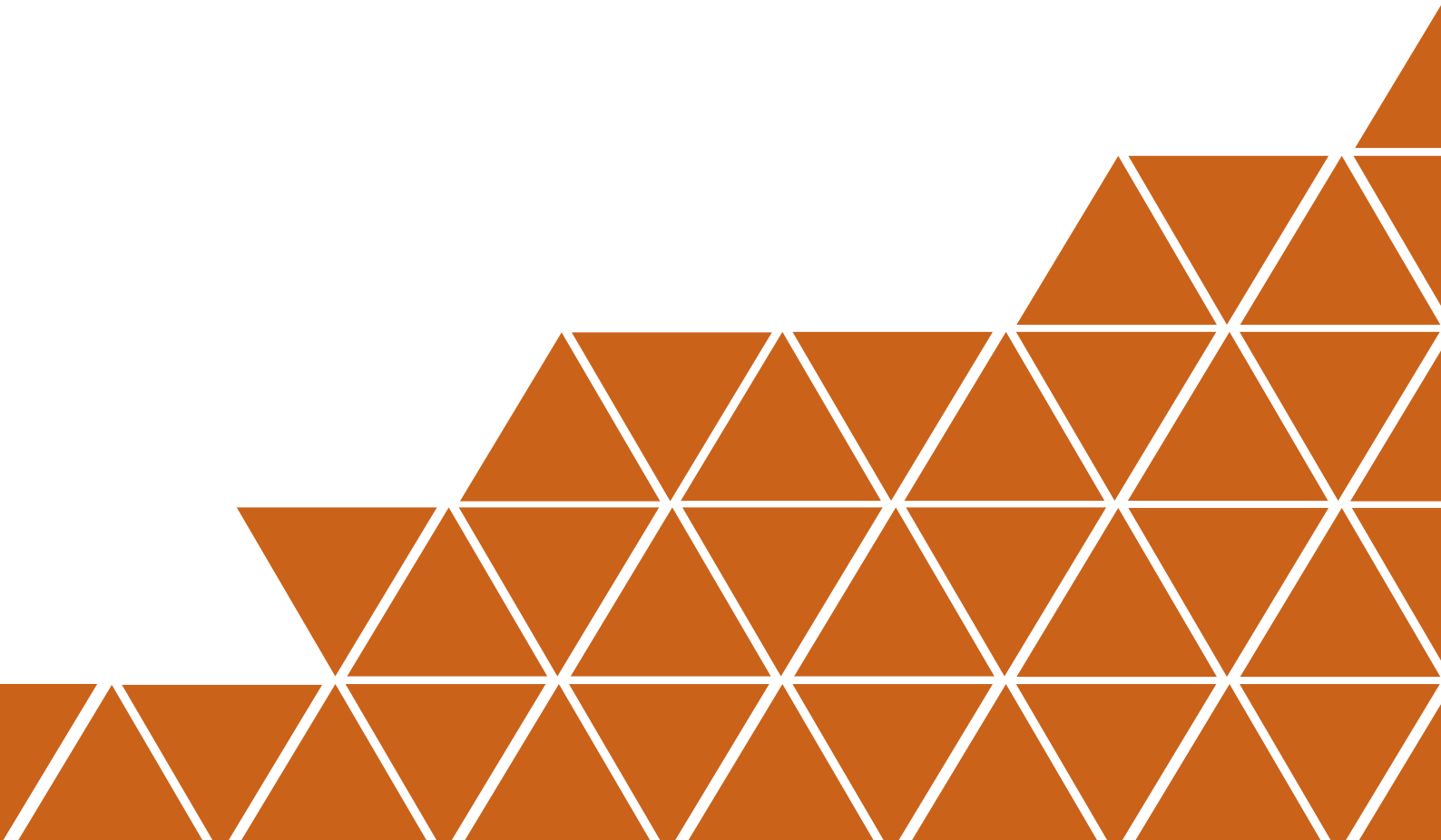




Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes



Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes




Grupo de Trabajo 3: Procesos

Subgrupo 3.6

Diciembre 2018

© es.BIM

El presente documento no pretende ser un estudio pormenorizado del tema tratado, por lo que la toma de decisiones privadas en base a informaciones incluidas en el documento quedan bajo la responsabilidad del lector.



www.esbim.es

ÍNDICE

1	AUTORES.....	5
2	HISTÓRICO DE REVISIONES	5
3	DERECHOS.....	5
4	EXENCIÓN DE RESPONSABILIDAD	6
5	OBJETO DE LA GUÍA.....	6
6	ALCANCE DE LA GUÍA.....	6
7	RELACIÓN CON OTRAS GUÍAS ESBIM	6
8	AMBITO DE APLICACIÓN.....	8
9	FUNDAMENTOS Y CONCEPTOS BÁSICOS	8
9.1	FASES DEL CICLO DE VIDA	8
9.1.1	EDIFICACIÓN	8
9.1.2	OBRA CIVIL: CARRETERAS	8
9.1.3	OBRA CIVIL: FERROCARRILES	8
9.2	OTROS CONCEPTOS	9
9.2.1	MODELO BIM	10
9.2.2	DIFERENTES BIM PARA DIFERENTES OBJETIVOS	10
9.2.3	MODELAR CON EL OBJETIVO BIM DE EXTRACTAR LAS MEDICIONES	13
9.2.4	ROL MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	15
9.2.5	LAS MEDICIONES EN EL BEP Y EN EL MAPA DE PROCESO	16
9.2.6	MEDICIONES Y PRESUPUESTO EN PLIEGOS DE CONTRATACIÓN	16
9.2.7	NIVELES DE INFORMACIÓN.....	17
9.2.8	EJEMPLO	17
9.2.9	MEDICIONES Y PRESUPUESTOS CON MODELOS IFC.....	17
10	RECOMENDACIONES	19
10.1	RECOMENDACIONES GENERALES.....	19
10.1.1	MODELAR NO SIGNIFICA DIBUJAR EN 3D	19
10.1.2	REQUISITOS DEL MODELO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LAS MEDICIONES	20
10.1.3	MODELO FEDERADO	21
10.2	RECOMENDACIONES EN FASE 0	22
10.3	RECOMENDACIONES EN FASE 1	23
10.4	RECOMENDACIONES EN FASE 2	25

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

10.5	RECOMENDACIONES EN FASE 3	29
10.5.1	MARCO LEGAL DEL PROYECTO BÁSICO.....	29
10.6	RECOMENDACIONES EN FASE 4	33
10.6.1	MARCO LEGAL.....	33
10.6.2	PROCEDIMIENTOS DE EXTRACCIÓN DE MEDICIONES.....	35
10.6.3	ELEMENTOS, PARTIDAS Y LÍNEAS DE MEDICIÓN:	38
10.6.4	MEDICIONES NO EXTRACTADAS DESDE EL MODELO.....	40
10.6.5	PARTIDAS ALZADAS.....	40
10.6.6	TRAZABILIDAD DE LA MEDICIÓN.....	41
10.7	CRITERIOS Y UNIDADES DE MEDICIÓN	42
10.8	COHERENCIA ENTRE DOCUMENTOS DE PROYECTO	43
10.8.1	DOCUMENTOS PARA MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE PROYECTO.....	44
10.8.2	CONTROL DE CALIDAD Y GESTIÓN DE RESIDUOS	49
10.8.3	SEGURIDAD Y SALUD.....	51
10.8.4	LICITACIÓN	52
10.9	RECOMENDACIONES EN FASE 5	53
10.9.1	CERTIFICACIONES.....	60
10.9.2	PRECIOS CONTRADICTORIOS	61
10.10	RECOMENDACIONES EN FASE 6	62
10.11	RECOMENDACIONES EN FASE 7.....	63
11	REFERENCIAS.....	64
12	ANEJOS	64

1 AUTORES

ES.BIM - Subgrupo de trabajo SG3.6		
Nombre y apellidos:	En representación de:	Rol:
Pilar Jiménez Abós	INECO	Coordinador
Manuel Bouzas Cavada	BuildigSMART Spanish Chapter	Responsable
José Manuel Zaragoza	BIM Learning	Líder de equipo y miembro redactor
Miguel Morea Nuñez	BIM Learning	Miembro redactor

Agradecimientos por los trabajos de apoyo a la revisión del documento así como aportaciones puntuales de Ángel Cabellud López y Juan López-Asiain Martínez, ambos miembros de Consejo General de la Arquitectura Técnica (CGATE).

2 HISTÓRICO DE REVISIONES

Versión	Fecha	Responsable	Motivo de la modificación
1.0	15/11/2019	Manuel Bouzas Cavada	Primera versión aprobada

3 DERECHOS

Los usuarios podrán hacer uso del contenido del presente documento con carácter gratuito, lo que no implica la cesión de derechos de propiedad intelectual o industrial.

Conjuntamente con este documento se pueden facilitar en formato editable una serie de plantillas o formatos tipo. Los usuarios que descarguen dichas plantillas tienen plena libertad para:

- Modificar estilos, colores, tipografías, logotipos, portada, encabezados, pies de página, etc.
- Incluir y/o eliminar apartados del índice.
- Alterar el orden de aparición de los apartados en el documento.
- Alterar las tablas y/o los diagramas.
- En general, cualquier cambio que suponga una mejora adaptativa de la plantilla al proyecto en cuestión.

Es responsabilidad del equipo de Gestión BIM y agentes implicados el adaptar las plantillas facilitadas a las necesidades y prioridades de proyecto.

4 EXENCIÓN DE RESPONSABILIDAD

Las recomendaciones proporcionadas en el presente documento y en los anejos al mismo no garantizan su utilidad o adecuación para un proyecto específico, no siendo responsables de las consecuencias que deriven de la aplicación de las mismas, a nivel organización, ni Ministerio de Fomento ni Comisión BIM, o a nivel individuo cualquiera de las personas mencionadas en el apartado *Autores* así como cualquiera de las personas integrantes de la Comisión BIM.

El usuario se compromete a hacer un uso diligente de la información facilitada en este documento y en los anejos al mismo asumiendo toda la responsabilidad por las consecuencias derivadas de su utilización total o parcial y divulgación del resultante a terceros.

5 OBJETO DE LA GUÍA

Esta guía tiene por objeto recomendar y facilitar usos, criterios y modos de trabajo, a la hora de abordar mediciones, presupuestos y valoraciones en los procesos de proyectos de edificación o infraestructuras desarrollados con metodología BIM, de tal manera que, gracias al buen uso de esta metodología, se aumente la fiabilidad, automatización y orden de la información obtenida para dichas mediciones y valoraciones.

6 ALCANCE DE LA GUÍA

Este documento se confecciona por encargo de la Comisión esBIM del Ministerio de Fomento, al Subgrupo de Trabajo SG-3.6 Guías de Edificación (Grupo de Trabajo 3 Procesos), para la realización de un conjunto de guías que aborden los requisitos básicos y procedimientos que se recomienda incluir en proyectos de edificación desarrollados con metodología BIM, teniendo en cuenta la casuística española.

Siempre desde una perspectiva de la metodología BIM, la guía recorre todas las fases del proyecto, descritas en el punto 9.1 entendiendo el proyecto desde sus fases iniciales, como las tomas de decisiones estratégicas, hasta las fases finales de operación y mantenimiento, por lo que al hablar de proyecto no solamente pensamos en la parte de diseño arquitectónico o de ingeniería, sino también como proyecto de inversión.

Se recorren todo tipo de documentos que pueden aparecer el proceso, desde estimaciones iniciales de inversión, hasta costes de gestión y mantenimiento, pasando por los documentos más formales y obligatorios como puede ser el presupuesto de proyecto, certificaciones de obra o cuadros de precios descompuestos.

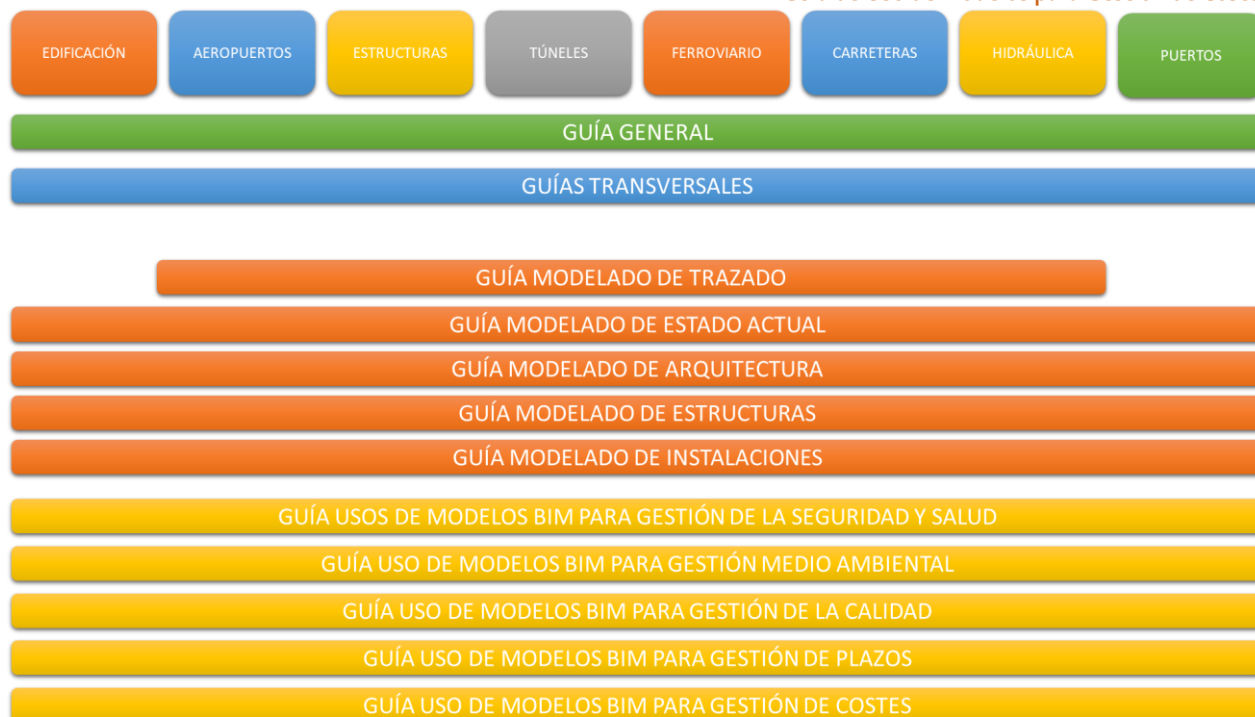
Se ha tenido en cuenta las prescripciones que el Código Técnico de la Edificación CTE o la legislación de contratos de la administración establecen a la hora de presupuestar o certificar.

La guía aborda algunos aspectos del modelado, pues la forma en que se modela afecta a la información que se extrae del modelo BIM. Modelado e información son dos aspectos indisolubles de la metodología BIM.

7 RELACIÓN CON OTRAS GUÍAS ESBIM

La presente guía forma parte del conjunto de guías facilitadas por ESBIM y corresponde al grupo de Guías de Uso de los Modelos.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes



Las guías que la Comisión BIM tiene previsto publicar corresponden a:

- **Guía General:** esta guía detallará la relación de todas las guías, así como el objeto de cada una de ellas y servirá como punto de partida a la hora de seleccionar las guías aplicables, necesarias y/o útiles a un Proyecto concreto:
- **Guías Transversales:** este bloque incluirá las guías siguientes:
 - Glosario de Términos
 - Definición de Roles
 - Clasificación estándar nacional
 - Guía para la redacción de Pliegos de Licitación
 - Guía sobre Niveles de Desarrollo Geométrico, Nivel de Información no Gráfica y Nivel de Información Vinculada
 - Guía para la elaboración del Plan de Ejecución BIM
 - Guía Entorno Común de Datos
 - Guía sobre el Formato IFC
 - Guía sobre Formatos Interoperables
 - Guía sobre Grados de Interoperabilidad
- **Guías de Generación de modelos:** este bloque incluirá las guías siguientes:
 - Guía de Modelado de Trazado
 - Guía de Modelado de Estado Actual
 - Guía de Modelado de Arquitectura
 - Guía de Modelado de Estructuras
 - Guía de Modelado de Instalaciones
- **Guías de Uso de los modelos:** este bloque incluirá las guías siguientes:
 - Guía de Uso de los modelos para Gestión Medio Ambiental
 - Guía de Uso de los modelos para Gestión de Seguridad y Salud
 - Guía de Uso de los modelos para Gestión de la Calidad
 - Guía de Uso de los modelos para Gestión de Plazos

- Guía de Uso de los modelos para Gestión de Costes

No obstante, la Comisión esBIM se reserva el derecho de modificar, reducir o ampliar la presente propuesta de guías, así como la organización de las mismas en función de las necesidades del sector.

