

ENCUESTA BIM

AMÉRICA LATINA
Y EL CARIBE 2020 >>>

Laura Lacaze



ENCUESTA BIM

AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE 2020 >>>

Clasificaciones JEL: N66, O14, O33.

Palabras clave: Building Information Modelling (BIM), innovación, digitalización, construcción.

Copyright © 2020 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-No-Comercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Nótese que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Banco Interamericano de Desarrollo

1300 New York Avenue, N.W.

Washington, D.C. 20577

www.iadb.org

Colaboradores externos: Sebastián Orrego, Catalina Banfi

Editores: Pauline Henriquez Leblanc, Claudia Suaznábar

Coordinación de la producción editorial: Sarah Schineller (A&S Information Partners, LLC)

Revisión editorial: Clara Sarcone

Diseño: Magdalena de Tezanos Pinto

ÍNDICE

BID.....	02	NO USUARIOS BIM: LOS DESAFÍOS.....	37
BIM FÓRUM LATAM.....	02	MOTIVOS PARA NO IMPLEMENTAR BIM.....	37
INTRODUCCIÓN.....	03	PERCEPCIONES SOBRE EL MERCADO.....	38
RESUMEN EJECUTIVO.....	04	CAPACITACIÓN: PRIMER PASO HACIA LA ADOPCIÓN DE BIM.....	39
MERCADO REGIONAL Y EMPRESAS ENCUESTADAS.....	06	METODOLOGÍA.....	42
CARACTERÍSTICAS DEL RELEVAMIENTO.....	06	REFERENCIAS.....	44
TIPO DE EMPRESAS QUE PARTICIPARON DE LA ENCUESTA.....	07	ESTUDIOS DE CASO	
DIFERENCIAS ENTRE EMPRESAS USUARIAS Y NO USUARIAS.....	09	URBANIZACIÓN DEL BARRIO 31, BUENOS AIRES, ARGENTINA.....	22
EL ESTADO DEL USO DE BIM EN AMÉRICA LATINA.....	12	METRO DE QUITO, ECUADOR.....	25
TRAYECTORIA.....	12	DOBLE CALZADA AVENIDA 34, MEDELLÍN, COLOMBIA.....	28
INTENSIDAD DE USO Y NIVEL DE EXPERIENCIA EN BIM.....	14	NUEVA CIUDAD SANITARIA, SANTO DOMINGO, REP. DOMINICANA.....	40
TIPOS DE USO.....	16	NOTAS Y ENTREVISTAS	
ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN BIM.....	19	CAROLINA SOTO.....	11
USO DE ESTÁNDARES BIM.....	19	ADAM MATTHEWS.....	18
BENEFICIOS DE TRABAJAR CON BIM.....	24	BIM FÓRUM.....	32
RETORNO DE LA INVERSIÓN (ROI).....	30	SEBASTIÁN ORREGO.....	33
PERSPECTIVAS E INVERSIONES.....	34		
TRABAJO CON CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.....	35		

Gonzalo Rivas

Jefe de la División de Competitividad, Tecnología e Innovación del BID

La transformación digital es en la actualidad una realidad global a la que se enfrentan todos los sectores económicos. El sector de la construcción no es una excepción y deberá enfrentarse en los próximos años a un proceso intensivo de adopción de nuevas metodologías de trabajo basadas en datos y al uso de nuevas aplicaciones tecnológicas que están cambiando intensamente la naturaleza del trabajo en el sector.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID), a través de la División de Competitividad, Tecnología e Innovación, es consciente de los nuevos desafíos que trae este nuevo escenario y desarrolla numerosas iniciativas para poder acompañar al sector productivo en esta transición hacia modelos de negocio y prácticas basados en datos y herramientas digitales. La importancia económica y social del sector de la construcción en la región, sus bajos niveles de digitalización y los desafíos de eficiencia, junto con su potencial para generar derrames en otros sectores económicos, fueron aspectos centrales en la decisión del BID de trabajar intensamente en la transformación digital del sector. Así en 2018 se lanzó un primer programa enfocado en la promoción del uso de Building Information Modeling (BIM) en el sector de la construcción.

Desde entonces, hemos apoyado iniciativas a nivel país para impulsar la adopción de BIM a través de políticas públicas en países como Argentina, Chile, Costa Rica o Uruguay. Además, estamos apoyando a la Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos que agrupa a ocho países de la región en un esfuerzo colaborativo por acelerar los procesos nacionales de implementación de BIM, promoviendo lineamientos comunes y favoreciendo el intercambio comercial de conocimiento en la región. Asimismo estamos apoyando a los actores privados y académicos, como la Federación Interamericana de la Industria de la Construcción (FIIC), los BIM Fóruns o algunas universidades, los cuales promueven desde cada uno de sus ámbitos el uso de BIM y la transformación digital del sector de la construcción.

Esta publicación, que por primera vez reúne resultados comparables del uso de BIM en ALC, es una muestra de ese esfuerzo de trabajo colectivo para acompañar a la región en esta transición digital. Sigamos caminando juntos.

Sergio Torretti

Presidente de la FIIC

El desarrollo de BIM en la región es cada día más significativo. Se multiplican instancias de formación, debate y reflexión sobre las mejores prácticas y las distintas maneras de lograr la ansiada transformación digital de la industria de la construcción. Con el objetivo de atender a esta realidad, en 2018 se creó en la FIIC un Grupo Específico de Trabajo (GET) sobre BIM en el marco de la Red de Centros de Innovación en Construcción (Inconet).

El GET ha desarrollado un importante plan de trabajo con el objetivo principal de promover y apoyar la organización de los diversos BIM Fóruns nacionales que, en general, han surgido con el auspicio de las cámaras que son parte de la FIIC. Este grupo, al que hemos denominado BIM Fórum Latam, es un ámbito de trabajo conjunto que permite la coordinación permanente de estrategias y genera información útil para que los BIM Fóruns logren funcionar y avanzar en el desarrollo de sus actividades.

En la actualidad 15¹ países integran el BIM Fórum Latam, de un total de 18 que conforman la FIIC, capilaridad que ha permitido realizar el relevamiento que da origen a este primer informe regional sobre la adopción de BIM. Convencidos de la necesidad de contar con información estadística para tomar mejores decisiones, se propuso a la FIIC trabajar juntamente con el BID en la elaboración de la encuesta, la cual luego de meses de intenso trabajo fue aplicada de manera simultánea en los diversos países de la región.

Los resultados permiten aportar datos estadísticos al conocimiento del estado de BIM en la región y posibilitan mejorar las acciones de promoción y de apoyo realizadas por cada uno de los Fóruns integrantes. A su vez, el impulso provisto por el apoyo del BID hará que los resultados de esta encuesta tengan impacto en las decisiones gubernamentales.

Mientras tanto, damos la bienvenida a este primer informe regional, con la confianza de que a mayor conocimiento, mayor evidencia y mejores decisiones.

¹ En orden alfabético: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo y la progresiva difusión del Building Information Modeling (BIM) configuran un escenario de creciente transformación de la industria de la construcción. La experiencia a nivel global muestra que esta metodología es una pieza clave en el proceso de digitalización del sector con impactos tales como aumentos en la productividad, reducción de desperdicios, mejoras en los plazos generales de obra, incrementos sustanciales en la calidad de las obras construidas y avances significativos en la trazabilidad de los procesos.²

Durante los últimos años se han encarado una pluralidad de iniciativas públicas y privadas a nivel nacional para promover la adopción de BIM en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe (ALC). En el marco de estas iniciativas se realizaron diversas encuestas nacionales para medir los niveles de avance registrados en la materia; sin embargo, aún no existían datos capaces de dar

una visión de conjunto sobre el panorama regional.

Con este objetivo se elaboró la Encuesta BIM América Latina y el Caribe 2020, un esfuerzo colaborativo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y del Grupo Específico de Trabajo BIM Fórum Latam de la Federación Interamericana de la Industria de la Construcción (FIIC), a partir de la cual se logró recabar información en 18 países de la región de manera simultánea y alcanzar un volumen de casos importante para esta categoría de relevamientos.

Para realizar el relevamiento se contó con el apoyo técnico de la consultora Dodge Data & Analytics, lo que permitió que los resultados sean comparables tanto entre los países de la región como a nivel global, lo que facilitó su comparación con los datos obtenidos en encuestas previas llevadas a cabo por la firma en diversas regiones del mundo (Europa, Oriente Medio, Estados

Unidos y China, entre otros).

Esta encuesta se orientó a ofrecer una visión amplia sobre el estado de BIM en la región, para lo cual se consultó a empresas de varias especialidades dentro de la industria de la construcción latinoamericana, como diseñadores, constructores y desarrolladores.

La diversidad que caracteriza el presente relevamiento permitió recabar valiosa información para mejorar la comprensión sobre los procesos de adopción y uso de BIM en la industria, tales como niveles de utilización de BIM en proyectos, tipos de uso más frecuentes, utilización de estándares de trabajo y beneficios obtenidos. Adicionalmente, a fin de identificar los principales desafíos que frenan su adopción, se encuestó a empresas que aun teniendo un conocimiento básico sobre esta metodología de trabajo no la han integrado a sus rutinas hasta el momento.

La presente publicación contiene el análisis de los resultados cuantitativos obtenidos en la encuesta, los cuales también se encuentran disponibles en formato interactivo.³ Además de este análisis, se incluyen contenidos que ayudan a complementar la visión sobre el trabajo con BIM en la región, como entrevistas a referentes del sector y casos de implementación de BIM en proyectos públicos, que reflejan los procesos de aprendizaje realizados y los beneficios obtenidos por las instituciones públicas y empresas involucradas.

Esperamos que lo disfruten.

2- A través de la mejora en la generación, transmisión, almacenamiento y uso de datos sobre proyectos complejos, el trabajo con BIM supone una mejora en la gestión de la información a lo largo de las diversas fases de los mismos (Eastman et al., 2018), lo que constituye uno de los principales motivos de su adopción por parte de actores del sector público tal como se evidencia en los casos del Grupo de Trabajo BIM de la Unión Europea (2017) y Plan BIM Chile (Planbim, 2019), entre otros. Estas dimensiones se abordan a lo largo de la presente publicación, especialmente en los apartados Beneficios y Retorno de la inversión y en los diversos estudios de caso.

3- Para ver los resultados, véase www.fiic.la.

RESUMEN EJECUTIVO

El uso de BIM se concentra en algunos segmentos de mercado

Dentro del universo de firmas encuestadas, los grupos de empresas usuarias y no usuarias de la metodología BIM no parecen diferenciarse significativamente según tamaño o antigüedad, pero sí en su perfil de especialización y tipología de proyectos que ejecutan. En la composición del grupo de empresas usuarias es notable el mayor protagonismo de quienes actúan en el segmento de diseño y las que se orientan a proyectos de edificios e interiores.

BIM atrae nuevos usuarios en toda la región

Una proporción significativa de los usuarios consultados a nivel regional ha incorporado de manera reciente BIM a sus rutinas de trabajo. El 47% de las empresas tiene menos de tres años de experiencia con BIM, lo que resulta un indicativo del dinamismo

de la nueva camada de firmas del sector que comienzan a trabajar con esta metodología.

Al mismo tiempo, la región cuenta con usuarios de trayectoria significativa, lo que se manifiesta en el hecho de que un tercio de las empresas encuestadas ostenta un histórico de más de cinco años de trabajo con BIM. Los usuarios con mayor trayectoria en el uso de BIM están concentrados en el segmento de diseño (casi el 40% de las empresas usuarias que intervienen en este segmento cuentan con cinco o más años de experiencia) y presentan diferencias sensibles en el análisis en nivel de los diversos países de América Latina y el Caribe.

Predomina el uso de BIM en el diseño, pero es significativo también en la planificación y la fase de construcción

Más de la mitad (56%) de las empresas consultadas emplea modelos BIM para siete o más usos. Entre ellos, los más recurrentes son los vinculados a la fase de di-

seño, pero también es notable su aplicación en las fases de planificación y construcción. Un 57% de las empresas utiliza BIM para la estimación de cantidades y costos, y un 46% para la planificación de obra.

Los caminos hacia la implementación son diversos

No existe una única manera de implementar BIM. De hecho, las empresas consultadas muestran que han seguido distintas aproximaciones: la mayoría (57%) ha desarrollado una estrategia propia, vinculada al ensayo y error, y en menor medida se ha recurrido a servicios de actores externos a la organización, como vendedores de *software* o empresas de consultoría de implementación.

El uso de estándares es heterogéneo a nivel regional

A nivel agregado, la amplia mayoría de las empresas consultadas utiliza algún tipo de estándar para trabajar con BIM: el 60% lo hace con guías o manuales inter-

nos y un 26% utiliza estándares comunes desarrollados por instituciones. Sin embargo, a nivel de los países la realidad es heterogénea: por ejemplo, las firmas costarricenses mencionaron el uso significativo de estándares para el trabajo con BIM, mientras que en Bolivia menos de la mitad de las usuarias de BIM consultadas siguen estándares.

Entre los beneficios más frecuentes, destacan las mejoras en la fase de obra y la posibilidad de generar nuevos negocios

Al ser consultadas por su percepción en relación a los beneficios en la performance de los proyectos a partir del uso de BIM, las empresas encuestadas encuentran un nivel significativo de mejoras en todas las dimensiones evaluadas, pero especialmente en las vinculadas a la fase de ejecución de la obra.

A nivel organizacional, las empresas destacaron la mejora en la capacidad de atraer nuevos clientes y generar nuevos tipos de nego-

cios. En particular el 75,7% destacó que el trabajo con BIM generó beneficios elevados o muy elevados en la imagen de la organización dentro de la industria y un 63,4% en la capacidad de la empresa para ofrecer nuevos tipos de servicios.

La percepción de obtención de beneficios con el uso de BIM es generalizada, pero las empresas creen que no aprovechan todo su potencial

Finalmente, el 56,8% de las empresas consultadas experimentó beneficios derivados de la implementación de esta metodología en sus rutinas de trabajo. Aun así, una mayoría de las firmas percibe que su capacidad de obtener valor a partir del uso de BIM es inferior al potencial: el 60% de los encuestados afirma que obtienen mucho valor de BIM, pero que todavía queda más por ganar.

Perspectivas de crecimiento del mercado y aumento de las inversiones

Más del 80% de las empresas considera que en los próximos dos años la proporción de la cartera de proyectos ejecutados en BIM será superior a la actual. Esta perspectiva está acompañada

por mayores inversiones, especialmente vinculadas al desarrollo de estándares y a la customización de soluciones de *software* y librerías en tres dimensiones (3D).

Entre los no usuarios, la perspectiva sobre BIM es mayoritariamente positiva

Dentro de las empresas que participaron de la encuesta, 159 declararon no usar BIM en sus proyectos. Sin embargo, ocho de cada 10 no usuarios tienen una visión positiva sobre BIM, lo que podría indicar un potencial para incrementar los niveles de implementación a futuro. Dentro de las empresas que tienen una visión positiva respecto de BIM, casi la mitad asegura querer entender los beneficios que la metodología puede brindar a su compañía, mientras que el 40% está evaluando activamente implementarla.

El costo de las licencias se menciona como la principal barrera a la hora de adoptar, mientras que el 64% de las empresas considera la falta de demanda como el principal motivo que retrasa su decisión de adoptar BIM. De todas maneras, entre los no usuarios, la mayoría estima que la relevancia de BIM en el mercado aumentará

en los próximos años y considera su implementación.

Los no usuarios perciben que la importancia de BIM crecerá en el mercado y la mayoría evalúa implementar

La mayoría de las empresas no usuarias encuestadas prevén que el trabajo de BIM tendrá una importancia elevada o muy elevada en la evolución de la industria de la construcción en los próximos cinco años.

Entre quienes están evaluando la posibilidad de implementar BIM en el futuro, el 66,4% afirmó estar realizando acciones concretas para ese fin, entre las que destacan las actividades de capacitación. Más del 80% de las empresas consultadas participó de manera activa en algún tipo de curso de capacitación, fundamentalmente aquellos ofrecidos por cámaras y asociaciones profesionales, los cuales fueron elegidos por el 65% de las firmas participantes.

FICHA TÉCNICA DE LA ENCUESTA

› **Público objetivo:** empresas de la industria de la construcción latinoamericana (desarrolladoras comerciales, estudios de diseño y constructoras).

› **Cobertura:** Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela.

› **Características del relevamiento:** 26 de noviembre de 2019 a 12 de febrero de 2020. Se empleó un formulario en línea autoadministrado, que garantiza el anonimato de las empresas encuestadas.

› **Selección:** se consideraron empresas con conocimiento de la metodología BIM, independientemente de su uso.

› **Cantidad de casos:** fueron consultadas 879 empresas a partir de las cuales se obtuvieron 747 casos válidos para el análisis.

› **Ponderaciones:** las respuestas fueron ponderadas considerando la participación del país sede de la empresa sobre el producto interno bruto (PIB) regional de la construcción (promedio 2014-2018).

MERCADO REGIONAL Y EMPRESAS ENCUESTADAS >>>

CARACTERÍSTICAS DEL RELEVAMIENTO

A través de la encuesta se buscó entender las características, percepciones y motivaciones de las organizaciones que utilizan BIM, las especificidades de las trayectorias seguidas en el camino de la implementación, los tipos de usos y beneficios alcanzados, entre otras dimensiones. Pero también se procuró comprender la disposición predominante entre las firmas que no trabajan con la metodología en relación con las perspectivas que tienen sobre la evolución del mercado y los principales factores que retrasan las decisiones de implementar BIM.

De esta manera, la encuesta se orientó a identificar y conocer con mayor profundidad los comportamientos empresariales de usuarios y no usuarios de BIM, sin perseguir como objetivo el proveer una medición estadís-

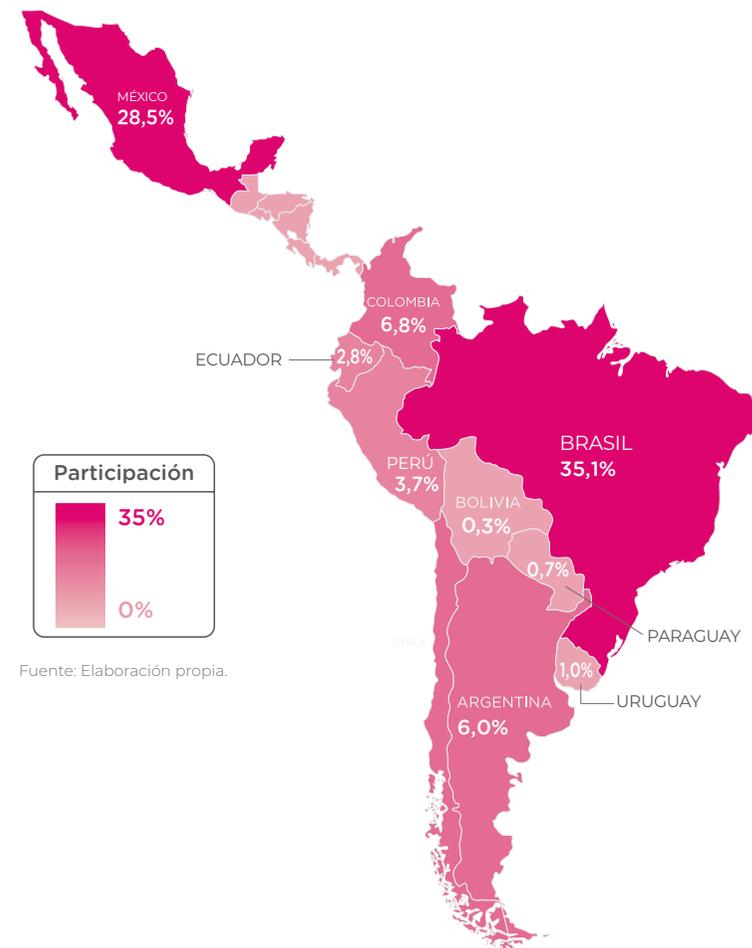
ticamente significativa del nivel de adopción de BIM en la región para lo cual hay otros esfuerzos relevantes a nivel nacional.⁴

La encuesta se orientó a generar información para mejorar el entendimiento sobre los avances y la complejidad de la adopción de BIM en la industria de la construcción de ALC. Para ello, las preguntas se hicieron a empresas con un conocimiento básico sobre la metodología, distribuidas a lo largo de la región y cuya participación en la muestra y en los resultados finales fue ponderada por el peso del país en el que tiene su sede central dentro del mercado regional de la construcción.⁵

4- Entre otras, se destacan las realizadas por Chile (Loyola, 2013, 2016, 2019), Argentina (Orrego y Pezzati, 2017; Lacaze, 2020a, 2020b) y Uruguay (CSI Ingenieros, 2019).

