



## BIM en empresas constructoras del NEA: adaptaciones organizacionales requeridas

---

TESIS  
MAESTRÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL  
Maestranda: Ing. Civil Tesalia Bareiro Alonso  
Director de Tesis: MSc. Ing. Rubén Sotelo



CORRIENTES, 2022

## **Resumen**

El presente trabajo se basa en conocer y analizar la percepción actual de las empresas constructoras de la ciudad de Corrientes, en cuanto a la aplicación de la metodología BIM (Building Information Modeling), como proceso para la planificación y gestión eficiente de proyectos de construcción.

En principio, se realiza una exploración acerca del grado de conocimiento que poseen las compañías, de la existencia de las metodologías BIM y sus potenciales beneficios en la logística de la construcción, para luego describir las principales barreras y desafíos que impiden su nula o incorrecta aplicación.

Luego, se centra en analizar y describir a las empresas que ya se encuentran utilizando BIM en la zona, determinando su nivel de implementación e identificando patrones organizacionales que caracterizan su ejecución.

Finalmente, luego de un análisis desde un punto de vista gerencial, se propone un mapa estratégico para la implementación BIM que pueda orientar a las empresas constructoras a iniciar y optimizar el proceso de llevar a cabo proyectos con metodologías BIM.

## **Abstract**

This paper is based on knowing and analysing the current perception of construction companies in the city of Corrientes regarding the application of BIM methodology as a process for the efficient planning and management of construction projects.

Firstly, an exploration of the degree of knowledge that companies have about the existence of BIM methodologies and their potential benefits in construction logistics is carried out, to then describe the main barriers and challenges that prevent their null or incorrect application.

Then, it focuses on analysing and describing the companies that are already implementing BIM in the area, determining their level of implementation, identifying organisational patterns that characterise their execution.

Finally, after an analysis from a managerial point of view, a strategic map for BIM implementation is proposed, which can guide construction companies to initiate and optimise the process of carrying out projects with BIM methodologies.

## **Palabras Claves**

<BIM><Building Information Modeling><Gestión Empresarial><Planificación de Proyectos de Construcción><Gestión de Proyectos de Construcción><Empresas Constructoras>

## Agradecimientos

Es ineludible iniciar mis gratificaciones sin mencionar la famosa frase de Isaac Newton: “Si pude ver más lejos que otros, es porque me encontraba sobre hombros de gigantes”. El principal agradecimiento es para mí director de tesis, MSc. Ing. Rubén Sotelo. Le agradezco por haber incentivado mi inclinación profesional de la Ingeniería Civil hacia la rama de las Ciencias Económicas, motivándome a la iniciación de los estudios en esta Maestría de Gestión Empresarial. Además, por ser la principal figura profesional a la que le tengo mi mayor admiración en cuanto a conocimientos ingenieriles, docencia, experiencia laboral, y especialmente representa un gran ejemplo de persona, por su incuestionable humildad, amabilidad, vocación de servicio por la sociedad y confianza en los demás.

En segundo lugar, a los empresarios y técnicos informantes de las cuestiones claves que forman parte de la presente tesis, principalmente al Ing. Mariano Nicolás Checura. Gracias por su tiempo, el cual en el rubro de las empresas constructoras representa un gran valor.

A mis compañeros de maestría, nuestro nombre de grupo describe a cada una de las personas que lo conforman: Ing. Lorena (en primer lugar), Dra. Romina, Ing. Hernán, Mgtr. Fernando, Dr. Alejandro, Cdor. Mario y Cdor. Marcelo.

Agradezco también, a la Lic. Gabriela Latorre, por haberme orientado en el Plan de Tesis, compartiendo sus conocimientos, enderezando el tema de la presente tesis que en sus inicios poseía un rumbo incierto.

Por último, pero no menos importante, a mi familia, que me inculcó en valores, brindó apoyo y motivó mi persistencia para lograr este objetivo que significó gran esfuerzo y años dedicados.

## Índice de Contenidos

Introducción	11
Planteamiento	14
Definición del Problema	14
Hipótesis	17
Objetivos	18
Objetivo General	18
Objetivos Específicos	18
Definiciones Metodológicas	20
Tipo de Investigación	20
Unidades de Análisis	21
Variables de Análisis	21
Marco Teórico	22
Concepto de BIM	22
Beneficios de BIM	25
La Planificación Estratégica y su Vinculación con la Metodología BIM	32
Implementación de BIM	34
Singapore BIM Guide	35
BIM Project Execution Planning	35
Aspectos Organizacionales para la Implementación BIM	37
Visión de BIM	38

Liderazgo BIM	39
Cambio Gradual	40
Roles y Equipo de Trabajo	40
Necesidad de Recursos Humanos	52
Recursos Tecnológicos	56
Software	56
Hardware	59
Intercambio de Archivos	60
Modelo Federado BIM	60
Formato IFC	62
Información que Aporta el Modelo Federado	63
Ventajas del Modelo Federado	65
BEP: Plan de Ejecución BIM	65
Fases de Adopción de la Metodología BIM	69
BIM No Integrado Unilateral	70
BIM No Integrado Multilateral	71
BIM Integrado	71
Resultados y Análisis	73
Muestra de Estudio	73
Encuestas	73
Resultados Obtenidos de la Encuesta	74

Perfil de las Empresas Encuestadas	74
Caracterización BIM	77
Características de las Empresas Usuarias de BIM	80
Entrevista	85
Resultados Obtenidos de la Entrevista	86
Estructura Empresarial	86
Implementación BIM	87
Planificación Estratégica para la Implementación BIM	87
Principales Barreras para la Implementación BIM	88
Vencimiento de Barreras para la Implementación BIM	90
Etapas de Proyecto en las que se Utilizó BIM	91
Softwares que se Utilizan	92
Roles en la Implementación BIM	93
Comunicación y Plataformas BIM	94
Beneficios Percibidos al Usar BIM	97
Análisis Crítico de los Resultados	99
Mapa Estratégico para la Implementación BIM en Empresas Constructoras	101
Objetivo BIM ⇔ Conocimiento ⇔ Capacitación Gerencial	101
Contratación de BIM Manager	102
Análisis de la Situación Actual	102
Visión BIM	103

Planificación BIM	104
Manual de Procedimiento	105
Entrenamiento BIM	105
Implementación	106
Evaluación de Contingencias	106
Manual de Funciones del Proyecto BIM	108
Propietario/Owner	108
BIM Manager	108
Gerente Operativo	109
BIM Líder	109
Diseñadores/Modeladores BIM	110
Jefes de Obra	110
Jefes de Compras	110
Calculista	111
Sanitarista	111
Conclusiones y Recomendaciones	113
Conclusiones	113
Recomendaciones	115
Referencias Bibliográficas	117
Anexo I: Encuesta	122
Anexo II: Entrevistas	128

## Índice de Figuras

Figura 1: Situación actual de BIM en el mundo, Argentina y Corrientes	13
Figura 2: Beneficios BIM a lo largo de la vida de los edificios	15
Figura 3: Mapa de implantación BIM 2016	16
Figura 4: Las 7 dimensiones BIM	24
Figura 5: Principales beneficios de BIM en sus organizaciones citado por constructores	29
Figura 6: Curvas de distribución tiempo-esfuerzo en construcción de Mac Leamy	30
Figura 7: Procedimiento BEP	36
Figura 8: Funciones BIM	42
Figura 9: Esquema de roles BIM	51
Figura 10: Estructura del Modelo de Sucesión/Planificación de la Mano de Obra	55
Figura 11: ¿Qué son los modelos federados?	62
Figura 12: Propiedades de un objeto de un modelo federado con BIM	64
Figura 13: Contenidos Plan de Ejecución BIM	67
Figura 14: Diagrama general de flujo de información y trabajo en BIM	69
Figura 15: BIM no integrado (Unilateral)	70
Figura 16: BIM no integrado (Multilateral)	71
Figura 17: BIM integrado	72
Figura 18: Antigüedad de las empresas encuestadas	75
Figura 19: Actividad principal de las empresas encuestadas	76
Figura 20: Tamaño de las empresas encuestadas en función a la cantidad de empleados	77
Figura 21: Grado de conocimiento acerca de BIM de las empresas encuestadas	78
Figura 22: Utilización de BIM de las empresas encuestadas	79

Figura 23: Motivos de la no utilización de BIM de las empresas encuestadas	80
Figura 24: Cantidad y grado de utilización de BIM de las empresas encuestadas	81
Figura 25: Cantidad de proyectos ejecutados con BIM de las empresas encuestadas	82
Figura 26: Caracterización de los proyectos ejecutados con BIM de las empresas encuestadas	83
Figura 27: Motivaciones para utilizar la metodología BIM de las empresas encuestadas	84
Figura 28: Acciones que realizó la empresa orientadas a la implementación BIM de las empresas encuestadas	85
Figura 29: Organigrama general de empresas usuarias de BIM en Corrientes	87
Figura 30: Proceso general de empresas usuarias de BIM en Corrientes para la implementación BIM	88
Figura 31: Esquema general de Roles en la Implementación BIM de empresas constructoras de Corrientes	94
Figura 32: Proceso de ejecución de Proyectos BIM de empresa constructora de Corrientes	96
Figura 33: Mapa estratégico para la implementación BIM en empresas constructoras	107

## Introducción

Las empresas constructoras enfrentan grandes desafíos al llevar adelante proyectos de construcción debido a la complejidad que presentan los mismos por la existencia de una cantidad significativa de stakeholders o actores involucrados como ser: contratistas, proyectistas, proveedores de insumos, sub-contratos en distintas especialidades, mano de obra propia, administración interna, aspectos contables, entre otros. Además, a diferencia de otras industrias, cada obra que lleva adelante una empresa constructora es en sí un producto distinto, lo que hace difícil estandarizar todo el proceso productivo.

Por estas razones, es común observar en el proceso constructivo errores que son detectados en forma tardía, dependiendo del grado de seguimiento que la empresa realiza entre lo planificado y a medida que lo va ejecutando. En definitiva, estos problemas normalmente se traducen en mayores costos y demoras en los plazos de ejecución en comparación a los previstos.

La metodología “Building Information Modeling” más conocida por su abreviatura BIM, con traducción “Modelado de Información de Construcción”, es un proceso para la planificación eficiente de proyectos que abarca desde la generación de la información física hasta la gestión funcional del mismo. Constituye una plataforma colaborativa de trabajos que, empleando tecnología, integra en forma simultánea a todas las profesiones involucradas en el proceso, de esta manera, BIM propone un intercambio eficaz de conocimientos entre todos los stakeholders del proyecto, actualización oportuna en tiempo real de la información disponible, reducción de costos y tiempo en la obra.

BIM ordena y esclarece presupuestos y evita sobrecostos por errores de construcción. Los problemas constructivos que antes acontecían en la etapa de ejecución de obra u operación, con esta metodología ya aparecen en la etapa de diseño, donde el costo de corregirlos es mucho

menor que el de subsanarlos en la fase constructiva y por sobre todo en la etapa operativa del edificio.

En varios países del mundo como ser Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Canadá y Francia entre otros, poseen leyes y normativas, donde es una exigencia la utilización de las metodologías BIM, para la confección, gestión, ejecución y control de proyectos de obras públicas.

En enero del 2014, el Parlamento Europeo lanzó métodos para la modernización de los procedimientos públicos, mediante BIM. “La adopción de la *Directiva sobre contratación pública de la UE* (EUPPD) establece que los 28 estados miembros de la UE pueden fomentar, especificar o imponer el uso del BIM para proyectos de construcción financiados con fondos públicos en la UE para el año 2016. En Reino Unido, Países Bajos, Dinamarca, Finlandia y Noruega ya requieren el uso del BIM para proyectos de construcción financiados con fondos públicos.” (Cappuyns, 2019, p.15).

En nuestro país, en agosto del 2019, se realizó la presentación del plan de Implementación de Metodología Building Information Modeling en el marco de la obra pública, a través del programa SIBIM (Sistema de Implementación BIM) o lo que se denomina “Si, BIM”.

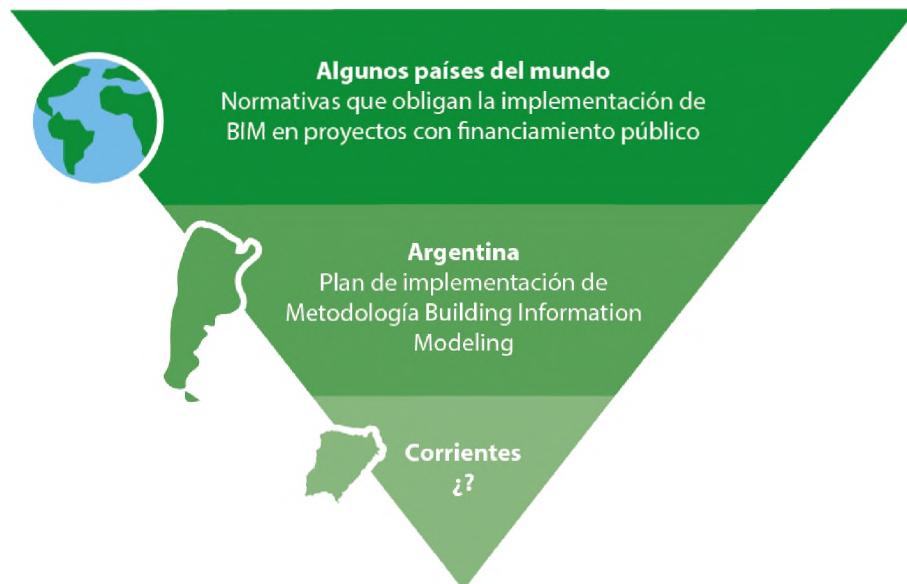
Sin embargo, en nuestra zona, principalmente en la ciudad de Corrientes, son pocas las empresas que aplican metodologías BIM en la gestión de sus proyectos.

La implementación de este nuevo sistema de información de modelado, requiere de un enfoque estratégico en la empresa, que logre involucrar a toda la estructura de trabajo, desde los altos mandos jerárquicos, hasta aquellos que aplicarán propiamente las metodologías en la

planificación y ejecución de proyectos. La **Figura 1**, sintetiza la situación actual de BIM a nivel mundial, nacional y local.

**Figura 1:**

*Situación actual de BIM en el mundo, Argentina y Corrientes*



En este trabajo se propone determinar los motivos por los cuales no se aplica BIM en los proyectos locales y analizar las adaptaciones o estrategias organizacionales que serían necesarias en las empresas constructoras, para implementar el sistema BIM en la gestión de proyectos en la ciudad de Corrientes.

## Planteamiento

### **Definición del Problema**

A pesar de la gran velocidad de avance que están teniendo las metodologías BIM tanto a nivel mundial como en Argentina, son muy pocas las empresas constructoras de la ciudad de Corrientes que lo utilizan, desaprovechando todas las ventajas que posee su implementación en los proyectos.

Resumiendo, la variada lista de beneficios que ofrece BIM, Patrick MacLeamy, hace mención al acrónimo “BIM-BAM-BOOM”, para demostrar los beneficios en las tres fases más importantes del ciclo de vida de los edificios.

En la **Figura 2**, se expresa como BIM a la etapa de diseño, como BAM a la etapa constructiva o de ensamblaje (Building Assembly Model) y por último BOOM representa la fase donde el edificio ya se encuentra en operación (Building Operation Optimization Model).

“De forma representativa sugiere que por cada dólar que se gasta en la fase de diseño, se gastan otros 20 adicionales en la etapa constructiva de un proyecto y 60 más durante el mantenimiento del mismo por alrededor de 50 años.” (Quintanilla, 2017, p.39).

Esta estimación de costos, se asemeja a la utilizada en Argentina, donde el costo del diseño y proyecto de una obra o edificación representa aproximadamente el 5% del valor total de su construcción.

MacLeamy (2010), indica que un empresario que utiliza el BIM y el BAM para diseñar un edificio puede ahorrar hasta un 30% de los costos de construcción. Además, en cuanto a la fase operativa del edificio, estima que el mantenimiento se traduce en 60 veces el valor del diseño, aquí BIM aporta beneficios en cuanto a la prevención y programación de mantenimiento. “El uso de BIM contribuye en la administración de consumo de energía, la programación del

mantenimiento y la atención de reparaciones de emergencia, los ahorros estimados en la fase de operación de un edificio (BOOM) son suficientes para pagar por la mayor parte de diseño y construcción de este". (Matarrita Chaves y Rosa María, 2020).

**Figura 2:**

*Beneficios BIM a lo largo de la vida de los edificios*



*Nota:* Adaptado de ¡BIM-BAM-BOOM! La onda expansiva del diseño y modelado virtual, por Sergio Quintanilla, 2017, Revista Mundo HVAC&R.

<https://www.mundohvacr.com.mx/2017/08/BIM-ban-boom-la-onda-expansiva-del-diseno-modelado-virtual/>

En definitiva, la implementación de BIM desde el inicio de un proyecto constructivo contribuye a prevenir malas ejecuciones con un costo de implementación relativamente pequeño comparado con la construcción y el mantenimiento, lo que se traduce en grandes beneficios en las etapas posteriores.

Como se puede visualizar en la **Figura 3**, estas ventajas ya han sido estudiadas en varias naciones y Estados, lo que llevó a más de 15 países del mundo a tomar a las metodologías BIM como obligatorias para el sector público de la construcción. (Montava Miró, Jaime, 2021).

**Figura 3:**

*Mapa de implantación BIM 2016*



*Nota:* Adaptado de *BIM un camino hacia la innovación y la competitividad*, por Nayib Tala González, 2019, Ministerio de Economía y Finanzas de Perú.

[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/capacitacion/20190318/](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacitacion/20190318/)

Por consiguiente, establecidas estas ventajas a nivel mundial, se genera el planteamiento de determinar las razones por las cuales la mayoría de las empresas constructoras de ciudad de Corrientes no aplican estas metodologías.

## Hipótesis

Actualmente, la mayoría de las empresas constructoras de la ciudad de Corrientes utilizan las metodologías tradicionales para la gestión y control de proyectos, como ser CADs 2D, planillas de cálculos de Excel e inclusive, aún existen en la zona los que utilizan los bosquejos tradicionales y manuscritos. Esto normalmente genera mayores costos de ejecución del proyecto, demoras en los plazos de ejecución e incremento en los gastos de mantenimiento posteriores. Por esto el planteamiento de la principal hipótesis de la tesis:

**“Desaprovechamiento de las ventajas de utilizar la metodología BIM en empresas constructoras de la ciudad de Corrientes”.**

Esta hipótesis también da origen a las siguientes:

- No se aplican metodologías BIM en la ciudad de Corrientes debido al desconocimiento de las mismas.
- Se desaprovechan las ventajas de la utilización de las metodologías BIM por fallas organizacionales.
- Las empresas constructoras de Corrientes no consideran necesaria la utilización de metodologías BIM debido a que, en la zona, los proyectos y obras aún no llegan a ser de una tipología tal que justifiquen los costos de inversión y capacitación que BIM requiere.

## Objetivos

### Objetivo General

Este trabajo tiene como objetivo analizar las adaptaciones y estrategias organizacionales que serían necesarias en las empresas constructoras, para implementar el sistema BIM en la gestión de proyectos en la ciudad de Corrientes.

### Objetivos Específicos

- Analizar el sistema de funcionamiento de los procedimientos con BIM en otras organizaciones donde ya están siendo implementados.
- Describir las características organizacionales que tienen las empresas constructoras que utilizan BIM en la elaboración y gestión de proyectos.
- Diseñar y construir una base de datos de las empresas que utilizan BIM en la ciudad de Corrientes.
- Analizar desafíos, fortalezas y aquellos mecanismos que les han permitido implementar BIM en sus empresas.
- Evaluar las capacidades organizacionales de las empresas constructoras de Corrientes para la implementación de las metodologías BIM.
- Identificar qué cambios organizacionales serían necesarios para implementar las metodologías BIM.
- Reconocer las características que serían factibles de adaptar a las empresas de la ciudad de Corrientes.

- Identificar las necesidades y características de un sistema de información empresarial pertinente para dichas empresas.
- Proponer un mapa estratégico que permita orientar a las empresas constructoras de la ciudad de Corrientes, para implementar metodologías BIM en la gestión estratégica de proyectos.

## Definiciones Metodológicas

### Tipo de Investigación

En principio la investigación es del tipo exploratoria, se realizan investigaciones en relación a los conocimientos de BIM en otros países y su implementación.

Luego se continua con una investigación cuantitativa, determinando cuántas empresas correntinas aplican BIM en la gestión de proyectos de construcción.

A continuación, se realiza un análisis del tipo cualitativo/exploratorio de las empresas que implementan BIM, determinando tendencias, identificando las relaciones que existen entre variables que puedan establecer una directriz en su línea general de organización.

Finalmente, la investigación se torna descriptiva, puntuizando las características organizacionales de cada empresa que aplica el sistema BIM en la ciudad de Corrientes, tratando de definir patrones que relacionan los procedimientos y flujos de trabajo, que les permitieron utilizar BIM, tratando establecer el proceso evolutivo que las llevó a estos resultados.

Es decir, adoptando como unidades de análisis a las empresas constructoras, se toma como dimensiones de investigación o categorías de variables a los recursos humanos, los recursos tecnológicos, recursos lógicos, recursos económicos y recursos jurídicos; de las cuales se determinarán valores para luego establecer indicadores que permitan la comparación entre varias empresas.

Para la producción de datos se utilizaron:

- Cuestionarios estructurados mediante encuestas, dirigidos a aquellas personas a cargo de los procesos o rutinas organizacionales en la gestión de proyectos de construcción

- Relevamiento de información mediante entrevistas, con registros abiertos, para el análisis de los procesos organizacionales que están siendo utilizados, en especial el flujo de trabajo empleado para aplicar BIM.

### **Unidades de Análisis**

- Empresas constructoras de la ciudad de Corrientes
- Industria de Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operaciones (AECO) en la ciudad de Corrientes.
- Sistemas BIM

### **Variables de Análisis**

- Recursos Humanos: equipo de trabajo, roles y actividades
- Recursos Tecnológicos: hardware, software y manejo de datos
- Recursos Económicos: presupuesto destinado a los proyectos
- Recursos Jurídicos: normativas externas y/o internas que condicionen el modo de trabajo
- Recursos Lógicos: estandarización y procesos (flujo de trabajo)

## Marco Teórico

### Concepto de BIM

BIM, Building Information Modeling o su traducción al español Modelado de la Información de la Edificación, posee varias definiciones académicas:

- Proceso de generación y gestión de datos del edificio durante su ciclo de vida. El proceso de modelado abarca la geometría de la edificación, información geográfica, propiedades de los elementos, metrados o cantidades, entre otros (Zaje, Autodesk, 2011).
- Modelado tecnológico y conjunto de procesos que producen, comunican, y analizan el modelo de una edificación caracterizado por componentes del edificio representado por elementos paramétricos (Eastman, BIM Handbook, 2011).
- Una metodología de trabajo, una manera de hacer. Dentro de esta metodología de trabajo nos podemos encontrar con muchos softwares o herramientas de trabajo. (Lancharro Cordero, Cype, 2015)
- El Building Information Modeling (BIM) consiste en la recopilación e interacción de la información de un proyecto constructivo en un modelo virtual en 3D, que abarca la geometría y características técnicas de los elementos individuales y los sistemas constructivos que configuran (estructura, cerramientos, instalaciones, etc.), las relaciones espaciales entre éstos, la planificación de su construcción, los costes, incluso aspectos medioambientales. Además, esta información puede servir para la gestión posterior del inmueble o de la infraestructura (servicios, mantenimiento,

reparaciones) e incluso su demolición al final de su ciclo de vida. (Eyzaguirre Vela, 2015, p.4)

Es decir, para responder a la gran pregunta “¿Qué es BIM?” la respuesta va más allá de definirlo como un simple modelado tecnológico de una obra, sino que además es un proceso y una metodología de trabajo.

