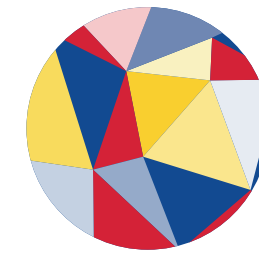


**BIM
FORUM
COLOMBIA**

BIM KIT

GUÍAS PARA LA ADOPCIÓN BIM EN LAS ORGANIZACIONES

1. Roles y perfiles
2. Guía de modelado BIM
- ◀▶ **3. Flujos de trabajo**
4. Gestión de la información
5. Indicadores BIM
6. Creación de contenido
7. Anexo contractual



**BIM
FORUM
COLOMBIA**

**GUÍAS PARA LA ADOPCIÓN BIM
EN LAS ORGANIZACIONES**

3. FLUJOS DE TRABAJO

CASO DE ESTUDIO

En el presente documento se muestran los resultados de un taller realizado con 45 miembros de empresas constructoras que debieron organizarse de manera aleatoria y resolver el reto de generar un flujo de trabajo óptimo bajo la metodología BIM para desarrollar un proyecto de Vivienda de Interés Social.



El presente documento busca ser un referente para la estandarización de los flujos de trabajo del proceso BIM en las empresas.

Este documento fue resultado de un taller realizado con 45 miembros de empresas constructoras, donde se definieron 5 casos estudios con el objetivo de establecer diferentes escenarios y determinar un flujo de trabajo propuesto.

Este documento se
distribuye bajo licencia:





Dirección Editorial

Sandra Forero Ramírez, presidenta Ejecutiva de Camacol

Coordinación Editorial

Victoria Cunningham , directora de Productividad y Sostenibilidad de Camacol

Comité Editorial

AMARILO S.A.S.

APIROS S.A.S.

ARPRO ARQUITECTOS INGENIEROS S.A.

CÁMARA COLOMBIANA DE LA CONTRUCCIÓN

CONSTRUCCIONES PLANIFICADAS S.A.

CONSTRUCTORA BOLIVAR S.A.S.

CONSTRUCTORA COLPATRIA S.A.

CONSTRUCTORA CONCONCRETO S.A.

CUSEZAR. S.A.

EMPRESA DE DESARROLLO URBANO EDU

PRODESA Y CIA S.A.

TRIADA S.A.S.

Investigación y Redacción

▶ LUIS CARLOS MORALES

▶ EDWIN ARIZA BUITRAGO

▶ DANIEL RODRÍGUEZ ESTRADA

▶ LORENA SÁNCHEZ VARGAS

▶ NESTOR JAIMEZ PLATA

▶ JUAN DAVID HURTADO

▶ NICOLÁS VILLA PELÁEZ

▶ GERMÁN ANDRÉS ROJAS

▶ SANDRA MILENA JIMÉNEZ

▶ ALISSON GÓMEZ BAUTISTA

▶ DIEGO GIRALDO

▶ JAVIER CÁRDENAS IZQUIERDO

▶ JUAN SEBASTIÁN ROJAS



Agradecimientos

El BIM Forum Colombia extiende el agradecimiento a los miembros del comité editorial, las empresas participantes y sus equipos de trabajo, quienes hicieron posible el ejercicio de recolección de información, redacción y validación de contenidos y a cada uno de los actores que participaron en el proceso de consulta pública de estos documentos.

Bogotá, 2019.



CONTENIDO

Flujos de trabajo BIM	6
Metodología	6
Caso de estudio 1	7
Condiciones de contorno	7
Flujo de trabajo propuesto	7
Justificación	7
Caso de estudio 2	8
Condiciones de contorno	8
Flujo de trabajo propuesto	8
Justificación	8
Caso de estudio 3	9
Condiciones de contorno	9
Flujo de trabajo propuesto	9
Justificación	9
Caso de estudio 4	10
Condiciones de contorno	10
Flujo de trabajo propuesto	10
Justificación	11
Caso de estudio 5	11
Condiciones de contorno	11
Flujo de trabajo propuesto	11
Justificación	12

FLUJOS DE TRABAJO BIM

Las compañías de construcción tienen establecidos flujos de trabajo para sus actividades del core de negocios, estos flujos típicamente se ven influenciados por la naturaleza de la empresa (Promotores, constructores, diseñadores o todas las anteriores) y por la cultura organizacional de las compañías, por lo cual uno de los aspectos más relevantes al momento de proponer una implementación BIM en una empresa es identificar dónde y cómo se ven afectados estos flujos, pues esto determina las expectativas que pueden tener en torno a BIM, así como las personas y entregables que se impactan.