5- La ponderación fue calculada con base en la estimación del valor del PIB sectorial de la construcción que, típicamente, no incluye la actividad de diseño ni los desarrollos comerciales.

Imagen 1 - Mercado regional de la construcción



Fuente: Elaboración propia.



Para entender el proceso de desarrollo de BIM es imprescindible comprender a las organizaciones y los contextos en los cuales toman decisiones.

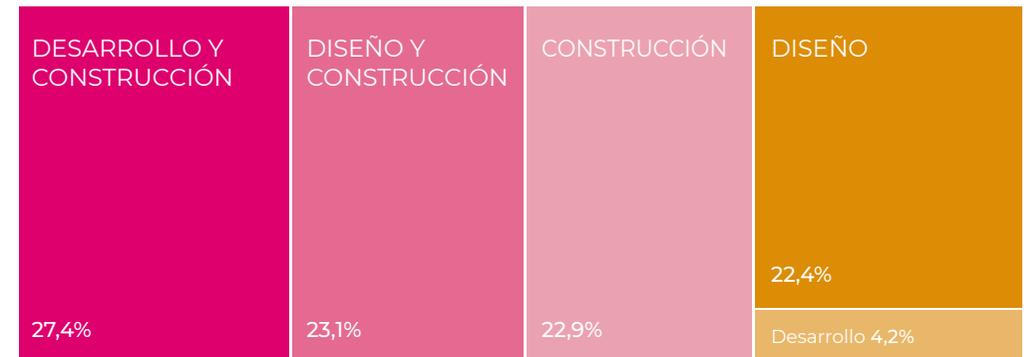
Dentro de la industria de la construcción existen diversos tipos de organizaciones y diferentes mercados en donde estas intervienen. La Encuesta BIM América Latina y el Caribe 2020 procuró construir una imagen plural del desarrollo de BIM en la región. Sus resultados permiten entender las alternativas de este proceso diferenciando a las empresas participantes según tres dimensiones clave: su perfil de especialización, el segmento de mercado en el que actúa (típicamente según tipo de proyectos) y su perfil organizacional.

TIPO DE EMPRESAS QUE PARTICIPARON DE LA ENCUESTA

Perfil de especialización: espectro amplio de firmas con protagonismo del segmento construcción

Históricamente, las empresas del segmento de diseño son las que han evidenciado un mayor nivel de desarrollo en BIM.⁶ Para compensar este sesgo, la Encuesta BIM América Latina y el Caribe 2020 buscó activamente la participación de otros perfiles de empresas hasta alcanzar un conjunto diversificado de encuestados. Como resultado, un aspecto diferencial de la encuesta es que siete de cada 10 firmas participantes intervienen en la fase de construcción, lo que permite mejorar la comprensión sobre el desarrollo de BIM en este segmento (véase la sección Metodología).

Gráfico 1 - Empresas según perfil de especialización



Fuente: Elaboración propia.

6- Uno de los factores sugeridos por la literatura para este fenómeno tiene que ver con el impacto diferencial del paradigma de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) sobre los diversos segmentos del sector de la construcción civil (véanse Braude et al., 2009; Braude y Barletta, 2014).

Tipo de proyecto: proyectos de edificaciones, pero también de ingeniería e industriales

En el relevamiento predominan las empresas vinculadas al segmento de proyecto de edificios e interiores, pero con una presencia activa de firmas que ejecutan obras de infraestructura e industriales. Esto se explica por la importancia de BIM en proyectos de edificaciones⁷ y por el peso del segmento de proyectos de arquitectura (especialmente el de construcción residencial) en el mercado de la construcción regional.

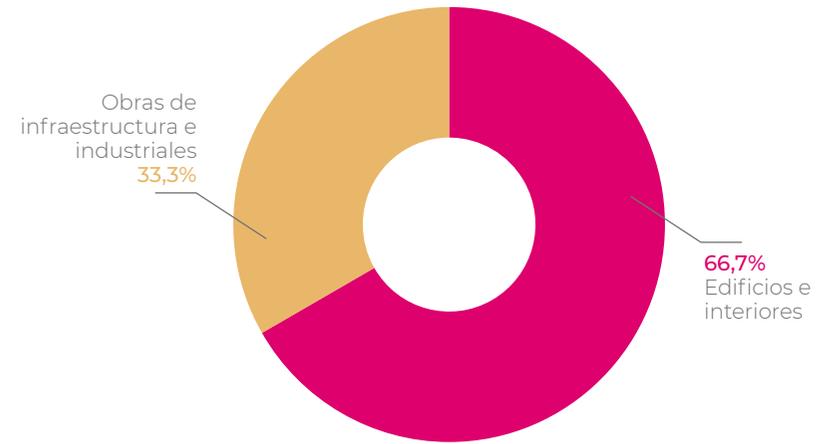
Perfil organizacional: empresas de 18 países de la región, diversificadas en tamaño y de larga trayectoria

Los establecimientos de menor tamaño están típicamente vinculados con las firmas especializadas en el segmento de diseño (sea de arquitectura o de ingeniería). De hecho, una de cada dos empresas de diseño incluidas en el relevamiento tiene hasta 10 empleados. En contraste, las empresas de mayor tamaño relativo están vinculadas al segmento de la construcción.

Casi dos tercios de las firmas participantes son empresas de más de 12 años de antigüedad (68,3%), mientras que un 12,6% son organizaciones de entre 9 y 12 años de existencia.

El relevamiento cubrió firmas de 18 países de la región, lo que permitió capturar las especificidades propias de las diversas latitudes. No obstante, el foco de las empresas encuestadas es principalmente nacional: el 83,2% ejecutó proyectos solamente en el país donde se localiza su sede central.

Gráfico 2 - Empresas según tipología de proyecto que ejecutan



Fuente: Elaboración propia.

7- Diversos relevamientos realizados a nivel internacional apuntan que la metodología BIM ha presentado un desarrollo más temprano entre las empresas y profesionales orientados al trabajo sobre proyectos de edificaciones de arquitectura. Véase para ALC: CSI Ingenieros, 2019; Lacaze, 2020a, 2020b; Loyola, 2019; y para Europa y Estados Unidos: Gómez Muñoz, 2017; McGraw Hill Construction, 2012 y 2017; NBS, 2016, entre otros. Los resultados de la presente encuesta corroboran ese dato. Al igual que en el caso del perfil de especialización, la literatura sugiere que entre estos segmentos de mercado existen diferencias en el impacto de las tendencias tecnológicas y organizacionales a nivel global (véase Braude et al., 2009).

DIFERENCIAS ENTRE EMPRESAS USUARIAS Y NO USUARIAS

Obtener datos sobre las características de las organizaciones que trabajan con BIM y acerca del tipo de aplicaciones prácticas que utilizan, los desafíos a los que se enfrentan y los beneficios obtenidos constituye un aporte fundamental para mejorar el diagnóstico y las capacidades de acción de aquellos actores interesados en el desarrollo de BIM en la región. Adicionalmente, conocer el escenario de aquellos que aún no han integrado BIM a sus rutinas de trabajo ayuda a encontrar nuevas formas de impulsar la adopción.⁸

Los grupos de empresas usuarias y no usuarias de la metodología BIM relevados en la encuesta no parecen diferenciarse significativamente en sus aspectos organizacionales. Sin embargo, las dimensiones vinculadas al mercado de actuación de la empresa, como el perfil de especialización y el tipo de proyecto, sí son características diferenciadoras entre las que trabajan con BIM y las que aún no lo han adoptado.

BIM no es solo para grandes ni solo para jóvenes

No se encuentran diferencias significativas en lo que se refiere al tamaño o antigüedad de las empresas.

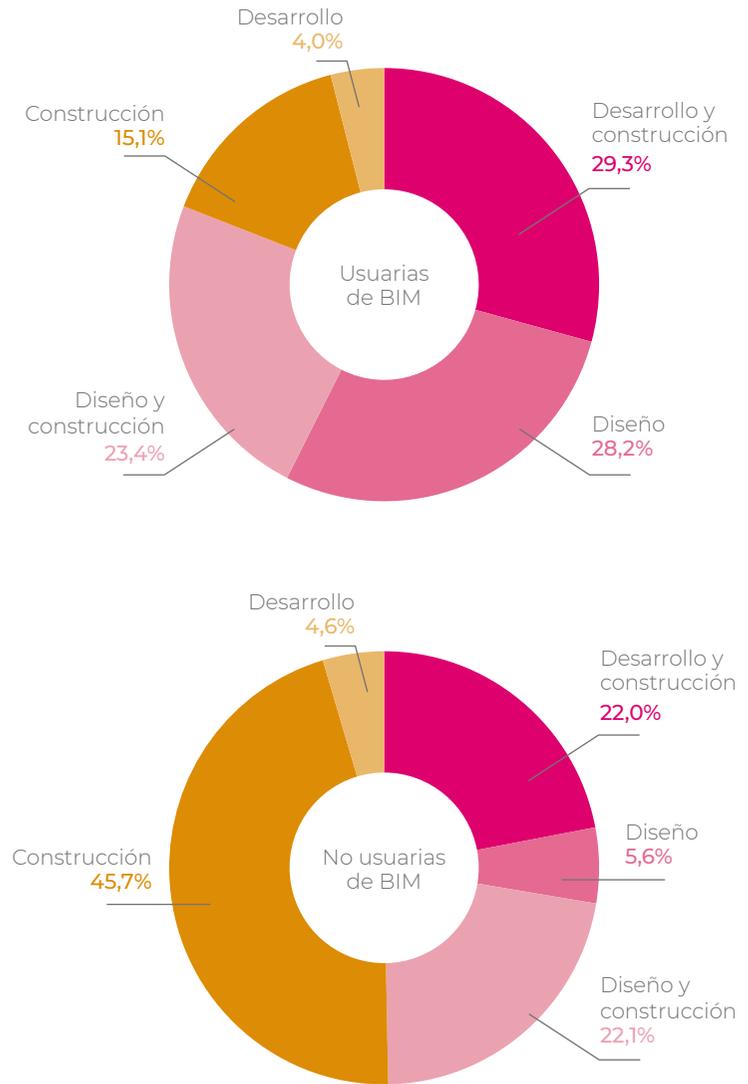
Aunque con diferencias, BIM se utiliza en toda la región

Si bien hay usuarios en los 18 países, en Brasil, Chile y Colombia hay mayor protagonismo de usuarios de BIM, los cuales, junto con Argentina, completan algo más de la mitad del total (54,2%). La proporción de empresas usuarias con operaciones multinacionales duplica a la observada entre las no usuarias.

Las brechas por perfil de especialización y tipo de proyecto persisten

Entre las empresas usuarias de BIM existe una mayor participación de firmas del segmento de diseño (28,2% del total) y una relativamente baja incidencia de firmas constructoras (15,1%). Entre el grupo de empresas que no trabajan con BIM, las constructoras tienen un mayor protagonismo (45,7% del total).

Gráfico 3 - Empresas según perfil de especialización y uso de BIM

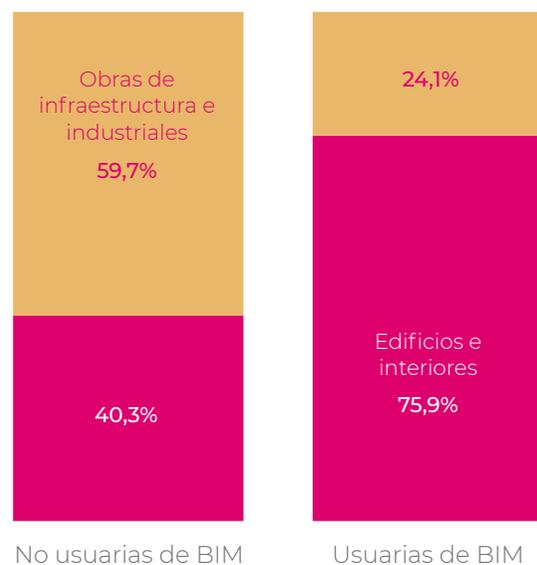


Fuente: Elaboración propia.

8- En total se obtuvieron 549 respuestas provenientes de empresas que integran BIM en sus rutinas de trabajo y 190 de empresas que no utilizan esta metodología de trabajo. Para más información, véase la sección Metodología.

Como se ha comprobado en diversos relevamientos a nivel internacional, las empresas que desarrollan proyectos de edificios e interiores son las que más emplean la metodología BIM. Así, estas representan un 75,9% de las empresas usuarias de BIM, pero su participación cae al 40,3% cuando se considera a las no usuarias.

Gráfico 4 - Empresas según tipo de proyecto y uso de BIM



Fuente: Elaboración propia.

► **¿Qué llevó el Estado chileno a tomar la decisión de adoptar BIM?**

La industria de la construcción de Chile tiene una baja productividad por factores como la deficiente gestión de la información y la fragmentación entre etapas y entre actores. En ese contexto, se consideró que BIM podía ayudar a impulsar esta productividad, y el Estado, como cliente de un tercio de la edificación e infraestructura desarrolladas en el país, podía mover a toda la industria hacia este estándar de trabajo.

Desde Corfo, agencia que es parte del Ministerio de Economía, empezamos a conversar con distintas instituciones públicas que licitan proyectos (Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Vivienda, Poder Judicial, entre otras) para que entendieran de qué manera BIM los podía ayudar a mejorar la planificación, desarrollo, gestión y operación de sus proyectos y con esto impactar su calidad. Este trabajo llevó en 2016 a la formación de Planbim, la iniciativa desde el sector público que impulsa la implementación estandarizada y transversal de

BIM en el Estado. A partir de ese momento Planbim ha trabajado con esas instituciones, capacitándolas, generando términos de referencia y desarrollando un estándar para su implementación y requerimiento de BIM.

Uno de nuestros objetivos a la hora de promover esta metodología es que tanto las organizaciones públicas como las privadas tengan mejores datos para planificar y ejecutar proyectos a fin de impulsar una industria más eficiente. Por otro lado, también se busca fomentar el desarrollo de proyectos de calidad, en los que se considere la operación, el mantenimiento y sus costos en las decisiones tempranas que se toman.

► **¿Cómo se generó la experiencia de la Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos y cuáles son sus siguientes pasos?**

Desde Planbim notamos que generar comunicación y conexión entre los países de ALC que estaban impulsando BIM, como lo hace el EU BIM Task Group en Europa, podía ser beneficioso para el avance de BIM en la región, prin-

cipalmente porque, cuando empezamos, la información sobre lo que cada uno estaba haciendo era escasa y había mucho espacio para colaborar entre países.

Inicialmente intentamos armar el grupo al alero de una organización internacional multilateral, pero como eso resultó complejo finalmente decidimos impulsarlo sin apadrinamiento y empezamos con una reunión en Chile. De esa manera celebramos el primer encuentro con la presencia de cinco países -Argentina, Brasil, Chile, México y Uruguay- el cual nos permitió entender que todos teníamos las mismas dificultades. De esta manera, resultó evidente la necesidad de formar un grupo. Luego, organizamos un segundo evento y conseguimos apoyo y financiamiento del BID, lo que nos permitió comenzar a pensar más formalmente en cómo darle mayor estructura. En el camino se fueron sumando Colombia, Costa Rica y Perú.

La idea es que, eventualmente, todos los países de la región participen de la Red con el objetivo no solo de compartir estrategias y aprender de la experiencia de

los otros, sino de establecer criterios comunes que faciliten a las empresas exportar sus servicios sin necesidad de aprender desde cero qué es BIM en los otros países.

En términos de los próximos pasos, seguimos trabajando en las acciones que nos propusimos desde el principio, por ejemplo, los lineamientos comunes para los estándares siguen siendo una prioridad, y también estamos elaborando un documento sobre las estrategias de implementación de los Estados de la Red, donde se plasmen las similitudes y diferencias de lo que hacemos. La idea es que sirva para compartir todo el valioso aprendizaje que hay detrás de los planes nacionales y de esta manera contribuir al aumento de la productividad de la industria de la construcción en toda la región.

9- Carolina Soto es Directora Ejecutiva de Planbim de la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo), programa del Estado de Chile que promueve la utilización de BIM desde los proyectos públicos. Desde su inicio en 2015, ella lidera esta iniciativa que tiene como objetivo impulsar la transformación digital de la industria de la construcción a nivel país. Además, actualmente es Presidenta de la Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos. Ella es arquitecta de la Pontificia Universidad Católica de Chile y tiene un máster de Ciencias en Diseño y Computación del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT, por sus siglas en inglés).

