

LIBRO BLANCO DEL BIM EN LA EDIFICACIÓN CATALANA



- Taller de trabajo es una metodología de trabajo en la que se integran la teoría y la práctica.
- Se caracteriza por la investigación, el aprendizaje por descubrimiento y el trabajo en equipo que, en su aspecto externo, se distingue por el acopio (en forma sistematizada) de material especializado acorde con el tema tratado teniendo como fin la elaboración de un producto tangible.
- Un taller es también una sesión de entrenamiento. Se enfatiza en la solución de problemas, capacitación, y requiere la participación de los asistentes.

12 de abril de 2019

[BIM en la edificación](#)

- Libro blanco sobre la definición estratégica de implementación del BIM en la Generalitat de Cataluña
- El libro blanco del BIM toma como referencia los contenidos desarrollados por la Comisión Construimos el Futuro del ITeC, que elaboró previamente una propuesta de camino de transición hacia el BIM. Es la referencia para la implantación del BIM en la administración catalana.
- El BIM será obligatorio en los concursos de obra civil y edificación de la Generalitat de Cataluña de más de 5,5 millones de euros a partir de junio.

El uso del BIM será obligatorio en todos los concursos de obra civil y edificación de la Generalitat de Cataluña con un importe superior a los 5,5 millones de euros a partir del próximo 11 de junio, según ha anunciado el secretario general de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Cataluña, Ferran Falcó, durante el acto inaugural del European BIM Summit que ha tenido lugar esta mañana en el Auditorio AXA de Barcelona. Falcó también ha destacado la importancia del Libro Blanco del BIM en la implementación de esta metodología. El documento contempla, entre otras medidas, la creación de un portal en Internet que concentre todas las licitaciones de la Generalitat en entorno BIM procedentes de cualquiera de sus departamentos, así como incentivar la formación de todos los agentes que participen en los concursos, especialmente los proveedores.

La Generalitat de Cataluña quiere iniciar un proceso que conduzca a la implantación de esta metodología de trabajo, no sólo para obtener mejoras en su funcionamiento interno sino para hacer patente la apuesta por el cambio y



obtener un efecto ejemplificador/tractor de otras administraciones y del mundo privado. El punto de partida ha sido la creación de una comisión interdepartamental de la cual forman parte los diferentes departamentos y organismos de la Generalitat de Cataluña, con el objetivo de unificar criterios de implementación.

Para conseguirlo, se ha decidido elaborar este documento con la voluntad que se convierta en una guía de la estrategia a seguir a fin de que la implementación sea:

- **Progresiva y guiada.**
- **Adecuada a cada perfil laboral/profesional.**
- **Generadora de una relación de complicidad con el nuevo escenario.**
- **Evaluable en sus resultados.**
- **Dotada de los medios necesarios.**
- **Asumible para los agentes de la cadena de suministro (proveedores de la Administración).**

El Libro blanco toma como referencia los contenidos que han sido desarrollados por la Comisión Construïm el Futur (CCF) del ITeC durante el periodo 2015-2017, en la cual se ha elaborado una propuesta de camino de transición hacia el BIM.

ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

Este documento se estructura en los apartados siguientes:

A la hora de analizar la estrategia de implementación del BIM en las administraciones públicas, tomando como referencia a la Generalitat de Cataluña, se ha procedido a hacer una consulta vía encuesta a diferentes perfiles de personas pertenecientes a sus departamentos y organismos con el fin de observar el punto de partida. Una parte de la encuesta ha sido dedicada a hacer una prospección del conocimiento del BIM que manifiestan tener los encuestados, así como la percepción que tienen. En otra parte se han intentado extraer las oportunidades de mejora que se avistan y los objetivos pretendidos de la implementación del BIM.

IDENTIFICACIÓN DE LOS POTENCIALES DE MEJORA EN LA EFICIENCIA Y EL AHORRO

A partir de la consulta vía encuesta se han detectado los objetivos perseguidos con la implementación del BIM. Estos son de tipo general para la Administración, y de otros específicos para fases concretas de la actividad en las diversas fases en las cuales se somete cualquier nuevo activo. Se han analizado tres grandes conceptos: la Normativa, los Procesos y la Tecnología.



1 El Consejo Asesor del Patronato del ITeC creó a principios del 2015 la Comisión Construim el Futur (CCF) para debatir sobre el futuro del sector de la construcción y analizar el uso de las tecnologías BIM, LEAN e IPD (Integrated Project Delivery) entre otros temas. Se dispone así de un foro de debate abierto a todos los agentes del sector formado actualmente por más de cuarenta entidades públicas y privadas que participan en los diferentes grupos de trabajo en que se organiza la CCF. Esta Comisión ha editado el documento "88 pasos hacia el BIM", que sirve de referencia a la hora de redactar este Libro blanco.

2 Aunque el documento habla a menudo de "departamentos y organismos", quedan incluidas las empresas públicas.

LIBRO BLANCO SOBRE LA DEFINICIÓN ESTRATÉGICA DE IMPLEMENTACIÓN DEL BIM

Fijación de objetivos generales y específicos

Se establecen los objetivos a alcanzar de acuerdo con los ejes temáticos

- | |
|---|
| 1) Institucional. |
| 2) Difusión y sensibilización interna. |
| 3) Legislación. |
| 4) Ámbito de procesos. |
| 5) Ámbito técnico. |
| 6) Formación. |
| 7) Efecto tractor. |

DETERMINACIÓN DE ACCIONES PARA LA CONSECUCCIÓN DE OBJETIVOS

La consecución de los objetivos planteados depende de la realización de acciones concretas que tienen, sin embargo, un objetivo directo, unos actores y receptores, una planificación temporal y unos medios/recursos que la hacen viable.

Estas acciones se planifican con una visión conjunta y coherente, estableciendo una planificación temporal. El Libro blanco pretende dar las recomendaciones sobre estas acciones y facilitar la determinación de los responsables de diseñarlas, prepararlas, ejecutarlas y evaluarlas.

Determinación de procedimientos de evaluación y mejora para una futura definición de los indicadores



Para una efectiva asimilación de los nuevos modos de actuación y de las herramientas necesarias para llevarlos a cabo, se establece una metodología que permite evaluar el nivel de implantación, de manera que pueda ser observada en un contexto internacional y permita situar los esfuerzos de la Administración catalana en el contexto global.

Se plantea la necesidad de conocer cuál es el punto de partida inicial, antes de hacer ninguna acción, de manera que se hagan patentes y objetivos los avances conseguidos. De acuerdo con el análisis de los resultados obtenidos, se propone la puesta en marcha de instrumentos o procesos que favorecen la mejora continua.

ESTABLECIMIENTO DEL PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

El programa de implementación se debe observar a dos niveles. Un primer nivel, que recoge globalmente los ejes temáticos en que se estructuran las acciones a llevar a cabo. Un segundo nivel, que se ocupa de las acciones específicas. El programa de implementación es una recomendación del orden y el ritmo en que conviene llevar a cabo las acciones, que se debe entender flexible con respecto a su aplicación en cada departamento u organismo, garantizando siempre la coordinación entre los dos sistemas coexistentes durante la etapa de transición.

Se trata de flexibilizar razonablemente la planificación de manera que se permita la consecución de objetivos por parte de todos los implicados, sin que eso perturbe los objetivos genéricos que hay que alcanzar conjuntamente para toda la Administración y el normal desarrollo de sus funciones.

APLICACIÓN DE LOS CONTENIDOS DEL DOCUMENTO

Este documento pretende convertirse en una orientación sobre las principales acciones que se deben llevar a cabo a la hora de implantar el BIM a nivel de la Generalitat de Cataluña. En ningún caso se trata de un documento reglamentario, sino una orientación estratégica y de acciones que se consideran necesarias llevar a término. El contenido conviene que sea asimilado por cada uno de los departamentos y organismos, adaptándolo a su realidad y características propias: actividad, gestión, recursos humanos, recursos materiales.

De esta manera se podrán reforzar algunas de las acciones propuestas o, incluso, obviar aquellas que se pueda considerar que ya se han alcanzado previamente en este documento.

Libro blanco
sobre la definición
estratégica de implementación del

B I M

en la Generalitat de Catalunya

Este documento ha sido elaborado por miembros del Grupo de Coordinación de la Comisión Construim el Futur del ITeC:

Bermejo Nualart, Ferran

Arquitecto. Director técnico del ITeC.
Coordinador de las acciones de la Comisión Construim el Futur.
Miembro de la Comisión es.BIM del Ministerio de Fomento.
Miembro del Comité UNE CTN 041/SC13 “Organización de modelos de información relativos en la edificación y en la obra civil”.
Representante del ITeC en buildingSmart Spanish Chapter.

Coloma Pico, Eloi

Doctor en Arquitectura. Compagina su actividad académica como profesor del Departamento de Tecnología y director del Master en BIM Management Steering de la Universitat Politècnica de Catalunya-UPC con el desarrollo de innovación para empresas del sector público y privado. Director de Coloma+Armengol, empresa especializada en consultoría e implantación del BIM en organizaciones y proyectos. Miembro del Comité Técnico de la Comisión es.BIM del Ministerio de Fomento. Socio fundador de buildingSmart Spanish Chapter.

Diéguez Lorenzo, Francisco

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Director general del ITeC.

Pérez Arnal, Ignasi

Arquitecto y MSc por la UPF. Director de BIM Academy. Compagina la docencia en varias universidades (UIC e IED Barcelona, AAA Alhero, EIVP París) y es director de contenidos del European BIM Summit. También es director del EU BIM Observatory y cofundador del IBIMA.

Roig Segura, Víctor

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Director de BIMETRIC Laboratorio de Proyectos SL.
Miembro del Comité de Dirección del proyecto internacional “BIMe Initiative”.
Miembro del Comité Organizador de la conferencia anual “Lean in Public Sector”.
Profesor asociado del Departamento Tecnología de Arquitectura. Universidad Politècnica de Catalunya. UPC.

Soldevilla Albertí, Joan Ignasi

Licenciado en Derecho y MBA.
Director general del CAATEEB.
Miembro del Comité Organizador del European BIM Summit.

Índice

1	Introducción	10
1.1	Motivación	10
1.2	Estructura del documento	12
1.3	Aplicación de los contenidos del documento	14
2	Estado actual	18
2.1	Conocimiento del BIM	18
2.2	Percepción del BIM	19
2.3	Oportunidades de mejora	19
2.4	Objetivos del BIM	20
3	Identificación de potenciales de mejora en eficiencia y ahorro	24
3.1	Normativa	24
3.1.1	Marco contractual para la introducción del BIM	24
3.1.2	Distribución de responsabilidades	26
3.1.3	Transferencia de información entre fases y agentes	27
3.2	Procesos	28
3.3	Tecnología	31
3.4	Los roles del BIM	32
4	Fijación de objetivos generales y específicos	44
4.1	Institucional	44
4.2	Difusión y sensibilización interna	45
4.3	Formación	46
4.3.1	Capacitación del personal de la Administración	47
4.3.2	Capacitación de los proveedores de la Administración	48
4.3.3	Inclusión del BIM en la formación reglada	48

4.3.4	Disponer de un sistema de gestión del conocimiento	48
4.4	Legislación	48
4.5	Ámbito técnico	49
4.5.1	Infraestructura tecnológica	49
4.5.2	Estandarización de la información	50
4.5.3	Seguimiento de las tendencias tecnológicas	51
4.6	Ámbito de procesos	51
4.7	Efecto tractor	53
5	Determinación de acciones para el logro de objetivos	56
5.1	Institucional	56
5.2	Difusión y sensibilización interna	56
5.3	Formación	57
5.3.1	Desarrollo del Plan de Formación para la Administración	57
5.3.2	Promoción de la capacitación de proveedores de la Administración	58
5.3.3	Promoción de la integración del BIM en la formación reglada	58
5.3.4	Implantación de un sistema de gestión del conocimiento	59
5.4	Legislación	60
5.5	Ámbito técnico	60
5.5.1	Infraestructura tecnológica	60
5.5.2	Estandarización	62
5.5.3	Seguimiento de las tendencias tecnológicas	62
5.6	Ámbito de procesos	63
5.7	Efecto tractor	64
6	Determinación de procedimientos de evaluación y mejora	68

7	Establecimiento del programa de implementación	72
7.1	Consideraciones generales	72
7.2	Planificación de las acciones	73
7.2.1	Las acciones del área temática Institucional	73
7.2.2	Las acciones del área temática de Difusión y sensibilización interna	73
7.2.3	Las acciones del área temática de formación	74
7.2.4	Las acciones del área temática de legislación	75
7.2.5	Las acciones del área temática del ámbito técnico	75
7.2.6	Las acciones del área temática de procesos	76
7.2.7	Las acciones del área temática de efecto tractor	76
7.2.8	Cuadro de planificación global	78
8	Pasos siguientes	82
9	Anexo estadístico sobre la encuesta a la Administración	88
9.1	Datos básicos	89
9.2	Perfil de los participantes	92
9.3	Análisis de resultados	95
9.3.1	Conocimiento del BIM	97
9.3.2	Percepción del BIM	99
9.3.3	Oportunidades de mejora	102
9.3.4	Objetivos del BIM	105

#1

Introducción

1.1 Motivación

El sector de la construcción se encuentra inmerso a nivel internacional en un momento de cambio de los modelos que han regulado su actividad y de las herramientas utilizadas en los procesos que determinan la creación de nuevos activos construidos, ya sean edificaciones o infraestructuras. Se pretende ir hacia una forma de trabajo más colaborativa y anticipar la participación de los diferentes agentes involucrados, creando entornos de confianza y alineando los objetivos de todos ellos. Por otra parte, la digitalización de la construcción es una asignatura pendiente, y ahora se dispone de tecnología que facilita la implementación.

También es importante la toma en consideración del ciclo global de vida de un activo, desde su concepción o planificación, hasta el final de vida útil pasando por las fases de diseño, construcción, operación y mantenimiento. En este sentido, cuando nos referimos a un “proyecto” tenemos que considerar todo su ciclo de vida, cambiando el concepto actual que identifica el “proyecto” con la redacción de unos documentos que permiten la construcción del activo.

Este cambio del sector se identifica hoy en día con el concepto del BIM (Building Information Modelling) que se utiliza indistintamente, y quizás de forma no lo bastante adecuada, para denominar aspectos relativos a tecnología, metodología o procesos.

La vertiente tecnológica es lo que nos lleva a entender el BIM como una base de datos gráficos y alfanuméricos que vienen a recopilar y estructurar toda la información que se genera a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, que es producida con una determinada metodología y utilizada por los diversos agentes que intervienen en las fases de diseño, construcción y explotación de un activo. El soporte en varias herramientas de software es imprescindible para generar, gestionar y mantener la base de datos generada.

La visualización de esta base de datos se produce a partir de los datos gráficos que generan un “modelo” tridimensional que pretende ser una aproximación a la realidad construida, el cual permite por otra parte el acceso a los datos técnicos y de gestión que producen los diversos agentes durante las etapas del ciclo de vida.

Desde la perspectiva de los procesos, la tecnología descrita permite que las relaciones entre los diversos agentes cambien. Estos pueden pasar de una

forma de trabajo secuencial en su intervención, a un esquema de trabajo casi en paralelo, anticipando la participación de agentes que actualmente intervienen en fases posteriores, hecho que propicia un intercambio de conocimiento extraordinariamente potente para la mejora de la eficacia y la eficiencia del propio proyecto.

Como consecuencia, la implementación del BIM en una institución no puede perder de vista esta dualidad conceptual, ni la necesaria implicación generalizada de todas las personas que, de una forma u otra, verán significativamente modificados algunos aspectos de su modo de trabajo convencional.

La sociedad demanda de las instituciones públicas un uso eficiente de los recursos, con niveles de calidad crecientes y la construcción no es ajena. A escala internacional hay experiencia acumulada de la apuesta por el cambio de modelo del sector basada en lo que hemos convenido denominar BIM, más allá del significado estricto de la sigla.

Por este motivo, la Generalitat de Catalunya, sensible a estas exigencias, quiere iniciar un proceso que conduzca a la implantación de esta metodología de trabajo, no sólo para obtener mejoras en su funcionamiento interno sino para hacer patente la apuesta por el cambio y obtener un efecto ejemplificador/tractor de otras administraciones y del mundo privado.

El punto de partida ha sido la creación de una comisión interdepartamental de la cual forman parte los diferentes departamentos y organismos de la Generalitat de Catalunya, con el objetivo de unificar criterios de implementación. Para conseguirlo, se ha decidido elaborar este documento con la voluntad que se convierta en una guía de la estrategia a seguir a fin de que la implementación sea:

- Progresiva y guiada.
- Adecuada a cada perfil laboral/profesional.
- Generadora de una relación de complicidad con el nuevo escenario.
- Evaluable en sus resultados.
- Dotada de los medios necesarios.
- Asumible para los agentes de la cadena de suministro (proveedores de la Administración).

El Libro blanco toma como referencia los contenidos que han sido desarrollados por la Comisión Construïm el Futur (CCF)¹ del ITeC durante el periodo 2015-2017, en la cual se ha elaborado una propuesta de camino de transición hacia el BIM.

1.2 Estructura del documento

Este documento se estructura en los apartados siguientes:

Estado actual

A la hora de analizar la estrategia de implementación del BIM en las administraciones públicas, tomando como referencia a la Generalitat de Catalunya, se ha procedido a hacer una consulta vía encuesta a diferentes perfiles de personas pertenecientes a sus departamentos y organismos² con el fin de observar el punto de partida. Una parte de la encuesta ha sido dedicada a hacer una prospección del conocimiento del BIM que manifiestan tener los encuestados, así como la percepción que tienen. En otra parte se han intentado extraer las oportunidades de mejora que se avistan y los objetivos pretendidos de la implementación del BIM.

Identificación de los potenciales de mejora en la eficiencia y el ahorro

A partir de la consulta vía encuesta se han detectado los objetivos perseguidos con la implementación del BIM. Estos son de tipo general para la Administración, y de otros específicos para fases concretas de la actividad en las diversas fases en las cuales se somete cualquier nuevo activo. Se han analizado tres grandes conceptos: la Normativa, los Procesos y la Tecnología.

1 El Consejo Asesor del Patronato del ITeC creó a principios del 2015 la Comisión Construïm el Futur (CCF) para debatir sobre el futuro del sector de la construcción y analizar el uso de las tecnologías BIM, LEAN e IPD (Integrated Project Delivery) entre otros temas. Se dispone así de un foro de debate abierto a todos los agentes del sector formado actualmente por más de cuarenta entidades públicas y privadas que participan en los diferentes grupos de trabajo en que se organiza la CCF. Esta Comisión ha editado el documento “88 pasos hacia el BIM”, que sirve de referencia a la hora de redactar este Libro blanco. Este documento se encuentra disponible en: <https://itec.cat/serveis/bim/comissio-construim-el-futur/>

2 Aunque el documento habla a menudo de “departamentos y organismos”, quedan incluidas las empresas públicas.

Fijación de objetivos generales y específicos

Se establecen los objetivos a alcanzar de acuerdo con los ejes temáticos

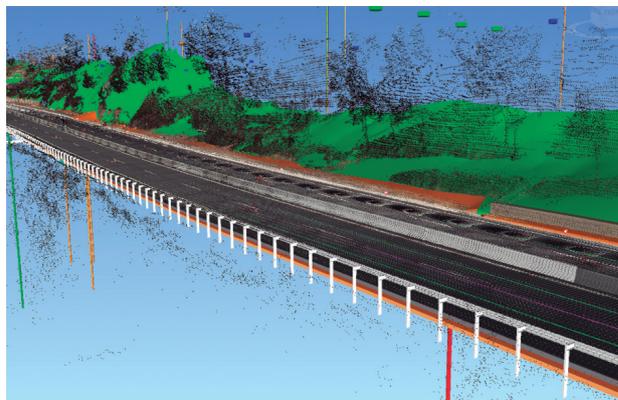
- 1) Institucional.
- 2) Difusión y sensibilización interna.
- 3) Legislación.
- 4) Ámbito de procesos.
- 5) Ámbito técnico.
- 6) Formación.
- 7) Efecto tractor.

Determinación de acciones para la consecución de objetivos

La consecución de los objetivos planteados depende de la realización de acciones concretas que tienen, sin embargo, un objetivo directo, unos actores y receptores, una planificación temporal y unos medios/recursos que la hacen viable. Estas acciones se planifican con una visión conjunta y coherente, estableciendo una planificación temporal. El Libro blanco pretende dar las recomendaciones sobre estas acciones y facilitar la determinación de los responsables de diseñarlas, prepararlas, ejecutarlas y evaluarlas.

Determinación de procedimientos de evaluación y mejora para una futura definición de los indicadores

Para una efectiva asimilación de los nuevos modos de actuación y de las herramientas necesarias para llevarlos a cabo, se establece una metodología que permite evaluar el nivel de implantación, de manera que pueda ser observada en un contexto internacional y permita situar los esfuerzos de la Administración catalana en el contexto global.



C-17 a la altura de Centelles

Se plantea la necesidad de conocer cuál es el punto de partida inicial, antes de hacer ninguna acción, de manera que se hagan patentes y objetivos los avances conseguidos. De acuerdo con el análisis de los resultados obtenidos, se propone la puesta en marcha de instrumentos o procesos que favorecen la mejora continua.

Establecimiento del programa de implementación

El programa de implementación se debe observar a dos niveles. Un primer nivel, que recoge globalmente los ejes temáticos en que se estructuran las acciones a llevar a cabo. Un segundo nivel, que se ocupa de las acciones específicas. El programa de implementación es una recomendación del orden y el ritmo en que conviene llevar a cabo las acciones, que se debe entender flexible con respecto a su aplicación en cada departamento u organismo, garantizando siempre la coordinación entre los dos sistemas coexistentes durante la etapa de transición. Se trata de flexibilizar razonablemente la planificación de manera que se permita la consecución de objetivos por parte de todos los implicados, sin que eso perturbe los objetivos genéricos que hay que alcanzar conjuntamente para toda la Administración y el normal desarrollo de sus funciones.

1.3 Aplicación de los contenidos del documento

Este documento pretende convertirse en una orientación sobre las principales acciones que se deben llevar a cabo a la hora de implantar el BIM a nivel de la Generalitat de Catalunya. En ningún caso se trata de un documento reglamentario, sino una orientación estratégica y de acciones que se consideran necesarias llevar a término. El contenido conviene que sea asimilado por cada uno de los departamentos y organismos, adaptándolo a su realidad y características propias: actividad, gestión, recursos humanos, recursos materiales. De esta manera se podrán reforzar algunas de las acciones propuestas o, incluso, obviar aquellas que se pueda considerar que ya se han alcanzado previamente en este documento.

#2

Estado actual

2. Estado actual

La redacción del Libro blanco se ha querido basar en la opinión del personal de la misma Administración en torno al cambio que puede suponer la implementación del BIM. Para hacerlo, se ha llevado a cabo una encuesta sobre una muestra de personas de la Administración pública, en este caso de la Generalitat de Catalunya, involucradas bajo diferentes perspectivas en los procesos de gestión de los activos inmobiliarios o infraestructuras.

La encuesta ha recogido su opinión en relación con:

- El conocimiento del BIM.
- La percepción del BIM.
- Las oportunidades de mejora que puede aportar el BIM.
- Los objetivos de la implementación del BIM.

La encuesta, anónima, contiene 58 cuestiones directas y 171 valoraciones sobre aspectos concretos.

Han participado 337 personas, de 676 invitadas a hacerlo, en representación de todos los departamentos de la Generalitat de Catalunya, así como de organismos de la misma Administración. El ámbito de trabajo de los encuestados va desde la Dirección, hasta áreas jurídicas o de tecnologías de la información y comunicación, pasando por las que corresponden a diferentes fases de las obras: contratación, diseño, construcción, operación y mantenimiento.

Acto seguido se sintetizan de manera cualitativa los resultados generales de la encuesta bajo cada uno de los cuatro bloques mencionados. En un anexo de este Libro blanco, se aportan los datos obtenidos detalladamente.

2.1 Conocimiento del BIM

De los resultados de la encuesta se comprende que el grado de conocimiento que se manifiesta tener es bajo y adquirido básicamente a través de fuentes gratuitas y por cuenta propia. Falta, por lo tanto, una participación generalizada en acciones formativas estructuradas que permita concretar ordenadamente el aprovechamiento de las oportunidades que se perciben.

Es destacable la correcta conceptualización sobre la cual está el BIM, dado que se califica mayoritariamente como una metodología de trabajo en colaboración que permite una mejor gestión del ciclo de vida del activo y que se basa

en tecnologías que lo optimizan. Destacan los conceptos de transversalidad, necesidad de modificación de la manera actual de trabajar y de adaptación al mundo digital.

2.2 Percepción del BIM

Los encuestados perciben beneficios claros en la adopción del BIM, sobre todo relacionados con aspectos técnicos, de gestión y económicos con independencia de la medida del proyecto. Se detectan, sin embargo, barreras importantes, como los costes de la adopción, la necesidad de formación, la falta de cultura colaborativa y la dificultad en determinar objetivos claros y estables en los proyectos, así como la dependencia tecnológica y la falta de bibliotecas de objetos fiables. Por otra parte, se remarca como requisitos la necesaria implicación de los agentes y la modificación de procedimientos y normas.

Los participantes se visualizan usando BIM en un futuro (a 5-10 años) y entienden que hay que implantar la metodología por la vía de unos líderes departamentales que lo canalicen, con una inversión en tiempo para la formación y en la mejora de la estructura tecnológica hacia un modelo de conectividad en la nube con actualización de la información en tiempo real.

2.3 Oportunidades de mejora

En este bloque, los encuestados se han mostrado muy claros en sus respuestas y destacan las posibilidades de mejora que ofrece el BIM sobre:

- El marco contractual actual y la evaluación de los riesgos al inicio de los contratos.
- La eficiencia en el trabajo de los agentes, en la toma de decisiones y en los trámites administrativos.
- La incorporación adelantada de los agentes para mejorar los proyectos y reducir cambios de prioridades.
- El aumento de la competencia digital de los intervinientes y la capacidad de los sistemas y herramientas.
- La sistematización del proceso de mejora continua y la innovación sobre el trabajo hecho.

2.4 Objetivos del BIM

De las opciones que se proponen como objetivos principales a alcanzar en el proceso de implantación del BIM, los encuestados comparten la mayoría de los que se los plantean, especialmente en las fases de diseño y redacción y en la de explotación, no tanto en la de construcción, y que se concretan en:

- La mejora de la eficiencia en la gestión de los procesos incrementando el retorno de valor.
- El crecimiento de la cultura de trabajo en colaboración.
- El impulso de la digitalización.

Estos objetivos se manifiestan como alcanzables, términos de tiempo entre cortos y medios, y de elevada importancia su consecución.

#3

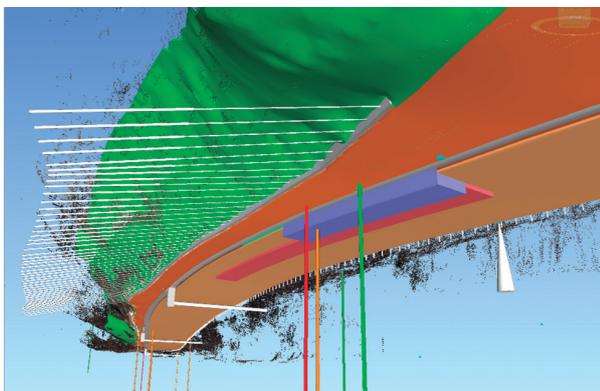
Identificación de
potenciales de
mejora en eficiencia
y ahorro

3. Identificación de potenciales de mejora en eficiencia y ahorro

La implantación del BIM tiene un impacto sobre los diferentes aspectos que conducen a la generación de un nuevo activo. Los agrupamos en tres grandes áreas que reconocemos como: la Normativa, los Procesos y la Tecnología. Para cada uno de ellos se identifican los elementos clave que determinan los potenciales de mejora respecto de la forma en que hoy día se trabaja.