BIM permite modelar digitalmente todas las etapas de una obra, desde el proyecto, la construcción y el mantenimiento. Este modelado digital simula todo el proceso antes de materializarlo en forma real, planificando con anticipación la interacción de los diferentes stakeholders a efectos de minimizar los costos durante la ejecución real del proceso

En esta metodología, los archivos digitales, no son los únicos elementos que definen a los proyectos. Presenta subconjuntos de sistemas (**Figura 4**), es decir, además de las tecnologías 3D (ancho, alto y profundidad), pueden incluir otras dimensiones como 4D (tiempo o planificación de obra), 5D (costo o medición y presupuesto de obra), 6D (ambiente y sostenibilidad) y 7D (gestión de activos, operación y mantenimiento).

Existen algunas interpretaciones equívocas acerca de qué es BIM. Rubén Mayorga (2020), en su publicación “Introducción al mundo BIM: ¿Qué NO es BIM?” expresa que en muchas ocasiones existen confusiones entre profesionales y empresarios, interpretando BIM como el modelado 3D de un proyecto de edificación, o el uso de algún software en particular (por ejemplo, Revit).

Además, para entender el concepto de BIM, es necesario aclarar que no es el uso de un formato de archivo, no es un software, no es un hardware, no es un modelado en 3D en CAD o

Revit, no es un título profesional. Para poder hablar de BIM, debe estar asociado con un sistema de información, vinculado con un trabajo colaborativo en simultáneo y gestión de procesos.

**Figura 4:**

*Las 7 dimensiones BIM*



Nota: Adaptado del artículo *Estrategia BIM para Colombia*, octubre 2021, Da Vinci Ingeniería. (<https://www.davinci.com.co/empresa-de-ingenieria-civil/>).

## Beneficios de BIM

La tecnología BIM es una nueva alternativa para poder llevar a cabo los proyectos, siendo eficaz y congruente, se ha vuelto una ventaja altamente competitiva en el ámbito de la Ingeniería Civil como en muchas áreas, por lo que permite a los actuales y futuros ingenieros una nueva herramienta de trabajo para poder crecer profesionalmente. (Murcio, 2013).

En una investigación realizada por SmartMarket BIM Research en Mc Hill Construction (2014), se solicitó a empresas constructoras usuarias de BIM en países como Reino Unido y EE.UU que realicen valoraciones de los atributos que agregan valor al cliente dentro de las etapas de construcción (**Figura 5**). Jurado y Alva (2016) en “Valor real para el cliente de la gestión BIM” han ordenado por categorías de beneficios estas valoraciones de la siguiente manera:

1. **Mejores decisiones de inversión.** Gracias a su estimación inicial de costes basada en áreas y volúmenes, BIM permite obtener presupuestos de comparación y alternativas para la exploración de distintos escenarios en la etapa de diseño. Permite dar soporte a las decisiones de inversión, comparando funcionalidad, alcance y costes de las diferentes soluciones.
2. **Calidad del diseño.** La visualización permite mejor entendimiento entre los especialistas para poder realizar adecuadas propuestas de diseño y optimizar la colaboración. BIM propone un perfeccionamiento en la calidad de la información del diseño y sobre todo en el proceso de intercambio de esta información, de esta manera se logra un diseño más

efectivo y eficiente que permite mejorar la funcionalidad del diseño final de la edificación, previo a su construcción. Se generan resultados de documentación que permite que en la etapa de diseño se pueda realizar un análisis estructural, análisis de iluminación, HVAC (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado), y otros.

3. **Mejora la participación de los involucrados.** Debido a que la visualización permite un mejor entendimiento de la propuesta de diseño para mejores decisiones de inversión, esto produce un incremento de la posibilidad de la participación activa del cliente. Además, mejora la coordinación y colaboración entre cliente, usuarios, gerencia, proyectistas, contratistas y proveedores.
4. **Reducción de costos.** Permite la reducción de errores de diseño o de construcción que se convierten en costos adicionales. Gracias a las mejoras en la calidad de diseño, las simulaciones y sobre todo el mejoramiento del proceso de control de parte de todos los involucrados mediante la información actualizada (debido al trabajo en simultáneo y en red donde los cambios se actualizan, detectando posibles conflictos con otros proyectistas), evita sobrecostos por nuevas actividades de construcción sin precios establecidos en los contratos. La validación de cómputos del presupuesto evita sobre-dimensionamientos de cotizaciones, se mejora el proceso de control de costos con información actualizada y confiable, obteniendo finalmente una reducción de los costos finales del proyecto.
5. **Reducción de tiempo.** BIM mejora la velocidad para gestión de cambios por entorno dinámico de proyectos debido a que permite reducir el tiempo de diseño y construcción por la mejora del flujo de información. Además, presenta mejores indicadores del

cumplimiento de los hitos del proyecto y resultados positivos de cumplimiento en cronogramas acelerados.

6. **Mejoras durante la construcción.** Mejora la capacidad de planificación de la construcción, permite analizar con detalle los procesos de construcción permitiendo optimizarlos y ser eficientes. Esto reduce el número de consultas en obra RFIs (herramienta para solicitud de Información en BIM) debido a que mejora el entendimiento del cliente del plan de construcción, así como el entendimiento del constructor respecto del diseño final. Reduce retrabajos en obra y de los cambios no planificados, lo que conlleva a mejoras de la productividad de la mano de obra. Al poseer una mejor definición de elementos, mejora la comunicación con los proveedores y la gestión de compras y permite la compra de prefabricados, lo que tiene un menor costo adicional a la reducción de la merma y desperdicio de materiales.
7. **Mejoras durante la operación.** Permite realizar cronogramas y detalles de mantenimiento con información centralizada y de fácil acceso, así como el uso de los datos del proyecto del edificio durante las operaciones de construcción y explotación y mantenimiento. Mejora la funcionalidad y reduce costos de operación durante la construcción al poseer la información centralizada la transferencia de datos del proyecto durante la operación.

Además, en la misma investigación, se solicitó a empresas usuarias de BIM que seleccionen 3 beneficios más importantes de BIM de una lista de 15 de donde resultaron los siguientes (de mayor a menor valoración):

- **Reducción de errores y omisiones.** Los errores y omisiones son las principales causas de problemas de obra, por lo que la reducción de estos permite reducir re-trabajos, costo de construcción y el plazo del proyecto.
- **Mejora la comunicación y colaboración con cliente y proyectista.** Incrementa la comunicación y la colaboración de los miembros del equipo del proyecto.
- **Realza la imagen organizacional.** A través de la mejora de la reputación, los negocios y el marketing de la empresa, posibilita a los constructores conseguir más contratos y a incursionar en nuevos negocios.

**Figura 5:**

*Principales beneficios de BIM en sus organizaciones citado por constructores*

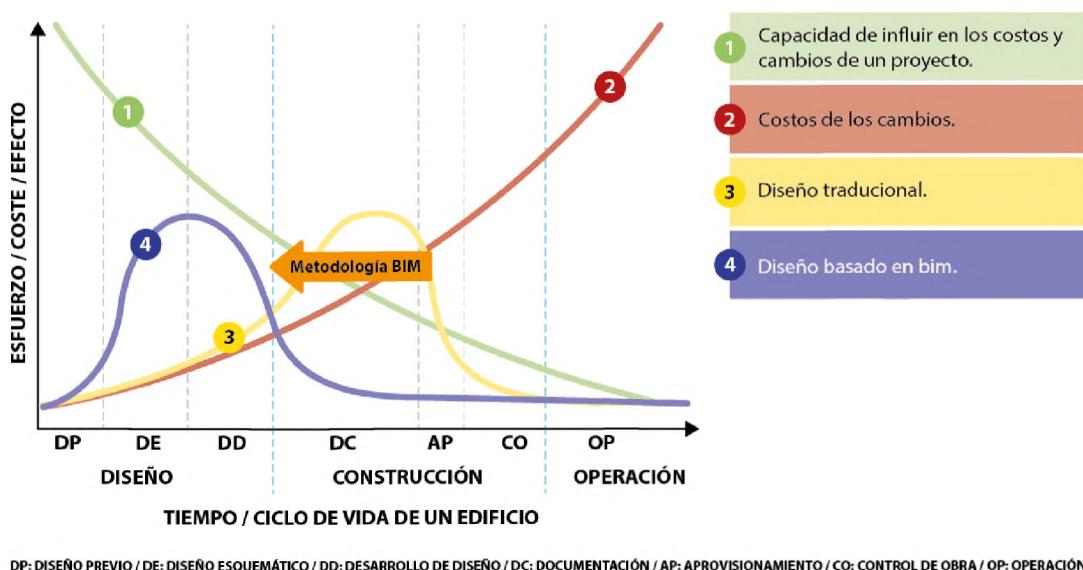


*Nota:* Beneficios BIM citados por los contratistas como uno de los tres principales de su organización, expresado en porcentaje. Adaptado de *The Business Value of BIM for Construction* (p. 20), Jones Stephen, enero 2014, SmartMarket BIM Research, Mc Hill Construction.

Para resumir el beneficio que se obtiene de usar BIM en la temprana toma de decisiones al inicio de proyecto Mac Leamy lo representa en la siguiente figura (**Figura 6**):

**Figura 6:**

Curvas de distribución tiempo-esfuerzo en construcción de Mac Leamy



*Nota:* Flujo de trabajo tradicional vs Metodología BIM. Adaptado de *¿Por qué implementar BIM en tus proyectos?*, 2017, MetricoBIM Consultores (<https://www.metricobim.com/bim> MetricoBIM Consultores)

En el eje horizontal se representa el ciclo de vida de un proyecto (tiempo), dividido en tres etapas: diseño, construcción y operación. En el eje vertical se mide el esfuerzo, el costo o el efecto que tiene un cambio en el proyecto.

La línea verde o curva verde (1), representa la capacidad de influir en los costos y cambios de un proyecto. A medida que se avanza en el ciclo de vida del proyecto, disminuye la capacidad de influir en algún problema o cambio que se deseé generar en el mismo.

La línea roja que va hacia la derecha (2) y tiene una tendencia ascendente, representa el costo de arreglar alguno de estos problemas de acuerdo a la etapa en la cual se detecta la existencia de los mismos. Al advertirlo al inicio del ciclo de vida del proyecto, el costo de arreglarlo es bajo, al descubrirlo al final el costo es elevado.

La línea amarilla representa la forma habitual y los tiempos habituales en los que, con las herramientas que se conocían hasta la actualidad, se toman estas decisiones (con planos, con dibujos digitales, con AutoCAD o algún otro software): conforme va avanzando la obra el proyecto comienza con una curva de costos con poca pendiente, luego, al iniciar la etapa de construcción, el legajo de planos se va enriquecido con mayor grado de detalle. Aproximadamente a mitad de la construcción, se obtiene el mayor grado de representación de los dibujos o planos hasta llegar a algún punto donde se definen todos los detalles. En la mitad de la obra, si se desea realizar algún cambio, el mismo resulta muy costoso y disminuye la capacidad de influir en cambios del proyecto

La línea azul es lo que está proponiendo actualmente el BIM: generar un modelo donde se pueden ensayar las cosas y en donde las decisiones se tomen antes y no después. Para construir estos modelos hay que detallar íntegramente el proyecto, modelarlo virtualmente, y simular todo el proceso constructivo, de manera de evitar los inconvenientes que tradicionalmente ocurren cuando estamos en la etapa de construcción. Se obtiene así un legajo de planos optimizado y mejor desarrollo del proyecto en la etapa de diseño, lo que implica que aún

existe capacidad de realizar los cambios porque todavía no se inicia la construcción, donde los costos de efectuar las modificaciones son más elevados.

Finalmente, el uso de la metodología y herramientas tecnológicas aporta positivamente en la ejecución de los proyectos y es por eso que incluso se están desarrollando políticas públicas como SiBIM en pro de la masificación, difusión y uso de BIM en Argentina; por lo que en un futuro próximo se espera que sea un requerimiento común y no opcional, en el desarrollo de distintos proyectos, tanto públicos como privados.

### **La Planificación Estratégica y su Vinculación con la Metodología BIM**

La planificación estratégica desempeña un papel esencial en la administración y gestión empresarial, ya que proporciona un enfoque valioso para alcanzar los objetivos organizacionales a largo plazo (Porter, 1996). Para ampliar este concepto y luego vincularlo con la metodología BIM, es necesario recurrir a las contribuciones de autores reconocidos en el campo de la administración y gestión de las organizaciones.

Esparza define la planeación estratégica como un proceso “dinámico y participativo que se sigue para determinar las metas de una organización y las estrategias que permitirán alcanzarlas” (Esparza, 2014, p. 143). Esto significa que corresponde a una serie de actividades interconectadas sobre las cuales se pretende gobernar aspectos esenciales de la organización, determinar las políticas y los programas necesarios, que se encuentren orientados hacia la realización de unos objetivos claros a corto, mediano y largo plazo.

Además, Según Alfred D. Chandler (1962), la planificación estratégica es un proceso continuo de toma de decisiones que busca establecer los objetivos y metas a largo plazo de una organización, así como determinar los cursos de acción necesarios para alcanzarlos.

Esta planificación implica el desarrollo de planes detallados y la toma de decisiones informadas que orienten las acciones de la organización hacia el logro de sus metas.

Al aplicar la planificación estratégica en la gestión empresarial, se logra una alineación efectiva entre los recursos, las capacidades y los objetivos organizacionales. Esta práctica proporciona un marco estructurado para la toma de decisiones estratégicas, la asignación de recursos y la evaluación del desempeño (Porter, 1996).

En el contexto de la implementación de las metodologías BIM en las empresas constructoras, la planificación estratégica adquiere una relevancia particular. La utilización de BIM genera grandes cambios en la organización y en los procesos constructivos y administrativos de las mismas, por este motivo es importante que todos los stakeholders involucrados deben estar alertados e instruidos de manera clara de los cambios que se producirán, los nuevos procesos y las nuevas tecnologías. Al emplear la planificación estratégica en la implementación de BIM, las empresas constructoras pueden optimizar la coordinación de actividades, mejorar la eficiencia en el uso de recursos y reducir errores y retrabajos (Sacks et al., 2018).

“Para implementar adecuadamente BIM en las organizaciones se requiere contar con un enfoque estratégico que involucre a toda la empresa, gran capacidad de liderazgo y un respaldo adecuado por parte de las jefaturas, que permita cambiar los procesos tradicionales e implementar nuevas formas de trabajo que surgirán con el uso adecuado de metodologías BIM”. (Tany Aguilera, et al, 2017).

En palabras de Michael Porter, experto en estrategia empresarial, “la esencia de la estrategia es elegir actividades que sean diferentes de las de los competidores” (Porter, 1996). Esta práctica permite a las empresas establecer una dirección clara, anticipar y adaptarse a los cambios del entorno, y tomar decisiones informadas basadas en los recursos disponibles. Los cambios

producidos por las nuevas necesidades constructivas y la innovación tecnológica, hacen a las metodologías BIM como una herramienta transformadora a implementar por las empresas constructoras.

La planificación estratégica es un proceso que permite a las organizaciones establecer una dirección clara y definir los pasos necesarios para lograr sus objetivos a largo plazo y la implementación de BIM implica una transformación en la forma en que se planifican, diseñan, construyen y gestionan los proyectos de construcción.

Al desarrollar una estrategia sólida y alineada con los objetivos organizacionales, las empresas pueden aprovechar plenamente las ventajas de BIM y maximizar su impacto en la gestión empresarial de la construcción.

### **Implementación de BIM**

La implementación BIM requiere más que sólo adquirir paquetes de software de modelado, de información o de visualización, y capacitar a los futuros profesionales BIM; es necesario una reestructuración de los procesos en la organización, respaldado por una serie de políticas, directrices y estrategias innovadoras, con el fin de lograr beneficios significativos transformando el negocio de la construcción. (Augi, 2013).

Existen varias guías de implementación de las metodologías BIM que son de aplicación en países como Estados Unidos y de la Unión Europea. A continuación, se describen dos de las guías más usuales: Singapore BIM Guide elaborada por el BCA (Autoridad de Edificación y Construcción de Singapur) y BIM Project Execution Planning elaborado por la Universidad de Pensilvania.

### ***Singapore BIM Guide***

La Guía BIM de Singapur es una guía de referencia que describe las funciones y responsabilidades de los miembros del proyecto al usar el Modelado de información de construcción (BIM) en diferentes etapas de un proyecto. Se utiliza como guía de referencia para el desarrollo de un Plan de ejecución BIM (BEP), que será acordado entre la contratista y los miembros del proyecto, para la implementación exitosa de un proyecto BIM.

La guía BIM de Singapur consta de especificaciones BIM y procedimientos de colaboración y modelado BIM y trata las siguientes cuatro partes:

- BIM Execution Plan (BEP): Desarrolla los pasos para el Plan de Ejecución BIM
- BIM Entregables: Desarrolla la descripción de elementos y la elaboración de una matriz de objetos y responsabilidades.
- Procedimientos de modelado y colaboración BIM: Expone la necesidad de flujos de trabajo, intercambios de información e interoperabilidad.
- BIM Professionals: estipula los roles y responsabilidades se consideran necesarios para la ejecución de un proyecto en BIM

### ***BIM Project Execution Planning***

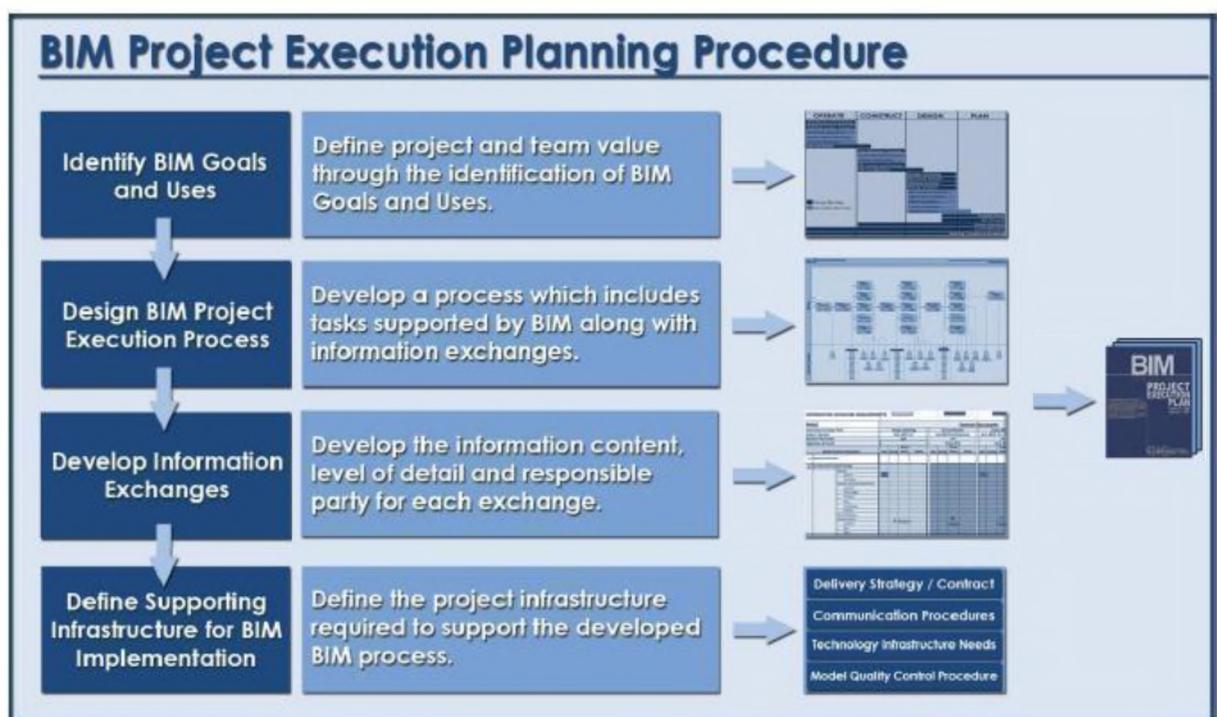
Esta guía proporciona un procedimiento estructurado para crear e implementar un Plan de Ejecución de Proyecto BIM. El objetivo de desarrollar este procedimiento estructurado es permitir una planificación eficaz y mejorar la comunicación entre los participantes del proyecto durante las primeras fases de un proyecto.

El procedimiento propuesto se resume en los siguientes cuatro pasos (**Figura 7**):

- 1) Identificación de los usos y objetivos BIM.
- 2) Diseñar el proceso de implementación mediante mapas de trabajo.
- 3) Desarrollar los intercambios de información, definiendo también los niveles de detalle del proyecto.
- 4) Definir la infraestructura necesaria para el proceso de implementación BIM. Este procedimiento, se muestra a continuación mediante la siguiente imagen.

**Figura 7:**

*Procedimiento BEP*



*Nota: Procedimiento BEP de The Pennsylvania State University. Adaptado de Guía para la redacción de un BEP para el desarrollo de un proyecto en BIM. Aplicación para un proyecto de instalaciones en un edificio inteligente, por Claudia Compadre del Rio (2017),*

### **Aspectos Organizacionales para la Implementación BIM**

La implementación de BIM propone cambios en los procesos de casi toda empresa, por este motivo debe ser respaldada por la organización en su totalidad. No puede ser una iniciativa exclusiva de un área, ni ser realizada únicamente a nivel de proyecto o disciplina. Esto quiere decir que debe existir un respaldo permanente por parte de las jefaturas involucradas con planificación y estrategias específicas para su implementación.

Moeller (2011) propone que el punto de inicio sea el análisis de deficiencias y la alineación con la dirección estratégica. Así si el usuario decide aplicar BIM solo en el “espacio de oficina” implicará la reducción de riesgos en la fase de planificación y BIM sería una herramienta de colaboración entre los interesados como el propietario, arquitecto, ingeniero de estructuras, comerciantes, etc. Si el objetivo es hacer realidad el modelo se necesitará un enfoque riguroso que abarque a todos los grupos en la cadena del proceso, incluyendo la compra al por mayor de tecnología y herramientas nuevas o adaptadas, desde el diseño y especialistas en datos a capataces e ingenieros de campo.