EL ESTADO DEL USO DE BIM EN AMÉRICA LATINA >>>

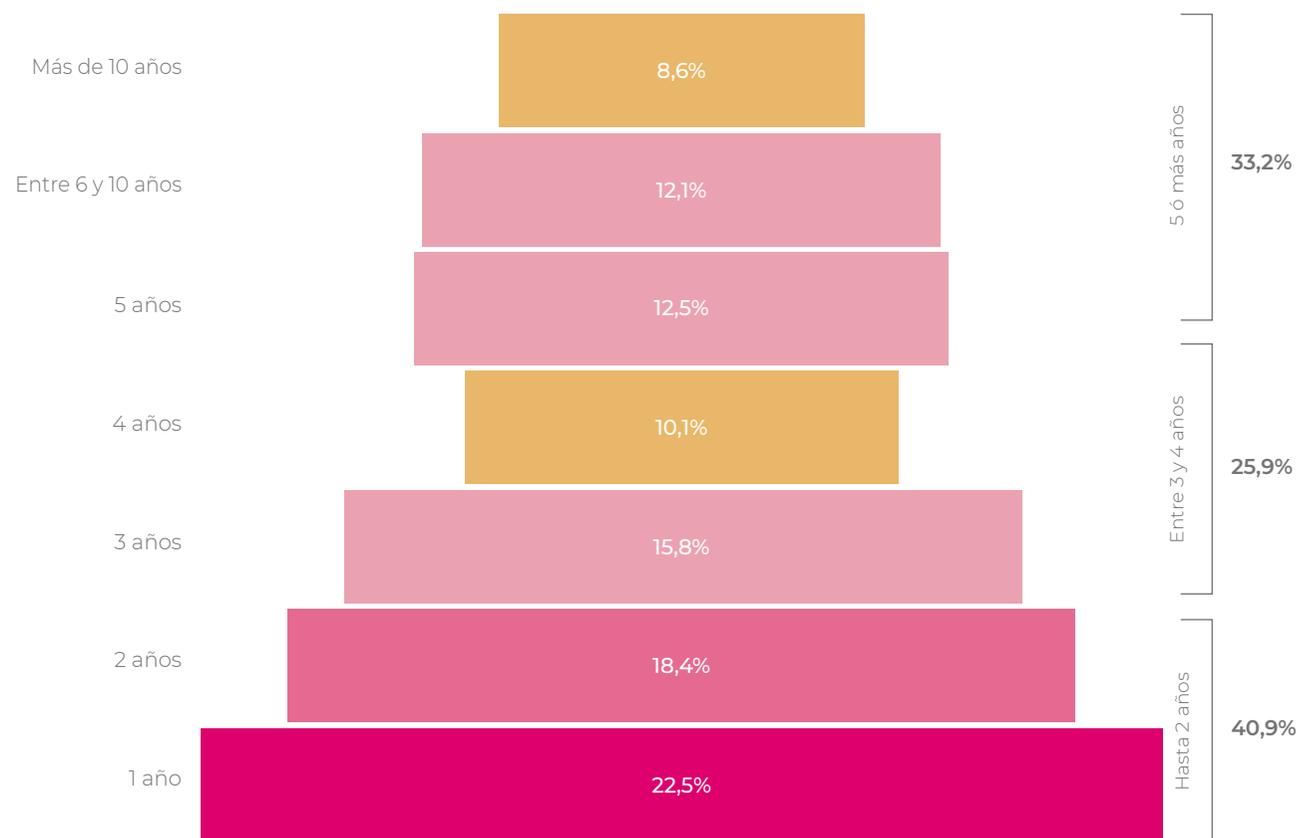
TRAYECTORIA

La región combina dinamismo con usuarios maduros de BIM

Una porción significativa de los usuarios consultados a nivel regional ha incorporado de manera reciente BIM a sus rutinas de trabajo. El 40,9% de las empresas tiene menos de dos años de experiencia, lo que evidencia el dinamismo de la nueva camada que comienza a trabajar con esta metodología.

Al mismo tiempo, la región cuenta con usuarios de trayectoria significativa, lo cual se evidencia en el hecho de que un tercio de las empresas encuestadas ostenta un histórico de más de cinco años de trabajo con BIM. Como se ilustra a continuación, las diferencias por perfil de especialización y por país son notables.

Gráfico 5 - Trayectoria en el uso de BIM



Fuente: Elaboración propia.

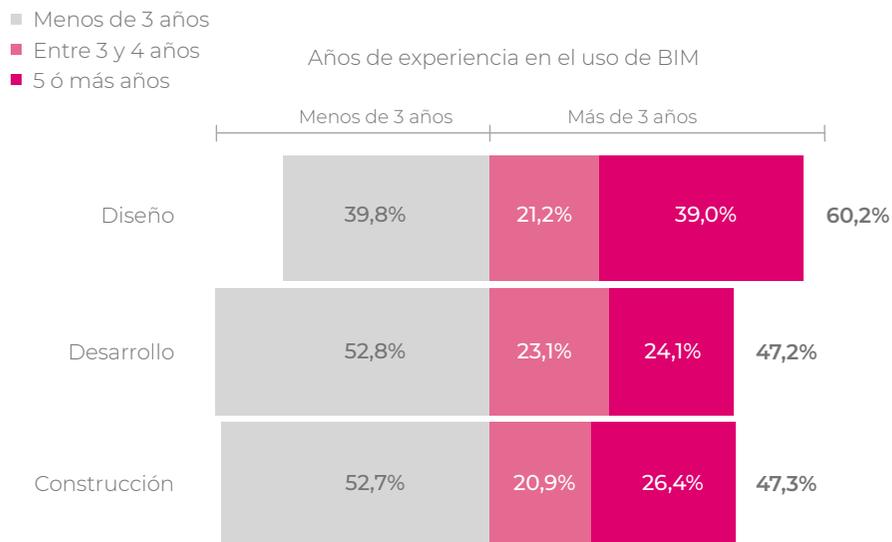
- ¿Quiénes son usuarios de BIM?

Se consideró una definición amplia del uso de BIM que comprende desde el trabajo con modelos propios hasta la utilización de modelos de terceros para la realización de tareas como la coordinación espacial. La amplia mayoría de las empresas encuestadas (71,2%) trabaja con modelos propios y de terceros. Para más información, véase la sección sobre tipos de uso.

- Las firmas de diseño adoptaron BIM más temprano

Los usuarios con mayor trayectoria en el uso de BIM están concentrados en el segmento de diseño (casi el 40% de las empresas que intervienen en este segmento cuentan con cinco o más años de experiencia). Como contracara, las empresas vinculadas al desarrollo y construcción son protagonistas entre las nuevas adoptantes, dado que un 52,7% ha incorporado BIM en los últimos 2 años.

Gráfico 6 - Trayectoria en el uso de BIM por segmento de actuación

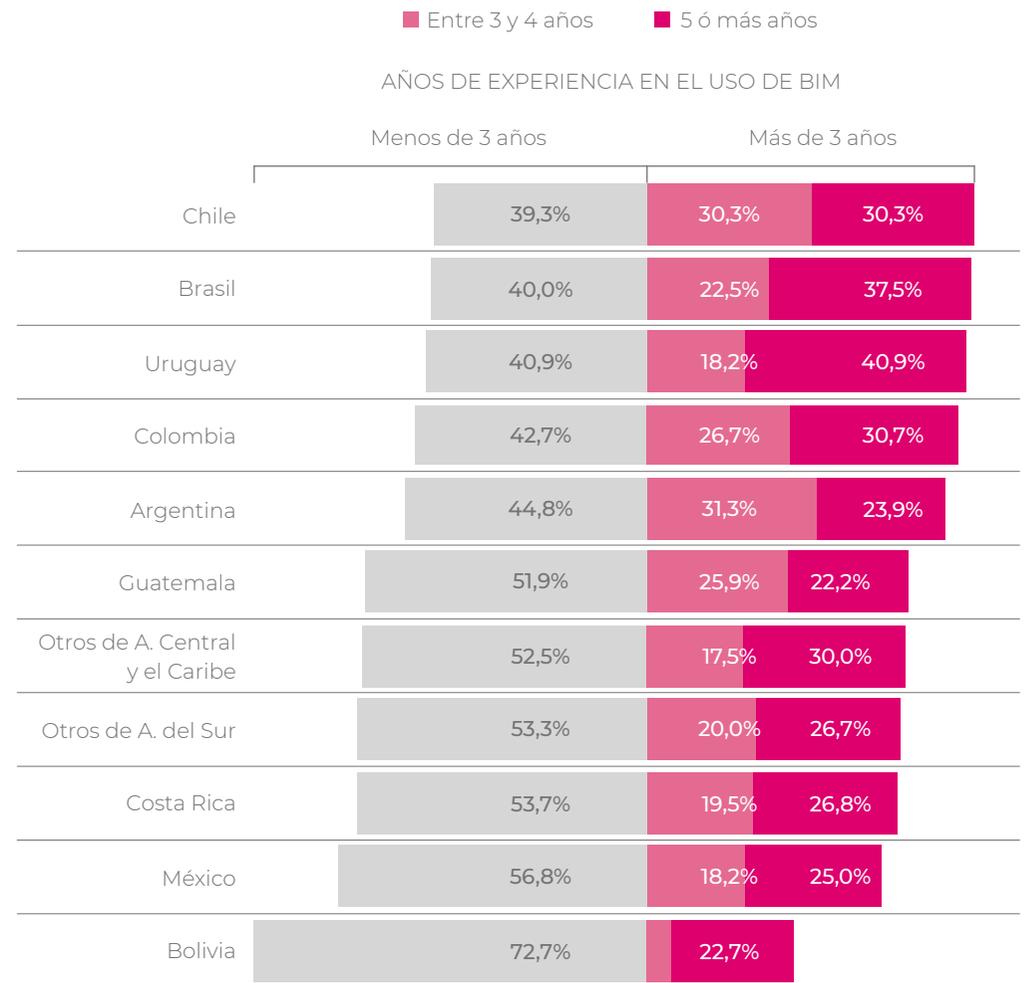


Fuente: Elaboración propia.

El panorama a nivel regional es heterogéneo

Brasil y Chile son los países que concentran las empresas de mayor trayectoria en el trabajo con BIM. Junto con Uruguay, Colombia y Argentina integran el grupo de los países con empresas de mayor trayectoria (más de la mitad de los encuestados tienen al menos tres años de trabajo con BIM).

Gráfico 7 - Trayectoria en el uso de BIM por país



Fuente: Elaboración propia.

INTENSIDAD DE USO Y NIVEL DE EXPERIENCIA EN BIM

La proporción de proyectos trabajados con BIM en relación con la cartera total de la empresa permite tener una referencia sobre la posibilidad de unificar prácticas de trabajo y así aprovechar de manera más significativa los beneficios de esta metodología.

Uso elevado e intensivo de BIM

Casi la mitad de las empresas consultadas declara un uso intensivo en más del 60% de su cartera de proyectos. Se trata de una proporción elevada si se compara

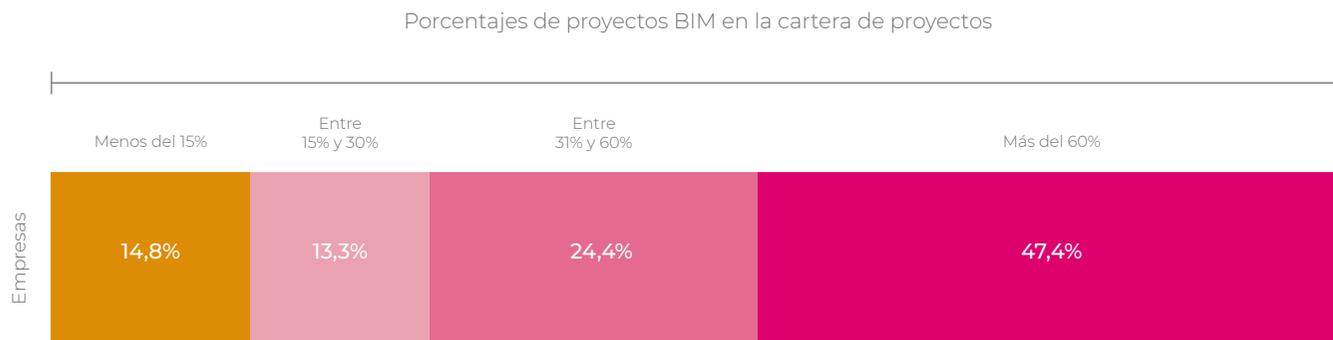
con otras experiencias a nivel internacional y da cuenta de una fuerte integración en las rutinas de trabajo.

Los datos sugieren que esta intensidad en el uso se encuentra más asociada a la trayectoria en el uso de BIM por parte de la empresa y a la madurez del mercado que a su especialización (la intensidad de uso no varía significativamente entre firmas del segmento de diseño y de construcción).

También se percibe una diferencia significativa en los mercados de edificios e interiores y los de obras de infraestructura e indus-

triales, dado que entre las empresas que intervienen en este último segmento apenas el 23,0% declara realizar en BIM más del 60% de su cartera de proyectos.

Gráfico 8 - Niveles de uso de BIM en relación con la cartera de proyectos



Fuente: Elaboración propia.



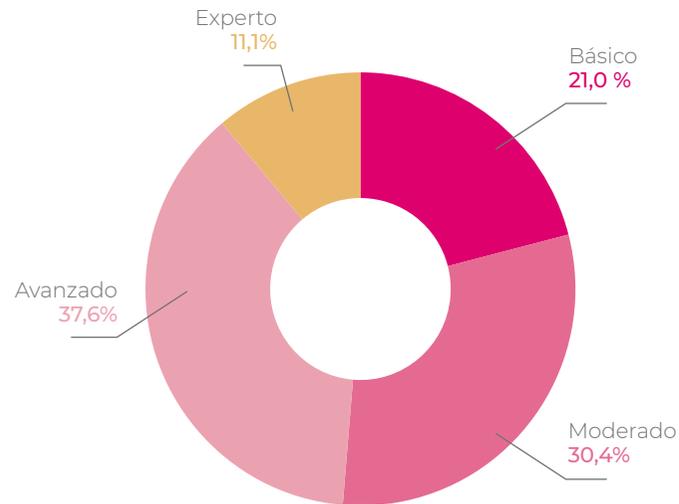
Si bien no existen estándares internacionales que permitan establecer los niveles de experiencia en BIM de las organizaciones, el presente relevamiento incluyó una pregunta orientada a que los encuestados describieran su propio nivel de habilidades, con el objetivo de mantener la comparabilidad internacional de los datos relevados.

Dominio básico y moderado de BIM

Apenas el 11,1% de las empresas encuestadas considera que su organización es experta en BIM, en comparación con el 20% relevado en Oriente Medio en 2018. Estos datos no varían significativamente entre diseñadores y constructores. Solo la trayectoria en el uso de BIM y la proporción de proyectos ejecutados bajo esta metodología sobre la cartera total inciden en la percepción de habilidades. De todas maneras, apenas el 29,3% de las firmas con más de 10 años de trayectoria se considera experta.

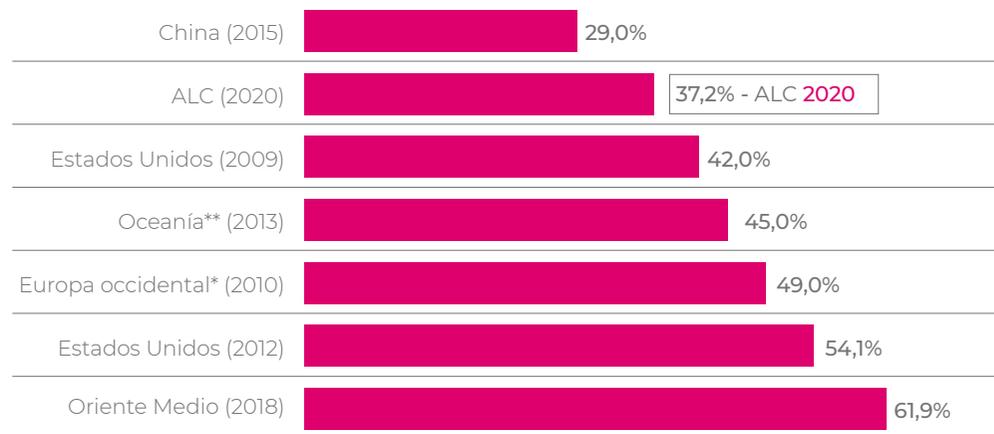
Si se consideran los niveles avanzado y experto, la proporción de empresas latinoamericanas que se perciben con ese nivel de experiencia es superior únicamente al caso de China.

Gráfico 9 - Nivel de experiencia



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 10 - Comparación internacional: empresas con niveles de experiencia avanzado o experto

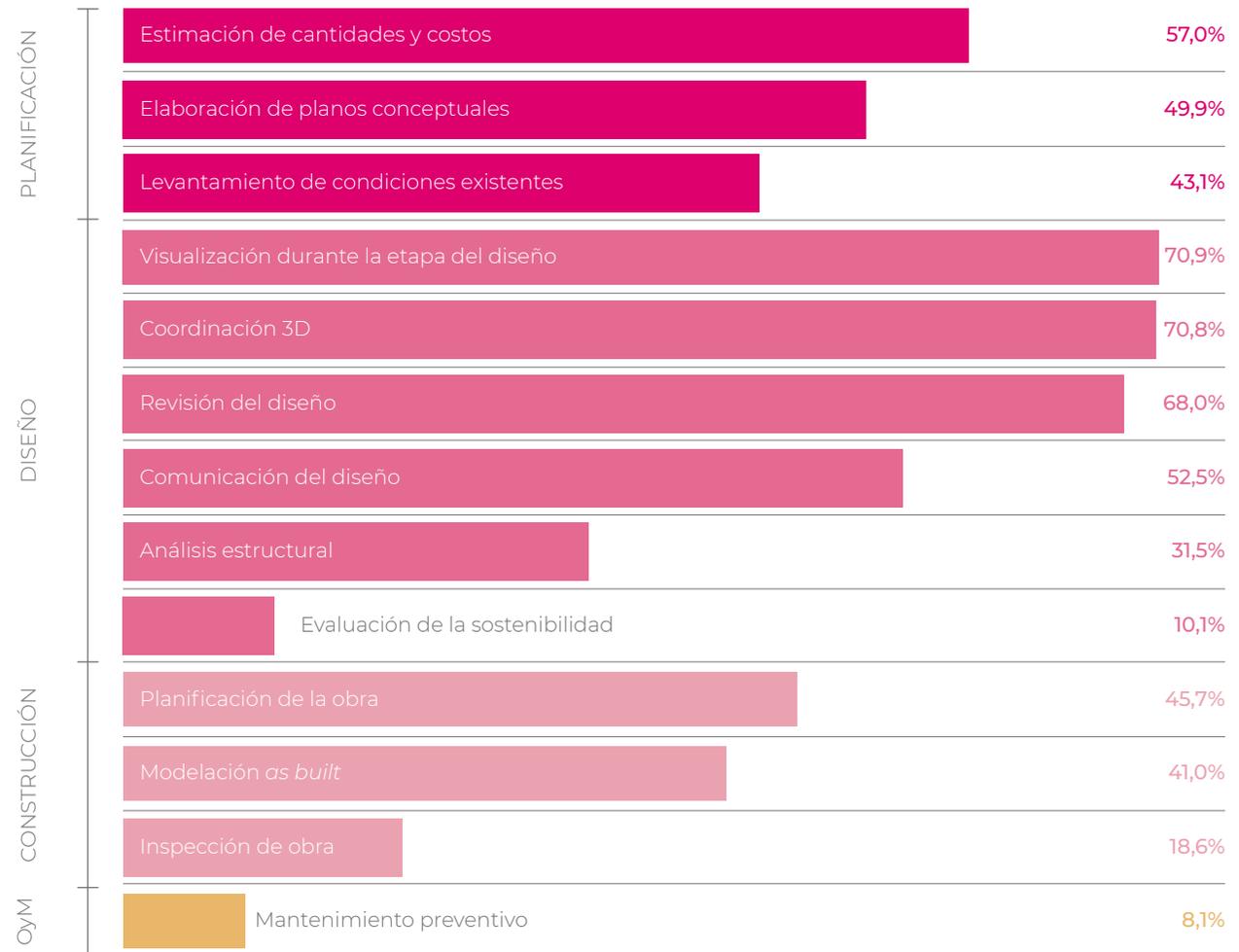


Fuente: Elaboración propia con base en Dodge Data & Analytics (2015) y McGraw Hill Construction (2009, 2012, 2014).
Notas: * Comprende Alemania, Francia y Reino Unido. / ** Comprende Australia y Nueva Zelanda.