Al mismo tiempo define los roles críticos que deben tener un tratamiento especial de gestión del cambio, ayuda a identificar a qué roles les genera mayor valor un proceso de implementación y qué capacidades y herramientas debe adquirir su equipo de cara a unas metas explícitas que se definan asociadas al proceso de implementación.

METODOLOGÍA

Si bien el objetivo de construir un edificio no se altera, el '¿cómo hacerlo?' si puede tener modificaciones encaminadas a aumentar la eficiencia y productividad de la empresa de que estamos hablando y es precisamente este el enfoque que se quiso dar a este documento. Por lo cual se introdujo a los participantes del taller en una dinámica donde debían formular el "flujo de trabajo ideal" según sus experiencias profesionales para lograr modelar proyectos en BIM y aprovechar la información disponible para tomar decisiones en el proyecto.

La forma de abordarlo es a través de estudios de caso sintéticos, desarrollados por 45 miembros de 10 compañías de construcción,

quienes se organizaron de manera aleatoria en grupos y resolvieron el reto planteado: "Estructurar un flujo de trabajo, describiendo actores, actividades y herramientas, para alcanzar la mayor eficiencia posible en el desarrollo de proyecto".

La muestra era heterogénea y estaba compuesta por directores de proyecto, directores de presupuestos, modeladores, ingenieros calculistas, arquitectos diseñadores, directores de innovación, directores financieros, coordinadores y directores BIM, quienes expresaron su posición en los siguientes 5 casos de estudio.

Cada caso de estudio contaba con las siguientes restricciones:

- ▶ Desarrollar un proyecto de Vivienda de Interés Social.
- ▶ Construir en una de las ciudades principales de Colombia.
- ▶ No existe limitación de recursos, puede añadir tantos roles como requiera.
- ▶ No existe limitación de tiempo, pero es deseable que este sea el mínimo posible.

Con esta información inicial, cada grupo define unas condiciones de contorno y desarrolla un flujo de trabajo como se muestra a continuación, además justifica por qué su propuesta de trabajo propende por aumentar las eficiencias del proyecto sintético que se está desarrollando.¹

1. **NOTA ACLARATORIA:** Los flujos de trabajo presentados a continuación son casos de estudio sintéticos desarrollados en un marco de actividad académica, las propuestas son diferentes entre sí y ninguna de ellas, en ningún caso representa una posición formal de Camacol o el BIM Fórum Colombia sobre cómo debe llevarse a cabo un proyecto con BIM. El objetivo de los flujos de trabajo propuestos es dar una orientación sobre formas de desarrollar un modelo BIM para construcción. Los proyectos de los que se habla en los flujos no son proyectos reales.

CASO DE ESTUDIO 1

Condiciones de contorno:

La compañía para la cual se propone el flujo es una empresa de diseños de ingeniería que recibe un esquema arquitectónico en nivel LOD 200 y tiene como meta tener un modelo en LOD 350 para presupuesto, logística y compras. El grupo que propone el flujo plantea un arquitecto inside (que trabaja directamente para el proyecto) y diseñadores en outsourcing (que no hacen parte de la compañía, trabajan como subcontratistas)

Flujo de trabajo propuesto:

Secuencia	¿Quién?	¿Qué?	Herramienta
1	Arquitecto del dueño de proyecto	Modelo arquitectónico en nivel de detalle LOD 200	Autoria
2	Coordinador de proyecto	Revisa la calidad de los modelos y de la ingeniería de los mismos	Autoria
3	Coordinador de proyecto	Cargar el modelo en una plataforma de trabajo colaborativo para trabajar con equipo de proyecto	CDE
4	Coordinador de proyecto	Asigna permisos de trabajo y caracteriza el modelo en 3 disciplinas: Arquitectura (Interno), Estructuras (Externo) y Redes (Externo)	CDE
5	Arquitecto de proyecto, Diseñador de proyecto, Hidráulico, Sanitario & Eléctrico	Trabajar en torno al modelo, de cara a un entregable con usos de: planimetría y presupuesto.	Autoria + CDE
6	Coordinador de proyecto	Reunión técnica para validar cumplimiento de hitos propuestos en la planeación y feedback para continuar con una mayor precisión de modelo	CDE + Reunión presencial
7	Arquitecto de proyecto, Diseñador de proyecto, Hidráulico, Sanitario & Eléctrico	Trabajar en torno al modelo, de cara a un entregable con usos de: planimetría y presupuesto.	Autoria + CDE
8	Coordinador de proyecto	Revisión final de contenidos para aprobación y uso de departamento de presupuestos e inicio de la ejecución (logística).	CDE + Reunión presencial

Justificación:

Dado que no contamos con un flujo constante de proyectos, tercerizar la ingeniería del edificio es una alternativa para reducir costos iniciales. Al tiempo las herramientas tecnológicas me permiten comunicarme con estos actores prescindiendo de reuniones presenciales, salvo cuando se tengan hitos por cumplir o decisiones importantes por tomar.

