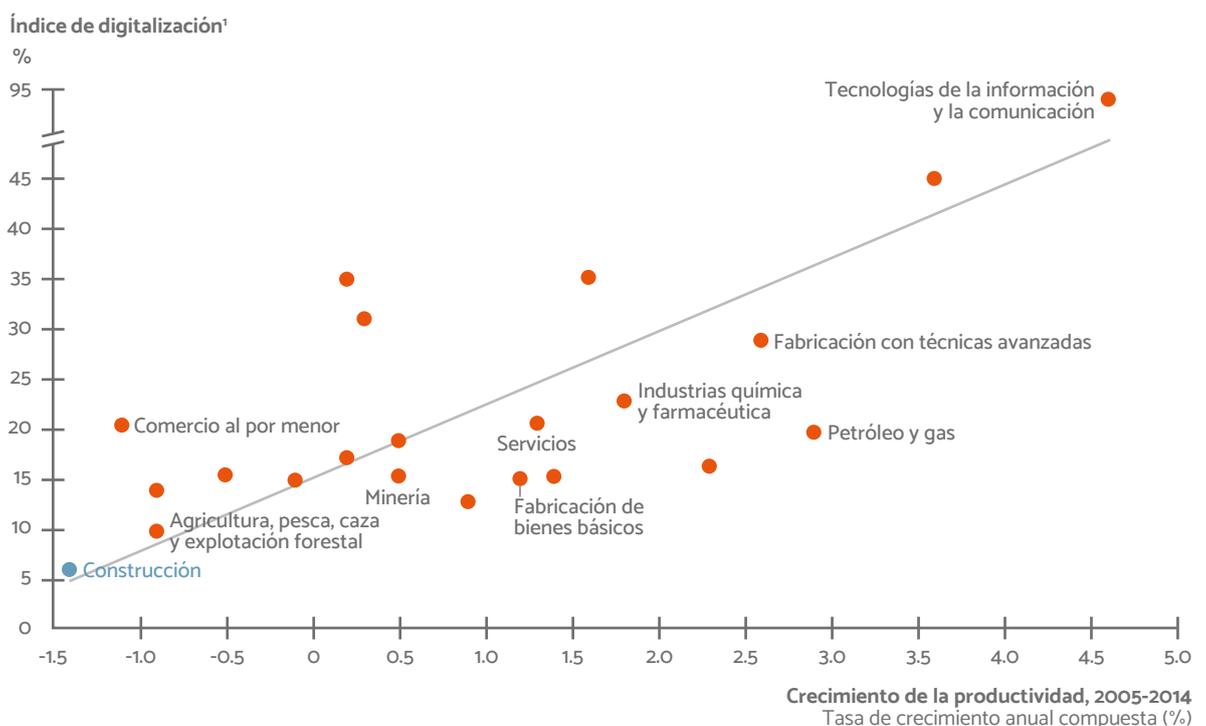


CAPÍTULO 3 INTRODUCCIÓN

3.1. LA DIGITALIZACIÓN PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD

Según el estudio del McKinsey Global Institute “Reinventing construction, a route to higher productivity”, la baja digitalización del sector de la construcción respecto a otras industrias se identifica como uno de los elementos que ha contribuido a su baja productividad (Barbosa et al., 2017). Según ese reporte, la construcción se ubica en el punto más bajo de la digitalización, por detrás de sectores como la agricultura, la caza y la pesca. Coincidentemente, la construcción está por debajo de todas las otras industrias estudiadas en cuanto a su productividad.

LOWER DIGITALIZATION IN CONSTRUCTION RELATIVE TO OTHER INDUSTRIES HAS CONTRIBUTED TO THE PRODUCTIVITY DECLINE



¹Basado en un conjunto de mediciones para evaluar la digitalización de activos (8 parámetros), el uso (11 parámetros). Ver el apéndice técnico para una lista completa de los parámetros y una explicación de la tecnología.

Fuente: BEA, BLS, US Census, IDC, Gartner, McKinsey Social Technology Survey, McKinsey Payments Map, informa de satisfacción de clientes de LiveChat, Appbrain, US Contact Center Decision-Makers Guide, eMarketer, Bluewolf, Computer Economics, entrevistas a expertos de la industria, análisis del McKinsey Global Institute, publicados por Barbosa et al. (2017).

Otros estudios muestran que, en general, la productividad en la construcción de los países de América Latina suele ser más baja que en el resto del mundo. Por ejemplo, según datos analizados en el estudio de Matrix Consulting de 2020, algunos países de la región pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) –Colombia, Chile y México– presentan niveles de productividad laboral mucho menor que otros miembros de ese mismo organismo. Así, mientras los países mencionados promedian 39.000 dólares estadounidenses (USD) de valor agregado por trabajador al año, Reino Unido, Suecia, Canadá y Australia promedian USD 77.000 por trabajador, prácticamente el doble de productividad (Matrix Consulting, 2020).

El mismo estudio hace referencia a una serie de acciones, tanto a nivel de organizaciones como de país, que pueden ir encaminadas a aumentar la productividad en el sector de la construcción. Una de ellas es la digitalización y el modelado de información para la construcción (BIM, por sus siglas en inglés), en tanto que “columna vertebral” para su articulación (Matrix Consulting, 2020, p. 55).

En esta línea, distintos países en el mundo han iniciado una implementación de la metodología BIM, principalmente liderada por el Estado e impulsando su adopción gracias al poder de compra del sector público.

La presente guía busca ayudar a los países a iniciar o continuar con esta iniciativa de transformación digital de la industria de la construcción desde la planificación, hasta el mantenimiento de los proyectos públicos.

3.2. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de esta guía es promover el conocimiento sobre la implementación de la metodología BIM en el ámbito público.

3.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Más concretamente, esta guía busca:

- explicar qué es BIM,
- identificar los pasos mínimos para la implementación de BIM dentro de una institución pública,
- entregar información y herramientas sencillas que ayuden a los funcionarios públicos a implementar BIM en sus instituciones.

3.4. PÚBLICO OBJETIVO

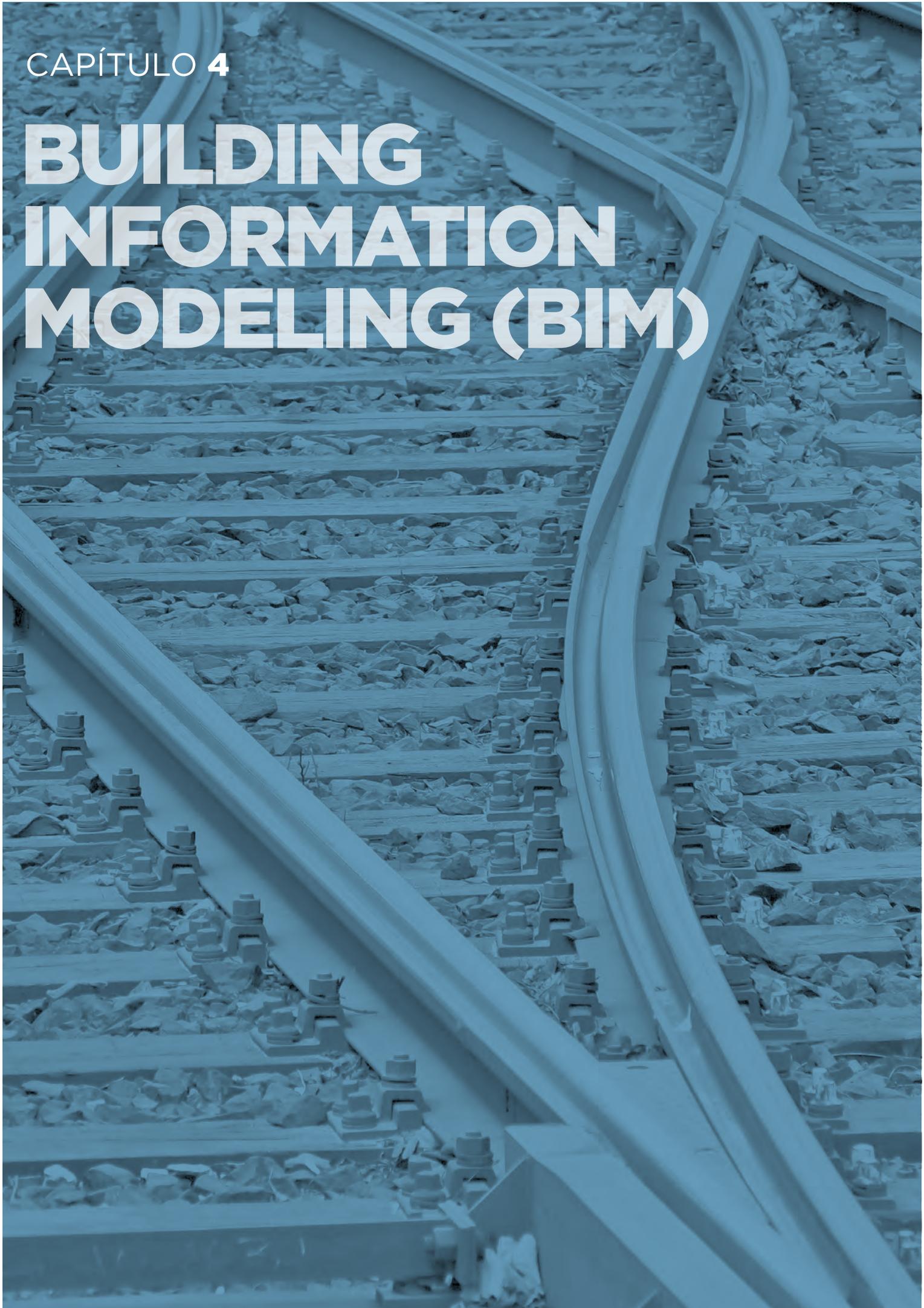
Esta guía está dirigida a los funcionarios públicos de instituciones vinculadas al desarrollo de la edificación y/o los proyectos de infraestructura, que tengan la capacidad de promover la implementación de BIM en su institución. La guía no se estructura como un documento para las máximas autoridades de cada institución, ni tampoco está orientada a los equipos de tecnologías de la información. La guía se enfoca en los niveles medios con poder de influencia en las decisiones de la organización y a sus equipos ejecutores.

3.5. ALCANCE

El documento considera la etapa de planificación y puesta en marcha de la implementación de BIM en una institución pública, sin abordar la etapa de operación y mantenimiento de esa implementación. El documento asume que ya existe un convencimiento de las autoridades institucionales respecto de la incorporación de BIM, por lo que se enfoca en las acciones concretas de implementación, una vez que la decisión de utilizar la metodología ya ha sido tomada.

CAPÍTULO 4

BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)



CAPÍTULO 4

BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

4.1. ¿QUÉ ES BIM?

BIM es el acrónimo inglés del término “modelado de información para la construcción”. A nivel internacional existen diversas definiciones de BIM. Por ejemplo, la norma ISO 19650-1 lo define como el “uso de una representación digital compartida de un activo [...] construido para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación, y proporcionar una base confiable para la toma de decisiones” (ISO, 2018a). El programa Planbim de la Corporación de Fomento de la Construcción (Corfo) de Chile, basándose en la definición del académico Bilal Succar, describe BIM como “un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación o infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual” (Planbim, 2019a). En general, el acrónimo BIM se utiliza para referirse a los modelos tridimensionales, a los software que permiten generarlos y a las metodologías de trabajo que estas tecnologías habilitan.

El punto clave para denominar un modelo como BIM es la información, ya que es ésta, tanto a nivel geométrico (por ejemplo, la forma, el tamaño, etc.) como no geométrico (por ejemplo, los materiales, los costos, la resistencia al fuego, etc.), la que permite introducir mejoras en los procesos de la industria y gestionar de manera más eficiente e informada todos los procesos del desarrollo de un proyecto, desde su planificación hasta su operación y mantenimiento. Esto incluye las actividades tempranas del proyecto, como, por ejemplo, la identificación y adquisición de predios necesarios para su desarrollo y la obtención de permisos y la realización de consultas a la población. Por esto mismo, en los últimos años, el acrónimo BIM también se ha utilizado con el sentido de “mejor gestión de la información” (*better information management*).

4.2. BIM EN EL MUNDO

A nivel mundial BIM está siendo utilizado por la industria de la construcción para mejorar la gestión de la información. Distintos países en América Latina y el mundo han iniciado una implementación de BIM desde instituciones del Estado, utilizando de esta manera el poder adquisitivo del sector público como motor de este impulso. Para apoyar estos procesos, algunos representantes del sector han promovido la creación de redes de apoyo, como el EU BIM Task Group (en la Unión Europea), la Global BIM Network y la Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos.

4.3. GLOBAL BIM NETWORK Y ADOPCIÓN DE BIM EN EL MUNDO

Esta red, formada en 2021, tiene como misión crear un espacio en el que sus miembros representantes del sector público de distintos países y organizaciones multilaterales puedan compartir sus experiencias de transformación hacia un entorno construido digitalmente, que genere beneficios para las personas, los lugares y las sociedades (Global BIM Network, 2022a).

La Global BIM Network incluye en su sitio web información de 32 países que, de una u otra manera, llevan a cabo acciones de impulso de BIM por el sector público o privado. De esos, según la plataforma, 25 cuentan con acciones lideradas por el sector público¹. Nueve de ellos corresponden a países pertenecientes a CAF (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, España, México, Perú y Uruguay).

4.4. RED BIM DE GOBIERNOS LATINOAMERICANOS

En mayo de 2018, Planbim de Corfo (Chile) organizó y convocó a representantes gubernamentales de diferentes países de la región al Primer Encuentro de Gobiernos Latinoamericanos en torno a BIM. A esta reunión asistieron presencialmente representantes de Argentina, Brasil, México y Uruguay, además de Chile. En esa ocasión se acordó formalizar una red, definir objetivos y acciones conjuntas, generar instancias recurrentes de comunicación tanto remota como presencial y buscar financiamiento para sus actividades.

En noviembre de 2019, en el sexto encuentro presencial del grupo, realizado en Buenos Aires, se formalizó oficialmente la Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos. Actualmente, esta red es una organización sin fines de lucro conformada por ocho países: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Perú y Uruguay. Su objetivo es “aumentar la productividad de la industria de la construcción a través de la transformación digital, acelerando los programas nacionales de implementación de BIM mediante el trabajo colaborativo que favorezca y promueva lineamientos comunes, el intercambio comercial y el conocimiento en la región” (BIM Gob Latam, s.f.).

Según el “Panorama general del avance de BIM en América Latina y el Caribe” editado por CAF, todas las iniciativas públicas dirigidas a impulsar esta metodología en la región son parte de esa red “y declaran que les genera un efecto positivo participar en ella” (Soto y Manríquez, 2023).

¹ Global BIM Network, «Information collection», accedido 2 de septiembre de 2022, <https://www.globalbim.org/information-collection>.

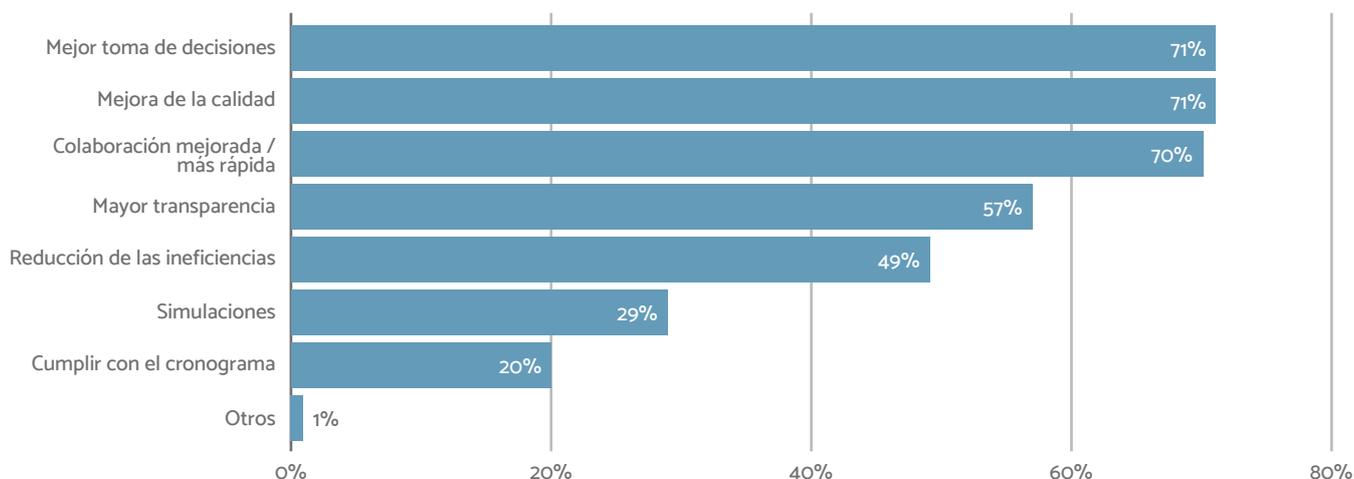
4.5. BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM

BIM genera beneficios en los distintos procesos del ciclo de vida de los proyectos. La información geométrica y no geométrica de los modelos ayuda a planificar procesos, generar simulaciones, prever interferencias y errores y tomar decisiones informadas respecto de los proyectos. Todo esto **permite calcular de manera precisa los costos y tiempos**, así como generar una **comunicación y colaboración fluidas entre los distintos actores involucrados**, aumentando así la eficiencia de todo el proceso.