TIPOS DE USO

Los tipos de uso son categorías utilizadas para describir conjuntos de tareas concretas que se apoyarán en la gestión de datos del modelo paramétrico. En otras palabras, constituyen una definición sobre el destino y propósito de las informaciones ya contenidas (o a ser incluidas) en el modelo, por lo que resulta una pieza central para la estandarización del proceso de trabajo con esta metodología.¹⁰ Los tipos de uso son clave a la hora de planificar y ejecutar el trabajo tanto al interior de la organización como al momento de establecer relaciones contractuales con otros involucrados en el proyecto, ya que permiten determinar específicamente las características de los datos a ser gestionados, los flujos de informaciones previstos, la atribución de responsabilidades y los beneficios esperados.

Gráfico 11 - Tipos de uso más frecuentes



Fuente: Elaboración propia.

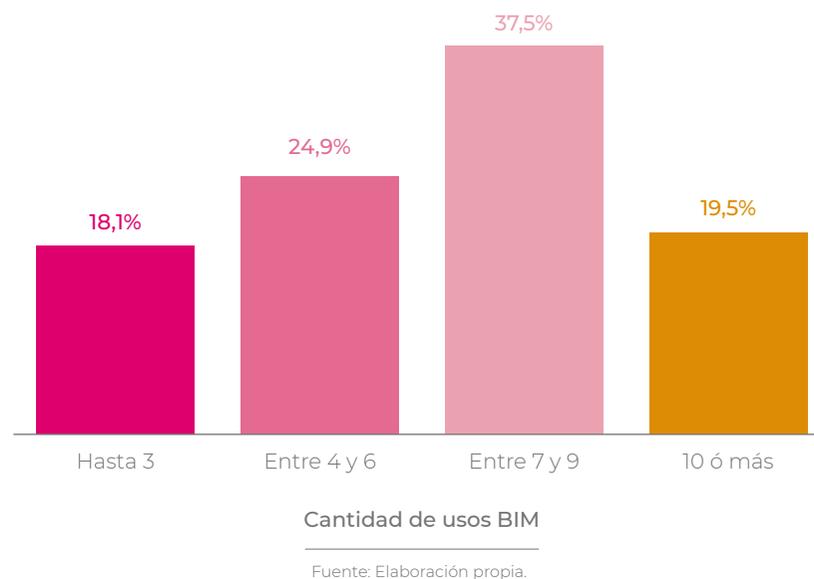
10- Entre los varios modelos de guías de uso de BIM que pueden consultarse, se destacan el desarrollado por la Penn State University de los Estados Unidos (Messner et al., 2019) y Planbim (2019).

Predomina el uso en la fase de diseño, pero con una diversificación cada vez mayor

De manera coincidente con la experiencia internacional, los usos de visualización y coordinación 3D son los más frecuentes dado que son utilizados por siete de cada 10 usuarios encuestados. Por otra parte, la fuerte presencia de empresas que actúan en el segmento de la construcción (de manera especializada o integrada con las etapas de desarrollo o diseño) permite encontrar también otro tipo de aplicaciones. Así, el 57,0% de las empresas utiliza BIM para realizar estimaciones de cantidades y costos, y el 45,7% para la planificación de obra, tareas típicamente asociadas con la actividad de las empresas constructoras.

Más de la mitad de los usuarios encuestados (57,0%) ejecuta más de siete usos BIM, mientras que el promedio para el total de las empresas fue de 6,8, lo que sirve como muestra de la madurez y diversificación del trabajo con la metodología.

Gráfico 12 - Empresas según cantidad de tipos de usos BIM ejecutados en los últimos 12 meses



- Pese a que **BIM** constituye una metodología de trabajo que se aplica a la gestión de la información de los proyectos a lo largo de todo su ciclo de vida, **tradicionalmente las tareas relacionadas al diseño comportan el mayor grado de desarrollo relativo**. Existen, al menos, dos grandes motivos para entender esto. El primero es que típicamente han sido las empresas y los profesionales vinculados al segmento del diseño los que de manera más temprana han liderado la transformación digital del sector. El segundo tiene que ver con que el modelo constituye el elemento estructural para la gestión de los datos, puesto que es el elemento al cual se vinculará buena parte de las informaciones ligadas al proyecto desde su concepción hasta la fase de operación y mantenimiento.

► **Usted ha desarrollado una importante trayectoria en el impulso de BIM a nivel mundial. En su opinión, en estos años, ¿cambió algo la situación del sector?**

Durante muchos años se entendió BIM como una tecnología y ahora se lo considera principalmente un proceso. En mi opinión, este es uno de los mejores cambios de perspectiva del sector. Si vemos algo como una herramienta que nos permite hacer lo que estábamos haciendo usando un medio más sofisticado, entonces vamos a hacer exactamente lo mismo y nuestra capacidad de obtener beneficios será muy limitada. Creo que uno de los avances más significativos de los últimos ocho años ha sido el creciente predominio del aspecto metodológico de BIM por sobre el meramente tecnológico.

Esto puede parecer una pequeña diferencia pero cambia completamente el eje de la discusión, dado que lo lleva hacia el terreno de la gestión de la información, es decir, de la forma en que la recopilamos, compartimos y usamos. Como sector carecemos de un proceso formal para administrar la información correctamente.

Con el fin de hacer una mejor gestión de la información,¹² necesitamos tener un acuerdo común sobre los procesos de trabajo y una manera de pensar sobre el propio proceso de transformación. El lanzamiento de las normas ISO 19650 nos acerca a la comprensión de BIM como metodología de proceso a nivel global.

► **¿Cómo puede pensarse la transformación digital en la industria de la construcción?**

Creo que un factor importante para considerar es que el sector de la construcción está mucho más fragmentado que otros sectores. Además, debemos mirar los elementos específicos que caracterizan el trabajo en nuestro sector, las particularidades del sitio físico de la obra o el hecho de que los plazos de los proyectos son enormes. Crear una memoria organizacional para que los proyectos individuales puedan beneficiar a las organizaciones por medio del aprendizaje entre un proyecto y el siguiente es el desafío fundamental.

En otras palabras, estamos hablando de una estrategia de digitalización capaz de identificar

las oportunidades abiertas con la transformación digital y las alternativas para utilizar ese conocimiento para tomar mejores decisiones. Son esas decisiones las que deben formar parte de una estrategia de negocio y no “solo” una estrategia BIM.

► **Suele hablar sobre la complementariedad de los esfuerzos a nivel gubernamental e industrial en la digitalización del sector y la relevancia de la estandarización en ese proceso. ¿Cree que el sector privado desempeña un papel en el desarrollo de estándares?**

El sector público puede generar un aporte fundamental en un sector que estructuralmente, como contracara de la fragmentación de la que hablamos, carece de liderazgo. El poder de compra de los Estados puede utilizarse para dar señales de alto impacto sobre los beneficios de la digitalización y, aunque es posible que el gobierno no tenga todas las respuestas, sí puede ayudar a convocar a los diversos actores en torno a ideas concretas.

Creo que lo que tenemos que comunicar dentro de la política

es qué valor puede aportar una agenda de digitalización que se orienta hacia el desarrollo y la adopción de normas. En ese contexto no creo que haya barreras para que el sector privado se involucre en el desarrollo del estándar. Durante el desarrollo de la estrategia nacional del BIM del Reino Unido, uno de los funcionarios me comentó: “lo único que sabemos sobre el estándar es que, aunque el gobierno pueda ayudar a convocar al sector, es necesario que la industria lo desarrolle. Si el gobierno lo dicta, sabemos que no lograremos el objetivo”. La industria tiene un conocimiento específico sobre cómo el sector realmente trabaja, cómo son sus procesos y flujos de información. Creo que el papel del gobierno en este sentido es convocar a la gente y catalizar la conversación sobre la normalización.

11- Director de International Stream del Centro Digital Built Britain. Además de su papel protagónico en la estrategia del Reino Unido y de Europa a partir de su participación en el Grupo de Trabajo BIM de la Unión Europea, a lo largo de su trayectoria ha colaborado en el desarrollo de iniciativas BIM en diversas regiones del mundo. Tiene un máster en Administración de Empresas (MBA, por sus siglas en inglés) con especialización en sostenibilidad y políticas públicas para el sector de la construcción de la Universidad de Kingston, Londres.

12- El entrevistado se refiere a la posibilidad de utilizar BIM como sigla de Better Information Modelling en substitución del original Building Information Modelling, una variante que no tiene traducción directa al castellano.

ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN BIM

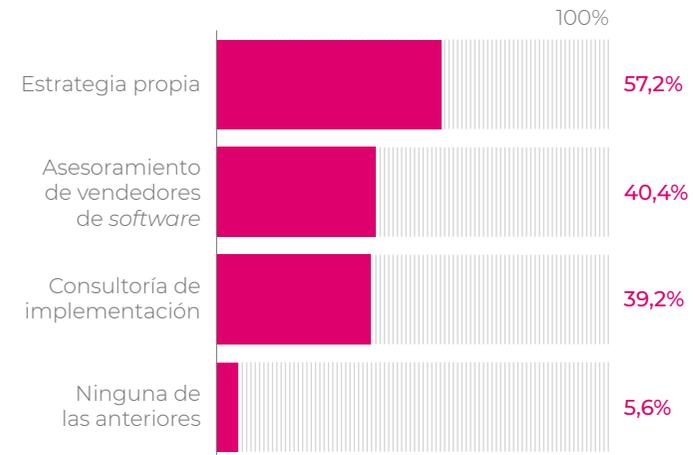
Las estrategias de implementación BIM son aquellas actividades desarrolladas por la organización de manera autónoma, pueden involucrar miembros externos, y cuya finalidad es planificar y ejecutar el proceso de transformación de prácticas de trabajo asociado a la adopción de esta metodología. Independientemente de la alternativa elegida, la definición de pautas y orientaciones ayuda a las organizaciones y sus miembros a tener una visión concreta de los objetivos propuestos, los desafíos que deben enfrentar y los beneficios esperados, de

manera de disminuir las probabilidades de frustraciones a lo largo del proceso.

Más de un camino a la hora de implementar

No existe una única manera de implementar BIM. De hecho, las empresas consultadas muestran que han seguido distintas aproximaciones en su trayectoria: la mayoría (57,2%) ha desarrollado una estrategia propia vinculada al ensayo y error; en menor medida han recurrido a los servicios de actores externos a la organización, como vendedores de *software* o empresas de consultoría de implementación.

Gráfico 13 - Estrategias de implementación BIM



Fuente: Elaboración propia.

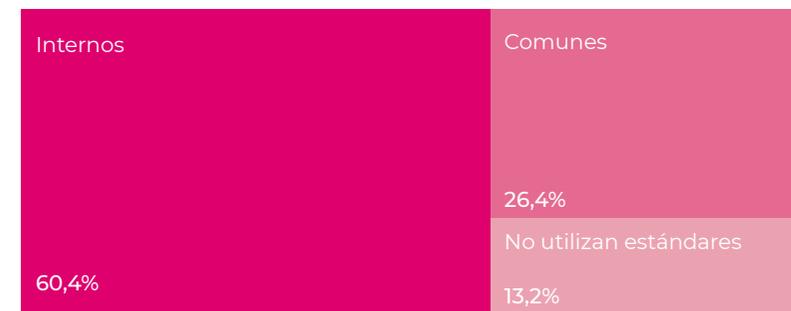
USO DE ESTÁNDARES BIM

Los estándares son guías en las cuales se plasman los criterios adoptados para gestionar las informaciones de los proyectos, tanto al interior de la organización como en el diálogo con otros actores (en el siguiente apartado se incluye más información sobre los estándares).

La amplia mayoría de las organizaciones ha desarrollado sus propias guías y manuales para el

trabajo con BIM (60,4%), mientras que solo un 26,4% basa su trabajo en estándares comunes, como los desarrollados por ISO, BIM Fóruns locales e iniciativas gubernamentales. Finalmente, un 13,2% afirmó no estar siguiendo ningún tipo de estándar para el trabajo con BIM. Muchas de estas empresas que no se apoyan en estándares son usuarias recientes de BIM, dado que más de la mitad lleva menos de un año implementando la metodología.

Gráfico 14 - Uso de estándares para el trabajo en BIM



Fuente: Elaboración propia.

- ESTÁNDARES: LA CLAVE DEL TRABAJO EN BIM

La metodología BIM consiste en generar, almacenar, transmitir y analizar conocimiento útil que permita tomar decisiones basadas en información a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Para que ello efectivamente ocurra, los participantes del proyecto tienen que compartir un lenguaje común que permita dotar de contexto a los datos vinculados

al modelo y procesarlos de forma agregada y automatizada.

Existe una enorme variedad de decisiones que se toman a la hora de administrar y gestionar los datos de un proyecto, que van desde cuestiones aparentemente simples, como la denominación de los archivos digitales en los que se almace-

nar la información o el grado de fiabilidad de las informaciones incluidos en el modelo, hasta la organización de los equipos para el trabajo colaborativo en un proyecto. Los estándares BIM son, precisamente, documentos en los que se establecen criterios para generar, usar y transmitir informaciones en el marco del trabajo con BIM.

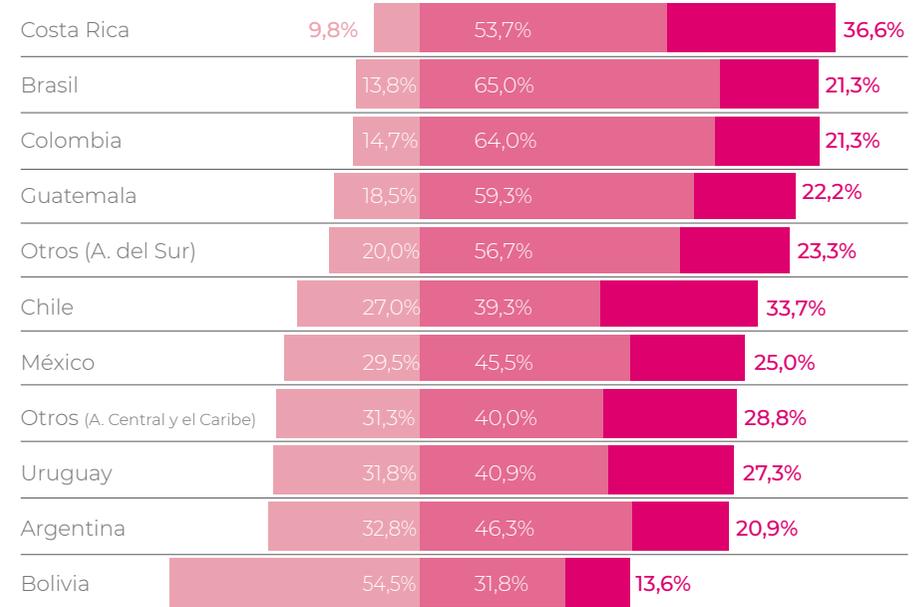
Por su importancia fundamental para el trabajo con BIM, se han desarrollado una pluralidad de estándares a diversa escala: a nivel de empresa, gobierno, sector a nivel nacional o industria a nivel internacional. Aquí se diferencian dos tipologías básicas de estándares: los desarrollados por el sector público y los vinculados al sector privado.

Diferencias regionales en el uso de estándares

Las empresas encuestadas mostraron una amplia heterogeneidad en el uso de estándares a nivel regional. Las firmas costarricenses dieron cuenta del uso más significativo de estándares para el trabajo con BIM, mientras que en Bolivia menos de la mitad de las consultadas sigue estándares.

Gráfico 15 - Uso de estándares por país

■ No utilizan ■ Internos ■ Comunes



Fuente: Elaboración propia.

- ESTÁNDARES DEL SECTOR PÚBLICO

Se trata de documentos elaborados en el marco de estrategias de implementación desarrolladas a nivel gubernamental (generalmente en el ámbito nacional). Por ello, su foco principal es el intercambio de información, ya sea entre el comitente del proyecto y sus proveedores o entre los diversos involucrados en la ejecución del proyecto entre sí.

A nivel regional se destacan las experiencias de Chile (Planbim, 2019) y Argentina (Programa SIBIM, 2019). Este tipo de estándares tiene objetivos dobles: por un lado, buscan generar criterios de aplicación común entre todas las dependencias públicas para el trabajo con BIM; por otro, pretenden establecer pautas claras con el resto de los involucrados en el proyecto desde su papel de comitente, de manera de dotar de previsibilidad el proceso de adopción de BIM por parte del Estado y sus proveedores (Planbim, 2019: 16).

- ESTÁNDARES DEL SECTOR PRIVADO

Son documentos pensados para organizar el trabajo al interior de las empresas y coordinar a los diversos participantes en la ejecución de un proyecto BIM.

Establecen criterios para especificar los entregables del proyecto con el cliente y los entregables y pautas para el modelado, tales como los tipos y detalle de inclusión de datos en el modelo, las condiciones aplicables a cada una de las disciplinas, la denominación y protocolos de administración de archivos, entre otros.

Existen dos grandes categorías de estándares desarrollados por actores del sector privado: los abiertos o comunes (como los elaborados por ISO, BuildingSmart, los BIM Fóruns nacionales, entre otros) y los exclusivos o internos. Los primeros están desarrollados por organizaciones que promueven la adopción de buenas prácticas en nivel sectorial y los segundos por las diversas empresas del sector con el objetivo de crear una cultura de gestión del conocimiento al interior de la organización.

ESTUDIO DE CASO

URBANIZACIÓN DEL BARRIO 31, BUENOS AIRES, ARGENTINA

BIM para simplificar proyectos complejos¹³

La Secretaría de Integración Social y Urbana del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (GCBA) (Argentina) inició la planificación de la reurbanización de la Villa 31 en el año 2009. Este histórico proyecto ganó un nuevo impulso tras haber calificado para el financiamiento del BID en 2017.

Se trata de un proyecto de alta complejidad que comprende múltiples tipos de intervención en el marco de un plan integral con obras de infraestructura (a fin de garantizar el acceso de sus habitantes a servicios básicos), mejoramiento de las viviendas y ejecución de nuevas unidades habitacionales, que además incluye un proceso de regularización de dominio como objetivo final.

El proceso de adopción del BIM fue gradual e impulsado por el equipo de la Dirección General de Mejoramiento de Viviendas de dicha Secretaría, que consideró que trabajar con esta metodología permitiría abordar sus dos mayores desafíos: la heterogeneidad de las edificaciones existentes y la comunicación con los vecinos.

Los beneficios sobre el desempeño del proyecto excedieron las expectativas iniciales, ya que una vez desarrollado el modelo en BIM el equipo identificó nuevas oportunidades de aplicación de los datos generados que se tradujeron en mejoras para la gestión gubernamental.

Imagen 2. Obras de mejoramiento en el Barrio Carlos Mujica 31



Fuente: Área de Comunicación de la Secretaría de Integración Social y Urbana del GCBA.