CASO DE ESTUDIO 2

Condiciones de contorno:

La compañía para la cual se propone el flujo es una empresa de construcción y promoción de proyectos que recibe un esquema arquitectónico en nivel LOD 200 y tiene como meta tener un modelo en LOD 300 para presupuesto, logística y compras. El grupo que propone el flujo plantea un arquitecto coordinador de proyecto (encargado de la coordinación) y diseñadores en outsourcing para diseños estructurales, mecánicos, eléctricos e hidrosanitarios.

Flujo de trabajo propuesto:

Secuencia	¿Quién?	¿Qué?	Herramienta
1	Arquitecto	Recibe el esquema básico de diseño	Correo Electrónico
2	Arquitecto (Coordinador de proyecto)	Valida los contenidos del modelo recibido y aprueba para cargar contenidos en plataforma web de trabajo colaborativo	Autoría + CDE
3	Estructural	Se comunica con el arquitecto a través de la plataforma de BIM 360 y modela lo relacionado con la estructura, su trabajo toma un par de semanas antes de la primera revisión	Autoría + CDE + Herramienta de diseño del estructural
4	Arquitecto (Coordinador de proyecto)	Toma el modelo estructural y valida las interferencias con el modelo arquitectónico.	Coordinación
5	Arquitecto (Coordinador de proyecto)	Recibe diseños de redes hidráulicas, sanitarias y eléctricas en LOD 200	Correo Electrónico
6	Arquitecto (Coordinador de proyecto)	Carga el modelo con estructura y arquitectura aprobada, vinculado con modelos de diseñadores de redes.	Autoría + CDE
7	Arquitecto + Equipo de proyecto, diseñadores estructurales y MEP.	Se realizan reuniones de coordinación durante 2 meses para alcanzar un nivel de desarrollo LOD 300, nivel con el cual la información es suficiente para llevar a obra.	CDE + Reuniones presenciales
8	Arquitecto + Equipo de presupuesto	Con el nivel LOD 300 se obtiene un presupuesto de proyecto y el proyecto termina su ciclo en el departamento de diseño.	Autoría + Hoja de calculo
9	Equipo técnico del proyecto, ingenieros civiles, hidráulicos, arquitecto, entre otros.	Bajo una filosofía de mejora continua, se constituyen versiones finales para programar logísticamente el desarrollo del proyecto.	Autoría + Visor PDF



Justificación:

El arquitecto es el protagonista dentro del flujo de trabajo, no por sus diseños, sino por la coordinación y articulación de diseños de diferentes disciplinas que tiene que llevar a cabo para avanzar en el nivel de detalle de los modelos que está realizando. La visión que quiere transmitir este grupo es la de un promotor de proyectos, por lo cual se marcan hitos como salir a ventas como parte del proceso.



CASO DE ESTUDIO 3

Condiciones de contorno:

La compañía para la cual se propone el flujo es una empresa de construcción y promoción de proyectos que recibe un esquema arquitectónico en nivel LOD 200 y tiene como meta tener un modelo en LOD 350 para presupuesto, logística y compras. El grupo que propone el flujo plantea un arquitecto coordinador de proyecto (encargado de la coordinación de los modelos) y diseñadores en outsourcing para diseños estructurales, mecánicos, eléctricos e hidrosanitarios. El flujo de trabajo plantea una estructura cíclica que representa las diferentes iteraciones que tienen lugar antes de llegar a un modelo final, el director de proyecto es la figura más importante del flujo, pues filtra, aprueba, valida y carga toda la información en la nube para el trabajo colaborativo.