A nivel internacional, hay una serie de casos que demuestran los beneficios de implementar BIM. Por ejemplo, un estudio en Estados Unidos identificó que, tras su implementación en 32 proyectos, se obtuvo: i) una reducción de un 7 % en los tiempos, ii) una disminución del 10 % de los costos a través de la detección temprana de interferencias, iii) la eliminación de un 40 % de los cambios no considerados, y iv) y la disminución del 80 % del tiempo para la estimación de costos.

Otros ejemplos de beneficios provienen de la encuesta “Comprensión del papel de BIM y los Entornos de Datos Compartidos (CDE) hoy y expectativas para el futuro”, realizada por buildingSMART Internacional. En ella, más del 70 % de las 250 organizaciones encuestadas señalan que los mayores beneficios de BIM en los proyectos corresponde a: i) la mejora en la toma de decisiones, ii) la mejora de la calidad y iii) mejoras o mayor rapidez en la colaboración (buildingSMART, 2022).

¿CÓMO TE AYUDA MÁS BIM ACTUALMENTE?



Fuente: Traducción del gráfico *How does BIM currently help you the most?* (buildingSMART, 2022).

4.6. IMPORTANCIA DEL ROL DEL SECTOR PÚBLICO EN LIDERAR LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM

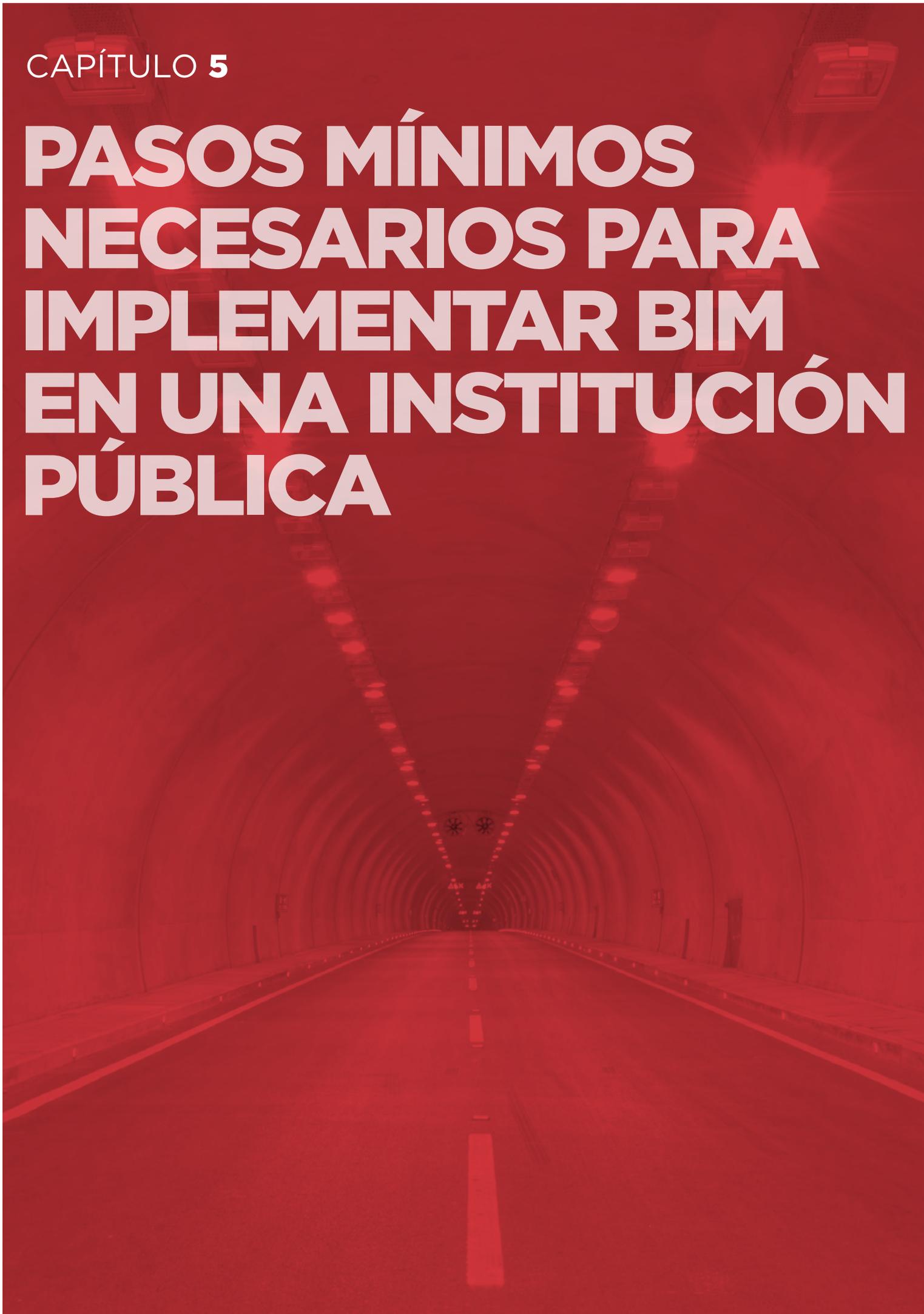
El “Panorama general del avance de BIM en América Latina y el Caribe”, editado por CAF, muestra que nueve de los quince países incluidos en el estudio tienen una iniciativa pública de impulso de BIM (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, España, México, Perú y Uruguay). El estudio indica que esos nueve países “se encuentran en un grado de avance de la implementación de BIM bastante superior a los países que todavía no cuentan con un mandato o programa BIM impulsado por el Estado” (Soto y Manríquez, 2023).

Sin embargo, no solo es importante el rol del sector público. La implementación de BIM en la industria de un país requiere también el esfuerzo colaborativo del sector privado y académico. Respecto del rol de este último, el Panorama indica que catorce de los quince países estudiados cuentan con una iniciativa de impulso privado de BIM, en su mayoría (64 %) un BIM Fórum vinculado a la cámara de la construcción nacional (Soto y Manríquez, 2023).

Adicionalmente, estas iniciativas privadas han tenido un papel clave en el involucramiento del sector público en algunos casos. En cuatro de los países que cuentan con una iniciativa pública, el sector privado influyó en su creación. En ese mismo sentido, en algunos de los países que aún no cuentan con un mandato o programa BIM impulsado por el Estado, el sector privado, principalmente a través de BIM Fórum y de la cámara de la construcción, están construyendo una propuesta de programa público para convencer al Estado de su importancia (Soto y Manríquez, 2023).

CAPÍTULO 5

PASOS MÍNIMOS NECESARIOS PARA IMPLEMENTAR BIM EN UNA INSTITUCIÓN PÚBLICA



CAPÍTULO 5

PASOS MÍNIMOS NECESARIOS PARA IMPLEMENTAR BIM EN UNA INSTITUCIÓN PÚBLICA

Las acciones para la implementación de BIM, tanto en una organización como en un proyecto, deben enfocarse en cuatro pilares: estrategia, personas, estándares y procesos, y tecnología. Esto significa que “el foco de los cambios no debe ser solo *software* y *hardware*, sino cómo la organización adopta una estrategia de transformación, cómo aborda el capital humano que tiene y sus necesidades de capacitación, cómo se generan procesos asociados a la digitalización de la organización y, finalmente, la tecnología necesaria para que esos cambios ocurran” (Planbim, 2019b).

A continuación, se presenta un listado de tareas mínimas (representadas en la figura) que uno o más funcionarios públicos deben desarrollar para implementar BIM dentro de su institución. Algunos de estos pasos están enfocados al nivel organizacional, mientras que otros se centran en los proyectos específicos que desarrollará la institución con BIM.

ESQUEMA DE PASOS A NIVEL ORGANIZACIONAL Y DE PROYECTOS



Fuente: elaboración propia

Adicionalmente, algunos pasos son correlativos, mientras que otros son transversales en el tiempo. Los pasos se presentan ordenados en cuatro pilares y ocho grupos, definidos de la A a la H.



ESTRATEGIA

Las acciones de este pilar consideran “la definición de los objetivos estratégicos para el uso de BIM y cómo éstos se alinean con la misión y visión de la organización. La estrategia debe identificar cómo BIM agrega valor al trabajo de las personas e incluir la difusión de cómo esto aumenta la competitividad de la organización” (Planbim, 2019b).

A. DIAGNÓSTICO Y PLANIFICACIÓN



1. DEFINIR LOS OBJETIVOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM PARA LA INSTITUCIÓN

Qué

La utilización de BIM puede generar distintos beneficios para las organizaciones, dependiendo de los tipos de proyectos y las acciones que estas desarrollan. La institución debe definir cuáles serán las principales mejoras que perseguirá a través de BIM y establecer objetivos a nivel organizacional acordes con estas.

Para qué

Es clave definir los objetivos de la implementación de BIM en un inicio para guiar las acciones a desarrollar y posteriormente medir sus resultados.

Acciones

- Para definir esos objetivos, primero se deben reconocer los principales problemas que la institución enfrenta en el desarrollo de proyectos de edificación o infraestructura. Esto servirá de base para identificar en qué proceso(s) BIM puede aportar valor y cuáles serán los objetivos definidos por la institución. Por ejemplo, algunos problemas son el aumento en los tiempos de desarrollo de los proyectos, la alta variabilidad en el precio de las ofertas y los sobrecostos en el proyecto, entre otros. Consecuentemente, algunos objetivos de la utilización de BIM pueden ser reducir los tiempos de desarrollo del proyecto, disminuir la variabilidad del precio de los proyectos o mejorar la predictibilidad de los costos, entre otros. La identificación de problemas se puede realizar a través de distintos métodos, tales como entrevistas con integrantes del equipo desarrollador y sus jefaturas, encuestas internas y la revisión de datos históricos de resultados de los proyectos.

Ejemplo

Plan BIM Perú, en su documento “Lineamientos para la utilización de la metodología BIM en las inversiones públicas”, definió los siguientes objetivos:

- Mejorar la calidad de los expedientes técnicos o documentos equivalentes, a través de una mejor especificación de los requisitos de información, la captura y recopilación de información relevante.
- Mejorar la transparencia de los procesos y toma de decisiones, a través de la disponibilidad de información de la inversión confiable y auditable.
- Mejorar la calidad y la eficiencia de ejecución de la inversión, mediante la aplicación de los estándares, herramientas y usos de la metodología BIM, de acuerdo al caso.
- Mejorar las capacidades digitales de la cadena de valor mediante el intercambio de conocimientos, espacios comunes y desarrollo de capacidades.

El documento se puede descargar en el siguiente enlace:

https://www.mef.gob.pe/contenidos/archivos-descarga/anexo_RD007_2020EF.pdf

2. DEFINIR UNA HOJA DE RUTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM

Qué

Una hoja de ruta es un programa detallado para alcanzar uno o más objetivos específicos predefinidos. La hoja de ruta de BIM debe incluir metas, acciones, plazos y costos estimados del plan de implementación en la institución. Por ejemplo, una meta podría ser que los proyectos de un monto superior a una cantidad determinada incorporen BIM de forma obligatoria a partir de un año específico, mientras que la acción para cumplir esa meta sería construir la solicitud de BIM para proyectos de carreteras concesionadas. Otra meta podría ser que los proyectos de mayor impacto ambiental incorporen BIM de forma obligatoria a partir de un año determinado, mientras que la acción para cumplir esa meta sería desarrollar guías de apoyo para la inclusión de BIM en proyectos con componentes verdes.

En general las hojas de ruta de BIM están organizadas en líneas de acción, referidas al menos a los siguientes aspectos: estandarización, capital humano, comunicación y difusión, y tecnología. En cada una de las líneas, se deben incluir actividades junto con los productos.

Para qué

La hoja de ruta para la implementación de BIM en la institución o área permitirá guiar a los equipos en las acciones que deben realizar durante un plazo determinado para el cumplimiento de la(s) meta(s) definida(s).

Acciones

- Para construir la hoja de ruta, se deben generar actividades participativas, por ejemplo, talleres que involucren a la mayor cantidad posible de personas de la institución, que representen a las distintas áreas implicadas e, idealmente, a otras organizaciones que trabajen con la institución (p. ej., empresas contratistas y otras instituciones del Estado).
- En estas actividades se deben priorizar las acciones que la institución desarrollará para cumplir los objetivos (definidos en el paso 1) y definir cuáles son las metas que se quieren alcanzar y cuándo.
- Posteriormente, una persona o equipo debe reflejar esta información en una representación gráfica que muestre, en el tiempo, las acciones, productos y metas.
- En paralelo, se debe cuantificar, al menos de manera general, el presupuesto necesario para desarrollar las acciones de la hoja de ruta.
- Una vez elaborada la hoja de ruta, esta debe ser difundida tanto dentro de la institución como a la industria.

Ejemplo

Hoja de ruta BIM de Planbim (Chile)

En 2016, Planbim de Corfo desarrolló una hoja de ruta a cinco años (de 2016 a 2020) organizada en cinco líneas de acción: estrategia e institucionalidad, estandarización, capital humano, tecnologías habilitantes y difusión. Esta hoja de ruta se basó en un documento preliminar elaborado a través de talleres junto con los consejeros del Programa Construye 2025 de Corfo y representantes clave del sector público, el privado y el académico (Planbim, 2017).

En el siguiente enlace se puede ver más información al respecto:

<https://planbim.cl/acciones/hoja-de-ruta-y-lineas-de-accion/>.

Hoja de ruta BIM de Costa Rica:

En febrero de 2022, el gobierno de Costa Rica publicó la “Hoja de Ruta Estratégica BIM Costa Rica”, que abarca de 2021 a 2024 y está organizada en cinco pilares: gobernanza, normativa, capital humano, habilitantes tecnológicos y promoción. Esta fue desarrollada a través de un proceso de codiseño, liderado por una consultora y con la participación de 71 expertos de la industria de la construcción costarricense (MIDEPLAN, 2022).

En el siguiente enlace se puede ver más información al respecto y descargar el documento:

<https://www.mideplan.go.cr/costa-rica-avanza-en-implementacion-de-estrategia-bim>.

Hoja de ruta BIM de buildingSmart Canadá:

En 2014, la sección canadiense de buildingSMART publicó una hoja de ruta de BIM que abarcaba de 2014 a 2020 y estaba organizada en cinco líneas: participación, desarrollo, educación, despliegue y evaluación (buildingSMART Canada, 2014).

En el siguiente enlace se puede ver más información al respecto y descargar el documento:

<https://buildingsmartcanada.ca/bim-roadmap/>.

Recomendación

Se recomienda que la hoja de ruta sea un documento gráfico simple y autoexplicativo, ya que esto contribuirá a su difusión y entendimiento.

3. DIAGNOSTICAR Y COMPRENDER LA FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTAR BIM EN LA INSTITUCIÓN

Qué

Al inicio de la implementación de BIM, se debe identificar a las personas que estarán involucradas en el proyecto. También se debe verificar si los procesos de desarrollo de los proyectos de edificación o infraestructura de la institución o área están documentados y/o estandarizados y revisar cuáles son las tecnologías disponibles para el proyecto en la organización o área a nivel de *hardware* y *software*. Esto incluye todo el ciclo de vida del proyecto, desde su planificación hasta su operación, considerando actividades tempranas, como, por ejemplo, la identificación y adquisición de predios necesarios para el desarrollo del proyecto, la obtención de permisos y la realización de consultas a la población.