¹³- Se agradece la participación de los miembros de la Dirección General de Mejoramiento de Vivienda de la Subsecretaría de Infraestructura, Vivienda y Coordinación Gubernamental del Barrio Carlos Mujica 31 de la Secretaría de Integración Social y Urbana del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires para la elaboración de este caso de estudio; en particular, a Bruno Giannoni, Director General, Mónica Filiponi, Directora Operativa, Joaquín Lavelli, Gerente Operativo del proyecto, y a los integrantes del equipo BIM: José Liste, Flor Mischelejis, Andrés Vecchio y Camila Carvajal.

Las dos fases de aprendizaje de BIM

El punto de partida fue la realización del escaneo del Barrio 31 y la generación del primer conjunto de documentación de obra. Progresivamente, los equipos notaron que era posible obtener mayores beneficios del sistema si adicionaban información a escalas micro, por lo que comenzaron a avanzar internamente en la unificación de los criterios entre los diferentes abordajes de mejoramiento de vivienda, no solo para mejorar la organización del trabajo, sino para articular la comunicación con terceros utilizando “un único idioma”.

La segunda etapa estuvo marcada por la incorporación de actores vinculados a la fase de la construcción con quienes se comenzó a trabajar de manera colaborativa. Con una mayor madurez en términos de dominio de BIM, el equipo de trabajo logró transmitir de manera clara los requerimientos del proyecto a las empresas constructoras y establecer rutinas de trabajo internas y con terceros a través del desarrollo de estándares propios.

Sistematizar incluso lo heterogéneo

El principal desafío para la fase de modelado residía en la heterogeneidad característica del Barrio 31: no existe una parcela igual a otra y la evolución de las construcciones es continua. El uso de BIM permitió reemplazar lo que hubiese sido un modelado aislado de cada unidad, altamente demandante en horas de documentación, por un proceso sistematizado sin perder los grados de detalle con los que se venía trabajando. Los equipos realizaron un análisis de gestión de heterogeneidad asumiendo que era posible identificar una serie de componentes repetibles que conformaban un sistema adaptable a la propia heterogeneidad de cada una de las viviendas.

Por otro lado, la información proporcionada por cada uno de estos componentes permitió avanzar en la automatización del proceso de modificaciones a través del uso de *scripts*, con lo que se evitó realizar nuevamente los cálculos que eran una pérdida de tiempo y aumentaban la probabilidad de error ante cada cambio realizado por los proyectistas.

Comunicación más intuitiva con la comunidad y al interior del equipo de trabajo

El actual Barrio 31 es un sector histórico de la Ciudad de Buenos Aires, con una trayectoria de ocupación de casi 100 años, en el que viven más de 40.000 habitantes. El equipo necesitaba que los proyectos se comunicaran de la manera más intuitiva posible para facilitar la comprensión de los habitantes sobre los cambios y mejoras habitacionales y de infraestructura.

El trabajo con BIM potenció los esfuerzos de comunicación del equipo de arquitectos e ingenieros al permitir escalar y hacer visualizaciones 3D sobre las parcelas. Las imágenes modeladas facilitaron la comprensión por parte de los vecinos de su espacio, lo que benefició el proceso de intercambio de información entre proyectistas y familias.

Para el equipo resultó claro que el próximo paso era comunicar mejor a los vecinos cuáles serían las diferentes fases de la construcción. Para ello, se comenzó a trabajar la secuenciación de obra dentro del propio modelo con resultados que excedieron los objetivos: además de orientar las expectativas de los beneficiarios, resultó un elemento clave para organizar el trabajo del equipo en las diversas fases del proyecto.

Nuevas oportunidades derivadas del trabajo con BIM

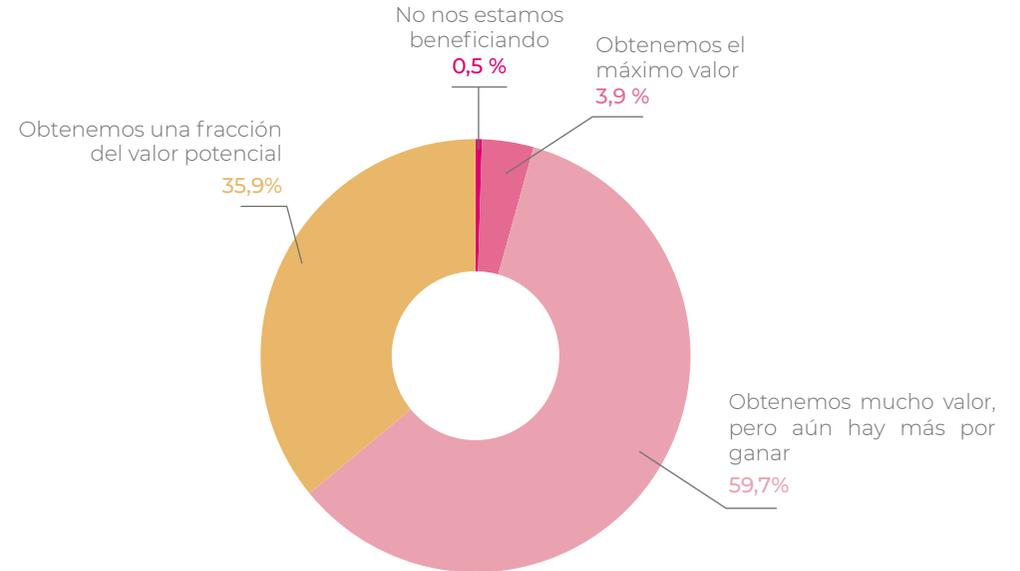
Los beneficios asociados a la centralización de la información del Barrio 31 en el modelo no tardaron en trascender las fases de diseño y construcción e impactar positivamente sobre la gestión municipal. La información generada durante este proceso, por ejemplo la geolocalización de las parcelas, posibilitó mejoras en la planificación y ejecución de servicios municipales y la planificación territorial. Así, procesos como la regularización de dominio, realización de tareas de mantenimiento de la infraestructura y conservación del espacio público comenzaron a aprovechar los datos contenidos en el modelo BIM y se beneficiaron de la posibilidad de poder identificar, por primera vez, cada una de las unidades del barrio.

BENEFICIOS DE TRABAJAR CON BIM

Una importante sección de la encuesta se orientó a entender las especificidades de los beneficios generados a partir del uso de BIM y las experiencias concretas de las empresas en el trabajo con esta metodología. Dada la complejidad del fenómeno, se siguió un enfoque amplio que abarcara

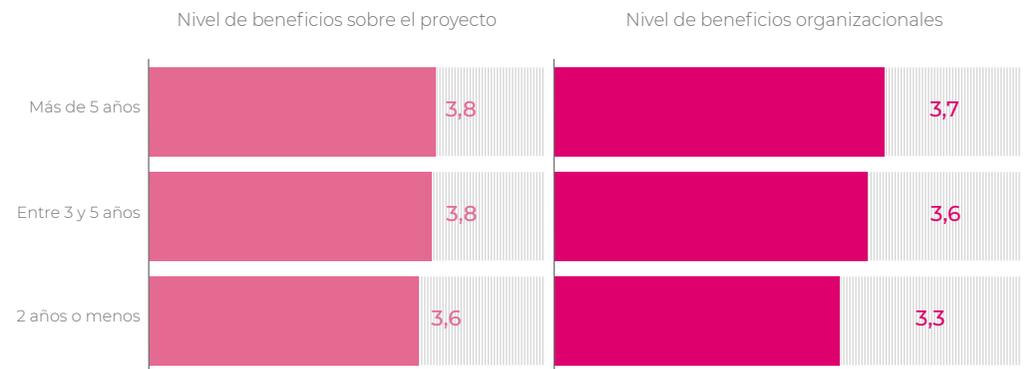
tanto la percepción de la generación de valor en BIM y las dimensiones concretas de mejora sobre la *performance* de los proyectos y el desempeño de las organizaciones, como la dimensión del retorno de la inversión (ROI, por sus siglas en inglés). Todas estas dimensiones serán trabajadas en la presente sección.

Gráfico 16 - Creación de valor en BIM



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 17 - Beneficios percibidos, según categoría y trayectoria de trabajo en BIM



Fuente: Elaboración propia.

14- Para un análisis sobre las transformaciones impulsadas a partir del trabajo desde una perspectiva de los diversos actores involucrados (propietarios, desarrolladores, diseñadores y constructores), véase Eastman et al. (2018), Succar (2009, 2010) Succar, Sher y Williams (2012).

- La experiencia en BIM es unánimemente positiva

El 99,5% de las empresas consultadas experimentó beneficios positivos derivados de la implementación de esta metodología en sus rutinas de trabajo. Aun así, una mayoría de las firmas percibe que su capacidad de obtener valor a partir del uso de BIM es inferior al potencial: el 59,7% afirma que obtienen mucho valor de BIM, pero que todavía queda más por ganar.

- Los años de experiencia resultan clave para obtener beneficios

A la hora de indagar sobre los beneficios del trabajo con BIM, se solicitó a los encuestados evaluar un conjunto de dimensiones agrupadas en dos categorías de mejoras percibidas: a nivel de los proyectos y sobre la gestión organizacional de las empresas.¹⁴ En ambas la cantidad de años de experiencia en el uso de BIM resulta clave para la obtención de beneficios. Con una puntuación del 1 al 5, la percepción de las empresas consultadas sobre los beneficios obtenidos aumenta conforme se incrementa su trayectoria en el trabajo con esta metodología, fenómeno que se observa tanto a nivel de proyecto como organizacional.

ESTUDIO DE CASO

METRO DE QUITO, ECUADOR

Beneficios del uso de BIM en la construcción de infraestructura de transporte¹⁵

La obra del metro de Quito es, sin dudas, un proyecto de referencia y elevada complejidad técnica (con 22 kilómetros de túneles y 15 estaciones). La inversión total estimada, superior a los US\$2.000 millones, contó con financiamiento de cuatro organismos multilaterales,¹⁶ incluyendo al BID que asumió el liderazgo entre ellos.

Los siguientes son los resultados importantes alcanzados durante la fase de construcción:

- › Aun tratándose de un proyecto complejo está por culminarse en marzo de 2021 sin mayores retrasos ni sobrecostos.
- › El costo por kilómetro estimado es un 10% menor que el promedio en proyectos de similares características.
- › Se superaron dos récords mundiales de avance de tuneladora: en 2017, una tuneladora perforó 1.130 metros en 30 días; en 2018, se excavaron 1.490 metros en igual plazo.

El trabajo con la metodología BIM fue central para alcanzar estos hitos, aun cuando su incorporación se dio desde el inicio de la fase de construcción, pues no estaba previsto en los diseños del proyecto. La iniciativa fue tomada por la empresa contratista Acciona, contratada por el municipio y por la Empresa Pública Metropolitana de Quito para ejecutar la construcción del proyecto, la cual identificó la posibilidad de mejorar los resultados generales a partir del uso de esta metodología para la planificación en la etapa de construcción.

La adopción de BIM durante la ejecución supuso un desafío. De todas maneras, los beneficios superaron las expectativas dado que permitieron, por un lado, mejorar la comunicación y coordinación con proveedores y subcontratistas y, por otro, reducir los desperdicios. De hecho, el proceso de aprendizaje desarrollado por el propio municipio y la identificación de los resultados obtenidos impulsaron la búsqueda de nuevos proveedores locales capaces de ejecutar la construcción de estaciones desde el modelado BIM.

Los modelos 3D mejoran la comunicación entre el cliente y el equipo de construcción

Dada la característica más intuitiva de la visualización en formato 3D la comunicación se agilizó entre todos los actores involucrados, no solo entre el cliente y la contratista, sino también con sus propios subcontratistas y proveedores, lo que posibilitó la identificación más rápida de las tareas a realizar y las secuencias de trabajo.

Desde lo contractual esto se potenció con la utilización de contratos flexibles con cláusulas que permitieron realizar ajustes a lo largo del proyecto y unificar criterios, lo que permitió manejar un lenguaje común entre los diversos actores que dieron vida al proceso. La estructura del contrato se orientó a promover la generación de propuestas de

15- Agradecemos la participación de Jean Pol Armijos, especialista de la División de Transporte en el BID, y de Wagner Esteves Da Fonseca y José María Creus Fernández de la empresa Acciona para la elaboración del presente caso de estudio.

16- Estos son el Banco Mundial, el Banco Europeo de Inversiones, el Banco de Desarrollo de América Latina y el BID.

mejoras tanto por parte del contratista, con cláusulas de “ingeniería de valor”, como del contratante, lo cual optimizó no solo la calidad del proyecto sino la demanda de recursos. Las mejoras generadas en el diseño durante la ejecución por el contratante resultaron en un ahorro de US\$70 millones y el BIM permitió pasar de los diseños a la construcción de forma más rápida y comprensible para todos.

Trabajar con BIM reduce los desperdicios en la fase de construcción

El contratista de obra realizó un modelado subterráneo de todas las estaciones y túneles. El análisis de procesos constructivos permitió i) controlar interferencias con la infraestructura previamente existente; ii) realizar simulaciones de metodología constructiva; iii) mejorar la precisión en la estimación de materiales y el control de su uso y en las cantidades de obra en general del proyecto, por lo que disminuyó desperdicios y sobrecostos. Por lo tanto, la utilización de BIM para verificar el avance de obra, la secuencia del trabajo y la mejor planificación de fases de obra también mejoró la gestión integral de recursos.

Imagen 3. Obras en el metro de Quito



Fuente: Metro de Quito.

Los beneficios derivados del uso de BIM son transversales. Independiente del segmento en que intervienen las empresas (diseño y/o construcción) y del tipo de proyectos las empresas consultadas perciben que los principales beneficios derivados del trabajo con BIM están asociados a la reducción de conflictos de coordinación en etapa de obra y la reducción de errores y omisiones de la documentación de obra.

Beneficios sobre el proyecto: mejora en la fase de construcción

Los beneficios percibidos del uso de BIM sobre el proyecto son múltiples: las empresas encuestadas identifican un nivel significativo de mejoras (esto es, beneficios elevados o muy elevados) en las nueve dimensiones evaluadas, especialmente en las vinculadas a la etapa de ejecución de la obra. Las mejoras apuntadas más frecuentemente fueron la reducción de conflictos de coordinación durante la etapa de obra (79,2% de las empresas consultadas) y la disminución de errores y omisiones en la documentación de obra (76,7%), y las vinculadas a la eficiencia, reducción de costos y calidad de los proyectos. Sigue en importancia la reducción de retrabajos (72,7%), que impacta sobre la disminución de desperdicios de insumos y de horas trabajadas.¹⁷

Los beneficios percibidos del uso de BIM sobre el proyecto son múltiples: las empresas encuestadas identifican un nivel significativo de mejoras (esto es, beneficios elevados o muy elevados) en las nueve dimensiones evaluadas, especialmente en las vinculadas a la etapa de ejecución de la obra. Las mejoras apuntadas más frecuentemente fueron la reducción de conflictos de coordinación durante la etapa de obra (79,2% de las empresas consultadas) y la disminución de errores y omisiones en la documentación de obra (76,7%), y las vinculadas a la eficiencia, reducción de costos y calidad de los proyectos. Sigue en importancia la reducción de retrabajos (72,7%), que impacta sobre la disminución de desperdicios de insumos y de horas trabajadas.¹⁷

Gráfico 18 - Beneficios sobre el proyecto (porcentaje de empresas según percepción de beneficios obtenidos de nivel elevado o muy elevado)



Fuente: Elaboración propia.

17- Para una clasificación de los beneficios del uso de BIM sobre los proyectos desde una perspectiva de la productividad, véase Lacaze (2019).

Beneficios organizacionales: nuevos negocios y nuevos clientes

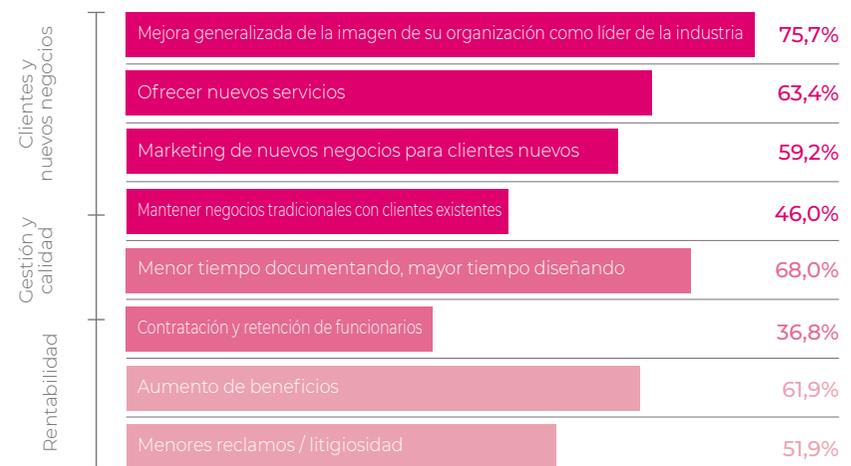
A nivel organizacional, las empresas consultadas destacaron percibir dos grandes tipos de beneficios en la performance de sus organizaciones: la posibilidad de atraer nuevos clientes y generar nuevos tipos de negocios y la reducción de la carga asociada a tareas rutinarias.

En particular el 75,7% destacó que el trabajo con BIM generó

beneficios elevados o muy elevados sobre la imagen de la organización dentro de la industria y un 63,4% mencionó la capacidad de la empresa de poder ofrecer nuevos tipos de servicios.

Adicionalmente, una amplia mayoría de los encuestados (68%) destacó que el uso de BIM les permitió destinar menor cantidad de esfuerzos a actividades de rutina, como la generación y administración de documentación, y reorientar esos recursos a actividades creativas como el diseño.

Gráfico 19 - Beneficios organizacionales (porcentaje de empresas según percepción de beneficios en nivel elevado o muy elevado)



Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE CASO

DOBLE CALZADA AVENIDA 34, MEDELLÍN, COLOMBIA

Beneficios BIM en proyectos de pequeña escala¹⁸

La Empresa de Desarrollo Urbano (EDU) es una entidad pública colombiana que participa en la formulación, diseño, ejecución, asesoría y consultoría de proyectos urbanísticos en los ámbitos municipal, departamental, nacional e internacional. Fue convocada a participar en el proyecto de ampliación de extensión de 1,7 km de una avenida localizada en la ciudad de Medellín, sector El Poblado, por el Fondo de Valorización de Medellín (Fonvalmed). Este proyecto vial es un ejemplo ideal para entender cómo BIM puede emplearse exitosamente en los proyectos de pequeña escala y no solo en las grandes edificaciones.¹⁹

En este caso, el uso de BIM posibilitó recuperar información histórica del proyecto, reducir y cuantificar los costos asociados a errores, colisiones e incidencias, tener mejores datos para tomar decisiones sobre la traza y mejorar la comunicación con la comunidad.

Aprovechar toda la información disponible

El primer desafío para el equipo de trabajo fue que el diseño existente tenía más de 10 años de antigüedad, por lo que las necesidades de implantación y ejecución tenían cambios en la estructura catastral, posicionamiento y vigencias normativas. En lugar de comenzar un nuevo proyecto desde cero, el equipo de la EDU decidió recuperar el trabajo realizado mediante un proceso de diagnóstico de la calidad de la información y la integración de los diversos datos en un primer modelo

que permitió visibilizar e identificar los problemas que surgían de trabajar con información obsoleta y con poco nivel de coordinación entre sistemas y actores.