Flujo de trabajo propuesto:

Secuencia	¿Quién?	¿Qué?	Herramienta
1	Dueño del proyecto, contratante	Desarrollar términos de referencia con el alcance de la contratación	Procesador de texto + Correo electrónico
2	Proponente diseñador (Contratista)	Construir un Plan de Ejecución BIM (BEP) con el alcance, nivel de desarrollo y tiempo para entregar el modelo.	Procesador de texto + Correo electrónico
3	Equipo de proyecto (Contratista)	Modelar cada una de las disciplinas, arquitectura, ingeniería estructural, de redes hidráulicas, sanitarias y eléctricas.	Autoría
4	Director de proyecto (Del contratante)	Recibir, aprobar y cargar en plataforma de trabajo colaborativo, los entregables del equipo de proyecto	Coordinación + Autoría + CDE
5	Equipo de proyecto (Contratista) + Director de proyecto (Del contratante)	Lleva a cabo una reunión ICE (Integrated Concurrent Engineering) para identificar puntos de mejora, clarificar información y tomar decisiones.	Coordinación + CDE
6	Equipo de proyecto (Contratista)	Repetir el punto 3 cada semana	Autoría
7	Director de proyecto (Del contratante)	Repetir el punto 4 cada semana	Coordinación + Autoría + CDE
8	Equipo de proyecto (Contratista) + Director de proyecto (Del contratante)	Repetir el punto 5 cada semana y de nuevo el 3, 4 y 5 hasta que se llegue a consenso sobre todas las variables del diseño y alcanzar el nivel de desarrollo planteado en el BEP (350 para el ejemplo)	Coordinación + CDE



**Justificación:**

El coordinador de proyecto debe ser la piedra angular en torno al ajuste de modelos y perfeccionamiento de estos en el tiempo, hasta llegar a la calidad objetivo que permita obtener presupuesto, planos detallados y llegar a obra. Omitir esta figura de control y auditoría, puede generar modelos inconsistentes, reprocesos y baja calidad que afecte los resultados frente a las expectativas de implementación BIM en la empresa. Además, tercerizar los procesos de ingeniería, si bien aumenta el riesgo, reduce los costos de la curva de aprendizaje en una primera instancia de implementación. Para limitar la cantidad de cambios se establecen opciones de diseño en etapas preliminares con costos similares entre sí.

CASO DE ESTUDIO 4**Condiciones de contorno:**

La compañía para la cual se propone el flujo es una empresa de construcción y promoción de proyectos. La empresa atiende requerimientos de “el cliente” y especificaciones técnicas de la norma, estas restricciones son las que tiene en cuenta el arquitecto para hacer su “esquema básico”, que se articula en etapas posteriores con las diferentes ingenierías. En este caso se plantea que no es relevante si el equipo de proyecto está dentro o fuera de las oficinas de la empresa, pues el proceso y controles de calidad tienen que ser los mismos al margen de aspectos de contratación.

**Flujo de trabajo propuesto:**

Secuencia	¿Quién?	¿Qué?	Herramienta
1	Arquitecto diseñador	Desarrollo de esquema básico con restricciones del lote, norma urbana, POT, entre otras condicionantes.	Herramienta libre, entregable en autoría
2	Equipo de proyecto (Interno o externo)	Dimensionar el producto (unidad de vivienda) en función de las especificaciones del promotor de proyecto.	Autoría
3	Equipo de proyecto + Arquitecto Diseñador + Coordinador BIM	Revisión/auditoría de producto inicial (modelo) de diferentes disciplinas	Coordinación + Autoría
4	Equipo de proyecto + Arquitecto Diseñador + Coordinador BIM	Iteraciones con el modelo hasta alcanzar los objetivos propuestos: Presupuesto preliminar y modelo con LOD 300. Reuniones periódicas para llegar a acuerdos sobre puntos clave y un repositorio de información en la nube son indispensables para evitar reprocesos por información desactualizada.	Coordinación + Autoría + Repositorio de información en la nube: Dropbox, A360, o similar. + Reuniones presenciales
5	Arquitecto de proyecto	Genera presupuesto preliminar con cantidades y valores históricos de proyectos (Para aspectos fuera del alcance del modelado)	Autoría + Hoja de calculo



Secuencia	¿Quién?	¿Qué?	Herramienta
6	Director de proyecto	Aprueba el proyecto, su alineación con el ROI esperando, su presupuesto y sale a ventas. (El hito de salida a ventas marca el momento cuando el riesgo de dispersión en el costo es lo suficientemente bajo para garantizar el éxito del proyecto según expectativas de inversionistas)	Hoja de calculo
7	Equipo de proyecto + Arquitecto Diseñador + Coordinador BIM	Repetir el punto 4 con un nuevo objetivo: Planos detallados para construcción y presupuesto con dispersión cero.	Coordinación + Autoría + Repositorio de información en la nube: Dropbox, A360, o similar. + Reuniones presenciales
8	Director de proyecto	Aprueba los planos detallados y da visto bueno para empezar ejecución material de la obra.	Visor PDF + Hoja de calculo