Cualquiera sea el objetivo de incorporar BIM propone un gran cambio en la organización. En la Guía inicial para implementar BIM en las organizaciones presentada por BIM Forum Chile (Tany Aguilera, et al, 2019)., se propone un marco de implementación que se basa en una transformación organizacional que comienza por la visión y el patrocinio de las planas ejecutivas (jefaturas), y es llevado a cabo por los líderes de la organización y el grupo de trabajo del

proyecto. El marco se basa en tres estrategias específicas: Visión BIM, Liderazgo BIM y Cambio gradual.

### ***Visión de BIM***

La visión de BIM se trata de una declaración clara y articulada de los líderes ejecutivos acerca de los beneficios que BIM aportará a la empresa y de los elementos principales necesarios para la transformación. Esta visión se basa en planificaciones estratégicas adaptadas a las necesidades específicas de cada empresa, definiendo los beneficios concretos de BIM, como la eficiencia en los procesos, la coordinación mejorada y la reducción de errores, y los elementos clave para el éxito, como la capacitación del personal, la adquisición de tecnología adecuada y la integración en los flujos de trabajo existentes.

La guía propone recomendaciones para posicionar una visión de BIM efectiva en la organización:

- **Visión acorde con las aspiraciones.** La visión debe tener el alcance y las aspiraciones suficientes para unir a los diferentes elementos de la organización y producir el impulso necesario que permita generar un cambio y en consecuencia implementar BIM de manera adecuada en la organización.
- **Capacitación.** Propone la capacitación de las jefaturas para considerar el real impacto de BIM al establecer las estrategias corporativas, se podría realizar con asesores.
- **Logros decisivos.** Propone la creación y programación de hitos claros y logros de corto plazo que generen energía y potencien el esfuerzo dirigido a alcanzar la visión.

- **Las cinco cuestiones clave.** Quién, qué, dónde, cuándo y por qué son las preguntas que las jefaturas deben proporcionar respuestas para brindar detalles a cada parte de la organización.

### *Liderazgo BIM*

En cualquier organización, la gestión de cambios duraderos y sostenibles puede resultar una tarea difícil que precisa la adaptación de estrategias creativas a la cultura y las particularidades de cada organización. Estas son algunas tácticas de gestión de cambios asociadas con iniciativas de implementación de BIM:

- **Evaluaciones:** monitoreo de los hitos establecidos.
- **Comunicación por parte de jefaturas:** un plan de comunicación por parte de las jefaturas con todos los involucrados.
- **Capacitación**: es necesaria la inversión en capacitaciones debido a que la adopción BIM requiere la adopción de nuevas habilidades y nuevas formas de trabajar por parte de la organización
- **Contratos y consideraciones legales.** La colaboración que permite BIM representa un cambio significativo de los procesos tradicionales y pueden afectar la relación contractual entre su organización y sus mandantes o clientes, lo cual se debe abordar desde el inicio con los involucrados en el proyecto.
- **Revisiones de proyecto.** El equipo de liderazgo debe evaluar las medidas iniciales y la efectividad de la tecnología, los estándares de los procesos de

BIM en el proyecto piloto, lo que permite detectar errores, mejorar estándares y procesos, y aplicar mejores prácticas.

- **Medición de la madurez de BIM.** El equipo de liderazgo BIM debe determinar indicadores para medir el progreso de la organización en cuanto a los hitos de la visión BIM y así medir la madurez BIM de la organización.

### *Cambio Gradual*

La guía recomienda la elección de un proyecto piloto dependiendo del nivel de riesgo admisible de la organización y la mano de obra disponible para llevar a cabo su trabajo actual. El mismo debe incluir mediciones de todas las etapas con el fin de conocer si se está implementando BIM correctamente

También propone la documentación de los beneficios positivos de cada uno de los involucrados en el proyecto durante el proceso para el cálculo del retorno de la inversión. En las etapas tempranas de la implementación del proyecto piloto es probable que exista una caída de la productividad, debido principalmente a que existe una curva de aprendizaje de las personas involucradas en los nuevos procesos de la organización.

Se recomienda que el equipo del primer proyecto piloto no trabaje en proyectos CAD 2D tradicionales y en proyectos BIM de modo simultáneo, ya que dificultaría el nuevo sistema. Durante el cambio a BIM se requiere de un respaldo positivo por parte de la administración y el personal pertinente, formular un plan de acción y garantizar el nivel de capacitación adecuado de los empleados. Al empezar en pequeña escala e ir desarrollando la confianza, y al aumentar las capacidades y experiencias esenciales, la transición a BIM se acelerará con cada nuevo proyecto.

### ***Roles y Equipo de Trabajo***

Uno de los pilares fundamentales para la correcta ejecución de un proyecto es una adecuada definición de los roles y responsabilidades de las personas encargadas de llevar adelante el proyecto.

El concepto de roles en el campo de la administración se refiere a las acciones y funciones específicas que desempeñan los individuos dentro de una organización. Estos roles pueden variar en su alcance y pueden ser ejercidos por una o varias personas en colaboración. Según Robbins y Coulter (2017), los roles pueden ser formales, que son asignados oficialmente por la organización, o informales, que surgen de las interacciones y dinámicas sociales en el entorno laboral. Los roles formales pueden incluir posiciones gerenciales, como gerente de ventas o gerente de recursos humanos, mientras que los roles informales pueden surgir de la influencia y la reputación dentro del equipo de trabajo.

La responsabilidad, por otro lado, se refiere a la aceptación y asunción de las consecuencias y resultados de un rol o función encomendada. Según Koontz y Weihrich (2008), la responsabilidad es un principio elemental de la administración y se relaciona estrechamente con el principio de autoridad. Cuando una persona asume una responsabilidad, no solo se hace cargo de la función y sus resultados, sino también de sí misma como individuo y de su equipo de trabajo. Esto implica la rendición de cuentas y la toma de decisiones conscientes y éticas.

De acuerdo con la estructura planteada en la guía para adopción BIM en organizaciones de Camacol en el BIM Forum Colombia (Morales et al., 2019), se presentan los roles que se deben tener en el momento de desarrollar un proyecto.

A continuación, en la **Figura 8** se pueden evidenciar las responsabilidades que se relacionan con las funciones de los roles anteriormente nombrados teniendo en cuenta los siguientes roles:

- **BIM manager:** estrategia
- **Coordinador BIM:** gestión
- **Especialistas BIM:** producción de información de las diferentes especialidades
- **Modelador BIM:** producción y apoyo al modelo.

**Figura 8:***Funciones BIM*

<b>Responsabilidad</b>	Estrategia	Gestión	Especialistas	Producción	Apoyo
Objetivos Corporativos					
Investigación + Innovación					
Procesos + Estándares					
Implementación					
Capacitación					
Plan de ejecución (BEP)					
Auditoría de proyecto					
Gestión de proyecto					
Definición de contenido					
Levantamiento					
Análisis					
Revisión					
Coordinación de Modelo					
Programación					
Cuantificación					
Fabricación					
Gestión					
Operación					
Creación de Contenido					
Modelado					
Control de Calidad					
Intercambio de información					
Producción de entregables					
Análisis jurídico					
Evaluación Comercial					
Gestión Administrativa					
Soporte de tecnología					

*Nota:* Adaptado de *Guías para la adopción BIM en las organizaciones N°I* (p. 5), por Morales et al., en BIM Forum Colombia, 2019, CAMACOL.

En “Definición de roles y responsabilidades en el ciclo de vida del proyecto BIM en el proceso constructivo”, los autores Choclán Gámez y Sánchez Vicente (2017), realizan una propuesta de equipos de proyecto BIM, donde consideran como equipos de un proyecto BIM a todos los que intervienen en él durante la totalidad de su ciclo de vida (Pre-construcción, construcción, post-construcción y de-construcción).

A continuación, se detallan y describen las funciones de los roles en un proyecto BIM propuesto por Choclán y Sánchez (**Figura 9**):

- **Promotor/Cliente.** Persona u organización que decide poner en marcha y financiar el Proyecto BIM.
  - Se encarga de contratar los servicios del Equipo de Gestión del Proyecto, EGP (Project Management Team, PMT)
  - Forma parte del Entorno Colaborativo (Common Data Environment, CDE).
- **Director de Proyecto BIM.** Persona nombrada por el cliente para liderar al equipo de proyecto BIM, gestionar el proyecto BIM, y alcanzar los objetivos para que se cumplan las expectativas del cliente.
  - Forma parte del Equipo de Gestión del Proyecto, EGP (Project Management Team, PMT).
  - Opera a Nivel Estratégico, Táctico y Operacional.
  - Desarrolla los protocolos BIM de acuerdo a los EIRs (Requisitos de Información del Cliente).

- Define los objetivos y usos BIM del Cliente.
  - Desarrolla el plan de proyecto
  - Define el alcance del proyecto.
  - Desarrolla el acta de constitución del proyecto.
  - Selecciona, conforma y lidera el proyecto.
  - Identifica y evalúa a los agentes intervenientes en el proyecto
  - Genera el plan de gestión del proyecto, incluyendo: alcance, presupuesto y cronograma.
  - Gestiona y controla los riesgos.
  - Gestiona los cambios en el proyecto.
  - Gestiona la calidad.
  - Mantiene el proyecto en coste y plazo
  - Realiza el seguimiento del progreso y estado del proyecto.
- **Director de la Gestión de la Información.** Es el agente responsable de gestionar y controlar el flujo de información entre todos los agentes intervenientes en el proyecto BIM a lo largo de todas las fases del ciclo de vida del proyecto
- Es el responsable de gestionar la transmisión de la información necesaria para entregar al promotor o cliente durante todas las fases, con el fin de que pueda: diseñar, construir, explotar y mantener.

- El flujo de información se establece en una serie de hitos durante el ciclo de vida del proyecto (data drops). Debe crear, desarrollar y gestionar el Entorno Colaborativo (Common Data Environment, CDE) entre todos los agentes intervenientes en el proyecto.
- **Director Técnico BIM.** Es la persona nombrada por el Equipo de Gestión de Proyecto EGP en cualquier fase del ciclo de vida y a la aprobación del Promotor o Cliente, siendo plenamente responsable de la calidad digital y la estructura de contenidos para el proyecto BIM.
  - Coordina el modelaje del proyecto y los recursos en colaboración con todos los agentes implicados, asegurando la correcta integración de los modelos y sus disciplinas con la visión global.
  - Propone y coordina la definición, implementación y cumplimiento del BIM Execution Plan (BEP).
  - Aplica los flujos de trabajo en los proyectos.
  - Valida los protocolos BIM. o Manual de usuario BM.
  - Apoya el trabajo colaborativo y coordina el Equipo de Diseño del Proyecto EDP (Integrated Design Project Team, IDPT).
  - Establece en el Entorno Colaborativo (CDE) el cumplimiento de los requisitos de información del cliente (EIRs).
  - Establece los niveles de detalle y de información – LOD.
  - Gestiona cambios en el modelo.

- Gestiona la calidad en el modelo.
- Asiste en las reuniones del Equipo de Diseño del Proyecto EDP (Integrated Design Project Team, IDPT) y el Promotor o Cliente.
- Establece flujos de trabajo y gestión de requisitos.
- Garantiza la interoperabilidad.
- Apoyo técnico en la detección de colisiones.

· **Director de la Gestión del Diseño.** Es quien administra el diseño, incluyendo la aprobación y desarrollo de la información.

- Confirma los resultados de diseño del Equipo de Diseño del Proyecto, EDP (Integrated Design Project Team, IDPT)
- Firma y aprueba la documentación para la coordinación del diseño de detalle antes de ser compartida.
- Administra el diseño
- Aprueba los resultados del Equipo de Diseño del Proyecto, EDP (Integrated Design Project Team, IDPT).

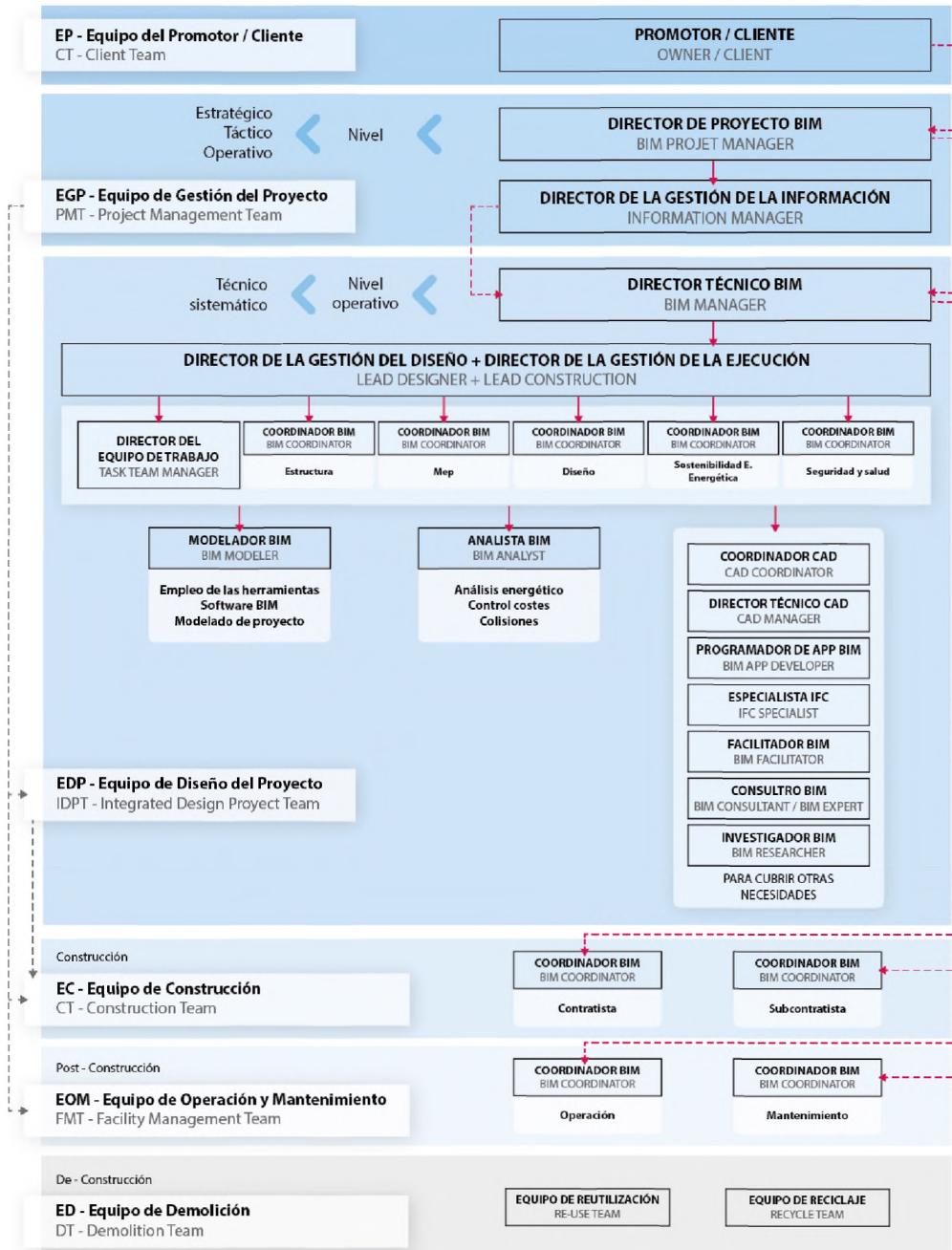
· **Director de la Gestión de la Ejecución.** Es quien administra la dirección de la ejecución mediante las correspondientes gestiones con sistemas BIM. Además, confirma los resultados de la ejecución del Equipo de Construcción, CT (Construction Team). Firma y aprueba la documentación para la coordinación de la ejecución antes de ser compartida.

- Administra la ejecución
  - Aprueba y desarrolla la información.
  - Aprueba los resultados del Equipo de Construcción, CT (Construction Team).
- **Director del Equipo de Trabajo.** Es responsable de la producción del diseño y de todos los elementos que se relacionan con una tarea determinada. Estas tareas están a menudo basadas en unas disciplinas que tienen que ser compartidas por todo el equipo
- Responsable de la producción del diseño en una tarea determinada.
- **Coordinador BIM.** Es el agente responsable de coordinar el trabajo dentro de una misma disciplina, con la finalidad de que se cumplan los requerimientos del director técnico BIM. Habrá tantos Coordinadores BIM como especialidades incluya el proyecto (diseño, estructura, MEP, sostenibilidad, seguridad y salud, calidad, etc.).
- Coordina el trabajo dentro de su disciplina.
  - Realiza los procesos de chequeo de la calidad del modelo BIM
  - Asegura la compatibilidad del modelo BIM con el resto de las disciplinas.
- **Modelador BIM.** Es la persona responsable del modelado de acuerdo a los criterios recogidos en el BEP
- Debe estar especializado en construcción.
  - Proporciona información fundamental para todas las disciplinas involucradas utilizando herramientas de software BIM.

- Exporta el modelo 2D.
- Crea visualizaciones 3D, añade elementos de construcción para los objetos de la biblioteca y enlace de datos del objeto.
- Debe seguir en su trabajo los protocolos de diseño.
- Coordina constantemente y con cuidado su trabajo con las partes externas tales como arquitectos, ingenieros, asesores, contratistas y proveedores. o
- Posee técnicas y habilidades capaces para arreglar, organizar y combinar la información. o mantener su enfoque en la calidad y llevar a cabo sus tareas de una manera estructurada y disciplinada.
- Conocimientos de las TIC y específicamente de estándares abiertos y bibliotecas de objetos.

Además, se proponen otras actividades derivadas de la metodología BIM:

- Analista BIM
- Coordinador CAD.
- Director Técnico CAD.
- Programador de Aplicaciones BIM. Desarrolla y personaliza el software para dar a poyo a la integración de los procesos BIM.
- Especialista IFC.
- Facilitador BIM.

**Figura 9:***Esquema de roles BIM*

Nota: Adaptado de *Definición de Roles en Procesos BIM* (p.16) por Choclán Gámez y Sánchez

Vicente, 2017, es.BIM.

## Necesidad de Recursos Humanos

Algunos autores afirman que uno de los principales inconvenientes para la implementación de BIM es la falta de personal capacitado en tecnologías BIM (Smith, et al., 2009).

Los autores Wu e Issa (2014) en “Cuestiones clave en la planificación de la mano de obra y estrategias de adaptación para la implementación de BIM en la Industria de la Construcción”, proponen un modelo de estrategias para resolver la carencia de mano de obra calificada denominado “Modelo de planificación/sucesión de mano de obra” (**Figura 10**) y consiste en los siguientes 5 pasos:

### **1. Dirección Estratégica- Estrategia BIM Organizacional**

La fase inicial se centra en la identificación de la dirección estratégica en los negocios, desarrollo relacionado con la adopción e implementación de BIM, que a menudo implica la toma de decisiones al más alto nivel de dirección. Se sugiere que la organización realice primeramente un análisis de los servicios comerciales existentes, negocios inmediatos necesidades/prioridades y nuevos nichos de negocio viables para decidir el alcance de la inversión en BIM.

### **2. Análisis de oferta/demanda – Pronóstico del personal BIM**

La demanda del mercado de mano de obra BIM está directamente relacionada con el volumen general de pagos por trabajo de construcción presentados con productos elaborados con BIM.

El McGraw-Hill Construcción SmartMarket Report serie resumida anual BIM (2014) presenta un aumento drástico en la demanda de mano de obra especializada en BIM. Las estadísticas históricas de contratación en empresas constructoras son evidencia directa del desarrollo de la mano de obra BIM.

Los resultados de la encuesta suplementaria que resume las contrataciones BIM, evidencian un aumento significativo tanto en la frecuencia como en la magnitud de presupuestos destinados a puestos laborales dedicados a BIM, los cuales se planifican con anticipación.

El análisis del lado de la oferta de la fuerza laboral de BIM se encontró con desafíos similares, lo cual tiene mucho que ver con el hecho de que BIM como opción de carrera aún es un concepto reciente. El perfil de los puestos de trabajo BIM y las cualificaciones deseadas siguen siendo ambiguos y deben definirse mejor a medida que el cuerpo de conocimiento sobre BIM mejora con el tiempo.

Finalmente, de acuerdo con los resultados de la encuesta de la industria: capacitación interna de los empleados (“in house employee”) y educación continua parece ser una solución popular. Notablemente, el reclutamiento universitario para la mano de obra BIM es insignificante en este momento.

### **3. Análisis de brechas: brechas de competencias/habilidades BIM**

En esta fase, puestos clave (y cuántos) y títulos de trabajo (qué y quién) para iniciar los esfuerzos BIM de la empresa se identificarán en función de una comparación lado a lado entre el relevamiento de competencias/habilidades existentes y la competencia/habilidad BIM deseada. Para el desarrollo de la mano de obra capacitada en BIM dentro de la empresa, los planes de capacitación del personal deben ser implementados, medidos y calibrados para cumplir con la competencia esperada. Para las nuevas contrataciones, es necesario investigar descripción y cualificación de los puestos laborales para que sean adecuados y precisos. En cualquier escenario, es clave alinear el recurso humano existente con la nueva estrategia empresarial que se desarrolla de arriba hacia abajo y se desea una participación de abajo hacia arriba.

Las actividades en este proceso de planificación de transformación BIM son a menudo repetitivas y cíclicas, debido a los continuos ajustes necesarios para acomodar las incertidumbres intrínsecas en la evolución actual de BIM, y el posible crecimiento de la cartera de negocios BIM en la empresa.

La designación de un “BIM champion” en la empresa (idealmente uno de los principales ejecutivos) es muy importante para que se apodere de este proceso.

#### **4. Plan de acción: desarrollo de la mano de obra BIM**

Al llegar a esta fase, la empresa debe tener metas claras y objetivos en el desarrollo de la fuerza laboral BIM. En términos generales, el desarrollo de la fuerza laboral BIM interna requiere capacitación enfocada en el conocimiento BIM de los empleados y cualidades, que típicamente encapsulan revisión de literatura, habilidades de software, proyecto, ejecución, dirección y administración de empresas.

Algunas empresas han establecido programas formales de capacitación interna, mientras que otros buscan ayuda externa consultores. Las estrategias de adquisición y contratación de talento externo están alineadas con grupos intelectuales identificados. Se deben tomar decisiones sobre si se contrata profesionales experimentados en BIM existentes en el mercado laboral o se prefieren recién graduados universitarios.