Imagen 4. Avenida 34: modelo BIM + CIM sector los altos (imagen del gemelo digital 3D final con sistema de redes húmedas)

Fuente: Empresa de Desarrollo Urbano (EDU).

¹⁸- Se agradece la participación de los miembros del equipo de la Subgerencia de Diseño e Innovación de la EDU: Diego Andrés Giraldo Gómez, Fabián Henao, Fernanda Villarreal, Jorge Ramírez y Julián Gómez.

¹⁹- La EDU tiene una larga historia de trabajo con la metodología BIM sobre una variedad de proyectos, dentro de los cuales se destacan los dos de mayor peso en la industria de la construcción civil: obras residenciales y viales de pequeña escala. En la presente publicación, se analizan los beneficios del uso de BIM en el segmento vial a partir del análisis del trabajo realizado en un proyecto de ampliación de una avenida en la ciudad de Medellín. Puede encontrarse información sobre su uso en proyectos residenciales de interés social en el sitio web de la EDU (<http://www.edu.gov.co/component/k2/item/164-unidos-por-el-agua>).

Otro reto de la integración de la información antigua fue hacer un modelado de información de la ciudad (City Information Modeling [CIM]) mezclado con capas e información geográfica del entorno urbano. Se realizó una nueva georreferenciación, con tecnología híbrida con nubes de puntos y sistemas tradicionales que permitieron niveles significativos de precisión para localizar el proyecto nuevo en relación con las variables reales de la ciudad, como el catastro y su entorno urbano inmediato.²⁰

Coordinar, medir y cuantificar

La clave del proceso de integración de la información fue identificar los errores, colisiones e incidencias y procurar solucionarlos en una etapa temprana para reducir los costos imprevistos que surgen de decisiones improvisadas a medida que avanza la obra física del proyecto. Para ello, la EDU cuenta con un equipo multidisciplinario orientado a buscar los puntos de convergencia entre los estudios y diseños técnicos generados por cada profesional y el trabajo del resto de los actores del proceso a través de herramientas colaborativas y coordinación de equipos de trabajo.

Imagen 5. Tablero de control BIM del gestor de incidencias: análisis de costos por incidencias potenciales en el proyecto



Fuente: EDU.

La EDU también se fijó como objetivo calcular cuánto le costaban los imprevistos de obra, como las colisiones e incidencias, y cuánto ahorrarían con el uso de BIM. Esto se hizo a través de una tasación basada en la participación y experiencia previas en construcciones viales del cliente. La cuantificación se agrupó por tipologías específicas para detectar cuáles tenían mayor incidencia en los costos.²¹ En total la estimación de ahorro fue de \$Col 694 millones y 915 días de trabajo (calculados en horas de trabajo lineales).

Mejores datos para la toma de decisiones

También fue central la disponibilidad de informaciones a la hora de reducir las afectaciones prediales del proyecto. Así, se pudieron prever algunas de las problemáticas sociales que podían derivarse de su ejecución e identificar las acciones de gestión social necesarias, lo cual resulta una herramienta fundamental para las decisiones de política pública.

Democratizar las informaciones y promover la participación ciudadana

El proceso de cualificación e integración de la información permitió un mayor nivel de visibilidad y entendimiento por parte de la comunidad. Los modelos tridimensionales ayudaron a comunicar de manera mucho más sencilla a la comunidad, y se crearon paquetes que ayudaron a gestionar mejor los proyectos. A partir de ellos, pudieron colocarse los datos en contexto de visualización clara para que las comunidades pudieran internalizarlos y decidir. Dos ejemplos concretos se orientaron al desarrollo de geovisores catastrales en línea y a la gestión forestal automatizada. De esta manera, se construyó un entorno favorable a la retroalimentación y se aportó a la maduración del proyecto gracias a las contribuciones de la comunidad.

20- Uno de los cambios que más dificultó el proceso de recuperación de los datos fue el crecimiento de la vegetación. Para resolverlo, el equipo de la EDU trabajó con una metodología de posicionamiento y automatización. Se modelaron familias de árboles y sus distintas topologías, y se asignaron parámetros y georreferenciación a alrededor de 2.000 árboles, de manera de evitar potenciales problemáticas en la fase de aprobación de licencias ambientales y en la etapa ejecución.

21- Se realizó una segmentación de los errores por tipo y se determinó el costo de impacto al proyecto por zonas y tipologías de sistema constructivo. A partir de eso, se orientó al tomador de decisiones acerca de donde priorizar los recursos para la solución de problemas antes de la obra construida.

RETORNO DE LA INVERSIÓN (ROI)

La implementación de BIM requiere un conjunto amplio de inversiones de diversa magnitud y escala, desde la necesidad de capacitación hasta la adquisición de soluciones de *software* y *hardware*. Las empresas pasan por un proceso que compromete recursos materiales y humanos no completamente mensurables ni predecibles desde su inicio. Por ende, además de comprender las dimensiones de los beneficios alcanzados con esta metodología, resulta esencial medirlos y entender si han resultado suficientes para compensar las inversiones realizadas. Para ello, se consultó a las empresas su percepción sobre el ROI y sobre la práctica de medición formal del ROI.

La percepción sobre el ROI en BIM es ampliamente positiva

Ocho de cada 10 empresas encuestadas (81,9%) afirmaron estar recibiendo un valor superior a los recursos invertidos para implementar BIM, mayoritariamente entre un 10% y un 50% de retorno sobre sus inversiones. Apenas un 1,3% de los encuestados perciben estar recibiendo un valor inferior al invertido.

Apenas la mitad de los encuestados realiza mediciones formales de ROI

Se consultó también a las empresas participantes sobre la medición formal del ROI a nivel general y por proyectos. Si bien no existe un único método aceptado globalmente para calcularlo, el esfuerzo por generar métricas en este sentido está asociado positivamente a la capacidad de generar procesos de aprendizaje organizacional.

Al igual que en otras regiones del

mundo, la práctica resulta un fenómeno incipiente en el sector de la construcción latinoamericano.

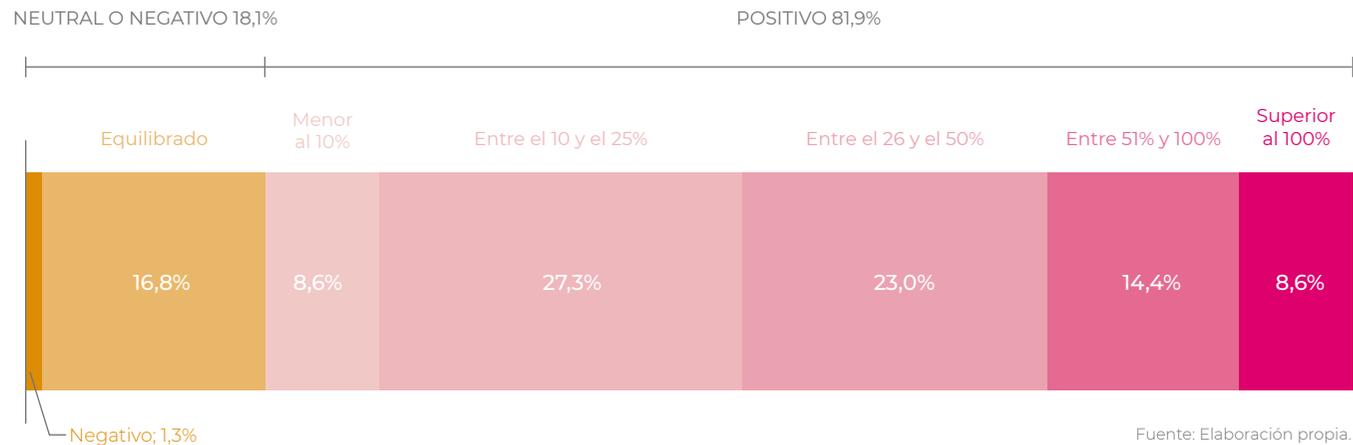
› Solo una de cada dos empresas realiza mediciones formales del ROI. De estas, un 50,6% lo hace desde hace menos de un año.

› Entre las firmas que miden formalmente el ROI, el 75% lo hace en menos de la mitad de los proyectos que ejecuta (el 47% lo realiza en menos del 25% de sus proyectos).

› Existen notables diferencias a nivel regional: el 77,8% de las empresas con sede en Guatemala manifiestan realizar mediciones

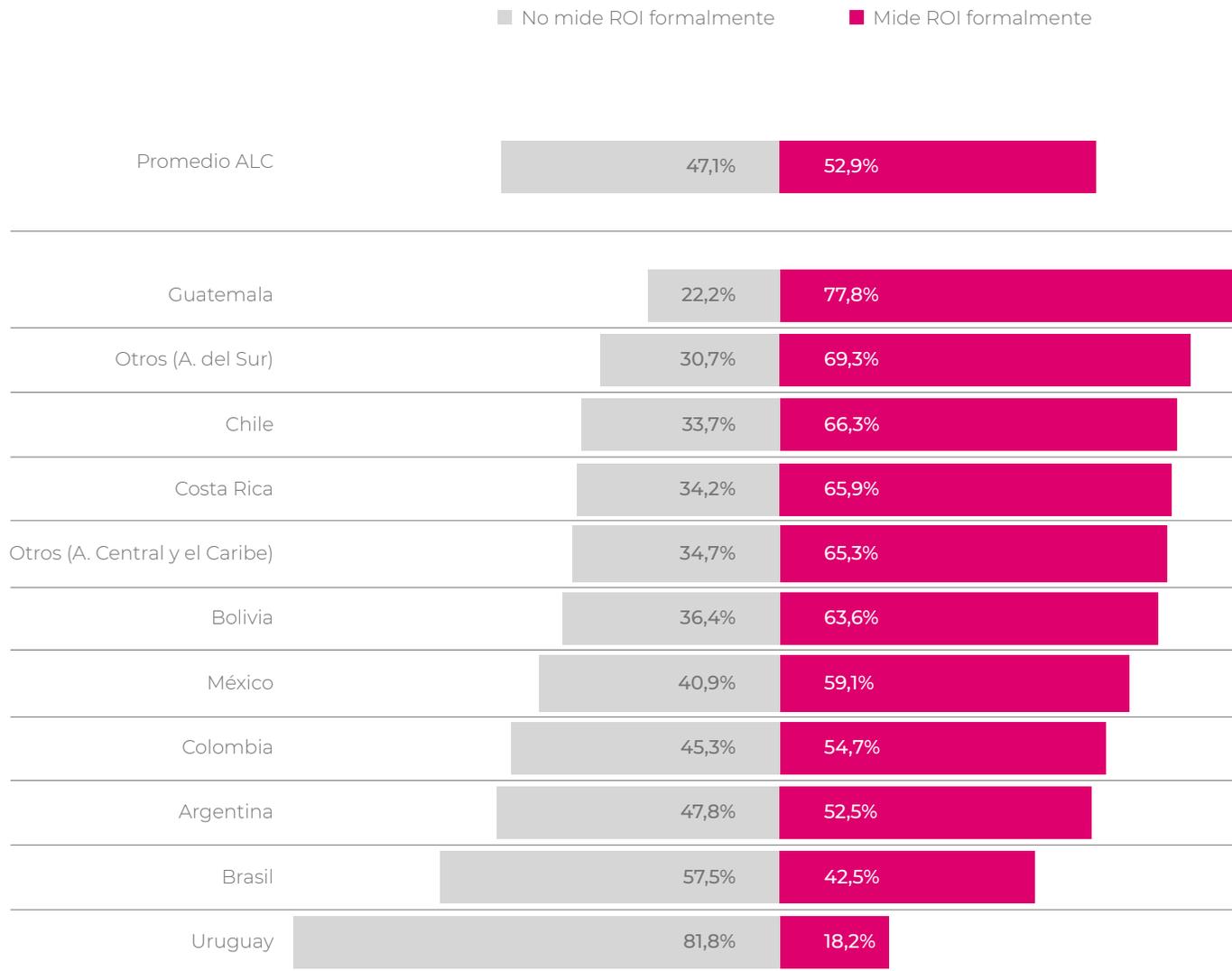
formales del ROI, mientras que solo un 42,5% de las empresas brasileñas y apenas un 18,2% de las uruguayas lo hacen.

Gráfico 20 - Empresas según tasa de ROI percibido

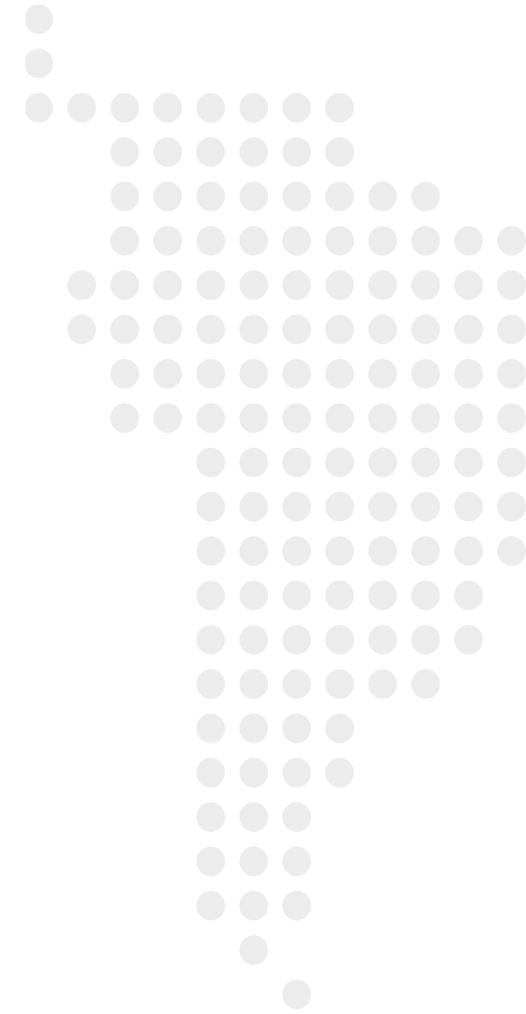


Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 21 - *Empresas según medición formal de ROI*



Fuente: Elaboración propia.



BIM FÓRUM

COORDINACIÓN Y COLABORACIÓN PARA IMPULSAR EL DESARROLLO DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

Los BIM Fóruns surgen como una iniciativa privada que tiene como objetivo promover la adopción de la metodología BIM en la industria de la construcción. Para ello, articulan a los actores clave –del sector privado, público o la academia– promoviendo la planificación y acción conjunta, y se constituyen en una base de continuidad en un mundo siempre cambiante.

Lenguaje común y buenas prácticas

Al tratarse de una metodología de gestión de la información a lo largo del ciclo de vida del proyecto, la materialización de los beneficios asociados a BIM requiere un uso amplio y difundido sobre criterios compartidos. Asimismo, como parte de la transformación digital del sector, el desarrollo de BIM plantea el desafío de asistir y capacitar a empresas y profesionales en el fortalecimiento de las capacidades y competencias que el trabajo con BIM requiere.

Los BIM Fóruns desempeñan dos papeles fundamentales: el primero es el de coordinar a los diversos actores de la cadena de valor sectorial (desarrolladoras comerciales, diseñadores, constructores, fabricantes de insumos y de equipamientos, proveedores de soluciones de software).

El segundo es el de constituirse en una instancia técnica permanente que convoca a referentes del sector a desarrollar y difundir buenas prácticas de gestión de las informaciones. De esta manera,

los BIM Fóruns son piezas clave no solo para construir un lenguaje común sino para promover que esos acuerdos se inspiren en los mejores estándares disponibles a nivel internacional.

Redes locales y regionales

En la región de ALC los BIM Fóruns están impulsados principalmente por las cámaras de la construcción locales que convocan a los actores interesados en BIM y comparten su visión y objetivos. En su seno se promueve una dinámica colaborativa y multidisciplinaria y se favorece la creación de redes capaces de fomentar la difusión de conocimiento y la innovación con foco en la creación de propuestas capaces de generar valor para los actores directamente involucrados y en el nivel sectorial.

Los BIM Fóruns de toda la región se coordinan en el ámbito del BIM Fórum Latam, el cual fomenta las conexiones entre sus miembros y la sinergia en las acciones y promueve que los Fóruns regionales transiten un camino conjunto compartiendo experiencias, recursos y potenciándose de manera recíproca.

► **¿Por qué el BIM Fórum Latam? ¿Existe una particularidad latinoamericana a la hora de pensar el desarrollo de la metodología BIM?**

Entendemos que la mejor forma de impulsar BIM en nuestra región es asumiendo que no se trata de copiar y pegar modelos desarrollados de manera exitosa en otras partes del mundo, sino de buscar las alternativas para adaptar esa metodología a nuestra realidad. Se trata de construir BIM desde América Latina aprovechando la experiencia internacional.

► **¿En qué consiste “construir BIM desde América Latina”?**

En buena medida se trata de un BIM de bajo presupuesto. Hablando seriamente, la nuestra es una región bien diversa. Tenemos diferencias geográficas, culturales, demográficas, incluso idiomáticas, pero algunos desafíos comunes. Nuestra realidad socioeconómica, el tamaño y volatilidad de nuestros mercados siempre nos ha forzado a hacer más con menos.

Construir BIM desde América Latina significa pensar estrategias que tengan sentido en nuestro contexto. La mayoría de nuestras empresas no pueden pensar en planes de implementación costosos, en comprar súper computadoras o en enormes inversiones en licenciamiento. Así, construir BIM desde América Latina significa, por ejemplo, diseñar programas de formación adaptados a nuestras realidades o identificar aquellas tareas para las cuales el uso de *software* propietario tiene sentido en términos del valor adicionado y cuáles pueden ser perfectamente ejecutadas a partir de soluciones abiertas.

► **¿Cómo funciona el BIM Fórum Latam?**

Tenemos una dinámica de reuniones en las cuales hacemos una puesta en común de las diversas acciones que estamos desarrollando, no solo para mantenernos informados sino para explorar alternativas de acción conjunta y compartir las mejores prácticas. Volviendo al punto anterior, nosotros reconocemos la importancia de actuar colectivamente, incluso

como una estrategia para crear mayor valor a partir de nuestros recursos escasos. Para nosotros tiene mucho más sentido concentrar nuestras capacidades y esfuerzos que dividirlos en la promoción de múltiples iniciativas, como grandes eventos que van creando una agenda costosa y a veces superpuesta. En este sentido, creemos profundamente en la consolidación de la iniciativa de la Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos que se orienta a promover una mayor coordinación entre las iniciativas seguidas por el sector público de los diversos países de la región.

22- Sebastián Orrego es profesor de Filosofía y Ciencias de la Educación. Es Director Ejecutivo de la Escuela de Gestión de la Construcción, organismo dependiente de la Cámara Argentina de la Construcción, que tiene la responsabilidad de fomentar acciones tendientes a la profesionalización del sector en el país. En este ámbito motivó y generó la creación del BIM Fórum Argentina, del cual es Director y responsable de la Secretaría Ejecutiva. A nivel latinoamericano, coordina el Grupo BIM Fórum Latam (FIIC – INCONET).