3.1 Normativa

La adopción de la metodología BIM en la gestión y desarrollo de los procesos que conducen a la generación de nuevos activos requiere afrontar una serie de cuestiones legales y jurídicas que dependen, en gran medida, del grado de utilización en cada una de las diferentes etapas de su proceso de implementación.



C-17 a la altura de Centelles

En este sentido, la adopción interna del BIM como tecnología por parte de un equipo de redacción de proyectos o gestión de obras para el desarrollo de su contrato correspondiente, no requiere ningún tipo de modificación del marco contractual actual, si bien pueden requerirse unos acuerdos particulares entre el cliente y el equipo correspondiente en los requisitos de los entregables esperados.

En cambio, si lo que se pretende es introducir la colaboración entre los agentes de las diferentes fases del proyecto, entendido desde la perspectiva del ciclo de vida, este objetivo difícilmente se podrá alcanzar sin cambios del marco contractual. Con la finalidad de establecer unos primeros criterios de referencia para facilitar la definición de una política general de adopción de la metodología BIM por parte de los organismos públicos, a continuación se analizan algunos de los aspectos que más incidencia pueden tener.

3.1.1 Marco contractual para la introducción del BIM

La Dirección General de Contratación Pública, del Departamento de Asuntos y Relaciones Institucionales y Exteriores y Transparencia, como parte de las tareas desarrolladas en el seno de la Comisión Construïm el Futur, elaboró un primer informe titulado "Implantación de la metodología BIM en la construcción

de obras y edificios”, en fecha 9/02/2017, en el cual se analizaba la situación de la contratación pública y las limitaciones existentes con el fin de adoptar o facilitar la utilización de la mencionada metodología en los contratos públicos.

La conclusión de aquel primer informe era que *“el marco legislativo de la contratación pública vigente, aunque en estos momentos está sometido a cambios, ya permite introducir en los pliegos de cláusulas administrativas particulares de los contratos la posibilidad de exigir el uso de la metodología BIM en la construcción de obras y edificios para las administraciones públicas catalanas, ya sea como criterio de adjudicación, como mejora o como condición de ejecución, y que, en el futuro, la legislación de contratos del sector público lo preverá de forma expresa, por lo cual no haría falta ningún cambio normativo para poder introducir el uso de esta metodología en los contratos públicos que tengan por objeto el diseño, la construcción y la explotación de obras y edificios para las administraciones públicas catalanas”*.

Posteriormente, en fecha de 22 de marzo de 2018, la misma Dirección General elaboró un segundo documento con el objetivo de actualizar la información a la nueva Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de contratos del sector público. Esta Ley traslada al ordenamiento jurídico español la Directiva 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

Este segundo informe concluye que la nueva Ley *“prevé el uso de las herramientas BIM en la disposición adicional 15a. de la Ley, tanto de forma obligatoria como facultativa, en función que su uso tenga una implantación generalizada o no entre los operadores económicos. En cualquier caso, su uso se puede prever en los pliegos de cláusulas administrativas particulares ya sea como criterio de adjudicación, como mejora o como condición de ejecución*.

De acuerdo con este criterio, y con el objetivo de fomentar el uso de las herramientas BIM en el ámbito de la Generalitat de Catalunya, se podría establecer el uso obligatorio para determinados contratos, en función de determinados importes y objetos contractuales teniendo en cuenta las posibilidades de acceso de las empresas adjudicatarias a las herramientas BIM.

No obstante, dado que la inclusión del BIM en los pliegos de cláusulas administrativas no garantiza por sí mismo la mejora del producto obtenido, el *EU BIM Task Group*, que cuenta con el apoyo de la Comisión Europea, ha publicado³ el *Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector*. Este documento contiene una serie de

3 <http://www.eubim.eu/handbook/>

3. Identificación de potenciales de mejora en eficiencia y ahorro

recomendaciones que sirven de referencia de las actuaciones que se deben desarrollar con la finalidad de facilitar la adopción del BIM por parte de las diferentes administraciones catalanas. Este documento ha sido traducido al castellano⁴ con el título *Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo*.

A parte de estas recomendaciones, también se considera que hay margen de mejora en los procesos de licitación, donde el actual predominio del criterio de la adjudicación por coste impide, en muchos casos, un adecuado desarrollo de los trabajos. Hay que tener en cuenta que el BIM pide una coordinación mayor entre los equipos que participan en cada fase del proyecto, una dedicación mayor en tareas de planificación y un desarrollo más importante de la redacción del proyecto. En este aspecto, hay que remarcar que la reducción de costes que promete la implantación del BIM tiene que venir principalmente de la disminución de las ineficiencias durante todo el ciclo de vida de la construcción y no necesariamente de una menor inversión en los recursos que realmente aportan valor, especialmente en las fases de planificación y redacción del proyecto, donde el impacto de las decisiones que se toman es mayor.

3.1.2 Distribución de responsabilidades

El marco legislativo vigente prevé una determinada distribución de responsabilidades y un proceso muy secuencial de fases claramente diferenciadas que delimitan la intervención de los diferentes agentes en el proceso del ciclo de vida de un activo. Esta situación puede dificultar la adopción de modos de trabajo mucho más colaborativos, como los que permite el BIM, y limitar los beneficios de la aplicación.

En una primera etapa de adopción del BIM, en el que la colaboración entre agentes en las diversas fases del ciclo de vida se mantenga dentro de los límites de la legislación vigente, es decir, adoptando la parte más tecnológica del BIM (la creación del modelo o modelos de información basado en la preconstrucción virtual), las responsabilidades de cada agente en relación con la producción de la información de la cual son responsables no diferirán de las actuales. Eso es así, porque en esta etapa convivirán varios modelos descriptivos de un activo, que deberán coordinarse entre ellos a fin de que la información sea consistente.

En una segunda etapa, en la cual se adopten modos de trabajo más colaborativos, bien sea por reinterpretaciones del marco legislativo, bien sea

⁴ <http://www.eubim.eu/handbook-selection/handbook-spanish/>

por su modificación, donde se cambie el modo de participación secuencial de los agentes, por modos más integrados a lo largo del ciclo de vida, habrá que analizar la manera óptima de delimitar responsabilidades. Las características propias de los diversos modelos colaborativos pueden llevar asociadas diferencias en la forma de adopción de responsabilidades de los agentes participantes, y podrían tener repercusiones sobre la manera de hacer frente a reclamaciones, las responsabilidades sobre los plazos y coste, o los seguros exigibles a lo largo del proceso.

La evolución futura del BIM apunta hacia la creación de un modelo virtual único, que podría necesitar de una revisión sobre los conceptos de autoría y de propiedad intelectual, no sólo desde el punto de vista de la atribución de la creación, sino también de la asignación de responsabilidades exigibles.

3.1.3 Transferencia de información entre fases y agentes

La adopción del BIM requiere que se realice una transición desde la gestión de la información basada en documentos a un nuevo escenario en que la información se base en modelos 3D de objetos ricos en información.

En una fase inicial, la adopción del BIM no tiene que implicar cambios importantes en los aspectos normativos, ya que la tecnología disponible permite la generación de los entregables esperados por los clientes con el contenido y en los formatos establecidos en los diferentes procedimientos administrativos vigentes. Sin embargo, el resultado de este proceso de trabajo híbrido está generando grandes ineficiencias en los agentes del sector dado que requieren la duplicidad de algunas de las tareas.

Si bien la propiedad y naturaleza del producto final entregado –ya sea el proyecto o el equipamiento construido– siguiendo las especificaciones contractuales no genera ninguna discusión, la propiedad y posterior explotación del modelo de información asociado a cada una de estas entregas puede generar una cierta controversia.

Dada la naturaleza de los modelos de información, para ser utilizados en etapas posteriores, especialmente en la fase de operación y mantenimiento por parte del cliente final, pueden requerir unas condiciones de estructuración y actualización de la información que representen unas cargas de trabajo que no puedan ser asumidas por el proveedor o agente de la fase anterior.

Conclusión

La adopción de la metodología BIM proporcionará una serie de beneficios en el sector que compensan con creces los riesgos y costes que pueden significar los cambios a introducir en el marco contractual, en sus diferentes aspectos, ya que las enmiendas necesarias para la implementación del nuevo marco de trabajo colaborativo basado en el uso de nuevas tecnologías asociadas a modelos 3D de objetos ricos en información, se pueden introducir de manera escalonada y son aplicables desde desde el principio, mientras que los cambios más significativos se deberán abordar a medio plazo, aprovechando el aprendizaje y las contribuciones de todos los agentes implicados en el proceso de construcción.

3.2 Procesos

Desde el punto de vista del ámbito de procesos hay que considerar varias oportunidades de mejora ciertamente ligadas a los aspectos tanto normativos como tecnológicos.

El primer impacto del BIM se identifica cuando se introducen los vectores de coordinación de equipos, de colaboración entre técnicos de diferentes especialidades y disciplinas, de eliminación de los procesos basados en el “papel”, de verificación digital de interferencias dentro del proyecto y de su construcción, de promover una nueva cultura de confianza y de la comunicación en tiempo real de cualquier modificación durante el proceso dentro de los procesos administrativos y ejecutivos que conducen a la generación de un nuevo activo inmobiliario o infraestructura. Estos vectores inciden en el control del mismo proceso de planificación (introducción del máximo número de agentes cuanto antes mejor en el proceso), de su licitación, de ejecución y de explotación. La misma incidencia que se percibe en el capítulo normativo –procedimientos de gestión, relación entre agentes, definición de documentos y protocolos de actuación– se tiene que extender al ámbito de los procesos.

Estos procesos deberán quedar fijados en cada una de las fases de preparación, ejecución y recepción del activo, que se podrían asimilar en cuatro fases que completan el proceso: planificación, diseño, construcción y mantenimiento/operación.

Como impactos en el ámbito de procesos se pueden identificar aquellos que afectan a la Administración y aquellos en que la Administración puede incidir para la mejora del sector.

Con respecto a los que afectan a la Administración, todo proceso debe tener como misión interna la mejora de la gestión –basada en los conceptos tiempo e inversión– de los recursos que los contribuyentes ponen en su mano, y por lo tanto el cumplimiento escrupuloso de la planificación de los trabajos por un lado, y de la exactitud presupuestaria final de su ejecución, mejorando incluso la calidad del ciclo de vida del activo final.

En cuanto a los que afectan a la mejora del sector desde las acciones de la Administración, hay que remarcar el gran potencial que el BIM puede generar para cambiar hábitos, culturas tradicionales caducas y enfatizar los pasos necesarios para conseguir la plena industrialización del sector para salvaguardar o, incluso garantizar, su futuro haciéndolo más competente y productivo comparado con el resto de sectores industriales del país.

Los procesos de la Administración pública actuales que se ven afectados de manera inmediata son los derivados de:

- La transposición de la Directiva 2014/24 para la contratación de servicios de diseño y la licitación de obras que tendría que haber sido implementada el mes de febrero de 2016.
- La Agenda digital para España, aprobada por el Consejo de Ministros el 15 de febrero de 2013, como estrategia para desarrollar la economía y la sociedad digital en el país y que tendría que estar completada por los objetivos de la Agenda Digital Europea para 2015 y 2020. Especialmente, de los 7 planes específicos aprobados, los de más impacto son el Plan de servicios públicos digitales y el Plan nacional de ciudades inteligentes.
- La implementación de la nueva Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de contratos del sector público, por la cual se transponen al ordenamiento jurídico español las directivas del Parlamento europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, en vigor el mes de marzo de 2018.

Donde hay que adaptar de manera urgente los cambios que provoca el BIM:

- Cambio de documento en papel a datos informáticos y todos los procedimientos afectados por esta medida.
- Nueva estandarización de protocolos de proyecto, de gestión del proceso constructivo y de mantenimiento y operación basados en la visión de ciclo de vida de una edificación o infraestructura.
- Comunicación entre agentes y la tramitación electrónica.

Este cambio de procesos se relaciona de manera directa con los aspectos tecnológicos necesarios para su ejecución:

3. Identificación de potenciales de mejora en eficiencia y ahorro

- Nubes de trabajo colaborativo de acceso externo a la Administración.
- Repositorios de catalogación de proyectos y sus estados finales de ejecución (conocidos como *as-built*s).
- Nuevo *software* de código abierto y nativos.
- Hardwares adecuados.



Adaptación a PMR de la estación del Putxet de FGC en Barcelona

Desde el punto de vista del trabajo colaborativo “los procesos” cambian radicalmente. La oportunidad de mejora que introducen los modelos de contrato colaborativos y otros mecanismos para hacer que todos los agentes que conforman la cadena de valor colaboren, debe permitir borrar los compartimentos donde cada profesional y empresa trabajan de manera independiente e inconexa. Si la modificación del marco contractual ya se ha identificado antes como una necesidad, la de cambio de procesos surge también de manera paralela e inevitable.

Esta relación contractual se enmarca también en el hecho de compartir de manera eficiente la documentación generada y, por lo tanto, esta “compartición” crea una metodología amparada en una nueva sistemática de funcionamiento. La virtualización de los mismos proyectos, de las relaciones entre los agentes y de la gestión sin papeles, abre todo un espectro de nuevas oportunidades para hacer de su seguimiento un eje de desarrollo de nuevas herramientas y mecanismos.

Conclusión

La implementación de los entornos BIM abre una nueva manera de funcionar del sector que debe permitir, en su conjunto, la evolución hacia modelos de productividad y eficiencia más próximos a lo que cualquier sector industrializado consigue.

El BIM se puede considerar una metodología basada en procesos. Estos tendrán que ser asumidos cuanto antes mejor a través de la información, educación y formación de todos los agentes –siendo primordial que la misma Administración los asuma para ser el referente– y revertirlos en forma de ahorros tangibles en el ciclo de vida de cualquier activo y de la mejora de su actividad.

3.3 Tecnología

Desde el punto de vista del ámbito tecnológico, hay varios aspectos que consideramos como oportunidades de mejora.

En primer lugar, se detecta una clara necesidad de mejorar la comunicación entre las partes y la transparencia de los procesos. Dando por sentado que la implantación del BIM implica la adquisición de sistemas de comunicación digital eficientes, centralizados y transparentes, se considera que esta demanda puede ser tratada a partir de la implantación de esta metodología.

En relación con eso, la estandarización de procesos y, sobre todo de la información que se quiere intercambiar, resulta también un aspecto a mejorar, ya que para que la comunicación sea eficiente, hay que estandarizar los instrumentos que la hacen posible.

Por otra parte, los encuestados han expresado el deseo de mejorar la eficiencia de las reuniones. Hay que hacer notar que el uso del BIM implica una serie de técnicas y tecnologías orientadas a este objetivo por lo cual también hacemos referencia aquí. Lo mismo pasa con el deseo generalizado de reducir costes en las fases de ejecución y, sobre todo, en las fases de explotación. La gestión de la información almacenada en los modelos puede tener un papel fundamental a la hora de alcanzar este anhelo, junto con el resto de foco de interés.

También se han detectado carencias en los sistemas de gestión de la documentación, dado que las encuestas han hecho notar que hace falta una política de almacenaje de la información clara y compartida. Ello impacta en la coordinación de los diferentes agentes que intervienen en la Administración. Por lo tanto, sería recomendable mejorar este aspecto que genera dificultades administrativas que impactan en todos los agentes, no sólo en los que forman la Administración.

Además, se deberán adaptar estos sistemas de gestión de la documentación en el entorno digital y conseguir que la documentación con valor contractual y/o legal se pueda digitalizar. No obstante, en el proceso se deberá tener en cuenta que se ha detectado una alta dependencia hacia el software que permite generar la información, lo que se presenta como una circunstancia no deseada, dado que la gestión de la documentación tiene que funcionar correctamente independientemente del software que se haya utilizado al generar cada uno de los documentos administrados.

3. Identificación de potenciales de mejora en eficiencia y ahorro

Toda esta innovación tecnológica, sin duda, tendrá que acompañarse de formación dado que durante el proceso de análisis inicial se ha detectado que, aunque los conceptos generales en relación con el BIM se conocen, la propia percepción del conocimiento que se tiene es baja. Esta percepción encaja con el hecho de que los encuestados declaran que su principal fuente de información son jornadas divulgativas y recursos en línea, en detrimento de programas de formación más estructurados y profundos como cursos o seminarios.

Finalmente, la mayoría de los encuestados han opinado que la inversión en tecnología para la implementación del BIM será grande (51%) o moderada (29%). No obstante, cabe decir que no se han detectado dificultades relativas al ancho de banda de conexión en Internet, lo cual es positivo dado que el trabajo con el BIM necesita conexiones de alta velocidad.

3.4 Los roles del BIM

El entorno de trabajo BIM supone la asignación de funciones a personas concretas con unas habilidades o conocimientos específicos para su intervención en un proyecto bajo diferentes perspectivas. Dependiendo de la envergadura de un proyecto, la relación personas-rol puede ser diferente y en cada caso se debe adoptar la configuración más eficiente del equipo que participa. En algunas ocasiones, una misma persona puede asumir más de un rol. En otros, hace falta un nivel de especialización alto y un determinado rol es llevado a cabo por un especialista en los conocimientos de aquel rol.

Un rol no determina obligatoriamente el perfil profesional que lo tiene que asumir, sino que especifica, como se ha dicho, funciones y habilidades que hay que compatibilizar con los perfiles técnicos y profesionales de los participantes en un proyecto.

Acto seguido se da una relación indicativa y no limitativa de roles posibles. Un mismo rol puede tener nombres diversos, pero se vincula con funciones a nivel de organización y/o a nivel de proyecto, y se acompaña de una descripción de las habilidades o conocimientos deseables.

De esta relación de roles no se desprende necesariamente una única estructura jerárquica, aunque cada uno de los roles se sitúa en una perspectiva concreta dentro del proceso de trabajo en un entorno BIM. Cada organización tiene que adaptar sus procesos y necesidades, y ha de establecer su propia estructura contando con los roles que le sean necesarios.

De la lectura de los roles que se describen se puede entender que, fundamentalmente, se agrupan en cinco grandes conceptos:

Roles vinculados a la gestión:

- BIM Director.
- BIM Manager.

Roles vinculados a fases del ciclo de vida

- BIM Design Coordinator.
- BIM Construction Coordinator.
- BIM Facility Coordinator.

Roles vinculados a disciplinas

- BIM Discipline Coordinator.
- BIM Team member.

Roles transversales que se pueden encontrar a diferentes niveles

- BIM Quality Checker
- BIM CDE Administrator
- BIM Facilitator

BIM Director / Director del BIM

Funciones a nivel de organización:

- Establece la implementación del BIM en el ámbito estratégico, vinculándola con el modelo de negocio de la empresa y con el funcionamiento interno de ésta.
- Dirige las tareas de investigación y planificación de futuras implementaciones.
- Busca soluciones tecnológicas para implementar nuevos usos del BIM.
- Dirige estudios de viabilidad o prototipaje para validar futuras implementaciones.
- Redacta el Plan estratégico de implementación del BIM en una organización.
- Se coordina con el Director de la organización con el fin de alcanzar los objetivos establecidos por él.

a nivel de proyecto:

- Establece la implementación del BIM en el terreno estratégico, vinculándola con el modelo de negocio del promotor y el operador.
 - Traduce sus requerimientos al lenguaje del BIM. Redacta los requisitos de información del contratante (*Employer Information Requerimientos – EIR*).
 - Redacta el Plan estratégico de implementación del BIM en un proyecto.
 - Se coordina con el director del proyecto con el fin de alcanzar los objetivos establecidos por él.
-

3. Identificación de potenciales de mejora en eficiencia y ahorro

Habilidades o conocimientos

- Perfil sénior.
 - Experiencia como *BIM Manager* y en el desarrollo de proyectos d'I+D+i.
 - Capacitado para entender el lenguaje de los sistemas tecnológicos y al mismo tiempo el de los directivos y los roles de producción.
 - Experiencia en participación de proyectos con un planteamiento a largo plazo.
 - Capacitado para entender el modelo de negocio de la organización o del promotor / operador en caso de actuar a nivel de proyecto.
 - Entender la parte técnica de un modelo de negocio basado en el uso del BIM.
 - Capacitado para persuadir a los directivos para que asuman riesgos e inviertan en innovación.
 - Capacidad para gestionar el riesgo asociado a una innovación.
 - Capacidad para analizar problemas y gestionar su solución.
 - Capacidad de autoaprendizaje.
-

Observaciones

En organizaciones o proyectos con un grado de madurez del BIM medio, este rol no existe o se fusiona con el de *BIM Manager* con un alcance menor.

BIM Manager / Gestor del BIM / Responsable del BIM

Funciones a nivel de organización:

- Implementa el BIM a nivel estratégico, vinculándolo con el modelo de negocio de la empresa y con el funcionamiento interno de esta.
 - Lleva a cabo tareas de investigación y planificación de futuras implementaciones.
 - Se coordina con el Gestor / Responsable del Departamento con el fin de alcanzar los objetivos establecidos por él.
-

a nivel de proyecto:

- Establece los intercambios de la información del BIM de las diferentes disciplinas para mantener la orden y la coherencia de la información del proyecto a lo largo de su ciclo de vida.
 - Especifica el formato de intercambio de la información.
 - Define de manera clara y precisa el alcance del trabajo a llevar a cabo usando el BIM.
 - Establece protocolos y estándares de uso para los diferentes agentes durante el ciclo de vida del proyecto en función de la orden de los cambios de información.
 - Coordina la redacción del Plan de ejecución del BIM (BEP) en colaboración con todos los coordinadores del BIM.
 - Especifica los controles de calidad a efectuar a nivel de proyecto y hacer el seguimiento.
 - Coordina el desarrollo del proyecto con el gestor del proyecto con el fin de maximizar la utilidad del BIM hacia los objetivos del proyecto.
-

Habilidades o conocimientos

- Perfil sénior.
 - Visión amplia del ciclo de vida del proyecto.
 - Conocimiento sobre los aspectos claves de los diferentes sistemas para el BIM.
 - Capacidad de empatía con el cliente.
 - Habilidades de comunicación diplomática.
 - Comprensión de la parte técnica de los procesos.
 - Conocimiento del procedimiento de coordinación de los modelos.
 - Conocimiento amplio sobre estándares y protocolos para el BIM.
 - Conocimiento sobre técnicas de evaluación de las capacidades relativas al BIM de personas y organizaciones.
 - Experiencia en participación de proyectos con elevados flujos de información.
 - Capacidad de expresarse con locuacidad y transmitir con claridad la información que se pretenda transmitir.
 - Capacidad para analizar problemas y gestionar la solución.
 - Capacidad de autoaprendizaje.
-

Observaciones

CDE Administrator / Administrador del entorno común de datos (ECD)

Funciones a nivel de organización:

- Configura el entorno común de datos escogido por el *BIM Director* o el *BIM Manager* de manera que dé respuesta a los requerimientos de uso establecidos por ellos a nivel de la organización.
-

a nivel de proyecto:

- Configura el entorno común de datos escogido por el *BIM Director* o el *BIM Manager* de manera que dé respuesta a los requerimientos de uso establecidos por ellos a nivel de proyecto.
 - Configura el ECD de manera tal que pueda gestionar los intercambios de información establecidos por el *Information Manager*.
 - Se asegura de que todos los agentes que tienen que acceder al ECD pueden hacerlo con los permisos adecuados.
-

Habilidades o conocimientos

- Perfil júnior - sénior.
 - Conocimientos en el uso y configuración de sistemas de ECD.
 - Capacidad para asistir a los diferentes agentes sobre el uso de las herramientas de ECD.
 - Capacidad de autoaprendizaje.
-

Observaciones

Este rol suele desarrollarlo el *BIM Manager* en proyectos que no son de mucha complejidad. Su perfil profesional es necesario cuando se utilizan ECD sofisticados por los cuales hay que configurar flujos de trabajo, permisos, etc.