8 AMBITO DE APLICACIÓN

Las recomendaciones apuntadas en esta guía son aplicables a todas las fases de proyecto, a proyectos de Edificación o Infraestructuras, y a cualquiera de los agentes que participen en los casos anteriores (tales como propiedad, proyectista, contratas, subcontratas o gestor del activo entre otros) responsables de elaborar Mediciones, Presupuestos, Valoraciones y/o Certificaciones.

La presente versión tiene su foco en Edificación al ser en éste ámbito donde existe un mayor grado de desarrollo de procesos y herramientas BIM para Gestión de Costes. En sucesivas ediciones la guía será ampliada/completada con adaptación para Infraestructuras.

9 FUNDAMENTOS Y CONCEPTOS BÁSICOS

9.1 FASES DEL CICLO DE VIDA

Las fases contempladas son las reflejadas en la Guía de Licitación.

Como las Guías de Generación de Modelos, así como las Guías de Uso de los Modelos se referirán a las fases tanto de Edificación como de Obra Civil, se ha optado por numerarlas en el apartado Recomendaciones.

Se añaden a modo de resumen a continuación:

9.1.1 EDIFICACIÓN

Fases	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
	Estrategia	Estudios previos	Anteproyecto	Proy. Básico	P. Ejecución / Constructivo	Construcción	Puesta en marcha	Operación y mantenimiento

9.1.2 OBRA CIVIL: CARRETERAS

Fases	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
	Estrategia / Planes	Planificación / Estudio informativo	Estudio Alternativas	Proy. Trazado	Proy. Constructivo	Construcción	Puesta en marcha	Explotación

9.1.3 OBRA CIVIL: FERROCARRILES

Fases	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
	Estrategia / Planes	Planificación / Estudio informativo	Estudio Alternativas	Proy. Básico	Proy. Constructivo	Construcción	Puesta en marcha	Explotación

9.2 OTROS CONCEPTOS

La irrupción de la metodología BIM en el sector de la construcción va a cambiar la forma y herramientas a través de las cuales se valora, presupuesta, certifican, contralan costes y miden los proyectos y obras, en general en todo el sector de la construcción.

Las mediciones sobre plano, o desde ficheros se reemplazan por mediciones asistidas por ordenador desde un modelo BIM.

La mayor parte posible de las mediciones y presupuestos se obtendrán a partir de los modelos BIM.

El trabajo con metodología BIM cambiará la forma en que realizamos muchas de las tareas en el proceso de proyecto-construcción-explotación, aunque es recomendable pensar en ellas como una herramienta que nos va automatizar el trabajo y resolver todas los problemas y situaciones durante el desarrollo del proyecto, entendiendo el proyecto como el proceso que va desde los primeros bocetos, hasta el desmontaje del edificio una vez acabada su vida útil, pasando por la construcción y explotación.

Con la tecnología BIM han aparecido una serie de herramientas informáticas, algunas incorporadas al software de modelado, otras de gestores de modelos, y otras como herramientas específicas de medición y presupuestación, la mayoría como evolución del software que se utilizaba para medir en flujos de trabajo CAD.

Con la metodología BIM para la extracción y elaboración de mediciones y presupuestos, se pueden obtener las siguientes ventajas:

- Mediciones precisas y fiables en las diferentes etapas de proyecto.
- Actualización automática de dichas mediciones desde las modificaciones del modelo.
- Generación de informes, mediciones y presupuestos, siendo capaz de generar informes diferentes para diferentes fines.
- Transmisión de datos, desde la fase de proyecto, para su uso en fases sucesivas (licitación, construcción, fabricación, estado final de mediciones).
- Mejorar la visualización de los elementos medidos en proyecto o certificados en fase de obra, pudiendo recorrer la trazabilidad de dichas mediciones o certificaciones, reduciendo el tiempo de discusiones sobre éstas entre los distintos agentes en las fases de licitación o construcción.
- Mejorar la comunicación y colaboración entre los miembros del equipo.
- Explorar más fácilmente diferentes opciones de diseño y conceptos desde el punto de vista del presupuesto.
- Mejorar la gestión de la base de datos de costos, que es el propio modelo, reduciendo la pérdida de información.
- Mejorar el flujo de caja de las inversiones, programando la fase de construcción con la metodología BIM.
- Anticipar e informar, con un alto grado de precisión y rapidez, de las implicaciones en costes que tendrán las modificaciones y variaciones de proyecto.
- Resolver con mayor agilidad y precisión disputas y reclamaciones de contratistas. Evitando precios contradictorios.
- Aumentar la calidad del proyecto dando la mayor coherencia a los diferentes documentos de proyecto: planos, memoria, pliego de condiciones y presupuesto.

9.2.1 MODELO BIM

Un **modelo BIM** se puede definir como una representación virtual en 3D de nuestro edificio, que además contiene una base de datos de este, base de datos que, entre otras cosas, descompone la geometría tridimensional en datos analíticos (perímetros, longitudes, alturas, áreas, volúmenes), de igual modo que cuando hacemos un presupuesto, las mediciones descomponen los croquis y dibujos del plano en líneas de medición dentro del presupuesto.

No hay una correlación directa entre la base de datos del modelo BIM y un presupuesto y sus mediciones, esa labor de extraer cantidades del modelo BIM y relacionarlas con partidas de un presupuesto es una operación que va a requerir la participación de técnicos con cierta experiencia en la labor de confección de presupuestos.

BIM no va venir a sustituir la mano del hombre, del mismo modo que no todas las mediciones van a salir del modelo, entre otras cosas porque habrá partidas que no estarán modeladas, como por ejemplo ayudas de albañilería o el coste de tasas e impuestos, por poner dos ejemplos.

Lo que sí podemos lograr con BIM es ahorrarnos la tarea de cuantificar la geometría de las mediciones de las partidas y extraer éstas del modelo, seleccionando nosotros, de la gran base de datos que es un modelo BIM, que grupo de datos nos sirven para tal o cual partida, relacionando dicho grupo de datos con dicha partida, de tal manera que, si el modelo se actualiza o cambia de geometría, las mediciones se actualicen automáticamente a la vez que la base de datos del modelo.

Además, se recomienda no solo pensar en mediciones y presupuesto. Del modelo BIM tenemos que extraer tablas de superficies para memorias, valoraciones iniciales en fases tempranas de proyecto, seguimiento y trazabilidad de certificaciones en fase de obra, planificación y costes de operación, mantenimiento, etc. En definitiva el modelo servirá como base de cuantificación en cualquiera de los numerosos procesos que recorre un proyecto, como repositorio único de información que debe ser, desde las valoraciones iniciales de la viabilidad de un proyecto cuando éste solo es una idea convertida en unos volúmenes sencillos, pasando por el presupuesto que un subcontratista de climatización confecciona para la constructora principal, y llegando a los costes de amortización de una moqueta cuando el edificio ya está en plena operación.

9.2.2 DIFERENTES BIM PARA DIFERENTES OBJETIVOS

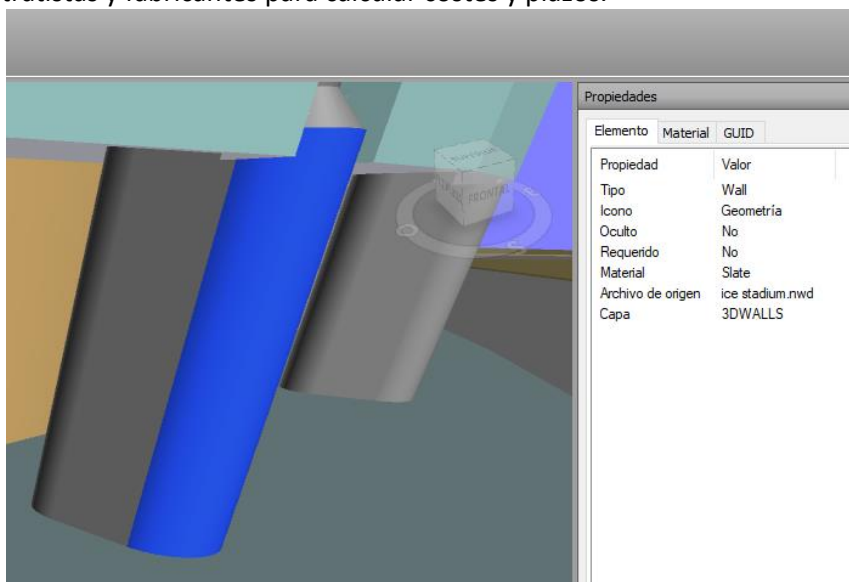
Es recomendable tener en cuenta que cada interesado en el proceso de construcción y edificación, (proyectista, contratista, subcontratista, etc.) va a utilizar BIM para cumplir sus objetivos particulares, no hay un uso de BIM único, ni un modelo BIM vale para todo. A modo de ejemplo si necesitamos un modelo BIM para estudiar la viabilidad económica de un solar, nos bastará con modelar sólidos generales, y extraer superficies generales construidas, no será necesario que el modelo contenga muros, ventanas, etc.; por el contrario, si pretendemos que el modelo nos sirva para realizar las certificaciones de obra, tendremos que tener modelado todos los elementos constructivos que deseemos certificar a través del modelo.

De modo que:

- El proyectista lo utilizará para extraer las mediciones y generar el presupuesto, terminar de describir el proyecto a través de las descripciones de unidades de obra.
- El contratista para controlar costes, preparar los contratos para subcontratistas y fabricantes, calcular rendimientos, programaciones de obra y plazos de ejecución.
- La propiedad o la administración para realizar valoraciones e informes de viabilidad económica de la inversión inmobiliaria.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

- La Dirección Facultativa para confeccionar las certificaciones, y discutir sobre ellas con el contratista.
- Los subcontratistas y fabricantes para calcular costes y plazos.



Propiedades de un elemento de modelo con visor Navisworks Freedom.

Los responsables de las mediciones en flujos de trabajo BIM requerirán de habilidades sobre herramientas BIM, para automatizar ciertas tareas de extracción de mediciones, y las actualizaciones de estas a los cambios que sufran los modelos durante el flujo de trabajo.

Sin embargo, un modelo BIM no resuelve completamente los problemas que aparecen en la extracción de mediciones, ni posee todas las mediciones que se necesitan en un proyecto, es decir no todas las mediciones pueden ser extraídas de un modelo BIM. La habilidad del especialista en mediciones se sigue necesitando para evaluar la validez de los datos y materiales de origen, asegurando una cobertura completa de la extracción, proponiendo soluciones alternativas y analizando los resultados.

El aumento de la precisión en las mediciones y el de la coherencia entre documentos de proyecto reducirá las incertidumbres y riesgos para el contratista, lo que redundará en costes menores y en un menor número de reclamaciones durante el desarrollo de las obras.

El presupuesto y medición son partes fundamentales, en el desarrollo del marco contractual del proyecto, así como en la definición de éste, en aquellos aspectos que son difíciles de definir mediante planos, memoria y pliego de condiciones, por lo que el contenido de éstos es recomendable que sean transmitidos a lo largo de toda la cadena de suministro de la obra (contrata, subcontrata y fabricantes) para que todas las partes tengan conocimiento de las prescripciones contractuales a cumplir.

Presupuesto y mediciones es recomendable que se consideren una parte indivisible del proyecto, y por ende del contrato, por lo que estos tendrán la mayor coherencia posible con el resto de los documentos de proyecto.

El principal objetivo BIM para las mediciones y presupuesto, es la creación de procesos BIM para:

- valorar el coste de la construcción.
- confeccionar los entregables que exige el CTE respecto al presupuesto.
- completar la definición del proyecto que ofrece el modelo y sus entregables mediante los textos de las unidades de obra.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

- seguimiento de certificaciones y posibles desviaciones económicas de la obra.

Y todo ello a lo largo del ciclo de vida de un proyecto. Estos procesos permitirán a los diferentes interesados, dentro del ciclo de proyecto-construcción, ver las incidencias de costos en las modificaciones que sufre el proyecto, durante todas las fases de este, permitiendo el control sobre los excesos presupuestarios debido a las modificaciones del proyecto.

Una vez definido el objetivo BIM general, este documento explorará la forma de conseguir los siguientes objetivos BIM más específicos:

- Valoraciones de proyecto y alternativas al mismo
- Mediciones
- Presupuesto
- Certificaciones
- Precios contradictorios
- Presupuesto para modificaciones de proyecto
- Liquidaciones de obra

Y como dichos objetivos BIM, es recomendable que se integren en los procesos BIM dentro de un BEP definiendo:

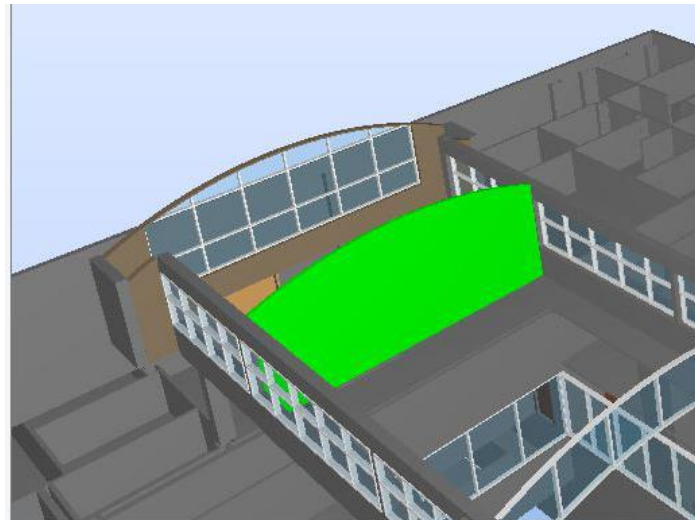
- Roles
- Hitos
- Estándares para mediciones
- Niveles de información y detalle en cada fase
- Formatos para intercambios de datos
- Requisitos del modelo para mediciones
- Procedimientos para asegurar la coherencia entre presupuesto y modelo

La forma básica de extraer mediciones desde un modelo BIM, consiste en localizar el elemento y cuantificar las dimensiones que nos interesen del mismo:

- Áreas
- Volúmenes
- Longitudes
- Conteo de elementos

Y al mismo tiempo extraer de dicho elemento sus diferentes parámetros o atributos particulares:

- Nivel de referencia
- Tipo, clase, familia o subclase al que pertenece
- Resistencia al fuego
- Etc.