PERSPECTIVAS E INVERSIONES

Un uso cada vez más intensivo de BIM

Consultadas sobre su perspectiva de utilización de BIM en los próxi-

mos dos años, las empresas encuestadas apuntan a profundizar la intensidad de trabajo con esta metodología. Más del 80% considera que en los próximos dos años la proporción de la cartera de proyectos ejecutados en BIM

será superior a la actual y existe una perspectiva favorable con relación a la intensidad de uso en el futuro entre las empresas usuarias de BIM. Esta perspectiva de mercado en expansión está acompañada por la previsión de

nuevas inversiones capaces de dar sostenibilidad al proceso.

Gráfico 22 - Intensidad de uso de BIM sobre la cartera de proyectos en las empresas (próximos 2 años)

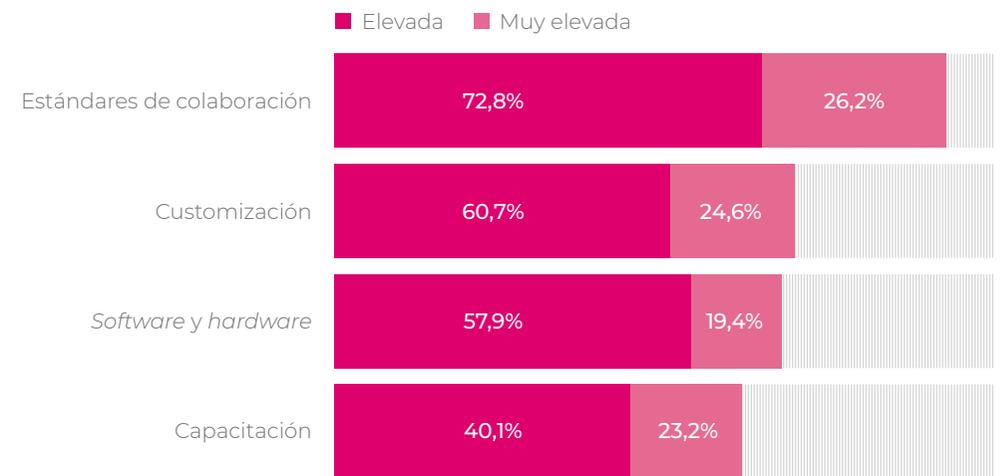


Inversiones para acompañar el crecimiento en el uso de BIM

Las inversiones en BIM suelen estar asociadas a la adquisición de soluciones de *software* o a la participación en programas de capacitación. Sin embargo, en un mercado más maduro comienzan a destinarse recursos hacia áreas menos tangibles pero centrales para el éxito en el trabajo con BIM. Precisamente, las empresas consultadas identificaron que el área con mayor inversión

proyectada es la de estándares de colaboración (tanto al interior como al exterior de la organización). Más de nueve de cada 10 firmas tienen expectativas elevadas o muy elevadas de realizar inversiones en esta área dentro de los próximos dos años.

Gráfico 23 - Empresas según relevancia de sus inversiones futuras en BIM

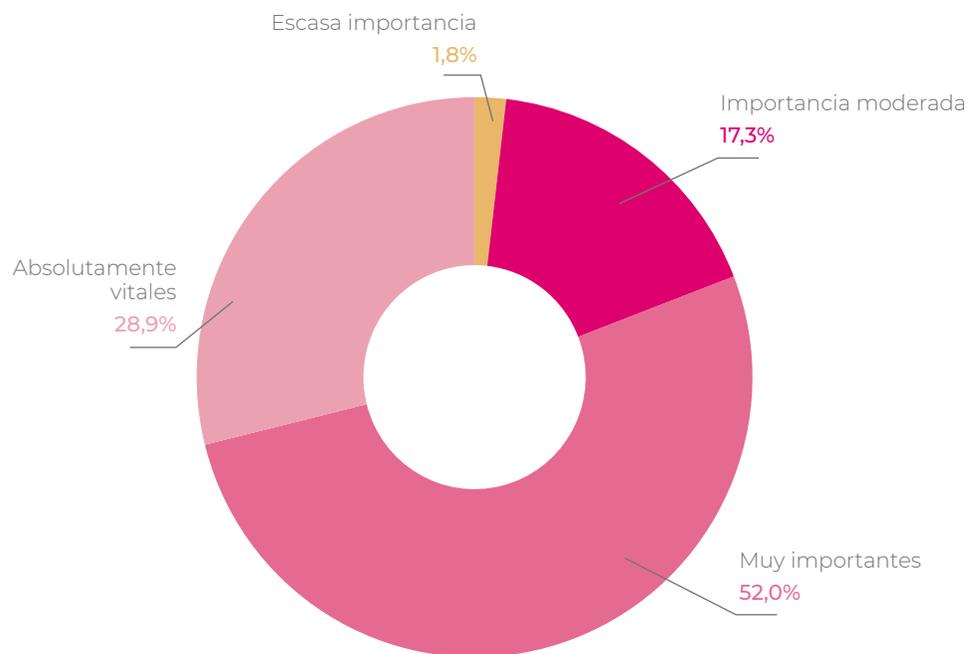


BIM: Una pieza fundamental en la transformación digital del sector.

Más allá de la dinámica de la demanda de proyectos en BIM, los beneficios percibidos y la realización de inversiones necesarias para participar de este mercado dinámico, las empresas consultadas destacan la relevancia de las inversiones realizadas en BIM como parte de su estrategia general de transformación digital.

La mitad de las empresas encuestadas opina que las inversiones en BIM en el marco de la digitalización son muy importantes. Incluso casi un 30% declara que son absolutamente vitales.

Gráfico 24 - Relevancia de las inversiones en BIM como parte de la estrategia de digitalización de las empresas



Fuente: Elaboración propia.

TRABAJO CON CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

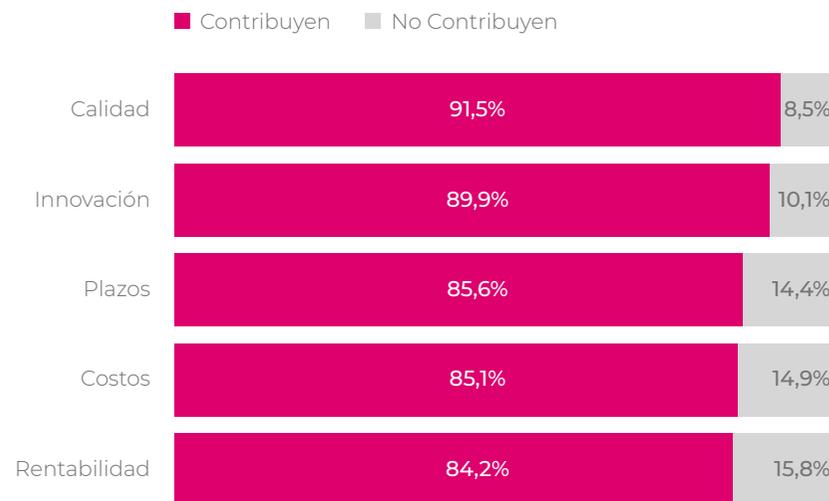
Los beneficios aumentan con contratistas y subcontratistas que trabajan en BIM

Las respuestas obtenidas apuntan que las empresas perciben un impacto positivo derivado del trabajo con BIM con contratistas y subcontratistas.

Las empresas manifestaron que los contratistas contribuyen a mejorar la calidad, innovación y rentabilidad, además de reducir costos y plazos.

La industria de la construcción es una actividad caracterizada por una elevada fragmentación. A lo largo del ciclo de vida de un proyecto, interviene una pluralidad de actores que toman decisiones que impactan directamente sobre el proyecto en sí y sobre las condiciones de trabajo del resto de los involucrados.

Gráfico 25 - Beneficios percibidos al trabajar con contratistas y subcontratistas en BIM



Fuente: Elaboración propia.

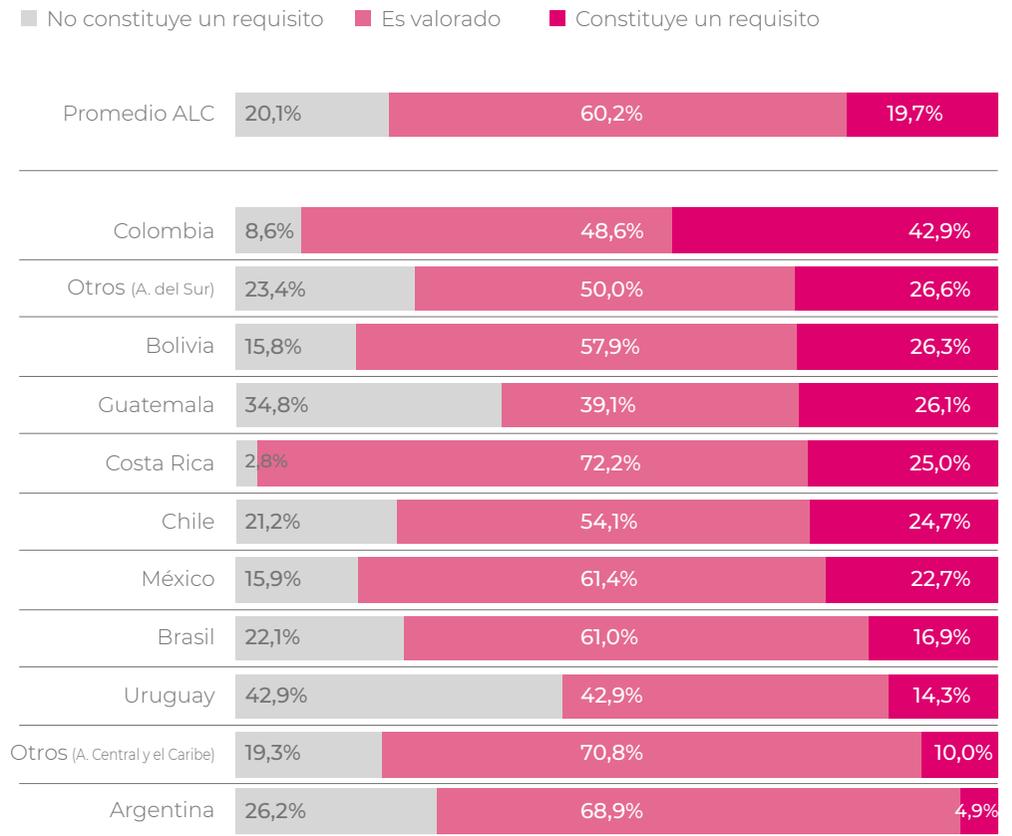
Las mejoras asociadas a la implementación BIM son esperables a lo largo de toda la cadena y en la totalidad de fases de los proyectos. Sus beneficios presentan “efectos de red” que se incrementan a medida que el grado de adopción aumenta. Por ello, es clave construir redes de empresas capaces de contribuir en una experiencia de trabajo colaborativo y digital.

Las empresas valoran la experiencia en BIM a la hora de contratar

Seis de cada 10 empresas encuestadas valoran la experiencia en BIM a la hora de contratar, mientras que el 21,1% lo considera un requisito obligatorio a la hora de trabajar con contratistas y subcontratistas.

Colombia se destaca como el país en el que más se privilegia el conocimiento en BIM a la hora de contratar. Un porcentaje importante de las empresas uruguayas y guatemaltecas manifestaron no tener en cuenta BIM en los procesos de contratación.

Gráfico 26 - Experiencia en BIM como factor de contratación



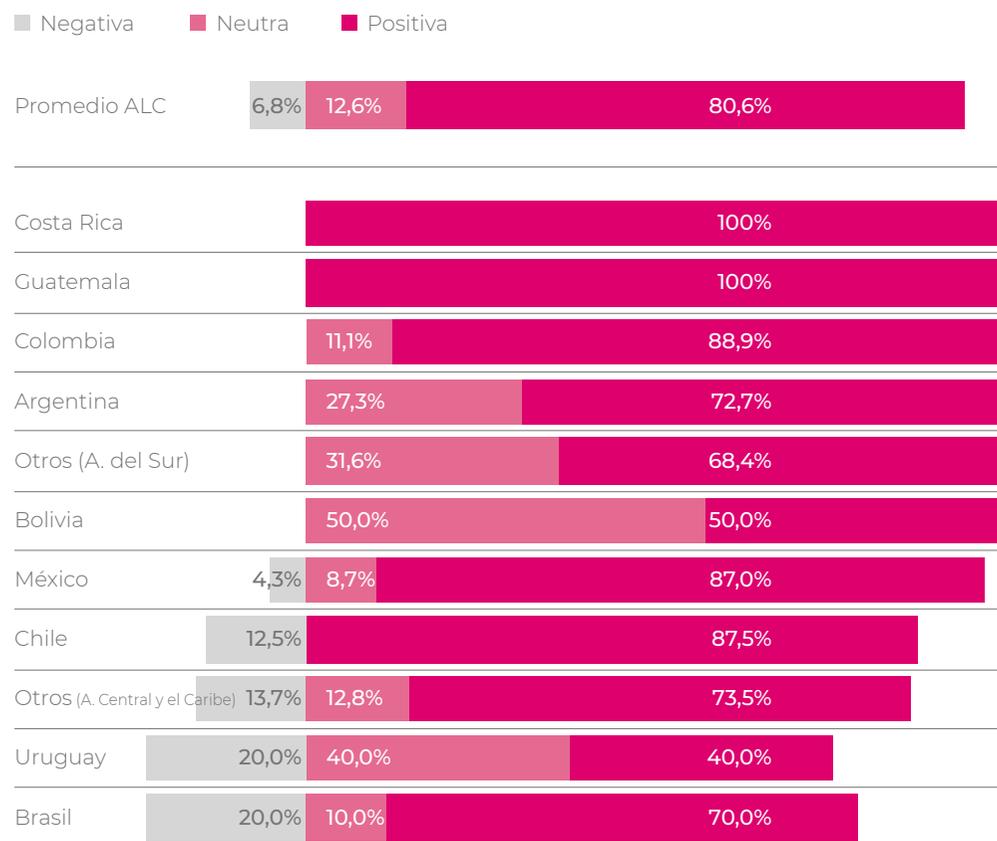
Fuente: Elaboración propia.

NO USUARIOS BIM: LOS DESAFÍOS >>>

Entre las empresas que participaron de la encuesta, 159 declararon no usar BIM en sus proyectos. De ellas, ocho de cada 10 tienen una visión positiva sobre BIM, lo que evidencia el potencial para una mayor implementación en la región. Dentro de las empresas que tienen una visión positiva respecto del BIM, casi la mitad asegura estar abierta a explorar los beneficios que la metodología le puede brindar a su compañía, mientras que el 40% está evaluando activamente implementarla.

A nivel regional, la totalidad de las empresas provenientes de Costa Rica y Guatemala valoran BIM positivamente. En cuanto al resto de los países, más de la mitad de las empresas, con excepción de Uruguay, tienen una visión positiva hacia la metodología BIM.

Gráfico 27 - Actitud de las empresas no usuarias hacia BIM en la región

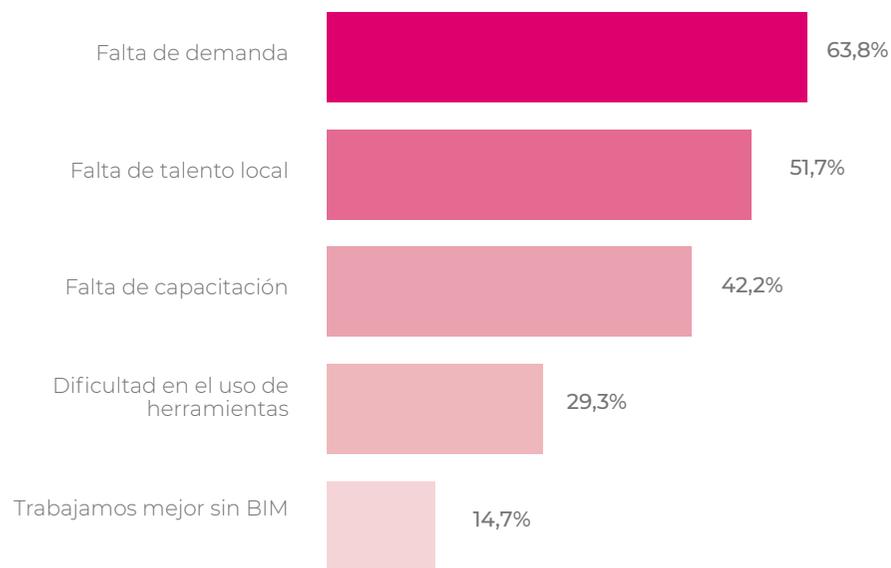


Fuente: Elaboración propia.

MOTIVOS PARA NO IMPLEMENTAR BIM

Uno de los argumentos con mayor peso a la hora de no adoptar BIM es la falta de demanda suficiente por parte de clientes u otras empresas. Los no usuarios participantes de la encuesta también destacan que es difícil encontrar talentos locales que manejen sistemas BIM y que la oferta de capacitación para solucionar esta brecha es insuficiente.

Gráfico 28 - Principales motivos para no implementar



Fuente: Elaboración propia.

PERCEPCIONES SOBRE EL MERCADO

Aunque los no usuarios consideran el uso de BIM por parte de competidores y clientes relativamente bajo, a futuro esperan sentir la presión de adoptar la metodología para mantenerse competitivos dentro del sector.

La mayoría de las empresas no usuarias encuestadas prevén que el trabajo con BIM tendrá una importancia elevada o muy elevada en la evolución de la industria de

la construcción en los próximos cinco años. Estos resultados sugieren una expansión de la penetración de BIM en la región durante los próximos cinco años y que su uso se transforme en un requisito para que las empresas se mantengan competitivas. Por eso, el sector de la construcción latinoamericano debe presentar estrategias para fomentar una adopción más amplia de BIM en el mercado.

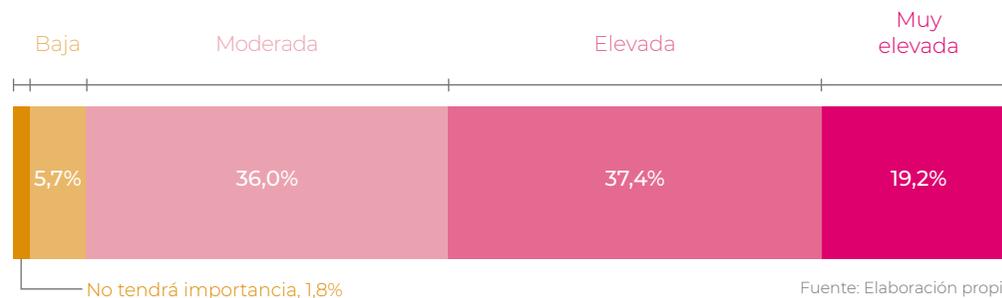
- BARRERAS

Los costos de las inversiones necesarias a la hora de implementar BIM fueron el factor más frecuentemente señalado a la hora de identificar las barreras de adopción que afecta a casi siete de cada 10 empresas encuestadas. También se destacan otro tipo de factores, como la necesidad de contar con una mejor capacitación profesional o de avanzar hacia la potencial resolución de conflictos contractuales.

- IMPULSORES

La decisión de adoptar BIM depende fuertemente de las percepciones acerca de los beneficios específicos que proporcionará la metodología y de la perspectiva sobre la evolución del mercado. El beneficio más influyente (77,2%) a la hora de optar por implementar BIM es la mejora en las tareas de coordinación, al que sigue la reducción de costos y plazo y las mejoras en la gestión administrativa de los proyectos (67,9%).