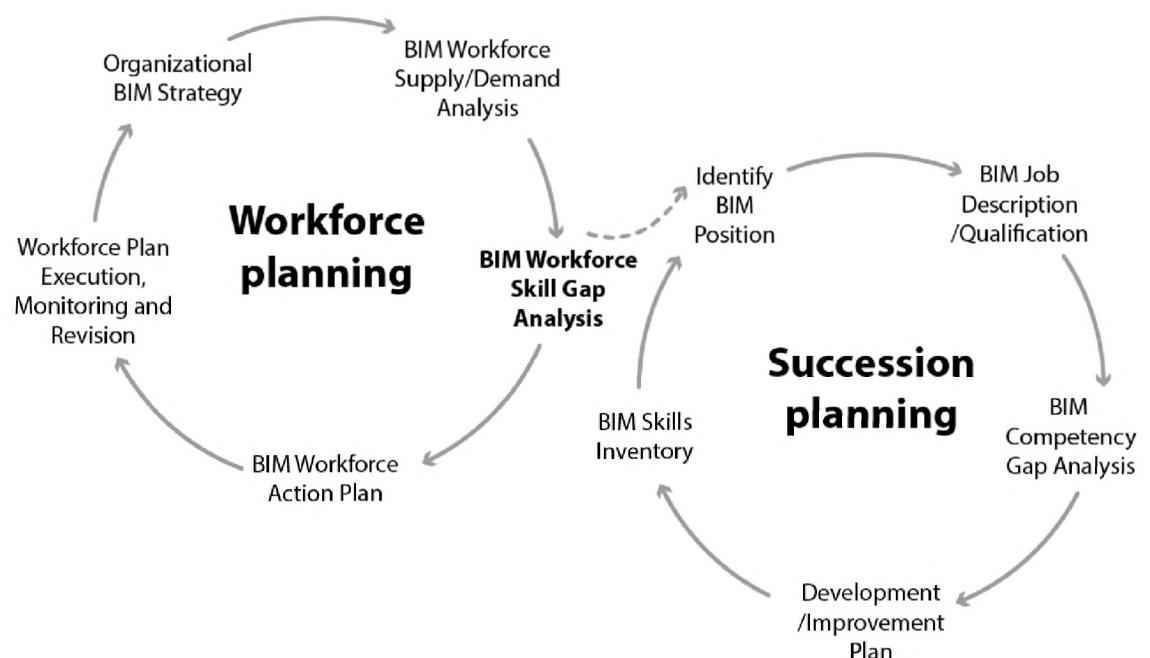
#### **5. Ejecutar/Supervisar/Revisar: gestión de la mano de obra BIM, retención y Kaizen**

Los programas de capacitación BIM profesional y los esfuerzos de reclutamiento deben ser supervisados y calibrados para la eficacia y la eficiencia. Los proyectos BIM pilotos se usan generalmente para comparar el desempeño del desarrollo de la mano de obra. La gestión y la retención del personal, también deben incluirse como parte del desarrollo general plan.

Los autores en este punto establecen que es necesario crear y estandarizar métricas internas para medir el éxito para mejora continua o fines tipo Kaizen, un método de gestión de calidad que propone una mejora continua basado en acciones concretas y simples que implica a todos los trabajadores de la empresa, desde los directivos hasta los trabajadores base.

**Figura 10:**

*Estructura del Modelo de Sucesión/Planificación de la Mano de Obra*



*Nota:* Adaptado de *Cuestiones clave en la planificación de la fuerza laboral y estrategias de adaptación para la implementación de BIM en la Industria de la Construcción* por Wu et al, 2017, Conference Paper.

## Recursos Tecnológicos

En esta sección se desarrollan las necesidades tecnológicas requeridas para una correcta implementación BIM en sus aspectos fundamentales que son: softwares, hardware y por sobre todo el intercambio de archivos.

Cabe aclarar que los requerimientos tecnológicos dependen del tipo de proyecto a desarrollar y de las especialidades que los conformarán.

### ***Software***

Según un estudio realizado por el “Máster Internacional BIM Manager”, los softwares más utilizados por los usuarios BIM son: Revit, ArchiCAD, Allplan, Aecosim Building Designer, Vector Works y CYPECAD. A continuación, una breve descripción de los mismos:

- REVIT (Autodesk): es el sucesor del Autocad en BIM y se considera el más utilizado en el sector, ya que permite una conectividad total con todos los productos de Autodesk como pueden ser Dynamo, BIM 360° o las diferentes versiones de autocad.
- ArchiCAD (Graphisoft): cuenta con el modelado Pull/Push de geometría instantánea y extrusión múltiple que permite dibujar de manera sencilla, en contraprestación no alcanza el mismo nivel de detalle de visualización que puede llegar a tener Revit, sin embargo, se considera más intuitivo y flexible que este último.
- Allplan (Nemetschek): es el software BIM más utilizado en Alemania, y como dice su eslogan “un sistema CAD orientado a BIM”. Se considera una herramienta para aquellos que quieren pasar del 2D al 3D de manera gradual. Posee “CineRender” que permite la creación de imágenes de alta calidad. Aunque es un software con las mismas prestaciones que puede tener Revit o Archicad su grupo de usuarios es bastante reducido, por lo que el acceso a otros soportes adicionales es más complicado.
- Aecosim Building Designer (Bentley Systems): su campo de aplicación son las infraestructuras. Igual que Revit es sucesor de AutoCAD para BIM. Es un programa

utilizado sobre todo cuando se realizan grandes proyectos de obra civil, estando más orientado a la vida completa del edificio que a la fase de diseño.

- **Vector Works:** es un programa enfocado más hacia el ámbito de la construcción que del diseño arquitectónico. Uno de sus principales virtudes es la posibilidad de la edición de la imagen dentro del propio Vectorworks sin necesidad de tener que exportar a otros programas como pueden ser Photoshop® o Illustrator®. También tiene la herramienta de recorte en viewports tan utilizada por todos cuando comenzábamos a dibujar en 3D en el programa de SketchUp y destaca la facilidad con la que moldear y transformar la nube de puntos del terreno.
- **CYPECAD Ingenieros:** es un software BIM de cálculo de la instalación de edificación. Es utilizado para trabajar en el entorno BIM y permite realizar el diseño, cálculo y dimensionado de estructuras, de instalaciones sanitarias, climatización, incendios, energía solar térmica, gas, pararrayos, iluminación, electricidad y telecomunicaciones, así como los estudios térmico y acústico, o la certificación de obras de edificación - viviendas, oficinas, hospitales, centros docentes, comerciales, etcétera.

Existen otros softwares (Tabla 1) que se pueden utilizar para la creación de proyectos BIM, dependiendo de los objetivos que se deseé alcanzar con el modelo. Sin embargo, es importante considerar la interoperabilidad entre softwares BIM. La mayoría de estos poseen la opción de la exportación a un formato universal denominado formato IFC, (Industry Foundation Classes) que permite el intercambio de información de un software a otro, estableciendo así un lenguaje común para los distintos modelos de un proyecto.

**Tabla 1:**

*Aplicaciones que poseen capacidades de OpenBIM*

HERRAMIENTA
ACOUBAT BIM
ARCHICAD
AUTODESK CONSTRUCTION CLOUD
BIM360
CIVIL 3D
CYCLONE 3DR
CYPECAD
CYPECAD MEP
CYPEFIRE FDS
CYPEHVAC DUCTWORK
CYPELUX CTE
CYPETEL WIRELESS
CYPETHERM HE PLUS
CYPETHERM LOADS
CYPEURBAN
EDIFICIUS
EDILUS
IFCBUILDER
INFRAWORKS
ISTRAM BIM
NAVISWORKS
OPEN BIM ACCESIBILITY
OPEN BIM MODEL CHECKER
OPENBUILDINGS DESIGNER
ORACLE ACONEX
POINTCLOUD EDITOR
PRIMUS IFC
REVIT
SOLARIUS
SOLIBRI OFFICE
TCP MDT
TCP SCANCYR
TCP TUNNEL CAD
TEKLA STRUCTURES
TEKTON 3D
TRUVIEW
USBIM.PLATFORM
USBIM.VIEWER+

Nota: Adaptado de Fichas de Aplicaciones Open BIM, 2018, Building Smart Spain.

(<https://www.buildingsmart.es/bim/>)

### ***Hardware***

Una vez establecidos los softwares necesarios en función a la tipología de proyecto BIM a desarrollar, es necesario definir la inversión en equipos computacionales adecuados y

suficientes para llevar a cabo el trabajo de manera fluida. Es una cuestión importante a definir a que la gran mayoría de los softwares BIM poseen especificaciones especiales de requerimientos de hardware para su correcto funcionamiento, los cuales suelen requerir grandes inversiones, por lo que es una variable importante a considerar en el momento de evaluar la implementación.

Si bien cada software posee sus requerimientos mínimos para funcionamiento, en la Guía inicial para implementar BIM en las organizaciones presentada por BIM Forum Chile, se recomienda la inversión en que maquinarias que sean compatible con las siguientes versiones del software y dado el alto nivel técnico que se puede requerir, contar con la asesoría de un especialista en informática y redes, para que en conjunto con el soporte del software se logre una instalación completa, efectiva y eficiente (Tany Aguilera, et al, 2017).

Debido a que una de las principales ventajas y necesidades de los proyectos BIM es que el trabajo es colaborativo, para que éste sea efectivo, se debe contar con una red acorde a las necesidades de los equipos, se puede requerir máquinas adicionales como servidores u otro tipo de equipos, además de una configuración adecuada.

Además, según el enfoque de los proyectos BIM a realizar suelen ser necesarios otros elementos de hardware como ser: escáner, drones, entre otras múltiples tecnologías.

### ***Intercambio de Archivos***

La idea principal de BIM es la colaboración en simultáneo de todos los stakeholders de las distintas especialidades del proyecto, por lo tanto, otra de las cuestiones clave para la adopción de estos proyectos es la metodología adoptada para compartir la información.

Se requiere de una adecuada infraestructura en término de redes, servidores, evaluación de servicios en la nube y capacitaciones por el nivel de complejidad de los mismos.

Cabe aclarar que cada software BIM posee distintos componentes de acuerdo a su especialidad, lo que hace que la transferencia de información sea más compleja.

En la Guía inicial para implementar BIM en las organizaciones se recomienda establecer una plataforma común para los especialistas y trabajar sobre ella durante todo el proyecto. Independiente del software BIM con el que se trabaje, para lograr un intercambio exitoso de información entre programas, es necesario que su versión sea compatible con la totalidad de softwares BIM que serán usados durante el proyecto. También establece que los diferentes agentes del proyecto pueden acordar cualquier cambio de versión durante el desarrollo, siempre y cuando esté consensuado.

Algunos de los conceptos claves para el intercambio de archivos BIM son el modelo federado y la estandarización de formatos en IFC, los cuales se desarrollarán a continuación.

### **Modelo Federado BIM**

El modelo federado es el conjunto de modelos 3D relacionados con disciplinas específicas (arquitectura, estructura, instalaciones, etc.) que se integran en una sola vista para crear un único modelo digital completo del edificio, multidisciplinario y global.  
(biblus.accasoftware.com)

OpenBIM permite combinar modelos BIM procedentes de distintas plataformas con un formato estándar como es el IFC. A esto se le llama “federar modelos”. Federar modelos se convierte en una de las piezas principales en el flujo de trabajo en BIM.

El modelo federado consiste en componentes interconectados pero distintos (la geometría del edificio, la estructura, el sistema eléctrico, las mamposterías, la calefacción, las fuentes renovables, etc) que no pierden su identidad o integridad. Esto significa que cualquier cambio en

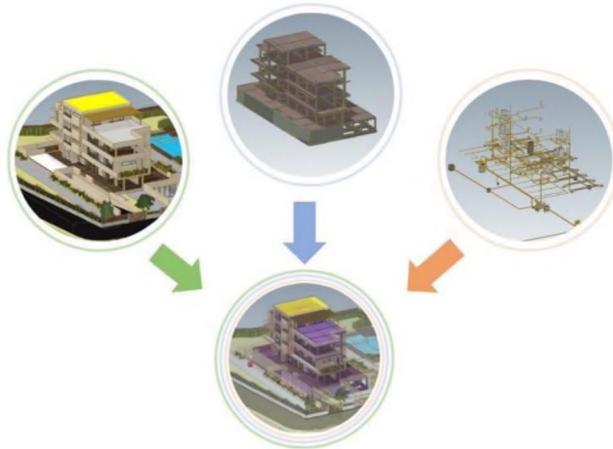
un solo componente del modelo federado no implica un cambio en otros componentes del mismo modelo federado.

Los componentes del modelo federado pueden ser llevados a cabo por el mismo profesional, por miembros separados del mismo equipo o por profesionales que trabajan por separado, cada uno por su propia disciplina.

El proceso se inicia con el modelado arquitectónico de la construcción, a partir del cual los otros especialistas (ingeniero estructural, el ingeniero de instalaciones, etc.), desarrollan las partes de su respectiva competencia importando el modelo arquitectónico en formato IFC. Las partes individuales fluyen entonces hacia el modelo federado que, una vez completado, constituye lo que se denomina la representación digital completa de la edificación (**Figura 11**).

**Figura 11:**

*¿Qué son los modelos federados?*



*Nota: Adaptado de* *Qué son los modelos federados BIM: características, ventajas, y herramientas operativas*, 2021, Biblus.com (<https://biblus.accasoftware.com/es/que-son-los-modelos-federados-bim/>)

### **Formato IFC**

IFC o “Industries Fundation Classes” es un formato estándar de archivo de información BIM, representa **una propuesta de normas de estandarización** aceptada por la Organización Internacional de Estandarización (ISO 16739-1:2018). Se utiliza para intercambiar la información entre los distintos programas BIM. Un ejemplo detallado por especialistas3D.com es que para pasar un archivo de Revit (utilizado para el diseño arquitectónico) a Cype (utilizado para el diseño estructural), se exporta a IFC y continuación se lo importa a Cype.

Específicamente el formato IFC estandariza los datos que codifican el modelado, de una manera lógica, como ser:

- La identidad y la semántica (nombre, ID, identificador único legible por el software, tipo de objeto o función).
- Las características o atributos (como material, color y propiedades térmicas).
- Las relaciones (incluyendo ubicaciones, conexiones y propiedad).
- Los objetos (como columnas o losas).
- Conceptos abstractos (desempeño, costos).
- Proceso (instalación, operaciones).
- Personas (propietarios, diseñadores, contratistas, proveedores, etc.).

### *Información que Aporta el Modelo Federado*

Especificamente el formato IFC estandariza los datos que codifican el modelado, de una manera lógica, como ser:

La visualización del modelo federado no es simplemente una representación gráfica en 3D, sino que es una superposición de varios modelos en formato IFC, lo que hace que el modelo final pueda contener una cantidad infinita de información, datos con características constantemente actualizadas e indispensables para gestionar la construcción y el mantenimiento del edificio.

En la **Figura 12** se presenta un ejemplo de cómo se visualizan las propiedades en la caja de herramientas de la derecha, al seleccionar una ventana. Se pueden leer datos geométricos, características de los materiales, análisis estratigráficos, entre otros y además se puede agregar

nueva información como hojas de datos, imágenes, documentos, para actualizar la información en tiempo real.

**Figura 12:**

*Propiedades de un objeto de un modelo federado con BIM*



*Nota: Adaptado de Qué son los modelos federados BIM: características, ventajas, y herramientas operativas, 2021, Biblus.com (<https://biblus.accasoftware.com/es/que-son-los-modelos-federados-bim/>)*

### **Ventajas del Modelo Federado**

La disponibilidad de un modelo federado capaz de integrar **todos los datos relacionados con las distintas disciplinas** tiene un impacto importante en muchos aspectos de gestión de un proyecto BIM.

- Coordinación: mejora la comprensión del proyecto en todas sus partes

- Garantiza el acceso a la información de todos los involucrados
- Facilita la toma de decisiones y la coordinación de la planificación
- Mejora los procesos de aprobación de proyectos
- Constituye un contenedor de información que puede ser consultado e implementado por todos a lo largo del tiempo
- Detección de interferencias: Permite detectar los conflictos interdisciplinarios que de otro modo podrían escapar durante la fase de verificación.
- Mejora las correcciones e intervenciones.
- Ahorra tiempo y recursos que se utilizarían para reelaborar nuevas soluciones de diseño, revisiones y variantes en etapas avanzadas del diseño o incluso durante la construcción.
- Permite obtener estimaciones precisas sobre cantidad, costos y tiempos de realización de las construcciones individuales y total.

### **BEP: Plan de Ejecución BIM**

Una planificación eficaz es uno de los aspectos más importantes de un proyecto de construcción e influencia directamente en el éxito de un proyecto (Chevallier y Russell, 1998).

Cuando las empresas constructoras deciden implementar BIM, se encuentran ante la incertidumbre de cómo realizar el proceso, en términos organizacionales esto se cristaliza en el Plan de Ejecución BIM, que según sus siglas en inglés se denomina BEP (BIM Execution Plan).

La Universidad de Pensilvania define un BEP como un “Plan BIM” que describe la visión general y los detalles de implementación para que el equipo siga a lo largo de todo el proceso. El

mismo debe diseñarse en las primeras etapas del proyecto e irse desarrollando continuamente, en la medida que se agregan participantes adicionales, monitoreando, actualizando y revisando según sea necesario a lo largo de la implementación y ejecución de la planificación.

El BEP es un documento que sirve de referencia para todos los involucrados o stakeholders en el proyecto BIM, donde se detallan los alcances y responsabilidades de cada uno, estableciendo características de los flujos de información y además orienta la forma de documentar los entregables, entre otros.

En la **Figura 13** que se presenta a continuación el autor Casellas Ramon (2016) enumera en sentido horario orden de las tareas a definir en un BEP, es decir, el “flujo de operaciones”.

**Figura 13:**

*Contenidos Plan de Ejecución BIM*



Nota: Adaptado de *Primer paso, BEP*, por Ramón Casellas, 2016, MSI Studio.

(<http://www.BIMbarcelona.com/primer-paso-bep/>).

En “Aplicación de la metodología BIM (Modelación de la Información en la Construcción) a un proyecto de interés social”, el autor Morales, propone una matriz de planificación, denominada “Matriz BEP” (**Figura 14**), donde esquematiza el contenido general que involucra un BEP, las pautas necesarias para lograr un flujo de información adecuado mediante las herramientas BIM.

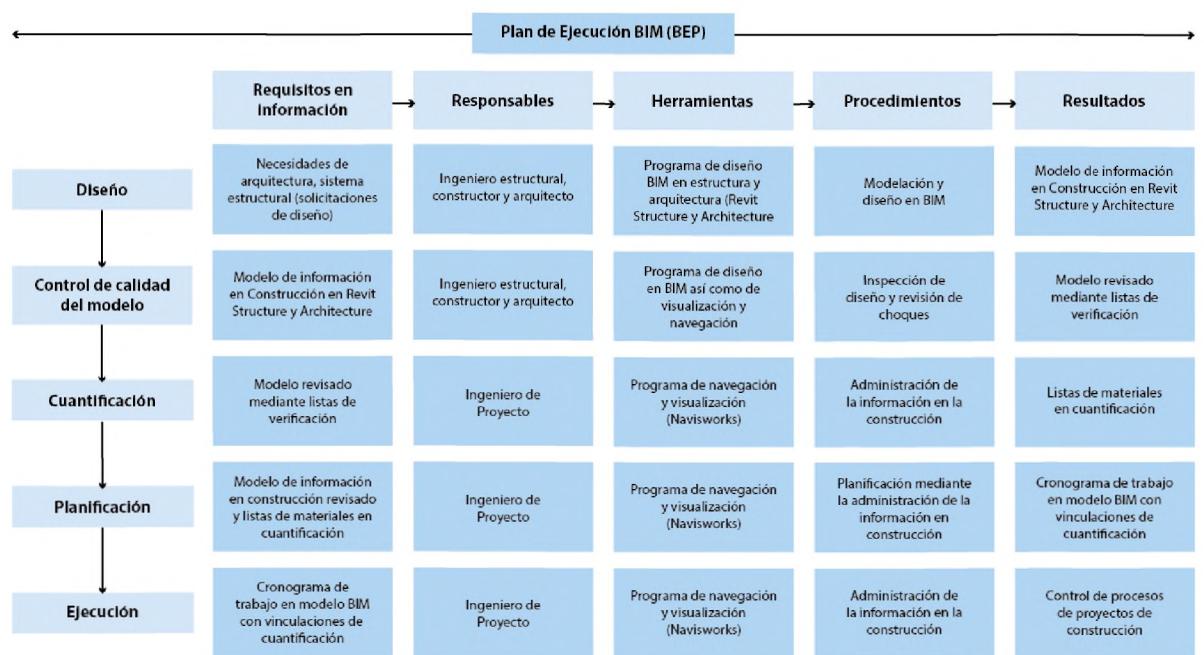
A continuación, una breve descripción de los aspectos que se contemplan en cada etapa del ciclo de vida del proyecto de construcción.

- **Diseño:** comprende el modelado del proyecto, que debe incluir toda la información necesaria para el producto final que se desee (arquitectura, elementos estructurales, materiales, concretos, aceros, instalaciones, entre otros). Este modelo se diseñará en archivo tipo “.rvt” (Revit) y de forma colaborativa se trabajará “.ifc” (IFC para cualquier otro tipo de archivo)
- **Verificación y análisis (control de calidad del modelo):** en esta etapa se diseñan y aplican listas de verificación para corroborar errores de diseño del modelo que impacten en la planificación, cuantificación estructura y choques entre otros elementos.
- **Cuantificación Resultados/Objetivos:** generar listas de materiales según su clasificación y tipo con posteriores usos en costos, planificación y control de obra mediante herramientas BIM, teniendo en cuenta su factor económico.
- **Programación de proyectos en BIM Resultados/Objetivos:** generar un plan de trabajo mediante visualizaciones 3D para tener un control visual teniendo en cuenta los espacios de trabajo.

- **Construcción Resultados/Objetivos:** en esta etapa se espera tener como resultado un proceso de ejecución de proyectos de construcción mediante la implementación de herramientas BIM con la información necesaria para la construcción del proyecto.