Info		Info	
Wall, 1.30		Wall, 1.30	
PSet_Revit_Type_Other	Pset_WallCommon	PSet_Revit_Type_Other	Pset_WallCommon
PSet_Revit_Type_Graphics	PSet_Revit_Type_Identity Data	PSet_Revit_Type_Graphics	PSet_Revit_Type_Identity Data
PSet_Revit_Structural	PSet_Revit_Type_Construction	PSet_Revit_Structural	PSet_Revit_Type_Construction
PSet_Revit_Dimensions	PSet_Revit_Other	PSet_Revit_Dimensions	PSet_Revit_Other
PSet_Revit_Phasing		PSet_Revit_Phasing	
Classification	Hyperlinks	Classification	Hyperlinks
Identification	Location	Identification	Location
Quantities	Material	Quantities	Material
Relations		Relations	
Property	Value	Property	Value
Area	31.79 m2	Model	Clinic_A
Area (minimum)	31.79 m2	Discipline	Architectural
Gross Area	31.79 m2	Name	Basic Wall:Interior - Partition (9...
Gross Area (minimum)	31.79 m2	Type	Basic Wall:Interior - Partition (9...
Area of Doors	0.00 m2	Description	
Area of Windows	0.00 m2	Material	Plasterboard 16 mm, Metal - St...
Area of Openings	0.00 m2	Layer	A-WALL-MBNI
Bottom Area	1.00 m2	Geometry	Boundary Representation
Height	4.22 m	Building Envelope	False
Height (minimum)	3.39 m	GUID	01HLSLP1r3RuynIxjrPON
Length	9.04 m	Ratio	200407

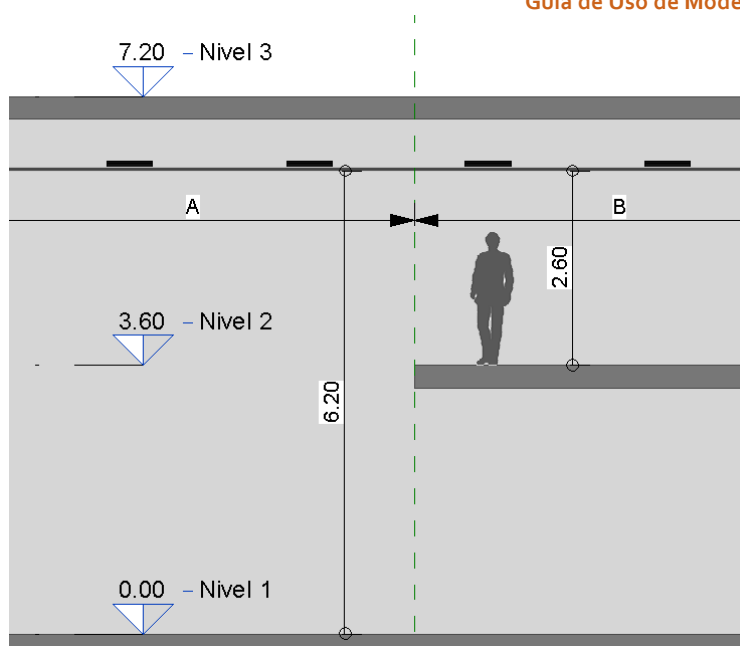
Comprobación de datos de un elemento, desde Solibri Model Viewer, tanto de cantidades como de propiedades.

9.2.3 MODELAR CON EL OBJETIVO BIM DE EXTRAER LAS MEDICIONES

Modelar en BIM no se trata simplemente de que los elementos que creamos en el modelo estén espacialmente bien colocados y de que la composición de materiales sea la correcta. Ésta es solo una parte de la información que ofrecerá BIM.

Cuando uno de los objetivos BIM propuestos para el modelo son la extracción de mediciones y control económico del proyecto, es necesario modelar pensando en dicho objetivo, lo cual deriva en que las reglas de modelado de cualquier disciplina (arquitectura, instalaciones o estructura), tengan en cuenta que objetivo de mediciones se va a pedir a los modelos.

Vamos a desarrollar esta idea con un ejemplo.



Sección por doble altura.

Tenemos un falso techo colocado en una doble altura, como muestra la sección de la imagen. La zona “A” de falso techo tiene un precio superior a la zona “B”, debido a la posición respecto al suelo, medios auxiliares más caros y rendimiento de la mano obra inferior, de hecho, la diferencia de altura también afectará al modelado en fase de construcción, no solo por el precio en fase de creación del proyecto de ejecución, sino en la programación de trabajos en fase de obra, al tener menor rendimiento la parte “A”.

El modelado, con el falso techo colocado, todo él con nivel de referencia “Nivel 2” y un parámetro o atributo de altura 2,60m sería correcto si solo tuviéramos como objetivo BIM un modelo para obtención de planos y geometría. En planos de techo reflejado, secciones y perspectivas esos falsos techos estarían correctamente representados.

Pero si como objetivo BIM también fuese necesaria la extracción de mediciones, el modelado sería incorrecto, ya que:

- No sería posible diferenciar el techo de la zona “A” de la “B” siendo unidades diferentes.
- El techo “A” tendría una altura de colocación de 2,60m, lo que puede confundir en fase de obra, incluso en fase de mantenimiento.

Un modelado correcto para extracción de mediciones, incluso para fase de obra y mantenimiento, necesitaría dividir el techo en su zona “A” a una altura de colocación de 6.20m desde el nivel de referencia “Nivel 1”, y un ejemplar “B” a una altura de colocación de 2,60m desde el nivel de referencia “Nivel 2”.

Falsos techos		
Tipo Falso Techo	Altura colocación	Nivel
Techo compuesto: Falso techo modular 600*600mm	6.20	Nivel 1
Techo compuesto: Falso techo modular 600*600mm	2.60	Nivel 2

Tabla extraída del modelo con mediciones de falso techo en función de su altura de colocación.

Este modelado nos permitiría filtrar en los datos del modelo aquellos falsos techos en función de su altura de colocación, por ejemplo “mayor que 5m” y “menor que 5m”, pudiendo colocar a cada falso techo su

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

precio correcto, su rendimiento en fase de obra correcto, incluso condiciones de mantenimiento ya que mantener un techo a 5,6m de altura requiere medios más complejos que mantener falsos techos a 2,6m.

Esta es una de las innumerables situaciones que se nos pueden presentar en el modelo, a la hora de modelar y/o medir, por lo que siempre que modelemos tenemos que pensar para que estamos modelando, que objetivos BIM se nos está requiriendo, y hacer compatible a toda la información que modelemos, no solo 3D, con dichos objetivos.

En los flujos de trabajo BIM tiene que haber una comunicación bidireccional entre modelador y responsable de mediciones, para resolver esta clase de situaciones como la que acabamos de tratar. La solución adoptada en este caso es recomendable que pase a los estándares de modelado, para que en el futuro todos los equipos que trabajen con ese estándar modelen adecuadamente el falso techo en el caso de las dobles alturas, y para que el responsable de mediciones tenga la seguridad de que puede extraer datos del modelo con alturas correctas de colocación de falsos techos, es decir que los datos que contenga en modelo sean fiables para cualquiera que los utilice en el flujo BIM.

Por eso es recomendable pensar tanto en los estándares BIM de una empresa, como en el BEP donde se alojen, como documentos vivos que están en constante mejora. Es inviable sentarse a realizar unos estándares BIM para modelado, y pensar que se van a resolver todos los casos y dudas que pueden presentarse durante el modelado.

Se pensará más en un proceso de mejora continua.

9.2.4 ROL MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Igual que en un proceso convencional de mediciones cada parte del proyecto podrá ser medido por los especialistas en cada disciplina, es decir el calculista de estructuras proporcionará la medición y presupuesto de la estructura, el de instalaciones, las de MEP, etc..., o podría haber un único responsable de medir y presupuestar.

En cualquier caso, el perfil de responsable de mediciones y presupuesto tendrá una serie de habilidades BIM y no BIM, con el objeto de conseguir el mayor rendimiento a la extracción de mediciones desde los modelos.

Pasamos a enumerar los requisitos del responsable de mediciones y presupuestos en un proceso BIM:

Profesional con experiencia en proyecto o construcción en la disciplina correspondiente. Conocerá los detalles y procesos constructivos de las unidades de obra, así como la capacidad de saber consultar al proyectista sobre los diferentes elementos que compongan un detalle constructivo, sistema, montaje, etc.

Esto es necesario puesto que será la descripción de la unidad de obra la que complete la definición del elemento constructivo o instalación, en aquellos casos en los que el modelado tridimensional, el detalle en 2D, las etiquetas y parámetros o atributos no alcanzan a definir completamente la unidad de obra tanto para la cuantificación económica, como para el proceso de obra a seguir por parte del contratista.

Para poder medirlo, primero se debe saber construirlo.

Manejo suficiente de la interfaz de modeladores BIM y de visores IFC para:

Obtener cualquier vista necesaria para visualizar correctamente la unidad a medir.

Obtener del modelo las tablas necesarias, incluyendo en dichas tablas los parámetros o atributos que ordenen las mediciones (nivel, tipo, clase o subclase, material, ...), incluyendo en dichas tablas, una organización, segregación por parámetros, atributos, tipos, clases o subclases, etc., así como el cálculo de total y parciales según las subtablas generadas.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

Crear parámetros o atributos calculados dentro de las tablas para obtener mediciones p.e.: multiplicar la sección de un perfil por su longitud para obtener el volumen de material.

Crear parámetros o atributos en el modelo con objeto de completar la definición, no gráfica de las categorías de elementos del modelo. p.e.: parámetros o atributos de referencia de bisagras y número de bisagras en tipos de puertas, para sin tener que modelar las bisagras poder contabilizarlas.

Exportación de las tablas a hojas de Excel.

Manejo de software específico de mediciones con modeladores BIM.

9.2.5 LAS MEDICIONES EN EL BEP Y EN EL MAPA DE PROCESO

Al igual que el resto de entregables de un proyecto (planos, memorias, pliegos, cálculos, etc.), el presupuesto se incluirá como tarea en el BEP.

En el flujo de información BIM la generación de las mediciones y el presupuesto tendrá:

- Una entrada de datos, es decir, el modelo con los estándares acordados para que ese modelo sirva para mediciones, en la fase que le corresponda, y con fecha de recepción, y quizás de otra clase de documentos que puedan definir el proyecto como memorias de calidades o requerimiento de la propiedad.
- Una salida de datos, que es el propio presupuesto como documento en forma de hoja de cálculo, bc3 o formato que se haya estipulado.
- Un responsable de la extracción de mediciones y confección del presupuesto, y una fecha de entrega o publicación.
- Unos hitos de revisión en cada fase, a través de chequeos o reuniones de coordinación.

Los anteriores puntos figurarán en el BEP y/o en el Mapa de proceso, con objeto de que todos los participantes del proceso no tengan dudas del “qué”, “cuándo”, “dónde” y “cómo” dentro del flujo BIM.

Como sucede ahora con CAD, puede que la medición nos la haga un único responsable. Se suele dar el caso de que las diferentes disciplinas (instalaciones, estructura, seguridad y salud) hagan su parte del presupuesto, por lo que en el BEP aparecerá el presupuesto de cada disciplina como una tarea independiente.

En ese caso siempre será necesario un responsable de recibir todos los presupuestos parciales y de montar un único presupuesto, y la hoja resumen de este, para el “presupuesto de ejecución material”, el “presupuesto de contrata” y el “presupuesto de licitación”.

9.2.6 MEDICIONES Y PRESUPUESTO EN PLIEGOS DE CONTRATACIÓN

Es recomendable que se indique en el EIR y en los pliegos de contratación, si el modelo va a ser utilizado para extraer las mediciones y coordinarlo con el presupuesto.

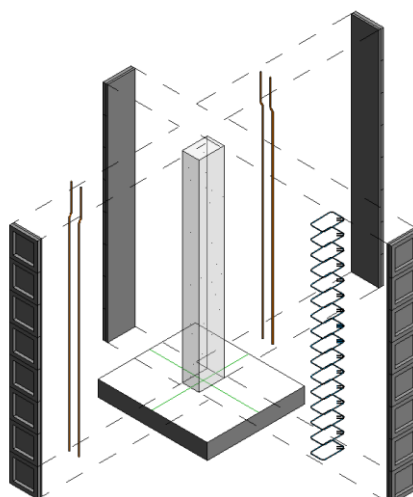
De esta manera se dejará clara la intención del contratante, de que se pretende realizar el proceso de presupuesto, en fase de proyecto, y certificación en fase de obra mediante metodología BIM, con lo que el modelo cumplirá con ciertas normas y requisitos que permitan llegar a estos requisitos, e incorporar las tareas de presupuestación y certificación al BEP.

9.2.7 NIVELES DE INFORMACIÓN

Los niveles de detalle y precisión de las mediciones, presupuestos o valoraciones estarán acordes con el nivel de desarrollo del modelo, tal y como se indica en otros documentos publicados por la Comisión BIM, es decir con su nivel de definición geométrica, datos y fichas del modelo.

El nivel de información, geométrica o no geométrica (datos y fichas) irá en aumento, según se vayan recorriendo fases de proyecto. En fases iniciales de proyecto, como por ejemplo en el anteproyecto, vamos a tener poca información respecto a los elementos constructivos que conformarán el edificio, y escasa precisión en cuanto a las dimensiones, pero la información de éstos irá creciendo hasta obtener un modelo muy preciso en cuanto a la geometría y características constructivas, el modelo nos servirá para poder calcular elementos auxiliares y accesorios durante sus fases de construcción, como pueden ser encofrados, andamios, maquinaria, etc.

9.2.8 EJEMPLO



MEDICIONES PILAR					
SUBTIPO	VOLUMEN	ANCHO	LARGO	ALTURA	AREA ENCOFRADO
450 x 600mm	1,35 m³	0,45	0,60	5,00	10,50 m²

Ejemplo de mediciones a partir de un Pilar

Diferentes mediciones que se pueden extraer desde la geometría de un elemento del modelo, como en el ejemplo que se trata de un pilar, del cual el modelo tiene los datos del ancho, largo, alto y su armado, mediciones que se pueden llevar a partidas como volumen de hormigón en pilar, kg de acero en pilar, o m² de encofrado.

9.2.9 MEDICIONES Y PRESUPUESTOS CON MODELOS IFC

Además de trabajar en diferentes plataformas y modeladores específicos, es posible el uso de modelos BIM en formato IFC para la confección de mediciones y presupuestos. Al ser este un formato exportable e importable por los softwares BIM de modelado, cálculo o gestión, ya que utiliza un formato de estándares de intercambio de información, de código abierto y aceptado internacionalmente, tendremos la libertad de

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

trabajar con softwares no vinculados a la plataforma creadora del modelo nativo, para la elaboración de presupuestos.

Lo que permite el IFC es la interoperabilidad entre softwares BIM.

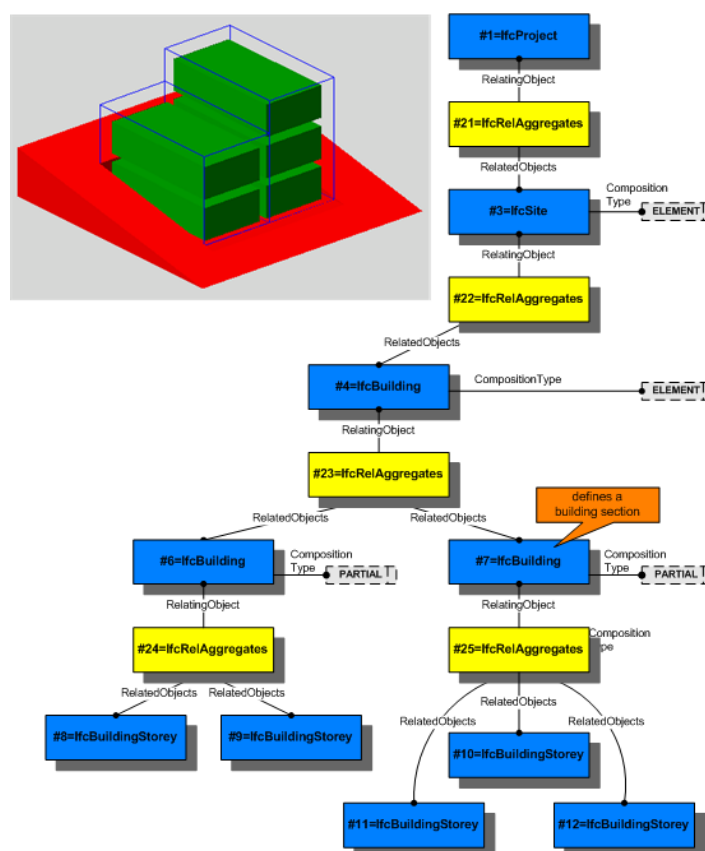
Un modelo IFC al igual que en un modelo nativo, es un base de datos gráfica, que puede obtenerse por exportación de los BIM desde los diferentes softwares de modelado, y que pueden leerse por estos mismos softwares de modelado, además de por distintos programas BIM de cálculo o gestión, ya que utiliza un lenguaje basado en un formato de código abierto universal, aceptado internacionalmente.

Este lenguaje IFC, del mismo modo que en los modelos nativos, clasifica en 600 "clases" los distintos elementos que componen las obras de edificación y obra civil. En los modelos IFC está definida la geometría, materiales, propiedades y relaciones entre elementos constructivos.