3. Identificación de potenciales de mejora en eficiencia y ahorro

BIM Design Coordinator / Coordinador general de la redacción del proyecto

Funciones a nivel de proyecto:

- Lidera el desarrollo del PEB en la fase de redacción del proyecto. Lo redacta en colaboración con todos los coordinadores de cada equipo.
 - Coordina los cambios en la información del BIM de las diferentes disciplinas con el fin de mantener la coherencia y calidad de la información del proyecto a lo largo del ciclo de vida.
 - Coordina las operaciones relativas al BIM entre las disciplinas que participan en la fase de redacción del proyecto.
 - Coordina las entregas de los equipos de las disciplinas de manera que se lleven a cabo correctamente sobre el ECD.
 - Especifica los controles de calidad a efectuar en esta fase y hace el seguimiento.
 - Mantiene el registro de las incidencias encontradas y resultados.
 - Se coordina con el responsable de la redacción del proyecto con el fin de alcanzar los objetivos de esta fase.
-

Habilidades o conocimientos

- Perfil sénior.
 - Conocimientos amplios sobre los procesos de redacción de proyectos.
 - Visión de conjunto.
 - Conocimiento amplio en plataformas para el BIM.
 - Capacidad de empatía con los agentes que intervienen en la fase.
 - Habilidades de comunicación diplomática.
 - Comprensión de la parte técnica de los procesos del BIM.
 - Experiencia en la aplicación de protocolos de coordinación del BIM.
 - Amplios conocimientos sobre estándares, protocolos y gestión de CDE.
 - Capacidad para analizar problemas y gestionar la solución.
 - Capacidad de autoaprendizaje.
-

Observaciones

BIM Construction Coordinator / Coordinador general de la ejecución del proyecto

Funciones a nivel de proyecto:

- Lidera el desarrollo del PEB en la fase de ejecución del proyecto.
 - Contribuye, si es posible, a la redacción del PEB de la fase de diseño con el fin de mejorar la usabilidad de los modelos de diseño como base para el modelo constructivo.
 - Coordina la creación del modelo constructivo y la información que se desarrolle durante la construcción.
 - Actúa como medio de enlace en cuestiones relacionadas con el BIM entre el equipo de construcción y los subcontratistas.
 - Coordina la planificación de la construcción y el programa de actividades para asegurar la integración con la construcción del BIM.
 - Evalúa la compatibilidad de los modelos de los subcontratistas con respecto al resto del modelo.
 - Se comunica con el equipo redactor del proyecto, coordinando la extracción de datos requeridos por el modelo de construcción.
 - Coordina la actualización del modelo constructivo a fin de que refleje los cambios ocurridos durante la obra.
 - Especifica los controles de calidad a efectuar en la fase de construcción y lleva a cabo el seguimiento.
 - Mantiene el registro de las incidencias encontradas y resultados.
 - Se coordina con el responsable de la ejecución del proyecto con el fin de alcanzar los objetivos de esta fase.
-

Habilidades o conocimientos

- Experiencia en la gestión de la construcción. Conocimientos adelantados de los procesos de la gestión de la construcción, términos y métodos.
 - Experto en el conocimiento de productos de construcción, detalles constructivos y normas relevantes, así como la regulación de los estándares de calidad.
 - Comprensión de todas las fases del proceso constructivo.
 - Capacidad para intervenir en las fases de diseño.
 - Capacidad de planificar y seguir la obra en su totalidad.
 - Capacidad para resolver conflictos.
 - Habilidades en el mando y liderazgo en los recursos humanos.
 - Experiencia en la aplicación de protocolos de coordinación del BIM.
 - Amplios conocimientos sobre estándares, protocolos y gestión de CDE.
 - Capacidad para analizar problemas y gestionar la solución.
 - Capacidad de autoaprendizaje.
-

Observaciones

3. Identificación de potenciales de mejora en eficiencia y ahorro

BIM Facility Coordinator / Coordinador general de la explotación del proyecto / Responsable de la explotación del proyecto

Funciones a nivel de proyecto:

- Lidera el desarrollo del PEB en la fase de explotación del proyecto.
 - Facilita el ciclo de vida del proyecto, integrando procesos y compartiendo bases de datos digitales.
 - Participa, si es posible, en el diseño de los requisitos para la redacción del proyecto.
 - Analiza la interoperabilidad con el software de FM y el BIM.
 - Coordina la integración de los modelos *as-built* en los modelos de explotación.
 - Coordina la actualización del modelo de explotación del equipamiento a lo largo de su ciclo de vida.
 - Da apoyo y forma a los usuarios del software para la explotación del equipamiento
 - Ayuda a los que gestionan el inmueble o infraestructura en los procesos de extracción de la información de los modelos del BIM.
 - Especifica los controles de calidad a efectuar en la fase de explotación y lleva a cabo el seguimiento.
 - Mantiene el registro de las incidencias encontradas y resultados.
 - Se coordina con el responsable de la explotación del proyecto (*Facility Manager*) con el fin de alcanzar los objetivos de esta fase.
-

Habilidades o conocimientos

- Perfil sénior.
 - Experiencia en la gestión de inmuebles o infraestructura.
 - Conocimientos adelantados de los procesos de la gestión de los inmuebles o de las infraestructuras, estándares y protocolos.
 - Comprensión de todas las fases del proyecto.
 - Capacidad para intervenir en las fases de diseño.
 - Capacidad de planificar y observar las necesidades del FM.
 - Competencia en resolver conflictos.
 - Conocimientos sobre estándares de información por FM.
 - Adaptabilidad y trabajo en equipo.
 - Capacidad para analizar problemas y gestionar la solución.
 - Capacidad de autoaprendizaje.
-

Observaciones

BIM Coordinator / BIM Discipline Coordinator / Coordinador de disciplina / Responsable de disciplina

Funciones a nivel de proyecto:

- Administra los modelos generados por el equipo que desarrolla una disciplina o un lote de contratación determinado de forma que su trabajo sea coherente con lo que especifica el PEB.
 - Coordina el trabajo de su equipo con el del resto de disciplinas o lotes de contratación.
 - Evalúa y administra los modelos generados por el equipo de trabajo que desarrolla una disciplina concreta.
 - Desarrolla los controles de calidad internos.
 - Publica los modelos desarrollados con su equipo en el entorno común de datos (*Common Data Environment - CDE*) entre todos los agentes.
 - Garantiza un trabajo coherente y el cumplimiento de los objetivos previstos y especificados en el PEB.
 - Coordina la comunicación entre su equipo de trabajo y las otras disciplinas, con el objetivo de optimizar el flujo de información.
 - Especifica los mecanismos de aseguramiento de la calidad que han de llevar a cabo los miembros de su disciplina y lleva a cabo el seguimiento.
 - Crea el contenido específico para desarrollar la actividad de su equipo de trabajo, como apoyo y solución a posibles contratiempos que se puedan generar.
 - Estandariza y documenta los procesos del BIM.
 - Coordina la capacitación de los miembros del equipo de su disciplina o lote de coordinación, conjuntamente con el *BIM Manager* de organización.
-

Habilidades o conocimientos

- Perfil sénior.
 - Capacidad de dirigir un equipo de trabajo formado por perfiles técnicos maximizando el talento de sus miembros.
 - Experiencia en participación de proyectos con un planteamiento a largo plazo.
 - Familiaridad con la gestión de software.
 - Entender la parte técnica de un modelo de negocio basado en el uso del BIM.
 - Ser capaz de colaborar con trabajos específicos de su equipo de trabajo.
 - Capacidad de expresarse con locuacidad y transmitir con claridad la explicación de los modelos que se generen.
 - Analizar problemas y gestionar la solución.
 - Capacidad de autoaprendizaje.
-

Observaciones

3. Identificación de potenciales de mejora en eficiencia y ahorro

BIM Quality Checker / Verificador de la calidad del BIM / Analista de datos

Funciones a nivel de proyecto:

- Realiza una inspección de calidad del modelo con respecto a su estructura de datos, con respecto a los criterios de topología, taxonomía y metadatos como condición indispensable para posteriores controles de calidad.
 - Realiza una inspección de la calidad del proyecto con respecto a los criterios que establece el PEB, entre los cuales está la revisión de la coordinación espacial, el cumplimiento del programa o el control de costes.
 - Informa de las incidencias encontradas al *BIM Coordinator* y al responsable de cada disciplina o al *BIM Manager* según se trate de una verificación o control de calidad a nivel de fase o de proyecto.
 - Documenta las correcciones posteriores al control de calidad con el fin de hacer posible la mejora continua.
-

Habilidades o conocimientos

- Perfiles júnior y sénior.
 - Capacidad de organización grupal para la verificación de los protocolos a seguir.
 - Experiencia en proyectos con elevados flujos de información.
 - Entender la parte técnica de la información y capacidad de desarrollar comprobaciones que se adecuen a la casuística de los procesos.
 - Conocer los protocolos generales del BIM y capacidad de resolver los inconvenientes del proyecto mediante correcciones pertinentes.
 - Conocimiento completo en los protocolos de control de calidad del proyecto del BIM.
 - Habilidades de comunicación diplomática.
 - Capacidad de autoaprendizaje.
-

Observaciones

Este rol suelen desarrollarlo los coordinadores de disciplina y/o de fase en proyectos que no son de mucha complejidad.

BIM Facilitator / Facilitador BIM

Funciones a nivel de proyecto:

- Su función es la de asistir a otros profesionales, que no están familiarizados con el uso de herramientas del BIM, para que sean capaces de extraer información de modelos de información.
- Prepara los modelos para que puedan ser visualizados cómodamente in situ por parte de jefes de obra, promotores, directivos, etc.

Habilidades o conocimientos

- Perfil júnior
- Dotes para la formación

Observaciones

Este rol lo suele desarrollar un miembro del equipo de producción siguiendo las indicaciones del Coordinador de la Disciplina.

BIM Discipline Team Member / Miembro del equipo

Funciones a nivel de proyecto:

- Desarrolla los modelos generados por el equipo de trabajo que desarrolla una disciplina concreta de forma que su trabajo sea coherente con lo que especifica el PEB.
- Desarrolla la disciplina profesional que le corresponda.
- Garantiza un trabajo coherente y el cumplimiento de los objetivos previstos y especificados en el PEB.
- Sigue los estándares establecidos por parte del Coordinador BIM.
- Se comunica con su equipo de trabajo y con los de las otras disciplinas, con el objetivo de optimizar el trabajo colaborativo.
- Desarrolla las simulaciones relativas a su especialidad.

Habilidades o conocimientos

- Perfil júnior - sénior.
- Especialista en el desarrollo de una disciplina concreta (como por ejemplo el diseño de estructuras, de instalaciones, la dirección de obra...).
- Perspectiva focalizada.
- Capacidad para trabajar en equipos.
- Conocimientos altos en el uso de la tecnología relacionada con el ejercicio de su especialidad.
- Capacidad de autoaprendizaje.

Observaciones

#4

Fijación de objetivos
generales y específicos

4. Fijación de objetivos generales y específicos

El marco en el que surge este Libro blanco se ha explicitado en el apartado “Motivación”, que justifica la necesidad de introducir cambios sustanciales en la manera en que se llevan a cabo los procesos de gestión de los activos inmobiliarios y las infraestructuras. A través de la encuesta llevada a cabo entre el personal de los departamentos y organismos de la Generalitat de Catalunya, se ha puesto de manifiesto el estado actual relativo al conocimiento y la percepción del BIM, las oportunidades de mejora que plantea así como los objetivos de una próxima implementación. Con esta información se han identificado los potenciales de mejora que puede suponer la introducción del BIM, analizados desde los puntos de vista normativo, los procesos y la tecnología.

Este capítulo se ocupa de fijar los objetivos que hay que alcanzar bajo las áreas temáticas siguientes:

- Institucional.
- Difusión y sensibilización interna.
- Legislación.
- Ámbito de procesos.
- Ámbito técnico.
- Formación.
- Efecto tractor.

La primera de las áreas temáticas, la Institucional, es obviamente la más genérica, y da paso a las seis áreas siguientes que tratan de temas más específicos.

En un capítulo posterior se establecerán las acciones oportunas dirigidas a la consecución de estos objetivos.

4.1 Institucional

Entendiendo la introducción del BIM bajo la perspectiva expuesta en el apartado inicial del Libro blanco, titulado “Motivación”, reconociendo el papel ejemplificador que la Administración pública tiene sobre el sector y por el interés en ofrecer a la ciudadanía mejores equipamientos e infraestructuras optimizando la inversión pública, los objetivos que hay que alcanzar con la adopción del BIM en el terreno institucional son:

1. Visualizar ante toda la estructura de departamentos y organismos, que la Generalitat de Catalunya hace una apuesta decidida por la transformación de los procesos relacionados con el ciclo

de vida de los activos inmobiliarios y las infraestructuras, orientándolos hacia la digitalización basada en la metodología BIM, y la adopción progresiva de formas de trabajo mucho más colaborativas.

2. Visualizar el interés en el cambio de procesos que faciliten la consecución de una mayor eficiencia técnica y económica de las inversiones, que incorpore también más trazabilidad y transparencia.

4.2 Difusión y sensibilización interna

La Directiva europea 2014/24/EU⁵, en el artículo 22.4, recomienda a las administraciones públicas europeas el uso de sistemas digitales en sus procesos de diseño y licitación de proyectos y obras y su implementación. Ante la identificación del BIM como la herramienta estratégica digital para hacerlo, se obligará a aprender con el fin de incorporar estas herramientas.

En el futuro el sector de la construcción será diferente. Todos los agentes que forman parte del ciclo de vida de un proyecto interactuarán y tenderán a utilizar un modelo digital único en tres dimensiones en que, desde la propuesta de su programa hasta el mantenimiento final y su deconstrucción y recuperación, tendrán que incorporar su conocimiento. Se habla de procesos colaborativos y, por lo tanto, de una nueva cultura de trabajo. La Administración pública no se puede quedar al margen o incorporarse demasiado tarde.



C-17 a la altura de Centelles

El *Big data* está presente en cualquier momento, desde el móvil, la televisión digital, los automóviles, el GPS, Google... y llega a la construcción. Por ejemplo, la información que contiene un material (precio, fecha de entrega, proveedor, etc.) se ligará con la que contiene el proyecto de colocación, momento de colocación) y con el de la su gestión (manera de mantenerlo, momento de renovarlo). Todavía más, la posibilidad de analizar múltiples modelos correspondientes a activos diversos nos obligará a aplicar tecnologías de búsqueda de datos que hoy en día ya opera en otros sectores.

⁵ (of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on public procurement and repealing Directive 2004/18/EC de 28.3.2014, artículo 22, punto 4, página 107).

4. Fijación de objetivos generales y específicos

Será necesario adaptar ágilmente los procesos y aprender del *Lean*, y de los procesos de industrialización, como también superar la cadena de agentes lineales y desconectados que forman ahora áreas estancas sin conexión efectiva. Se deberá desaprender mucho. A menudo se aplican sistemáticas de trabajo, pero se tienen que superar paradigmas que en el pasado han funcionado y que en los nuevos contextos tecnológicos, sociales o de mercado, los hacen obsoletos.

En este sentido son diferentes los objetivos que hay que plantear, que pasan de lo más generalista en lo más analítico y de detalle, y tienen que ser los que permitan identificar las maneras más viables para conseguir una mejor productividad, teniendo en cuenta que ésta requiere la transparencia de cada paso y el conjunto de intervenciones de todos los agentes que participan en la concepción, el diseño, la ejecución y el mantenimiento y explotación de los activos inmobiliarios y las infraestructuras creadas de nuevo o renovadas en sus funciones.

Este planteamiento, que tiene que modificar toda una manera de hacer, necesita sensibilizar para alcanzar los aspectos siguientes:

1. Entender que el modelo de trabajo debe evolucionar profundamente de manera colaborativa.
2. Que las competencias de los agentes tienen que variar por vía de la formación.
3. Se tiene que incorporar una visión global del proceso constructivo.
4. Hay que avanzar en el tiempo la coordinación de todos los agentes.
5. Interiorizar el impacto de la nueva metodología en cada persona, fase y herramienta.
6. Modificar los procedimientos.
7. Establecer unos resultados esperables de cualquier proyecto de manera transparente.

4.3 Formación

Este capítulo describe los objetivos con el fin de alcanzar la formación interna que requiere la implementación del BIM dentro de las diferentes estructuras organizativas y funcionales de la Administración pública, pero también desde el punto de vista de la capacitación de sus proveedores actuales y futuros.

Las estrategias de implantación del BIM en diferentes países europeos han demostrado la gran capacidad que tiene una Administración pública para modificar las culturas de trabajo de un sector como el de la construcción. Los

entes públicos se convierten en los guías de este cambio de paradigma en su entorno gracias a asumir plenamente e internamente este cambio metodológico y de herramientas, y es por eso que tienen que asumir de manera abierta y plena este papel.

4.3.1 Capacitación del personal de la Administración

La implantación del BIM en la Administración pública requiere, sin duda, que su personal se capacite adecuadamente en relación con el papel o rol que cada uno de sus miembros tenga que hacer donde se aplique esta metodología. De hecho, esta capacitación se debe realizar en todos los técnicos y administrativos que tengan relación en algún momento con un planeamiento, una promoción, un proyecto arquitectónico o de ingeniería, su construcción, sus servicios e instalaciones y su gestión. Con el fin de conseguirlo, se plantean los objetivos siguientes:

1. Adquirir una visión integral del ciclo de vida completo del edificio o infraestructura. Es decir, conseguir que los planteamientos que haga cada uno de los agentes tengan en cuenta las consecuencias de sus decisiones a largo plazo y, al mismo tiempo, sabiendo cuál es su rol en el ciclo de vida completo de la construcción para obtener la máxima calidad y eficiencia.
2. Convertirse en un agente activo en el ciclo de vida del equipamiento gestionado a través del BIM. Este objetivo está alineado con la Directiva europea 2014/24 y 23 y con su transposición en la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de contratos del sector público, y la Ley 39/2015 y 40/2015, de 1 de octubre, del procedimiento administrativo común de las administraciones públicas, que entró en vigor el 2 de octubre de 2016, las cuales recomiendan que la Administración, como promotora importante que es, incentive y adopte la innovación digital.
3. Capacitar ciertas posiciones y niveles de la Administración con el fin de liderar procesos de implantación. Este liderazgo tiene que ser capaz de gestionar el cambio de una manera participativa, recogiendo las opiniones y necesidades de los miembros de cada departamento u organismo.
4. Capacitar cada miembro de la Administración de manera adecuada al rol que deberá desarrollar una vez implementado el BIM. Hay que entender éste como un proceso generalizado y transversal, que debe tener también en cuenta las circunstancias personales y contractuales de cada recurso, con el fin de facilitar una actitud proactiva de aprendizaje para la mejora técnica y productiva.
5. Capacitar para el uso de formatos abiertos que permitan el libre acceso a la información gestionada para los agentes con independencia del software que utilice en cada uno de ellos. Este objetivo está alineado con las conclusiones recientemente publicadas por el EU BIM Task Group en el documento *Handbook for the introduction of Building Information Mode-*

4. Fijación de objetivos generales y específicos

lling by the European Public Sector, y con la Ley 9/2017 de contratación pública, las cuales hacen referencia a la conveniencia de utilizar formatos universalmente accesibles.

4.3.2 Capacitación de los proveedores de la Administración

La Administración debe incentivar la formación de todos los agentes, en especial la de sus proveedores, por una cuestión de responsabilidad política, social y económica, pero también por interés propio, dado que el aprovechamiento que haga de la implantación del BIM también depende, en parte, del grado de madurez del entorno con el que trabaja el sector.

4.3.3 Inclusión del BIM en la formación reglada

Dado que la Administración también es responsable de la formación reglada, es lógico pensar que tiene un papel en este aspecto para conseguir que los futuros profesionales acaben sus estudios con un nivel de competencia en BIM suficiente para ejercer de manera eficiente. No obstante, en este Libro blanco sólo se hará referencia a las tareas que se recomienda que lleve a cabo la Administración como ente promotor y legislador, y quedan fuera del alcance de este documento las recomendaciones a cada uno de los organismos responsables de la ejecución de la formación reglada, ya que requiere un análisis específico.

4.3.4 Disponer de un sistema de gestión del conocimiento

Es necesario que la Administración disponga de un sistema centralizado de gestión del conocimiento de los procesos del BIM, que permita que el conocimiento y experiencias adquiridos a lo largo del tiempo no se pierda y se pueda transmitir de manera efectiva a todos los miembros de la Administración.

4.4 Legislación

La introducción de nuevos procesos colaborativos se ve afectada por: 1) la manera en que se relacionan los diferentes agentes de la construcción, fuertemente arraigada en una práctica de larga historia, y 2) una legislación que no favorece la aplicación de fórmulas alternativas a las aplicadas convencionalmente.

En este sentido, es necesario establecer los objetivos siguientes:

1. Dar seguridad jurídica a los diferentes departamentos y organismos de la Administración para emprender proyectos realizados en los nuevos entornos colaborativos basados en el BIM, que sirvan de casos piloto ejemplificadores.
2. Dar seguridad jurídica a los diferentes departamentos y organismos de la Administración para emprender proyectos realizados en los nuevos entornos colaborativos basados en el BIM, de manera convencional más allá de los casos experimentales o piloto.
3. Establecer diferentes modelos de actuación que en una primera fase, sin necesidad de cambios legislativos, permitan la realización de proyectos más colaborativos.
4. Empezar una prospección de los cambios legislativos necesarios que permitan optimizar los procesos colaborativos más allá de lo que permita la legislación actual.

4.5 Ámbito técnico

Tanto el mercado como la Administración están reconociendo los beneficios de la digitalización del sector de la construcción. Desde el punto de vista técnico, esto requiere la consecución de una serie de objetivos que abrazan aspectos que van desde el equipamiento tecnológico a la estandarización de la información.

4.5.1 Infraestructura tecnológica

El BIM es una metodología tecnológica y, como tal, necesita una adecuada infraestructura de software y hardware que dé servicio a los diferentes roles que se dan en la Administración de manera proporcional a las necesidades de cada uno de ellos. Con el fin de disponer de esta infraestructura, hay que alcanzar los objetivos siguientes:

1. Modernizar la infraestructura de hardware para acoger el nuevo software que habrá que utilizar con la implantación del BIM de manera proporcional a los requisitos que exijan. No todo el software para el BIM necesita hardware de altas prestaciones.
2. Dotarse del software adecuado para el desarrollo de los usos del BIM que requiere cada actividad de la Administración. Cabe decir que el BIM necesita un ecosistema de software, de diferentes características según la función que desarrollan. No todos los roles necesitan el mismo software. Este software incluirá herramientas que facilitan la comunicación entre agentes internos y externos de la Administración en un entorno colaborativo.
3. Dotarse de ciertas instalaciones que permitan conducir o alojar reuniones multidisciplinares en torno a modelos digitales. Estos espacios, conocidos

4. Fijación de objetivos generales y específicos

como *BIM Rooms*, tienen requerimientos específicos que, a pesar de no ser especialmente exigentes, no son habituales en las administraciones.

4. Disponer de entornos comunes de datos (*Common Data Environments*) donde compartir modelos, documentos y comunicaciones durante todo el ciclo de vida de cada proyecto. Aunque estos sistemas pueden estar administrados por cualquiera de los agentes participantes en el proyecto, lo más recomendable es que estén en manos de la Administración, especialmente cuando actúa como promotor y/o operador. Estos sistemas deberán ser accesibles en línea, aunque habrá que tener en cuenta las condiciones de seguridad y confidencialidad de la información que almacenen.
5. Mejorar los sistemas de gestión documental con el fin de hacerlos capaces de gestionar múltiples versiones de los documentos, así como establecer búsquedas complejas por etiquetas. Pero sobre todo, para hacerlo permeable a la interacción de otros agentes y mejorar la comunicación interdepartamental.

4.5.2 Estandarización de la información

El BIM se basa en la gestión de la información almacenada o referida a modelos orientados a objetos, donde cada objeto representa un elemento constructivo. Esta particularidad hace que sea necesario establecer una serie de objetivos orientados al hecho que la estructura de esta información haga posible cumplir las expectativas que se depositen en el BIM.

1. Adoptar un sistema común para clasificar esta información según categorías que puedan ser entendidas por el conjunto de los agentes que intervienen en el sector. Ello permitirá que, independientemente de la manera de estructurar la información que internamente utilice cada agente, esta pueda ser procesada y entendida a través de mecanismos comunes, compartidos y conocidos por todas las partes.
2. Disponer de un estándar que determine los metadatos que deben contener los modelos de información según el uso del BIM que se quiera hacer, considerando todas las fases del ciclo de vida, en especial el de explotación y mantenimiento.
3. Disponer de estándares relativos a los formatos y contenidos de los entregables, así como los intercambios de información que hay que hacer en cada fase. Ello hará posible estandarizar los criterios de calidad que se deriven, de tal manera que cada agente pueda saber si todo lo que está haciendo está en la línea de lo que se le pide.
4. Utilizar formatos abiertos para el intercambio y almacenaje de la información, esencial para garantizar la accesibilidad de la información por parte de todos los agentes, especialmente en ciclos de gestión largos como son los de la

construcción. De hecho, los formatos abiertos incluyen ciertos estándares de clasificación y de diccionario, así que su adopción puede contribuir a la consecución de los objetivos anteriores. Los formatos abiertos no sufren la obsolescencia de los formatos propietarios y, además, permiten ser leídos, editados, entregados y gestionados por una amplia variedad de software con costes de implantación muy diferentes los unos de los otros. En cambio, el uso de formatos propietarios en los entregables o en las herramientas de gestión crea una fuerte dependencia de toda la cadena de valor hacia el proveedor de software. Por lo tanto, el uso de formatos abiertos combate eficazmente los monopolios de la industria del software y permite que todos los agentes puedan escoger el sistema que más les convenga en cada momento.

4.5.3 Seguimiento de las tendencias tecnológicas

El entorno tecnológico en relación con el BIM evoluciona muy rápidamente, así que se vuelve prioritario mantener un seguimiento continuo de las tendencias que se dan con el fin de obtener una visión a medio y largo plazo que permita alinearse con los acontecimientos que van sucediendo y estar siempre al día. La Administración no debería depender de agentes externos que le recuerden de vez en cuando que se tiene que actualizar, sino que tiene que ser una actitud promovida internamente.

4.6 Ámbito de procesos

El sector de la construcción arrastra de manera intrínseca un déficit de eficiencia en su modelo productivo que lo hace estar a la cola de los sectores industrializados a causa de su bajo aprovechamiento de los recursos aplicados y recuperados y su digitalización. Como claro referente, la misma UE recomienda la adopción de sistemas virtuales en la gestión de la construcción y que se apliquen durante y en todo el ciclo de vida (desde la programación, planificación y proyecto, ejecución, hasta la explotación y posterior deconstrucción).

Para llegar a un máximo aprovechamiento responsable y eficiente de los recursos económicos públicos y privados, conjuntamente con una disminución del impacto ambiental en el proceso constructivo, se recomienda la introducción del *Building Information Modelling* - BIM como proceso paradigmático que, superando el concepto tecnológico, pretende ir hacia una nueva metodología de trabajo basada en la colaboración y la transparencia. No se trata sólo de ser más eficiente para mejorar unas cuentas de explotación, se trata de eficiencia para garantizar un entorno más sostenible, para gestionar mejor los recursos públicos y privados y para, finalmente, defender y proporcionar una mejor ca-

4. Fijación de objetivos generales y específicos

lidad de vida de las personas a través de infraestructuras y edificaciones de más calidad.

Un proceso indica un conjunto de fases sucesivas de una operación donde el transcurso del tiempo es un factor que tiene como objetivo la creación de un conjunto de acciones a las cuales se somete algo para transformarlo. Mientras que una metodología define los pasos que hay que seguir para realizar una actividad con un camino seguro. Cuando el cliente, proyectista y/o contratista, sea público o privado, acuerda el marco de un proyecto BIM, acuerda al mismo tiempo los modelos para su administración y establece los procedimientos necesarios.

Los procesos nuevos requeridos al aplicar la metodología BIM tienen como objetivo crear una nueva y plena interacción de los equipos que participan en todas y cada una de las fases de una construcción. La aplicación de la metodología pretende:

- La dirección y creación de un cuadro de mandos de este proceso BIM para crear desde el inicio un proyecto colaborativo.
- Una nueva gestión de un procedimiento donde cada fase no acaba cuando finaliza sino cuando todo el proceso ha finalizado.
- Un control de calidad que sea garante de un modelo digital, a poder ser único y siempre actualizado.
- Una nueva documentación de este proyecto basada en planos, modelos y bases de datos de la producción (que a partir de ahora se llamarán “entregables”).
- Unas representaciones de los espacios y objetos aceptadas y consensuadas.
- Un control de las colisiones e interferencias físicas y volumétricas entre elementos.
- Un mecanismo establecido de la transmisión de los modelos BIM.
- Un registro de los requerimientos de información realizados por los diferentes agentes
- Una especificación del hardware y software necesario.
- Un enfoque hacia el ciclo de vida completo de la construcción.

Conseguir cambiar y adaptar todo un sector productivo necesita una definición de los nuevos roles de sus actores, de las especificaciones de su trabajo, de la caracterización de los procesos que utilizan, de la formación necesaria para utilizarlos y la consecuente certificación de esta cadena de valor.

Con el fin de facilitar y acelerar este cambio dentro del sector de la construcción, se plantean las acciones necesarias en el punto 5.6.

4.7 Efecto tractor

La decisión de la Generalitat de Catalunya de impulsar un proceso de transformación del sector de la construcción fomentando la adopción de la metodología BIM en el desarrollo de los proyectos bajo su responsabilidad tendría que tener el apoyo de un plan de actuaciones concretas a desarrollar por parte de sus departamentos y organismos.

El objetivo principal de este plan debería ser ejercer un efecto tractor sobre el resto de organizaciones y agentes del sector, y, por lo tanto, multiplicar los impactos positivos de la adopción de las nuevas tecnologías, los procesos de producción colaborativos y procedimientos contractuales asociados a la implementación de la metodología BIM.

Si bien en los puntos anteriores se presentan diferentes objetivos a nivel global que pueden tener un efecto tractor en la aplicación de la metodología BIM en el sector, las tareas desarrolladas por el grupo de trabajo de la Comisión Construïm el Futur han puesto de manifiesto que, a corto plazo, el desarrollo de un plan de pruebas piloto impulsado por la Generalitat de Catalunya facilitaría a todos los agentes que participan tomar la decisión de dar los primeros pasos en este proceso transformación.

A continuación, se relacionan los objetivos principales que se tendrían que alcanzar con la realización de las pruebas piloto para conseguir un efecto tractor en todos los agentes del sector:

1. Mostrar el compromiso de la Generalitat de Catalunya con la adopción del BIM.
2. Ejemplarizar los beneficios de la aplicación de la metodología BIM en los proyectos.
3. Analizar la adopción del cambio desde un proceso secuencial a un proceso colaborativo.
4. Estudiar la optimización de los procesos actuales mediante la aplicación de metodología BIM.
5. Incentivar la adopción de nuevas tecnologías por parte de los agentes del sector.
6. Promover la realización de proyectos académicos de BIM con participación de estudiantes de diferentes currículums.

#5

Determinación de
acciones para la
consecución de
objetivos

5. Determinación de acciones para la consecución de objetivos

El apartado anterior del Libro blanco determina los objetivos generales y específicos que hay que alcanzar mediante la implementación del BIM dentro de la Administración, en este caso la Generalitat de Catalunya. Este apartado, que se estructura nuevamente en las siete áreas temáticas que ya se han visto, propone las acciones concretas que hay que llevar a cabo para la consecución de los objetivos. En capítulos posteriores se procederá a programarlas temporalmente.