**Figura 14:**

*Diagrama general de flujo de información y trabajo en BIM*



*Nota: Diagrama general de flujo de información y trabajo en BIM, BEP (BIM execution Plan).*

*Adaptado de Aplicación de la metodología BIM (Modelación de la Información en la*

*Construcción) a un proyecto de interés social por Rafaél José Morales, 2017.*

## Fases de Adopción de la Metodología BIM

En la “Guía inicial para implementar BIM en las organizaciones” presentada por BIM Forum Chile se recomienda que las compañías interesadas en impulsar la creación de proyectos utilizando tecnología BIM, deberán identificar previamente sus capacidades y definir objetivos para la incorporación de la metodología BIM. (Tany Aguilera, et al, 2017)

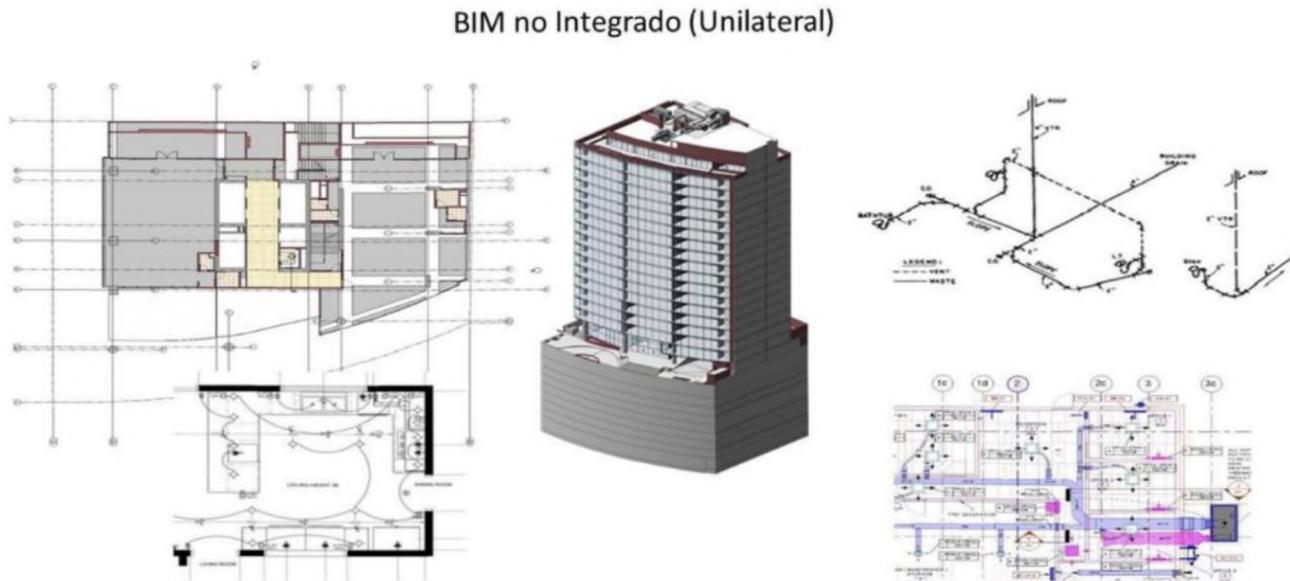
Se establecen tres fases o escenarios en la cual la compañía debería definirse e identificar las demás empresas que son parte del ciclo de proyecto donde trabajará, para entender si también aplicarán esta forma de trabajar.

### ***BIM No Integrado Unilateral***

Es la fase o escenario cuando una sola compañía del ciclo de vida aplicará la tecnología BIM. La compañía tendrá los beneficios de las tecnologías BIM (velocidad de cambios en sus modelos, obtención de documentación, buena coordinación de su proyecto, entre otros. Pero al trabajar con otra empresa que sea parte del proyecto que no utilice BIM no generará más beneficios (**Figura 15**).

**Figura 15:**

### *BIM no integrado (Unilateral)*



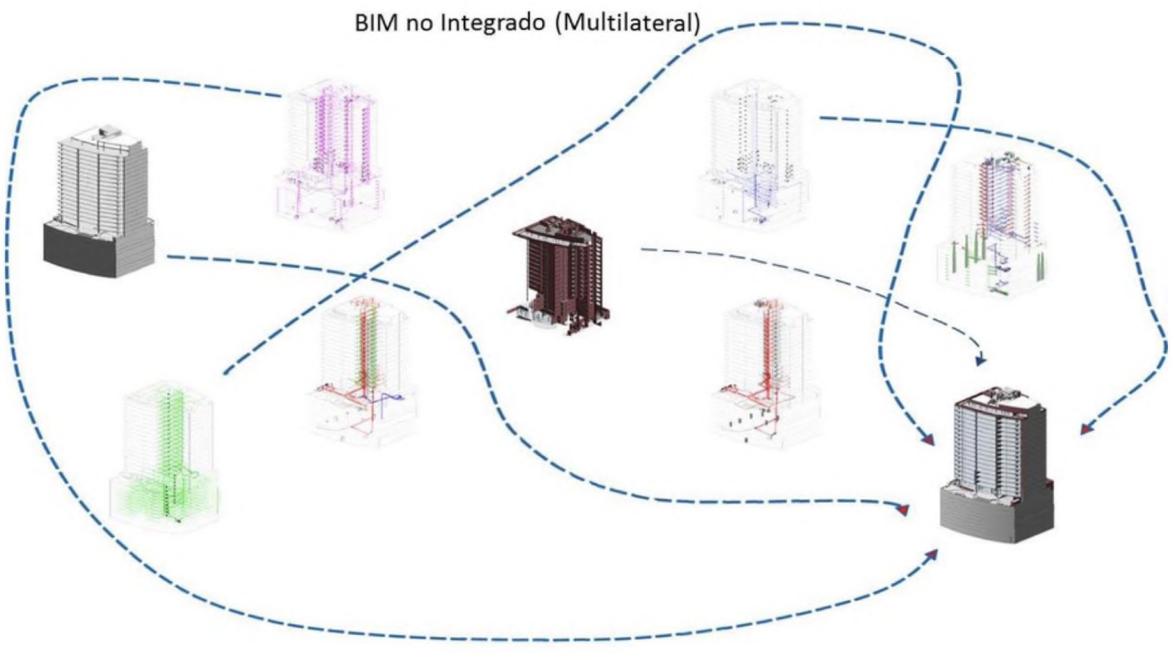
Nota: Adaptado de Guía inicial para implementar BIM en las organizaciones (p.11), por Tany Aguilera, et al, 2017, BIM Forum Chile.

## *BIM No Integrado Multilateral*

Es el caso cuando más de una empresa del ciclo de vida de un proyecto utiliza la tecnología BIM, compartiendo la información entre las mismas, pero desarrollando los modelos según sus propias necesidades individuales (**Figura 16**).

**Figura 16:**

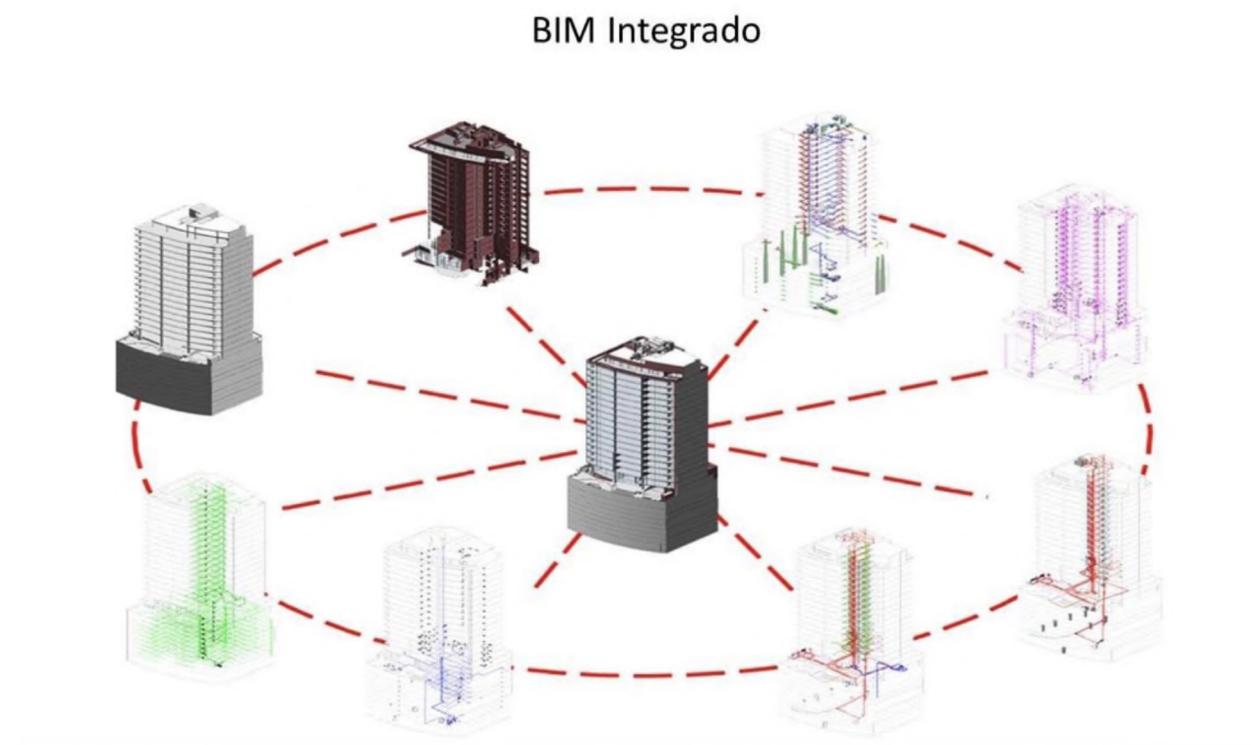
*BIM no integrado (Multilateral)*



Nota: Adaptado de Guía inicial para implementar BIM en las organizaciones (p.12), por Tany Aguilera, et al, 2017, BIM Forum Chile.

### ***BIM Integrado***

En esta fase, que es considerada como el caso ideal, la coordinación de todas las especialidades y etapas del proyecto es realizada en forma centralizada, y todas las compañías trabajan bajo una normalización establecida de acuerdo a los objetivos del proyecto (**Figura 17**).

**Figura 17:***BIM integrado*

Nota: Adaptado de Guía inicial para implementar BIM en las organizaciones (p.13), por Tany Aguilera et al, 2017, BIM Forum Chile.

Cada empresa, en función de su especialidad (constructora, inmobiliaria, estructural, etc.) deberá elaborar sus propios procedimientos y flujos de trabajo a nivel interno, de manera que puedan cumplir con sus necesidades y prioridades particulares.

En la guía establece como recomendación general independientemente del tamaño y tipología de la empresa, la “estandarización” para la adopción de las tecnologías BIM de manera consciente, donde se visualicen los resultados en un corto plazo y se puedan mantener a lo largo del tiempo.

## **Resultados y Análisis**

A continuación, se detallan los resultados obtenidos de la investigación realizada para la presente tesis. Se utilizaron dos instrumentos de investigación: Encuesta y Entrevista. En primer lugar, se describen de manera cuali/cuantitativa los resultados obtenidos del cuestionario (Encuesta) realizado a 50 empresas constructoras de la ciudad de Corrientes, tanto a las usuarias de BIM como las no usuarias. Luego se realizará una descripción del tipo cualitativa acerca de las empresas que respondieron el cuestionario como ser usuarias de la metodología BIM.

### **Muestra de Estudio**

La muestra de estudio que se analiza está conformada por 50 empresas constructoras de la ciudad de Corrientes. Cabe aclarar que las respuestas obtenidas del cuestionario son 56 en total, no obstante 6 personas respondieron que pertenecen a alguna de las empresas ya encuestadas.

### **Encuestas**

La encuesta se realizó a través de un formulario elaborado a través Formulario de Google (Google Forms), un software de administración de encuestas que se incluye como parte del paquete gratuito de editores de documentos de Google basado en la web (Wikipedia)

El formulario, tal como se puede observar en el Anexo I, se conformó con 16 preguntas, divididas en dos secciones:

- Sección 1 del Cuestionario:

Constituyen preguntas acerca de las características de la empresa, conocimientos acerca de BIM y usos de la metodología BIM.

- Sección 2 del Cuestionario:

Esta sección, se orientó solamente a las empresas que responden como usuarias de las metodologías BIM. Las preguntas que conformaban esta sección se orientaban a analizar características, herramientas y estrategias de implementación

Se enviaron invitaciones directas por correo electrónico a todos los profesionales, técnicos y apoderados de Empresas Constructoras registradas en las bases de datos de Empresas Inscriptas en el Registro de Constructores (2021). El período de recepción de respuestas fue a partir del 19 de julio del 2021 y se extendió hasta el 10 de diciembre del 2021. Se recibieron 56 respuestas provenientes de técnicos, administrativos y directivos de 50 empresas de diferentes tamaños, desde unipersonales (13%) hasta empresas con más de 50 empleados (24%).

### **Resultados Obtenidos de la Encuesta**

El análisis y procesamiento de los datos obtenidos de los cuestionarios/encuestas, se realizó a través del software XLSTAT, un complemento de análisis de datos para Microsoft Excel que permite a través de sus funciones estadísticas estándar y avanzadas, analizar, personalizar y compartir resultados de análisis estadísticos de grandes bases de datos de Excel.

#### ***Perfil de las Empresas Encuestadas***

En primer lugar, se caracterizaron las empresas encuestadas en función a su tamaño, antigüedad y actividad principal.

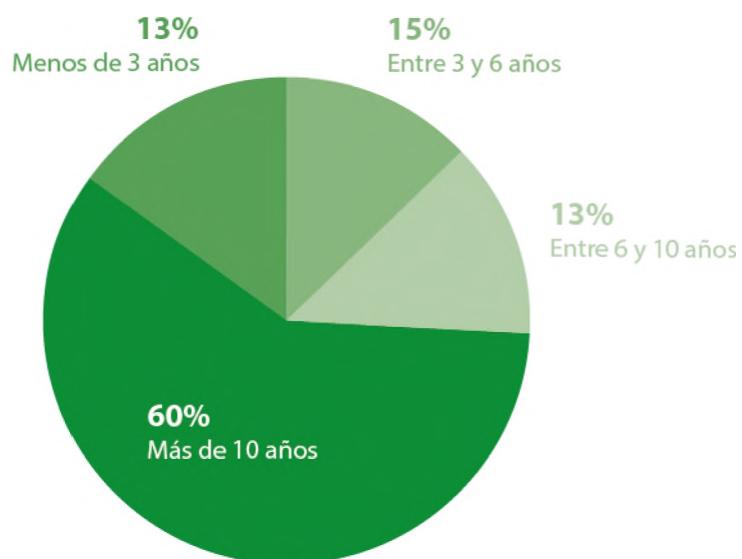
##### **Antigüedad de las Empresas Encuestadas (Cantidad de Años en Operación)**

Se estableció como uno de los parámetros de caracterización de la empresa la antigüedad de la misma en función a la cantidad de años de operación, de esta manera, se busca identificar la madurez y la estabilidad de las estructuras organizacionales relevadas.

Más de la mitad de los respondientes afirmó desempeñarse en una firma de más de 10 años de antigüedad (60%). **Figura 18**

**Figura 18:**

*Antigüedad de las empresas encuestadas*

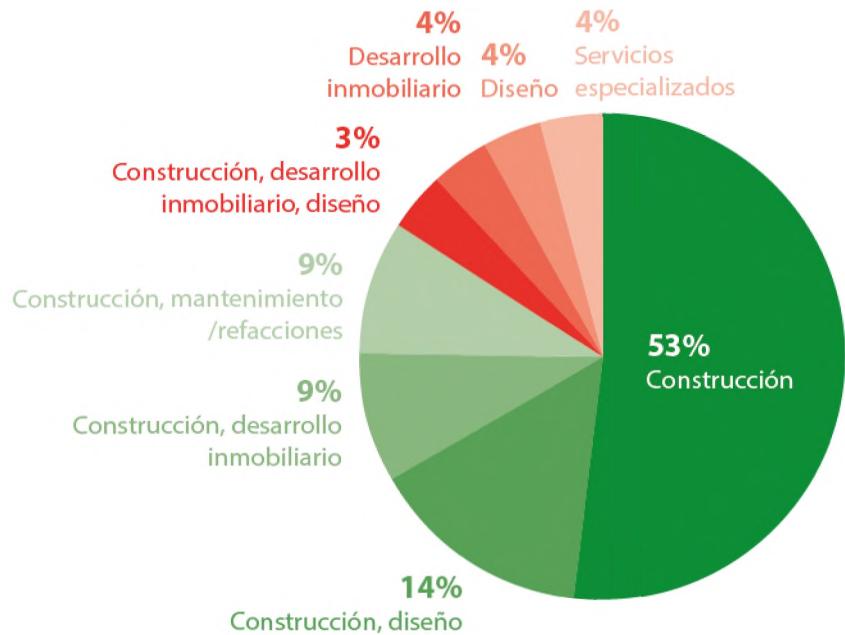


#### **Actividad Principal de la Empresa**

Se clasificaron las empresas a partir del principal segmento de actuación a lo largo de la construcción, esto es según la actividad identificada como la más relevante, las respuestas obtenidas provienen principalmente de empresas que actúan en la etapa de construcción (53% del total), seguidas por firmas de diseño (15%), seguidas por desarrollo inmobiliario y refacciones/mantenimientos. **Figura 19**

**Figura 19:**

*Actividad principal de las empresas encuestadas*

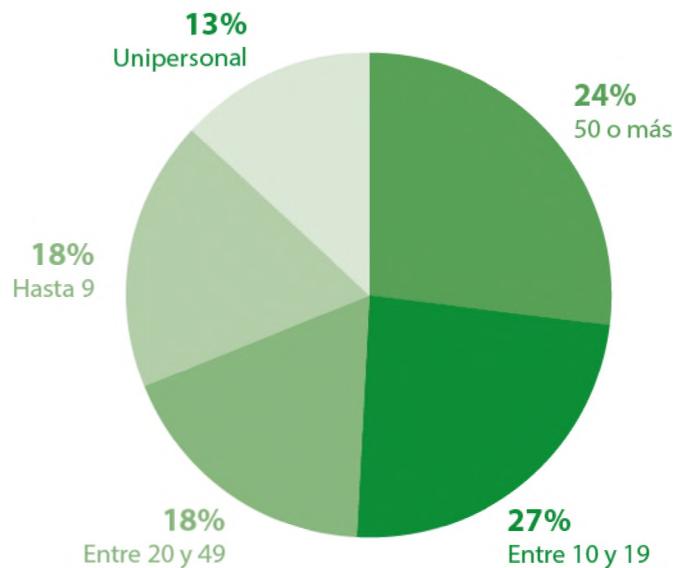


### Tamaño de las Empresas Encuestadas

Las respuestas obtenidas provinieron principalmente de micro y pequeñas empresas (una estructura próxima a la que caracteriza la actividad sectorial en la ciudad de Corrientes), pero también se contó con participaciones de las grandes empresas del sector. Solamente el 24% de las empresas encuestadas cuenta con 50 empleados o más (**Figura 20**)

**Figura 20:**

*Tamaño de las empresas encuestadas en función a la cantidad de empleados*



### **Caracterización BIM**

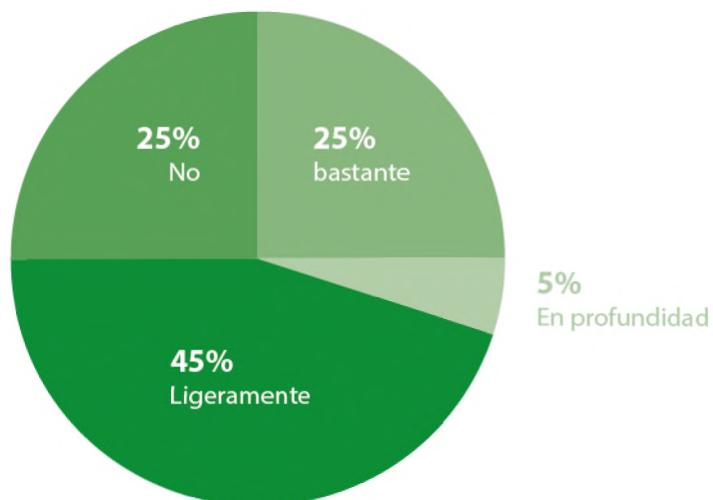
En segundo lugar, se procedió a analizar las empresas en encuestadas en función de sus conocimientos, usos y adaptaciones de la metodología BIM

#### **Grado de Conocimiento BIM**

El 70% de los encuestados pertenece al grupo que solamente posee un conocimiento superficial y al no conocimiento del mismo, solamente un 5% de los respondientes asegura conocer la metodología “en profundidad” (**Figura 21**).

**Figura 21:**

*Grado de conocimiento acerca de BIM de las empresas encuestadas*

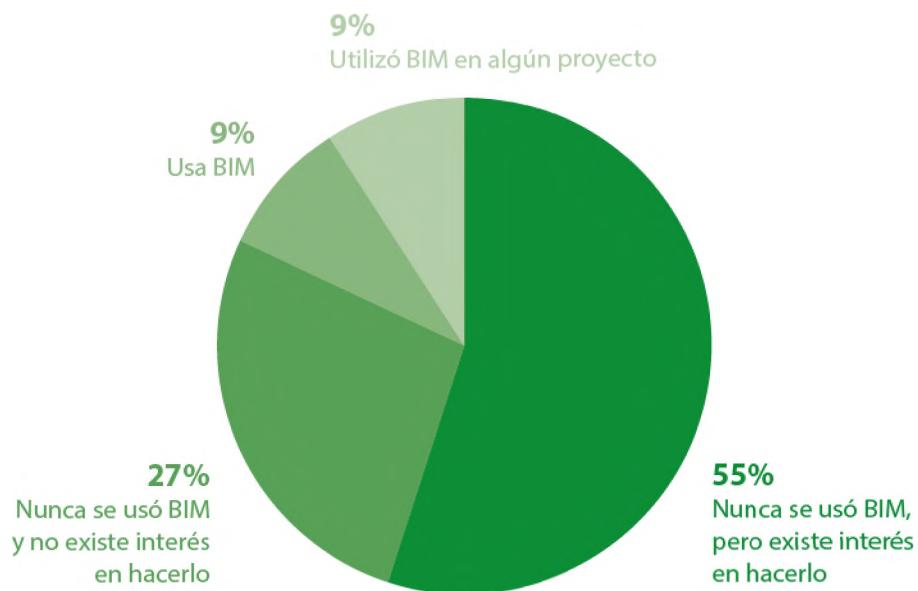


### **Empresas Usuarias y No Usuarias de BIM**

El grado de adopción de BIM en las empresas constructoras de Corrientes es incipiente (**Figura 22**), una minoría de las firmas encuestadas afirma trabajar en BIM en la actualidad (9%). Sin embargo, lo que resulta destacable es que la mayoría de las empresas no usuarias manifiesta tener interés en trabajar en BIM (55%).

**Figura 22:**

*Utilización de BIM de las empresas encuestadas*

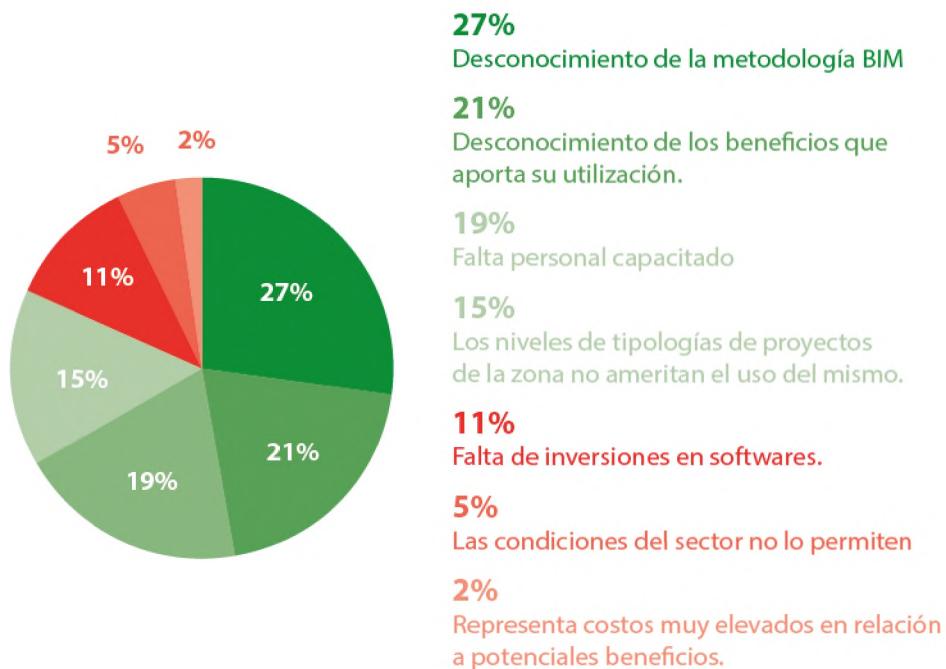


### Motivos de la No Utilización de BIM

Respondiendo a la pregunta por qué considera que no se utiliza BIM en su empresa, si bien las respuestas fueron variadas, en su gran mayoría las justificaciones se basaron en desconocimiento. El desconocimiento tanto de la metodología BIM en sí como el de sus beneficios suman un 48%, siguiéndole por la falta de personal capacitado con un 19% (**Figura 23**).