Por su complejidad no todos los atributos de los elementos de los modelos nativos los podemos encontrar en los modelos IFC, pero si aquellos para confeccionar mediciones y presupuestos:

- Clase o nombre
- Material
- Cantidades
- Fases

Para poder realizar la trazabilidad de los elementos medidos, del mismo modo que en los modelos nativos organizan espacialmente sus elementos, los modelos IFC tienen unas "clases espaciales" que crean una organización espacial donde localizar los elementos dentro del IFC.



Organización espacial de un modelo IFC

Como apunte importante en relación con la escritura y lectura de elementos del modelo IFC, estos tienen un GUID (Globally Unique Identifier), que identifica inequívocamente a dicho elemento, con lo que realizando mediciones con modelos IFC podemos relacionar cada elemento con GUID con una o varias partidas del presupuesto.

10 RECOMENDACIONES

La presente guía comprende un compendio de recomendaciones, en ningún caso obligatorias, desde una óptica genérica. Es responsabilidad del equipo de Gestión BIM adaptar los procesos BIM a llevar a cabo en cada proyecto concreto.

10.1 RECOMENDACIONES GENERALES

10.1.1 MODELAR NO SIGNIFICA DIBUJAR EN 3D

Uno de los primeros conceptos BIM que es recomendable aprender es que cuando hablamos de modelar, hablamos de introducir información en los elementos del modelo, y no de crear elementos 3D en el modelo.

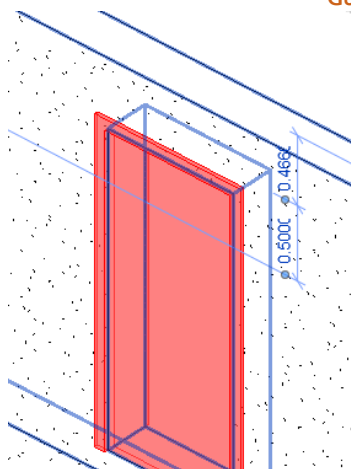
Es evidente y es lo primero que vemos en nuestro modelo, que, para informar en un proyecto de un elemento, por ejemplo, de una puerta, esta tiene que estar construida tridimensionalmente, para que nos de sus dimensiones y posición en el edificio. Pero qué pasa con sus:

- bisagras: modelo y número
- cerradura: modelo
- escudo: modelo en cada cara de la puerta
- cilindro: modelo, nivel de seguridad, esta amaestrada y que plan de amaestramiento tiene el edificio
- manillas, clase y en cada cara
- estructura de la hoja
- acabado de la hoja
- cierrapuertas
- tipo de cerco, ancho, material
- mirilla
- etc.

Modelar la geometría de estos elementos listados, aunque es posible se antoja largo y laborioso. Es mucho más razonable modelarlo como información a través de parámetros o atributos de la puerta.

Por ejemplo, si queremos informar de las bisagras de la puerta, podemos crear en la puerta un par de parámetros o atributos:

- modelo de bisagra (texto)
- número de bisagras (número entero)



Tipo o Subcategoría de elemento	Modelo Bisagra	Uds
INT_1_B	Mod 103/S_Inox	3
INT_1_B	Mod 103/S_Inox	3
INT_1_B	Mod 103/S_Inox	3
INT_1_B	Mod 103/S_Inox	3
INT_1_B	Mod 103/S_Inox	3
Mod 103/S_Inox: 15 uds		
INT_1_C	Mod 1245_L/	2
INT_1_C	Mod 1245_L/	2
INT_1_C	Mod 1245_L/	2
Mod 1245_L/: 6 uds		

Tabla de bisagras, modelo y cuantificación, extractada de modelo BIM.

Con esta solución tendremos información de que clase de bisagras y cuantas, incluso extraer esa información del modelo a través de listados o tablas, sin necesidad de modelar dichos elementos, ni cargar el mismo con esa geometría.

10.1.2 REQUISITOS DEL MODELO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LAS MEDICIONES

Se recomienda establecer una serie de normas respecto de los estándares de la construcción del modelo y nomenclatura de ficheros, familias, niveles, elementos, etc., con el objetivo de que los modelos de proyecto una vez liberados o editados, sirvan como base para estimar cantidades, recursos y programaciones de obra para contratistas, subcontratistas y fabricantes, en base a dichas normas con las que se ha construido el modelo.

Estas normas quedan fijadas en el BEP y ser accesibles, a todos los participantes, en el “entorno de datos común” del proyecto, y serán aceptadas por todas las partes de manera contractual.

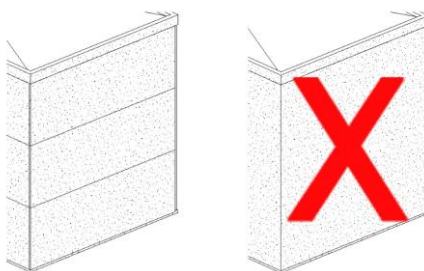
Estas normas y estándares, que comenzarán a establecerse entre propiedad y proyectista, debiéndose transmitir desde estos al contratista, y colaboradores del proyectista como puedan ser el calculista de estructura y las ingenierías de apoyo, y desde el contratista a fabricantes y subcontratistas, para que estos se subroguen a las mismas

Es decir, es recomendable crear una cadena de compromisos con todos los agentes intervinientes en el proceso de tal manera que todos juguemos con las mismas normas.

Las normas deben aplicarse a todas las partes y submodelos que compongan el modelo federado, y como regla general es recomendable modelar tal y como se construye el edificio en la realidad.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

Por ejemplo, para los muros es recomendable que se modelen de planta a planta, no es correcto crear muros de fachada de varias plantas, ya que, aunque geoméricamente sería correcto, desde el punto de vista BIM dichos muros no estarían correctamente modelados, ya que el modelo no serviría por ejemplo para que en fase de obra se pudieran descomponer las mediciones por plantas, o para hacer la simulación 4D, para validar la planificación de tareas en obra o simular la secuencia constructiva.



Ejemplo de modelado incorrecto

Es recomendable que los elementos se modelen tal y como se construyen, de tal forma que las tareas de medición y planificación se puedan realizar con el modelo.

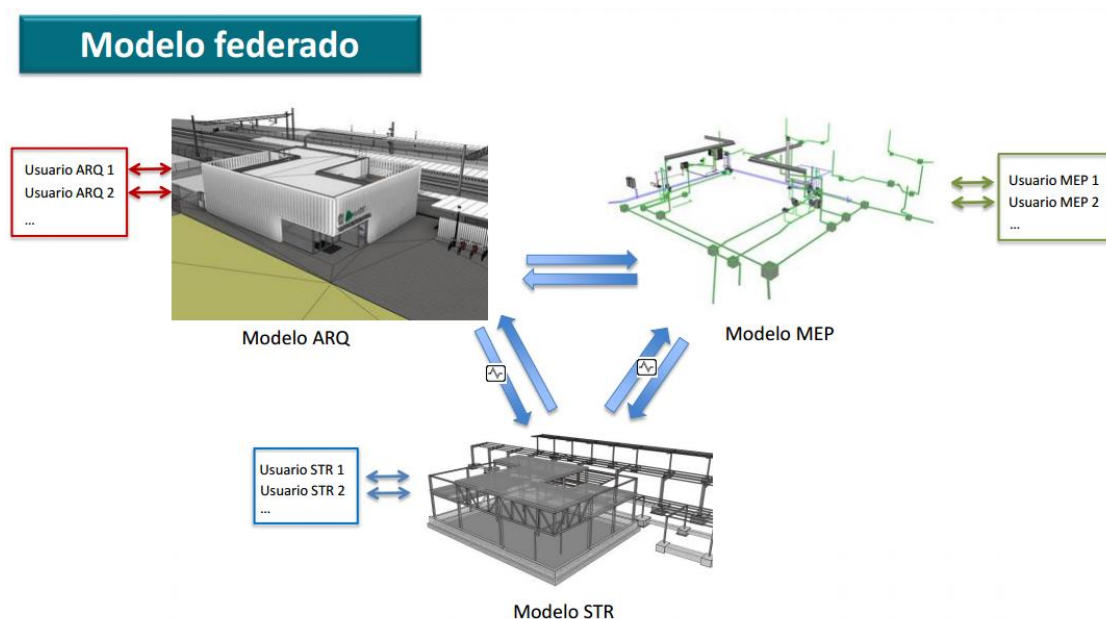
Otro ejemplo, los pilares es recomendable que se modelen de cara superior de forjado a cara inferior de forjado, de tal manera que su cubicaje sea exactamente el mismo que en el edificio una vez construido.

En esta sección vamos a estudiar qué condiciones es recomendable que tenga respecto de:

- Organización de ficheros para el modelo federado
- Normas de modelado
- Nomenclatura a utilizar por las familias, elementos y piezas, el orden
- Nomenclatura y orden de espacios, habitaciones y niveles

10.1.3 MODELO FEDERADO

El proyecto BIM es recomendable que esté basado en un modelo federado, un modelo creado por el ensamblaje de varios modelos diferentes, cada uno de ellos correspondiente a una disciplina diferente.



El AGC Consensus Docs 301- BIM Adición, define un modelo federado como:

"... Un modelo que consiste en vinculadas, pero los modelos de componentes distintos, [dibujos](#) derivados de los modelos, textos y otras ² modelo de componentes en un [modelo federado](#) hace no crear un cambio en otro modelo de componentes en ese [modelo federado](#) '.

El modelo federado será útil para la coordinación del diseño entre arquitectura, estructuras e instalaciones, obteniendo una visión holística del proyecto, manteniendo a su vez la autoría y responsabilidad independiente de cada modelo.

La coordinación de los modelos se asignará al proyectista principal, y es recomendable que este sea el administrador de toda la documentación que se genere en el proceso de proyecto y construcción, y que se almacene en el “entorno de datos común”.

El “entorno de datos común” será la única fuente de información del proyecto, que se utilizará para tomar, gestionar y difundir la documentación, gráfica y no gráfica para todo el equipo del proyecto .

En el caso específico de las mediciones y presupuesto, desde la filosofía de que éstos se extraigan del modelo, cada disciplina que aporte un modelo al modelo federado creará una medición, presupuesto o valoración parcial de:

- Arquitectura
- Estructura
- Instalaciones
- Seguridad y Salud

Y de nuevo será el equipo del proyectista principal el encargado de unificar y coordinar dichos documentos para crear una única medición, presupuesto o valoración.

10.2 RECOMENDACIONES EN FASE 0

Dentro de la “etapas” teóricas en las que se puede dividir el proceso de diseño y construcción se ha creado la fase “definición estratégica”, como momento en el que es recomendable que el cliente establezca el alcance del proyecto, con cuestiones como:

- el tamaño del proyecto:
 - Colegio para seis unidades de primaria
 - Hotel para 125 habitaciones dobles
 - Bloque de viviendas agotando la edificabilidad (76 viviendas, planta baja comercial y 114 plazas de aparcamiento)
- el plazo en el que tiene que estar operativo
- el núcleo de los requerimientos de proyecto:
 - Certificación energética A
 - Control de climatización por zonas
 - Energía geotérmica para cubrir un 35% de la calefacción y refrigeración
 - Acabados con calidades altas
 - Hotel de 4 estrellas con el 85% de las habitaciones con vistas al mar
- los equipos de trabajo necesarios para desarrollar el mismo

Las tres primeras marcarán una idea aproximada inicial del coste total del proyecto.

En esta fase también es recomendable identificar riesgos, y es evidente que uno de los mayores riesgos es el desfase del presupuesto, por eso, factores como una correcta evaluación y ponderación del tamaño del

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

proyecto, plazos y requerimientos en formas de calidades y prestaciones del edificio, serán vitales para mitigar dicho riesgo.

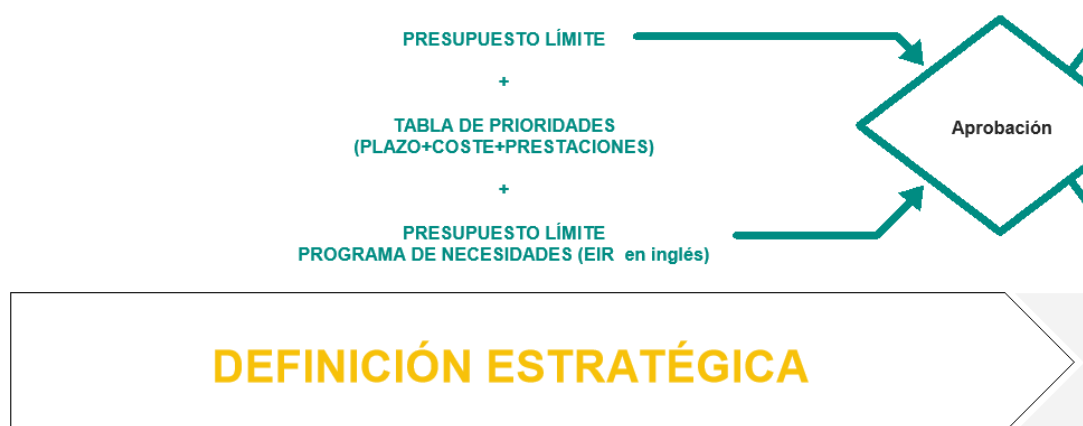
En esta fase es recomendable realizar una estimación de costes de la inversión.

Como parte de un análisis temprano del proyecto en la parte que toca a costes podemos utilizar una “tabla de prioridades” como la siguiente:

CRITERIO	PRIORIDAD			COMENTARIO
Plazo	1	2	3	
Coste	1	2	3	
Calidad/Prestaciones	1	2	3	

Una estimación de coste inicial permitirá establecer un resumen financiero de la inversión, así como prever un flujo de caja aproximado, o el porcentaje de contingencias en función de riesgos previstos.

Estas previsiones que se establecerán en documentos, a modo de un EIR inicial (*Employer's Information Requirements*) o programa de necesidades como lo conocemos en España normalmente, establecerán un “Presupuesto límite” que es recomendable que acompañe a todo el proceso de diseño que, junto con las prioridades de criterio de la tabla anterior, guiarán la toma de decisiones del proyecto que puedan influir en el presupuesto.



Requisitos de partida en fase de Definición Estratégica.

10.3 RECOMENDACIONES EN FASE 1

En esta fase se desarrollan con mayor profundidad y precisión los objetivos primarios establecidos en la fase anterior, concretando tamaño y plazos, especificando calidades, niveles de sostenibilidad, requerimientos específicos de edificio, así como restricciones y cualquier otro parámetro o atributo que afecte al proyecto.

Se recomienda realizar un estudio con más profundidad del emplazamiento del proyecto, así como del entorno de este.

Específicamente en cuanto a cuestiones económicas se realizarán los siguientes documentos:

- Estimación de presupuesto, estableciendo un “Presupuesto límite”.
- Estudio de viabilidad económica y/o social.
- Flujo de caja del proyecto.
- Previsión de gastos y minutas para fases posteriores.



Flujo de trabajo en fase de Estudios Previos.

Para estudiar la viabilidad del proyecto podemos apoyarnos en herramientas de “Benchmarking” y comparar ratios de nuestro proyecto con otros proyectos similares (camas hospitalarias/m² construido,

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

precios €/m² construido, etc.) , incluso estudiar proyectos similares para ver condicionantes de plazo y coste incurridos.

En el estudio de viabilidad se recomienda contemplar no solo los costes en las fases de diseño y construcción, si no también el **Total Cost of Ownership (TCO)**, es decir el coste de inversión inicial para poner en marcha el edificio, así como los costes derivados de la operación y mantenimiento. Este concepto está desarrollado en la última fase de proyecto.