Gráfico 29 - Percepción de los no usuarios sobre la importancia de BIM en los próximos cinco años



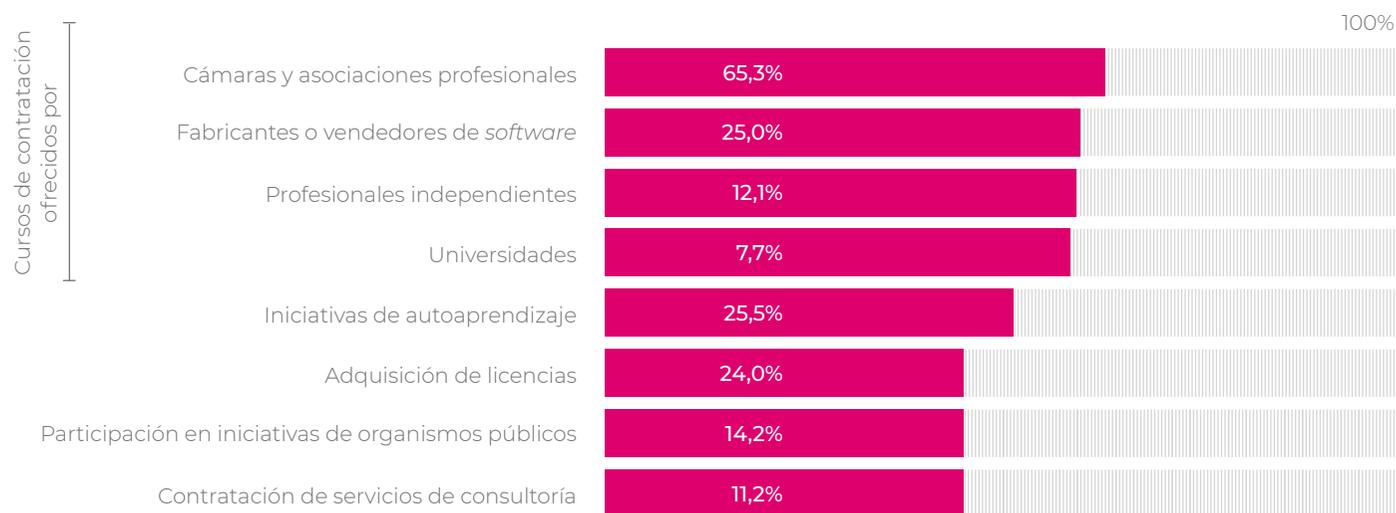
Fuente: Elaboración propia.

CAPACITACIÓN: PRIMER PASO HACIA LA ADOPCIÓN DE BIM

A aquellos que manifestaron no usar BIM pero tener intenciones de hacerlo en el futuro se los consultó acerca de las acciones que están ejecutando orientadas a la adopción de BIM. El 33,6% argumentó no estar desarrollando ninguna acción concreta. Entre aquellos que sí lo hacen, el primer paso son actividades de capacitación.

Más del 80% de las empresas que realizan acciones orientadas a adoptar BIM participó de manera activa en algún tipo de curso de capacitación, fundamentalmente aquellos ofrecidos por cámaras y asociaciones profesionales, que fueron elegidos como instancia de capacitación por el 65,3% de las firmas participantes.

Gráfico 30 - Acciones orientadas a implementar BIM entre los no usuarios



Fuente: Elaboración propia.



ESTUDIO DE CASO

NUEVA CIUDAD SANITARIA, SANTO DOMINGO, REPÚBLICA DOMINICANA

Beneficios BIM en proyectos del sector salud²³

Cada vez más proyectos del sector de salud se desarrollan siguiendo la metodología BIM de manera integral. La gran complejidad de estos proyectos, tanto en sus fases de diseño como de construcción, hace especialmente evidente la necesidad de mejorar la gestión de la información a lo largo de su ciclo de vida. Adicionalmente, los actores vinculados a la gestión posterior reciben grandes beneficios asociados a la posibilidad de contar con estas informaciones a lo largo de toda la fase de operación y mantenimiento. A continuación se analiza el caso del proyecto de la nueva Ciudad Sanitaria Luis Eduardo Aybar, uno de los desarrollos más ambiciosos de los últimos años en República Dominicana.

La decisión de adoptar BIM en el proyecto fue introducida por la empresa Lexco, que estuvo a cargo de la gestión al ser contratada por la contratista general del proyecto. La empresa cuenta con años de experiencia de trabajo con esta metodología, la cual está integrada a sus rutinas de trabajo y se emplea de manera sistemática en los proyectos independientemente del requerimiento del cliente. En palabras del Ing. Jorge López (CEO del Grupo): “El servicio de la metodología BIM no es un servicio adicional sino un servicio normal. Es un *commodity*”. A partir del desarrollo integral del proyecto de la Ciudad Sanitaria con la metodología BIM, pueden destacarse los siguientes beneficios en su ciclo de vida: la mejora en el proceso de diseño asociada a la capacidad de involucrar una gran cantidad de actores tomando decisiones

clave sobre las características del proyecto, la mejora en la planificación de obra y la capacidad de obtener reportes de avance de manera continua. Adicionalmente, el proyecto finalizó con un modelo igual al construido (*as built*) especialmente integrado para convertirse en la base de la gestión de operación y mantenimiento.

Trabajo colaborativo entre diseño y construcción

Para que el ciclo de trabajo colaborativo se cumpliera, durante la fase de diseño se asignó a cada uno de los arquitectos un modelado particular del proyecto. El equipo se reunía periódicamente, con el objetivo de planificar y dejar constancia escrita sobre su compromiso de trabajo, los cuales serían revisados en la siguiente reunión y programados en el modelo principal a fin de que cada profesional pudiera disponer de la información necesaria para llevar a cabo su tarea individual. Posteriormente se estructuró el trabajo entre capataces y arquitectos, quienes planificaban de manera conjunta y acordaban estrategias viables de ejecución. Esta rutina mejoró la capacidad de prever los recursos de obra necesarios.

BIM para la planificación de la obra

Utilizar BIM para la programación de la obra permitió mejorar el desempeño de la ejecución del proyecto no solo por la detección temprana

23- Se agradece la participación del Ing. Jorge López en la elaboración del presente caso de estudio.

de conflictos e interferencias sino por la mejora en términos de la logística interna, como la ubicación de las grúas o la programación de las entregas, lo que permitió eliminar una buena cantidad de problemas a pie de obra y reducir los desperdicios.

La ejecución integral en BIM durante las fases de preconstrucción y construcción permitió que se desarrollaran sistemas de métricas sobre los beneficios obtenidos. Los resultados dan cuenta de una reducción de tiempos de diseño y revisión de entre el 30% y el 40%, y ahorros de entre un 10% y 15% asociados a la disminución de los desperdicios de recursos utilizados y la reducción de los plazos de obra.

Reportes constantes de situación

El uso de BIM en la fase de construcción permitió generar reportes de avance cada 48 horas destinados al cliente, los cuales gracias al trabajo en planos tridimensionales son gráficos y más comprensibles.

Adicionalmente, el hospital se convirtió en el primero del país en incorporar un modelo *as built* integrado como plataforma de operación y mantenimiento (*facility management*).

Imagen 6. Modelado y construcción del hospital Luis Eduardo Aybar



Fuente: Grupo LEXCO.

METODOLOGÍA >>>

El relevamiento de datos la Encuesta BIM América Latina y el Caribe 2020 se desarrolló entre el 20 de noviembre de 2019 y 12 de febrero de 2020 y se obtuvieron 879 respuestas provenientes de los 18 países de la región. De ese total, solo 747 casos resultaron válidos para el análisis, una vez descontados los que no se encuadraban dentro de la población objetivo de la encuesta. El relevamiento se orientó a los segmentos vinculados al desarrollo, diseño y construcción de proyectos por lo que se excluyeron firmas dedicadas a la fabricación de insumos para la construcción, desarrolladores y vendedores de *software* de BIM, consultores tecnológicos, gerenciadore de proyectos y propietarios.

Las preguntas fueron directamente orientadas a organizaciones que ya contaban con algún conocimiento básico sobre BIM independientemente de su condición de usuarias. Dados los objetivos del relevamiento, no

se presentan indicadores sobre el grado de penetración de esta metodología de trabajo, sino sobre el comportamiento de las empresas que trabajan con BIM y de aquellas que no lo hacen. Ponderadas según su participación en la actividad regional, 588 casos provienen de empresas que integran BIM en sus rutinas de trabajo y 159 corresponden a aquellas que no utilizan esta metodología.

El relevamiento se realizó a través de un cuestionario en línea autoadministrado. La distribución de los accesos se hizo por correo electrónico a contactos seleccionados a partir de una metodología definida a nivel regional para garantizar la homogeneidad de criterios, pero conducida por las diversas instituciones nacionales para conseguir la máxima efectividad en términos de respuestas.

La industria de la construcción es una actividad altamente heterogénea. La Encuesta BIM América Latina y el Caribe 2020 se propu-

so el desafío de presentar una imagen plural del desarrollo de esta metodología a lo largo de ALC, que fuera capaz de abarcar firmas provenientes de casi la totalidad de los países de la región, especializadas en los diversos segmentos de la actividad sectorial y orientadas a la ejecución de diversos tipos de proyectos, y que comprendiese diversos tamaños de establecimientos.

Para componer la visión del desarrollo de BIM en ALC se relevaron empresas actuantes en los diversos segmentos de la actividad sectorial, por lo que se logró una muestra de participantes relativamente diversificada en lo que hace a sus perfiles de especialización dentro de la industria de la construcción y distribuido de manera homogénea en cuatro grupos principales: aquellas que se dedican principalmente a la actividad de desarrollo y construcción (27,4%), las que son simultáneamente de diseño y construcción (23,1%), las que se

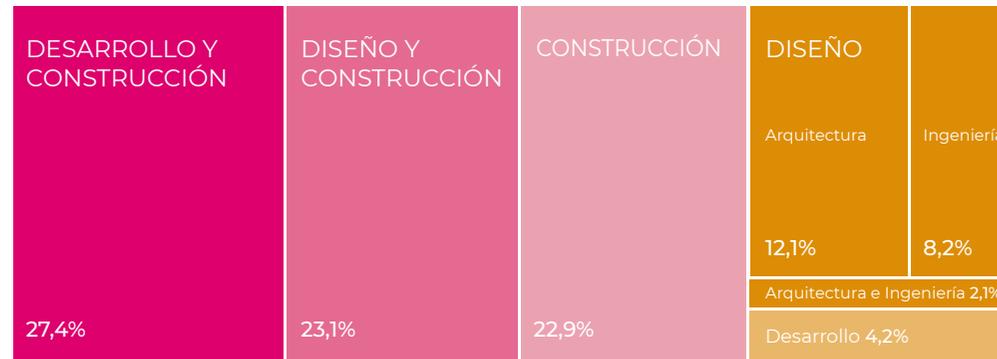
especializan específicamente en las actividades de la construcción (22,9%) y las de diseño (22,0%).

Así, una amplia mayoría (72,6%) de las empresas consultadas interviene en el segmento de construcción (también llamado de edificación o de obra), independientemente de que sean firmas dedicadas a este segmento de manera exclusiva o lo hagan de manera integrada con las actividades de diseño y/o desarrollo. Esto constituye un elemento relevante ya que tradicionalmente se ha visto una difusión más significativa de BIM en el segmento de diseño, por lo que tener una visión sobre el trabajo con la metodología por parte de las empresas constructoras resulta un aporte diferencial del presente relevamiento.

Este predominio de firmas que actúan en la fase de construcción marca un importante contraste entre este relevamiento y otros realizados a nivel internacional.

Cuando se considera la participación de las firmas específicamente orientadas al segmento de diseño (sean estudios de arquitectura, de ingeniería o mixtos), se comprueba que la encuesta realizada en ALC es la que menor participación relativa presenta, con apenas un 22,4% del total. Esta participación representa casi la mitad de los relevamientos realizados en Oriente Medio y Oceanía y prácticamente un tercio del primer relevamiento elaborado en los Estados Unidos en 2009.

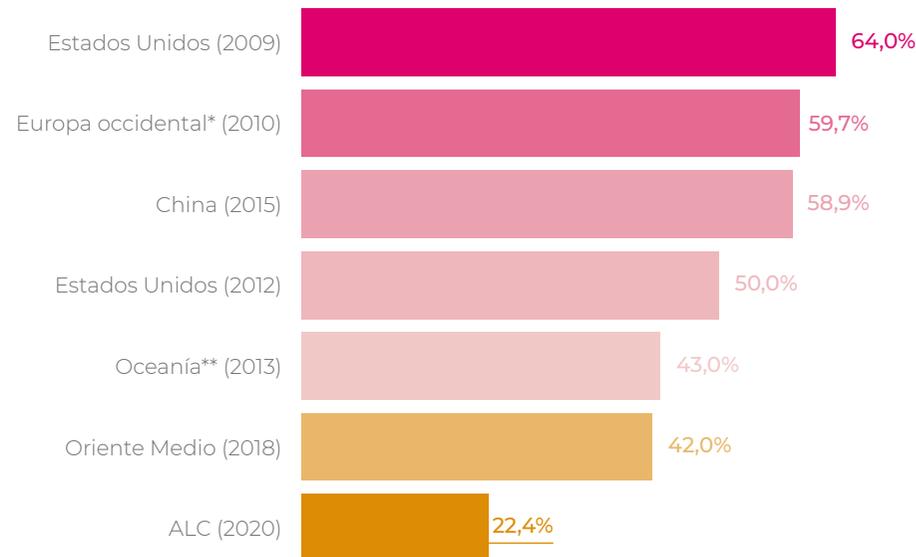
Gráfico 31 - *Empresas según perfil de especialización*²⁴



Fuente: Elaboración propia.

24- Las firmas clasificadas dentro de la categoría desarrollo y construcción son aquellas que identificaron poseer recursos internos tanto para las actividades de desarrollo como para los servicios de contratista general. En diseño y construcción se agruparon aquellas que declararon poseer recursos internos tanto para las actividades de ingeniería y/o arquitectura como para los servicios de contratista general. Por su parte, las categorías construcción, desarrollo y diseño concentran a las firmas especializadas en cada uno de estos segmentos; en el caso particular del diseño puede tratarse tanto de estudios especializados en proyectos de arquitectura, como de ingeniería o que presta servicios para ambos subsegmentos y cada uno de estos representa, al menos, un 20% de los ingresos totales.

Gráfico 32 - *Comparación internacional de la participación de estudios de diseño entre las empresas encuestadas (relevamientos seleccionados)*



Fuente: Elaboración propia.

Notas: * Comprende Alemania, Francia y Reino Unido. / ** Comprende Australia y Nueva Zelanda.

REFERENCIAS >>>

Braude, H., M. Ginsberg, E. Goldstein, M. Gonzalo, A. Peña y C. Tabanera. 2009. Impacto de la globalización en la industria de la construcción. Hacia un nuevo escenario competitivo. Buenos Aires, Argentina: FODECO. Disponible en: <http://biblioteca.camarco.org.ar/libro/impacto-de-la-globalizacion-en-la-industria-de-la-construccion-hacia-un-nuevo-escenario-competitivo/>

Braude, H. y F. Barletta. 2014. Nuevo paradigma tecno-económico e innovación en la industria de la construcción residencial argentina. Buenos Aires, Argentina: FODECO. Disponible en: <http://biblioteca.camarco.org.ar/libro/nuevo-paradigma-tecno-economico-e-innovacion-en-la-industria-de-la-construccion-residencial-argentina-2/>.

CSI Ingenieros. 2019. Consultoría BIM: Diagnóstico de la situación de BIM en Uruguay.

Dodge Data & Analytics. 2015. The Business Value of BIM in China. Bedford, MA: McGraw Hill. Disponible en: [https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/building-information-modeling/bim-value/EN_Business_Value_of_BIM_In_China_SMR_\(2015\)FINALf.pdf](https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/building-information-modeling/bim-value/EN_Business_Value_of_BIM_In_China_SMR_(2015)FINALf.pdf).

Eastman, C., P. Teicholz, R. Sacks y K. Liston. 2018 BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. John Wiley & Sons.

Gómez Muñoz, G. 2017. Encuesta de situación actual. Madrid: esBIM.

Lacaze, L. 2019. BIM y su impacto sobre la productividad sectorial. Buenos Aires, Argentina: FODECO. Disponible en: <http://biblioteca.camarco.org.ar/libro/bim-y-la-mejora-de-la-productividad-sectorial/>.

———. 2020a. Panorama BIM Argentina Informe 01. Perspectiva de las empresas del sector. Disponible en: <http://www.bimforum.org.ar/signup/documento/encuesta-bim-argentina-informe-01>.

———. 2020b. Panorama BIM Argentina Informe 02. Escenarios BIM: Empresas aisladas y vinculadas. Disponible en: <http://http://www.bimforum.org.ar/signup/documento/encuesta-bim-argentina-informe-02>.

Loyola, M. 2013. Encuesta Nacional BIM 2013: Informe de resultados.

———. 2016. Encuesta Nacional BIM 2016. Santiago, Chile: Universidad de Chile.

———. 2019. Encuesta Nacional BIM 2019: Informe de resultados. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Disponible en: <https://bim.uchilefau.cl/>.

McGraw Hill Construction. 2009. *The Business Value of BIM*. Bedford, MA: McGraw Hill.
———. 2012. *The Business Value of BIM in North America*. Bedford, MA: McGraw Hill.
———. 2014. *The Business Value of BIM in New Zealand*. Bedford, MA: McGraw Hill.

Messner, J., C. Anumba, C. Dubler, S. Goodman, C. Kasprzak, R. Kreider, R. Leicht, C. Saluja y N. Zikic. 2019. *BIM Project Execution Planning Guide, Version 2.2*. University Park, PA: Computer Integrated Construction Research Group, Pennsylvania State University. Disponible en: <http://bim.psu.edu>.

NBS. 2016. *International BIM Report 2016*. New Castle: NBS.

Orrego, S. y E. Pezzati. 2017. *Encuesta Nacional BIM 2016: adopción de Building Information Modeling en Argentina*. Buenos Aires, Argentina: FODECO.

Planbim. 2019. *Estándar BIM para proyectos públicos, intercambio de información entre solicitante y proveedores*. Santiago de Chile, Chile: CORFO.

Programa SIBIM. 2019. *Guía de Implementación BIM*. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Obras Públicas. Disponible en: <https://ppo.obras-publicas.gob.ar/SIBIM/Library/Index>.

Succar, B. 2009. Building Information Modelling Framework: a Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357-375. Disponible en: <http://bit.ly/BIMPaperA2>.
———. 2010. Building Information Modelling Maturity Matrix. En J. Underwood y U. Isikdag (eds.), *Handbook of Research on Building Information Modelling and Construction Informatics: Concepts and Technologies* (65-103). Information Science Reference, IGI Publishing: Disponible en: <http://bit.ly/BIMPaperA3>.

Succar, B., W. Sher y A. Williams. 2012. Measuring BIM Performance: Five Metrics. *Architectural Engineering and Design Management*, 8(2), 120-142. Disponible en: https://www.academia.edu/1487618/Measuring_BIM_performance_Five_metrics.