**Figura 23:**

*Motivos de la no utilización de BIM de las empresas encuestadas*

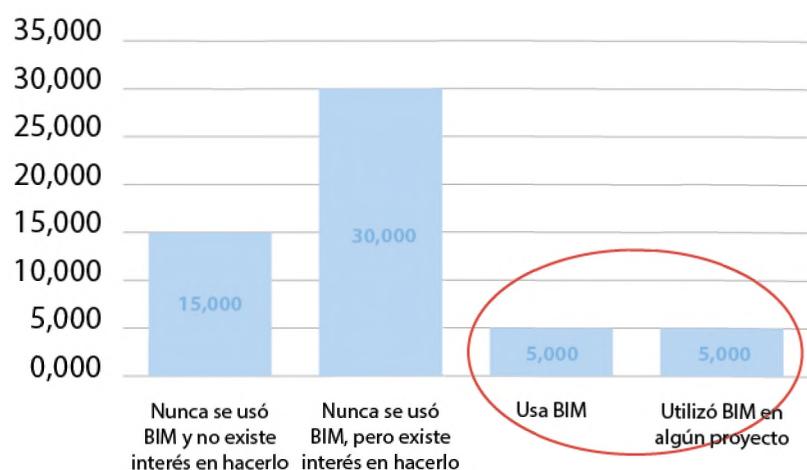


#### *Características de las Empresas Usuarias de BIM*

A continuación, se describen las respuestas obtenidas de la sección 2 del cuestionario, orientado solamente a las empresas que respondieron ser usuarias de BIM o que han utilizado BIM en algún Proyecto (**Figura 24**). El objetivo en esta sección fue analizar en qué medidas se están utilizando las metodologías BIM en las empresas constructoras de Corrientes y las características de su implementación

**Figura 24:**

*Cantidad y grado de utilización de BIM de las empresas encuestadas*



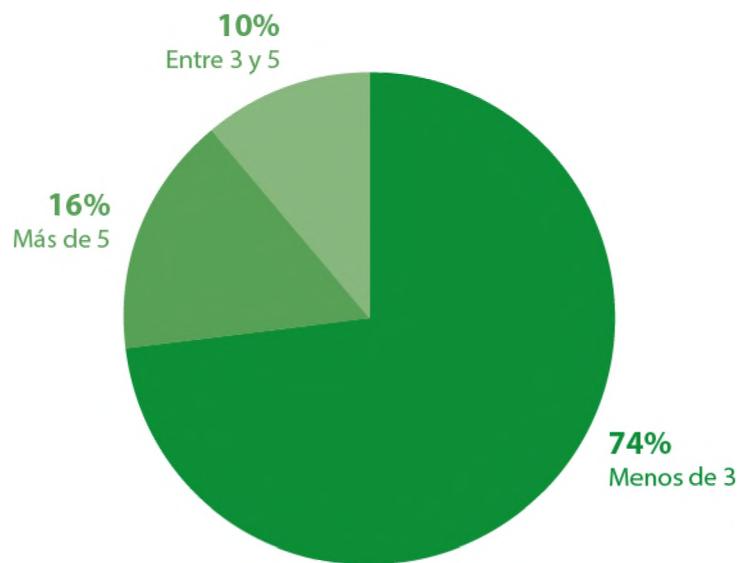
*Nota:* El gráfico representa en el eje vertical la cantidad de empresas y en el horizontal su grado de utilización de las metodologías BIM.

#### **Cantidad de Proyectos Ejecutados en BIM**

El 74% de los encuestados que han respondido ser usuarios de BIM, solamente utilizaron la metodología en menos de 3 proyectos, lo que refleja que esta metodología es aún nueva en Corrientes y que son pocos los proyectos confeccionados con BIM (**Figura 25**).

**Figura 25:**

*Cantidad de proyectos ejecutados con BIM de las empresas encuestadas*

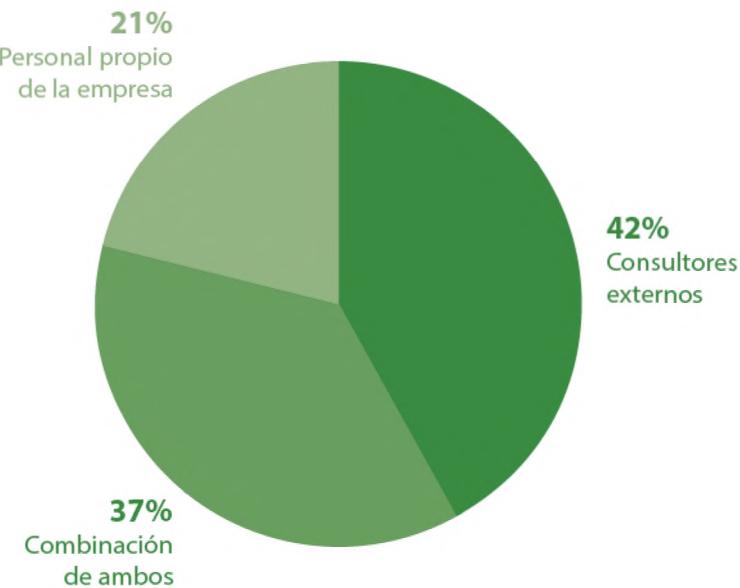


#### **Caracterización de los Proyectos Ejecutados en BIM**

En su gran mayoría (42%), los respondientes como ser usuarios de BIM afirman haber contratado servicios de Consultores Externos para la realización de proyectos BIM. Una minoría 21% respondió que los proyectos BIM han sido ejecutados por personal propio de la empresa y un 37% utilizó una combinación de ambos (**Figura 26**).

**Figura 26:**

*Caracterización de los proyectos ejecutados con BIM de las empresas encuestadas*

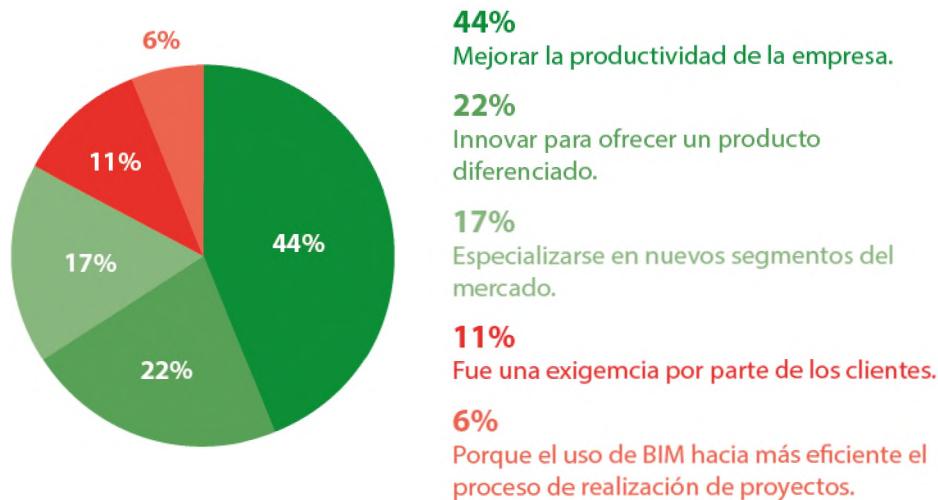


### **Motivaciones para comenzar a Utilizar la Metodología BIM**

Del análisis de las respuestas en esta sección, se concluye que la decisión de comenzar a utilizar la metodología BIM partió de las propias empresas usuarias de BIM, siendo el principal motivo la mejora en la productividad de la empresa (44%), siendo marginales los casos en que la adopción se vinculó al requerimiento de clientes (11%). La estrategia de ofrecer un servicio diferenciado y la perspectiva de especializarse en nuevos segmentos del mercado le siguieron en importancia. Y algunas empresas resaltaron que el uso de BIM hacía más eficiente el proceso de realización de los proyectos (**Figura 27**).

**Figura 27:**

*Motivaciones para utilizar la metodología BIM de las empresas encuestadas*



### **Estrategias Orientadas a la Implementación BIM**

La mayoría de las empresas encuestadas afirma que han desarrollado una estrategia propia orientada a comenzar a trabajar con BIM, básicamente a partir del fomento de las iniciativas de autoaprendizaje, lo que significa que cada profesional se capacitó individualmente. Luego un 30% plantea haber realizado capacitaciones y el 15% hizo referencia al uso de servicios de consultoría (**Figura 28**).

**Figura 28:**

*Acciones que realizó la empresa orientadas a la implementación BIM de las empresas encuestadas*



## Entrevista

A continuación, se nombran las empresas que respondieron a la encuesta como ser usuarias de BIM o haber utilizado la metodología en alguno de sus proyectos

- GINSA SA
- RIVERSIDE
- ECCIC SRL
- AET S.A.
- ESTUDIO INARQ SAS
- MACRO CONSTRUCCION SRL
- MECAR S.A.

- CIVILEC S.R.L.
- POZZER ALBERTO EMMANUEL

De las empresas detalladas anteriormente, si bien respondieron la encuesta como ser usuarias de BIM, algunas interpretan el uso de BIM como simplemente el modelado del proyecto, sin utilizarlo como una metodología de trabajo de plataforma colaborativa. Por este motivo, se realizó el análisis cualitativo descriptivo a través de encuestas a las empresas que a los fines del análisis de esta investigación describirían mejor las metodologías de trabajo.

Las empresas encuestadas fueron: GINSASA, RIVERSIDE, ECCIC SRL, AET y MECAR.

### **Resultados Obtenidos de la Entrevista**

Las entrevistas se realizaron en el periodo comprendido desde octubre del 2021 hasta febrero del 2022 y se orientaron a medir las capacidades organizacionales de las empresas constructoras que sí utilizan las metodologías BIM. Con el fin de asegurar la relevancia de las respuestas obtenidas sobre estas dimensiones del desarrollo organizacional, se especificaron criterios relativos a las funciones de los respondientes pertenecientes a las empresas relevadas. En específico la encuesta se orientó a propietarios, directivos, gerentes y/o coordinadores de áreas de proyecto, áreas técnicas, áreas vinculadas a obra y similares. Así las unidades de análisis fueron empresas marcando una diferencia en relación a otros relevamientos orientados a profesionales.

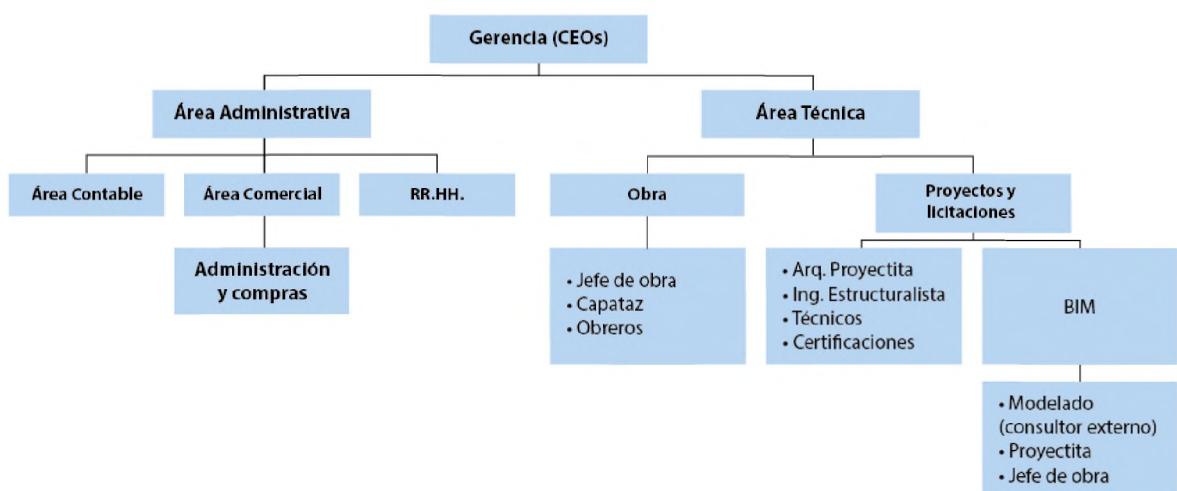
### ***Estructura Empresarial***

En cuanto a los Organigramas Empresariales de las empresas entrevistadas que son usuarias de BIM, como característica general se podría definir que están conformados

por un área gerencial y subdivido por departamentos con roles bien diferenciados y bien definidos. Un área administrativa, que tiene a cargo la parte contable y de recursos humanos y otra área técnica que se encuentra subdividida por proyectos y obras (**Figura 29**).

**Figura 29:**

*Organigrama general de empresas usuarias de BIM en Corrientes*



### **Implementación BIM**

Respondiendo a la pregunta de quien fue la iniciativa de implementar BIM y desde qué año, los respondientes coincidieron en que eran iniciativas de los Gerentes/Directivos, órdenes o “bajadas de línea” desde el año 2019 en adelante.

### **Planificación Estratégica para la Implementación BIM**

Si bien los entrevistados respondieron negativamente a la pregunta de si existió una planificación estratégica para la implementación BIM, respondiendo a los pasos que se siguieron para lograr la implementación, se establecieron los plasmados en la **Figura 30**.

**Figura 30:**

*Proceso general de empresas usuarias de BIM en Corrientes para la implementación BIM*



### ***Principales Barreras para la Implementación BIM***

Las empresas usuarias de BIM en Corrientes tuvieron que enfrentar diferentes desafíos, muchos de los cuales siguen en vigencia, que representaron y representan barreras para la implementación BIM. A continuación, se detallan las barreras que los entrevistados respondieron tener para la implementación BIM en orden de importancia:

- **FALTA DE TIEMPO:** En primer lugar, la mayoría de los entrevistados responden como principal barrera, la falta del tiempo necesario ya sea para capacitarse o para introducirse en los programas. Algunos alegan que lo tienen que realizar en horarios de trabajo, en los entre-tiempos que poseen mientras se avanzan con otros proyectos.

Los profesionales técnicos que se encuentran capacitándose, manifestaron que también se deben abocar a otros proyectos y necesidades de la empresa en simultáneo, lo cual dificulta la capacitación que demanda horarios y la aprobación de exámenes para poder avanzar con los cursos de las herramientas BIM.

- **FALTA DE PERSONAL CAPACITADO:** Los entrevistados manifestaron que, en Corrientes, la oferta de profesionales capacitados en BIM es muy escasa o nula. “En Corrientes no se encuentran Ingenieros o Arquitectos que trabajen con BIM”.
- **PRIORIDADES EN OTROS PROYECTOS DE ORDEN PÚBLICO:** Las empresas constructoras entrevistadas, argumentan que se dedican a obras tanto públicas como privadas, y manifestaron que, cuando tuvieron la iniciativa de comenzar a interiorizarse con las metodologías BIM, se presentaron los inconvenientes de tiempos y necesidades de otros proyectos en ejecución de orden pública en la que aún se utilizan tecnologías tradicionales, como ser planos en 2D, planillas de Excel y presentaciones en formatos diferentes a los que se utilizan en BIM.
- **NECESIDAD DE INVERSIÓN PARA CAPACITAR A LOS PROFESIONALES/CONTRATAR CONSULTORES EXTERNOS PARA MODELADO:**

Al no contar con personal capacitado en BIM, las empresas entrevistadas ven como una barrera la necesidad de capacitar a los profesionales lo que

conlleva a invertir en contratar consultores externos para realizar el modelado.

### ***Vencimiento de Barreras para la Implementación BIM***

Respondiendo a la pregunta de cómo han sido superadas las barreras para la implementación BIM, si bien entre las respuestas se encontraba que aún “las estamos superando”, otras se orientaron al proceso que atravesaron para enfrentarlas:

➤ **TIEMPO:**

Los entrevistados concuerdan que para superar las barreras de implementación BIM se necesita dedicación de tiempo para poder cargar la información de cada componente

➤ **ORGANIZACIÓN:**

Manifestaron que tuvieron que establecer días y horarios para dedicarle al estudio y capacitación en BIM, de manera tal que no lo superen las necesidades del “día a día” que abocan al rubro de la construcción.

➤ **CAPACITACIÓN:**

Los respondientes revelaron que fueron necesarias capacitaciones de los profesionales técnicos de la empresa para poder llevar adelante BIM.

➤ **COORDINACIÓN:**

Los entrevistados manifestaron que la coordinación entre los profesionales que utilizan BIM tanto dentro de la empresa como con los

consultores externos, fue una de las claves para poder desenvolverse con las metodologías BIM.

Declararon que fue necesaria la utilización del **Modelo Federado**, lo cual facilitó la organización de los archivos y la comunicación entre los distintos profesionales, la coordinación entre el diseño de arquitectura, el ingeniero estructuralista y otras especialidades, pero sobre todo el control de las interferencias y la detención de cualquier problema relacionado con el diseño.

➤ **CONTRATACIÓN DE CONSULTOR EXTERNO PARA EL MODELADO:**

Una de las empresas entrevistadas declaró que contratar un consultor externo para el modelado inicial de uno de sus proyectos, fue una de las claves para el inicio de la utilización de la metodología BIM en la empresa.

#### ***Etapas de Proyecto en las que se Utilizó BIM***

Entre las preguntas que se realizó a las empresas usuarias de BIM, fue en qué etapas del proyecto se utilizó BIM, a lo cual respondieron:

➤ **EN LA ETAPA DE PROYECTO SE UTILIZÓ BIM PARA:**

- Preparación de documentación para Licitaciones
- Detección de interferencias entre instalaciones
- Modelado en 3D para ventas

- Exportación de planos de diferentes rubros y especialidades
  - Cómputos y Presupuestos totales de obra
- EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN DE OBRA SE UTILIZÓ BIM PARA:
- Detección de interferencias entre instalaciones
  - Impresión de planos técnicos para el control de Obra
  - Cómputos diferenciados por rubros, por sectores y pisos.
- EN LA ETAPA DE MANTENIMIENTO SE PREPARA UTILIZAR BIM PARA:
- Se cargaron fichas técnicas de elementos que necesitarán un posterior mantenimiento con programación de los tiempos para reparaciones/reemplazos de elementos tales como bombas, ascensores, iluminación, etc.

### *Softwares que se Utilizan*

A continuación, se citan los softwares que los entrevistados respondieron como ser los utilizados para la metodología BIM:

- REVIT
- PLATAFORMA BIM 360
- CYPECAD
- OPEN BIM
- CONTROL P

➤ ARCHICAD

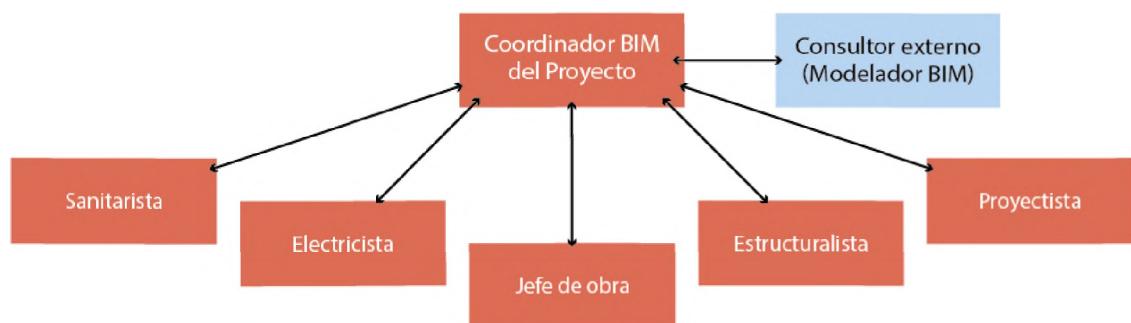
### ***Roles en la Implementación BIM***

Las empresas usuarias de BIM en Corrientes, manifiestan tener establecido un personal a cargo de los proyectos ejecutados con BIM, el cual denominaremos Coordinador BIM. Este rol se encuentra a cargo, por lo general, de Ingenieros Civiles o Arquitectos propios de la empresa. Ese personal, no solamente debe contar con conocimiento de las herramientas BIM, sino que además es el encargado de la comunicación con el consultor externo (en el caso de haber contratado la modelación BIM) y de comunicar las directivas al Ingeniero Estructuralista, Arquitecto Proyectista, Ingeniero Sanitarista, Ingeniero Electricista y cuantos actores o rubros involucrados de acuerdo a la envergadura de la obra existan (**Figura 31**)

En el caso de encontrar interferencias, por ejemplo, entre la estructura y los elementos sanitarios, se comunica al Coordinador BIM del proyecto, que es el encargado de revisar el modelado junto con el modelador BIM y luego comunicar las modificaciones realizadas nuevamente a todo el equipo.