El nivel de precisión del presupuesto del edificio será de €/m² construido, sobre una estimación de superficie en función del programa de necesidades, incluyendo:

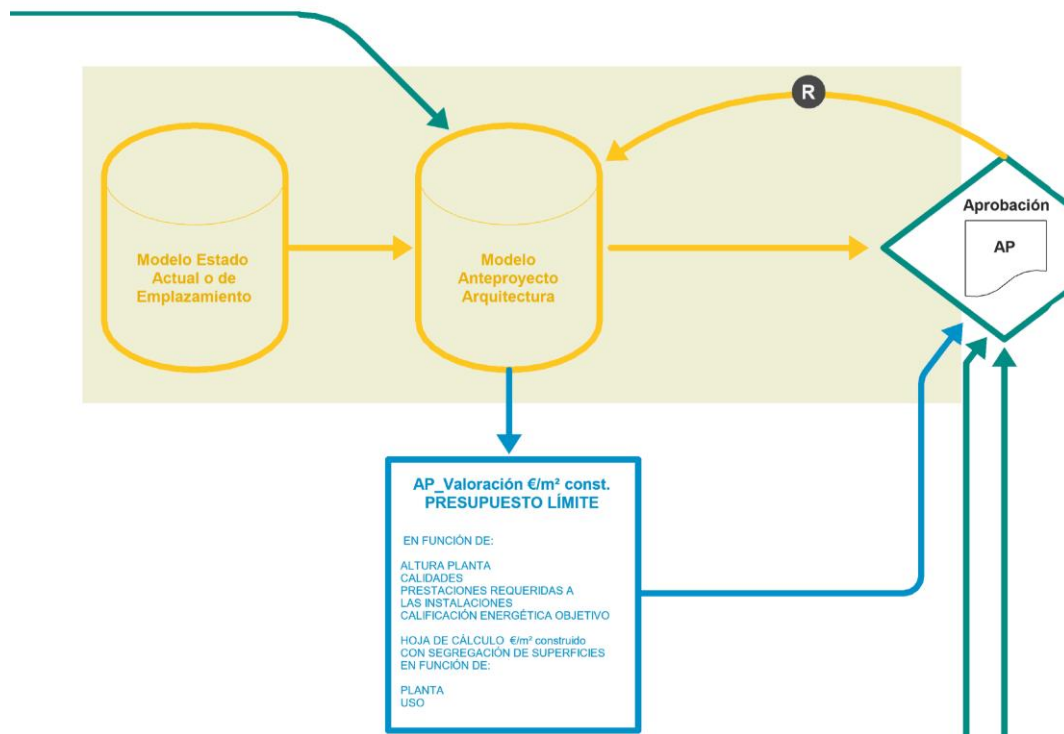
- Costes de construcción
- Honorarios técnicos
- Impuestos, tasas y seguros
- Trabajos previos sobre el emplazamiento

A los que habrá que sumar costes del suelo e indemnizaciones, entre otros.

10.4 RECOMENDACIONES EN FASE 2

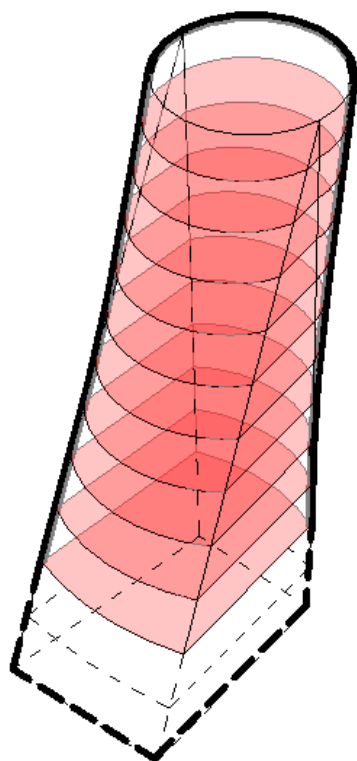
En esta fase la definición de proyecto es muy primaria, pero trabajaremos ya sobre un modelo BIM, y se centra en una idea general arquitectónica, por lo tanto, tenemos una arquitectura básica, pero suficiente, ya que podemos sacar mediciones de **volumetría, superficies construidas y superficies de envolvente**, con todos estos datos ya vinculados al modelo, de tal manera que las modificaciones del proyecto a partir de este momento se actualizarán en las mediciones mencionadas automáticamente.

ANTEPROYECTO (AP)



Flujo de trabajo en fase de Anteproyecto.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes



Superficies anteproyecto		
Nivel	m ² construidos	m ² envolvente vertical
Level 1	481	377
Level 2	462	360
Level 3	444	345
Level 4	426	331
Level 5	409	319
Level 6	392	308
Level 7	376	298
Level 8	360	289
Level 9	344	281
Level 10	329	274
Level 11	315	267
Level 12	301	526
Total general:	4.640	3.976
12		

Modelo con volumetría general del edificio y extracción de superficies construidas y de fachada.

Podemos aplicar parámetros o atributos de uso, calidades o dificultad constructiva a dichas superficies, y en función de estos asignar un precio € m² construido, € m³ construido y € m² fachada para calcular costes de construcción.

Incluso podremos aplicar ratios de superficie a unidades de vivienda, garaje, cama de hotel u hospital, o trabajador, para hacer una previsión de dichas unidades, pudiendo realizar una primera evaluación de la viabilidad económica de la propuesta arquitectónica, ya que tendríamos una primera valoración de costes de construcción, y de beneficios en forma de número de viviendas, camas, puestos de trabajo, etc. Existen herramientas, que facilitan repercusiones económicas de coste construcción por unidad de superficie, para diferentes usos y calidades, como algunos programas de mediciones y presupuestos, capaces de predimensionar el presupuesto de ejecución material en base a una serie de parámetros simplificados, o como las tablas de repercusión desarrolladas por Precio Centro de la Construcción, del Colegio de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de la Edificación de Guadalajara, que facilita ratios en €/m² para uso residencial, tanto en obra nueva como en rehabilitación, incluyendo también ratios de diferentes tipos de viales en urbanización.

Para obtener unas superficies que permitan comparar diferentes edificios o presentar informes en ámbitos de inversión internacionales, pueden resultar de ayuda los criterios recogidos en las “Normas Internacionales de Medición Inmobiliaria (NIMI)”.

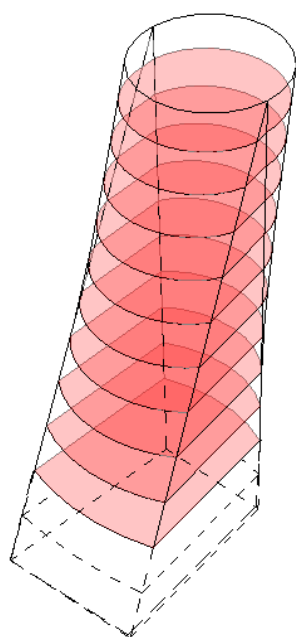
En la actualidad, la forma en que se miden los edificios puede variar sustancialmente en función de los criterios de medición que se sigan, incluyendo o no superficies de zonas comunes, terrazas, locales de instalaciones, etc... esto provoca que sea difícil para los promotores, inversores y diseñadores, comparar con precisión diferentes proyectos. La investigación realizada por la firma JLL muestra que, dependiendo del método utilizado, la superficie útil de una propiedad puede desviarse hasta en un 24%.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

La Coalición Internacional de Estándares de Medición de la Propiedad (IPMSC, por sus siglas en inglés) es un grupo internacional de organizaciones profesionales y sin fines de lucro, que trabajan juntas para desarrollar e integrar un estándar de medición único.

Un Estándar Internacional de Medición de la Propiedad (IPMS) asegurará que los activos y/o proyectos se midan de manera consistente, creando un mercado más transparente, una mayor confianza pública y una mayor confianza de los inversores.

Estos estándares de muy sencilla aplicación, está disponibles para edificios de oficinas, residenciales e industriales, (Aunque solo están traducidos al castellano los correspondientes a oficinas), y se están desarrollando en la actualidad para edificios comerciales. Pueden descargarse gratuitamente y encontrar más información sobre esta Coalición en el siguiente link: <https://ipmsc.org/standards/>



Valoración de costes de construcción					
Nivel	m² construidos	m² envolvente vertical	Uso	Precio € m² construido	Precio construcción n por planta
Level 1	481	377	garaje	950	456.857€
Level 2	462	360	garaje	950	439.134€
Level 3	444	345	oficina	1400	621.659€
Level 4	426	331	oficina	1400	596.816€
Level 5	409	319	oficina	1400	572.619€
Level 6	392	308	oficina	1400	549.062€
Level 7	376	298	hotel	1200	450.981€
Level 8	360	289	hotel	1200	431.890€
Level 9	344	281	hotel	1200	413.350€
Level 10	329	274	hotel	1200	395.355€
Level 11	315	267	hotel	1200	377.915€
Level 12	301	526	hotel	1200	361.022€
Total general: 12	4.640	3.976			5.666.659€

Modelo con volumetría general del edificio y cálculo de costes de construcción a partir de superficies generales.

Esta fase es importante ya que podemos analizar la viabilidad económico-social del proyecto en función de los objetivos que el programa de necesidades proponga. Es recomendable recordar que el fin del proyecto no es construir un edificio, si no la creación de un activo inmobiliario rentable o la dotación de un servicio público a una comunidad, por lo que el concepto proyecto se recomienda entender más allá del proyecto arquitectónico, y abarcar todas las fases y pasos para conseguir ese activo inmobiliario o esa dotación pública.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

Análisis costes/beneficios										
Nivel	m² construidos	m² envolvente vertical	Uso	Construcción		Tipo de unidad	Ratio m² por unidad	Total unidades	Valor mercado	
				Precio € m² construido	Precio construcción por planta				Precio mercado €/m² tipo sup. constr.	Subtotal valor mercado planta
P1	1.172	758	oficina	1.800	2.109.659€	trabajador	14 m²	84	3.600€	4.219.317€
P2	1.172	758	oficina	1.800	2.109.659€	trabajador	14 m²	84	3.600€	4.219.317€
P3	1.173	1.951	oficina	1.800	2.110.663€	trabajador	14 m²	84	3.600€	4.221.327€
PB	1.334	811	comercial	1.550	2.067.740€				4.800€	6.403.324€
S1	1.334	551	garaje	1.200	1.600.831€	plaza aparcamiento	30 m²	44	1.500€	2.001.039€
6.185		4.829			9.998.552€					21.064.324€

Es recomendable que no nos quedemos solo en el “Presupuesto de Ejecución Material”, miraremos más allá, y abarcaremos todos los conceptos que influyan económicamente en el proyecto.

Uso de tablas para el modelo LIMA en relación con mediciones, presupuestos y valoraciones

Grado de desarrollo para el modelo tanto para la definición geométrica, como de datos y fichas. (Ver documentos 'Niveles de desarrollo (LIMA del Grupo 2.3)'):

- Parámetros comparativos en forma de ratios objetivo en un proyecto, ratios que se comparan con otros edificios de similares características, para medir su grado de rentabilidad económica-social.
 - Cm² superficie construida
 - Cm² superficie útil
 - Cm² superficie cubierta
 - Cm² cama hospitalaria
 - Cm² volumen construido
 - Cm² planta aparcamiento
 - Cm² alquilada
 - Cm² alquilado
 - Proporción espacios servicios/espacios servicios
 - Estimación coste operación y mantenimiento anual
 - Estimación energía consumida kWh/m² superficie útil/año
 - Estimación m³ agua consumida/m²/año
- BENCHMARKING
 - m² S construido oficina
 - m² S construido vivienda
 - m² S construido garaje
 - Cm² superficie construida garaje
 - Cm² superficie construida oficina
 - Cm² volumen construido
 - Cm² planta aparcamiento
 - Proporción espacios servicios/espacios servicios
 - Estimación coste operación y mantenimiento anual
- Análisis de costes
 - Análisis beneficios
 - Análisis costes

Documento con el que se comparan para estudiar el grado de cumplimiento de objetivos.

Ficha resumen Anteproyecto. Ver en anejos.

10.5 RECOMENDACIONES EN FASE 3

10.5.1 MARCO LEGAL DEL PROYECTO BÁSICO

No es objetivo de esta guía establecer los criterios de modelado de arquitectura, estructura o instalaciones, por lo que las mediciones se ajustarán en cada fase al nivel de detalle gráfico y de información que el modelo contenga.

En cualquier caso, los proyectos básicos deberán contener los siguientes contenidos por ley:

CTE. Parte I.

Artículo 6. Condiciones del proyecto

6.1. Generalidades

3. A efectos de su tramitación administrativa, todo proyecto de edificación podrá desarrollarse en dos etapas: la fase de proyecto básico y la fase de proyecto de ejecución. Cada una de estas fases del proyecto debe cumplir las siguientes condiciones:

a) el proyecto básico definirá las características generales de la obra y sus prestaciones mediante la adopción y justificación de soluciones concretas. Su contenido será suficiente para solicitar la

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

licencia municipal de obras, las concesiones u otras autorizaciones administrativas, pero insuficiente para iniciar la construcción del edificio. Aunque su contenido no permita verificar todas las condiciones que exige el CTE, definirá las prestaciones que el edificio proyectado ha de proporcionar para cumplir las exigencias básicas y, en ningún caso, impedirá su cumplimiento;

4. En el Anejo I se relacionan los contenidos del proyecto de edificación, sin perjuicio de lo que, en su caso, establezcan las Administraciones competentes.

Anejo I

En este anejo se relacionan los contenidos del proyecto de edificación, sin perjuicio de lo que, en su caso, establezcan las Administraciones competentes.

4 Los marcados con asterisco () son los que, al menos, debe contener el Proyecto Básico.*

V. Presupuesto

Presupuesto aproximado - Valoración aproximada de la ejecución material de la obra proyectada por capítulos.*

Esta fase de proyecto ya tiene reglamentación normativa como hemos visto: Presupuesto aproximado - Valoración aproximada de la ejecución material de la obra proyectada por capítulos; por lo que el objetivo BIM para esta fase será crear dicho presupuesto.

El CTE obliga, por un lado, a incorporar al proyecto en esta fase algunos datos de forma gráfica o numérica que estarán contenidos en el modelo:

- Plantas con distribuciones.
- Cuadros de superficies útiles y construidas.
- Composición arquitectónica de fachada.
- Volumetría general del edificio.
- Descripción del solar, topografía y entorno.
- Servicios urbanos existentes y redes de otros servicios. Planeamiento urbanístico, con descripción de las limitaciones en volumetría, planta y altura, así como las prescripciones sobre los materiales a usar en la envolvente si las hubiera.

Y por otro lado información no gráfica que estará contenida en la Memoria del Proyecto Básico como:

- Descripción de la solución arquitectónica adoptada y de sus características generales.
- Programa de espacios y usos previstos, descripción de espacios exteriores, con listado de espacios y previsión de uso.

Descripción de los sistemas constructivos:

- Estructura aérea y cimentación.
- Compartimentación
- Envolvente
- Acabados

Descripción de los sistemas de instalaciones previstos.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

Este conjunto de datos nos permitirá elaborar con cierta precisión el presupuesto por capítulos que se nos exige, pudiendo extraer del modelo mediciones exactas de huecos, fachada, suelos, tabiquerías, cubiertas, etc., con los que ponderar de manera eficiente el coste de cada uno de los capítulos del presupuesto.

Trabajos previos, replanteo y adecuación del terreno: tal y como indica el documento 2 de la Guía de usuarios BIM “Modelado de Estado Actual”, de la *BUILDING SMART Spanish Chapter*, en el modelo federado de nuestro proyecto es necesario contar con un modelo de Estado Actual, a partir del cual valorar el entorno, la topografía, servicios públicos existentes, vegetación, elementos a conservar, etc.

La información de este modelo nos permitirá elaborar una primera aproximación del capítulo de trabajos previos.

Modelo de emplazamiento	Site model	Representación geométrica tridimensional del emplazamiento de un edificio. Debe incluir topografía, linderos, hitos, edificios cercanos...
Modelo de estado actual o de inventario	Inventory model	Modelo BIM que representa un edificio construido en un momento dado.

Definición de “Modelo de emplazamiento” y “Modelo de estado actual” según el glosario de la “Guía de Usuarios BIM”.

Estructura portante y estructura horizontal: Aunque probablemente no existirá un submodelo estructural todavía, pues se considerará que la estructura está contenida en los elementos arquitectónicos, como suelos y muros, la descripción del sistema estructural (estructura portante y estructura horizontal, luces de trabajo, material estructural, clase de conexiones, ...) así como la clase de cimentación (dificultad del terreno, presencia de agua, profundidad del firme), nos permitirá marcar costes por m² tanto de la estructura aérea, como de cimentación.