5.1 Institucional

Las acciones que se proponen son:

1. Acto conjunto con presencia de todos los departamentos y organismos de la Generalitat de Catalunya, con representantes de alto nivel de cada uno de ellos, y asistencia del personal que se considere oportuno en el que se ponga en evidencia el compromiso de cambio y se explicita el inicio de aplicación del Plan estratégico.
2. Derivado del punto anterior, editar un documento estratégico básico, distribuido entre el personal de la Administración y accesible, si se considera oportuno, para el resto de agentes del sector.
3. Preparación y presentación de un portal BIM en Internet, que concentre todas las licitaciones de la Generalitat de Catalunya en entorno de trabajo BIM, procedentes de cualquiera de sus departamentos y organismos, con información estadística básica. Los datos de este portal, si se considera oportuno, podrían formar parte de un observatorio del BIM publicoprivado de toda Cataluña gestionado por una entidad transversal del sector.

5.2 Difusión y sensibilización interna

Los objetivos principales de la difusión y sensibilización interna están en sintonía con las acciones que se recomiendan de manera coherente con el programa de las 88 acciones que la CCF ha propuesto en el marco de la implantación del BIM en Cataluña.

Las acciones serían:

1. Organización de sesiones divulgativas de introducción al BIM en cada departamento y organismo, adaptadas al nivel de conocimientos que haga falta, que transmitan la importancia del cambio, su repercusión horizontal y que motiven a todo el personal.

2. Facilitar un canal de información que llegue a todo el personal de la Administración, mediante el cual periódicamente se informe de la situación, progresión y avances que se van produciendo.
3. Organizar actos transversales interdepartamentales, de puesta en común de los pasos que se van dando, dificultades y éxitos alcanzados. Favorecer la asistencia a actos relevantes.
4. Aprovechar las sinergias que se puedan generar en determinados acontecimientos no estrictamente técnicos de la construcción (por ejemplo: actos institucionales como primeras piedras, inauguración de obras, jornadas de puertas abiertas, visitas institucionales...) en los cuales la participación para presentar las características del BIM aportara valor y conocimiento cruzado.
5. Con el fin de sensibilizar a los que toman las decisiones, hay que dirigirse a los equipos directivos de las empresas y corporaciones, así como a las direcciones de los centros educativos.
6. Estudio y difusión de las mejores prácticas.
7. Elaborar y publicar estudios sobre la evolución de la implementación del BIM.

5.3 Formación

Teniendo en cuenta los objetivos descritos anteriormente, se considera que las acciones pertinentes con el fin de alcanzarlos se deben basar en el hecho de que la formación es uno de los aspectos básicos para introducir el BIM en la Administración pública. En concreto, y para obtener la maximización de resultados según los objetivos antes remarcados, hay que prever las acciones siguientes:

5.3.1 Desarrollo del Plan de formación para la Administración

Con el fin de poder iniciar y desarrollar la puesta en marcha de un plan de formación en una administración pública y con el objetivo de poder ser útil al conjunto de instituciones en Cataluña, el procedimiento siguiente permite generalizar las áreas y cronologías de actuación:

1. Identificar los perfiles que están en contacto de una manera u otra con el sector de la construcción.
2. Identificar a las personas que tienen que liderar la implantación del BIM en cada departamento o unidad seleccionando aquellas que, aparte de ser capaces, puedan tener una motivación interna para hacerlo.
3. Definir las habilidades y competencias que cada perfil tiene que alcanzar teniendo en cuenta los objetivos indicados en el capítulo anterior.
4. Desarrollar el Plan de formación. Se recomienda que se combinen diferentes tipos de actividades formativas adecuadas al perfil que se capacita y a la temá-

5. Determinación de acciones para la consecución de objetivos

tica que hay que cubrir. En especial, se recomiendan las actividades dirigidas en forma de taller, dado que fomentan el aprendizaje en entornos colaborativos y hacen que la formación sea más práctica y amena para los perfiles profesionales.

5. Ofrecer el Plan de formación al personal de la Administración, guiándolo en la elección de qué partes le conviene implementar.
6. Implementar el Plan de formación gradualmente, empezando por los departamentos donde el impacto del BIM sea mayor y por el personal que haya mostrado más motivación, para después hacerlo extensivo a toda la Administración de manera gradual.

5.3.2 Promoción de la capacitación de proveedores de la Administración

La Administración tiene que incentivar la formación de todos los agentes, en especial la de sus proveedores, por una cuestión de responsabilidad social, pero también por interés propio, dado que el aprovechamiento que haga de la implantación del BIM también depende, en parte, del grado de madurez en este aspecto de todo el sector.

Para conseguirlo, se recomiendan las acciones siguientes:

1. Compartir el mismo mapa de competencias que tiene que hacer la Administración por sí misma con todos los integrantes de la cadena de valor que se conviertan en sus proveedores y usuarios. Ello permitiría que todos los agentes conocieran cuál es el grado de madurez que deberían tener para ser competentes a la hora de prestar servicios a la Administración como cliente público, haciendo lo que esté en sus manos para alcanzar la madurez necesaria.
2. Incentivar la formación de todos los agentes, ya sea por medio de subvenciones o por medio de su reconocimiento en procesos de licitación, dando apoyo a las acciones que propone la Comisión Construim el Futur en este sentido, dado que salen de necesidades consensuadas del sector.
3. Hacer públicos los contenidos publicados en los sistemas de gestión del conocimiento de la Administración, ya comentados anteriormente, conectándolos al canal de comunicación definido en el apartado de Difusión y sensibilización, con el fin de contribuir a la mejora del grado de madurez del sector.

5.3.3 Promoción de la integración del BIM en la formación reglada

Con el fin de alcanzar el objetivo de que el BIM se integre en los programas curriculares de la formación reglada, la Administración podría llevar a cabo varias acciones para promover que esto ocurra a través de las acciones siguientes:

1. Transmitir el interés de la Administración en la implantación del BIM en Cataluña a los responsables académicos de los centros educativos, de formación profesional y universitarios así como en el AQU, a fin de que incorpore este factor como un criterio de evaluación de la calidad del sistema universitario relacionado con la arquitectura, la ingeniería, la construcción, la gestión económica y el derecho.
2. Creación de un observatorio de seguimiento de las experiencias educativas, proyectos piloto y lecciones aprendidas que se vayan obteniendo sobre la implantación del BIM en los currículums, con el objetivo de acercar la formación académica a las necesidades del mercado profesional y laboral.

5.3.4 Implantación de un sistema de gestión del conocimiento

A fin de que el conocimiento adquirido no se pierda y poder facilitar la adquisición de nuevos conocimientos y la divulgación de nuevas prácticas, se debe crear un mecanismo a través del cual este sistema incorpore al canal de comunicación definido en el apartado de Difusión y sensibilización toda la información que se genere en el seno de la Administración en torno a las actividades formativas que realice y se ponga a disposición de su personal.

Para hacerlo posible, habrá que llevar a cabo las tareas siguientes:

- Implementar un portal público único y transversal para la Administración que concentre la máxima información (Acción 32 del área temática 2 de la CCF) en relación con:
 - a. Criterios generales y estándares.
 - b. Información y conocimiento sobre herramientas.
 - c. Información y conocimiento sobre flujos de trabajo.
 - d. Mejores prácticas para plataformas de autoría.
 - e. Casos de éxito del uso del BIM y de trabajos colaborativos.
 - f. Publicación de resultados de pruebas piloto.
 - g. Consultas por parte de la Administración y los administrados.
 - h. Repositorio de casos piloto y casos reales.
- Establecer una unidad que la gestione a fin de que la calidad de los contenidos almacenados sea la correcta. Esta unidad, además, podría organizar actividades que motivaran a los diferentes departamentos a generar contenidos para ser incluidos en el sistema.

5.4 Legislación

Las acciones que se proponen son:

1. Elaborar un informe jurídico basado en el marco legislativo actual de aplicación en Cataluña de manera que, sin introducir cambios, ofrezca modelos de actuación para la realización de proyectos en entornos colaborativos y BIM, útiles para la realización de pruebas piloto (casos singulares o excepcionales) y para su adopción como forma convencional de trabajo. El informe podrá poner también de manifiesto los límites que supone el actual marco legislativo.
2. De acuerdo con el informe del punto anterior, las limitaciones detectadas y la experiencia en pruebas piloto realizadas, elaborar un informe jurídico que contenga los cambios mínimos imprescindibles para optimizar las experiencias en trabajo colaborativo, a partir de modificaciones del marco legislativo existente.

La primera acción se podría realizar basándose en los informes redactados por la Dirección General de Contratación Pública, del Departamento de Asuntos y Relaciones Institucionales y Exteriores y Transparencia, expuestos en el apartado 3.1.1 de este documento.

El segundo informe podría realizarse contando con una fase de información previa en la cual intervinieran departamentos y organismos que hayan llevado a la práctica proyectos piloto o similares utilizando los marcos colaborativos derivados del primer informe, así como las experiencias de las entidades que forman parte de la Comisión Construim el Futur.

5.5 Ámbito técnico

Desde el punto de vista técnico se recomiendan una serie de acciones que se derivan directamente de los objetivos identificados en el apartado 4.5.

5.5.1 Infraestructura tecnológica

A partir de los objetivos descritos en el punto 4.5.1, se derivan las acciones siguientes:

1. Con el fin de modernizar la infraestructura tecnológica, la Administración tendría que hacer un análisis de los equipos actuales y de los requisitos de los equipos recomendados para desarrollar cada uno de los usos del BIM. De esta manera, a medida que cada unidad de los diferentes departamentos de la Ad-

ministración vaya adoptando el BIM, podrá hacer un estudio de las necesidades reales de mejora de la infraestructura existente en cada momento tomando este análisis como punto de referencia. Justo es decir que, obviamente, habrá que actualizar estos criterios anualmente para que no queden obsoletos con respecto a la evolución natural de la tecnología. También habrá que dotar a los agentes del software necesario para poder desarrollar sus actividades. Todo eso hará falta hacerlo optimizando la inversión tecnológica a través de unos planes de implantación adecuados a las posibilidades de cada departamento.

2. En cuanto a la dotación con *BIM Rooms*, la Administración debería definir un estándar mínimo de equipamiento, para que quien lo necesite sepa de qué tiene que disponer para poder interactuar en procesos de redacción de proyectos, seguimiento de obra y entrega del edificio o infraestructura que haya sido desarrollado utilizando el BIM.
3. La adopción de un sistema de gestión del conocimiento implicará el inicio de un proceso de análisis de las opciones disponibles, acompañado de un proceso de licitación para desarrollar una serie de pruebas piloto que sirva para escoger la herramienta finalmente implantada. Una vez implementado el sistema, se deberá asignar a una unidad que la gestione a fin de que la calidad de los contenidos almacenados sea la correcta. Esta unidad, además, podría organizar actividades que motivaran a los diferentes departamentos a generar contenidos para ser incluidos en el sistema.
4. En relación con el objetivo de disponer de un entorno común de datos, habrá que hacer un análisis de los sistemas disponibles y de su idoneidad en relación con la dimensión del proyecto y el grado de capacitación de los agentes. También habrá que valorar la adopción de soluciones de bajo coste, apropiadas para pequeñas administraciones y para las primeras experiencias en el BIM. Todo este análisis tiene que servir para adoptar un sistema u otro, y también para poder documentar recomendaciones e incluirlas al sistema de gestión del conocimiento.
5. Con respecto a la mejora del sistema de gestión documental, habrá que llevar a cabo un proceso de selección similar al del sistema de gestión del conocimiento. Se recomienda que se estudie la implantación de un sistema lo más centralizado posible, que permita agrupar el servicio de las administraciones con una relación más estrecha, dado que disminuirá los costes de implantación e interconexión entre las entidades que compartan el mismo sistema.



Nuevo complejo en el distrito administrativo Generalitat en Barcelona

5.5.2 Estandarización

- Con el fin de estandarizar la información contenida en los modelos así como la de los entregables y procesos para obtenerlos (objetivos 1, 2 y 3 del punto 4.5.2), la Administración deberá promover un ente único coordinador que recoja las actividades relativas a la estandarización del sistema de clasificación, metadatos, diccionarios y entregables expuestos en el apartado de objetivos. Estos estándares tendrían que ser como más internacionales mejor, aunque tienen que resultar adecuados para el uso local, si hace falta, con adaptaciones. Esta entidad desarrollaría funciones similares a la *NBS* británica, la cual hace algunos años que se responsabiliza de estas acciones con éxito.

Los estándares a definir por esta entidad serían los siguientes:

- a. Estándares de clasificación.
 - b. Estándares de metadatos.
 - c. Estándares de diccionarios.
 - d. Estándares de niveles de definición de los modelos según fases y usos del BIM.
 - e. Estándares de entregas mínimas según fases y usos del BIM.
 - f. Controles de calidad mínimos de los modelos y de los entregables según dos fases y usos del BIM.
 - g. Documentación mínima requerida por el inicio de cada fase del proyecto.
 - h. Bibliotecas de objetos BIM estandarizados.
- Con respecto al objetivo de utilizar formados abiertos (objetivo 4 del punto 4.5.2), habría que hacer una promoción activa de su uso, no sólo del formato IFC, sino del resto de formatos abiertos, como xml, csv, openDocument o pdf. Esto se podría llevar a cabo a través de las acciones siguientes:
 - a. Publicación de notas de prensa.
 - b. Organización de jornadas divulgativas.
 - c. Inclusión de su uso como requisito ineludible en los pliegos de contratación que emitan los diferentes departamentos, donde el uso de formatos abiertos tendría que ser un requisito ineludible.

5.5.3 Seguimiento de las tendencias tecnológicas

Como ya se ha comentado en el apartado de objetivos, dado que el entorno tecnológico en torno al BIM evoluciona muy rápidamente, se deberá asignar o crear un organismo que haga un seguimiento y que reporte a los entes encar-

gados del resto de acciones las novedades y las tendencias presentes año tras año a fin de que actualicen periódicamente los planteamientos.

5.6 Ámbito de procesos

El ámbito de procesos afecta a cada uno de los agentes que participan y a cada una de las fases para obtener y después gestionar un activo inmobiliario o infraestructura.

Con la idea de poder resumir las acciones necesarias para alcanzar los objetivos fijados para implementar el cambio de paradigma que supone el BIM, se detalla a continuación la relación objetivo/acción que hay que realizar entendiendo que se podrá desarrollar punto por punto una línea de actividades a generar.

1. Crear un glosario con el fin de disponer de un diccionario taxonómico que defina el significado de cada término para que cada agente lo entienda de la misma manera. Ligado a este objetivo, la identificación de los agentes intervinientes en un proyecto BIM es obligatoria para determinar su participación según el tipo de proyecto que se realice y hacer que un cuadro de mandos del proceso pueda ser entendido por todos los intervinientes durante el ciclo de vida de aquella construcción.
2. Estructuración de los nuevos procesos que aparecen a través de la redacción de un PEB (proyecto de ejecución BIM) para la implementación del BIM en un proyecto y de este dentro de la Administración, dado que de este documento depende la interpretación de los flujos de trabajo que el proyecto, el entorno y los modelos de contratación colaborativos comportan. Con el fin de conseguir una dirección efectiva de los nuevos procesos del BIM, se tendrá que identificar los perfiles internos en las administraciones para convertirlos en nuevos roles (*ver apartado 3.4.*) e introducirlos en los flujos de trabajo. Esta acción va ligada a la divulgación interna y externa de cómo trabajar en formato colaborativo, donde el objetivo común de la calidad de la intervención sea asumida por cada uno de los agentes.
3. Determinar exactamente qué reconoceremos como proyecto completo y sus entregables (concepto, nivel de detalle o LOD, soportes...). Para conseguir que los técnicos puedan alcanzar este conocimiento –la gestión de sus entregables detallados durante la planificación y concepción del proyecto, el diseño del proyecto, su coordinación... durante cada una de sus etapas– y que tengan la capacidad para trazar, rastrear y catalogar cada cambio que se pueda generar, hará falta una acción de formación (5.3.1) de los perfiles técnicos y complementarla con la necesaria actualización de hardware y software adecuado para poder garantizar el nivel de trabajo para la visualización y seguimiento

5. Determinación de acciones para la consecución de objetivos

necesarios. Por otra parte, para conseguir un consenso en las representaciones aceptadas de los proyectos y para asumir la incidencia en el proceso legal y contractual de los cálculos, la representación espacial y de los objetos y elementos de dibujo, habrá que redactar los requisitos y el establecimiento de condiciones, formatos y tipo de transmisión de los entregables de manera consensuada con los agentes participantes para garantizar el control de calidad exigible.

4. Estudio del impacto que implica la adopción de la transparencia contable y económica de un proyecto público y su comprobación automática a través de las mediciones y los presupuestos ligados a un modelo digital tridimensional. Hay que introducir el estudio de indicadores y métricas para el contraste mesurable del incremento de la eficiencia y la manera de cómo compartir con agentes externos un modelo digital y sus datos de forma abierta (tipo *OpenBooks*). Ello permitirá un registro abierto y transparente de la marcha y entrega de cada fase.
5. Creación de modelos de contratación de un proyecto integrado (tipo *IPD*, *Target Audit*, *Alliance*, *Design&Build* o similares).
6. Redefinición reconocible de los agentes que intervienen en el ciclo de vida de una construcción, sus atribuciones, sus responsabilidades y su posible certificación para garantizar el proceso.
7. Para disponer de la calificación y el entorno para el control de calidad y otorgamiento de licencias, certificaciones, permisos..., será necesaria la adaptación de los procedimientos internos para la Administración electrónica de proyectos “sin papel” (tipo *e-submission* siguiendo las recomendaciones de la Agenda Digital) fijando reglas, requisitos y guías de estilo para poder hacer un seguimiento del registro del cumplimiento de los requisitos de información por los diferentes agentes.

Todos estos objetivos van en la dirección de facilitar y acelerar que el enfoque hacia el ciclo de vida completo de la construcción consiga cambiar y adaptar todo un sector productivo como el de la construcción, certificando esta cadena de valor.

5.7 Efecto tractor

A continuación se presentan propuestas de acciones que se pueden llevar a cabo a corto plazo dentro del marco de las pruebas piloto a impulsar por parte de la Generalitat de Catalunya:

1. Adquirir el compromiso que los diferentes departamentos y organizaciones llevarán a cabo pruebas piloto de la aplicación de la metodología BIM en alguno de sus próximos proyectos.

2. Introducir el seguimiento del desarrollo de las pruebas piloto en la agenda de la Comisión Interdepartamental.
3. Constituir un grupo de trabajo dotado con los recursos humanos, materiales y económicos suficientes, para desarrollar tareas de asesoramiento, control y seguimiento de las pruebas realizadas y análisis y homologación de los resultados obtenidos.
4. Llevar a cabo sesiones de debate sobre los resultados obtenidos con la realización de las pruebas piloto abiertas a la participación de todos los agentes del sector.
5. Publicar un informe trimestral de conclusiones de la aplicación del BIM en los contratos de la prueba piloto, de acuerdo con unos indicadores claros y compartidos con todos los agentes para la evaluación del grado de consecución de los objetivos establecidos.
6. Definir unos objetivos concretos y alcanzables por parte de los agentes del sector en los pliegos de licitación de las pruebas piloto que incluyan la adopción del BIM en su desarrollo.
7. Introducir las mínimas modificaciones necesarias en los contratos para facilitar la participación y colaboración entre todos los agentes implicados en el ciclo de vida del edificio o infraestructura, durante el desarrollo de las pruebas piloto.
8. Realizar un seguimiento de la aplicación de la metodología BIM en las pruebas piloto que se impulsen, estableciendo unos indicadores claros y compartidos con todos los agentes para la evaluación del grado de consecución de los objetivos establecidos.
9. Analizar y simplificar aquellos requisitos que, a causa de la aplicación de la metodología BIM pueden implicar la duplicación de tareas, especialmente en la realización de entregables de contrato.
10. Capacitar al personal interno de los departamentos y organismos implicados en la prueba piloto para garantizar su participación activa en su desarrollo.
11. Establecer unos requisitos tecnológicos abordables y adecuados para alcanzar los objetivos de las pruebas piloto, de manera que puedan ser una referencia para otros actores del mercado, tanto públicos como privados.
12. Aportar los recursos necesarios para establecer un entorno tecnológico compartido (entorno común de datos) que facilite el trabajo colaborativo y la mejora de la comunicación entre todos los agentes que intervengan en cada una de las pruebas piloto.
13. Facilitar la realización de cursos piloto (asignaturas optativas) entre alumnos de los diferentes grados.
14. Fomentar la realización de trabajos de grado / de master donde se analicen los aspectos más beneficiosos de la aplicación de la metodología BIM.

#6

Determinación de
procedimientos de
evaluación y mejora

En la actualidad, algunos organismos y empresas del sector de la construcción, tanto públicos como privados, están inmersos en un proceso de adopción de la metodología de trabajo BIM. Si bien el propósito de la adopción del BIM es conseguir ventajas competitivas en la prestación de servicios y/o ejecución de productos en el sector, cada uno de estos agentes está siguiendo una filosofía de adopción del BIM diferente, que implica la utilización de tecnologías, estrategias de implementación y hojas de ruta de BIM diversos, hecho que dificulta la comparación y extrapolación de los beneficios obtenidos en el resto del sector.

En este contexto, el reto para la Administración pública catalana es identificar un método estándar que sirva de punto de referencia a todos sus departamentos para evaluar la adopción del BIM. Mediante el desarrollo de un método estándar de evaluación comparativa, las diferentes organizaciones podrán decidir por sí mismas cuáles son los objetivos más adecuados a sus necesidades de acuerdo con su estrategia y definir las medidas que hay que adoptar teniendo en cuenta su disponibilidad de recursos.

Si bien existen varios modelos que pueden servir de referencia⁶, a la hora de abordar la definición de este método estándar para evaluar la adopción del BIM a través de indicadores, hay que tener en cuenta que la mayoría de estos incluyen cuatro componentes principales que se enumeran a continuación:

1. **Etapas de capacidad del BIM**, que definen unos hitos o saltos cualitativos de transformación en el itinerario seguido para la adaptación de la nueva metodología por parte del sector, organización o equipo de proyecto, y establece unos requerimientos tecnológicos, de procesos y de política que hay que cumplir en cada una de las etapas. Un ejemplo de este componente es el modelo *The UK BIM Maturity Modelo* (GCCG, 2011) desarrollado por Mark Bew y Mervyn Richards en el 2008 en el Reino Unido.
2. **Niveles de madurez del BIM**, que representan los pasos o incrementos cuantitativos en la calidad, predictibilidad y variabilidad de la prestación de servicios o realización de productos debidos a la aplicación de la metodología BIM y que permiten concretar el camino a seguir para alcanzar los hitos de las diferentes etapas de capacidad del BIM. Como ejemplo, el modelo de madurez del BIM desarrollado por Bilal Succar⁷ prevé los niveles: inicial, definido, gestionado, integrado y optimizado. De esta manera la progresión

6 Succar, B. (2009) Building Information Modelling Maturity Matrix. IN Underwood, J. & Isikdag, U. (Eds.) Handbook of Research on Building Information Modelling and Construction Informatics: Concepts and Technologies, Information Science Reference, IGI Publishing.

7 <http://www.bimthinkspace.com/2015/05/el-%C3%ADndice-de-madurez-bim.html>

desde los niveles más bajos de madurez del BIM en los más altos indica (i) un mejor control a través de minimizar las desviaciones entre objetivos y resultados reales, (ii) una mejor predictibilidad y previsión al reducir la variabilidad de competencia, rendimiento y costes y (iii) más eficiencia en la consecución de los objetivos definidos y en el establecimiento de unos nuevos, más ambiciosos.

3. **Competencias del BIM** que especifican las habilidades que las organizaciones, equipos o profesionales tienen que alcanzar para poder abordar las progresiones incrementales y las mejoras dentro de las etapas del BIM. Las competencias pueden ser de gestión o técnicas y suelen evaluarse según un criterio ascendente de acreditación de dominio, como pueden ser los niveles de aprendizaje, junior, senior y experto.
4. **Escalado de las organizaciones**, que representa una segmentación estructurada de las organizaciones del mercado, sus sectores o disciplinas, teniendo en cuenta sus características y dimensiones, con el fin de ajustar los requerimientos correspondientes a las etapas, niveles y competencias.

Una vez se haya optado por un método estándar de adopción del BIM y con el fin de llevar a cabo la aplicación práctica, habrá que definir un conjunto de indicadores clave de cumplimiento de la prestación de servicios o realización de productos, que permitan medir y comparar el éxito de las diferentes adopciones del BIM y demostrar como las organizaciones están actuando para beneficiar el sector de la construcción o para proporcionar un mejor producto final.

En este sentido, de acuerdo con los objetivos establecidos en los puntos anteriores de este documento, habrá que definir dos conjuntos principales de indicadores clave y que hacen referencia a:

- La eficacia de la adopción del concepto del BIM.
- Los beneficios que la adopción del BIM puede aportar a las organizaciones.

#7

Establecimiento del programa de implementación

7. Establecimiento del programa de implementación

Las acciones o actividades recomendadas para la implantación del BIM en la Administración que han sido propuestas en los apartados anteriores conviene que sean realizadas en una secuencia lógica y con los ritmos correctos con el fin de alcanzar los objetivos planteados.

Vista la diversidad de situaciones (perfiles, departamentos, nivel de conocimiento exigido), se deberá flexibilizar razonablemente la adopción de la planificación de manera que se permita la consecución de objetivos por parte de todos los implicados, sin que esto perturbe los objetivos genéricos que hay que alcanzar conjuntamente por toda la Administración.

7.1 Consideraciones generales

Coordinación

La realización de las acciones se puede llevar a término a diferentes escalas. A nivel de departamentos, a nivel de servicios, a nivel de entidades... Conviene, sin embargo, mantener una coordinación con el fin de optimizar los esfuerzos necesarios y avanzar de una manera unificada. La Comisión Interdepartamental por el BIM se puede convertir en el órgano de coordinación o, cuando menos, establecer un grupo más reducido que asuma esta función de la manera que se determine, contando, si hace falta, con ayuda externa para un asesoramiento continuo en este proceso.

Avanzar en paralelo

Hay acciones que por su naturaleza tienen que ser llevadas a término en coordinación con todos los departamentos y organismos, otras podrían realizarse más autónomamente, respetando siempre unas “ventanas temporales” con el fin de favorecer que la manera de avanzar sea en paralelo, dado que así será más sencillo compartir experiencias y adoptar decisiones más fundamentadas por parte de todos los participantes.

Tipología temporal de las acciones

En relación con su duración, las acciones son de diferente tipología:

- Puntuales: se llevan a cabo en un momento determinado y único.
- Periódicas: tienen una duración determinada y se repiten cada cierto tiempo.
- Continuas: a partir de su inicio se llevan a término hasta que se consideren alcanzados los objetivos de implementación del BIM.

Planificación de las acciones

En los siguientes apartados se propone una planificación de ejecución de las acciones. Esta se ha hecho por meses considerando un periodo inicial de tres años. El grado de detalle de la planificación es el mensual. Las acciones se definen de manera abreviada, y el código o numeración que aparece en la primera columna es el que coincide con lo que consta en el capítulo 5 de este documento.

En primer lugar se da una tabla para cada área temática de las siete tratadas y, finalmente, se aporta un cuadro de planificación global, que suma el contenido de las siete tablas.