Para qué

Este diagnóstico permitirá definir si es necesario contratar y/o capacitar a personas, determinar o estandarizar procesos de desarrollo de proyectos y adquirir tecnología.

Acciones

- Este diagnóstico se debe realizar a través de distintos métodos, tales como entrevistas con integrantes del equipo desarrollador y sus jefaturas, encuestas internas (sobre todo respecto de las capacidades de las personas) y levantamiento directo de información respecto de:
 - **Las personas.** Es necesario comprender cuáles son sus conocimientos respecto de BIM y las tareas que desempeñan en los proyectos de la organización (por ejemplo, visualizar información, revisar especificaciones, comunicarse con especialistas, planificar, liderar equipos, coordinar proyectos, etc.).
 - **Los procesos.** Es necesario comprender el flujo de información en el desarrollo de los proyectos considerando todas sus etapas (planificación, diseño, construcción y operación), las actividades, los actores, entregables e hitos.
 - **La tecnología.** Es necesario comprender cuál es la infraestructura tecnológica con la que cuenta la institución y evaluar si cumple con las especificaciones mínimas para hacerlo, por ejemplo, plataformas de comunicación, redes, intranet, licencias de software, computadores y recursos de almacenamiento digital.

Ejemplo

Entre los años 2019 y 2020, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) de Chile, con el apoyo de Planbim de Corfo, desarrolló un diagnóstico para comprender cuál era el estado en el que se encontraba la institución para implementar BIM. Este diagnóstico se desarrolló a través de distintas herramientas. Para el capital humano, Planbim desarrolló una encuesta para medir el entendimiento inicial del concepto de BIM, el grado de adopción de la metodología y las proyecciones de uso de esta metodología por parte de los funcionarios y equipos de trabajo que estaban participando en su implementación dentro de la organización. Para las tecnologías, se contrató a una consultora que recopiló información acerca de las redes y licencias disponibles, así como sobre las plataformas desarrolladas por Minvu y cuán factible era que interoperaran con información proveniente de BIM. Finalmente, en paralelo se llevó a cabo un levantamiento sobre la madurez de la institución en BIM. Para esto, más de 600 funcionarios respondieron un conjunto de preguntas a través de la plataforma Mibim (Planbim, 2019b), lo que proporcionó un diagnóstico sobre la madurez BIM de la institución².

Recomendación

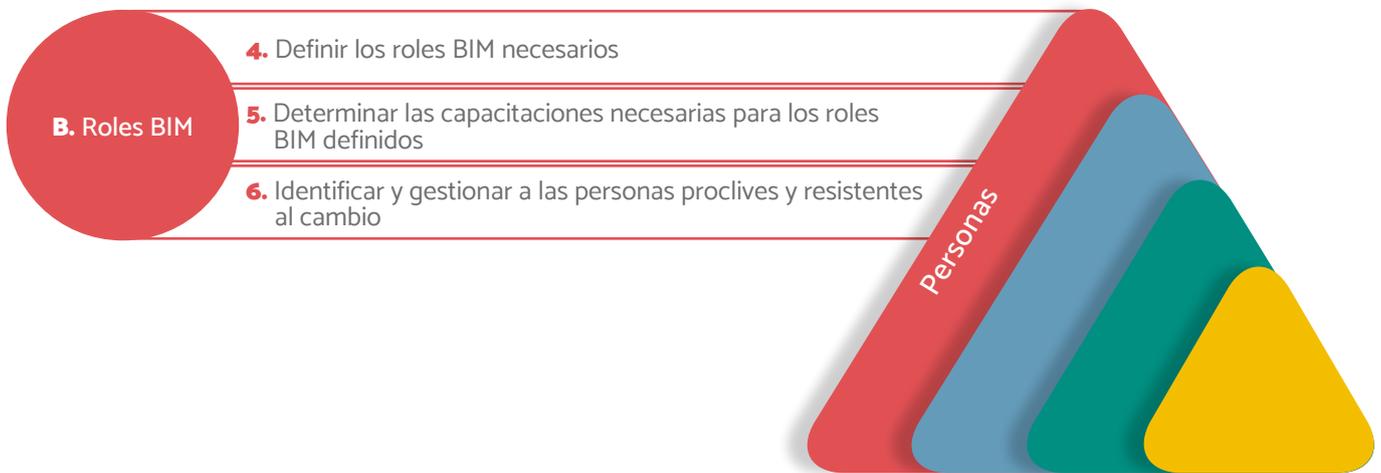
En caso de que la institución cuente con un mapa de procesos del tipo de proyecto en el que incorporará BIM, se debe revisar que este incluya todas sus etapas (planificación, diseño, construcción y operación), actividades, actores, entregables e hitos.

² Al ser información sensible, los resultados de este diagnóstico son privados de la institución.

PERSONAS

Las acciones de este pilar consideran la “definición de la estructura organizacional, los roles y perfiles necesarios para desarrollar las acciones vinculadas a BIM. Esto incluye la inducción y capacitación en BIM de las personas que participan en la organización, así como también la difusión necesaria de esta metodología” (Planbim, 2019b).

B. ROLES BIM



4. DEFINIR LOS ROLES BIM NECESARIOS

Qué

Los roles BIM son funciones que se ejercen “en alguna etapa de la planificación, el diseño construcción y/u operación de una edificación o infraestructura, en base a capacidades BIM que se suman a las capacidades no referidas a BIM” (Planbim, 2021). Un rol BIM puede ser desarrollado por más de un integrante del equipo y, a la vez, una persona puede desempeñar más de un rol.

Para qué

Los roles BIM permiten “diferenciar las responsabilidades que asume cada actor participante de un proyecto y definir explícitamente las capacidades BIM requeridas para ejercer un rol BIM” (Planbim, 2021).

Acciones

- Con base en la información reunida en el paso 3 sobre las personas de la institución o área, se debe definir primero cuáles son los roles que desempeñan en general las personas de la organización (por ejemplo, visualizar información, revisar especificaciones, socializar el proyecto, evaluar el impacto ambiental, evaluar los modelos de costos con relación al impacto, comunicarse con especialistas, planificar, liderar equipos, coordinar proyectos, etc.).
- Luego, se debe identificar a las personas que participarán en los proyectos con BIM y las tareas específicas que desarrollarán.
- Según las tareas que desempeñan las personas que participan en el proyecto, se deben asignar uno o más roles BIM, según corresponda, a cada integrante del equipo (por ejemplo, dirigirán, gestionarán, revisarán, desarrollarán o coordinarán información). Para esto, se puede utilizar una matriz de roles BIM. En el mundo existen distintas matrices que entregan información acerca de las tareas que debe desarrollar cada rol y, en algunos casos, las capacidades, conocimientos o experiencia con que deben contar las personas que los ejercen.

Ejemplo

Matriz de roles Planbim (Chile)

En 2017, Planbim publicó una matriz de roles BIM que fue construida a partir de un trabajo colaborativo entre el sector público, el privado y el académico. Esta matriz contiene cinco roles (dirección, gestión, coordinación, modelación y revisión en BIM), las capacidades BIM necesarias para ejercerlos y el conocimiento y experiencia previa no referida a BIM que deben tener las personas que desempeñan cada rol. Posteriormente, esta matriz fue incluida en el “Estándar BIM para Proyectos Públicos” de Chile.

El documento se puede encontrar en:

<https://planbim.cl/download/estandar-bim-para-proyectos-publicos/>.

Matriz de roles SIBIM (Argentina)

En 2019, el Sistema de implementación BIM (SIBIM) del Ministerio de Obras Públicas de Argentina publicó una matriz de roles desarrollada con base en un taller en el que participaron el sector público y el privado. La matriz contiene siete roles (dirección, gestión, planificación, coordinación, verificación, operación y especialidad técnica).

El documento se puede encontrar en:

<https://ppo.obraspublicas.gob.ar/sibim/library>.

Matriz de roles esBIM, (España)

En 2017 la Comisión BIM de España, esBIM, publicó el documento “Definición de roles en procesos BIM”, que define nueve roles, más ocho profesionales BIM (es.BIM, 2017):

Roles: Promotor / Cliente, Director de Proyecto BIM, Director de la Gestión de la Información, Director Técnico BIM, Director de la Gestión del Diseño, Director de la Gestión de la Ejecución, Director del Equipo de Trabajo, Coordinador BIM, Modelador BIM.

Otros profesionales BIM: Analista BIM, Coordinador CAD, Director Técnico CAD, Programador de Aplicaciones BIM, Especialista IFC, Facilitador BIM, Consultor BIM, e Investigador BIM.

El documento puede ser revisado en:

<https://bim.tecniberia.es/wp-content/uploads/2016/11/GT2-Personas-SG2.3-Roles.pdf>.

Recomendación

El conocimiento sobre BIM puede ser adquirido con posterioridad a la asignación del rol. Sin embargo, es clave verificar que las personas cuentan con la experiencia previa necesaria para las tareas asignadas. Esta experiencia se indica en algunas matrices, como, por ejemplo, la de Planbim Chile.

³ IFC es un modelo de datos estándar y abierto, utilizado en la industria de la construcción sin traducción al español.

5. DETERMINAR LAS CAPACITACIONES NECESARIAS PARA LOS ROLES BIM DEFINIDOS

Qué

Actualmente, existen múltiples cursos sobre BIM tanto presenciales como en línea. Al definir las capacitaciones, es importante que estas se enfoquen específicamente en las tareas del rol que desempeñarán las personas. Asimismo, no solo deben centrarse en las tecnologías BIM (*software*), sino también en la metodología de trabajo colaborativo y sus aspectos estratégicos. Esto es sobre todo relevante en los cursos para el rol de dirección, ya que las personas que lo desempeñen no necesitarán manejar *software*, sino más bien comprender la metodología, sus objetivos y beneficios.

Para qué

Una vez definidos los roles BIM, es necesario asegurarse de que las personas que los desempeñarán cuentan con el conocimiento necesario sobre BIM.

Acciones

- Utilizando alguna matriz de roles existente, se debe verificar cuáles son las competencias respecto de BIM que las personas del equipo deben tener.
- Con esta información, se deben planificar las capacitaciones que deben recibir las personas en caso de no contar con esos conocimientos.
- Esta planificación de capacitaciones debe incluir, primero que todo, los principales objetivos de aprendizaje, además del perfil de las personas que las obtendrán (nivel jerárquico, tareas que desempeñan comúnmente, etc.), los plazos para alcanzarlos y su presupuesto.
- Se debe considerar que la capacitación es un proceso continuo, dado que tanto las aptitudes necesarias para los proyectos como las tecnologías evolucionan constantemente. Adicionalmente, los actores involucrados, también pueden evolucionar.

Ejemplo

En 2018, Planbim desarrolló la “Estrategia de formación de capital humano con capacidades BIM en MINVU”. A través de un levantamiento de capacidades BIM realizado en el Ministerio, se definieron cuáles son las competencias que las personas de la organización deben tener en esta materia, según la Matriz de Roles BIM de Planbim. Lo anterior se realizó a través de encuestas a funcionarios públicos de todo el país, que permitieron comprender las responsabilidades y roles BIM que asumen los funcionarios en sus labores diarias para el desarrollo de proyectos. Con esto, el Ministerio identificó que más de la mitad de los encuestados asumen tareas relacionadas con el rol de Revisión en BIM (DITEC, 2021).

Con esta información, en la estrategia se caracterizaron los cursos de capacitación en BIM para los roles BIM del MINVU. También se identificaron las acciones al respecto que el Ministerio debe realizar a corto, mediano y largo plazo, como, por ejemplo, obtener fondos para capacitaciones específicas según los roles BIM definidos o desarrollar programas internos de formación mixta.

Recomendación

Las capacitaciones deben considerar las competencias necesarias para desarrollar los Usos BIM que se seleccionen en el paso 10, así como para desarrollar o revisar el requerimiento de BIM del paso 12.

6. IDENTIFICAR Y GESTIONAR A LAS PERSONAS PROCLIVES Y RESISTENTES AL CAMBIO

Qué

En el proceso de implementación de BIM se encontrarán personas que se resistirán a los cambios metodológicos, ya sea por miedo o dificultad para modificar su manera de trabajar. Asimismo, existirán individuos o equipos que estarán a favor del cambio y lo fomentarán y promoverán. Se debe identificar a estos dos grupos de personas y generar las acciones correspondientes para cada uno de ellos.

Para qué

Dado que la implementación de BIM es un cambio de metodología de trabajo, es clave que los participantes estén comprometidos con el proceso y comprendan el valor que BIM generará para la institución, los proyectos y ellos mismos.

Acciones

- Se deben mostrar los beneficios de BIM con ejemplos claros y relacionados con el quehacer de la institución y las labores de las personas. Esto se puede ejecutar a través de actividades participativas que permitan tener retroalimentación de las personas o equipos y, así, reconocer quienes apoyarán el cambio y quienes se resistirán a él.
- Lo anterior permitirá desarrollar acciones con los dos grupos de personas. Por ejemplo, con los reticentes, se deberían reconocer sus preocupaciones respecto del cambio e intentar abordarlas en conjunto, haciéndolas parte del proceso y reafirmando que sus capacidades son necesarias para la organización. Por otra parte, se puede involucrar a las personas proclives al cambio, dándoles tareas de promoción interna de la metodología BIM y para el convencimiento de sus pares.

Recomendación

Se recomienda estimular y reconocer públicamente a quienes faciliten la implementación del cambio.

C. DIFUSIÓN INTERNA

C. Difusión interna

7. Promover y comunicar las acciones y mejoras de BIM



7. PROMOVER Y COMUNICAR LAS ACCIONES Y MEJORAS DE BIM

Qué

Los distintos aspectos de la implementación de BIM deben ser comunicados periódicamente tanto dentro de la institución como fuera de ella. Este es un paso transversal a todos los otros de esta guía, ya que se debe realizar desde el principio de la implementación hasta que se obtienen los resultados de los proyectos.

Para qué

La comunicación constante sobre la implementación permitirá que los tomadores de decisión y otras personas y organizaciones vinculadas a los proyectos estén informados sobre el avance del proceso y, de esta manera, puedan ser parte de este y tomar las medidas necesarias de su competencia. Por ejemplo, en el caso de las empresas contratistas que trabajan para la institución, tener información de manera oportuna sobre el requerimiento de BIM les permitirá prepararse para las futuras licitaciones en las que se incluirá esta metodología. En el caso de los equipos dentro de la institución, conocer la implementación les permitirá participar en el proceso y replicar la experiencia en otras áreas de la organización.

Acciones

- Dentro de la organización, se deben desarrollar acciones de comunicación para informar a las personas y los equipos de distintos niveles jerárquicos sobre el proceso de cambio metodológico de BIM.
- Esta comunicación debe centrarse, sobre todo, en las acciones realizadas, los objetivos que se buscan, los resultados obtenidos y las personas involucradas.
- Esta comunicación se puede realizar por distintas vías presenciales y/o virtuales, tales como reuniones, charlas informativas, artículos en redes internas, boletines informativos y otros.
- También se deben desarrollar acciones de comunicación fuera de la institución, cuyo público objetivo debieran ser las instituciones y personas involucradas o impactadas por los procesos de desarrollo de proyectos. Esto puede incluir contratistas, agencias reguladoras vinculadas a los proyectos y usuarios finales, entre otros.
- Los canales de difusión externa dependerán del tipo de público y podrían ser similares a los de la comunicación interna, por ejemplo, charlas, correos masivos, publicaciones en web y redes sociales y otros.

Ejemplo

En general, las organizaciones públicas y privadas que están promoviendo la implementación de BIM en América Latina, han puesto énfasis en diversas acciones de comunicación tanto dentro de las organizaciones como dirigidas a la industria. Un indicador de esto es que la mayoría de los países pertenecientes a CAF que tienen iniciativas públicas de fomento de BIM indican, dentro de sus acciones más comunes hacia las personas, la organización de charlas o seminarios y la publicación y mantenimiento de redes sociales dedicadas (Soto y Manríquez, 2023). Ejemplos de esto son los eventos anuales organizados por la Cámara de la Construcción de Uruguay, llamados Encuentro Nacional BIM, que en 2021 tuvieron su quinta edición⁴, web informativas, como la de BIM BR de Brasil⁵, los boletines informativos (*newsletter*) y las secciones de noticias en internet, como la de Planbim en Chile⁶ y otras.

⁴ Para más información, ver el sitio web del CND: <https://cnd.org.uy/bim/>.