Uniformat Omniclass

B 21-02 00 00 SHELL

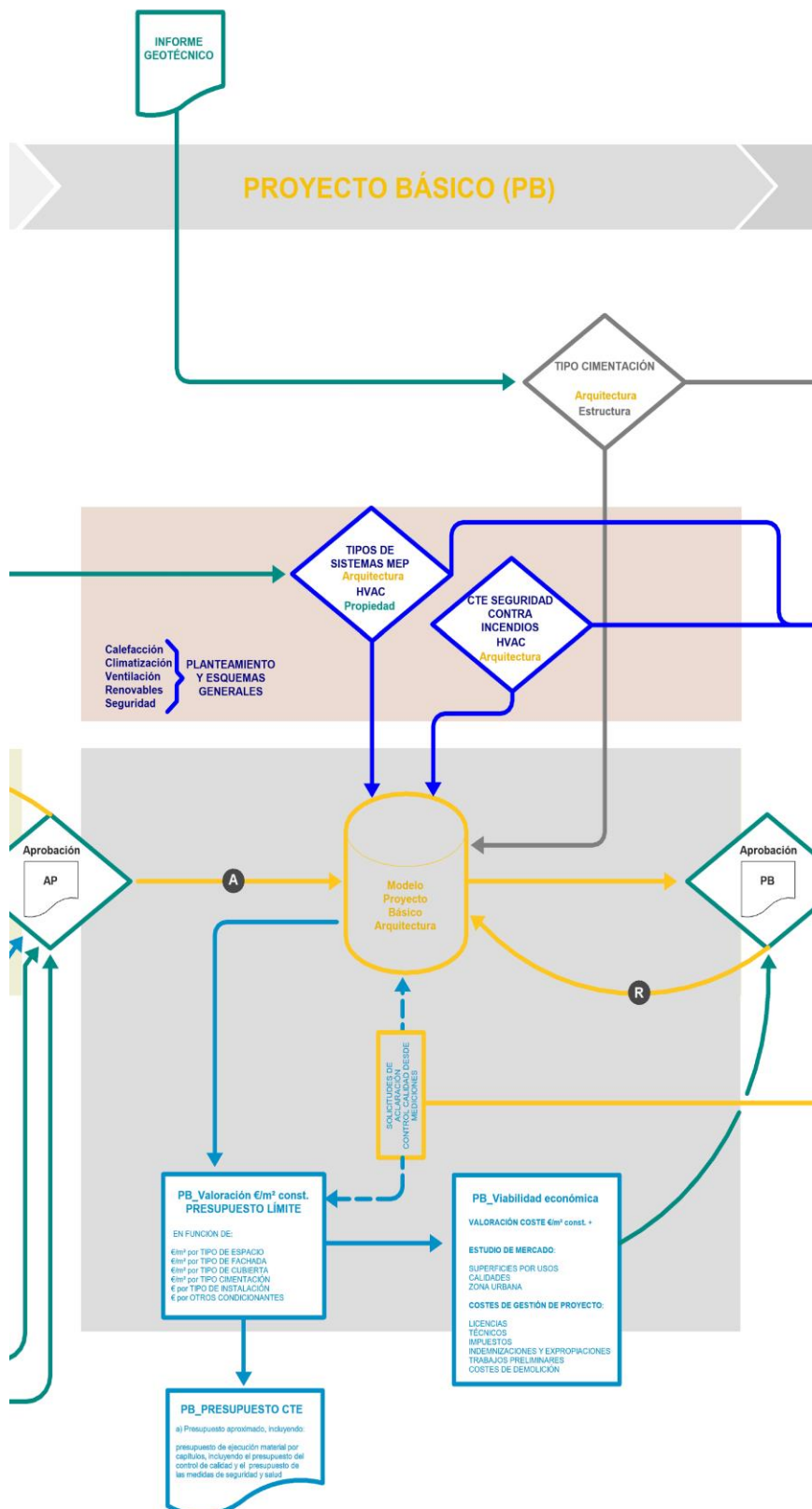
Associated Masterformat Sections: 01 83 00

B10 21-02 10 Superstructure

Associated Masterformat Sections: 01 83 13

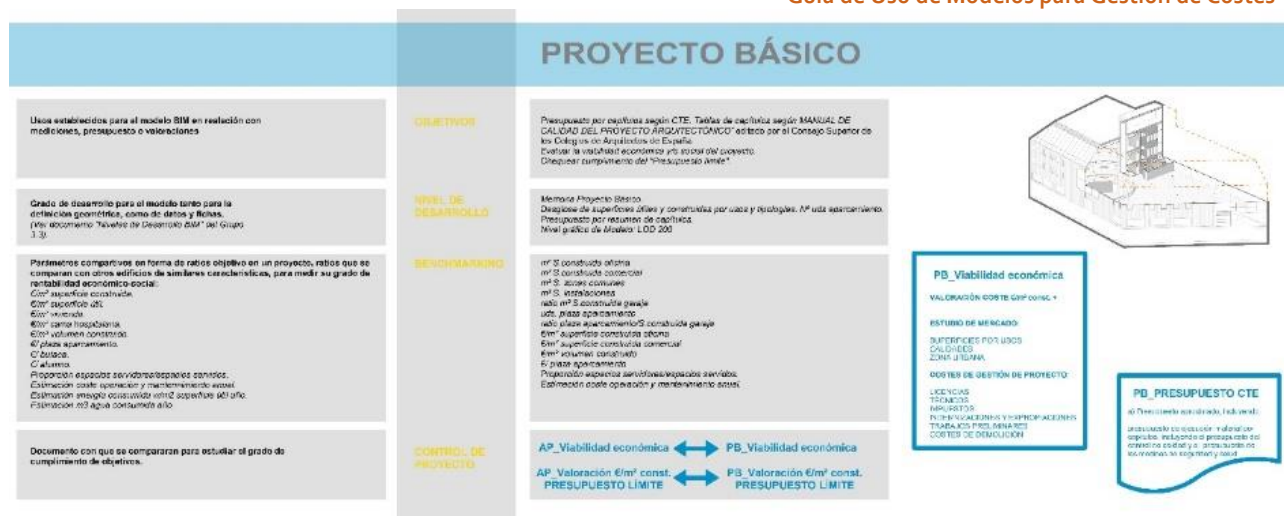
100	Assumptions for structural framing are included in other modeled elements such as an architectural floor element that contains a layer for assumed structural framing depth; or, schematic structural elements that are not distinguishable by type or material. Assembly depth/thickness or component size and locations still flexible.
-----	--

Fragmento LOD (Level of Development Specification), parte estructura aérea nivel de desarrollo 100.



Flujo de trabajo en fase de proyecto básico.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes



Ficha resumen Proyecto Básico. Ver en anejos.

10.6 RECOMENDACIONES EN FASE 4

10.6.1 MARCO LEGAL

Los proyectos de ejecución contendrán los siguientes contenidos por ley:

CTE. Parte I.

Artículo 6. Condiciones del proyecto

6.1. Generalidades

1. El proyecto describirá el edificio y definirá las obras de ejecución de este con el detalle suficiente para que puedan valorarse e interpretarse inequívocamente durante su ejecución.

2. En particular, y con relación al CTE, el proyecto definirá las obras proyectadas con el detalle adecuado a sus características, de modo que pueda comprobarse que las soluciones propuestas cumplen las exigencias básicas de este CTE y demás normativa aplicable. Esta definición incluirá, al menos, la siguiente información:

a) las **características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas** que se incorporen de forma permanente en el edificio proyectado, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse;

b) **las características técnicas de cada unidad de obra**, con indicación de las condiciones para su ejecución y las verificaciones y controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto. Se precisarán las medidas a adoptar durante la ejecución de las obras y en el uso y mantenimiento del edificio, para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos;

c) las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones finales del edificio; y

d) las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio terminado, de conformidad con lo previsto en el CTE y demás normativa que sea de aplicación.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

3. A efectos de su tramitación administrativa, todo proyecto de edificación podrá desarrollarse en dos etapas: la fase de proyecto básico y la fase de proyecto de ejecución. Cada una de estas fases del proyecto debe cumplir las siguientes condiciones:

b) el proyecto de ejecución desarrollará el proyecto básico y definirá la obra en su totalidad sin que en él puedan rebajarse las prestaciones declaradas en el básico, ni alterarse los usos y condiciones bajo las que, en su caso, se otorgaron la licencia municipal de obras, las concesiones u otras autorizaciones administrativas, salvo en aspectos legalizables. El proyecto de ejecución incluirá los proyectos parciales u otros documentos técnicos que, en su caso, deban desarrollarlo o completarlo, los cuales se integrarán en el proyecto como documentos diferenciados bajo la coordinación del proyectista.

4. En el Anejo I se relacionan los contenidos del proyecto de edificación, sin perjuicio de lo que, en su caso, establezcan las Administraciones competentes.

Anejo I

En este anejo se relacionan los contenidos del proyecto de edificación, sin perjuicio de lo que, en su caso, establezcan las Administraciones competentes. 4 Los marcados con asterisco (*) son los que, al menos, debe contener el Proyecto Básico.

IV. Mediciones –

Desarrollo por partidas, agrupadas en capítulos, conteniendo todas las descripciones técnicas necesarias para su especificación y valoración.

V. Presupuesto

Presupuesto aproximado* - Valoración aproximada de la ejecución material de la obra proyectada por capítulos.

Presupuesto detallado –

Cuadro de precios agrupado por capítulos –

Resumen por capítulos, con expresión del valor final de ejecución y contrata. –

Incluirá el presupuesto del control de calidad. –

Presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud

De la lectura del CTE se desprende que toda aquella documentación no gráfica, que no esté incorporada a los elementos de modelo se completará en las descripciones de las partidas de presupuesto, para cumplir con los requisitos que se establecen en el CTE de describir:

- características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas
- las características técnicas de cada unidad de obra

En los modelos BIM se modela hasta un cierto nivel de detalle geométrico, y se definen un número determinado de parámetros o atributos para añadir datos no gráficos e información de los diferentes elementos del modelo, pero será en la descripción de las partidas del presupuesto donde se detallen una

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

serie de prescripciones para la unidad de obra, que completarán, de forma coordinada con el resto de los documentos del proyecto, las prescripciones en dicha partida.

m2	Formación de muro de 40cm de espesor , encofrado a dos caras y ejecutado en condiciones complejas con encofrado metálico; realizado con hormigón armado HA-25/B/20/IIb fabricado en central y vertido con bomba, con una cuantía aproximada de acero B 500 S UNE 36068 de 58,6 kg/m³(no incluido en precio); elaborado, transportado y puesto en obra según la Instrucción EHE. Encofrado y desencofrado de los muros de hasta 3 m de altura, con paneles metálicos modulares. Incluso p/p de juntas y elementos para paso de instalaciones. Incluye: El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones. Replanteo del encofrado sobre la cimentación. Comprobación de la situación de las armaduras de espera. Colocación de la armadura con separadores homologados. Colocación de elementos para paso de instalaciones. Formación de juntas. Limpieza de la base de apoyo del muro en la cimentación. Encofrado a dos caras del muro. Vertido y vibrado del hormigón en capas inferiores a un metro de espesor. Desencofrado y curado del hormigón. Resolución de drenajes, mechinales y juntas de hormigonado. Limpieza de la superficie de coronación del muro. Protección hasta la finalización de las obras frente a acciones mecánicas no previstas en el cálculo. Parte proporcional de andamiajes y medios auxiliares. Criterio de medición de proyecto: volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto.[CCS010b]				
m107aco02...	Ud	Separador de plástico rígido, homologado para muros.	8,00	0,05	0,40
m108eme03...	m²	Encofrado y desencofrado a dos caras, en muros, con paneles me...	1,00	21,32	21,32
m110ha	m³	Hormigón HA-30/B/20/IIb, fabricado en central vertido con bomba	0,40	73,48	29,39
MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	0,16	15,81	2,53
MOOA11a	h	Peón especializado construcción	0,16	14,83	2,37
%	%	Costes Directos Complementarios	2,00	56,01	1,12
Costes Directos					57,13
%	%	Costes Indirectos	3,00	57,13	1,71
Coste Total por m2					58,84

Ejemplo de precio descompuesto. Se puede observar la cantidad de aspectos referentes a la unidad de obra, difícilmente definibles en un modelo BIM, y que afectan a la construcción y coste de esta.

10.6.2 PROCEDIMIENTOS DE EXTRACCIÓN DE MEDICIONES

10.6.2.1 Nomenclatura del modelo

La nomenclatura sobre ficheros, tipos, clases o subclases de elementos y materiales es uno de los puntos clave del éxito BIM, y lo que nos permite organizar la gran cantidad de datos de un modelo y convertirlos en información.

Los datos sin orden no son información.

Un sistema de nomenclatura bien definido, lo más sencillo posible, y claro ayudaran a dar un máximo aprovechamiento a la metodología BIM, entendiendo los modelos BIM como repositorios de una gran cantidad de metadatos, que podemos convertir en una base de datos.

Más importante que el hecho de que el modelo BIM es una representación o preconstrucción virtual en 3D del edificio, es el hecho de que es una base de datos, y como tal se debe pensar en el modelo a la hora de modelar y medir.

La correcta nomenclatura de los elementos modelados es tan importante como la correcta ubicación del elemento geométricamente en el modelo.

La nomenclatura de niveles, categorías de elementos o tipos de elementos, materiales, vínculos, subdisciplinas, clases de instalaciones, etc., se desarrollarán en los "Estándares BIM" con los que se desarrollará el proyecto, e irá anexada al BEP.

La nomenclatura se creará a la hora de modelar, de tal manera que los elementos modelados ya contengan la información de dicha nomenclatura, es decir en las tablas que automáticamente extractemos del modelo, los elementos ya tendrán una correspondencia y una definición con:

- El nivel donde se ha modelado

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

- El nombre de la tipo, clase o subclase con la que se ha modelado
- El espacio, área o habitación a que corresponda
- El nombre del sistema o instalación de la que sea parte
- El material con el que se ha modelado

De tal manera que el responsable de mediciones pueda ordenar las tablas que extraiga del modelo en función de los parámetros o atributos antes descritos, y hacer que en las líneas de medición aparezca esta información, de tal manera que se pueda seguir perfectamente la trazabilidad de la medición a través del modelo.

10.6.2.2 Medición por elementos

La tecnología de software BIM permite modelar con un detalle geométrico muy alto, extremo no recomendable pues el tamaño de los ficheros aumenta considerablemente, lo que ralentiza los procesos y crea problemas al trabajar con los modelos. Podríamos modelar geométricamente detalles como bisagras o herrajes de una puerta, pero como acabamos de comentar aumentaríamos el peso del modelo, además de invertir más tiempo en el mismo, quizás sin que nos aporte más que si modeláramos esas bisagras como dato de un parámetro o atributo “bisagras referencia” y “bisagras número” dentro del ejemplar de la puerta. Tendríamos la misma información que si modeláramos geométricamente cada bisagra, pero con un tamaño sensiblemente menor.

A la hora de extraer mediciones tenemos que tener claro cuáles de ellas las vamos a extraer directamente de elementos modelados geométricamente, y cuáles las extraeremos de datos y metadatos de los ejemplares.

Como podemos deducir esta decisión está íntimamente ligada a modos y estándares de modelado.

Por ejemplo podría decidirse en cierta fase del proyecto que se van a modelar las diferentes capas de los muros, con lo que podríamos extraer directamente del modelo el volumen o superficie de cada uno de los materiales de cada muro o tabique, o se podría decidir no modelar esas capas, todos los muros con una sola capa pero con su nomenclatura específica y una leyenda de muros detallando sus diferentes capas, con lo que extraeríamos las mediciones de las capas de los muros indirectamente a partir de las superficies de los muros.

Lo importante es que se conozca en cada fase con qué nivel de detalle se va a modelar, es decir que se modela y con qué precisión, y que elementos serán modelados geométricamente y cuáles como dato.

Los objetos BIM del software de los modeladores BIM permiten anidar objetos BIM dentro de otros objetos BIM, p.e.: dentro de un objeto BIM tipo lavabo se puede anidar un objeto BIM tipo grifería o varias, y ya en el modelo poder seleccionar el lavabo y elegir individualmente para cada lavabo que clase de grifería deseamos de entre las anidadas en el mismo. Esto nos permite por un lado extraer la medición exacta por piezas de lavabos por un lado y la medición exacta de griferías, sin necesidad de crear objetos BIM independientes de lavabos para cada combinación lavabo-grifería.