7.2 Planificación de las acciones

7.2.1 Las acciones del área temática Institucional

n.	Acciones	meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
5.1	Institucionales																																								
5.1.1	Acto conjunto departamentos y organismos																																								
5.1.2	Edición documento estratégico																																								
5.1.3	Portal licitaciones públicas. Creación y mantenimiento																																								

Las dos primeras acciones son de tipo puntual. La 5.1.1 es un acto considerado “pistoletazo de salida” con resonancia en toda la Administración y hacia el sector en general. La 5.2.2 plantea la producción de un documento divulgativo que, aparte de su distribución inicial, puede utilizarse posteriormente en aquellos actos en que se considere necesario.

Con respecto a la acción del punto 5.1.3, es de tipo continuo, dado que se tiene que crear desde el inicio y mantener vivo en el futuro.

7.2.2 Las acciones del área temática de Difusión y sensibilización interna

n.	Acciones	meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36					
5.2	Difusión y sensibilización interna																																										
5.2.1	Sesiones divulgativas departamento y organismos																																										
5.2.2	Canal informativo periódico																																										
5.2.3	Actos transversales de puesta en común																																										
5.2.4	Aprovechar sinergias																																										
5.2.5	Acciones a cúpulas directivas																																										
5.2.6	Estudio y difusión de mejores prácticas																																										
5.2.7	Elaborar y publicar estudios sobre evolución																																										

7. Establecimiento del programa de implementación

Será sustancialmente importante que este grupo de acciones tenga una periodicidad predeterminada que sea conocida por parte de los que tienen que participar, de manera que así se facilite la preparación, la planificación de la asistencia y, especialmente el establecimiento de objetivos, cuando sea conveniente, entre una acción y la siguiente.

Un primer grupo de acciones es el que corresponde a sesiones, de diferentes tipologías y participantes, que se han estructurado con una periodicidad trimestral (5.2.1 y 5.2.5), o semestral (5.2.3, 5.2.4 y 5.2.6) a realizar durante todo el periodo de 3 años o sólo en una parte de este (5.2.5) por entender que llegará un momento en que ya habrán alcanzado su objetivo. También se puede observar que en las acciones 5.2.4. y 5.2.5 se considera muy importante que la primera convocatoria se lleve a cabo al inicio del periodo de 3 años con el fin de hacer una especie de *kick-off*, mientras que para el resto se considera el inicio en momentos posteriores. Las acciones 5.2.3 y 5.2.6 se considera que se deben realizar siempre de manera conjunta.

El segundo grupo de acciones hace referencia a la preparación de material informativo, en concreto la 5.2.2 pretende establecer un canal de información continuo tipo boletín (*newsletter*) o blog que se debe poner en marcha el mes 6 y mantener indefinidamente hasta que se considere oportuno. En cambio, la acción 5.2.7 se plantea como la elaboración de un observatorio anual en profundidad para ir documentando la progresión de la implantación.

7.2.3 Las acciones del área temática de Formación

n.	Acciones	meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
5.3	Formación																																							
5.3.1	<i>Planes de formación para la Administración</i>																																							
5.3.1.1	Identificar perfiles en contacto con el sector																																							
5.3.1.2	Identificar liderazgos de implantación																																							
5.3.1.3	Definir hábitats y competencias de los perfiles																																							
5.3.1.4	Desarrollar planes de formación																																							
5.3.1.5	Guía de implementación Plan de formación																																							
5.3.1.6	Implantación del Plan de formación																																							
5.3.2	<i>Promoción de formación a proveedores</i>																																							
5.3.2.1	Compartir el mapa de competencias																																							
5.3.2.2	Incentivar la formación de los agentes																																							
5.3.2.3	Hacer públicos los contenidos de la gestión del conocimiento																																							
5.3.3	<i>Integración del BIM en la formación reglada</i>																																							
5.3.3.1	Transmitir el interés de la Administración																																							
5.3.3.2	Creación y mantenimiento del observatorio de experiencias educativas																																							
5.3.4	<i>Implantación del sistema de gestión conocimiento</i>																																							
5.3.4.1	Implementar el portal público de información																																							
5.3.4.2	Creación y mantenimiento de Unidad de gestión de calidad de contenidos																																							

Se ha previsto una serie de periodos de formación que se van repitiendo cíclicamente, asumiendo que la capacitación del personal de la Administración no se llevará a cabo toda a la vez, sino de manera compasada. Se calcula formar a unas 50 personas en cada ciclo siguiendo itinerarios formativos diferentes, en consonancia con el rol que tengan que desarrollar.

Coincidiendo con la finalización de cada periodo aparece la actividad de identificación de los liderazgos, dado que se prevé que sea a partir de los resultados obtenidos de la formación y de la observación de la actitud de sus participantes, que se podrán identificar estos perfiles.

Con respecto al proceso de incentivación de los agentes (5.3.2.2), se ha previsto una campaña intensa al principio, seguida de una serie de recordatorios semestrales.

7.2.4 Las acciones del área temática de legislación

n.	Acciones	meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
5.4	Legislación																																								
5.4.1	Informe jurídico sobre el marco actual		■	■																																					
5.4.2	Informe jurídico de modificación del marco actual															■	■	■	■																						

Las acciones que forman parte de esta área son de tipo puntual. La 5.4.1 se elabora al inicio del proceso y trata de establecer la viabilidad de emprender proyectos a partir del uso de la legislación actual. En cambio, la acción 5.4.2 está destinada a producir un informe que ponga de manifiesto las limitaciones o mejoras que hace falta introducir en el marco legislativo actual, por lo cual se considera que se podrá llevar a cabo una vez transcurrido un cierto periodo de proyectos piloto en los que se habrá recogido ya una cierta experiencia.

7.2.5 Las acciones del área temática del ámbito técnico

n.	Acciones	meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36					
5.5	Ámbito técnico																																										
5.5.1	<i>Infraestructura tecnológica</i>																																										
5.5.1.1	Análisis de requisitos y de los equipos actuales		■	■	■																																						
5.5.1.2	Dotación de Bim Rooms															■	■																										
5.5.1.3	Creación y mantenimiento de la unidad de gestión de conocimiento																																										
5.5.1.4	Análisis sobre posibilidades de ECD (CDE)															■	■																										
5.5.1.5	Análisis sobre la conveniencia de implementar nuevos sistemas centralizados de gestión documental															■	■																										
5.5.2	<i>Estandarización</i>																																										
5.5.2.1	Asignación de tareas del ente regulador transversal																																										
5.5.2.2	Promoción Open BIM																																										
5.5.3	Creación y mantenimiento del órgano de seguimiento de tendencias tecnológicas																																										

La planificación de un plan de pruebas piloto se fundamenta en tres acciones de carácter puntual, que son: la toma de decisión por parte de la Generalitat (5.7.1) de su lanzamiento, la constitución de un grupo de trabajo y de un grupo de expertos para tareas de asesoramiento (5.7.3 y 5.7.8).

La siguiente tarea puntual del grupo será establecer el alcance de las pruebas piloto, determinar tanto los objetivos que hay que alcanzar como los organismos que se implicarán (5.7.6), que dará pie a las tareas puntuales preparatorias de las pruebas piloto, correspondientes a la definición del marco de contratación, la dotación de recursos y la capacitación del personal propio que tenga que participar en las pruebas (5.7.7, 5.7.11, 5.7.12 y 5.7.10).

A continuación se prevé el seguimiento de las pruebas piloto (tarea continua 5.7.9), que irá acompañada de las tareas periódicas de revisión y análisis de los resultados alcanzados (5.7.4 y 5.7.2), información que se recogerá y concretará en informes trimestrales (5.7.5).

En paralelo al desarrollo de las pruebas piloto, se propone impulsar la ejecución de cursos piloto en el ámbito académico, directamente a través de la programación de asignaturas conjuntas entre diferentes centros (5.7.13) o impulsando la investigación sobre los beneficios de la implementación de la metodología BIM en el sector a través de trabajos de grado y master (5.7.14).

7.2.8 Cuadro de planificación global

La tabla siguiente aporta la visión global de la planificación establecida:

n.	Acciones	meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
5.1	Institucionales																																									
5.1.1	Acto conjunto departamentos y organismos																																									
5.1.2	Edición documento estratégico																																									
5.1.3	Portal licitaciones públicas. Creación y mantenimiento																																									
5.2	Difusión y sensibilización interna																																									
5.2.1	Sesiones divulgativas departamento y organismos																																									
5.2.2	Canal informativo periódico																																									
5.2.3	Actos transversales de puesta en común																																									
5.2.4	Aprovechar sinergias																																									
5.2.5	Acciones a cúpulas directivas																																									
5.2.6	Estudio y difusión de mejores prácticas																																									
5.2.7	Elaborar y publicar estudios sobre evolución																																									
5.3	Formación																																									
5.3.1	<i>Planes de formación para la Administración</i>																																									
5.3.1.1	Identificar perfiles en contacto con el sector																																									
5.3.1.2	Identificar liderazgos de implantación																																									
5.3.1.3	Definir hábitos y competencias de los perfiles																																									
5.3.1.4	Desarrollar planes de formación																																									
5.3.1.5	Guía de implementación Plan de formación																																									
5.3.1.6	Implantación del Plan de formación																																									
5.3.2	<i>Promoción de formación a proveedores</i>																																									
5.3.2.1	Compartir el mapa de competencias																																									
5.3.2.2	Incentivar la formación de los agentes																																									
5.3.2.3	Hacer públicos los contenidos de la gestión del conocimiento																																									
5.3.3	<i>Integración del BIM en la formación reglada</i>																																									
5.3.3.1	Transmitir el interés de la Administración																																									
5.3.3.2	Creación y mantenimiento del observatorio de experiencias educativas																																									
5.3.4	<i>Implantación del sistema de gestión conocimiento</i>																																									
5.3.4.1	Implementar el portal público de información																																									
5.3.4.2	Creación y mantenimiento de Unidad de gestión de calidad de contenidos																																									
5.4	Legislación																																									
5.4.1	Informe jurídico sobre el marco actual																																									
5.4.2	Informe jurídico de modificación del marco actual																																									

n.	Acciones	meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
5.5	Ámbito técnico																																									
5.5.1	<i>Infraestructura tecnológica</i>																																									
5.5.1.1	Análisis de requisitos y de los equipos actuales		■	■	■																																					
5.5.1.2	Dotación de Bim Rooms														■	■																										
5.5.1.3	Creación y mantenimiento de la unidad de gestión de conocimiento														■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
5.5.1.4	Análisis sobre posibilidades de ECD (CDE)														■	■																										
5.5.1.5	Análisis sobre la conveniencia de implementar nuevos sist. centralizados de gestión documental														■	■																										
5.5.2	<i>Estandarización</i>																																									
5.5.2.1	Asignación de tareas del ente regulador transversal																																									
5.5.2.2	Promoción Open BIM																																									
5.5.3	Creación y mantenimiento del órgano de seguimiento de tendencias tecnológicas																																									
5.6	Ámbito de procesos																																									
5.6.1	Creación de glosario / diccionario				■	■																																				
5.6.2	Identificación y conversión de nuevos roles / nuevos procesos					■	■	■																																		
5.6.3	Especificación de entregables, perfiles, actualizar el hardware, software				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
5.6.4	Estudio del impacto de la transparencia económica														■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
5.6.5	Creación modelos de contratación				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5.6.6	Redefinición agentes, atribuciones, certificaciones														■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
5.6.7	Entorno e-submission de acuerdo con la Agenda Digital					■	■	■								■	■																									
5.7	Efecto tractor																																									
5.7.1	Declaración de compromiso de hacer pruebas piloto		■																																							
5.7.2	Seguimiento de pruebas piloto desde la Comisión Interdepartamental														■			■			■				■																	
5.7.3	Constitución del grupo de asesoramiento y seguimiento				■	■																																				
5.7.4	Sesiones debate resultados obtenidos														■																											
5.7.5	Informe trimestral de conclusiones														■			■			■																					
5.7.6	Definición de objetivos a los pliegos de licitación					■	■	■																																		
5.7.7	Introducción de modificaciones en contratos														■	■																										
5.7.8	Constitución grupo de trabajo seguimiento de pruebas piloto				■	■																																				
5.7.9	Seguimiento de la aplicación de la metodología														■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
5.7.10	Capacitar al personal interno implicado en pruebas piloto														■	■																										
5.7.11	Establecer requisitos tecnológicos de las pruebas piloto														■	■																										
5.7.12	Aportar un ECD (CDE)														■	■																										
5.7.13	Cursos piloto en diferentes grados														■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
5.7.14	Fomentar trabajos de grado máster de análisis														■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

#8

Siguientes
pasos

8. Sigüientes pasos

Este documento establece una estrategia para la implantación del BIM en el seno de la Administración pública, en este caso de la Generalitat de Catalunya. Establece de manera genérica lo que se tiene que hacer, cuando se tiene que hacer e intenta coordinar las diferentes acciones.

La complejidad y diversidad de situaciones de partida, las funciones y necesidades de cada departamento u organismo, las características de las personas, la dedicación que puedan poner, la disponibilidad de recursos y otros factores que pueden aparecer, determinarán más aproximadamente la manera de ejecutar las acciones que se proponen.

A pesar de ser necesaria una visión estratégica global como la que aporta este documento, en una segunda lectura conviene concretar cómo se prevé poner en marcha las acciones y mecanismos que se proponen. Comentamos algunos aspectos claves que deben ayudar a establecer los siguientes pasos en la ejecución del proceso de implementación.

Tipología de acciones

En un análisis de las acciones propuestas se puede observar cómo todas ellas se pueden situar dentro de alguno de los grupos de acciones siguientes:

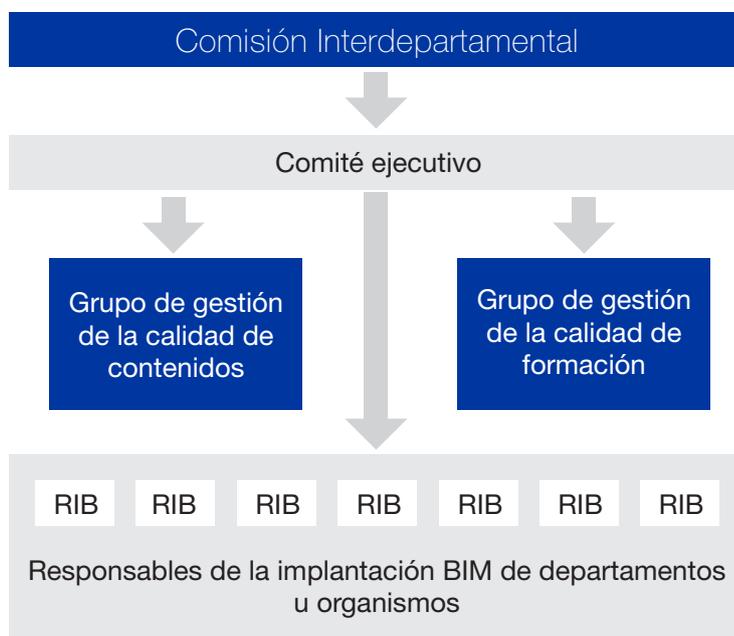
- Acciones que tiene que llevar a cabo la propia Administración.
- Acciones que tiene que llevar a cabo la propia Administración, pero susceptibles de ser externalizadas.
- Creación o determinación de órganos propios en los que se asignan funciones específicas, en ocasiones susceptibles de ser externalizadas o asignadas a alguna entidad transversal del sector.
- Acciones que tienen que ser contratadas a proveedores de servicios de la Administración.

Una estructura ejecutiva

Como se ha apuntado ya en el documento, es imprescindible que la implementación sea coordinada a nivel de todos los departamentos y organismos, y en este sentido la Comisión Interdepartamental por el BIM es un instrumento adecuado. Hay que considerar, sin embargo, la posibilidad de que la propia comisión se dote de un grupo ejecutivo de menor envergadura para ganar en agilidad, que tenga un hilo de comunicación directo con los responsables de implantación del BIM en cada uno de los departamentos y organismos, así como con los responsables de entidades externas a la Administración que puedan asumir algunas de las acciones recomendadas.

La figura del “responsable de implementación BIM de departamento” (u organismo) es importante para dar una continuidad necesaria al proceso, y ser una referencia dentro del departamento. Tiene que ser una persona de la propia Administración, con capacidad de entender los nuevos procesos, proactiva, comunicativa y con una cierta capacidad empática hacia las personas que tendrán que iniciarse en las nuevas metodologías y procesos. Su papel es importante también para la necesaria comunicación con aquellos servicios que se externalicen, como por ejemplo una buena parte de las acciones formativas.

Esta estructura ejecutiva se puede complementar con dos grupos específicos: uno de gestión de la calidad de Contenidos y otro de Formación, que se explican en los apartados siguientes, junto con un organigrama sugerido:



Un hub de conocimiento y comunicación

Una parte importante de las acciones previstas están directamente o indirectamente vinculadas a la creación y el mantenimiento de un portal web que se convierta en la referencia en la implantación de las nuevas metodologías. La creación de contenidos, la recopilación de contenidos ya creados y la promoción de todos ellos como herramienta comunicativa y de aprendizaje colectivo basado en la experiencia real, tiene una elevada importancia en todo el proceso de implantación.

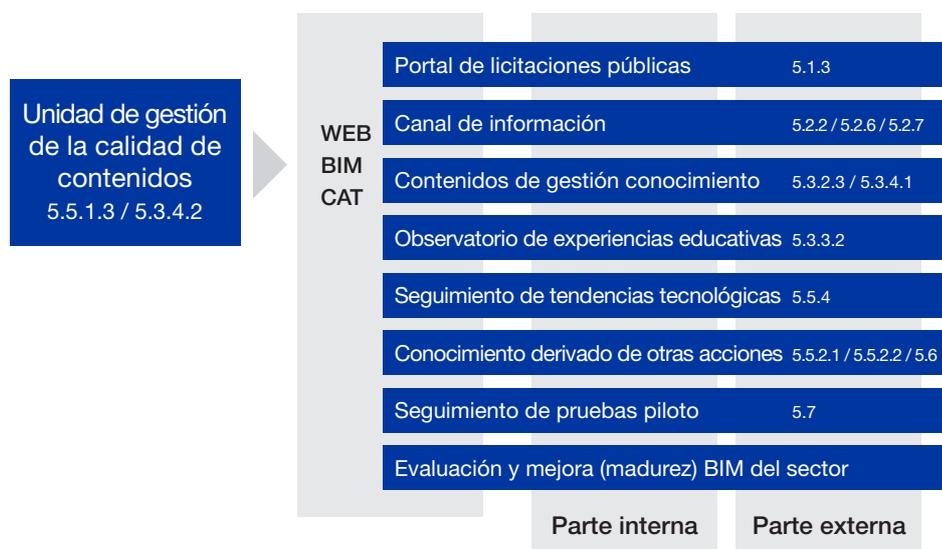
8. Sigüientes pasos

Esta plataforma, hoy todavía inexistente en el país, es necesaria tanto para la propia Administración como para el sector privado en general. Es obvio que se puede plantear su establecimiento desde un punto de vista interno de la Administración, pero la necesaria sinergia del sector público y privado puede abrir la puerta a entenderla como una plataforma única con acceso controlado en función del perfil de los usuarios. Es una oportunidad de optimizar recursos a nivel sectorial.

Una manera alternativa de verlo consistiría en la creación de un portal interno con los contenidos de interés exclusivo para el personal de la Administración, mientras que se pasarían los contenidos de interés general a un portal público gestionado por la propia Administración, o a una entidad tercera suficientemente representativa del sector.

La figura siguiente de este apartado nos muestra una esquematización de la plataforma en la que se puede ver la vinculación entre cada concepto-contenido de esta y los códigos de acción definidos en este documento. Por otra parte, la unidad de gestión de calidad de contenidos, objeto de la acción 5.5.1.3, aparece como supervisora de la plataforma en la cual se podrían integrar –en el caso más abierto– la misma Administración, la entidad gestora de la plataforma y especialistas invitados.

En cualquiera de los modelos, en este *hub* de conocimiento y comunicación es necesario, como condición indispensable, que su operación sea ágil, permanentemente actualizada, y movilizadora de la comunidad del sector de la construcción.



Formación

El análisis detallado de las acciones propuestas y los recursos necesarios asociados pone de manifiesto que el área temática de formación tiene un peso específico considerable. Tanto es así que se podría pensar en definir un grupo de gestión de calidad de formación, que velara por los contenidos, por la correcta coordinación de las acciones vinculadas y establecer los mecanismos de verificación de la consecución de objetivos. Este grupo tendría que estar integrado por la Administración más los especialistas externos responsables de la realización de las acciones formativas.

Revisión del Plan estratégico

El entorno vivo, cambiante y evolutivo en el que se mueve tanto la tecnología como los nuevos procesos, hace necesario plantear un escenario de revisión periódica de la estrategia de implantación descrita en este documento.

Se propone que a partir del inicio de las acciones de implementación contenidas en este Libro blanco, se haga una revisión de sus contenidos, recomendaciones y previsiones, con el fin de adaptarlos a la realidad observada. El ajuste permanente tiene que garantizar la optimización de resultados.

Esta revisión se puede plantear anualmente, y se tendría que hacer de acuerdo con:

- Los indicadores establecidos para el control de cada acción.
- El progreso de las acciones ya realizadas o en vías de realización.
- Las necesidades surgidas en el transcurso de los trabajos iniciales o pruebas piloto.
- El intercambio permanente de información entre el comité ejecutivo, las unidades de gestión de calidad de contenidos y formación, y los responsables de implementación del BIM de cada departamento u organismo.

La revisión se puede prever para el final del año 1, y para el final del año 2. Al final del año 3, se evaluaría la necesidad de hacer una nueva revisión o bien partir de un nuevo documento de análisis global para un periodo más largo.

Como resultado de cada revisión se produciría un documento de “Seguimiento de implementación del BIM” que complementarí, o modificarí, según fuera necesario, las previsiones de la primera edición del Libro blanco.

#9

Anexo estadístico sobre la encuesta a la Administración

9. Anexo estadístico sobre la encuesta a la Administración

De acuerdo con el capítulo 2 del Libro blanco, la redacción de este se ha querido basar en la opinión del personal de la propia Administración en torno al cambio que puede suponer la implementación del BIM. Para hacerlo se ha llevado a cabo una encuesta sobre una muestra de personas de la Administración pública, en este caso de la Generalitat de Catalunya, involucradas bajo diferentes perspectivas en los procesos de gestión de los activos inmobiliarios o infraestructuras.

Este anexo muestra los datos básicos de la encuesta, así como el análisis de resultados obtenidos.

9.1 Datos básicos

Participantes:

- Departamento de la Presidencia.
- Departamento de la Vicepresidencia y de Economía y Hacienda.
- Departamento de Asuntos y Relaciones Institucionales y Exteriores y Transparencia.
- Departamento de Gobernación, Administraciones Públicas y Vivienda.
- Departamento de Enseñanza.
- Departamento de Salud.
- Departamento de Interior.
- Departamento de Territorio y Sostenibilidad.
- Departamento de Cultura.
- Departamento de Justicia.
- Departamento de Trabajo, Asuntos Sociales y Familias.
- Departamento de Empresa y Conocimiento.
- Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación.
- Agencia Catalana del Agua (ACA).
- Agencia de la Vivienda de Cataluña (AHC).
- Centrales e Infraestructuras para la Movilidad y las Actividades Logísticas (CIMALSA).
- Centro de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CTTI).
- Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña (ICGC).
- Infraestructuras Ferroviarias de Cataluña (IFERCAT).
- Ferrocarriles de la Generalitat de Catalunya (FGC).
- INFRAESTRUCTURAS.CAT
- Instituto Catalán del Suelo (INCASÒL).

Fechas de realización: 29/05/2017 a 16/06/2017

Personas invitadas a participar: 676

Respuestas obtenidas: 337

Respuestas válidas a efectos del análisis de resultados: 333

Formulario de encuesta diseñado con: Google Forms

De las 337 respuestas obtenidas, el análisis se ha hecho sobre 333, dado que algunas de las respuestas correspondían a entradas en el formulario informático, sin recoger ninguna respuesta a las preguntas.