**Figura 31:**

*Esquema general de Roles en la Implementación BIM de empresas constructoras de Corrientes*



### ***Comunicación y Plataformas BIM***

Se les consultó a las empresas entrevistadas, cuáles son los medios de comunicación que utilizan para llevar adelante los proyectos ejecutados con BIM, las respuestas fueron las siguientes:

- PLATAFORMA BIM 360
- Q-SYNC
- OPEN BIM
- MAILS

- PROCEDIMIENTO DE PROYECTOS BIM

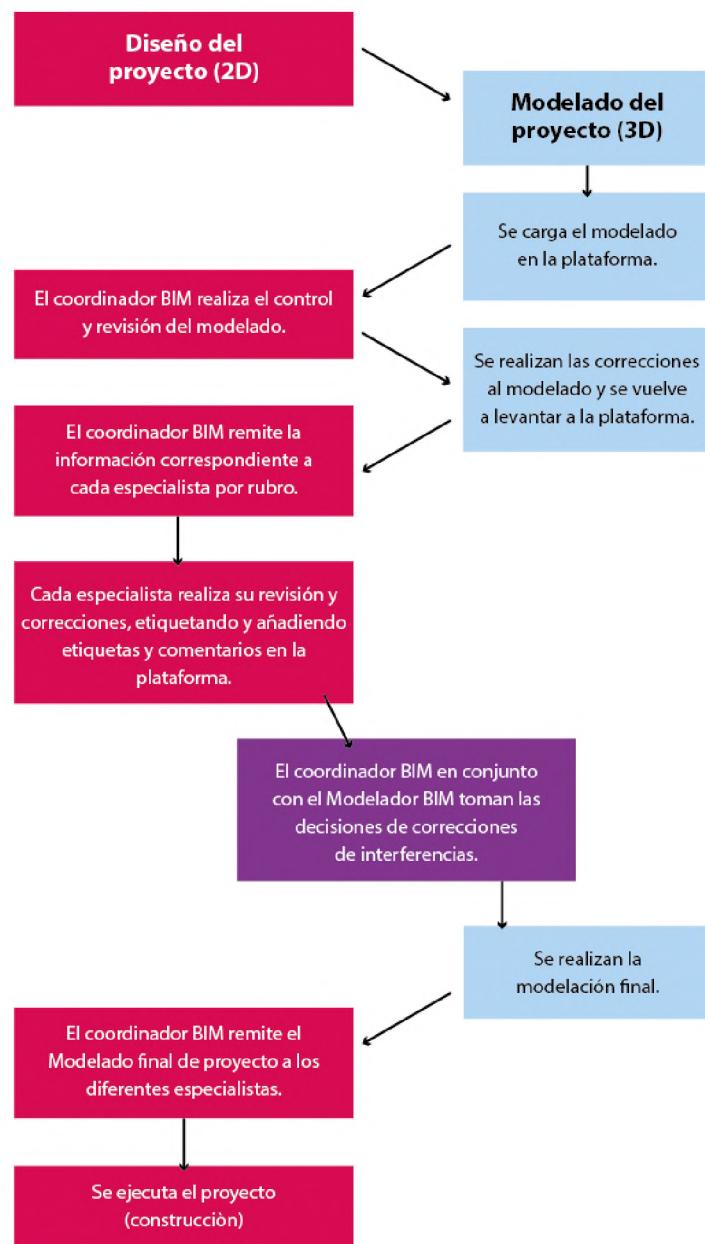
Las empresas encuestadas en su mayoría, reflejaron no tener un procedimiento establecido cuando deciden proyectar y ejecutar los proyectos en BIM. Sin embargo, la empresa GINSA S.A. pudo explicar el proceso que abarcan los proyectos que han sido ejecutados en BIM, el cual se puede visualizar en la **Figura 32**

**Figura 32:**

*Proceso de ejecución de Proyectos BIM de empresa constructora de Corrientes*

**Referencias:**

- **Modelador BIM (extrerno)**
- **Empresa (interna)**



### ***Beneficios Percibidos al Usar BIM***

Respondiendo a la pregunta cuáles fueron los beneficios percibidos al usar BIM, las respuestas fueron las siguientes:

- Visualización 3D
- Agilidad para realizar cambios en el proyecto
- Detección temprana de interferencias
- Cómputos diferenciados por rubros y etapas
- Mejoras en la interpretación y solución de problemas
- Disminución de tiempos en documentación y en Obra
- Facilidad en la exportación de planos
- Mejoras en los detalles constructivos
- Planos georreferenciados
- Celeridad en el manejo de la información
- Mejoras en la organización y formas de trabajo
- Fluidez en la comunicación con el personal interviniente.

### **Análisis Crítico de los Resultados**

Previo a realizar conclusiones finales, resultó conveniente efectuar un análisis crítico sobre la forma en que las empresas correntinas implementan BIM y lo que a juicio propio podría mejorarse, integrando la experiencia profesional de la Ingeniería Civil, las sapiencias generales adquiridas en la Maestría de Gestión Empresarial de la Universidad Nacional del Nordeste, los conocimientos específicos obtenidos sobre BIM y la actual realidad local reflejada en las encuestas.

La respuesta negativa ante la pregunta acerca de la existencia de una planificación estratégica para la implementación BIM, deja en evidencia la principal problemática que presentan las empresas correntinas cuando desean innovar con BIM. Si bien las empresas que ya lo han implementado presentan un patrón en cuanto a los pasos que siguieron para realizarlo, lo cual es destacable ya que tuvieron que afrontar diversos desafíos para poder llevarlo a cabo, la falta de planeación estratégica para la implementación de BIM expone una serie de cuestiones que son necesarias abordar.

En primer lugar, la respuesta mayoritaria a la pregunta de la estrategia orientada al inicio de los trabajos con BIM, fue a partir del fomento de las iniciativas de autoaprendizaje, lo que significa que cada profesional se capacitó individualmente. Esto es nuevamente el reflejo de la ineficiencia en la planeación estratégica, ya que los técnicos se capacitan por si solos, de manera individual sin comunicación entre todos los involucrados del proyecto y si bien poseen el apoyo de los directivos para fomentar este autoaprendizaje, no existe una decisión gerencial que ordene a las líneas de los cargos jerárquicos inferiores a que los nuevos proyectos se realicen con BIM.

Uno de los principales desafíos que enfrentan todas las empresas que desean implementar BIM, es la falta de profesional capacitado. Para ello, recurren a capacitaciones individuales de los técnicos o recurren a consultores externos, lo cual si las capacitaciones no son realizadas de manera correcta podrían generar problemas ya que uno de los principales beneficios de BIM es el trabajo colaborativo y si el personal de la empresa no posee las aptitudes para comprender los trabajos realizados por los consultores, se estarían generando ineficiencias en costos y tiempos improductivos.

Además, la mayoría de las empresas entrevistadas coincide que la falta de tiempo es la principal barrera o problemática que poseen una vez tomada la decisión de implementar BIM. Es decir, el deseo de adoptar BIM existe, pero la vorágine del día a día de las empresas constructoras no les permite detenerse a planificar y mucho menos capacitarse y cambiar la forma actual de trabajo por una nueva.

Otro factor que resulta inevitable no mencionar es la respuesta de las empresas usuarias de BIM que es el desconocimiento del mismo, lo que podría estar relacionado con las falencias en la implementación de BIM. Si los altos mandos jerárquicos conocieran en profundidad las ventajas competitivas que trae la implementación de BIM, no dudarían en adoptar medidas para su correcta planificación e implementación.

Finalmente, se podría decir que las problemáticas que actualmente abordan las empresas constructoras correntinas al implementar BIM no son técnicas, sino que son gerenciales. Es necesario que los altos cargos jerárquicos sean los primeros en capacitarse acerca de BIM y conocer sus beneficios, para poder tomar una decisión y luego de un análisis de la situación actual, establecer una estrategia sólida que pueda ser transmitida a los cargos técnicos inferiores.

Es necesario que cuenten con una dirección clara y concisa, analizando procesos y decidiendo cuales son los pasos necesarios para alcanzar las metas establecidas.

Una vez definido que la alternativa para la correcta implementación de BIM es a través del gerenciamiento, es necesario aclarar que es una tarea compleja ya que involucra el ordenamiento y coordinación de personas, procesos y herramientas. Por este motivo, a continuación se presenta un mapa estratégico seguido de un manual de funciones, ambos de elaboración propia, que permita orientar a las empresas constructoras correntinas en la implementación de metodologías BIM en la gestión estratégica de proyectos. Es necesario tener en cuenta, que ambos son propuestas que deben ser adaptadas y personalizadas según las necesidades y características específicas de cada proyecto y organización.

### **Mapa Estratégico para la Implementación BIM en Empresas Constructoras**

#### ***Objetivo BIM ⇔Conocimiento ⇔Capacitación Gerencial***

Para que un deseo se convierta en acción tiene que existir una decisión segura y concisa y ese deseo debe estar clarificado.

El primer paso entonces es eliminar todo tipo de dudas que puedan existir acerca de la conveniencia o no de la implementación de BIM. Para que esto ocurra es necesario que los altos cargos jerárquicos sean los primeros en capacitarse en BIM. De esta manera, al conocer sus verdaderos beneficios en cuanto a los aspectos técnicos, administrativos, operativos, organizacionales, financieros y además existe una gran posibilidad inminente de que próximamente sea obligatoria su aplicación en nuestro país como lo es en otras partes del mundo. Así, tendrán mayor seguridad para poder tomar la decisión inicial de adoptar BIM.

Cabe aclarar que las capacitaciones de los mandos gerenciales serán de distinta tipología y duración que las destinadas hacia los técnicos y aún más diferentes a las formaciones que necesita un modelador BIM. Las mismas deben ser cortas, concisas y estar destinadas a contestar dos simples preguntas: ¿por qué usar BIM? y ¿para qué utilizar esta metodología?

### ***Contratación de BIM Manager***

Para dar los primeros pasos en BIM, se ve necesario la contratación de profesionales capacitados y con experiencia en proyectos BIM. Estos serán los responsables de acompañar tanto a los gerentes operativos como a los técnicos en los pasos siguientes para coordinar y operar con los hitos necesarios para alcanzar la Visión BIM acorde con la empresa.

### ***Análisis de la Situación Actual***

Es muy importante realizar una examinación de las condiciones en las que se encuentra la empresa tanto de manera interna como externa.

**-Análisis micro ↔ interno.** Es necesario conocer los recursos actuales que posee la empresa en cuanto a:

- **Recursos Humanos.** Determinar la cantidad de técnicos que poseen experiencia en BIM y su grado de conocimiento, cómo está conformado el equipo de trabajo técnico, cuáles son sus roles, actividades existentes y de qué manera está constituido el flujo de trabajo actual.
- **Recursos Tecnológicos.** Una vez capacitados los cargos gerenciales podrán determinar cuáles son los softwares y hardware que posee la empresa y que podrían ser empleados para el manejo de datos en BIM.

- **Recursos Económicos.** Realizar un análisis general de la situación financiera de la empresa para poder destinar un presupuesto orientado a capacitaciones, inversiones en softwares y sobre el tiempo.
- **Recursos Operacionales.** Una de las problemáticas principales de las empresas constructoras es la falta de tiempo, por este motivo es necesario establecer en qué situación se encuentra la empresa en cuanto a cantidad de obras en proyección y/o ejecución y determinar el momento óptimo para realizar las capacitaciones y en qué proyectos se comenzará a implementar BIM.

**-Análisis macro ↔ externo.** Resulta necesario identificar y analizar factores externos a la empresa para poder confrontarlos con las capacidades de la organización

- **Recursos Humanos Externos.** Muchas empresas constructoras emplean como metodología de trabajo la contratación de servicios externos, como ser la realización de proyectos o la construcción de algunas partes de la obra (estructura, instalaciones sanitarias, eléctricas, entre otras).  
Establecer si es necesaria la contratación de algún tipo de consultoría, evaluar la disponibilidad de estos consultores y por sobre todo si estos se encuentran capacitados en BIM, para que el trabajo sea verdaderamente colaborativo.
- **Recursos Tecnológicos Externos.** es necesario establecer las plataformas que se van a utilizar, las exigencias de conectividad y que todos los stakeholders tengan acceso a las mismas.

## ***Visión BIM***

Es necesario establecer una visión con valores, metas y objetivos estratégicos, basado en las necesidades de cada empresa.

Luego de que los altos cargos jerárquicos conozcan los beneficios que BIM aportará a la empresa, ya se encuentran en condiciones para poder establecer los principales elementos para la transformación BIM.

Los líderes ejecutivos deben establecer metas claras y concisas a corto, mediano y largo plazo, que estén bien articuladas y comunicadas con toda la empresa.

Los objetivos deben tener la mayor definición posible de manera que puedan ser bien comunicados y facilite su ejecución en todos los rangos. Así, toda la empresa puede estar hablando en el mismo “lenguaje BIM”.

## ***Planificación BIM***

En esta instancia es necesario designar e involucrar al BIM LEADER, será un agente perteneciente a la empresa encargado y responsable de controlar la correcta implementación de BIM dentro de la empresa

El BIM LEADER, junto con el BIM MANAGER serán los encargados de diseñar el proceso de implementación.

En esta etapa se determina cómo estarán distribuidos los roles y las responsabilidades entre los distintos actores involucrados con BIM tanto fuera como dentro de la empresa como ser: diseñadores/modeladores BIM, jefes de obra, jefe de compras, calculista, sanitaria, subcontratistas, etc.

Aquí se define la infraestructura necesaria para la implementación y se realizan todas las inversiones necesarias que fueron analizadas en la etapa de “Análisis de la Situación Actual”, es decir inversiones en capacitaciones, compras de hardware, softwares, mobiliarios, etc.

### ***Manual de Procedimiento***

De acuerdo a las necesidades, características y tamaño de cada empresa, el BIM MANAGER, junto con el BIM leader deben elaborar un Manual de Procedimiento.

Este manual debe contener todas las normas, pautas e información necesaria acerca de cómo proceder en todas las operaciones vinculadas con BIM.

El manual de procedimiento busca unificar la metodología de trabajo de manera que el BIM leader es el responsable de verificar que todo lo ejecutado se elabore cumpliendo con las normas establecidas en este manual y por sobre todo cumpliendo con los formatos tales que permitan el trabajo colaborativo y en simultáneo.

Este manual debe contener un plan de comunicación, en el cual se detalla de qué manera se producirá el intercambio de información.

Además, se atribuyen los niveles de detalle esperados y del contenido de los documentos.

### ***Entrenamiento BIM***

Luego de haber realizado todos los análisis y las planificaciones, contando con los recursos necesarios, la empresa ya se encuentra en condiciones de realizar todas las capacitaciones requeridas.

Cabe destacar que estas capacitaciones no solamente involucran a los softwares de modelación y diseño y a las personas responsables en éstas áreas, sino que involucra a todos los

agentes involucrados en todo el proceso. Por este motivo, las capacitaciones se deben realizar a nivel general, instruyendo la correcta aplicación del Manual de Procedimiento y el cumplimiento con la visión y objetivos BIM.

### ***Implementación***

En esta etapa se realiza la ejecución propiamente dicha, se puede tomar un proyecto piloto, donde se apliquen todas las etapas anteriores, estableciendo y dejando en claro los roles y responsabilidades de cada uno.

En esta etapa el cumplimiento de las tareas estará a cargo del BIM LIDER, quien será el responsable de la correcta ejecución de las mismas en tiempo y forma y por sobre todo que cumplan con las normas establecidas en el Manual de Procedimiento

### ***Evaluación de Contingencias***

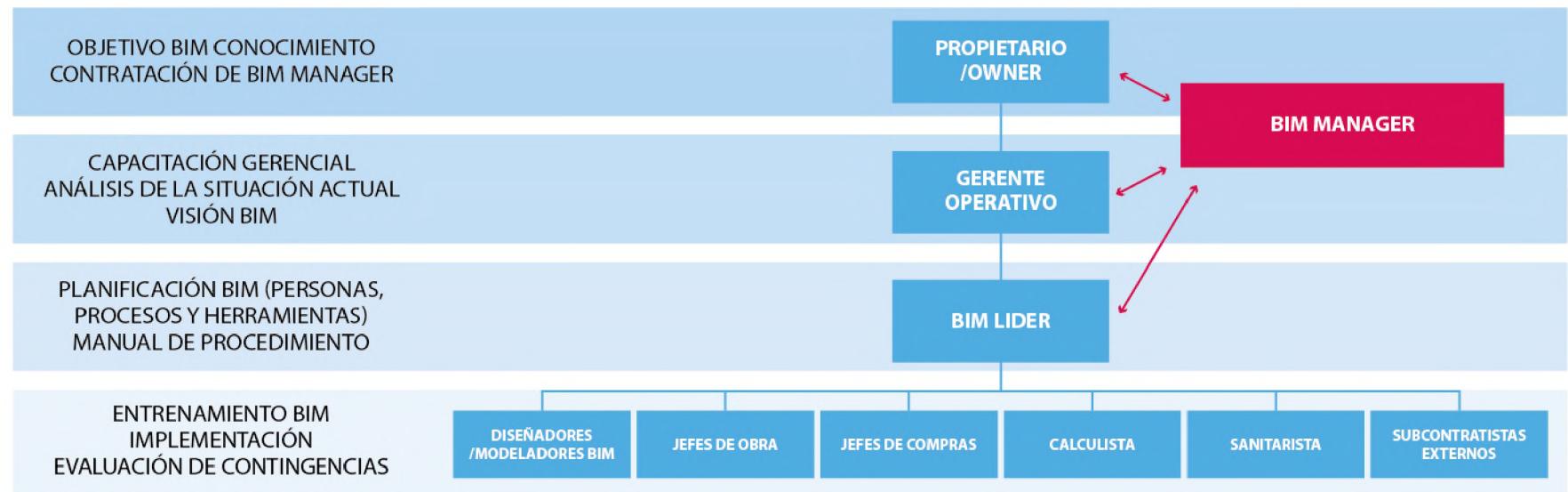
En esta etapa se evalúan todos los desvíos producidos, en cuanto al nivel del cumplimiento acorde con la visión BIM.

Aquí se plasman los errores y las inadvertencias presentadas, para que en el futuro puedan ser correctamente ejecutadas.

En la **Figura N°33**, se puede observar el mapa estratégico propuesto, con el objetivo de orientar a las empresas constructoras a dar sus primeros pasos en BIM.

**Figura 33:**

*Mapa estratégico para la implementación BIM en empresas constructoras*



## **Manual de Funciones del Proyecto BIM**

### ***Propietario/Owner***

- Participar en capacitaciones generales sobre BIM (Conocimiento BIM).
- Tomar la decisión de implementar el Proyecto BIM.
- Contratar los servicios del BIM Manager.

### ***BIM Manager***

- Realizar análisis de la situación actual de la empresa.
- Realizar análisis macro externo relacionado con BIM.
- Participar en capacitación gerencial relacionada con BIM.
- Crear la visión BIM para la empresa.
- Planificar la implementación de BIM en la empresa.
- Coordinar y gestionar el equipo de proyecto BIM.
- Desarrollar y mantener los protocolos y estándares BIM.
- Supervisar y asegurar la calidad de los modelos y datos BIM.
- Gestionar la información y la colaboración entre los diferentes actores del proyecto.
- Asesorar y capacitar al personal en el uso de herramientas y metodologías BIM.
- Mantenerse actualizado sobre las últimas tendencias y avances en BIM.
- Participar en el Entorno Colaborativo.

- Brindar los requisitos de información del cliente.
- Realizar evaluación de contingencias.

### ***Gerente Operativo***

- Participar en capacitación gerencial relacionada con BIM.
- Realizar análisis de la situación actual de la empresa.
- Establecer la visión BIM para el proyecto.
- Dirigir y supervisar la implementación del Proyecto BIM.
- Planificar las actividades del proyecto BIM.
- Crear un manual de procedimientos para el proyecto BIM.
- Coordinar las actividades del equipo de proyecto.
- Controlar el cumplimiento de los plazos y los recursos asignados.
- Realizar seguimiento y control de calidad del proyecto BIM.
- Tomar decisiones estratégicas y resolver conflictos.

### ***BIM Líder***

- Participar en la planificación del proyecto BIM.
- Crear un manual de procedimientos para los procesos, personas y herramientas relacionados con BIM.
- Coordinar y liderar el equipo de diseño y modelado BIM.
- Supervisar y asegurar la calidad de los modelos y datos BIM.

- Desarrollar y mantener los estándares y protocolos BIM.
- Colaborar con el Director Técnico BIM en la implementación del BIM Execution Plan (BEP).
- Supervisar a los diseñadores/modeladores BIM, jefes de compras, calculistas, sanitarios, subcontratistas, etc.
- Participar en reuniones con el cliente y el equipo de diseño del proyecto.
- Realizar entrenamientos BIM para el personal que supervisa.
- Evaluar contingencias relacionadas con el proyecto BIM.

#### ***Diseñadores/Modeladores BIM***

- Crear y desarrollar los modelos BIM de acuerdo con los estándares y protocolos establecidos.
- Colaborar con otras disciplinas y actores del proyecto para la integración de los modelos.
- Asegurar la calidad y precisión de los modelos BIM.
- Realizar revisiones y correcciones de los modelos según las especificaciones del proyecto.
- Participar en reuniones de coordinación y resolución de conflictos.

#### ***Jefes de Obra***

- Coordinar y supervisar la ejecución de las obras según los modelos BIM.
- Controlar el cumplimiento de los plazos y los recursos asignados.

- Realizar seguimiento y control de calidad durante la construcción.
- Resolver problemas y conflictos en la obra.
- Colaborar con el equipo de diseño y modelado BIM en la coordinación de los trabajos.

### ***Jefes de Compras***

- Coordinar la adquisición de materiales y servicios necesarios para el proyecto BIM.
- Realizar el seguimiento de los proveedores y subcontratistas.
- Asegurar el cumplimiento de los estándares y requisitos establecidos en el proyecto.
- Negociar contratos y acuerdos con proveedores.
- Controlar los costos y plazos de entrega de los materiales y servicios.

### ***Calculista***

- Realizar los cálculos estructurales y análisis necesarios para el proyecto BIM.
- Colaborar con el equipo de diseño y modelado BIM en la integración de los cálculos en los modelos.
- Verificar la precisión y calidad de los cálculos realizados.
- Realizar revisiones y correcciones de los cálculos según las especificaciones del proyecto.

- Participar en reuniones de coordinación y resolución de problemas relacionados con los cálculos estructurales.

### ***Sanitarista***

- Diseñar y modelar las instalaciones sanitarias del proyecto BIM.
- Colaborar con el equipo de diseño y modelado BIM en la integración de las instalaciones sanitarias en los modelos.
- Asegurar la correcta implementación de las normativas y estándares sanitarios en el diseño.
- Realizar revisiones y correcciones de los diseños sanitarios según las especificaciones del proyecto.
- Participar en reuniones de coordinación y resolución de conflictos relacionados con las instalaciones sanitarias.

## **Conclusiones y Recomendaciones**

### **Conclusiones**

Al inicio de la presente tesis se presentaba la principal presunción “Desaprovechamiento de las ventajas de utilizar la metodología BIM en empresas constructoras de la ciudad de Corrientes”, lo que originaba una serie de premisas referentes a los motivos de su no utilización centradas en: desconocimiento, fallas organizacionales y el nivel de tipologías de proyectos de la zona que ameriten la utilización del mismo.

Respondiendo a la primera premisa, y atendiendo a la precedente investigación, solamente un 5% de la muestra aseguró conocer “en profundidad” BIM. Esto reafirma lo mencionado con anterioridad acerca de la ignorancia generalizada que existe acerca de la metodología BIM, principalmente el desconocimiento de los beneficios económicos que la misma conlleva, lo cual sería de gran interés para los propietarios y los gerentes (entre otros) de las empresas constructoras.

No obstante, cabe aclarar que en Corrientes existen empresas que utilizan programas pertenecientes a la familia de herramientas de procesamientos de datos BIM, los mismos no son utilizados como metodología de trabajo integrativo, ni tampoco poseen un sistema de información asociado, lo que deja en claro el desaprovechamiento integral de la metodología.