**Justificación:**

El flujo de trabajo de este caso se fundamenta en Revit y A360 o cualquier herramienta que permita visualizar contenidos en la nube para garantizar información actualizada con todos los stakeholders de proyecto. Como hitos clave se marcan: La salida a ventas y la validación de la versión final de planos de diseño, dentro de la propuesta de flujo de trabajo se destaca que estas actividades tan importantes son realizadas por el director de proyecto que, dentro de la propuesta, no accede a herramientas tipo Revit o Navisworks; esta aproximación destaca la importancia de un enfoque en los entregables y BIM como una herramienta de comunicación técnica efectiva que, aunque no impacta directamente al tomador de decisiones, le permite a este tomar tales decisiones de forma más ágil.

CASO DE ESTUDIO 5**Condiciones de contorno:**

La compañía para la cual se propone el flujo es una empresa de diseño, construcción y promoción de proyectos. Este escenario tiene la particularidad de que el presupuesto se define con base en las indicaciones o metas señaladas por el director financiero del proyecto quien establece la inversión y tiempos de desarrollo objetivo. Al tiempo plantea un escenario donde los procesos se desarrollan dentro de la empresa para aumentar la confiabilidad de la información. El punto de partida es un modelo LOD 200 arquitectónico, que sirve como base para un trabajo colaborativo multidisciplinario.

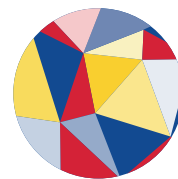


**Flujo de trabajo propuesto:**

Secuencia	¿Quién?	¿Qué?	Herramienta
1	Director Financiero	Establece la meta de costo, ROI y tiempo para desarrollar el proyecto.	Hoja de calculo
2	Director de proyecto	Toma los inputs del director financiero y establece un plan de trabajo	Hoja de calculo
3	Arquitecto diseñador	Basado en las recomendaciones del director de proyecto, realiza un diseño preliminar buscando alcanzar la prefactibilidad del proyecto	Autoria
4	Ingenieros calculistas	Toman como base el modelo arquitectónico para hacer modelos de ingeniería, lo hacen bajo un entorno colaborativo en la nube	Autoria + CDE
5	Integrador BIM	Conecta la información de arquitectura y modelos de ingeniería, garantizar la congruencia entre los modelos y versiones, conoce el proyecto y los inputs del director de proyecto	Autoria + Coordinación + CDE
6	Profesionales de Calidad	Aprueba la calidad únicamente de los modelos (No la de la ingeniería en ellos) y comunica su visto bueno con el director de proyecto	Autoria + Coordinación + CDE
7	Director de proyecto	Valida la calidad de la ingeniería del proyecto (No la calidad del modelo) y toma decisiones sobre cambios, si estos son necesarios.	Autoria + Visor PDF +AutoCAD
8	Arquitecto diseñador + Ingenieros calculistas + Profesionales de Calidad	Realizan un proceso iterativo hasta aprobación a satisfacción del director de proyecto	Autoria + Coordinación + CDE
9	Experto en obra	Validar que los diseños sean construibles, que no existan incongruencias o información perdida que represente retrasos en etapas posteriores de proyecto	Autoria + Visor PDF +AutoCAD
10	Ingenieros de costos y programación	Establecen presupuesto y cronograma de obra basados en la información aprobada por director de proyecto y experto de obra. En esta etapa se trabaja sobre versiones finales, no hay lugar a cambios por modificación en diseños.	Programador + Coordinación + Hoja de calculo + ERP (Primavera, SAP, SINCO)

**Justificación:**

El nivel de responsabilidad que se tienen con los diseños hace que valga la pena tenerlo dentro de la empresa, tercerizar distribuye el riesgo y somete la calidad de los modelos entregados al nivel de madurez que tengan los proveedores. Los trámites entre todas las partes son más ágiles por eliminar asimetrías de información, pues gracias a la figura de integrador se tiene un rol que se articula con el componente administrativo del proyecto, con el cliente, con la obra y con las entidades de tipo curaduría con un conocimiento del proyecto de forma holística.



**BIM
FORUM**
COLOMBIA