9. Anexo estadístico sobre la encuesta a la Administración

Tabla resumen de invitados y participación en la encuesta:

Presidencia	Invitados	Respuestas	% del total
Vicepresidencia y de Economía y Hacienda	8	7	2,1
Asuntos y Relaciones Institucionales y Exteriores y Transparencia	74	21	6,2
Gobernación, Administraciones Públicas y Vivienda	80	1	0,3
Enseñanza	22	22	6,5
Salud	5	5	1,5
Interior	15	6	1,8
Territorio y Sostenibilidad	29	29	8,6
Cultura	8	8	2,4
Justicia	40	40	11,9
Trabajo, Asuntos Sociales y Familias	19	19	5,6
Empresa y Conocimiento	3	3	0,9
Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación	12	12	3,6
ACA	51	23	6,8
AHC	65	23	6,8
CIMALSA	3	2	0,6
CTTI	8	5	1,5
ICGC	3	2	0,6
FGC	9	5	1,5
Infraestructures.cat + IFERCAT	74	44	13,1
INCASÒL	98	36	10,7
TOTAL	676	337	

Tabla resumen por orden decreciente de participación:

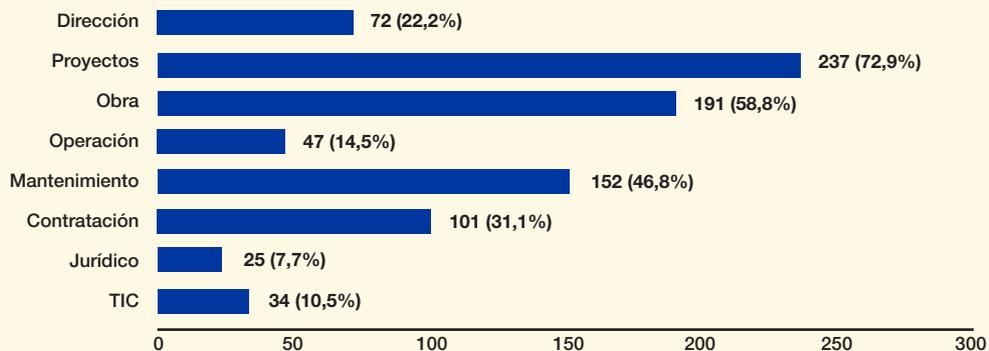
Organismos	Invitados	Respuestas	%
TOTAL	676	337	100,0
Infraestructures.cat + IFERCAT	74	44	13,1
Justicia	40	40	11,9
INCASÒL	98	36	10,7
Territorio y Sostenibilidad	29	29	8,6
ACA	51	23	6,8
AHC	65	23	6,8
Gobernación, Administraciones Públicas y Vivienda	22	22	6,5
Vicepresidencia y de Economía y Hacienda	74	21	6,2
Trabajo, Asuntos Sociales y Familias	19	19	5,6
Enseñanza	50	16	4,7
Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación	12	12	3,6
Cultura	8	8	2,4
Presidencia	8	7	2,1
Interior	15	6	1,8
Salud	5	5	1,5
CTTI	8	5	1,5
FGC	9	5	1,5
Empresa y Conocimiento	3	3	0,9
CIMALSA	3	2	0,6
ICGC	3	2	0,6
Asuntos y Relaciones Institucionales y Exteriores y Transparencia	80	1	0,3

Bloques temáticos y preguntas que contiene la encuesta:

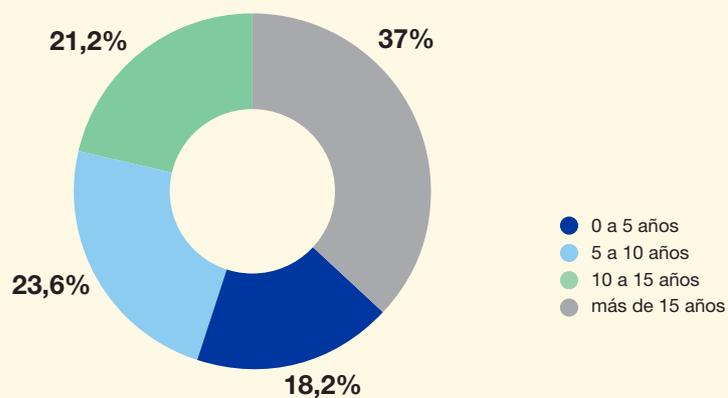
Bloque	Nro. preguntas simples	Nro. preguntas + valoraciones
Identificación	18	18
Conocimiento y percepción	27	67
Oportunidades de mejora	8	51
Objetivos del BIM	5	35
Total	58	171

9.2 Perfil de los participantes

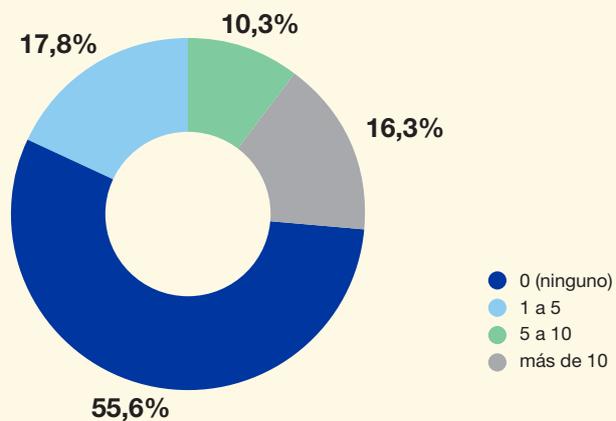
Ámbitos de trabajo autodeclarados por los participantes en la encuesta:



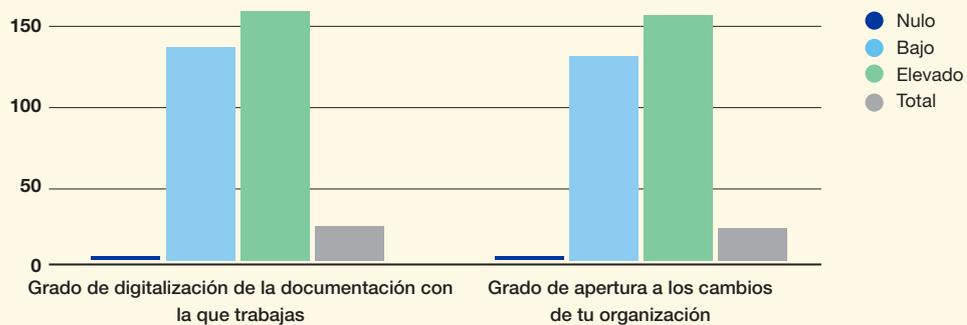
Experiencia declarada en la posición que ocupan:



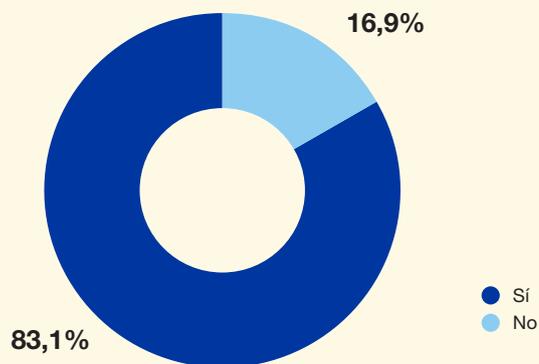
Personal a cargo de los participantes:



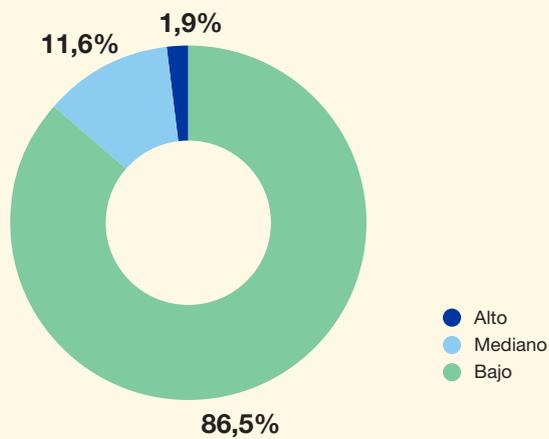
Percepción sobre la propia organización (en número de respuestas obtenidas):



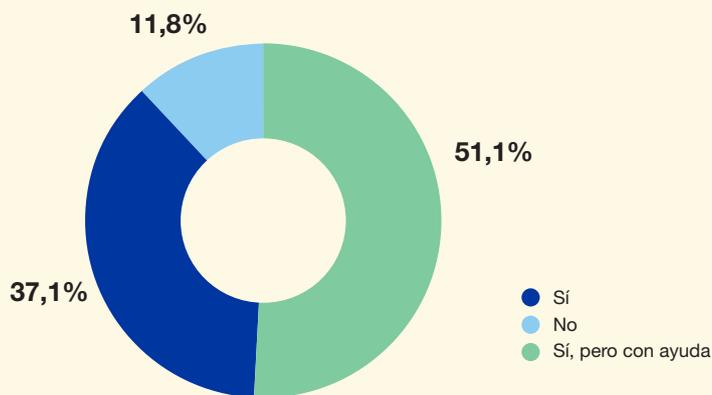
Los participantes, antes de la encuesta, habían oído hablar del BIM:



El conocimiento sobre el BIM que manifiestan los participantes:



¿Los participantes se ven utilizando el BIM en su trabajo?



9.3 Análisis de resultados

Se han elaborado cuatro grupos de tablas que se muestran de manera sucesiva en los siguientes apartados 10.3.1. a 10.3.4. Cada grupo de tablas corresponde a uno de los bloques temáticos que han formado parte de la encuesta.

En las tablas que recogen los resultados de cada bloque se encuentran reflejados los departamentos y organismos en que el número de respuestas obtenidas es mínimamente significativo. Con el fin de identificarlos sobre estas tablas se ha utilizado la nomenclatura siguiente:

Departamentos:

- GOB** Gobernación y Vivienda
- JUS** Justicia
- TES** Territorio y Sostenibilidad
- VIC** Vicepresidencia

Organismos

- ACA** Agencia Catalana del Agua
- AHC** Agencia de la Vivienda de Cataluña
- IGC** Infraestructuras de la Generalitat de Catalunya
- INC** Instituto Catalán del Suelo - Incasòl

Las tablas presentan de forma colorida los valores más altos de las respuestas a cada pregunta, con lo que se facilita la identificación de las tendencias más relevantes.

En algunas tablas, al lado de la derecha, se añaden los criterios de valoración y/o el tipo de respuesta solicitada a los encuestados. En este sentido, conviene remarcar que la herramienta utilizada para la preparación del formulario en línea ha sido Google Forms y, de acuerdo con el tipo de pregunta, las respuestas se corresponden a alguna de las modalidades que ofrece esta herramienta:

Tipo de pregunta	Icono	Descripción	Observaciones
Respuesta corta		Se prevé una respuesta de texto redactada a gusto de la persona que responde	Difícilmente se pueden transformar en estadística
Selección múltiple		Las respuestas pueden ser diversas y predefinidas	Sólo se puede escoger una de las opciones dadas
Casillas de verificación		Las respuestas pueden ser diversas y predefinidas	Se pueden escoger diferentes opciones dadas
Desplegable		Las respuestas pueden ser diversas y predefinidas	Se pueden escoger diferentes opciones dadas
Escala lineal		Está para hacer escalas donde se pide una calificación	Ejemplo: Valora de 1 a 5lo que sea
Matriz de opciones		Podemos definir una tabla con filas y columnas. Esto genera una parrilla	Se puede marcar para cada fila una de las opciones en la columna

9.3.1 Conocimiento del BIM

10. Conocimiento sobre el BIM	Resp	Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC	Criterio de valoración
¿Antes de esta encuesta, habías oído hablar del BIM?	Sí	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	Respuesta sí / no
¿Qué es para ti el BIM?	Def	74%	82%	86%	96%	87%	40%	59%	87%	71%	Texto
¿Cuál crees que es tu nivel de conocimiento sobre el BIM?	Resp	83%	98%	94%	96%	100%	50%	94%	95%	86%	Selección de una respuesta
alto		2%	2%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	10%	
medio		10%	23%	14%	14%	22%	10%	14%	0%	14%	
bajo		71%	73%	81%	81%	74%	40%	81%	95%	62%	

11. Qué fuentes has utilizado para formarte sobre el BIM	Resp	Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC	Criterio de valoración
Has utilizado algún tipo de fuente:	Sí	68%	82%	75%	91%	91%	43%	59%	95%	81%	Respuesta sí / no
cursos y seminarios presenciales o en línea		43%	55%	19%	52%	52%	47%	18%	62%	41%	Selección múltiple
jornadas y conferencias divulgativas		71%	55%	96%	76%	62%	59%	76%	52%	76%	
blogs, páginas web o artículos publicados		62%	55%	74%	48%	48%	71%	65%	43%	76%	
información de organismos de otros países		13%	14%	11%	10%	19%	18%	0%	5%	18%	Respuesta sí / no

12. Según tu opinión, la metodología BIM	Resp	Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC	Criterio de valoración
Se basa en el uso de herramientas tecnológicas de representación 3D	81%	3,28	3,23	3,06	3,23	3,38	3,45	3,45	3,33	3,78	Valoración lineal
Significa la implementación de tecnologías de gestión de información	81%	3,41	3,30	3,41	3,32	3,41	3,65	3,45	3,48	3,61	
Requiere un proceso de trabajo colaborativo	81%	3,60	3,67	3,50	3,86	3,65	3,74	3,45	3,76	3,61	
Conviene el establecimiento de un formato abierto de intercambio estándar	80%	3,53	3,53	3,50	3,77	3,62	3,63	3,35	3,67	3,50	
Permite una gestión integral del proyecto, obra y explotación	81%	3,69	3,56	3,65	3,86	3,78	3,74	3,70	3,86	3,78	

13. La implementación del BIM tendrá los siguientes beneficios en el sector	Resp	Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC	Criterio de valoración
Facilitar la realización de proyectos más sostenibles	80%	3,03	2,69	3,06	3,09	3,09	3,20	3,15	3,24	3,39	Valoración lineal
Producir un ahorro de costes de operación y mantenimiento	80%	3,27	3,00	3,18	3,50	3,48	3,30	3,30	3,43	3,59	
Incrementar la coherencia de los documentos de proyecto	81%	3,56	3,47	3,53	3,68	3,70	3,60	3,55	3,48	3,82	
Reducir los conflictos en la gestión de proyectos y obras	80%	3,43	3,31	3,53	3,59	3,61	3,55	3,40	3,48	3,76	
Aumentar la productividad del sector de la construcción	80%	3,01	2,79	2,94	3,23	3,09	3,15	3,00	3,24	3,35	
Permitir la internacionalización de sus actores	78%	2,94	2,71	2,91	3,09	2,91	3,10	2,80	3,22	2,94	
Formar a los profesionales en nuevas tecnologías	80%	3,28	3,12	3,18	3,50	3,36	3,45	3,05	3,33	3,44	
Facilitar la realización de proyectos más económicos	80%	3,00	2,60	2,97	2,91	3,30	3,20	3,10	3,19	3,24	
Gestionar con una visión global del ciclo de vida del activo	81%	3,46	3,35	3,50	3,68	3,52	3,55	3,30	3,76	3,65	

9. Anexo estadístico sobre la encuesta a la Administración

14. Con el fin de llevar a cabo la implementación del BIM se tienen que dar las siguientes condiciones	Resp	Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC	Criterio de valoración
Es necesario un mandato del Gobierno con un compromiso a corto plazo	79%	2,87	2,81	2,97	2,62	3,18	3,05	2,65	2,95	2,82	Valoración lineal Muy de acuerdo 4 De acuerdo 3 En desacuerdo 2 Muy en desacuerdo 1
La implicación de todos los agentes del sector	80%	3,59	3,56	3,67	3,59	3,68	3,50	3,35	3,67	3,88	
Hay que adaptar el marco legal de contratación para fomentar el trabajo colaborativo	80%	3,35	3,37	3,52	3,73	3,50	3,10	3,30	3,33	3,65	
Se deben modificar los flujos y los procedimientos de trabajo	80%	3,48	3,47	3,61	3,64	3,57	3,35	3,25	3,62	3,41	
Es necesario desarrollar nuevas normas y estándares para implementar el BIM	79%	3,33	3,44	3,41	3,43	3,45	3,40	3,25	3,43	3,35	
Hay que adaptar los formatos de la documentación legal en el entorno digital	78%	3,40	3,44	3,35	3,48	3,57	3,40	3,25	3,52	3,63	
Se debe fomentar la introducción del BIM como disciplina transversal en todos los niveles formativos	80%	3,42	3,29	3,41	3,50	3,57	3,40	3,45	3,62	3,47	

15. Las barreras principales para introducir el BIM en el sector de la construcción	Resp	Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC	Criterio de valoración
El coste de la implementación es alto	79%	3,20	3,19	2,97	3,23	3,23	3,30	3,10	3,29	3,18	Valoración lineal Muy de acuerdo 4 De acuerdo 3 En desacuerdo 2 Muy en desacuerdo 1
Falta de experiencia de los agentes implicados	80%	3,66	3,62	3,42	3,59	3,91	3,60	3,60	3,71	3,76	
Dificultad para colaborar entre agentes	79%	3,21	3,21	3,12	3,36	3,45	3,25	3,00	3,58	3,12	
Falta de formación del personal del sector	80%	3,53	3,42	3,45	3,50	3,70	3,60	3,40	3,57	3,71	
Problemas de delimitación de responsabilidades	78%	2,97	3,07	3,19	3,00	2,87	2,95	2,95	3,16	2,88	
Posición poco definida sobre su uso por parte de los clientes	76%	3,15	3,30	3,09	3,14	3,05	3,00	3,33	3,58	3,13	
Sólo la pueden aplicar las grandes empresas	79%	2,41	2,26	2,19	2,18	2,30	2,42	2,85	2,62	2,24	
Sólo aporta beneficios en grandes proyectos	79%	2,38	2,35	2,13	2,36	2,17	2,55	2,60	2,43	2,38	
Gran diversidad de normas y requerimientos de los clientes	75%	2,80	2,88	2,72	2,95	2,41	2,94	2,76	2,90	2,93	
Falta de una biblioteca de objetos con información fiable	76%	3,00	3,17	2,91	3,29	2,77	2,89	2,80	3,29	3,08	
Alta dependencia del software de generación del modelo	76%	3,09	3,13	3,09	3,27	3,10	3,20	2,95	3,06	3,00	
Sistema de contratación actual que permite ofertas por debajo del coste	75%	2,77	2,76	2,74	2,91	2,65	2,72	2,74	3,21	2,94	
Dificultades administrativas que limitan la obtención de todas las ventajas potenciales	77%	3,13	3,05	3,13	3,59	2,95	3,00	2,85	3,50	3,20	

16. Expectativas de futuro	Resp	Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC	Criterio de valoración
Todos los agentes del sector trabajarán en BIM en un plazo de	Resp	96%	98%	92%	100%	100%	93%	97%	95%	95%	Selección de una respuesta
3 años		5%	7%	12%	4%	6%	0%	0%	5%	5%	
5 años		31%	30%	48%	17%	22%	32%	61%	14%	30%	
10 años		37%	44%	30%	57%	39%	35%	29%	71%	35%	
NS/NC		27%	19%	9%	22%	33%	32%	11%	10%	30%	

9.3.2 Percepción del BIM

En este bloque hay una serie de preguntas que se relacionan con la visión que cada encuestado tiene sobre el BIM desde su posición.

¿Cómo querías que el BIM se incorporara a tu organización?		Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC
	Resp	95%	98%	94%	100%	96%	95%	97%	95%	95%
Aplicándose de manera paralela a los procesos actuales		29%	25%	36%	35%	35%	28%	28%	36%	33%
Centralizándose en un departamento especializado		10%	5%	17%	13%	13%	13%	17%	0%	10%
Fusionándose con las actividades actuales		56%	68%	42%	52%	48%	55%	52%	59%	52%

¿Te ves utilizando el BIM en tu trabajo?		Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC
	Resp	97%	98%	97%	100%	100%	95%	97%	95%	100%
Sí		36%	50%	28%	35%	39%	33%	34%	18%	43%
Sí, pero con ayuda		50%	30%	64%	61%	39%	58%	52%	59%	43%
No		11%	18%	6%	4%	22%	5%	10%	18%	14%

¿Estás dispuesto a conceder tiempo al personal a tu cargo para que se forme?		Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC
	Resp	83%	86%	83%	87%	70%	80%	93%	82%	81%
Sí		81%	80%	81%	83%	70%	80%	90%	82%	76%
No		3%	7%	3%	4%	0%	0%	3%	0%	5%

Escoge la opción que consideres más apropiada		Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC
	Resp	88%	91%	86%	96%	70%	83%	93%	82%	90%
Prefiero que mi equipo aprenda cosas nuevas		80%	70%	78%	91%	70%	83%	83%	82%	81%
Prefiero que mi equipo mantenga la productividad		8%	20%	8%	4%	0%	0%	10%	0%	10%

Escoge la opción que consideres más apropiada		Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC
	Resp	95%	95%	94%	91%	100%	90%	97%	91%	95%
Deberíamos tener más libertad para trabajar como queramos		20%	32%	3%	30%	4%	33%	14%	5%	24%
Todo el mundo tendría que trabajar de la misma manera		75%	64%	92%	61%	96%	58%	83%	86%	71%

¿En qué crees que tu departamento tendría que invertir más recursos para poder implementar el BIM en sus actividades?		Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC
	Resp	96%	98%	92%	96%	100%	98%	97%	91%	95%
En recursos humanos		43%	50%	22%	52%	35%	30%	69%	23%	48%
En tecnología		53%	48%	69%	43%	65%	68%	28%	68%	48%

9. Anexo estadístico sobre la encuesta a la Administración

¿Crees que el BIM implicará cambios en el estructura actual?		Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC
	Resp	95%	98%	94%	96%	100%	93%	97%	95%	90%
Sí		59%	50%	61%	65%	74%	63%	55%	77%	62%
No		36%	48%	33%	30%	26%	30%	41%	18%	29%

¿Crees que tiene que haber alguien en tu departamento que lidere el proceso de implantación?		Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC
	Resp	95%	95%	94%	100%	100%	88%	97%	91%	95%
Sí		86%	86%	89%	96%	100%	85%	93%	91%	86%
No		10%	10%	6%	4%	0%	3%	3%	0%	10%

¿Crees que quien lidere el proceso de implantación se tiene que dedicar de manera exclusiva?		Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC
	Resp	95%	95%	92%	100%	96%	88%	97%	91%	95%
Sí		42%	42%	47%	39%	57%	50%	55%	64%	33%
No		53%	53%	44%	61%	39%	38%	41%	27%	62%

¿Crees que tendrá que haber perfiles profesionales especializados en desarrollar tareas relativas al BIM?		Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC
	Resp	95%	95%	92%	100%	100%	93%	97%	91%	95%
Sí		70%	70%	64%	52%	91%	70%	69%	82%	67%
No		25%	25%	28%	48%	9%	23%	28%	9%	29%

¿Crees que la revisión de proyectos en un entorno tridimensional sería más fácil que desde los tradicionales planos?		Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC
	Resp	95%	95%	92%	100%	100%	93%	97%	91%	95%
Muy de acuerdo		25%	25%	17%	43%	30%	28%	21%	23%	48%
De acuerdo		45%	45%	47%	26%	39%	43%	52%	59%	38%
Indiferente		16%	16%	17%	26%	26%	18%	10%	9%	5%
En desacuerdo		6%	6%	11%	0%	0%	5%	10%	0%	5%
Muy en desacuerdo		2%	2%	0%	4%	4%	0%	3%	0%	0%

¿En qué grado crees que el desarrollo de los proyectos cambiará cuándo se utilice el BIM?		Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC
	Resp	95%	95%	92%	100%	100%	93%	97%	95%	95%
Cambiará mucho		25%	25%	33%	48%	30%	15%	28%	41%	19%
Cambiará bastante		54%	54%	42%	39%	57%	63%	55%	50%	71%
Cambiará poco		12%	12%	14%	13%	9%	15%	14%	5%	5%
Cambiará muy poco		3%	3%	3%	0%	4%	0%	0%	0%	0%
No cambiará		1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

¿Cómo crees que debería ser la inversión que se haga en la mejora de la estructura tecnológica de la Administración?		Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC
	Resp	96%	96%	94%	100%	100%	95%	97%	95%	95%
Muy grande		14%	14%	11%	9%	22%	13%	3%	32%	24%
Grande		51%	51%	56%	70%	43%	50%	59%	55%	52%
Moderada		29%	29%	28%	22%	35%	33%	34%	9%	19%
Pequeña		1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Muy pequeña		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

¿Te atrae la idea de que terceras personas puedan seguir con facilidad el desarrollo de un proyecto o una construcción sin interferir en el avance?		Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC
	Resp	95%	95%	94%	100%	100%	95%	97%	91%	95%
Sí		66%	66%	78%	65%	65%	78%	66%	82%	81%
No		6%	6%	0%	13%	9%	3%	7%	5%	5%
Me es indiferente		23%	23%	17%	22%	26%	15%	24%	5%	10%

¿Te atrae la idea de que terceras personas puedan sacar provecho de lo que se pueda hacer con el BIM?		Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC
	Resp	95%	95%	94%	100%	100%	93%	97%	95%	95%
Sí		74%	74%	78%	57%	61%	73%	93%	73%	90%
No		5%	5%	6%	13%	9%	5%	0%	14%	0%
Me es indiferente		16%	16%	11%	30%	30%	15%	3%	9%	5%

¿Confías en los sistemas en la nube?		Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC
	Resp	96%	96%	94%	100%	100%	93%	97%	95%	95%
Sí		65%	65%	67%	39%	74%	65%	76%	68%	67%
No		19%	19%	17%	35%	13%	18%	17%	18%	10%
Me es indiferente		12%	9%	11%	26%	13%	10%	3%	9%	19%

Crees que una mayor estandarización:		Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC
	Resp	95%	95%	92%	100%	100%	90%	93%	95%	95%
Facilita el trabajo y mejora la eficiencia		91%	91%	89%	96%	96%	85%	93%	95%	95%
Introduce requisitos que reducen la productividad		4%	4%	3%	4%	4%	5%	0%	0%	0%

9.3.3 Oportunidades de mejora

Las oportunidades de mejora que ofrece el trabajo en entornos BIM se plantean de acuerdo con algunos conceptos que se presentan y para el cual se dan una serie de afirmaciones sobre las que se pregunta a los encuestados con qué frecuencia se las encuentran en su experiencia laboral.

Las tablas que siguen señalan la nota de valoración lineal que se obtiene para cada situación planteada, que como se ve en cada tabla, va de 1 a 5.

31. Desarrollo del proceso	Resp	Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC	Criterio de valoración
El marco contractual limita la mejora de la gestión de los contratos	91%	3,2	3,3	3,1	3,3	3,1	3,2	3,2	3,5	3,3	Valoración lineal Siempre 5 Muy frecuente 4 Frecuente 3 Poco frecuente 2 Nunca 1
Los objetivos del contrato se expresan con claridad y son interpretados correctamente por los proveedores	92%	3,0	3,1	3,1	2,9	2,8	2,8	3,2	2,5	3,2	
Se especifican los criterios de valoración objetiva para evaluar el cumplimiento de los objetivos	89%	2,7	2,9	2,7	2,5	3,0	2,5	2,8	3,2	2,4	
Algunos objetivos del contrato quedan fuera de su alcance	89%	2,6	2,7	2,5	2,3	3,2	2,7	2,8	2,9	2,3	
Los hitos y prioridades de los contratos se establecen de manera adecuada	89%	3,1	3,0	3,0	3,0	2,8	2,9	3,2	2,8	3,5	
Se facilita la introducción de cambios de prioridad, información y/o requerimientos fuera de los plazos establecidos	88%	2,3	2,6	2,2	2,0	2,3	2,2	2,4	2,4	2,1	
Se lleva a cabo un estudio detallado de los riesgos al inicio del contrato	89%	2,3	2,1	2,3	2,0	2,2	2,3	2,4	2,1	2,6	
Los riesgos se transfieren a terceras personas en vez de mitigarlos	85%	2,7	2,8	2,6	2,4	3,5	2,8	2,6	3,0	2,6	
Los resultados esperados varían debido al cambio de recursos y medios utilizados por el adjudicatario	88%	2,8	2,7	2,6	2,7	3,3	3,0	2,8	3,3	2,2	
Se trabaja con información incompleta, equívoca o con datos no validados	88%	2,7	2,9	2,3	2,7	2,6	2,8	2,8	2,6	2,3	
Las tecnologías utilizadas en el contrato son poco apropiadas para el nivel del cliente	86%	2,5	2,5	2,4	2,5	2,5	2,7	2,4	2,5	2,1	
La coordinación entre las partes que intervienen en el contrato es alta	88%	2,9	3,0	3,1	2,8	2,5	3,0	2,8	3,1	3,2	

32. Reelaboración	Resp	Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC	Criterio de valoración
Se llevan a cabo trabajos suplementarios debido al incumplimiento de objetivos del proyecto (calidad, plazo o coste)	88%	2,6	2,6	2,7	2,3	3,0	2,6	2,5	3,2	2,5	Valoración lineal Siempre 5 Muy frecuente 4 Frecuente 3 Poco frecuente 2 Nunca 1
Hay que realizar trabajos suplementarios para los cambios de prioridades durante el desarrollo del contrato	87%	2,7	3,0	2,6	2,3	2,8	2,9	2,4	2,9	2,8	
Se tienen que hacer modificaciones derivadas de soluciones no construibles (para productos o procesos no factibles)	87%	2,5	2,7	2,4	2,5	2,6	2,5	2,4	2,8	2,4	
Hay que reelaborar documentación porque la información, datos y/o especificaciones no son coherentes	87%	2,5	2,7	2,5	2,6	2,7	2,6	2,2	2,9	2,4	
Diferentes agentes elaboran versiones múltiples del mismo documento.	87%	2,5	2,3	2,4	2,4	2,7	2,7	2,1	3,1	2,5	
Los proveedores externos no están suficientemente capacitados para hacer o entregar la calidad requerida	87%	2,4	2,3	2,4	2,1	2,5	2,6	2,2	2,9	2,3	
Se pierden documentos digitales y hay que recrearlos	87%	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1	2,0	2,8	2,0	

33. Sobreproducción	Resp	Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC	Criterio de valoración
Las especificaciones son innecesarias o con demasiado detalle para la fase del contrato	84%	2,2	2,1	2,2	2,0	2,3	2,2	2,2	2,4	2,1	Valoración lineal Siempre 5 Muy frecuente 4 Frecuente 3 Poco frecuente 2 Nunca 1
Se desarrollan soluciones con demasiado detalle o con partes no requeridas ni necesarias	85%	2,1	2,1	2,2	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,0	
Se realizan estudios de aspectos más allá de los requisitos del contrato	85%	2,1	2,1	2,2	1,7	2,2	2,2	2,0	2,1	2,1	
Se desarrollan entregables que el receptor no revisa ni utiliza	84%	2,3	2,2	2,2	2,2	2,5	2,3	2,3	3,0	2,5	
Se desarrollan actividades que no aportan valor a quien las realiza	84%	2,2	2,2	2,3	2,0	2,3	2,3	2,1	2,7	2,2	