⁵ Accesible en <https://plataformabimbr.abdi.com.br/bimBr/#/>.

⁶ Accesible en <https://planbim.cl/noticias/>.

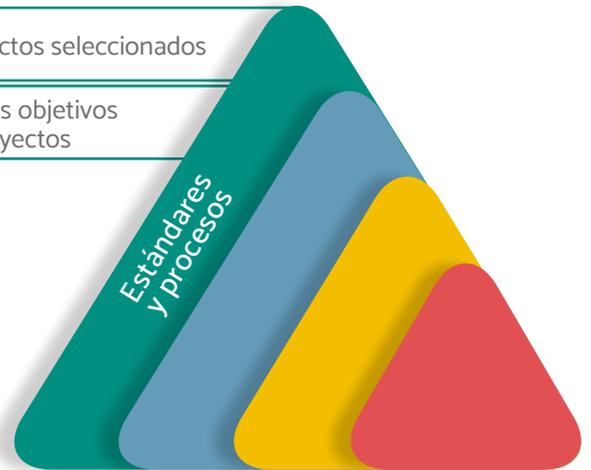
ESTÁNDARES Y PROCESOS

Las acciones de este pilar se enfocan en “entender cómo se realizan las actividades necesarias para crear o modificar productos y/o servicios a través de BIM, identificando a los responsables, sus roles y los flujos de información asociados. Las acciones vinculadas a este pilar buscan generar una mejora continua, y la gestión, seguimiento y control efectivo para el buen uso de todos los recursos” (Planbim, 2019b).

D. LEVANTAMIENTO DE PROCESOS

D. Levantamiento de procesos

8. Levantar y documentar el proceso de los proyectos seleccionados
9. Identificar los principales obstáculos y definir los objetivos específicos para la utilización de BIM en los proyectos



8. LEVANTAR Y DOCUMENTAR EL PROCESO DE LOS PROYECTOS SELECCIONADOS

Qué

Un mapa de procesos es “una representación gráfica con descripciones ilustrativas de cómo se hacen las cosas. Ayuda a los participantes a visualizar los detalles del proceso y guiar la toma de decisiones” (Six Sigma Study Guide, 2022).

Para qué

Como se indicó en el paso 3, para poder incorporar BIM en un proyecto, primero es necesario comprender el flujo de información de su desarrollo, considerando todas sus etapas, actividades, actores, entregables e hitos. Para esto se debe contar con el mapa de proceso de la tipología del proyecto consensuado por el equipo. Este mapa debe reflejar de forma sencilla el flujo de información durante todo el ciclo de vida y se debe incluir a la mayor cantidad de actores involucrados en su elaboración.

Acciones

- Seleccionar la(s) tipología(s) de proyecto(s) en la(s) que se implementará BIM y comprender los plazos involucrados. Para la selección de la tipología, se deben evaluar y ponderar distintos aspectos de los proyectos, tales como cuáles son más recurrentes, cuáles son los que generalmente presentan mayores problemas o cuáles son los que conllevan mayor monto de inversión o los más emblemáticos.
- Para construir el mapa de procesos se deben generar acciones participativas, por ejemplo, talleres que involucren a la mayor cantidad de participantes del proyecto y que representen a las distintas áreas involucradas. Una persona o equipo debe estar a cargo de recopilar información durante estas actividades y traspasarlas al mapa de procesos.
- Posteriormente, se debe validar esa información con los participantes y sus jefaturas.

Ejemplo

Al iniciar la implementación de BIM en instituciones públicas en Chile, uno de los primeros hallazgos del equipo de Planbim fue que las organizaciones no contaban con mapas de procesos del desarrollo de sus proyectos. Por esto fue necesario construirlos mediante un trabajo colaborativo con los equipos que desarrollaban los proyectos, guiado por el equipo de Planbim. A partir de este trabajo, entre 2016 y 2021, se construyeron los mapas de procesos para 19 tipologías de proyectos en diferentes ministerios (Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo, e Interior), además del Poder Judicial (Soto, 2017).

En el siguiente enlace se puede revisar la presentación de Planbim en la que se dan detalles respecto a la elaboración del mapa de procesos: <http://bitly.ws/tHbc>.

Recomendación

Se recomienda seleccionar una tipología de proyecto que se repita usualmente en la institución para, así, maximizar el impacto de la implementación de BIM y la capacidad de optimizar su utilización y sus beneficios.

9. IDENTIFICAR LOS PRINCIPALES OBSTÁCULOS Y DEFINIR LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS PARA LA UTILIZACIÓN DE BIM EN LOS PROYECTOS

Qué

Por una parte, los obstáculos en los procesos son los problemas que afectan al flujo de información durante todo el ciclo de vida de un proyecto.

Por otra, los objetivos específicos para la utilización de BIM en un proyecto “son metas enfocadas a tareas medibles que apuntan a responder a los problemas concretos del mismo. Estas metas pueden ser más de una y siempre deben estar alineadas al objetivo general de la solicitud de BIM en el proyecto⁷.”

Para qué

La identificación de los obstáculos permitirá comprender qué información dentro del proceso se requerirá a través de BIM y, por lo tanto, dónde BIM genera más valor agregado.

Por otra parte, la definición de objetivos permite acotar el requerimiento de BIM, comunicar el foco de su aplicación y posteriormente medir el impacto real de la metodología en el proyecto.

Acciones

- Una vez que se cuenta con un mapa del proceso de la tipología de proyecto en la que se incorporará BIM, se deben reconocer los obstáculos recurrentes en el flujo de información en cualquier parte del proceso del proyecto seleccionado.
- Posteriormente, se debe decidir cuáles son los obstáculos que se pueden mitigar con BIM y, de estos, definir en cuáles se enfocará primero su implementación. Finalmente, se deben construir objetivos específicos que estén directamente vinculados a la mitigación de esos obstáculos. Por ejemplo, si se identifica que uno de los obstáculos a mitigar es la baja precisión en las cubicaciones, el objetivo específico podría ser: Mejorar la precisión de la información sobre cubicaciones del proyecto.

⁷ Planbim, Estándar BIM para Proyectos Públicos: Intercambio de Información entre Solicitantes y Proveedores, 40.

Ejemplo

Penn State University (Estados Unidos)

La Universidad Estatal de Pensilvania, en su documento “BIM Project Execution Planning Guide –Version 2.1”, indica que se debe comenzar con el final en mente: “el equipo del proyecto primero debe considerar las fases posteriores de un proyecto para comprender qué información será valiosa tener durante esa fase” (CIC Research Program, 2011). Teniendo eso en cuenta, el equipo del proyecto puede definir qué información se debe intercambiar en cada parte del proceso de manera fluida, o sea, sin interrupciones. De esta forma, según esa institución, se puede identificar para qué se utilizará BIM en el proyecto.

Planbim (Chile)

La metodología aplicada por Planbim en las implementaciones que han tenido lugar en las instituciones públicas, como en el Ministerio de Obras Públicas (Novoa, 2018) o el de Vivienda, se enfoca en reconocer todos los obstáculos que afectan el flujo de información durante el proceso de un proyecto. Con esto, la organización puede comprender dónde BIM agregará valor al proceso.

E. ESTÁNDARES Y REQUERIMIENTO DE BIM

E. Estándares y requerimiento BIM

10. Seleccionar los Usos BIM a incluir en los proyectos
11. Seleccionar y aplicar estándares y protocolos para la estructuración y gestión de información interoperable en BIM
12. Desarrollar el documento de requerimiento de BIM

Estándares
y procesos

10. SELECCIONAR LOS USOS BIM A INCLUIR EN LOS PROYECTOS

Qué

Los Usos BIM son “métodos de aplicación de BIM durante el ciclo de vida de una edificación o infraestructura para alcanzar uno o más objetivos específicos” (Kreider y Messner, 2013). En el mundo existen distintos documentos que definen los Usos BIM que incluyen una descripción de cada uno de ellos, las etapas en las que se pueden aplicar y los recursos necesarios para su desarrollo.

Los Usos BIM que se seleccionen para un proyecto deben estar alineados a los objetivos de la organización para su implementación de BIM (definidos en el paso 1) y responder también a los objetivos de la utilización de BIM en el proyecto específico (definidos en el paso 9).

Para qué

Los Usos BIM permiten definir cómo se utilizará esta metodología en el proyecto y, a través de ellos, ayudar a mitigar los obstáculos detectados en el paso anterior.

Acciones

- Primero se debe elegir cuál será el estándar de Usos BIM a utilizar.
- Una vez identificados los obstáculos (paso 9), es necesario presentar al equipo del proyecto ejemplos de cómo se aplica BIM en un proyecto a través de Usos BIM. Los ejemplos pueden ser obtenidos de distintos medios, como casos de proyectos, videos de marcas de *software* y charlas existentes.
- Luego se deben relacionar uno o más Usos BIM a cada uno de los obstáculos priorizados, apuntando a la mitigación de estos. Relacionar los Usos con los obstáculos ayudará a que BIM aporte valor al proyecto.
- Posteriormente, se deben priorizar los Usos BIM que se incorporarán en el requerimiento en el paso 12.
- Finalmente, se debe comprender cuáles son las competencias y recursos que se necesitarán durante el proyecto para aplicar los Usos BIM seleccionados.

Ejemplo

En 2009, Penn State University (Universidad Estatal de Pensilvania), a través de su documento “BIM Project Execution Planning Guide”, definió 25 Usos que permiten comprender de qué manera se puede aplicar BIM en un proyecto.

Esos Usos BIM han sido ampliamente utilizados por la industria en todo el mundo⁸. Un ejemplo de esto es la utilización de estos Usos BIM en instituciones públicas de Chile, como el Ministerio de Obras Públicas, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo y la Corporación Administrativa del Poder Judicial, entre otros, a través del “Estándar BIM para Proyectos Públicos”. También las instituciones públicas de Perú incorporan los Usos BIM de Penn State University en la “Guía nacional BIM: gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM”⁹.

Recomendación

Dado que cada Uso solicitado requiere recursos (personas, procesos y tecnologías) para su desarrollo, se recomienda acotar la cantidad de Usos BIM en el proyecto.

⁸ Existen otras definiciones de Usos BIM, como, por ejemplo, los 52 usos generales de modelos BIM indicados por BIMexcellence. Se pueden consultar en el siguiente enlace: <https://bimexcellence.org/wp-content/uploads/211in-Model-Uses-Table.pdf>.

⁹ Para más detalles sobre los Usos BIM de esas instituciones, consultar CIC Research Program, 2011, Planbim, 2021a y MEF, 2021.

11. SELECCIONAR Y APLICAR ESTÁNDARES Y PROTOCOLOS PARA LA ESTRUCTURACIÓN Y GESTIÓN DE INFORMACIÓN INTEROPERABLE EN BIM

Qué

Antes de requerir BIM, se deben seleccionar los estándares y/o protocolos que se utilizarán para la construcción de la solicitud y durante el desarrollo del proyecto. Estos documentos deben cubrir al menos los siguientes aspectos de la estandarización de la información:

- Gestión de la información. Definición de un marco para el manejo y organización de la información generada por los actores involucrados en un proyecto.
- Estandarización e interoperabilidad de la información. Se debe contar con información estandarizada e interoperable, entendiendo la interoperabilidad como “la capacidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada” (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1990). Se debe considerar que hay que entregar los modelos en formatos interoperables y no solo en el formato nativo del software en el que fueron desarrollados.
- Para definir cómo serán los datos que se intercambiarán en BIM, los estándares utilizan una serie de conceptos, como Entidad BIM, Tipos de Modelos, Niveles de Información (NDI), Niveles de Desarrollo (LOD por sus siglas en inglés), Tipos de Información (TDI) y otros, que deben ser incorporados en el requerimiento de BIM (paso 12) y luego ser aplicados a lo largo del desarrollo de la información del proyecto.
- Nomenclaturas. Convenciones respecto de, por ejemplo, códigos y nombres de archivos y carpetas.
- Sistemas de clasificación. Organización de las entidades de construcción de manera estandarizada. “Un sistema de clasificación ordena una serie de objetos en diferentes tipos y consiste en miembros con propiedades específicas” (Ekholm, 1996).

Para qué

Para obtener los beneficios esperados de BIM, es importante que este se requiera y se utilice de forma estandarizada e interoperable. La estandarización permitirá que la información de los proyectos públicos sea consistente y estructurada, facilitando su utilización en todo el ciclo de vida del proyecto. La interoperabilidad, por su parte, permitirá que la información de los modelos pueda ser utilizada e integrada en distintas plataformas, tanto BIM como de otro tipo (por ejemplo, de planificación de costos o de recursos empresariales) y que la institución no dependa de un *software* en particular para revisarla.

Acciones

- El equipo a cargo de la implementación debe revisar los estándares existentes a nivel nacional e internacional, procurando identificar cuáles son más adecuados para el contexto nacional o local.
- Con base en esta revisión, se debe decidir cuáles se utilizarán y comunicarlo a todos los involucrados.

Ejemplo

A continuación, se presentan algunos de los estándares internacionales referenciados por países de la región.

Tipo de estándar	Brasil	Chile	Perú
Gestión	ISO 19650-1, 2 y 3	ISO 19650-1 y 2	ISO 19650-1 y 2
Información	ISO 16739	ISO 16739	BS EN 17412-1
	ISO 29481-1	ISO 29481-1 y 2	
		ISO 12006-3	
		BS 1192-4	
Nomenclaturas		BS 1192	
Sistemas de clasificación	ABNT NBR ISO 12006-2		ISO 12006-2
	ABNT NBR 15965-1, 2, 3 y 7		

Recomendación

Se recomienda que la revisión de estándares se desarrolle de manera participativa, idealmente, involucrando a otras organizaciones públicas y privadas. Esto permitirá que los estándares que se seleccionen sean similares o, aún mejor, los mismos que utiliza o utilizará en el futuro la industria de la construcción local o nacional.

12. DESARROLLAR EL DOCUMENTO DE REQUERIMIENTO DE BIM

Qué

El documento de requerimiento de BIM define cómo y para qué se utilizará BIM en el proyecto. Un requerimiento de BIM (pliego de licitación, término de referencia, bases, solicitud de información, etc.) es un documento que incluye los objetivos que se quieren alcanzar con BIM en el proyecto, los entregables y la información que estos deben contener, aspectos que se han definido en los pasos anteriores. Esta solicitud debe ser construida basándose en los estándares seleccionados para la gestión de la información del proyecto.

Para qué

El documento del requerimiento de BIM permitirá establecer desde el comienzo del proyecto cómo se debe desarrollar la comunicación entre el solicitante y los proveedores y fijar las expectativas y necesidades del solicitante de manera clara y explícita. Esto permitirá reducir incertidumbres y los espacios para las controversias y discrepancias entre lo solicitado por la institución y la información entregada por los proveedores.

Acciones

- Con base en los estándares seleccionados, el equipo debe consolidar en un documento cuáles son los objetivos que se quieren alcanzar con BIM y cuál es la información solicitada para esto.
- Esta información incluye los Usos BIM, los niveles de información, los entregables, los plazos de entrega y otros datos relevantes.
- Este documento debe ser parte integral de la licitación o proceso de contratación del proyecto.

Ejemplo

SIBIM (Argentina)

En marzo de 2022, Argentina publicó una plantilla para requisitos de intercambio de información (Ministerio de Obras Públicas, 2022) que permite a los funcionarios definir la información de BIM que deben requerir.

Colombia

Colombia desarrolló en 2021 una plantilla para generar documentos de requerimientos de BIM (Mesa Técnica Estrategia BIM Colombia, 2021). Este documento permite que una organización defina estos requisitos de forma estandarizada.

Planbim (Chile)

Chile, por otro lado, estableció en 2019 un requerimiento de BIM consistente para todas las instituciones a través del “Estándar BIM para Proyectos Públicos” (Planbim, 2019a).

Recomendación

Se recomienda involucrar al área jurídica de forma temprana en la generación del requerimiento de BIM para evaluar la forma de incorporar en el contrato.

F. PILOTO BIM



13. DEFINIR Y DESARROLLAR EL PROYECTO PILOTO EN EL QUE SE INCORPORARÁ BIM

Qué

Un piloto BIM es un proyecto de edificación o infraestructura real de la institución en el cual se incorporará BIM y se evaluarán los resultados de esta metodología.