Con respecto a las características organizacionales de las empresas constructoras correntinas, luego de haber realizado un análisis del sistema de funcionamiento de los procedimientos con BIM en las empresas donde ya están siendo implementados, se evidencia una falta de planificación estratégica, lo cual se traduce en una carencia de gestión administrativa vinculada con BIM. Aún así es loable la labor que han realizado estas empresas al ser pioneras

en la adopción de las metodologías BIM en la zona, rompiendo paradigmas y enfrentando diversas barreras, las cuales permitieron llevar adelante esta investigación, identificando patrones que relacionaron los procedimientos técnicos y flujos de trabajos que los llevaron a esos resultados.

En cuanto al nivel de tipologías de proyectos existentes en la zona, un 15% de los encuestados afirmó que la complejidad de los trabajos constructivos que se realizan en Corrientes no amerita las inversiones en BIM. Sin embargo, la existencia de empresas que se encuentran utilizando BIM en proyectos locales denotan que es factible su implementación. Además, este sector de la muestra reafirma la hipótesis principal, debido a que todo proyecto de construcción (independientemente de su tipología), involucra a varias áreas y personas afectadas por el proceso, y al no trabajar con BIM, se encuentran desaprovechando sus potenciales beneficios.

A través de estos meses de investigación acerca de la implementación de las metodologías BIM, se encontró una bibliografía extensa en tesis doctorales y publicaciones de carreras de arquitectura e ingeniería, abordadas desde el punto de vista netamente técnico. Asimismo, de lo observado en el comportamiento de las empresas correntinas, las estrategias de autoaprendizaje en BIM son iniciativa de los técnicos que conforman la empresa, no existe una planificación organizacional. Sin embargo, la implementación de BIM dentro de las empresas no es una cuestión técnica, es más bien una cuestión gerencial. La planificación estratégica, la correcta toma de decisiones, la administración de recursos humanos, los sistemas de gestión administrativa, la administración operativa, son las cuestiones claves en esta problemática. Por este motivo, se concluye que para dar los primeros pasos en BIM dentro de la empresa, es necesario abordar la estrategia desde el punto de vista de la gestión empresarial.

Finalmente, se considera que con este trabajo de tesis perteneciente a la “Maestría de Gestión Empresarial” de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional del Nordeste se ha logrado visibilizar como problemáticas, no solo una falta de planificación estratégica para implementar BIM por parte de los mandos gerenciales de las empresas correntinas, sino también la existencia de empresas que por su desconocimiento aún no dan sus primeros pasos en esta metodología. Esto demuestra que las empresas constructoras de esta ciudad, año tras año, están perdiendo los beneficios que ya han sido estudiados y demostrados en otras partes del mundo, lo que se traduce en un costo, no solamente empresarial sino además social. No es futurología, es el presente de la gestión de la construcción y Corrientes seguirá quedando en el pasado, si no toma medidas inmediatas al respecto.

### **Recomendaciones**

En cuanto a los pasos o fases a seguir por las empresas constructoras para implementar BIM, los mismos se encuentran plasmados en el Mapa Estratégico para la Implementación BIM. Cuestiones claves como las capacitaciones gerenciales, el correcto análisis de la situación actual de cada empresa de manera interna y externa, la definición de una clara visión BIM, las formaciones profesionales y el correcto seguimiento las etapas operativas, son cruciales.

Con respecto a una de las principales barreras mencionadas en las empresas acerca de la falta de profesionales capacitados en BIM en la zona, es inevitable realizar una observación al respecto. Actualmente, en las facultades y universidades de la zona no dictan capacitaciones en tecnologías BIM. Lo recomendable sería que los profesionales egresados de las facultades de arquitectura e ingeniería, egresen de las universidades con capacidades de realizar diseños colaborativos, en red, detectar interferencias en las etapas de proyecto y sean capaces de abordar los retos tecnológicos que se presentan con BIM. Asimismo, en las facultades de ciencias

económicas vinculadas a la administración empresarial, podrían incorporar a las metodologías BIM como metodologías de trabajo colaborativas y como un nuevo sistema de gestión de la información vinculada con la gestión empresarial de compañías de construcción.

Ineludiblemente no se puede dejar de mencionar la necesidad de la participación del Estado para el fomento de la aplicación de estas metodologías. El rubro de la construcción representa uno de los principales sectores impulsores del movimiento y aumento de la economía del país. Estas metodologías disminuyen tiempos y costos operativos, el Estado debería fomentar su implementación, exigiendo mayores capacitaciones en las universidades, exigiendo pautas de diseños con BIM en los pliegos licitatorios e incentivar programas para el mantenimiento operativo de las edificaciones con BIM.

### Referencias Bibliográficas

- Aguilera, T., Alarcón, M., Bravo, J., Bustos, C., Eliash, A., Fabrio, S., Gálvez, C., Herrera, R., Lira, H. y Mella, J.(2017). *Guías para la adopción BIM en las organizaciones*. BIM Forum Chile
- Akintoye, A., and Fitzgerald, E. (2000). *A Survey of Current Cost Estimating Practices in the UK*. Construction Management & Economics, 18(2): 161-172.
- AUGI Autodesk User Group International (2013). *What's new from Autodesk 2014*. Autodesk University. Recuperado de <https://www.augi.com/augeworld/year/2013>
- Barlish, K., Sullivan, K. (Julio 2012). *How to measure the benefits of BIM - A case study approach*. Automation in construction. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.02.008>
- Bryde, D., Broquetas, M., Volm, J.M. (2013), The project benefits of Building Information Modelling (BIM). *International Journal of Project Management*. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- Cappuyns Jordán, María (2019). *Estudio de Implementación de Herramientas BIM en una Ingeniería*. (Grado en Ingeniería de tecnología Industrial). Universidad Politécnica de Catalunya.
- Chandler, A. D. (1962). *Strategy and Structure. Chapter in the History of the Industrial Enterprise*. Cambridge: The MIT. Press
- Choclán G. y Sánchez V. (2017). *Definición de Roles en Procesos BIM*. EsBIM. <http://www.esBIM.es>
- CM Eastman, C Eastman, P Teicholz, R Sacks, K Liston (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. [books.google.com](http://books.google.com)

- Compadre del Rio, C. (2018). *Guía para la redacción de un BEP para el desarrollo de un proyecto en BIM. Aplicación para un proyecto de instalaciones en un edificio inteligente.* (Trabajo Fin de Grado). Universidad Carlos III de Madrid. Departamento de Tecnología Electrónica
- Cordero, L. (2015). *BIM, la metodología de trabajo que nos acecha.* Técnica Industrial, 2015. cype.net
- Da Vinci Ingeniería (2021). *Estrategia BIM para Colombia.* Davincingeniería.com.  
<https://www.davinci.com.co/innovacion/bim-en-colombia/>
- Esparza, J. (2014). *Introducción a la planeación estratégica en el SP.*  
<http://web.uqroo.mx/archivos/jlesparza/mesp112/1.1%20Aspectos%20teoricos.pdf>
- Eyzaguirre, V. (2015). *Potenciando la capacidad de análisis y comunicación de los proyectos de construcción, mediante herramientas virtuales BIM 4D durante la etapa de planificación* (Tesis de fin de grado). PUCP. Perú  
*gestión de mantenimiento hospitalario.* Anuario de administración y tecnología para el diseño). Páginas 141-147. Año 21, número 21 (abril-diciembre de 2020)
- Jackson,, S. (2002). *Project Cost Overruns and Risk Management.* (Proceedings of the 18th Annual). ARCOM Conference, Glasgow.
- Jurado, C. y Alva, C. (2016). *Valor real para el cliente de la gestión BIM (preconstrucción virtual) en proyectos de edificaciones.* (Tesis de Máster en Dirección de Empresas). Universidad de Piura. Programa de Alta Dirección. Lima, Perú
- Koontz, H., & Weihrich, H. (2008). *Administración: una perspectiva global.* McGraw-Hill
- Lacaze, Laura (2020), *Panorama BIM Argentina: Perspectiva de las empresas del sector.* BIM Forum Argentina.

- MacLeamy, P. (2010). *The Future of the Building Industry (5/5): BIM, BAM, BOOM!* Vídeo tomado de <https://www.youtube.com/watch?v=5IgdcCemevI>. El 8 de octubre de 2019.
- Matarrita Chaves, Rosa María, 2020, *Building Information Modeling (BIM) En la*
- Mayorga, Rubén (28 de mayo 2020). *Introducción al mundo BIM: ¿Qué NO es BIM?*
- Mayorgaarquitectura.com <https://www.mayorgaarquitectura.com/post/que-no-es-BIM>
- Messner, J., Anumba, C., Dubler, C., Goodman, S., Kasprzak, C., Kreider, R., Leicht, R., Saluja, C., Zikic, N. (2011). *The Pennsylvania State University, BIM Project Execution Planning Guide.* (Version 2.1. 2011). Pennsylvania State University
- Moeller, R. R. (2011). *COSO enterprise risk management: understanding the new integrated ERM framework.* Wiley.
- Morales, L., Ariza, E., Rodríguez, D., Sánchez, L., Jaimez N., Hurtado, J., Villa, N., Rojas, G., Jimenez, M., Gómez, A., Giraldo, D., Cárdenas, J. y Rojas, J.(2014). *BIM Kit: Guías para la adopción BIM en las organizaciones.* BIM Forum Colombia. Cámara Colombiana de la Construcción.
- Murcio, M. (2013). *Análisis y diseño estructural utilizando modelo BIM.* Universidad Nacional Autónoma de México
- Oberlender,, G., and Trost, S. (2001). Predicting Accuracy of Early Cost Estimates Based On Estimate Quality. *Journal of Construction Engineering and Management* .127(3): 173-182.
- Paladin, A., Szuchman, S., Pasini, M., Grandotto, P., Marazzi, J., Morales, R., Alvarez, J., Maggiolo, F., Veiga, B. (2019). *Guía de Implementación de Metodologías BIM.* Ministerio de Obras Públicas - Programa SIBIM.

Porter, Michael E. (1985). *Estrategia competitiva: Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia*. México: Editorial Continental.

Quintanilla, Sergio (Agosto 2017). ¡BIM-BAN-BOOM! La onda expansiva del diseño y modelado virtual". *Revista Mundo HVAC&R*.

<https://www.mundohvacr.com.mx/2017/08/BIM-ban-boom-la-onda-expansiva-del-diseno-modelado-virtual/>

Raja R A Issa; Wei Wu. (2014). *Key Issues in Workforce Planning and Adaptation Strategies for BIM Implementation in Construction Industry*.

Robbins, S. P., & Coulter, M. (2017). *Administración*. Pearson Educación.

S.p.A. ACCA software (julio 16, 2021). *Qué son los modelos federados BIM: características, ventajas, y herramientas operativas*, 2021, ACCA software S.p.A.  
[\(https://biblus.accasoftware.com/es/que-son-los-modelos-federados-bim/\)](https://biblus.accasoftware.com/es/que-son-los-modelos-federados-bim/)

Sacks, R. (Octubre 2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*, WILEY.

Sacks, R., Barak, R., & Pihlak, M. (2018). *Strategic planning for BIM adoption in construction projects*. Engineering, Construction and Architectural Management, 25(9), 1152-1171.

Sánchez Ortega, Agustín Blanca (12 de septiembre de 216). *BIM y Las 7 Dimensiones*. Espacio Bim. <https://www.espacioBIM.com/BIM-3d-4d-5d-6d-7d/>

Sánchez, C. (11 de febrero de 2020). *Ejemplos de Referencias Bibliográficas APA*. Normas APA (7ma edición). <https://normas-apa.org/referencias/ejemplos/>

Smith, D and Tardif, M. (2009). *Building Information Modelling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers.*

Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc

Stephen A. Jones (enero 2014). *The Business Value of BIM for Construction* (p. 20).

SmartMarket Report. McGraw Hill Construction Research & Analytics.

Succar, B. (2010), *The five components of BIM performance measurement*. CIB World Congress  
www.academia.edu.

T. Casellas Ramon. (2016) *PRIMER PASO, BEP*. MSI Studio.

<http://www.BIMbarcelona.com/primer-paso-bep/>.

Tala González, Nayib (2019). *BIM un camino hacia la innovación y la competitividad*.

Ministerio de Economía y Finanzas de Perú.

[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/capacitacion/20190318/](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacitacion/20190318/)

Touran, A. (2003). *Calculation of Contingency in Construction Projects*. IEEE Transactions on Engineering Management 50(2): 135-140.

Vásquez, Juan C., (2006). *Aplicación del Lean Design en proyectos de edificación*. (Tesis para optar grado de Ingeniero Civil). PUCP, Lima – Perú.

Zaje, Sebastian (2011). *Modelos de información para la Construcción de BIM*. (Presentación PowerPoint. California: Autodesk

**Anexo I: Encuesta**

# BIM en empresas constructoras de Corrientes

Encuesta para Tesis de Maestría en Gestión Empresarial de la Universidad Nacional del Nordeste

---

\*Obligatorio

1. Nombre de la Empresa o Razón Social \*

---

2. Nombre y Apellido \*

---

3. Correo electrónico

---

4. Cargo que ocupa \*

---

5. Actividad Principal de la Empresa \*

Selecciona todos los que correspondan.

- Construcción
- Desarrollo Inmobiliario
- Diseño
- Servicios Especializados
- Mantenimiento/Refacciones

6. Tamaño de la Empresa en función a Cantidad de Empleados

Selecciona todos los que correspondan.

- Unipersonal
- Hasta 9
- Entre 10 y 19
- Entre 20 y 49
- 50 o más

7. Antigüedad de la empresa (cantidad de años en operación)

Selecciona todos los que correspondan.

- Menos de 3 años
- Entre 3 y 6 años
- Entre 6 y 10 años
- Mas de 10 años

8. ¿Conoce BIM? \*

Selecciona todos los que correspondan.

- No
- Ligeramente
- Bastante
- En Profundidad

9. ¿Por qué considera que no se utiliza BIM en su empresa? \*

Selecciona todos los que correspondan.

- Desconocimiento de la metodología BIM
- Desconocimiento de los beneficios que aporta su utilización
- Los niveles de tipologías de proyectos de la zona no ameritan el uso del mismo
- Falta de personal capacitado
- Falta de inversiones en softwares
- Las condiciones del sector no lo permiten
- Representa costos muy elevados en relación a los potenciales beneficios
- Otro: \_\_\_\_\_

10. ¿Utilizó BIM en algunos de sus proyectos? \*

Selecciona todos los que correspondan.

- Nunca se usó BIM y tampoco existe interés en hacerlo
- Nunca se usó BIM, pero existe interés en hacerlo
- Utilizó BIM en algún proyecto
- Usa BIM

Si su empresa es usuaria de BIM o utilizó BIM en algún proyecto

Contestar las siguientes:

11. Cantidad de proyectos ejecutados en BIM

Selecciona todos los que correspondan.

- Menos de 3
- Más de 5
- Entre 3 y 5

16. Comentarios a añadir acerca de BIM

---

---

---

---

**Anexo II: Entrevistas**

## BIM en empresas constructoras de Corrientes

Entrevista para Tesis de Maestría en Gestión Empresarial de la Universidad Nacional del Nordeste

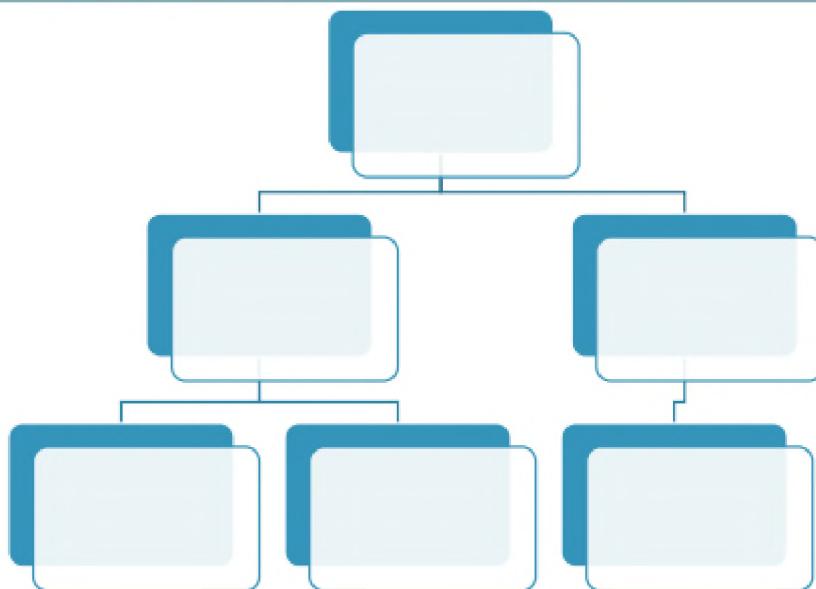
Nombre de la empresa:

Nombre y Apellido

Cargo

Tamaño de la empresa

Organigrama de la empresa



## BIM en empresas constructoras de Corrientes

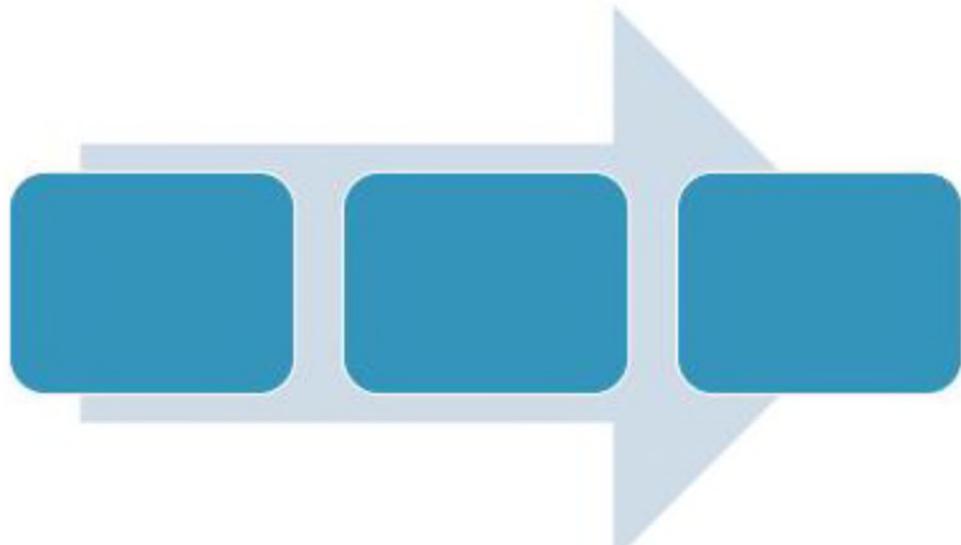
Encuesta para Tesis de Maestría en Gestión Empresarial de la Universidad Nacional del Nordeste

### Implementación BIM

- Proyectos donde se implementó BIM
- Año donde empezó su implementación
- ¿De quién fue la iniciativa y por qué?

### Planificación estratégica para la implementación BIM

- ¿Existió una planificación estratégica?
- Pasos que se siguieron para lograr la implementación



## BIM en empresas constructoras de Corrientes

Encuesta para Tesis de Maestría en Gestión Empresarial de la Universidad Nacional del Nordeste

- Principales barreras para la implementación:

- ¿Cómo superaron las barreras?

## BIM en empresas constructoras de Corrientes

Encuesta para Tesis de Maestría en Gestión Empresarial de la Universidad Nacional del Nordeste

### Proyectos BIM

- ¿En qué etapas del proyecto se utilizó BIM?

Ante-Proyecto:

Proyecto ejecutivo:

Cómputo métrico y Presupuestación:

Ejecución de obra:

Control de Obra:

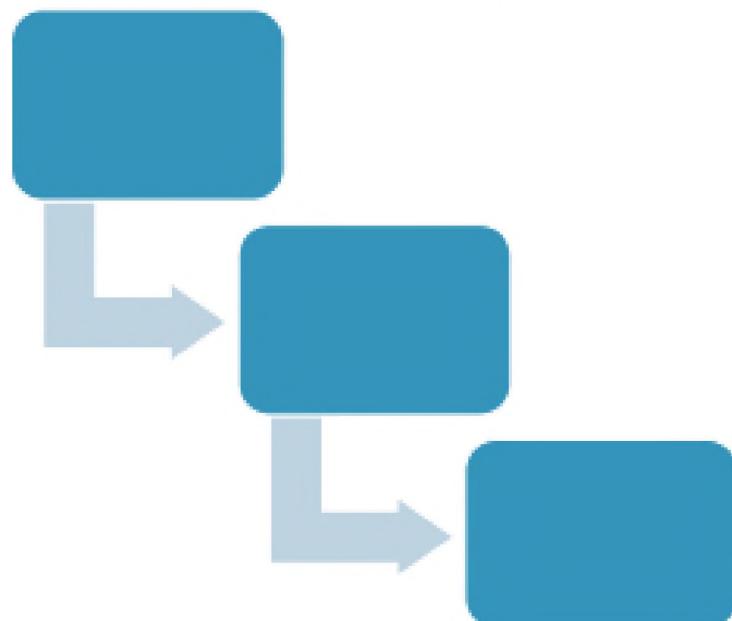
Mantenimiento:

- Softwares que se utilizan

## BIM en empresas constructoras de Corrientes

Encuesta para Tesis de Maestría en Gestión Empresarial de la Universidad Nacional del Nordeste

- Personal a cargo
- Roles del personal en la implementación

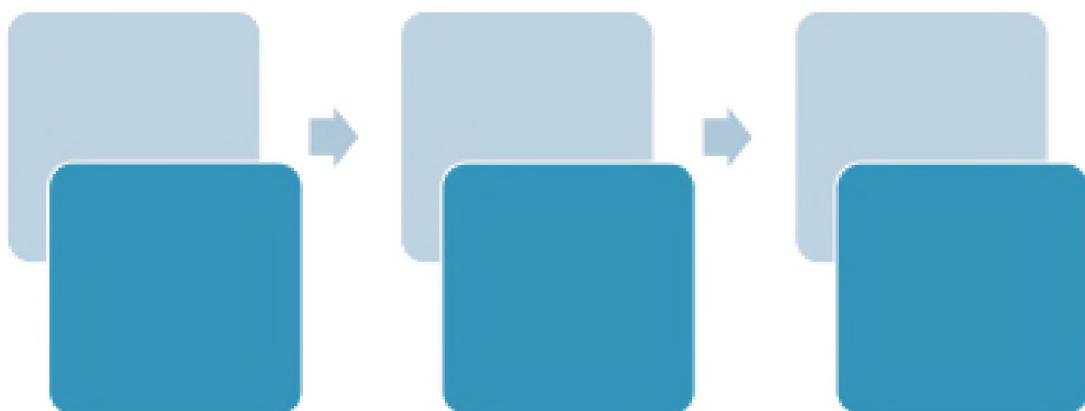


- ¿Cómo es la comunicación entre los miembros del proyecto?

## BIM en empresas constructoras de Corrientes

Encuesta para Tesis de Maestría en Gestión Empresarial de la Universidad Nacional del Nordeste

- Procedimiento de proyectos BIM



- ¿Qué Plataformas utilizan para realizar los trabajos?

- ¿Cuáles fueron los beneficios percibidos al usar BIM?