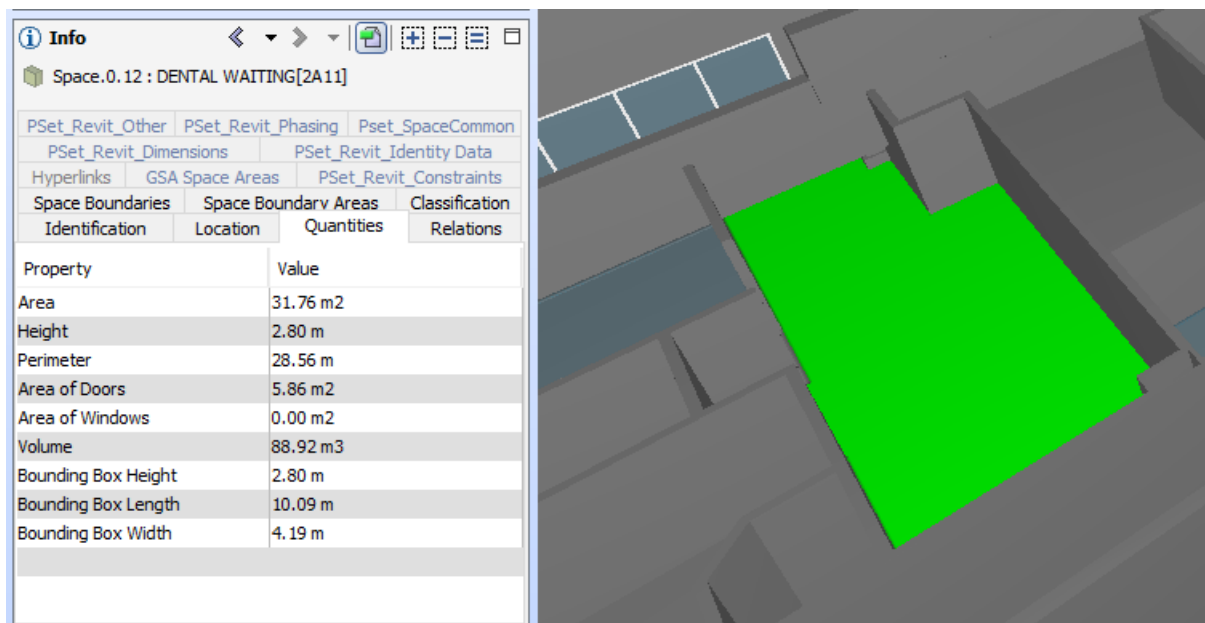
De nuevo la clave será como se haya modelado.

10.6.2.3 Medición por espacios

Una opción para extraer ciertas mediciones de acabados como: superficies de suelo, superficies de paredes, superficies de techo, perímetros de habitaciones para rodapiés etc., es extraer estas mediciones a partir de los datos de geometría de los espacios.

El elemento habitación BIM nos puede dar los siguientes datos de las habitaciones:

- Área Volumen
- Perímetro
- Altura



Ejemplo de elemento habitación con los parámetros o atributos de geometría. Solibri Model Viewer.

Con esta información podemos deducir, en la mayoría de las habitaciones, mediciones de:

- Acabados de suelo y rellenos de piso
- Pinturas y revestimientos de paredes
- Rodapiés
- Falsos techos

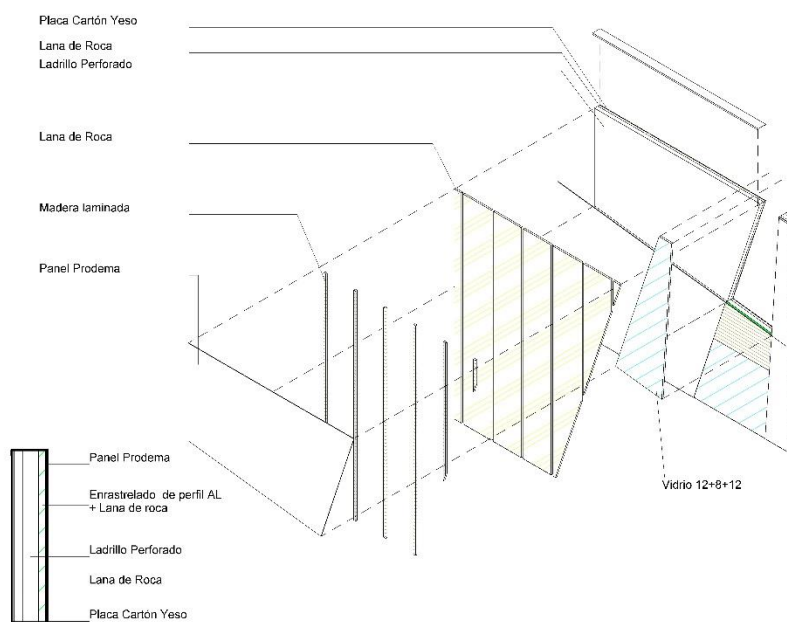
Sin tener que recurrir a la extracción de volumetrías o superficies de los elementos o piezas de muros y suelos.

10.6.2.4 Medición por subelementos

Algunos elementos de los modelos BIM tienen la complejidad de estar compuestos por capas, subelementos o piezas más básicas.

Por ejemplo, un muro puede estar modelado por un elemento que se puede despiezar en las diferentes capas de dicho muro, como unidades básicas que se corresponderían a los precios unitarios o simples del muro.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes



Ejemplo de despiece de fachada ventilada en sus diferentes capas y piezas.

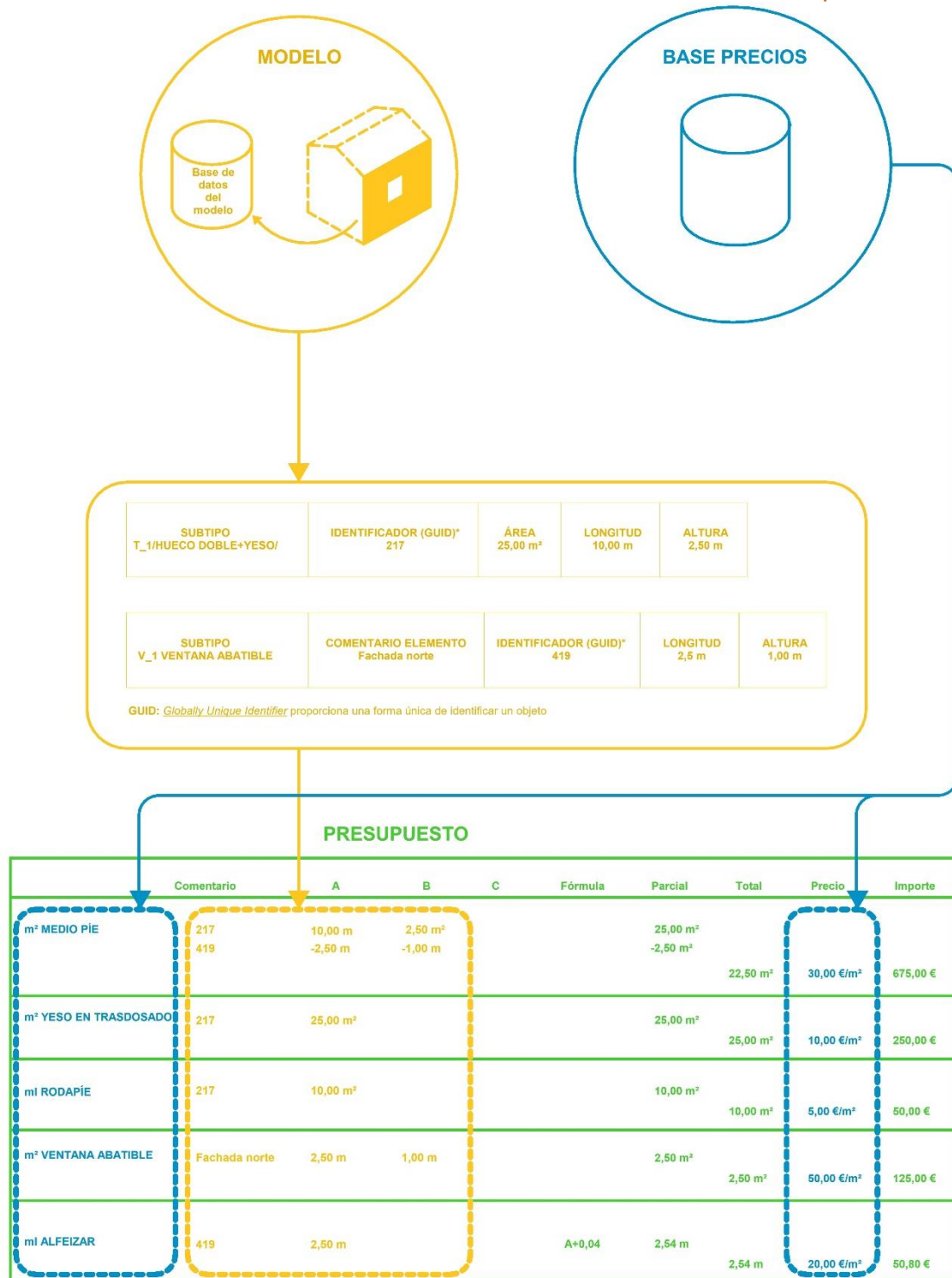
Es posible extraer de los modelos el recuento, las superficies y volúmenes de dichas piezas o subelementos.

10.6.3 ELEMENTOS, PARTIDAS Y LÍNEAS DE MEDICIÓN:

El flujo de trabajo de los programas de mediciones y presupuestos que trabajan con modelos BIM suele ser el siguiente:

- Lectura de los elementos, materiales y atributos que influyen en la medición desde el modelo.
- Asociación de los ítems anteriores a las partidas de la base o bases de precios que vayamos a utilizar.
- Adaptación de textos y descripciones de las partidas a la realidad del proyecto que se está presupuestando.
- Creación de las partidas nuevas que no encontremos en las bases de precios y asociación de las mismas a los ítems seleccionados en el punto 1.
- Elaboración y ordenamiento del presupuesto a partir de las partidas seleccionadas con las mediciones extraídas de los ítems del modelo asociados a las mismas en un árbol de capítulos.
- Medición de todos aquellos elementos y partidas que no se derivan directamente del modelo, bien por no ser modelables en un modelo coherente (ayudas, etc,...) bien por no estar modelados en un modelo con un LOD bajo.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes



Flujo de datos de modelo y bases de precios a presupuesto final

10.6.4 MEDICIONES NO EXTRACTADAS DESDE EL MODELO

Cuando hablamos de utilizar el modelo para extraer las mediciones es necesario tener claro que en el modelo no aparecerán todas las partidas del presupuesto, al no estar modeladas o ser de difícil representación gráfica.

En el modelo solo aparecerán elementos constructivos propios del edificio, es decir **costes directos**.

Los **costes indirectos** como la grúa, el sueldo del jefe de obra o el de staff técnico en la sede central de la constructora, obviamente no aparecerán en el modelo.

Pero nos quedan una serie de **costes directos**, unidades de obra, que tampoco aparecerán modelados.

Por un lado, tendremos partidas intangibles, como pueden ser las ayudas a instalaciones, andamios, permisos, proyectos, boletines eléctricos, que no pueden estar modelados.

Y por otro lado tendremos elementos que siendo tangibles no se modelaran, pues su modelado no es razonable hacerlo. Estamos hablando de un perfil de cambio de pavimento, o de un rodapié, que puede o no ser modelado.

En el caso del rodapié podemos extraer su medición a partir del perímetro de habitaciones, dato que si podemos extraer del modelo.

En el caso del perfil de cambio de pavimento lo razonable es que esté representado en un detalle en 2D, aunque siempre se puede decidir tanto éste como el rodapié. Para decidir si se modela esta clase de elementos hay que hacer un balance entre los beneficios de modelarlo y su coste, o si fuese contraproducente para el modelo pues éste pesará más y podría acarrear problemas de manejo de este.

Al responsable de mediciones le vendrá muy bien el modelo de todos los elementos, pues si están modelados, la extracción de sus mediciones será automática, pero como acabamos de comentar es necesario valorar la conveniencia o no de modelarlos.

En cualquier caso, una vez tomada la decisión, esta quedará reflejada en los estándares de modelado, para que todos, sobre todo modeladores y responsables de mediciones, tengan claro que va a aparecer en el modelo y que no.

Una vez se tiene claro que se va a modelar, y que se va a encontrar el responsable de mediciones en el modelo, habrá dos listas de partidas:

- partidas cuyas mediciones se extraerán directamente del modelo o indirectamente (como el caso del rodapié medido por el perímetro de habitaciones).
- partidas que no están modeladas, ni se podrá extraer su medición del modelo ni directa ni indirectamente.

Todo lo que no esté en alguna de estas dos listas de precios, quedará fuera del presupuesto.

Es recomendable que estas listas se formalicen, como documentación del proceso BIM, los típicos listados de unidades, para mantener la trazabilidad de las mediciones en proyecto.

10.6.5 PARTIDAS ALZADAS

Cuando un elemento de proyecto es de difícil cuantificación, por su complejidad, o porque no se conocen aún todas las características técnicas y dimensiones de este, no se puede realizar una descomposición de la unidad para crear el precio unitario, ni fijar sus dimensiones definitivas, por lo que se valora en su conjunto sin proceder a su descomposición como unidad de obra.

En este caso se genera una partida alzada en el presupuesto.

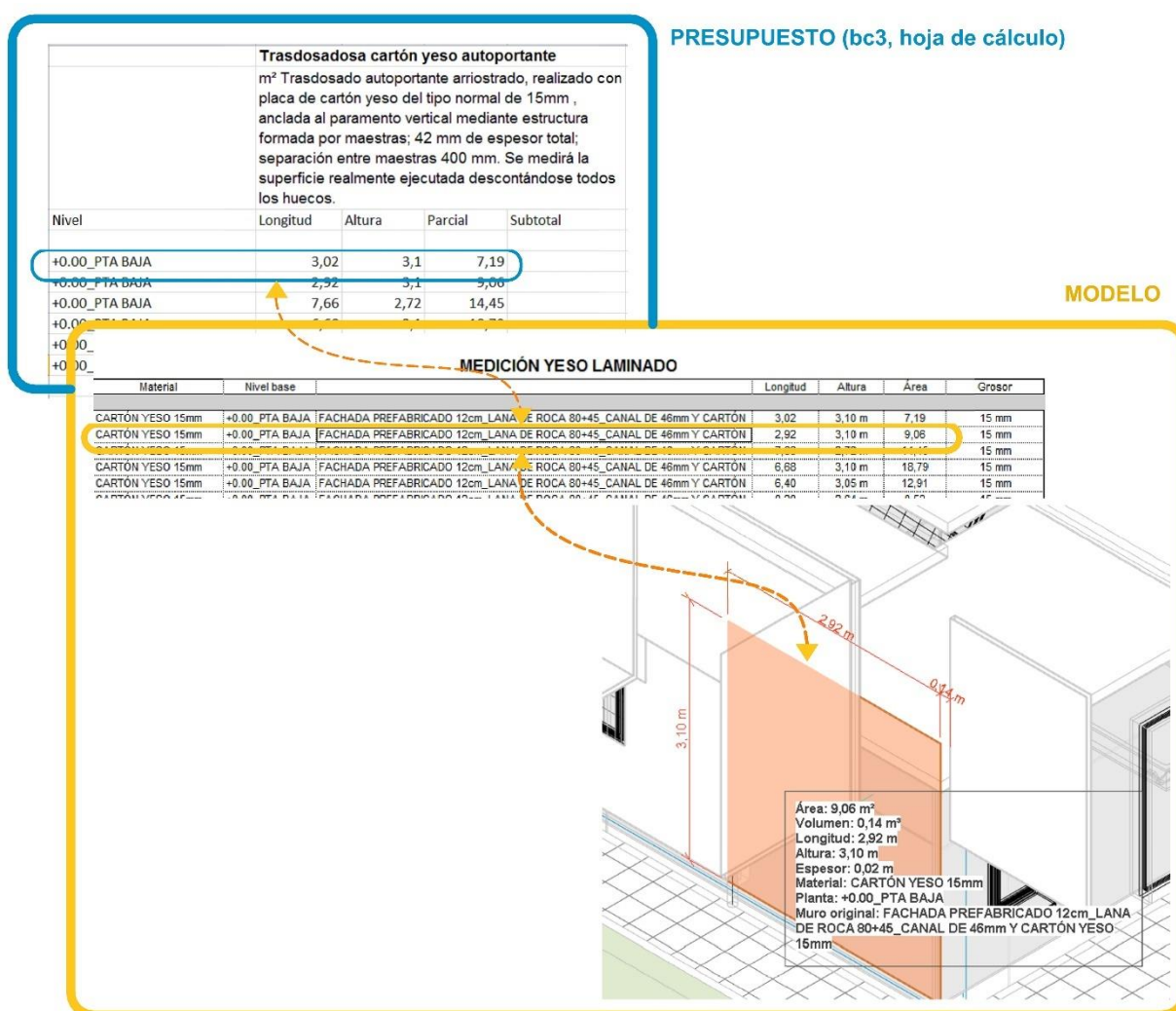
Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

En modelos BIM esto se podría corresponder con objetos BIM o familias con definiciones muy básicas, quizás solo como una volumetría aproximada y características fundamentales, a especificar en fases posteriores, o con partidas no representadas en el modelo por no tener geometría, como por ejemplo la conservación de elementos durante una obra.