Para qué

El piloto BIM permite verificar si se logran los objetivos de la organización para su implementación de BIM (definidos en el paso 1) y los objetivos de la utilización de BIM en el proyecto específico (definidos en el paso 9). Adicionalmente, posibilita comprobar si se consiguen definidos en el paso 1 y mitigar los obstáculos detectados en el proceso.

Acciones

- Para la selección del proyecto se debe revisar la cartera de proyectos a futuro de la institución, sus plazos y montos de inversión.
- Igualmente se deben evaluar distintos aspectos de los proyectos, tales como, si los plazos del proyecto coinciden con los tiempos necesarios para desarrollar el piloto, si se cuenta con un mapa de procesos y una solicitud de BIM, etc.
- En paralelo se debe definir el equipo de la institución que se hará cargo del proyecto piloto. Este equipo debe tener las capacidades asociadas a los roles BIM definidos y sus integrantes deben haber sido parte de las actividades de los pasos anteriores

Ejemplo

Según el “Panorama general del avance de BIM en América Latina y el Caribe”, editado por CAF, siete países han desarrollado o planifican desarrollar pilotos de utilización de esta metodología en proyectos públicos. Uno de ellos es Uruguay, que, a través de la Corporación Nacional para el Desarrollo (CND), ha desarrollado pilotos como el de CAIF Aeroparque para testear la aplicación de la metodología (Rodríguez, 2021).

Para más información del proyecto haga clic en el siguiente enlace:

<https://www.youtube.com/watch?v=dwzyPIHdkLg>.

Recomendación

Se recomienda seleccionar para el piloto una tipología que se desarrolle comúnmente en la institución a fin de maximizar los beneficios de la implementación al aplicarse a una mayor cantidad de proyectos, logrando una mejora continua en el proceso.

14. REVISAR LOS ENTREGABLES BIM DESARROLLADOS POR EL PROVEEDOR EN EL PROYECTO PILOTO

Qué

Los entregables BIM son “todos los documentos e información necesaria para la obtención de modelos BIM, así como todos los productos resultantes del uso de herramientas y flujos de trabajo BIM” (Planbim, 2019a). Algunos de los entregables BIM definidos internacionalmente son:

- Plan de Ejecución BIM (PEB). Es un plan que explica cómo el proveedor llevará a cabo los aspectos relativos a la gestión de la información del proyecto¹⁰.
- Modelos BIM. Según Bilal Succar, un modelo BIM es un “modelo digital 3D basado en objetos, rico en datos, creado por un participante del proyecto utilizando una herramienta de *software* BIM” (BIM Dictionary, 2022).
- Documentos relacionados con los modelos BIM. Son “tanto los archivos que pueden ser extraídos directamente desde los modelos BIM en distintos formatos—por ejemplo, planos, planillas, especificaciones técnicas, imágenes, videos, etc.— como los documentos que contienen información para el desarrollo del proyecto y los modelos —por ejemplo, fichas técnicas, catálogos, nubes de punto, etc.” (Planbim, 2019a, p. 47).

Para qué

Se deben revisar los entregables BIM para verificar si cumplen con la información requerida en la solicitud de BIM y, por lo tanto, si permitirán mejorar el desarrollo del proyecto.

Acciones

- A medida que se vayan recibiendo los distintos entregables solicitados al proveedor, el equipo de la institución debe revisar la información requerida.
- El equipo debe contar con una pauta de evaluación objetiva de los distintos aspectos solicitados, que sea conocida también por el proveedor. Esta pauta de evaluación debe ser construida de forma participativa y considerar los aspectos de los entregables requeridos que serán evaluados.

Referencias

- Guía nacional BIM: Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM¹¹.
- Estándar BIM para Proyectos Públicos¹².

¹⁰ Basado en la norma ISO 19650-1 (ISO, 2018a).

¹¹ Ministerio de Economía y Finanzas, Guía Nacional BIM: Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM.

¹² Planbim, *Estándar BIM para Proyectos Públicos: Intercambio de Información entre Solicitantes y Proveedores*.

G. MEDICIÓN



15. DEFINIR LOS INDICADORES Y METAS BIM DEL PROYECTO, CONSTRUIR UNA LÍNEA BASE Y MEDIR EL DESEMPEÑO DURANTE EL PROYECTO PILOTO

Qué

- “Un indicador es una característica específica, observable y medible que puede ser usada para mostrar los cambios y progresos que está haciendo un programa hacia el logro de un resultado específico” (ONU-Mujeres, 2010). En el caso de BIM, los indicadores deben considerar variables concretas vinculadas a la información de los modelos. Por ejemplo, un indicador puede ser la variación en la cantidad de errores de información en las especificaciones técnicas.
- La línea base “establece la situación actual de las características que se están intentando medir y, por lo tanto, son el criterio de comparación para el monitoreo y evaluación del proyecto” (División de Ciencias de la Salud, Biológicas y Ambientales, s.f.). Siguiendo con el ejemplo anterior, la línea base debe contar con la cantidad promedio de errores de información en las especificaciones técnicas de los proyectos registrados.
- La meta es el resultado que se espera obtener respecto de los indicadores definidos. Debe establecer cuánto se espera mejorar en el proyecto con relación a la línea base. Por ejemplo, si la línea base registra un promedio de 300 errores de información en las especificaciones técnicas por proyecto, la meta a definir podría ser disminuir dichos errores en un 30%.

Para qué

- Línea base. Es necesario construir una línea base para tener un punto de comparación que permita comprender si BIM genera valor agregado en los proyectos.
- Indicadores. Son necesarios para identificar los aspectos que se medirán respecto del desempeño de BIM desde un inicio.
- Metas. Estas permitirán verificar el cumplimiento de los objetivos definidos para la implementación de BIM a través de los indicadores.

Acciones

- Para definir los indicadores, se deben utilizar como base los objetivos que se definieron en el paso 1, ya que los Usos BIM seleccionados y, por lo tanto, las acciones e información de BIM que se incluirán en el proyecto están directamente relacionadas con esto. Por ejemplo, si uno de los objetivos es disminuir los errores de información en las especificaciones técnicas de los componentes del proyecto y uno de los Usos seleccionados es el Diseño de especialidades, uno de los indicadores podría ser la variación en la cantidad de errores de información en las especificaciones técnicas de los componentes del proyecto.
- Una vez que se han definido los objetivos y Usos que se incluirán en el proyecto, se debe construir la línea base. Para esto se puede utilizar información histórica de la institución sobre proyectos anteriores que no requirieron BIM, de existir, o se puede registrar esta información de proyectos que estén en desarrollo. En el caso de que la institución haya desarrollado proyectos con BIM antes del piloto, será útil que la línea base también los incluya. Es importante que la información contenida en esa línea base esté directamente relacionada con los indicadores que se medirán en el piloto BIM.
- En paralelo, se deben fijar metas asociadas a los indicadores.
- Una vez que el proyecto está en marcha, se debe comenzar a medir los indicadores. Se tienen que definir responsables, plazos y metodologías de medición. Para esto último, hay que establecer instrumentos, tales como plantillas, rúbricas y listas de chequeo, entre otros, que permitan el registro de los indicadores definidos durante el proyecto piloto BIM. Se debe evitar el registro no estandarizado, para contar con datos que sean comparables con la línea base y, posteriormente, entre proyectos con BIM. El equipo encargado de medir los resultados de BIM durante el proyecto debe comprender qué se mide, por qué se mide y cómo se realizará esta medición de indicadores. Esta medición debe ser realizada durante la mayor parte del proceso del proyecto, idealmente desde la etapa de anteproyecto.

Ejemplo

En 2017 PricewaterhouseCoopers (PwC) desarrolló la Metodología de Medición de Beneficios (BMM, por sus siglas en inglés) para calcular los beneficios de utilizar BIM Nivel 2 en proyectos públicos de Reino Unido. Estos beneficios fueron cuantificados y luego valorizados. En el caso del proyecto de las oficinas centrales del Ministerio de Salud (DoH, por sus siglas en inglés) los beneficios de la utilización de BIM equivalieron a un 3 % del costo total de su diseño, construcción y operación (676.000 libras [GBP]).

En el caso del proyecto de “Barrera de inundación en York”, de la Agencia de Medio Ambiente, los beneficios de la utilización de BIM equivalieron a un 1,5 % del costo total de su diseño, construcción y operación (GBP 367.000) (PWC, 2018).

El estudio completo puede ser descargado en el siguiente enlace:

https://www.cdbb.cam.ac.uk/files/4.pwcbmmapplicationreport_0.pdf.

16. RECONOCER Y DOCUMENTAR LAS LECCIONES APRENDIDAS Y BUENAS PRÁCTICAS DE LOS PROYECTOS PILOTO REALIZADOS

Qué

Las lecciones aprendidas son el “conocimiento adquirido durante un proyecto que muestra cómo se abordaron o deberían abordarse en el futuro los eventos del proyecto, a fin de mejorar el desempeño futuro” (PMI, 2021).

Para qué

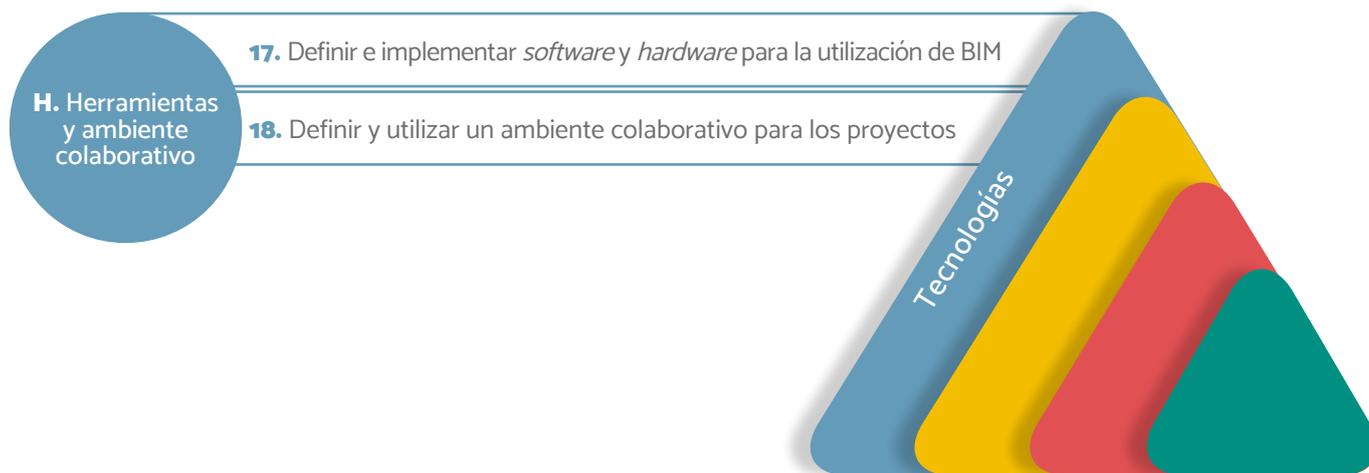
Las lecciones aprendidas permiten disminuir la asimetría de información y “monitorear las fuentes de problemas y obstáculos que aparecen tradicionalmente en la ejecución de los proyectos, de manera de aprender sobre la marcha y reducir al mínimo las fallas más recurrentes” (Fuentes, 2021). Algunas de estas fallas pueden ser, por ejemplo, objetivos o estimaciones de costos y tiempos inalcanzables.

Acciones

- Las lecciones aprendidas deben ser reconocidas y recolectadas desde el inicio del proyecto piloto, evitando la documentación tardía que podría generar pérdidas de información importante.
- Luego de ser reconocidas, es necesario monitorear su ocurrencia en los siguientes proyectos para identificar si continúan siendo válidas.
- En caso de que continúen siendo válidas, deben volver a ser documentadas.
- Es necesario compartir el conocimiento almacenado, difundiéndolo con los equipos de la institución. Se debe tener en cuenta que todas las personas de la organización puedan acceder a las lecciones aprendidas antes de la ejecución de un proyecto.

TECNOLOGÍA

H. HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS Y AMBIENTE COLABORATIVO



17. DEFINIR E IMPLEMENTAR *SOFTWARE* Y *HARDWARE* PARA LA UTILIZACIÓN DE BIM

Qué

El *software* se refiere a las herramientas digitales necesarias para desarrollar un proyecto con BIM. Existen distintos *software* BIM, tanto gratuitos como pagados, de múltiples proveedores y que permiten abordar diferentes aspectos del desarrollo de un proyecto. Por ejemplo, algunos permiten diseñar, presupuestar, revisar, colaborar, gestionar información, etc. Por otra parte, el *hardware* se refiere, por ejemplo, a computadores, redes y equipos de medición (tecnología de detección y localización por ondas luminosas [Lidar], drones, etc.), entre otros.

Para qué

Es imprescindible contar con las tecnologías para crear o revisar, según lo definido en el proceso levantado, los modelos BIM necesarios para desarrollar los Usos BIM seleccionados.

Acciones

- Primeramente, se deben identificar los recursos tecnológicos necesarios para desarrollar cada uno de los Usos BIM seleccionados. Para esto, es necesario definir, según lo documentado en el mapa de procesos, las acciones que debe realizar la institución con la información –por ejemplo, diseñar proyectos o revisarlos–, ya que las tecnologías necesarias podrían ser distintas. El resultado de la identificación define los requerimientos del *software* y del *hardware* necesario para utilizar dicho *software* y para almacenar y respaldar los datos que se generan con los Usos BIM.
- Posteriormente, se requiere capacitar, en el manejo del *hardware* y *software* seleccionados, a las personas involucradas en el proyecto piloto, así como también a los integrantes del área de tecnologías de información que sea necesario.

Recomendación

Es importante aclarar que tanto la institución como el proveedor deben contar con algunos de los recursos tecnológicos asociados a los Usos BIM, cabiendo la posibilidad de que estos se repitan.

18. DEFINIR Y UTILIZAR UN AMBIENTE COLABORATIVO PARA LOS PROYECTOS

Qué

En el contexto de BIM, existen herramientas digitales que habilitan ambientes colaborativos, llamados CDE, por su sigla en inglés (common data environment). El CDE permite tener una fuente única de información para recopilar, gestionar y difundir documentos y modelos entre los actores del proyecto (que pueden incluir a diferentes organizaciones), a través de un proceso estandarizado. Un CDE generalmente contiene un sistema de gestión documental que facilita la transferencia de información entre los actores de un proyecto¹³.

Los CDE pueden estar conformados por uno o más *software*, dependiendo de los recursos que tenga la institución y la complejidad de la integración que se plantea. La norma alemana DIN SPEC 91391 cuenta con un anexo que presenta un listado de los componentes y funciones que debe tener un CDE y la información a la que tendrán acceso los roles BIM definidos (DIN, 2019).

Para qué

Para obtener los máximos beneficios de BIM, todos los participantes del proyecto deben trabajar de manera colaborativa. A fin de facilitar este trabajo, existen plataformas que permiten la comunicación y la trazabilidad de la información que se desarrolla durante un proyecto.

Acciones

- Se debe definir el CDE que se va a utilizar considerando el levantamiento de tecnologías realizado en el paso 3 y priorizando idealmente la utilización del mismo ambiente para todas o la mayor cantidad posible de las etapas del proyecto. Este CDE puede ser implementado por la institución o por el proveedor del proyecto. Esto debe ser definido antes de la construcción de la solicitud de BIM.
- Además, es necesario definir qué roles BIM tendrán acceso a la información.

¹³ Basado en la definición de Bilal Succar (BIM Dictionary, 2020).

Ejemplo

En los proyectos de las instituciones públicas de los países latinoamericanos es usual que la responsabilidad de la definición e implementación del CDE recaiga en los proveedores. Esto se da generalmente por las brechas tecnológicas, principalmente en las redes de las organizaciones públicas. De todas maneras, dentro de América Latina y el Caribe al menos Brasil y Uruguay cuentan con CDE en algunas de sus instituciones públicas¹⁴.

Referencias

- DIN SPEC 91391.¹⁵
- Guía nacional BIM: Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM.¹⁶
- ISO 19650-2.¹⁷
- Estándar BIM para Proyectos Públicos.¹⁸

Recomendación

Se recomienda que este CDE sea implementado por la institución para que esta tenga control sobre la información y, así, establecer un repositorio de todos sus proyectos. Adicionalmente, es recomendable que se implemente de manera consensuada entre las diferentes instituciones que deberán responder o participar de la gestión y desarrollo del proyecto.

¹⁴ Se puede consultar más información sobre este tema en DIN, 2019, MEF, 2021 y Planbim, 2021a.