34. Desplazamientos	Resp	Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC	Criterio de valoración
Se llevan a cabo reuniones y desplazamientos no necesarios para los objetivos del contrato	86%	2,2	2,3	2,3	2,1	2,7	2,3	2,1	2,4	2,4	Valoración lineal Siempre 5 Muy frecuente 4 Frecuente 3 Poco frecuente 2 Nunca 1
Se mantienen reuniones de consulta con agentes sin responsabilidad directa en el contrato	86%	2,3	2,4	2,1	2,0	2,8	2,4	2,1	2,7	2,5	
Las reuniones de seguimiento se programan con la frecuencia y en los plazos adecuados	86%	3,1	3,3	3,1	3,1	2,6	3,1	3,2	2,4	3,3	
Los implicados en un mismo proyecto trabajan en un mismo espacio	85%	2,3	2,2	1,9	1,9	2,2	2,4	2,5	2,3	2,4	
Las reuniones son cortas y se detallan las conclusiones	85%	2,4	2,6	2,2	2,3	2,1	2,4	2,6	2,2	2,5	

9. Anexo estadístico sobre la encuesta a la Administración

35. Espera	Resp	Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC	Criterio de valoración
Esperas para obtener datos básicos del contrato, ya sean físicas o digitales	86%	2,6	2,5	2,6	2,6	2,8	2,8	2,5	2,8	0,0	Valoración lineal Siempre 5 Muy frecuente 4 Frecuente 3 Poco frecuente 2 Nunca 1
Esperas debidas a toma de decisiones y/o aprobaciones externas	86%	3,1	3,4	3,3	3,2	3,3	3,0	2,8	3,2	0,0	
Esperas debidas a decisiones internas sobre recursos humanos o materiales	86%	2,6	2,3	2,7	2,6	3,1	2,8	2,4	3,1	0,0	
Esperas debidas a la falta de accesibilidad y/o capacidad de búsqueda de los documentos físicos o digitales disponibles	86%	2,3	2,2	2,2	2,2	2,4	2,6	2,1	2,8	0,0	
Esperas debidas a la moderación relacionada con la implementación y uso de nuevos sistemas informáticos	86%	2,2	2,1	2,2	2,1	2,6	2,3	2,1	2,8	0,0	
Esperas debidas a la lentitud de la conexión en Internet	86%	2,0	1,9	2,0	1,8	1,9	2,0	1,7	2,8	0,0	

36. Transferencia	Resp	Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC	Criterio de valoración
No se dispone de protocolos específicos de comunicación y transferencia de información entre los agentes que intervienen en las diferentes fases del contrato	87%	2,7	2,5	2,9	2,7	2,9	2,8	2,7	3,3	2,9	Valoración lineal Siempre 5 Muy frecuente 4 Frecuente 3 Poco frecuente 2 Nunca 1
El traspaso de información se lleva a cabo en formatos y sistemas ICT que no son interoperables por los agentes receptores	87%	2,2	2,0	2,2	2,0	2,2	2,2	2,0	2,7	2,4	
Los requisitos bisiestos de información entre fases del proyecto son obsoletos o inadecuados	86%	2,3	2,2	2,5	2,2	2,4	2,4	2,2	3,0	2,5	
Es difícil entender la documentación que presentan terceras personas	86%	2,2	2,1	2,2	2,0	2,2	2,2	2,1	2,9	2,3	
Se sirven formados de archivo estándar, como PDF, JPG o IFC											

37. Almacenaje	Resp	Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC	Criterio de valoración
Los trámites administrativos entre fases hacen que los procesos se alarguen de manera innecesaria	86%	3,2	3,2	3,2	3,0	3,3	3,1	3,2	3,6	2,9	Valoración lineal Siempre 5 Muy frecuente 4 Frecuente 3 Poco frecuente 2 Nunca 1
Hay cambios de prioridades en las inversiones que paralizan cualquier fase del proceso constructivo	86%	2,6	2,8	2,6	2,6	2,3	2,6	2,1	2,8	2,7	
Se paralizan trabajos en curso por desviaciones económicas no asumibles	86%	2,3	2,3	2,4	2,3	2,3	2,5	2,2	2,7	2,3	
No hay una política clara con respecto al almacenaje de documentos digitales	86%	2,9	2,3	3,1	3,0	3,3	3,0	2,7	3,6	2,9	
Se trabaja con gestores documentales	84%	2,2	2,9	1,7	3,1	1,9	2,1	1,8	2,1	2,5	
Se sufren limitaciones de volumen de datos almacenables	87%	2,7	2,5	2,9	2,9	2,2	2,8	2,3	2,8	2,6	

38. Habilidades inutilizadas	Resp	Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC	Criterio de valoración
Incapacidad para reutilizar conocimientos adquiridos en contratos anteriores	85%	2,4	2,4	2,4	2,6	2,7	2,7	2,1	2,8	2,6	Valoración lineal Siempre 5 Muy frecuente 4 Frecuente 3 Poco frecuente 2 Nunca 1
La incorporación tardía de los agentes clave dificulta la introducción de mejoras	85%	2,6	2,6	2,7	2,3	3,0	2,6	2,2	3,1	3,0	
Se dedica tiempo y recursos a la formación del personal en gestión de información digital	85%	2,2	2,1	2,3	1,8	2,3	2,2	2,1	2,1	2,6	
Se evalúa la asistencia y los resultados obtenidos con los cursos de formación	84%	2,6	2,9	2,3	2,0	2,9	2,5	2,5	2,8	2,9	
La inversión en tecnología es suficiente para las actividades que desarrollo	84%	2,5	2,5	2,3	2,1	2,3	2,6	2,7	2,2	2,8	
Se recogen las sugerencias de los trabajadores como semilla de innovación	84%	2,4	2,1	2,5	1,9	2,2	2,4	2,7	2,2	2,6	
Se infrutilizan las capacidades del equipo debido a una distribución de responsabilidades poco flexible											

9.3.4 Objetivos BIM

Este último bloque plantea en cada cuestión un escenario, sobre el cual se proponen objetivos donde el BIM se puede convertir en motor de cambio. Se pide a los encuestados que manifiesten sus preferencias o visión de futuro, dependiendo de los casos. En las tablas se señala la nota de valoración lineal que se obtiene para cada situación planteada. La nota puede ser diferente en cada escenario y por este motivo en la zona de la derecha de cada tabla aparece la valoración que se aplica.

41. Desde tu posición, valora la importancia que pueden tener los objetivos siguientes al formular la estrategia del BIM para el sector	Resp	Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC	Criterio de valoración
Impulsar la eficiencia en la gestión de los procesos constructivos para incrementar su valor de retorno	89%	6,0	5,6	6,2	6,0	6,1	6,0	5,9	6,3	6,2	Valoración lineal Muy alto 7 Alto 6 Normal 5 Bajo 4 Muy bajo 3 Sin importancia 2 No aplica 1
Dar apoyo a la agenda medioambiental y de sostenibilidad	90%	5,5	4,7	5,9	5,7	5,5	5,7	5,2	6,0	5,8	
Fomentar un programa de implementación de trabajo colaborativo como mejora del sector de la construcción	90%	6,0	5,9	6,2	6,4	6,1	6,0	5,8	6,3	6,2	
Adaptar los requisitos y procedimientos contractuales para impulsar la aplicación de nuevas tecnologías en el sector	89%	5,9	5,8	6,0	6,3	6,1	5,9	5,5	6,3	6,2	
Estimular la formación en nuevas metodologías para contar con profesionales calificados en consonancia con el programa de mejora del sector	90%	6,0	6,0	6,1	6,3	6,3	6,0	6,0	6,2	6,2	
Mejorar la transferencia de información entre todos los agentes de los proyectos											

9. Anexo estadístico sobre la encuesta a la Administración

42. La implementación de la metodología BIM en el desarrollo de proyectos se tendría que enfocar a alcanzar los objetivos siguientes:	Resp	Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC	Criterio de valoración
Aumentar el valor de la planificación y el diseño dentro del proyecto global	90%	2,7	2,7	2,7	2,7	2,6	2,9	2,8	2,9	2,5	Valoración lineal Largo 4 Medio 3 Corto 2 No aplica 1
Incrementar la calidad del proyecto	91%	2,6	2,5	2,3	2,6	2,5	2,7	2,7	2,8	2,3	
Optimizar el tiempo de ejecución del proyecto, desde la fase de conceptualización hasta la puesta en servicio	91%	2,7	2,7	2,7	2,8	2,7	2,7	2,7	3,0	2,6	
Reducir el coste del desarrollo de la fase de diseño, la ejecución de la obra y la posterior operación y mantenimiento	90%	2,8	2,8	2,7	3,0	2,7	2,9	2,8	3,1	2,5	
Evitar cambios en el programa o las prioridades del proyecto en la fase de diseño de detalle, construcción y/o puesta en servicio	90%	2,7	2,6	2,5	2,9	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7	
Normalizar el flujo de la información entre las diferentes fases del proyecto	90%	2,6	2,6	2,4	2,8	2,5	2,5	2,7	2,8	2,6	
Ayudar a la toma de decisiones basadas en información fiable	89%	2,6	2,5	2,5	2,7	2,5	2,7	2,8	2,8	2,4	
Aumentar el retorno de los activos generados	89%	3,0	3,2	3,1	3,2	3,0	3,0	2,9	3,3	2,7	

43. ¿Qué relevancia deberían alcanzar los objetivos siguientes en la fase de proyecto, al utilizar la metodología BIM?	Resp	Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC	Criterio de valoración
Mejorar la precisión y consistencia en los datos y la información contenida en el proyecto	90%	6,4	6,1	6,4	6,6	6,8	6,3	6,3	6,5	6,6	Valoración lineal
Disponer de una base de datos centralizada para compartir y almacenar la información	91%	6,4	6,1	6,3	6,4	6,7	6,5	6,3	6,7	6,5	Muy alto 7 Alto 6 Normal 5 Bajo 4 Muy bajo 3 Sin importancia 2 No aplica 1
Maximizar el análisis previo de la solución en fase de proyecto y el uso potencial de la información generada	90%	6,3	6,1	6,3	6,4	6,6	6,2	6,2	6,5	6,4	
Conseguir un flujo de trabajo orientado a información estructurada y compartible, que facilite el intercambio fluido de datos e información entre los agentes	90%	6,3	6,1	6,4	6,4	6,5	6,4	6,3	6,7	6,2	
Mejorar el proceso de trabajo colaborativo en fase de diseño	90%	6,3	6,2	6,3	6,5	6,5	6,3	6,3	6,6	6,3	
Aumentar la productividad	89%	6,0	5,6	6,0	6,1	6,2	6,0	5,9	6,3	6,3	

44. Valora la importancia de alcanzar los objetivos siguientes en la fase de ejecución de obra al utilizar la metodología BIM	Resp	Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC	Criterio de valoración
Comprender mejor la información para construir la obra	91%	6,1	5,6	5,9	6,3	6,1	6,0	6,1	6,2	6,4	Valoración lineal Muy alto 7 Alto 6 Normal 5 Bajo 4 Muy bajo 3 Sin importancia 2 No aplica 1
Acelerar el proceso con el fin de iniciar la ejecución de la obra	91%	5,5	4,9	5,2	5,7	5,8	5,9	5,5	5,8	5,5	
Simular las alternativas de secuencias de construcción	91%	5,9	5,5	5,8	6,2	6,0	5,9	6,0	6,3	6,1	
Producir estimaciones de mediciones fiables de manera automática	90%	6,1	5,7	6,0	6,4	6,2	6,1	6,3	6,5	6,3	
Realizar una mejor administración y gestión de la documentación del proyecto	91%	6,1	5,8	6,2	6,3	6,3	6,2	6,2	6,5	6,3	
Reducir los costes de producción	90%	5,7	5,1	5,7	5,9	6,0	5,7	5,8	6,3	5,8	
Minimizar las solicitudes de información (RFI), órdenes de cambio, incidencias durante la fase de construcción	90%	5,9	5,8	5,9	6,3	6,1	5,9	6,0	6,2	6,2	
Colaborar en una fase inicial con el resto de participantes en el proyecto (cliente, proyectista, gestor, subcontratistas, proveedores)	90%	6,0	5,3	5,9	6,5	6,4	6,0	6,1	6,5	6,2	
Mejorar el control sobre la calidad, el plazo y el coste objetivo											

45. Valora la importancia de alcanzar los objetivos siguientes en la fase de operación y mantenimiento del edificio o estructura al utilizar la metodología BIM	Resp	Total	IGC	INC	ACA	AHC	JUS	TES	GOB	VIC	Criterio de valoración
Obtener datos e información detallada de la obra ejecutada para ser utilizados en la gestión del edificio o infraestructura	90%	6,4	6,2	6,4	6,6	6,5	6,4	6,4	6,6	6,7	Valoración lineal Muy alto 7 Alto 6 Normal 5 Bajo 4 Muy bajo 3 Sin importancia 2 No aplica 1
Facilitar una comprensión mejor de la información del proyecto y/o propuesta de reforma (cliente, usuario, constructor, etc.)	89%	6,3	6,0	6,2	6,2	6,3	6,3	6,3	6,6	6,6	
Contar con un registro mejor de información como biblioteca técnica	89%	6,2	5,9	6,0	6,4	6,4	6,2	6,4	6,6	6,6	
Reducir los consumos de energía iniciales	89%	5,8	5,3	5,9	6,1	5,8	5,9	5,5	6,3	5,9	
Mejorar el estudio y simulación de operaciones de mantenimiento reduciendo su coste y optimizando las necesidades de personal	89%	6,1	5,8	6,1	6,2	6,2	6,2	6,3	6,7	6,2	
Mejorar la calidad del servicio de mantenimiento con respecto a la percepción del usuario final	89%	6,1	5,6	6,1	6,2	6,3	6,2	6,0	6,6	6,3	
Mejorar la gestión de stocks de materiales necesarios para tareas de mantenimiento	88%	5,9	5,5	5,9	6,0	6,1	6,1	5,7	6,6	6,0	
Mejorar el análisis de vida útil/obsolescencia de los activos	89%	6,1	5,6	6,2	6,3	6,5	6,1	6,2	6,7	6,2	

**Libro blanco sobre
la definición estratégica
de implementación
del BIM**

Septiembre de 2018

Producción de la publicación:

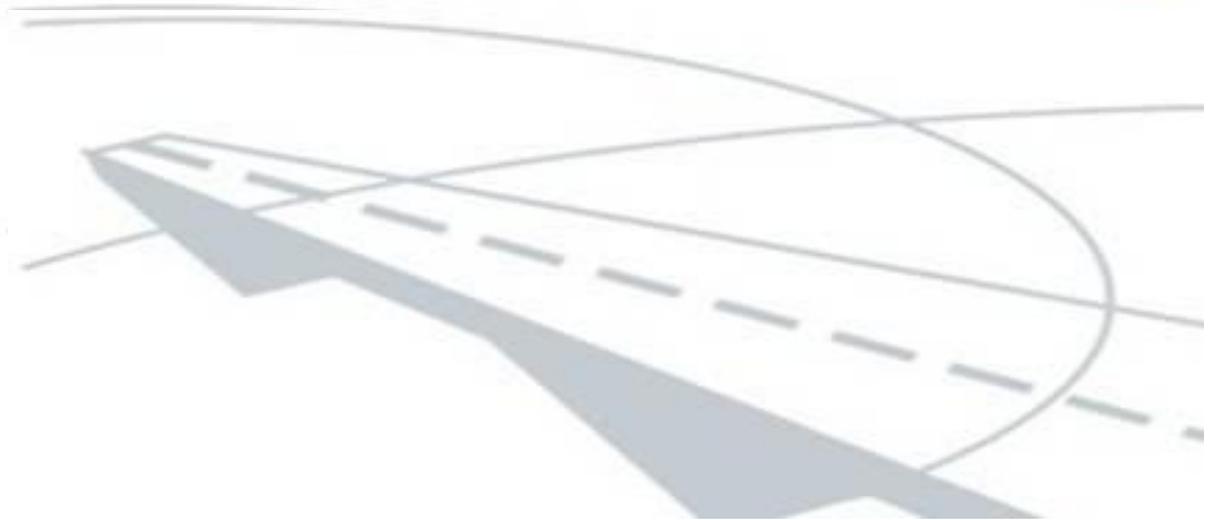
Coordinación: Comisión Construïm el Futur, ITeC

Diseño: Gabinete Técnico, Departamento de Territorio y Sostenibilidad

© Generalitat de Catalunya
Departamento de Territorio y Sostenibilidad
Avda. Josep Tarradellas, 2-6
08029 Barcelona
territori.gencat.cat

1ª edición: enero 2019

**Este Libro blanco toma como referencia
los contenidos desarrollados por la
Comisión Construïm el Futur del ITeC durante
el periodo 2015-2017, en el cual se ha elaborado
una propuesta de camino de transición hacia el BIM.**



CURSO/GUÍA PRÁCTICA DEL **BIM**





Índice

¿QUÉ APRENDERÁ?	17
PARTE PRIMERA	18
¿Qué es el BIM?	18
Capítulo 1. BIM (modelado de información de construcción).	18
1. ¿Qué significa BIM? 'Building Information Modelling' (modelado de información de la edificación).	18
> Las herramientas BIM no son programas de dibujo, sino bases de datos que utilizan objetos inteligentes para la asociación de información que permite la representación selectiva de sus características geométricas, funcionales, técnicas, económicas, prestacionales, etc. En definitiva, es una tecnología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de un edificio, industria, infraestructura con el objeto de fomentar su uso en todo su ciclo de vida.	19
> 19	
> Supone la integración de los datos en servicios web que permitan la colaboración y la interoperabilidad. Es el nivel más avanzado por el momento. En este nivel aparte de incluir el modelo 3D, se incluirán el control de planificación (4D), el control de costes (5D), la sostenibilidad (6D), el mantenimiento (7D) y la seguridad (8D).	19
2. Antecedentes al diseño en 3D. Las primeras herramientas de dibujo digitalizadas.	21
3. Evolución del CAD al BIM.	23
4. Programas informáticos de BIM más relevantes.	26
3. Ventajas del BIM.	30
TALLER DE TABAJO	32
¿Quiénes necesitan el BIM y qué ventajas les aporta?	32
1. Constructoras	33
2. Promotoras inmobiliarias.	33
3. Estudios de arquitectura e ingeniería	33
4. Operadores en el proceso de construcción.	34
TALLER DE TABAJO	35
El BIM no se habría desarrollado sin las herramientas CAD.	35
1. Antecedentes históricos del BIM.	35
2. La parametrización.	42
3. Los procesos que BIM puede alcanzar. BIM en la actualidad.	42
4. Ventajas del BIM	43
TALLER DE TRABAJO	45
Building Information Modeling (BIM). La visualización 3D y parámetros de propiedades estructurales, topográficas, mecánicas, eléctricas, químicas, etc.	45
TALLER DE TRABAJO	47
Ventajas del BIM a nivel topográfico mediante la herramienta de escaneos tridimensionales.	47
El láser escáner	48
TALLER DE TRABAJO	50



Cuantificación de parámetros no formales de un edificio.	50
TALLER DE TRABAJO	51
¿Qué es el Building Information Modeling (BIM)? Una simulación inteligente de Arquitectura.	51
1. Building Information Modeling (BIM).	51
2. Modelo paramétrico.	52
3. Diagrama BIM o ciclo de vida del proyecto de construcción.	53
4. Interoperabilidad o intercambio de información en BIM.	53
5. Buildability and Constructability.	54
6. Diseño colaborativo e integración de proyectos (IPD).	54
7. Ventajas del BIM en la arquitectura, la ingeniería y la construcción.	55
TALLER DE TRABAJO	58
Terminología básica del BIM.	58
1. 4D, 5D, 6D	58
2. Asset Information Model (AIM), Building Information Model (BIM), Project Information Model (PIM)	58
3. BIM execution plan (BEP)	58
4. Protocolo CIC BIM	59
5. Clash rendition	59
6. Common Data Environment (CDE). Entorno de datos común (CDE).	59
7. Construction Operations Building Information Exchange (COBie). Operaciones de construcción.	59
8. Data drop.	60
9. Data Exchange Specification. Intercambio de datos.	60
10. Federated model.	60
11. Industry Foundation Class (IFC)	60
12. Información Manual de Entrega (Information Delivery Manual (IDM))	60
13. Gerente de la información. Information Manager.	61
14. Nivel 0 BIM, Nivel 1 BIM, Nivel 2 BIM, Nivel 3 BIM	61
14. Nivel de detalle (LOD) Level of detail (LoD). Level of information (LoI). Nivel de información (LOI).	62
15. Evaluación del Ciclo de Vida (ACV). Life-Cycle Assessment (LCA)	62
18. Open BIM. Código abierto	62
Capítulo 2. Nuevas oportunidades profesionales con la tecnología BIM.	63
1. Consultor BIM.	63
2. Auditor BIM. Gestor de contenidos BIM.	64
3. BIM Project Manager. Coordinador de proyectos BIM.	64
➤ BIM Manager	64
➤ BIM Coordinator	64
➤ BIM Project Management	64
➤ BIM Construction Management	64
➤ BIM Facility Management	64



➤ BIM Safety Management _____	64
➤ BIM Coordinador de Seguridad en fase de proyecto _____	64
4. BIM Modeller. Fotogrametría. _____	65
5. Técnico de informática BIM. _____	65
6. BIM Facility manager. Gestión de edificios mediante sistemas informáticos BIM. _	66
7. BIM Lean construction. El BIM a pie de obra. _____	66
8. Técnico BIM en diseño de prefabricados. _____	67
9. Técnico BIM en impresión 3D. _____	67
PARTE SEGUNDA _____	86
Estandarización y conectividad con BIM. ISO en BIM. _____	86
Capítulo 3. Estandarización y conectividad con BIM. Nivel de implantación de BIM en los diferentes países. _____	86
1. Estandarización y conectividad con BIM. _____	86
2. Nivel de implantación de BIM en los diferentes países. _____	88
a. Estados Unidos _____	88
b. Dinamarca. _____	89
TALLER DE TRABAJO _____	91
El cloud computing como soporte del BIM. La implantación de los TIC en el sector de la construcción _____	91
1. Sistemas TIC que permiten desarrollar Metodologías de Industrialización de la Construcción (MIC). _____	91
2. BIM (Building Information Modelling), usados también para la gestión de proyectos de construcción de edificios. _____	91
3. El cloud computing _____	92
4. Valoración del impacto de las TIC _____	92
TALLER DE TRABAJO _____	94
Construcción Lean y BIM. _____	94
1. Evolución histórica de la Construcción Lean. _____	94
2. Construcción Lean + BIM: IPD (Integrated Project Delivery). _____	95
➤ Ahorro en costes de proyectos 30% _____	95
➤ Ahorro en costes de construcción 20% _____	95
➤ Ahorra en costes de mantenimiento 18% _____	95
3. Planificación colaborativa y la metodología del Last Planner System (Sistema del último planificador). _____	96
4. Software del Lean Construction. _____	96
5. Equipos multidisciplinares de diseño _____	97
TALLER DE TRABAJO _____	98
Esquemas del Construcción Lean y BIM. _____	98
TALLER DE TRABAJO _____	100
Diseño virtual BIM y vistas holográficas, integración de la realidad virtual con el modelo o realidad aumentada. _____	100
1. Virtualización del funcionamiento de un edificio. _____	100



2. Realidad aumentada	100
3. Procesado de los datos y la información.	101
a. Escaneos 3D	101
b. Modelado BIM	101
4. Aplicaciones del Diseño virtual BIM	101
a. Presentación de proyectos de arquitectura.	102
b. Diseño virtual en colaboración con el cliente.	102
c. Control de la ejecución de obra	102
d. Facility Management	102
e. Sistemas de Información Geográfica.	103
Capítulo 4. Las ISO del BIM.	104
1. ISO 19650. Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluido el modelado de información de edificios (BIM).	104
ISO 19650-1: 2018	104
> Organización de la información sobre obras de construcción	104
> Gestión de la información utilizando BIM	104
> Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluido el modelado de información de edificios (BIM).	104
> Gestión de la información mediante el modelado de información de edificios.	104
> Parte 1: Conceptos y principios.	104
> Este documento describe los conceptos y principios para la gestión de la información en una etapa de madurez descrita como "modelado de información de construcción (BIM)" según la serie ISO 19650.	104
ISO 19650 - 2	105
> Organización de la información sobre obras de construcción	105
> Gestión de la información utilizando BIM	105
> Parte 2: Fase de entrega de activos.	105
ISO 19650 - 3	105
> Organización de la información sobre obras de construcción	105
> Gestión de la información utilizando BIM	105
> Parte 3: Fase de gestión de activos.	105
ISO 19650 - 5	105
> Organización de información sobre obras de construcción	105
> Gestión de la información utilizando BIM	105
> Parte 5: Especificación BIM orientadas a la seguridad, entornos digitales y gestión inteligente de activos.	105
2. Estándares ISO relacionados con el BIM	105
ISO 29481-1	105
ISO 14040	106
ISO 16739, ISO 12006-3 e ISO 29.481-1	106
ISO 16739: 2013	106
ISO / TS 12911: 2012	108
TALLER DE TABAJO	109
La ISO 19650	109
ISO 19650 - Organización de información sobre obras de construcción. Gestión de la información mediante el modelado de información de edificios. Parte 1: Conceptos y principios.	109
ISO 19650 - Organización de información sobre obras de construcción. Gestión de la información mediante el modelado de información de edificios. Parte 2: Fase de entrega de los activos	109
Capítulo 5. Implantación de la metodología BIM en el derecho europeo y español de obra pública.	113
1. Implantación de la metodología BIM en el derecho europeo y español de obra	



pública. La Directiva 2014/24/UE sobre contratación pública. _____	113
2. Comisión de trabajo BIM del Ministerio de Fomento. _____	113
TALLER DE TRABAJO _____	116
La metodología BIM revoluciona los sistemas de información en todo el proceso de la construcción. _____	116
TALLER DE TRABAJO _____	118
El sector de la construcción española se está adaptando al BIM. _____	118
TALLER DE TRABAJO _____	119
La Directiva 2014/24 / UE sobre contratación pública establece la necesidad de utilizar sistemas electrónicos (es decir, medios de comunicación y herramientas para modelar datos del edificio), en los procesos de contratación de obras, servicios y suministros a partir de septiembre de 2018. _____	119
TALLER DE TRABAJO _____	298
Calendario de implantación del BIM en España. _____	298
Marzo de 2018 _____	298
Diciembre de 2018 _____	298
Julio de 2019 _____	298
Capítulo 6. Los fabricantes de productos de la construcción y la adaptación al sistema BIM. _____	300
TALLER DE TRABAJO _____	300
Ejemplo de fabricante de productos de construcción adaptado al sistema BIM. Catálogo para la edificación BIM (modelado de información de construcción) _____	300
TALLER DE TRABAJO _____	302
BIM, como motor de la industrialización de la construcción: biblioteca de elementos prefabricados de hormigón en BIM. _____	302
TALLER DE TRABAJO _____	313
Esquemas: BIM, industrialización y prefabricados de hormigón. _____	313
1. Modelado de información de la construcción. _____	313
2. Del BIM al futuro con los sistemas inteligentes de construcción. _____	313
PARTE TERCERA _____	320
El BIM en el Project Management y la dirección de obra. _____	320
Capítulo 7. Los desarrollos de BIM necesarios para el Project Manager y el Jefe de obra. _____	320
1. Análisis de la programación temporal 4D _____	320
2. Análisis del coste/presupuesto 5D. _____	322
3. Sostenibilidad 6D. Green BIM. _____	326
4. Gestión del ciclo de vida. 7D _____	328
5. Análisis de los procesos de seguridad y salud. 8D. _____	331
TALLER DE TRABAJO _____	332
El BIM y la interoperabilidad. Libro del edificio y certificados de calidad y eficiencia energética. _____	332