¹⁵ «DIN 19391-1:2019-04 Common Data Environment (CDE) para proyectos BIM - Funcionalidad e intercambio de datos abiertos entre plataformas de diferentes proveedores - Parte 1» (s. f.), <https://www.beuth.de/de/technische-regel/din-spec-91391-1/302483139>.

¹⁶ Ministerio de Economía y Finanzas, Guía Nacional BIM: Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM.

¹⁷ ISO, ISO 19650-2:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling –Part 2.

¹⁸ Planbim, *Estándar BIM para Proyectos Públicos: Intercambio de Información entre Solicitantes y Proveedores*.

CAPÍTULO 6

HERRAMIENTA PARA LA APLICACIÓN DE LA GUÍA BÁSICA BIM



CAPÍTULO 6

HERRAMIENTA PARA LA APLICACIÓN DE LA GUÍA BÁSICA BIM

A continuación, se presenta una tabla para cada uno de los 18 pasos planteados en esta guía, que abarca todas las etapas del proyecto, desde la planificación hasta la operación de un proyecto.

Cada tabla está organizada en cuatro columnas, como se explica a continuación:

- Las columnas 1 y 2 incluyen preguntas o recomendaciones numeradas para cada una de las acciones del paso.
- La columna 3 lista las opciones de respuestas (Si o No) a las preguntas.
- La columna 4 indica al funcionario con cuál número de pregunta o recomendación (columna 1) debe continuar en función de la respuesta que haya dado a la pregunta.

Para utilizar la herramienta, el funcionario debe comenzar con el paso 1 e ir avanzando según las indicaciones de la columna 4. Es importante notar que, para lograr una implementación exitosa de BIM, hay que realizar todos los pasos. Por esto, en caso de responder “No” a una pregunta, el funcionario debe procurar ejecutar esa acción antes de pasar a la siguiente pregunta o paso.

ESTRATEGIA			
GRUPO A. DIAGNÓSTICO Y PLANIFICACIÓN			
Paso 1: Definir los objetivos de la implementación de BIM para la institución			
N°	Acción	Resp.	Ir al n°
1.1	Para qué: Es clave definir los objetivos de la implementación de BIM al inicio de esta para poder guiar las acciones a desarrollar y posteriormente medir sus resultados.		1.1.1
1.1.1	¿Existen objetivos definidos para la implementación de BIM por parte de la institución?	Si No	2 1.2
1.2	Para definir los objetivos de la implementación de BIM, primero se deben reconocer los principales problemas que tiene la institución en el desarrollo de proyectos de edificación o infraestructura. Esto servirá de base para identificar en qué proceso(s) BIM puede aportar valor y cuáles serán los objetivos definidos por la institución.		1.2.1
1.2.1	¿Se han reconocido los principales problemas que tiene la institución en el desarrollo de proyectos de edificación o infraestructura?	Si No	2 1.3
1.3	En este caso, este reconocimiento se puede realizar a través de distintos métodos, tales como entrevistas con integrantes del equipo desarrollador y sus jefaturas, encuestas internas y la revisión de datos históricos de resultados de los proyectos.		2

Para avanzar a las siguientes acciones, se deben haber realizado todas las tareas mencionadas anteriormente.

ESTRATEGIA			
GRUPO A. DIAGNÓSTICO Y PLANIFICACIÓN			
Paso 2: Definir una hoja de ruta para la implementación de BIM			
N°	Acción	Resp.	Ir al n°
2.1	Para qué: La hoja de ruta de la implementación de BIM en la institución o área permitirá guiar a los equipos en las acciones que deben realizar durante un plazo determinado para el cumplimiento de la(s) meta(s) definida(s).		2.1.1
2.1.1	¿Existe una hoja de ruta para la implementación de BIM en la organización o área?	Si	3
		No	2.2
2.2	Para construir la hoja de ruta se deben generar actividades participativas.		2.2.1
2.2.1	¿Se han definido actividades para la construcción de la hoja de ruta que incluyan a la mayor cantidad de personas posible de la institución?	Si	2.3
		No	2.2.1.1
2.2.1.1	Las actividades para la construcción de la hoja de ruta deben incluir a la mayor cantidad de personas posible de la institución que representen a las distintas áreas involucradas. También es importante contar con otras organizaciones que trabajan con la institución (p. ej., empresas contratistas y otras instituciones del Estado).		2.3
2.3	En las actividades para la construcción de la hoja de ruta se deben priorizar las acciones que la institución desarrollará para cumplir sus objetivos BIM.		2.3.1
2.3.1	¿Cuenta la organización con acciones priorizadas para cumplir sus objetivos BIM?	Si	2.4
		No	2.3.1.1
2.3.1.1	Contar con acciones priorizadas facilitará la definición de la hoja de ruta.		2.4
2.4	En las actividades para la construcción de la hoja de ruta se deben definir cuáles son las metas que se quieren alcanzar y cuándo lograrlas.		2.4.1
2.4.1	¿Tiene metas predefinidas para la hoja de ruta?	Si	2.5
		No	2.4.1.1
2.4.1.1	Contar con metas predefinidas ayudará a que las actividades para la construcción de la hoja de ruta sean más fluidas.		2.5
2.5	Posteriormente, una persona o equipo debe reflejar las acciones y metas en una representación gráfica que las muestre en el tiempo.		2.5.1
2.5.1	¿Tiene una lámina gráfica de la hoja de ruta?	Si	2.6
		No	2.5.1.1
2.5.1.1	Se recomienda que la hoja de ruta sea un documento gráfico simple y autoexplicativo, ya que esto contribuirá a su difusión y entendimiento.		2.6
2.6	En paralelo, se debe cuantificar, al menos de manera general, cuál es el presupuesto necesario para desarrollar las acciones de la hoja de ruta.		2.6.1
2.6.1	¿Cuenta con una estimación del presupuesto necesario para realizar las acciones de la hoja de ruta?	Si	2.7
		No	2.6.1.1
2.6.1.1	Tener una estimación del presupuesto permitirá que la hoja de ruta sea realista en las acciones planificadas y evaluar con cuánto de ese presupuesto se cuenta.		2.7
2.7	Una vez desarrollada la hoja de ruta, esta debe ser difundida tanto dentro de la institución como a la industria.		2.7.1
2.7.1	¿Se ha difundido la hoja de ruta al interior de la institución y a la industria?	Si	3
		No	2.7.1.1
2.7.1.1	Es clave que la mayor cantidad de personas estén al tanto de las acciones de la hoja de ruta.		3

Para avanzar a las siguientes acciones, se deben haber realizado todas las tareas mencionadas anteriormente.

ESTRATEGIA			
GRUPO A. DIAGNÓSTICO Y PLANIFICACIÓN			
Paso 3: Diagnosticar y comprender la factibilidad de implementar BIM en la institución			
N°	Acción	Resp.	Ir al n°
3.1	Para qué: Este diagnóstico permitirá definir si es necesario contratar o capacitar personas, levantar o estandarizar procesos de desarrollo de proyectos y adquirir tecnología.		3.1.1
3.1.1	¿Cuenta con un diagnóstico de la factibilidad de implementar BIM en su organización o área de trabajo?	Si No	3.5 3.1.1.1
3.1.1.1	El diagnóstico se debe realizar a través de distintos métodos, tales como entrevistas con integrantes del equipo desarrollador y sus jefaturas, encuestas internas (sobre todo respecto de las capacidades de las personas) y levantamiento directo respecto de i) las personas, ii) los procesos y iii) las tecnologías.		3.2
3.2	Es necesario comprender cuáles son los conocimientos de las personas de la organización o área respecto a BIM y las tareas que desempeñan en un proyecto.		3.2.1
3.2.1	¿Se han comprendido cuáles son los conocimientos de las personas de la organización o área respecto a BIM y las tareas que desempeñan en un proyecto?	Si No	3.3 3.2.1.1
3.2.1.1	Algunos de esos conocimientos o tareas pueden ser visualizar información, revisar especificaciones, comunicarse con especialistas, planificar, liderar equipos, coordinar proyectos, etc.		3.3
3.3	Es necesario comprender el flujo de información en el desarrollo de los proyectos de la organización.		3.3.1
3.3.1	¿Se ha comprendido cómo es el flujo de información en el desarrollo de los proyectos de la organización?	Si No	3.4 3.3.1.1
3.3.1.1	El flujo de información en el desarrollo de los proyectos debe considerar todas sus etapas, actividades, actores, entregables e hitos.		3.4
3.4	Es necesario comprender cuál es la infraestructura tecnológica con la que cuenta la institución para el desarrollo de un proyecto y evaluar si cumple con las especificaciones mínimas para desarrollar un proyecto con BIM, por ejemplo, plataformas de comunicación, redes, intranet, licencias de <i>software</i> , computadores, hardware de almacenamiento y respaldo de la información, entre otros.		3.4.1
3.4.1	¿Se ha comprendido cuál es la infraestructura tecnológica con la que cuenta la institución para el desarrollo de un proyecto y evaluado si cumple con las especificaciones mínimas para desarrollar un proyecto con BIM?	Si No	4 3.4.1.1
3.4.1.1	Algunos de los temas a considerar en este análisis son: – El estado de la infraestructura con la que dispone la organización para el desarrollo de proyectos. – Las posibilidades de integración de las plataformas tecnológicas de la organización y las tecnologías BIM disponibles. – La detección de incompatibilidades tecnológicas, considerando recomendaciones de ajuste a la infraestructura para facilitar la integración.		3.5
3.5	En caso de que la institución cuente con un mapa de procesos del tipo de proyecto en el que incorporará BIM, se debe revisar que este incluya todas sus etapas, actividades, actores, entregables e hitos.		4

Para avanzar a las siguientes acciones, se deben haber realizado todas las tareas mencionadas anteriormente.

PERSONAS**GRUPO B. ROLES BIM****Paso 4: Definir los roles BIM necesarios**

N°	Acción	Resp.	Ir al n°
4.1	Para qué: Los roles BIM permiten “diferenciar las responsabilidades que asume cada actor participante de un proyecto y definir explícitamente las capacidades requeridas para ejercer un rol BIM” (Planbim, 2019a).		4.1.1
4.1.1	¿Se cuenta con una definición de los roles BIM necesarios en la organización o área?	Si	5
		No	4.1.1.1
4.1.1.1	Para definir los roles se puede utilizar una matriz de roles BIM. En el mundo existen distintas matrices que proporcionan información acerca de las tareas que debe desarrollar cada rol y, en algunos casos, las capacidades, conocimientos o experiencia con las que deben contar las personas que los ejercen.		4.2
4.2	Para asignar los roles antes definidos a personas específicas, se debe determinar quiénes participarán en el proyecto con BIM, identificando las tareas que desempeñarán.		4.2.1
4.2.1	¿Se han identificado las personas y las tareas que desempeñarán en el proyecto?	Si	4.3
		No	4.2.1.1
4.2.1.1	Entre las tareas que pueden desempeñar los equipos involucrados están visualizar información, revisar especificaciones, comunicarse con especialistas, planificar, liderar equipos, coordinar proyectos, etc.		4.3
4.3	Se deben asignar uno o más roles BIM, según corresponda, a cada integrante del equipo.		4.3.1
4.3.1	¿Se han asignado los roles BIM que corresponden a cada integrante del equipo del proyecto?	Si	5
		No	4.3.1.1
4.3.1.1	Algunos de los roles BIM existentes se asignan según las tareas que realizarán las personas: dirigir, gestionar, revisar, desarrollar o coordinar información.		5

Para avanzar a las siguientes acciones, se deben haber realizado todas las tareas mencionadas anteriormente.

PERSONAS			
GRUPO B. ROLES BIM			
Paso 5: Determinar las capacitaciones necesarias para los roles BIM definidos			
N°	Acción	Resp.	Ir al n°
5.1	Para qué: Es necesario asegurarse de que las personas que desempeñarán los roles BIM cuentan con el conocimiento necesario sobre esta metodología.		5.1.1
5.1.1	¿Se han definido las capacitaciones necesarias para los roles BIM definidos anteriormente?	Si	5.3
		No	5.1.1.1
5.1.1.1	Utilizando alguna matriz de roles existente, se debe verificar cuáles son las competencias respecto a BIM que las personas del equipo deben tener.		5.2
5.2	Se deben planificar las capacitaciones que recibirán las personas en caso de no contar con esos conocimientos.		5.2.1
5.2.1	¿Se han planificado esas capacitaciones?	Si	5.3
		No	5.2.1.1
5.2.1.1	Esta planificación de capacitaciones debe incluir, primero que todo, los principales objetivos de aprendizaje, además del perfil de las personas que las tomarán (nivel jerárquico, tareas que desempeñan comúnmente, etc.), los plazos y su presupuesto.		5.3
5.3	Las capacitaciones deben considerar las competencias necesarias para desarrollar los Usos BIM que se seleccionen, así como para desarrollar o revisar la solicitud de información sobre BIM. Se debe considerar que la capacitación es un proceso continuo dentro de la organización o área, dado que las capacidades necesarias para los proyectos y las tecnologías evolucionan constantemente.		6

Para avanzar a las siguientes acciones, se deben haber realizado todas las tareas mencionadas anteriormente.

PERSONAS			
GRUPO B. ROLES BIM			
Paso 6: Identificar y gestionar a las personas proclives y resistentes al cambio			
N°	Acción	Resp.	Ir al n°
6.1	Para qué: Dado que la implementación de BIM es un cambio de metodología de trabajo, es clave que los participantes estén comprometidos con el proceso y comprendan el valor que BIM generará para la institución, los proyectos y ellos mismos.		6.1.1
6.1.1	¿Se han identificado y gestionado a las personas proclives y resistentes al cambio?	Si	7
		No	6.2
6.2	Se deben mostrar los beneficios de BIM con ejemplos claros y relacionados con el quehacer de la institución y las labores de las personas. Esto se puede ejecutar a través de actividades participativas que permitan tener retroalimentación de las personas o equipos y, así, identificar a quienes apoyarán el cambio y quienes se resistirán a él.		7

Para avanzar a las siguientes acciones, se deben haber realizado todas las tareas mencionadas anteriormente.

PERSONAS**GRUPO B. ROLES BIM****Paso 7: Promover y comunicar las acciones y mejoras de BIM**

N°	Acción	Resp.	Ir al n°
7.1	Para qué: La comunicación constante sobre la implementación de BIM permitirá que los tomadores de decisión y otras personas vinculadas a los proyectos estén informados sobre su avance y, de esta manera, puedan ser parte del proceso y tomar las medidas necesarias que les competen.		7.1.1
7.1.1	¿Se han promovido y comunicado las acciones y mejoras de BIM a los responsables dentro y fuera de la organización o área?	Si No	7.5 7.2
7.2	Dentro de la organización se deben desarrollar acciones de comunicación para informar a las personas y equipos de distintos niveles jerárquicos sobre el proceso de cambio metodológico de BIM.		7.2.1
7.2.1	¿Se han desarrollado acciones de comunicación dentro de la organización o área para informar a las personas y equipos de distintos niveles jerárquicos sobre el proceso de cambio metodológico de BIM?	Si No	7.4 7.3
7.3	La comunicación debe centrarse, sobre todo, en las acciones realizadas, los objetivos que se buscan, los resultados obtenidos y las personas involucradas. Esta comunicación se puede realizar por distintas vías presenciales o virtuales, tales como reuniones, charlas informativas, artículos en redes internas, boletines informativos y otros.		7.3.1
7.4	Se deben desarrollar acciones de comunicación fuera de la institución, cuyo público objetivo debieran ser las instituciones y personas involucradas o impactadas por los procesos de desarrollo de proyectos.		7.4.1
7.4.1	¿Se han desarrollado acciones de comunicación fuera de la institución?	Si No	7.5 7.4.1.1
7.4.1.1	Dicho público puede incluir contratistas, agencias reguladoras vinculadas a los proyectos y usuarios finales, entre otros. Los canales de difusión externa dependerán del tipo de público y podrían ser similares a los de la comunicación interna, por ejemplo, charlas, correos masivos, publicaciones en web y redes sociales, entre otros.		7.5
7.5	Este es un paso transversal a todos los demás, ya que se debe realizar desde el principio de la implementación hasta que se obtienen los resultados de los proyectos.		8

Para avanzar a las siguientes acciones, se deben haber realizado todas las tareas mencionadas anteriormente.

ESTÁNDARES Y PROCESOS**GRUPO D. LEVANTAMIENTO DE PROCESOS****Paso 8: Levantar y documentar el proceso de los proyectos seleccionados**

N°	Acción	Resp.	Ir al n°
8.1	Para qué: Si se quiere incorporar BIM en un proyecto, primero es necesario comprender el flujo de información en su desarrollo, considerando todas sus etapas, actividades, actores, entregables e hitos.		8.1.1
8.1.1	¿Se ha levantado y documentado el proceso de los proyectos seleccionados en los que se utilizará BIM?	Si	8.5
		No	8.2
8.2	Se debe contar con el mapa de proceso de la tipología del proyecto consensuado por el equipo.		8.2.1
8.2.1	¿Se ha(n) seleccionado la(s) tipología(s) de proyecto(s) en los que se implementará BIM?	Si	8.3
		No	8.2.1.1
8.2.1.1	Para la selección de la tipología se deben evaluar y ponderar distintos aspectos de los proyectos, tales como cuáles son más recurrentes, cuáles son los que generalmente presentan mayores problemas o cuáles son los que conllevan mayor monto de inversión o los más emblemáticos.		8.3
8.3	Para construir el mapa de procesos se deben generar acciones participativas, por ejemplo, talleres que involucren a la mayor cantidad posible de participantes del proyecto que representen a las distintas áreas involucradas.		8.3.1
8.3.1	¿Se han realizado acciones participativas que representen a las distintas áreas involucradas en el proceso de la tipología de proyecto seleccionada?	Si	8.4
		No	8.3.1.1
8.3.1.1	Una persona o equipo debe estar a cargo de levantar la información durante estas actividades y traspasarlas al mapa de procesos.		8.4
8.4	El mapa de procesos resultante debe ser validado con los participantes y sus jefaturas.		8.4.1
8.4.1	¿Se ha validado la información representada en el mapa de procesos de la tipología de proyecto seleccionada?	Si	8.5
		No	8.4.1.1
8.4.1.1	Debe validar el mapa de procesos obtenido con los participantes y sus jefaturas para poder continuar.		8.5
8.5	Se recomienda seleccionar una tipología de proyecto que se repita usualmente en la institución para así maximizar el beneficio de la implementación de BIM y la capacidad de optimizar la utilización de BIM y sus beneficios.		9

Para avanzar a las siguientes acciones, se deben haber realizado todas las tareas mencionadas anteriormente.

ESTÁNDARES Y PROCESOS**GRUPO D. LEVANTAMIENTO DE PROCESOS****Paso 9: Identificar los principales obstáculos y definir los objetivos específicos para la utilización de BIM en los proyectos**

N°	Acción	Resp.	Ir al n°
9.1	Para qué: La identificación de los obstáculos permitirá comprender en qué partes del proceso se debe incluir BIM y, por lo tanto, dónde genera más valor agregado esta metodología.		9.1.1
9.1.1	¿Se han identificado los principales obstáculos en el proceso del proyecto seleccionado?	Si No	10 9.2
9.2	Se deben reconocer los obstáculos recurrentes en el flujo de información en cualquier parte del proceso del proyecto seleccionado.		9.2.1
9.2.1	¿Se han reconocido los obstáculos recurrentes en el flujo de información del proceso del proyecto seleccionado?	Si No	9.3 9.2.1.1
9.2.1.1	La Universidad Estatal de Pensilvania, en su documento "BIM Project Execution Planning Guide -Version 2.1", indica que "el equipo del proyecto primero debe considerar las fases posteriores de un proyecto para comprender qué información será valiosa tener durante esa fase" (CIC Research Program, 2011). Teniendo eso en cuenta el equipo del proyecto puede definir qué información se debe intercambiar en cada parte del proceso de manera fluida, o sea, sin interrupciones.		9.3
9.3	Se debe decidir cuáles son los obstáculos que se pueden mitigar con BIM y, de estos, definir en cuáles se enfocará primero la implementación del modelado.		9.3.1
9.3.1	¿Se han seleccionado y priorizado los obstáculos que se pueden mitigar con BIM?	Si No	10 9.3.1.1
9.3.1.1	Es importante priorizar los obstáculos mitigables con BIM para acotar las acciones que se deben realizar durante el proyecto.		10

Para avanzar a las siguientes acciones, se deben haber realizado todas las tareas mencionadas anteriormente.

ESTÁNDARES Y PROCESOS

GRUPO E. ESTÁNDARES Y REQUERIMIENTO DE BIM

Paso 10: Seleccionar los Usos BIM a incluir en los proyectos

N°	Acción	Resp.	Ir al n°
10.1	Para qué: Los Usos BIM permiten definir cómo se utilizará la metodología en el proyecto y, a través de ellos, ayudar a mitigar los obstáculos detectados en el paso anterior.		10.1.1
10.1.1	¿Se han seleccionado los Usos BIM a incluir en el proyecto?	Si	11
		No	10.2
10.2	Se debe elegir cuál será el estándar de Usos BIM a utilizar.		10.2.1
10.2.1	¿Se ha elegido el estándar de Usos BIM que se utilizará en el proyecto?	Si	10.3
		No	10.2.1.1
10.2.1.1	Existen varios estándares y protocolos que definen los Usos BIM, algunos de ellos son: <ul style="list-style-type: none"> • Usos BIM de la Universidad de Pensilvania (College of Engineering, s.f.): https://bim.psu.edu/uses/. • Usos BIM del “Estándar BIM para proyectos públicos” del Planbim (2019a): https://planbim.cl/biblioteca/documentos/estandar-bim-para-proyectos-publicos/. • Usos BIM de la “Guía nacional BIM” del Ministerio de Economía y Finanzas de Perú (MEF, 2021): https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia_nacional_BIM.pdf. 		10.3
10.3	Se deben presentar al equipo del proyecto ejemplos de cómo se aplica BIM en un proyecto a través de los Usos.		10.3.1
10.3.1	¿Se han presentado al equipo ejemplos de cómo aplicar BIM en un proyecto a través de los Usos?	Si	10.4
		No	10.3.1.1
10.3.1.1	Los ejemplos pueden ser obtenidos de distintos medios, como casos de uso, videos de marcas de <i>software</i> y charlas existentes.		10.4
10.4	Los Usos BIM deben estar relacionados con los obstáculos priorizados, apuntando a la mitigación de estos.		10.4.1
10.4.1	¿Se han relacionado los obstáculos detectados en el proceso con los Usos BIM?	Si	10.5
		No	10.4.1.1
10.4.1.1	Relacionar los Usos BIM con los obstáculos al proceso identificados ayudará a que BIM aporte valor al proyecto.		10.5
10.5	Se deben priorizar los Usos BIM que se incorporarán en el proyecto.		10.5.1
10.5.1	¿Se han priorizado los Usos BIM?	Si	10.6
		No	10.5.1.1
10.5.1.1	Dado que cada Uso solicitado requiere recursos (personas, procesos y tecnologías) para su desarrollo, se recomienda acotar la cantidad de Usos BIM en el proyecto.		10.6
10.6	Se debe comprender cuáles son las competencias y recursos que se necesitarán durante el proyecto.		10.6.1
10.6.1	¿Se ha comprendido cuáles son las competencias y recursos que se necesitarán durante el proyecto al solicitar los Usos BIM?	Si	11
		No	10.6.1.1
10.6.1.1	Existen varios estándares y protocolos que definen las competencias y recursos necesarios para cada Uso BIM. Algunos de ellos son: <ul style="list-style-type: none"> • Usos BIM Penn State: https://bim.psu.edu/uses/. • Usos BIM “Estándar BIM para Proyectos Públicos”, Planbim, 2019: https://planbim.cl/biblioteca/documentos/estandar-bim-para-proyectos-publicos/. 		11

Para avanzar a las siguientes acciones, se deben haber realizado todas las tareas mencionadas anteriormente.

ESTÁNDARES Y PROCESOS

GRUPO E. ESTÁNDARES Y REQUERIMIENTO DE BIM

Paso 11: Seleccionar y aplicar estándares y protocolos para la estructuración y gestión de información interoperable en BIM

N°	Acción	Resp.	Ir al n°
11.1	Para qué: Para obtener los beneficios esperados de BIM es importante que este se requiera y utilice de forma estandarizada e interoperable. La estandarización permitirá que la información de los proyectos públicos sea consistente y estructurada, facilitando su utilización dentro de todo el ciclo de vida del proyecto.		11.1.1
11.1.1	¿Se han seleccionado y aplicado estándares y protocolos para la estructuración y gestión de información interoperable en BIM?	Si No	12 11.2
11.2	El equipo a cargo de la implementación debe revisar los estándares existentes a nivel nacional e internacional, procurando identificar cuáles son más adecuados para el contexto nacional o local.		11.2.1
11.2.1	¿Se han revisado los estándares BIM existentes a nivel nacional e internacional?	Si No	11.3 11.2.1.1
11.2.1.1	Algunos de los estándares a contemplar son: <ul style="list-style-type: none"> • ISO 19650 Serie (BIM) • ISO 16739 (IFC) • ISO 29481 partes 1 y 2 (IDM) • ISO 12006-2 (Sistemas de clasificación) • ISO 12006-3 (IFD) • BS EN 17412-1 (Nivel de información necesario) • BS 1192-4 (Operación y mantenimiento-COBie) 		11.3
11.3	Con base en la revisión de los estándares BIM, se debe decidir cuáles se utilizarán.		11.2.1
11.3.1	¿Se ha decidido cuáles son los estándares que se utilizarán?	Si No	11.4 11.4
11.4	Se recomienda que esta revisión de estándares se desarrolle de manera participativa, idealmente, involucrando a otras organizaciones públicas y privadas. Esto permitirá que los estándares que se seleccionen sean similares o idealmente los mismos que utiliza o utilizará en el futuro la industria de la construcción local o nacional.		12

Para avanzar a las siguientes acciones, se deben haber realizado todas las tareas mencionadas anteriormente.

ESTÁNDARES Y PROCESOS**GRUPO E. ESTÁNDARES Y REQUERIMIENTO DE BIM****Paso 12: Desarrollar el documento de requerimiento de BIM**

N°	Acción	Resp.	Ir al n°
12.1	Para qué: El documento del requerimiento de BIM permitirá establecer desde el comienzo del proyecto cómo se debe desarrollar la comunicación entre el solicitante y los proveedores y fijar las expectativas y necesidades del solicitante de manera clara y explícita.		12.1.1
12.1.1	¿Se ha desarrollado el documento de requerimiento de BIM para el proyecto?	Si No	13 12.2
12.2	Con base en los estándares seleccionados, el equipo debe consolidar en un documento cuáles son los objetivos que quiere alcanzar con BIM y cuál es la información solicitada para esto.		12.2.1
12.2.1	¿Se han consolidado los objetivos que se quieren alcanzar con BIM y cuál es la información a requerir en el documento de solicitud de BIM?	Si No	12.3 12.2.1.1
12.2.1.1	Los objetivos que la organización quiere alcanzar con BIM y cuál es la información a requerir en el proyecto debe ser definida en pasos anteriores.		12.3
12.3	Esta información debe incluir los Usos BIM, los niveles de información, los entregables, los plazos de entrega y otros datos relevantes.		12.3.1
12.3.1	¿Incluye el requerimiento de BIM en el proyecto al menos los Usos BIM, niveles de información, entregables y plazos de entrega?	Si No	12.4 12.3.1.1
12.3.1.1	Esta información permitirá tener un requerimiento de BIM claro para las partes involucradas.		12.4
12.4	Este documento debe ser parte integral de la licitación o proceso de contratación del proyecto.		12.4.1
12.4.1	¿Se ha incluido el requerimiento de BIM como parte integral de la licitación o proceso de contratación del proyecto?	Si No	13 12.5
12.5	Se recomienda involucrar al área jurídica de forma temprana en la generación del requerimiento de BIM para evaluar la forma de incorporarlo en el contrato.		13

Para avanzar a las siguientes acciones, se deben haber realizado todas las tareas mencionadas anteriormente.

ESTÁNDARES Y PROCESOS**GRUPO F. PILOTO BIM****Paso 13: Definir y desarrollar el proyecto piloto en el que se incorporará BIM**

N°	Acción	Resp.	Ir al n°
13.1	Para qué: El piloto BIM permite verificar si se logran los objetivos definidos y mitigar los obstáculos detectados en el proceso.		13.1.1
13.1.1	¿Se ha definido el proyecto piloto en el que se incorporará BIM?	Si	14
		No	13.2
13.2	Se debe revisar la cartera de proyectos a futuro de la institución, sus plazos y montos de inversión.		
13.2.1	¿Se ha revisado la cartera de proyectos futuros de la institución?	Si	13.3
		No	13.2.1.1
13.2.1.1	Esto permitirá comprender si se cuenta con proyectos donde aplicar BIM en el corto plazo.		13.3
13.3	Se deben evaluar y ponderar distintos aspectos de los proyectos considerados como posibles pilotos BIM.		13.3.1
13.3.1	¿Se han evaluado y ponderado los distintos aspectos de los proyectos para poder seleccionar aquellos en los que se utilizará BIM?	Si	13.4
		No	13.3.1.1
13.3.1.1	Algunos de los aspectos a evaluar y ponderar pueden ser si los plazos del proyecto coinciden con los tiempos necesarios para desarrollar el piloto, si se cuenta con un mapa de procesos y una solicitud de BIM, etc.		13.4
13.4	Se debe definir el equipo de la organización que se hará cargo del proyecto BIM piloto.		13.4.1
13.4.1	¿Se ha definido el equipo de la organización o área que se hará cargo del proyecto BIM piloto?	Si	13.5
		No	13.4.1.1
13.4.1.1	El equipo debe tener las capacidades asociadas a los roles BIM definidos y que hayan sido parte de las actividades de los pasos anteriores.		13.5
13.5	¿Se está desarrollando el proyecto piloto en el que se incorporará BIM?	Si	14
		No	13.6
13.6	Se recomienda seleccionar para el piloto una tipología que se utilice comúnmente en la institución para maximizar los beneficios de la implementación al aplicarse a una mayor cantidad de proyectos, logrando una mejora continua en el proceso. Una vez que comience el piloto BIM, debe responder las preguntas 14, 15 y 16.		17

Para avanzar a las siguientes acciones, se deben haber realizado todas las tareas mencionadas anteriormente.

ESTÁNDARES Y PROCESOS

GRUPO F. PILOTO BIM

Paso 14: Revisar los entregables BIM desarrollados por el proveedor en el proyecto piloto

N°	Acción	Resp.	Ir al n°
14.1	Para qué: El equipo debe revisar los entregables BIM para verificar si estos cumplen con la información requerida en la solicitud de BIM y si permitirán mejorar el desarrollo del proyecto.		14.1.1
14.1.1	¿Se han revisado los entregables BIM desarrollados por un proveedor de un proyecto con BIM?	Si No	15 14.2
14.2	A medida que se vayan recibiendo los distintos entregables solicitados al proveedor, el equipo de la organización debe revisar la información requerida.		14.2.1
14.2.1	¿Tiene el equipo las competencias para revisar la información requerida en BIM?	Si No	14.3 14.2.1.1
14.2.1.1	El equipo debe contar con las competencias definidas según el rol BIM que desempeña para revisar la información solicitada.		14.3
14.3	El equipo a cargo del proyecto piloto BIM debe contar con una pauta de evaluación objetiva de los distintos aspectos solicitados que sea conocida también por el proveedor.		14.3.1
14.3.1	¿El equipo cuenta con una pauta de evaluación de los aspectos requeridos de BIM?	Si No	15 14.3.1.1
14.3.1.1	La pauta de evaluación debe ser construida de forma participativa y considerar los aspectos de los entregables requeridos que serán evaluados.		15

Para avanzar a las siguientes acciones, se deben haber realizado todas las tareas mencionadas anteriormente.