TALLER DE TRABAJO	333
PIM-BIM. (Project Information Management).	333
TALLER DE TRABAJO	334
LOD significaba 'nivel de detalle' (level of detail) para medir la cantidad de información de un modelo.	334
1. Nivel de detalle (LOD) Level of detail (LoD). Level of information (LoI). Nivel de información (LOI).	334
2. Niveles de desarrollo	335
LOD 100	335
LOD 200	335
LOD 300	336
LOD 350	336
LOD 400	336
LOD 500	336
TALLER DE TRABAJO	337
S-BIM. Structural-BIM.	337
TALLER DE TRABAJO	339
El iBIM. Integrated Building Information Modelling.	339
TALLER DE TRABAJO	341
BIM Execution Plan (BEP)	341
1. ¿Qué es elBIM Execution Plan (BEP)?	341
¿Debe intervenir el Project Manager en la redacción de la planificación estratégica (BEP).	342
2. Ventajas del BIM Execution Plan BEP.	342
3. Fases del BIM Execution Plan BEP.	343
4. Características del BIM Execution Plan BEP.	344
5. Fases de elaboración del BIM Execution Plan BEP.	346
a. Forma secuencial o "tradicional". Diseño - Licitación - Construcción (DBB Design-Bid-Build).	346
b. Escenario integrado IPD (Integrated Project Delivery)	347
6. Contenido del BIM Execution Plan (BEP)	347
Usos del BIM - Mapa de Proceso.	348
Uso del BIM - Coordinación de los Modelos.	348
PARTE CUARTA	349
BIM y facility management (gestión de activos inmobiliarios).	349
Capítulo 8. BIM y facility management (gestión de activos inmobiliarios).	349
1. La generación de una metodología de implantación del entorno BIM aplicada a la gestión patrimonial.	349
2. Catalogación de servicios en la gestión de activos inmobiliarios mediante BIM.	349
➤ 349	
➤ El BIM consigue la monitorización en tiempo real del funcionamiento de los sistemas del edificio en servicio, sus elementos de control, la integración de la lectura de los sensores y la gestión por internet de las instalaciones.	349
TALLER DE TRABAJO	351
Ventajas prácticas del BIM para el facility management	351
➤ 351	



1. El BIM consigue la monitorización en tiempo real del funcionamiento de los sistemas del edificio.	351
> 351	
> El BIM consigue la monitorización en tiempo real del funcionamiento de los sistemas del edificio en servicio, sus elementos de control, la integración de la lectura de los sensores y la gestión por internet de las instalaciones.	351
a. Mejora de la entrega y puesta en servicio del edificio.	351
b. Mejora en la gestión y explotación del edificio.	351
c. Integración de la explotación del edificio y la gestión de sistemas.	352
2. ¿Cuáles son las ventajas de la integración del BIM con el Facility Management (FM)?	352
3. ¿Cuáles son los riesgos que conlleva la integración del BIM con el Facility Management (FM)?	352
4. Aplicación del BIM Al historial de mantenimiento. La gestión del mantenimiento (Operación y mantenimiento O&M).	353
a. Localización de los componentes del edificio.	353
b. Visualización	353
c. Mantenimiento preventivo.	354
> Creación y actualización de activos digitales	354
> Estudios de viabilidad y de planificación para el propósito de la ejecución de reformas	354
> Gestión de emergencias	354
> Control y seguimiento del consumo de energía.	355
> Formación de personal en el uso de las instalaciones, componentes y equipos.	355
5. Requerimientos de datos para la gestión de instalaciones con BIM.	355
a. Datos geométricos	355
b. Datos no geométricos y datos del fabricante.	356
6. Ventajas de combinar el BIM con el Facility Management (FM)	356
a. Eficiencia	356
b. Simulación simplificada	356
c. Mantenimiento simplificado	356
d. Uso energético eficiente.	357
e. Simplificación en caso de rehabilitación del edificio.	357
f. Inventario y equipamiento del edificio.	357
g. Reducción de costes	357
h. Mejora del rendimiento	357
7. La actualización de los datos "as-built" del modelo BIM a las aplicaciones del Facility Management (FM).	357
8. Ejemplos de ventajas de la aplicación del BIM al Facility Management (FM).	358
a. Generación de informes de fallos, renovación, y evaluación del rendimiento del edificio.	358
b. Ventajas en inmediatez de datos de material sustituible (ej. Material eléctrico)	358
c. Ventajas en identificación de códigos de pintura.	358
d. Exactitud de registros de información geométrica	358
9. BIM aplicado al Facility Management (FM) para edificios existentes	359
10. ¿Cómo planificar la "Operación y mantenimiento" (O&M) con BIM?	359
a. Se gasta más en la conservación que en la construcción.	359
b. Mantenimiento reactivo y planificado. Mantenimiento y reparación (M&R)	360
c. Planificación del mantenimiento	360
d. Modelo BIM para el mantenimiento	360
> 1. Captura de la información de diseño y construcción	361
> 2. Documentación necesaria para el Facility Management	361
> 361	
> 3. Recuperación de la información desde BIM a CMMS/CA Facility Management (FM)	361
> 4. Localización exacta gracias a BIM.	362
> 5. Facilitación del acceso a datos en tiempo real	362



➤ 6. Exactitud de registros de información geométrica _____	362
➤ 7. Creación de activos digitales _____	363
➤ 8. Mejora de procesos de toma de decisiones en mantenimiento. _____	363
➤ 9. Utilidades para el marketing del edificio. _____	363
➤ 10. Toma de decisiones de mantenimiento _____	363
11. Análisis de las relaciones espaciales y patrones de averías. _____	364
TALLER DE TRABAJO _____	366
Ventajas del BIM en la Gestión de inmuebles y servicios de soporte (Facility Management). _____	366
1. Gestión normalizada del ciclo de vida de los activos. _____	366
2. El Coste Total de Propiedad del inmueble (TCO) "Total Cost of Ownership". _____	367
3. El BIM como herramienta para calcular el Coste Total de Propiedad (TCO) del inmueble. _____	367
TALLER DE TRABAJO _____	369
Esquemas de Facility Management y BIM _____	369
1. Control de la gestión de un inmueble desde la primera fase de diseño de un proyecto. _____	369
2. Esquema de la tabla de Esfuerzo vs Diseño, Análisis, Documentos constructivos y gestión. _____	373
3. Ventaja en el diseño del proyecto, coordinación, logística y procesos de gestión. Análisis energético. _____	374
4. Entrega eficiente de datos. _____	376
Esquema del proceso de preparación del archivo REVIT a su asimilación por la base de datos y traslación a la gestión de activos (asset management), gestión de espacios (space management), mantenimiento, planificación del porfolio inmobiliario, project management, etc. _____	376
5. La nube como futuro del facility management. nanotecnología. _____	380
TALLER DE TRABAJO _____	381
Esquemas del BIM y el Facility Manager. Nuevas Tecnologías Facility Manager. Herramientas. Sistema BIM. _____	381
TALLER DE TRABAJO _____	396
BIM de facility management. _____	396
BIM para mantenimiento y operaciones inmobiliarias. _____	397
Actualización de certificaciones energéticas. _____	397
Revisión del software de Facilities Management. _____	397
Compilación de directrices para la actualización de modelos BIM de Facility Management. _____	397
Proyecto de BIM s de gestión de instalaciones. _____	397
BIM as built de la obra del proyecto de reforma. _____	397
Ratio de uso del software de Facilities Management. _____	397
Inventario BIM. El inventario BIM es un modelo de un edificio existente, basado en dibujos, estudios in-situ, y medidas de los espacios y elementos constructivos del edificio. El inventario BIM se utiliza como datos de partida para el modelado de proyecto para mantenimiento y software de Facilities Management. _____	397
Plan de modelo del edificio. El plan de modelo del edificio es un documento del proyecto de construcción, que incluye a todos los stakeholders, y describe los objetivos, procedimientos y responsabilidades del modelo. Los objetivos comprenden el uso de modelos en el proyecto y en Facilities Management. _____	397
El BIM as-built es un modelo que ha sido actualizado para incluir los cambios hechos en construcción y explotación del edificio. Los BIM as-built son actualizados en los modificados de	



obra o de forma periódica. _____ 397
 Información de producto del Contratista (constructor). La información del producto del contratista se refiere a la documentación que el contratista deberá proporcionar para su uso en Facilities Management. Contiene información sobre los productos de las soluciones constructivas del edificio, equipos y materiales, instrucciones de operación y mantenimiento, así como mediciones e inspección. La información del producto del contratista complementa los datos de diseño. _____ 397

TALLER DE TRABAJO _____ 440

BIM 6D medioambiental. Green BIM. _____ 440

1. La sexta dimensión del BIM y la eficiencia energética. _____ 440

2. Aplicaciones de la simulación energética. _____ 441

Motores de simulación energética _____ 441

Entornos de análisis energético _____ 441

Extensiones o plugins de análisis energético _____ 441

3. La sexta dimensión del BIM. Concepto de ingeniería de valor (Value Engineering). 442

4. Modelo BIM certificado. _____ 445

TALLER DE TRABAJO _____ 448

BIM aplicado a la climatización. _____ 448

1. Ubicación del proyecto. _____ 448

2. Requerimientos de la instalación. _____ 448

a. Calidad térmica del ambiente _____ 448

b. Exigencias de calidad del aire interior _____ 448

c. Ventilación _____ 449

d. Filtración _____ 449

e. Descarga y recirculación de aire _____ 449

f. Aislamiento térmico de redes de conductos. _____ 449

3. Definición del sistema de climatización _____ 450

4. Modelado arquitectónico y estructural en base a BIM _____ 450

a. Estructura _____ 450

➤ Programa BIM > Estructura -> Sistema de Vigas _____ 450

b. Suelo _____ 450

➤ 451

➤ Programa BIM > Arquitectura -> Construir -> Suelo. _____ 451

c. Cubiertas _____ 451

➤ 451

➤ Programa BIM > Arquitectura -> Construir -> Cubierta. _____ 451

d. Muros interiores _____ 451

e. Falso techo _____ 451

f. Puertas y ventanas _____ 451

g. Entorno _____ 451

5. Modelado de la instalación de climatización con BIM. _____ 451

a. Estudio de las necesidades térmicas con BIM _____ 451

➤ Programa BIM > Analizar -> Espacios y Zonas -> Zonas. _____ 451

➤ Programa BIM > Analizar -> Informes y Tablas de Planificación -> Tablas de planificación/Cantidades. _____ 452

➤ Programa BIM > Analizar -> Informes y Tablas de Planificación -> Cargas de calefacción y refrigeración. _____ 452

b. Justificación de los cálculos del estudio de cargas _____ 453

c. Dimensionado de los dispositivos utilizados. _____ 453

d. Creación de conductos y tuberías en BIM. _____ 454

e. Pérdidas de carga de conductos y tuberías. _____ 454

f. Información sobre el estudio de pérdidas de presión BIM _____ 455



> Programa BIM > Analizar > Informe y tablas de planificación > Información de pérdida de presión en tuberías. _____	455
g. Tablas de cantidades necesarios de cada material. _____	455
> Programa BIM > Analizar > Informe y tablas de planificación > Tabla de planificación/ Cantidades. _____	455
PARTE QUINTA _____	456
Práctica actual del BIM _____	456
TALLER DE TRABAJO _____	456
Casos reales de aplicación BIM expuestos en los congresos BIM. _____	456
La segregación del modelo BIM en modelos separados de las diferentes disciplinas (estructuras, instalaciones y civil) que componen un proyecto. _____	456
Importación de fotos a BIM. La geometría de los modelos en el programa de fotogrametría. entornos BIM utilizando nubes de puntos. Fotogrametría Digital Automatizada. _____	456
BIM Execution Plan (BEP) _____	456
La tecnología BIM con herramientas de "management" en casos reales de proyectos europeos. _____	456
TALLER DE TRABAJO _____	518
Ciudades Inteligentes con BIM. Smart cities and BIM. _____	518
1. Infraestructuras interconectadas con BIG DATA asociado: un gran paso a la inteligencia artificial. _____	518
2. La importancia del BIM en la identificación, análisis, hiperconectividad, eficiencia y reducción de costes de las ciudades inteligentes _____	518
TALLER DE TRABAJO _____	526
Big data BIM _____	526
1. ¿Qué puede hacer el Big Data por la construcción? _____	526
2. La metodología BIM integra bases de datos procedentes del Big Data _____	526
3. El control de suministros de proyecto también se monitoriza con técnicas de Big Data. _____	527
TALLER DE TRABAJO _____	528
Caso real de explotación de la información con BIM, Big Data y Data Analytics para el desarrollo de sistemas de gestión inteligente de infraestructuras concesionales y la implantación de plataformas de gestión integrables con las smart cities para sincronizar las operaciones de la compañía con las demandas de las ciudades. _____	528
PARTE SEXTA _____	530
Datos técnicos de uso del software. _____	530
Capítulo 9. Software. Autodesk Revit _____	530
TALLER DE TRABAJO _____	533
¿Cómo manejar el programa Revit? _____	533
Interfaz y entorno de trabajo. _____	534
Menús y barras de herramientas. _____	534
Comandos y teclas de acceso rápido. _____	534
Ampliaciones y conexión con otros programas. _____	534
Funcionalidades básicas. Comparativa de versiones. _____	535
Soluciones específicas para la industria. _____	536
Funcionalidades avanzadas _____	536
> Trabajo colaborativo. _____	536
> Fórmulas, matrices y catálogos. _____	536



- Layers o grupos de capas. _____ 536
- 536 _____ 536
- Opciones de proyecto. _____ 536
- 536 _____ 536
- Exportación de vistas. _____ 536

TALLER DE TRABAJO _____ 538

Control de cambios paramétricos para coordinar automáticamente los cambios realizados en cualquier punto: vistas de modelo o planos, planificaciones, secciones, plantas, etc. _____ 538

ANEXO _____ 584

Guía de Usuarios estándar BIM de la asociación buildingSMART Spanish Chapter. _ 584

- Objetivos generales del BIM _____ 585
- Requisitos técnicos generales para el BIM _____ 585
- Software _____ 585
- Liberación del modelo _____ 585
- Coordenadas y unidades _____ 585
- Precisión del modelo BIM _____ 585
- Herramientas de modelado _____ 585
- Los edificios, niveles de suelo y divisiones _____ 585
- Nombre y archivo del modelo _____ 585
- Especificación BIM _____ 585
- El papel del coordinador BIM _____ 585
- Publicación de Modelos _____ 585
- Modelos de trabajo _____ 585
- Aseguramiento de la calidad de los modelos BIM _____ 585
- Generación y uso de los modelos en diferentes etapas del proyecto _____ 585
- Necesidades y objetivos _____ 585
- Estudio de Alternativas _____ 585
- Diseño inicial (Proyecto Básico) _____ 585
- Diseño Detallado (Proyecto de Ejecución) _____ 585
- Licitación y Contratación _____ 585
- Construcción _____ 585
- Puesta en funcionamiento _____ 585
- Modelado del estado actual _____ 585
- Definiciones generales _____ 585
- Modelado del Emplazamiento y sus elementos _____ 585
- Modelado del estado actual _____ 585
- Uso de capas en el modelo del estado actual _____ 585
- Modelado de elementos de construcción _____ 585
- Clasificación de los elementos de construcción: _____ 585
- Sistemas de coordenadas y unidades de medida _____ 585
- Procesado de niveles _____ 585
- Especificación BIM _____ 585
- Requisitos relativos a los datos de origen _____ 585
- Requisitos de medición. Contenidos. _____ 585
- Requisitos para levantamientos, análisis y estados actuales _____ 585
- Requisitos de modelado _____ 585
- Modelo del emplazamiento, elementos del emplazamiento _____ 585
- Niveles de precisión del modelo del estado actual _____ 585
- Documentación final que debe redactarse _____ 585
- Transferencia de datos _____ 585
- Materiales de medida _____ 585
- Modelos BIM _____ 585
- Tareas Adicionales _____ 585
- Aseguramiento de la calidad _____ 585
- Mediciones _____ 585
- Modelo del estado actual _____ 585



➤ Diseño arquitectónico	585
➤ Introducción	585
➤ Fundamentos de modelado en el diseño arquitectónico	585
➤ Coordenadas y unidades	586
➤ Edificios, niveles y divisiones.	586
➤ Niveles de contenido del modelo BIM	586
➤ Elementos estructurales	586
➤ Publicación del modelo y control de calidad	586
➤ Modelos de Trabajo	586
➤ Ficha descriptiva del modelo.	586
➤ Capas	586
➤ BIM en proyectos de rehabilitación	586
➤ Trabajo con modelos BIM de estado actual.	586
➤ Coordinación de diseño	586
➤ Requisitos del modelo BIM para las distintas fases del proyecto.	586
➤ Requisitos del proyecto.	586
➤ La planificación del proyecto y la preparación del diseño	586
➤ Diseño preliminar	586
➤ Diseño general	586
➤ Fase de Diseño Pormenorizado	586
➤ Construcción	586
➤ Recepción	586
➤ Puesta en funcionamiento y mantenimiento	586
➤ Diseño de instalaciones	586
➤ Fases de diseño de instalaciones	586
➤ Especificaciones B.I.M.	586
➤ Transferencia de objetos y datos	586
➤ Convenio de nomenclaturas	586
➤ Requisitos del modelo de instalaciones	586
➤ Provisión espacial de los Modelos BIM	586
➤ Previsión espacial, espacios	586
➤ Redes horizontales	586
➤ Requisitos de habitaciones y áreas	586
➤ Esquemas de áreas de servicio	586
➤ Sistemas BIM para el diseño de instalaciones	586
➤ Principios de modelado en la fase de diseño detallado	586
➤ Sistemas de agua y saneamiento doméstico	586
➤ Sistemas de Ventilación	586
➤ Sistemas de Calefacción y Refrigeración	586
➤ Sistemas de extinción de Incendios	586
➤ Sistemas Especiales	586
➤ Planos de instalaciones	586
➤ Modelos BIM para el diseño de electricidad y telecomunicaciones	586
➤ Principios generales de modelado en la fase de diseño detallado	586
➤ Distribución de Electricidad	586
➤ Centralización de cuadros eléctricos	586
➤ Tubos de conducciones	586
➤ Accesorios de iluminación	586
➤ Accesorios de montaje	586
➤ Sistemas de seguridad	586
➤ Modelos BIM para el diseño de automatización de edificios	586
➤ Modelos Combinados	586
➤ Precisión geométrica y contenido informativo del modelizado de redes	587
➤ Integración mediante modelos combinados	587
➤ Previsión de huecos	587
➤ Listado de mediciones generadas por los modelos BIM de instalaciones	587
➤ Productos prefabricados de instalaciones	587
➤ Modelo "As Built"	587
➤ Actualizar el contenido de información de sistemas para incluir información de contratista	587



➤ Actualización de la geometría de los sistemas para incluir información del contratista.	587
➤ Instalaciones-BIM, componentes a modelar, contenido y nivel de precisión geométrica según la fase de diseño.	587
➤ Diseño estructural	587
➤ Estructuras a modelar	587
➤ Esquema estructural	587
➤ Definición de secciones y plantas	587
➤ Numeración y etiquetado	587
➤ Grado de finalización Control de Calidad	587
➤ Modelado de las modificaciones	587
➤ Definición de fases de diseño	587
➤ Requisitos del modelo	587
➤ Fase de anteproyecto	587
➤ Fase de proyecto básico	587
➤ Fase de proyecto de ejecución o licitación	587
➤ Previsión de huecos	587
➤ Previsión de huecos	587
➤ Fase de Proyecto de detalle	587
➤ Puesta en servicio y mantenimiento	587
➤ Aseguramiento de la Calidad	587
➤ Aseguramiento de Calidad; Visión del Cliente	587
➤ Aseguramiento de Calidad; Visión del Diseñador	587
➤ Aseguramiento de Calidad; Grupo de Diseñadores	587
➤ Prácticas de reuniones recomendadas	587
➤ Manejo de cambios	587
➤ Mejoras en la comunicación entre diseñadores	587
➤ Transparencia del proceso entre todas las partes	587
➤ Aseguramiento de calidad	587
➤ Gestión y mantenimiento de la calidad en los diseños	587
➤ Controles y qué incluyen	587
➤ Métodos de Aseguramiento de Calidad	587
➤ Archivos de BIM que deben ser chequeados	587
➤ Inventario BIM	587
➤ BIM Espacial	587
➤ Elementos de Construcción BIM	587
➤ Sistema BIM	587
➤ BIM Fusionado	587
➤ Control de los Documentos de Diseño	587
➤ Oportunidades Futuras del Control de BIM	588
➤ Responsabilidades	588
➤ Persona designada como Responsable	588
➤ Mediciones	588
➤ Requisitos de los modelos de información para la edificación usados en la extracción de mediciones.	588
➤ Consistencia del modelado	588
➤ Nivel de detalle del BIM	588
➤ Usando herramientas BIM	588
➤ Identificando elementos constructivos e instalaciones	588
➤ Información esencial de medidas	588
➤ Uso de herramientas de software y transferencia de datos	588
➤ Métodos de desarrollo del estado de mediciones de un proyecto basado en un Modelo BIM.	588
➤ Vinculación con la gestión de proyecto, en las fases de toma de decisiones y de modelización.	588
➤ Conceptos fundamentales de la extracción de mediciones	588
➤ Principales niveles de uso de los datos del modelo BIM en la extracción de mediciones	588
➤ Extracción de mediciones durante la fase de diseño	588
➤ Medición durante las fases de licitación y obra	588
➤ El proceso de extracción de mediciones	588
➤ Familiarizarse con el proyecto	588
➤ Recopilación de información	588



➤ Extracción de mediciones; realizando la extracción _____	588
➤ Control de calidad y entrega de las mediciones _____	588
➤ Problemas encontrados en la extracción de mediciones basada en BIM _____	588
➤ Extracción de mediciones de BIMs de varias disciplinas de proyecto _____	588
➤ Superficies de los espacios _____	588
➤ Cubiertas _____	588
➤ Escaleras _____	588
➤ Muros Cortina _____	588
➤ Partes paramétricas del modelo _____	588
➤ Casos con geometrías poco regulares _____	588
➤ Visualización _____	588
➤ Ilustraciones Técnicas y Visualizaciones _____	588
➤ Las Múltiples Aplicaciones de Visualización _____	588
➤ Los Objetivos de las Visualizaciones _____	588
➤ La Visualización de las Alternativas de diseño _____	588
➤ Valoración de la eficiencia del diseño _____	588
➤ Comprensión de las soluciones contenidas en el diseño _____	588
➤ Soporte a la dirección y supervisión del diseño _____	588
➤ Establecimiento y gestión de los requisitos _____	588
➤ Ilustraciones y visualizaciones _____	588
➤ Uso de BIM en las visualizaciones _____	588
➤ Visualización en diferentes etapas del modelado _____	588
➤ Análisis de instalaciones _____	588
➤ Simulaciones de energía y confort _____	588
➤ Simulación CFD (Computational Fluid Dynamics) _____	589
➤ Análisis de la vida útil y coste de las instalaciones _____	589
➤ Análisis del impacto ambiental _____	589
➤ Técnicas de visualización de imágenes _____	589
➤ Cálculo de iluminación y visualización _____	589
➤ Simulación de iluminación _____	589
➤ Análisis de sistemas de instalaciones _____	589
➤ Análisis y presentación de resultados _____	589
➤ Análisis energético _____	589
➤ Análisis energéticos en las diferentes fases del proyecto _____	589
➤ Diseño conceptual _____	589
➤ Diseño esquemático _____	589
➤ Evolución del diseño _____	589
➤ Fase del permiso del edificio _____	589
➤ Diseño detallado _____	589
➤ Construcción _____	589
➤ Período de puesta en servicio y garantía _____	589
➤ Operación y mantenimiento. _____	589
➤ BIM y programas de análisis energético _____	589
➤ Programas de análisis energético. _____	589
➤ Requisitos del intercambio de información para el análisis energético _____	589
➤ Gestión de proyectos _____	589
➤ Contenidos _____	589
➤ Los principios de la gestión proyectual de información basada en un modelo _____	589
➤ El proceso de gestión del proyecto basado en el Modelado de Información de la Edificación (BIM) _____	589
➤ Tomar en consideración el Modelado de Información de la Edificación (BIM) en la gestión de proyectos _____	589
➤ Diseño con Modelado de Información de la Edificación (BIM) _____	589
➤ Ejecución con BIM _____	589
➤ Supervisión con BIM _____	589
➤ Personas a cargo del BIM _____	589
➤ Tareas de la gestión de proyectos BIM etapa por etapa Evaluación de necesidades y objetivos _____	589
➤ Diseño conceptual _____	589
➤ Planificación del diseño _____	589



➤ Control del diseño _____	589
➤ Planificación de la construcción _____	589
➤ Control de la construcción _____	589
➤ Inspección final, entrega y recepción de obra _____	589
➤ Periodo de garantía, uso y mantenimiento _____	589
➤ Facility Management _____	589
➤ Modelos BIM durante funcionamiento y mantenimiento _____	589
➤ Soporte en los procesos de gestión de la propiedad _____	589
➤ Beneficios en varias líneas de negocio _____	589
➤ Objetivos para la gestión de la información en la gestión de la propiedad _____	589
➤ Proceso de gestión de BIM _____	590
➤ El software de diseño _____	590
➤ Modelos BIM de transferencia de datos abiertos Modelos de requisitos de proyecto	590
➤ Visualización técnica de los modelos IFC _____	590
➤ Herramientas de soporte _____	590
➤ Generalidades _____	590
➤ Información del producto del Contratista _____	590
➤ Software de gestión del mantenimiento y operaciones _____	590
➤ Modelos BIM as-built acorde al proyecto de construcción. _____	590
➤ Uso interoperable de software de gestión de instalaciones _____	590
➤ Modelado de edificios existentes _____	590
➤ Archivar y proteger los datos BIM de gestión de instalaciones _____	590
➤ Construcción _____	590
➤ Requisitos para los modelos de información de edificios de contratistas _____	590
➤ Definición de BIM en los documentos contractuales _____	590
➤ Definición del proceso de entrega de modelos de información de edificios a la Producción.	590
➤ Diseño bajo responsabilidad del contratista _____	590
➤ Gestión BIM durante la fase de construcción _____	590
➤ Opciones de utilización del BIM en la construcción _____	590
➤ Definición de requisitos BIM para la fase de construcción _____	590
➤ Programación de construcción en BIM _____	590
➤ Presentación de informes de estado de construcción con BIM _____	590
➤ Modelado de la organización general de las obras (Plano de emplazamiento) _____	590
➤ Seguridad y salud en fase de ejecución con la ayuda del BIM _____	590
➤ Entrega de Datos de Producción en un "As-Built BIM" _____	590
➤ Documentación del Movimiento de Tierras y Cimentación como Modelo 3D _____	590
➤ Órdenes de cambio. Cambios de diseño durante la construcción Instalaciones Ocultas	590
➤ Datos del Producto de las Partes del edificio Elegidos por el Contratista _____	590
➤ La Transferencia de Información en Gestión de Instalaciones _____	590



¿QUÉ APRENDERÁ?



- **La Modelización Parametrizada (BIM) de un proyecto de edificación.**
- **Construcción Lean y BIM.**
- **Las ISO del BIM. ISO 19650**
- **BIM, como motor de la industrialización de la construcción.**
- **El BIM en el Project Management y la dirección de obra.**
- **El BIM y la interoperabilidad. Libro del edificio y certificados de calidad y eficiencia energética.**
- **PIM-BIM. (Project Information Management).**
- **S-BIM. Structural-BIM.**
- **El iBIM. Integrated Building Information Modelling.**
- **BIM Execution Plan (BEP).**
- **BIM y facility management (gestión de activos inmobiliarios).**
- **Ciudades Inteligentes con BIM. Smart cities and BIM.**
- **Software. Autodesk Revit.**

PARTE PRIMERA

¿Qué es el BIM?

Capítulo 1. BIM (modelado de información de construcción).



1. ¿Qué significa BIM? ‘Building Information Modelling’ (modelado de información de la edificación).