ESTÁNDARES Y PROCESOS

GRUPO G. MEDICIÓN

Paso 15: Definir los indicadores y metas BIM del proyecto, construir una línea base y medir el desempeño durante el proyecto piloto

N°	Acción	Resp.	Ir al n°
15.1	Para qué: Es necesario construir una línea base para tener un punto de comparación que permita comprender si BIM genera valor agregado en los proyectos. Además, los indicadores son necesarios para identificar los aspectos que se medirán respecto del desempeño de BIM desde un inicio. Finalmente, las metas permitirán verificar el cumplimiento de los objetivos definidos para la implementación de BIM, a través de los indicadores.		15.1.1
15.1.1	¿Se han definido los indicadores para medir el desempeño de BIM en el proyecto?	Si No	15.1.2 15.1.1.1
15.1.1.1	Para definir los indicadores se debe utilizar como base los objetivos que se establecieron anteriormente, ya que los Usos BIM seleccionados y, por lo tanto, las acciones e información de BIM que se incluirá en el proyecto están directamente relacionados con esto.		15.1.2
15.1.2	¿Se han definido las metas para verificar el cumplimiento de los objetivos establecidos?	Si No	15.1.3 15.1.2.1
15.1.2.1	Se deben fijar metas asociadas a los indicadores. Esto permitirá verificar que se está cumpliendo con los objetivos establecidos para el proyecto con BIM.		15.1.3
15.1.3	¿Se ha construido la línea base?	Si No	16 15.1.3.1
15.1.3.1	Para esto, de existir, se puede utilizar información histórica de proyectos anteriores que no requirieron BIM o se puede registrar esta información de proyectos que estén en desarrollo. En el caso de que la institución haya desarrollado proyectos con BIM antes del piloto, sería útil que la línea base también los incluya. Es importante que la información contenida en esa línea base esté directamente relacionada con los indicadores que se medirán en el piloto BIM.		15.2
15.2	Una vez que el proyecto está en marcha, se debe comenzar a medir los indicadores. Para esto, se deben identificar a los responsables, los plazos y las metodologías de medición.		
15.2.1	¿Se ha identificado a los responsables de la medición?	Si No	15.2.2 15.2.1.1
15.2.1.1	El equipo encargado de medir los resultados de BIM durante el proyecto debe comprender qué se mide, por qué se mide y cómo se realizará esta medición de indicadores.		
15.2.2	¿Se han definido los plazos de medición?	Si No	15.2.3 15.2.2.1
15.2.2.1	Esta medición debe ser realizada durante la mayor parte del proceso del proyecto, idealmente, desde la etapa de anteproyecto.		
15.2.3	¿Se ha(n) definido la(s) metodología(s) de medición?	Si No	16 15.2.3.1
15.2.3.1	Se deben establecer metodologías que cuenten con plantillas, rúbricas y listas de verificación, entre otros instrumentos que permitan el registro de los indicadores definidos durante el proyecto BIM piloto. Se debe evitar el registro no estandarizado, para contar con datos que sean comparables con la línea base y posteriormente entre proyectos con BIM.		16

Para avanzar a las siguientes acciones, se deben haber realizado todas las tareas mencionadas anteriormente.

ESTÁNDARES Y PROCESOS**GRUPO G. MEDICIÓN****Paso 16: Reconocer y documentar las lecciones aprendidas y buenas prácticas de los proyectos piloto realizados**

N°	Acción	Resp.	Ir al n°
16.1	Para qué: Para disminuir la asimetría de información y procesar esta con metodologías que permitan diseñar y evaluar mejor, así como para monitorear las fuentes de problemas y obstáculos que aparecen tradicionalmente en la ejecución los proyectos, de manera que se pueda aprender sobre la marcha y reducir al mínimo las fallas más recurrentes.		16.1.1
16.1.1	¿Se han reconocido y documentado las lecciones aprendidas y buenas prácticas de los proyectos piloto realizados?	Si No	17 16.1.1.1
16.1.1.1	Las lecciones aprendidas deben ser reconocidas y recolectadas desde el inicio del proyecto piloto, evitando la documentación tardía que podría generar pérdidas de información importante.		16.2
16.2	Se debe compartir el conocimiento almacenado difundiéndolo entre los equipos de la institución.		16.2.1
16.2.1	¿Se comparte con los equipos de la organización el conocimiento obtenido de las lecciones aprendidas?	Si No	17 16.2.1.1
16.2.1.1	Se debe tener en cuenta que todas las personas de la organización puedan acceder a las lecciones aprendidas antes de la ejecución de un proyecto.		17

Para avanzar a las siguientes acciones, se deben haber realizado todas las tareas mencionadas anteriormente.

TECNOLOGÍAS

GRUPO H. HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS Y AMBIENTE COLABORATIVO

Paso 17: Definir e implementar *software* y *hardware* para la utilización de BIM

N°	Acción	Resp.	Ir al n°
17.1	Para qué: Se debe contar con las tecnologías necesarias para crear o revisar, según lo definido en el proceso levantado, los modelos BIM necesarios para desarrollar los Usos BIM seleccionados.		17.1.1
17.1.1	¿Se han definido los productos de <i>software</i> y <i>hardware</i> necesarios?	Si	17.1.2
		No	17.1.1.1
17.1.1.1	Se deben identificar los recursos tecnológicos necesarios para desarrollar cada uno de los Usos BIM seleccionados.		17.1.2
17.1.2	¿Se han implementado los productos de <i>software</i> y <i>hardware</i> definidos?	Si	17.3
		No	17.1.2.1
17.1.2.1	Se debe implementar, según lo documentado en el mapa de procesos, qué acciones debe realizar la institución con la información, por ejemplo, diseñar proyectos o revisarlos, ya que las tecnologías necesarias podrían ser distintas.		17.2
17.2	Además, se debe capacitar a las personas involucradas en el proyecto piloto en el manejo de los productos de <i>hardware</i> y <i>software</i> para BIM seleccionado(s).		17.2.1
17.2.1	¿Se ha capacitado a las personas involucradas en el proyecto piloto BIM en el manejo del <i>hardware</i> y <i>software</i> seleccionado(s)?	Si	17.3
		No	17.2.1.1
17.2.1.1	Durante la selección del <i>software</i> , se deben evaluar las capacitaciones necesarias para la utilización de esos productos. Además, se debe considerar al área de tecnologías de información de la organización para que también sean capacitados de ser necesario.		17.3
17.3	Es importante aclarar que tanto la institución como el proveedor deben contar con algunos de los recursos tecnológicos asociados a los Usos BIM, cabiendo la posibilidad de que estos se repitan.		18

Para avanzar a las siguientes acciones, se deben haber realizado todas las tareas mencionadas anteriormente.

TECNOLOGÍAS

GRUPO H. HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS Y AMBIENTE COLABORATIVO

Paso 18: Definir y utilizar un ambiente colaborativo para los proyectos

N°	Acción	Resp.	Ir al n°
18.1	Para qué: Todos los participantes del proyecto deben trabajar de manera colaborativa para obtener los máximos beneficios de BIM. A fin de facilitar este trabajo, existen plataformas que permiten la comunicación y la trazabilidad de la información que se desarrolla durante un proyecto.		18.1.1
18.1.1	¿Se ha definido un ambiente colaborativo para los proyectos?	Si No	18.1.2 18.1.1.1
18.1.1.1	Se debe definir el CDE que se va a utilizar considerando el levantamiento de tecnologías realizado.		18.1.2
18.1.2	¿Se ha implementado el ambiente colaborativo definido para los proyectos?	Si No	18.3 18.1.2.1
18.1.2.1	Este CDE puede ser implementado por la institución o por el proveedor del proyecto. Esto debe ser definido antes de la construcción de la solicitud de BIM.		18.2
18.2	Se deben definir los roles BIM que tendrán acceso a la información de los proyectos.		18.2.1
18.2.1	¿Se han definido los roles BIM que tendrán acceso a la información de los proyectos?	Si No	18.3 18.2.1.1
18.2.1.1	La norma alemana DIN SPEC 91391 cuenta con un anexo que presenta un listado de los componentes y funciones que debe tener un CDE y la información a la que tendrán acceso los roles BIM definidos.		18.3
18.3	Se recomienda que este CDE sea implementado por la institución para que esta tenga control sobre la información y así establecer un repositorio de todos sus proyectos.		Cierre

Para avanzar a las siguientes acciones, se deben haber realizado todas las tareas mencionadas anteriormente.

CAPÍTULO 7

BIBLIOGRAFÍA



CAPÍTULO 7

BIBLIOGRAFÍA

ABDI (s.f.). *Plataforma BIM BR*. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Recuperado el 2 de septiembre de 2022.

<https://plataformabimbr.abdi.com.br/bimBr/#/>.

Barbosa, F., Woetzel, J., Mischke, J., Ribeirinho, M. J., Sridhar, M., Parsons, M., Bertram, N. y Brown, S. (2017). *Reinventing construction: A route to higher productivity*. McKinsey Global Institute.

<https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution>.

BIM Dictionary (2020). «Common data environment». V. 1. 14 de diciembre de 2020. Recuperado el 2 de septiembre de 2022.

<https://bimdictionary.com/en/common-data-environment/1/>.

BIM Dictionary (2022). «Modelo BIM». V. 1. 22 de enero de 2022. Recuperado el 2 de septiembre de 2022.

<https://bimdictionary.com/es/bimodel/1>.

BIM Gob Latam (s.f.). *Nosotros*. Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos. Recuperado el 2 de septiembre de 2022.

<https://redbimgoblatam.com/nosotros/>.

buildingSMART (2022, febrero). *Understanding the role of BIM and CDEs today and expectations for the future*.

<https://publications.buildingsmart.org/industry-survey-understanding-the-role-of-bim-and-cdes.html>.

buildingSMART, Canadian Chapter (2014). «BIM Roadmap». *BuildingSmart*.

<https://buildingsmartcanada.ca/bim-roadmap/>.

CIC Research Program (2011). *BIM Project Execution Planning Guide – Version 2.1*. The Computer Integrated Construction Research Program, Pennsylvania State University.

College of Engineering (s.f.). *BIM uses*. Pennsylvania State University.

<https://bim.psu.edu/uses/>.

CND (2021). «Quinto encuentro nacional BIM». Corporación Nacional para el Desarrollo. Recuperado el 2 de septiembre de 2022.

<https://cnd.org.uy/bim/>.

CNEP (2020). *Estudio «Productividad en el sector de la construcción»*. Santiago, Chile: Comisión Nacional de Evaluación y Productividad.

<https://cnep.cl/estudios/hallazgos-recomendaciones/construccion/>.

DIN (2019). *DIN 91391-1:2019 -04 Common Data Environment (CDE) para proyectos BIM - Funcionalidad e intercambio de datos abiertos entre plataformas de diferentes proveedores - Parte 1*. Deutsches Institut für Normung. Beuth Publishing DIN.

<https://www.beuth.de/de/technische-regel/din-spec-91391-1/302483139>.

DITEC (2021). *BIM en el Minvu*.- División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional, Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile.

<https://www.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2021/04/Implementacion-BIM-en-Minvu.pdf>.

División de Ciencias de la Salud, Biológicas y Ambientales (s.f.). «Diseño de proyectos sociales». En *Gerencia Social*. Universidad abierta y a distancia de México (UnADM).

https://dmd.unadmexico.mx/contenidos/DCSBA/BLOQUE1/GSS/o8/HGSO/unidad_02/descargables/HGSO_U2_Contenido.pdf.

es.BIM (2017). *Definición de roles en procesos BIM*.

<https://bim.tecniberia.es/wp-content/uploads/2016/11/GT2-Personas-SG2.3-Roles.pdf>.

Fuentes, R. (2021). «Aprender de los proyectos públicos». *Visiones* [blog].

<https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2021/05/aprendiendo-de-los-proyectos-publicos/>.

Global BIM Network (2022a). *Our mission*. Recuperado el 2 de septiembre de 2022.

<https://www.globalbim.org/our-mission>.

Global BIM Network (2022b). *Information collection*. Recuperado 2 de septiembre de 2022.

<https://www.globalbim.org/information-collection>.

Institute of Electrical and Electronics Engineers (1990). *IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries*.

<https://www.en-standard.eu/ieee-610-1990-ieee-standard-computer-dictionary-a-compilation-of-ieee-standard-computer-glossaries-2/>.

ISO (2018a). *ISO 19650-1:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling –Part 1: Concepts and principles*.

Organización Internacional de Normalización.

<https://www.iso.org/standard/68078.html>.

ISO (2018b). *ISO 19650-2:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling –Part 2: Delivery phase of the assets*.

Organización Internacional de Normalización.

<https://www.iso.org/standard/68080.html>.

Kreider, R. y Messner, J..(2013, septiembre). *The uses of BIM: Classifying and selecting BIM uses*. Version 0.9». Penn State computer Integrated Construction.

Matrix Consulting (2020, octubre). *Impulsar la productividad de la industria de la construcción en Chile a estándares mundiales*. Cámara Chilena de la Construcción.

https://www.cchc.cl/assets/landings/2020/informe-productividad/pdf/ResumenEjecutivo_Estudio_de_Productividad_Construcci%C3%B3n2020.pdf.

MEF (2020). Lineamientos para la utilización de la metodología BIM en las inversiones públicas. Ministerio de Economía y Finanzas, Dirección General de Programación Multianual de Inversiones. https://www.mef.gob.pe/contenidos/archivos-descarga/anexo_RD007_2020EF.pdf.

MEF (2021, julio). *Guía Nacional BIM: Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM*. Dirección General de Programación Multianual de Inversiones. Plan BIM Perú. Ministerio de Economía y Finanzas. https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia_nacional_BIM.pdf.

Mesa Técnica Estrategia BIM Colombia (2021). *Anexo Técnico BIM (ATB) Plantilla*. https://bim.presidencia.gov.co/biblioteca/Plantillas_documentales/.

Mideplan (2022, 18 de febrero). *Costa Rica avanza en implementación de Estrategia BIM*. Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. <https://www.mideplan.go.cr/costa-rica-avanza-en-implementacion-de-estrategia-bim>.

Ministerio de Obras Públicas (2019, octubre). «Matriz de roles BIM para la Gestión Pública D-RH-01 Versión 1». *Sistema de Implementación BIM*. <https://ppo.obraspublicas.gob.ar/sibim/library>.

Ministerio de Obras Públicas (2022, marzo). «EIR-Plantilla». *Sistema de Implementación BIM*. <https://ppo.obraspublicas.gob.ar/sibim/library>.

Novoa, R. (2018, 27 de junio). «Nuevos requerimientos BIM». Seminario Internacional: Por qué implementar BIM para el 2020. Santiago, Chile, 27 de junio de 2018. <https://www.youtube.com/watch?v=AfBSjNKIFc4>.

ONU Mujeres (2010). «Indicadores». *Centro Virtual de Conocimiento para Poner Fin a la Violencia contra las Mujeres y Niñas*. Recuperado el 2 de septiembre de 2019. <https://www.endvawnow.org/es/articles/336-indicadores.html>.

Planbim (2017). *Hoja de Ruta de Planbim*. Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). <https://planbim.cl/acciones/hoja-de-ruta-y-lineas-de-accion/>.

Planbim (2019a). *Estándar BIM para proyectos públicos: Intercambio de Información entre Solicitantes y Proveedores*. Versión 1.1. Santiago, Chile: Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). <https://planbim.cl/download/estandar-bim-para-proyectos-publicos/>.

Planbim (2019b). *Matriz de implementación BIM Mibim*. Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). <https://planbim.cl/inicio-mibim/>.

Planbim (2021). «Anexo II. Matriz de Roles BIM». En *Estándar BIM para Proyectos Públicos: Intercambio de Información entre solicitantes y proveedores*. Versión 1.1. Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). <https://planbim.cl/documentos/estandar-bim-para-proyectos-publicos/>.

Planbim (s.f.). *Noticias*. Recuperado el 2 de septiembre de 2022.
<https://planbim.cl/noticias/>.

PwC (2018, marzo). *BIM Level 2. Benefits measurement*. PricewaterhouseCoopers.
https://www.cdbb.cam.ac.uk/files/4.pwcbmmapplicationreport_0.pdf.

Rodríguez, M. (2021, noviembre). *Status BIM en la Corporación Nacional para el Desarrollo*. 5to Encuentro Anual: BIM + Digitalización (Uruguay 2021).
<https://www.youtube.com/watch?v=dwzyPJHdkLg>.

Six Sigma Study Guide. *Process mapping*. Recuperado el 2 de septiembre de 2022.
<https://sixsigmastudyguide.com/process-mapping/>.

Soto, C. (2017). *Plan BIM. Avance 2017*. Presentación 3er Congreso Latinoamericano BIM Latam. «BIM e industrialización». 7 de noviembre de 2017.
<http://bitly.ws/tHbc>.

Soto, C. y Manríquez, S. (2022). Panorama general del avance de BIM en América Latina y el Caribe.



BANCO DE DESARROLLO
DE AMÉRICA LATINA