Las partidas alzadas serán normalmente un caso de unidad de obra que no se extraerá del modelo.

10.6.6 TRAZABILIDAD DE LA MEDICIÓN

Se entiende como trazabilidad de la medición al procedimiento por el cual podemos conocer la ubicación de elementos contenidos en una línea de medición, de tal manera que un tercero ajeno al proceso de presupuestación tendría la posibilidad de localizar y seguir el rastro a cualquier elemento presupuestado, desde las líneas de medición del presupuesto hasta el modelo.



Esquema de trazabilidad mediciones, desde la base de datos del modelo hasta el presupuesto, y al modelo geométrico.

La trazabilidad de las mediciones permite a cualquier agente del proceso, en todas las fases del proyecto y construcción, comprobar el origen en el modelo o en plano de las líneas de medición del presupuesto o certificación de obra, para validar estos.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

Esta labor de trazabilidad es una de las que más se beneficia en la metodología BIM, ya que esa trazabilidad que antes teníamos que ejecutar manualmente colocando una descripción en cada línea de medición, normalmente en una columna de comentarios, ahora se va a rellenar automáticamente, ya que, con la medición de cualquier elemento del modelo, vamos a poder acompañar cualquiera de los parámetros o atributos que lo definen, como, por ejemplo:

- El nivel
- El elemento principal de donde sale, si se trata de un subelemento o pieza (p.e: el tipo, clase o subclase de muro si lo que estamos midiendo es el enfoscado de una fachada)
- La longitud
- El espesor
- El identificador del objeto en el modelo (ID o GUID)

Estas herramientas van a facilitar los procesos de revisión de certificaciones durante la fase de obra, ya que podremos resaltar y visualizar cualquier conjunto de líneas de medición en el modelo de forma muy sencilla, puesto que cada una de ellas se corresponderá con un elemento del modelo.

Como podemos ver en la figura anterior el modelo BIM vuelca al presupuesto, una serie de datos del muro como la longitud, la altura, el grosor, el nivel desde donde arranca, para crear la trazabilidad de la medición. Podríamos haber lanzado también el GUID, que es único para cada elemento del modelo con lo que la relación elemento-línea de medición del muro habría sido inequívoca.

La localización en la geometría 3D de dicho elemento desde las tablas del modelo es automática, con lo que podemos crear una vista donde quede resaltado cualquier conjunto de líneas de medición.

Un aspecto muy a tener en cuenta para una correcta trazabilidad de la medición es la nomenclatura y clasificación utilizada a la hora de numerar y definir espacios y niveles (*room numbering guidelines* y *space assignment*), tipos, clases o subclases de elementos en el modelo. Los estándares para una metodología de numeración y calificación de espacios nos van a permitir establecer un orden de espacios en el modelo, que no sólo nos va a servir para una correcta trazabilidad de la medición, sino que además quedarán en el modelo para organizar la nomenclatura de los subsistemas de instalaciones, gestión de espacios para el Facility Management, etc.

Apuntamos aquí las recomendaciones del Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo: *“cuando sea posible, los sistemas de clasificación y los formatos de intercambio de datos deberían emplear estándares existentes. Se recomienda que los programas nacionales eviten “reinventar la rueda” desarrollando nuevos formatos de intercambio de datos”*.

10.7 CRITERIOS Y UNIDADES DE MEDICIÓN

Uno de los elementos más importantes a la hora de describir una unidad de obra, y cuya falta de definición puede acarrear largas discusiones en los procesos de certificación en fase de obra, que incluso pueden desembocar en reclamaciones judiciales, son los criterios de medición. Es recomendable marcarlos de manera muy nítida para evitar interpretaciones.

La base de datos que es el modelo BIM tiene exactamente las dimensiones de todos los elementos que contiene nuestro diseño, las áreas, los volúmenes, las longitudes; descontando todos los huecos y recortes de cualquier elemento del modelo. También contiene el dato de las dimensiones del muro antes de dichas inserciones de ventanas, puertas y huecos, es decir, a cinta corrida, por lo que tendremos que decidir cuál de las mediciones queremos, si la neta descontando todo clase de huecos, o incluso eligiendo el tamaño

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

del hueco a descontar, o la total, a cinta corrida. Los softwares más habituales de presupuestación en BIM tienen la posibilidad de elegir entre dichas mediciones para asignar a una unidad de obra.

Esto puede significar un cambio en los criterios de medición aplicados tradicionalmente. Por ejemplo, las cubiertas, que se solían medir por su proyección horizontal, en procesos BIM lo lógico sería medirlas en verdadera magnitud, pues es un dato que tenemos directamente del modelo.

Por otra parte, todos los huecos, ventanas y puertas guardan el dato del muro donde están insertados, es decir, guardan el dato de en qué muro, suelo o cubierta están colocados, de tal manera, que el software que empleemos para confeccionar nuestros presupuestos desde un modelo BIM, puede realizar la labor de relacionar los huecos con sus anfitriones y decidir cuáles de ellos descontar o no, para realizar mediciones con el tradicional criterio de descontar huecos de una determinada dimensión.

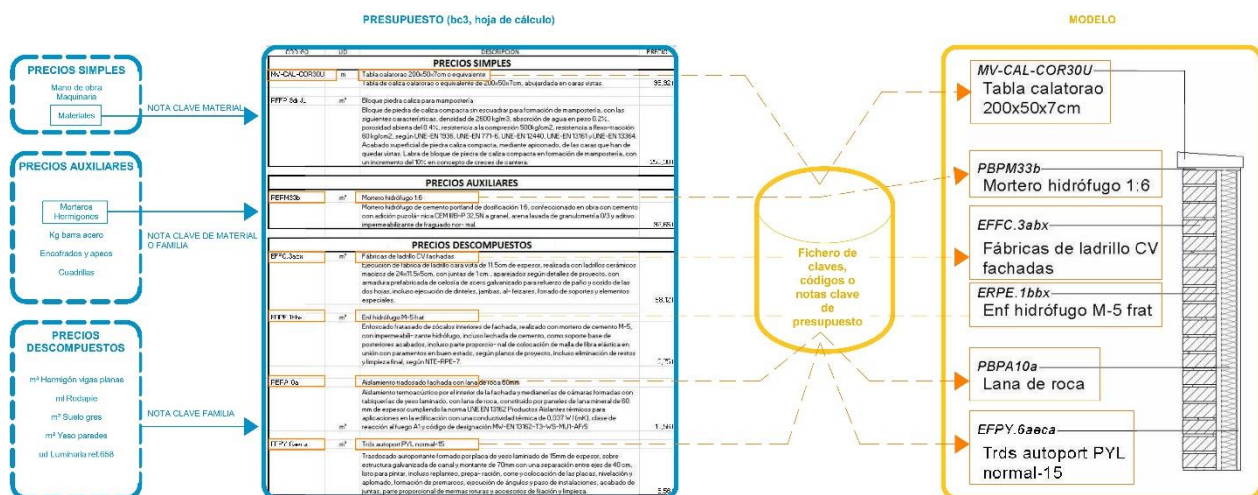
Respecto a las unidades de medición a utilizar, la metodología BIM no va a cambiar los criterios a utilizar, estas puedan estar indicadas en el pliego de condiciones del proyecto, y por supuesto mantenerse el criterio establecido en la descripción de la unidad, a la hora de extraer datos de mediciones del modelo.

No es ningún problema, pues la base de datos del modelo puede adaptarse a las unidades que necesitemos a la hora de mostrar datos.

10.8 COHERENCIA ENTRE DOCUMENTOS DE PROYECTO

Una de las ventajas que BIM puede aportar a los proyectos es la coherencia entre los diferentes entregables o documentos del proyecto. En el caso de los planos, esa coherencia es clara, una ventana está modelada en una determinada posición de un muro, y es el software BIM quien se encarga de crear la planta, el alzado o la sección donde se ve esa ventana, y en la posición correcta en cada vista. Si esa ventana cambia de posición las respectivas plantas, alzados y secciones se actualizarán a la nueva posición de la ventana.

En el caso de las mediciones y presupuesto tenemos que crear flujos de trabajo para mantener la coherencia de datos entre las mediciones y el modelo.



En la imagen anterior tenemos un esquema que nos muestra cómo establecer una correspondencia entre el presupuesto y los elementos del modelo.

Entenderemos que cada “tipo, clase o subclase” (tabique entre viviendas, puerta de entrada portal, luminaria, pasillo, zonas comunes, etc.) se corresponde con uno o varios “precios descompuestos” del presupuesto, y las diferentes piezas o capas que componen ese muro, ventana o vierteaguas, se pueden hacer corresponder con “precios simples” o “precios auxiliares”.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

Podemos realizar esa correspondencia a través de parámetros o atributos, tanto en los tipos, clases o subclases, como en los materiales que componen esos tipos, clases o subclases.

Vamos a añadir a los materiales y tipos, clases o subclases una información que los relacione con el presupuesto, vamos a crear un parámetro o atributo que contenga el dato del código o descripción corta que se corresponda con la base de precios del presupuesto.

En los presupuestos todos los precios simples, auxiliares y descompuestos tienen códigos o descripciones cortas, y será ese código de presupuesto o esa descripción corta la que escribiremos como dato en cada tipo, clase o subclase o material del modelo, para lograr que exista la correspondencia antes mencionada.

Podemos hacer que esas correspondencias “tipo, clase o subclase/material-precio”, que es una tarea no automática que requiere de tiempo, se mantengan de un proyecto a otro.

En BIM tenemos que acostumbrarnos a trabajar con librerías de tipos y materiales, que tendrán incorporado, como dato en un parámetro o atributo específico, el código y descripción corta que figure en la base de precios con la que trabajemos en los programas de presupuestos y mediciones.

De esa manera la correspondencia “tipo, clase o subclase /material-precio” será automática.

En el caso de partidas nuevas que no aparezcan en las bases de precios, primero crearemos el “precio”, que incorporaremos a la base, y después modelaremos el dato “código descripción corta” en el tipo, clase o subclase o material.

De esta manera iremos completando nuestra base de precios con los tipo, clase o subclase y materiales que vayamos incorporando a nuestros modelos.

10.8.1 DOCUMENTOS PARA MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE PROYECTO

En esta fase confeccionaremos el presupuesto completo tal y como se indica en el CTE, de tal manera que la información que incorpore, en el texto de las unidades de obra y en las líneas de medición, complementa la información del modelo para que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas del proyecto queden definidas, así como sus condiciones de ejecución y control.

En otras palabras, el presupuesto cubrirá aquella parte de información donde el modelo no llegue.

El presupuesto del proyecto de ejecución contemplará dos aspectos ya tratados en este texto:

- La trazabilidad de las mediciones
- La coherencia entre la información del presupuesto y modelo.

10.8.1.1 Cuadros de Precios

Los cuadros de precios unitarios, auxiliares y descompuestos, no se extraerán automáticamente del modelo, por ejemplo, para el cuadro de precios simples o unitarios, el modelo no tiene datos sobre la maquinaria y la mano de obra, pero sí tendrá los datos de diferentes materiales utilizados en los diferentes elementos del modelo tal y como se puede ver en la tabla mostrada a continuación.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

🔍	Listado Materiales
	Nombre Material
	Ladrillo, común
	Bloques de hormigón
	Enrase de metal
	Aire
	Aislamiento rígido
	Aislamiento contra la humedad
	Tablero de muro de yeso
	Ladrillo, común
	Bloques de hormigón
	Enrase de metal
	Aire
	Aislamiento rígido
	Aislamiento contra la humedad
	Tablero de muro de yeso
	Ladrillo, común
	Bloques de hormigón
	Enrase de metal
	Aire
	Aislamiento rígido
	Aislamiento contra la humedad
	Tablero de muro de yeso
	Ladrillo, común
	Bloques de hormigón
	Enrase de metal

Tabla de listado de materiales extractada de un modelo.

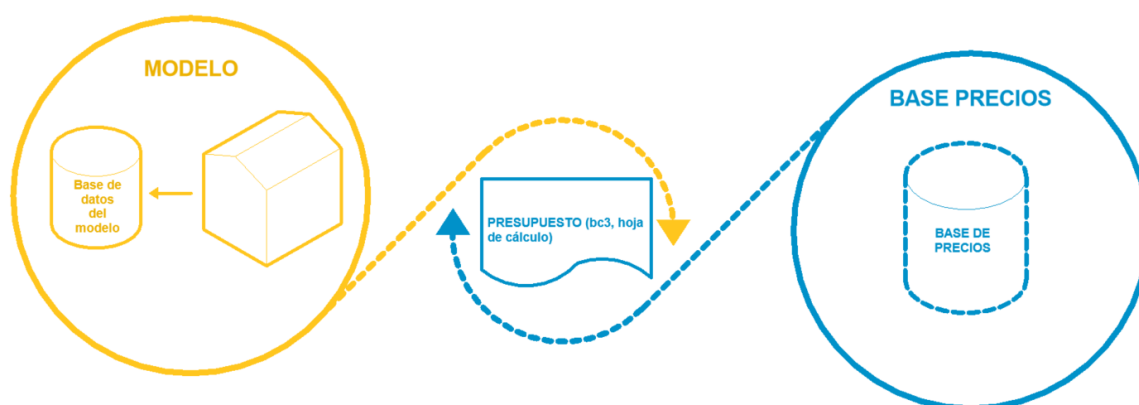
Sin embargo, el modelo BIM como base de datos contiene una relación de todas las familias, objetos, piezas y subelementos que lo componen, así como de todos los materiales usados en el modelo, relación que en cierta medida se asemeja a cuadros de precios auxiliares y descompuestos, por lo que dichas relaciones nos servirán para chequear que dichos cuadros son correctos, y que todas las familias u objetos, piezas y elementos, así como materiales están incluidos en ellos, aunque no todos, ya que como hemos comentado no todas las partidas de un presupuesto van a salir del modelo.

🔍	MEMORIA TIPOS DE MURO	
Nombre de muro	Tipología	Material
MURO PIEDRA CALVIA 8 CM	P01	Aplacado piedra mallorquina 2-3 cm
PLD.13 DIRECTO	Pd02	PINTURA BLANCA
PLD.13 DIRECTO	Pd02	PLADUR VERTICAL 13 mm
PLD.13+13/AT.46	Pd1	Aislamiento -46mm - EPX 30Kg/m3
PLD.13+13/AT.46	Pd1	PINTURA BLANCA
PLD.13+13/AT.46	Pd1	PLADUR VERTICAL 13 mm
PLD.13+13/AT.46/13+13	Pd03	Aislamiento -46mm - EPX 30Kg/m3
PLD.13+13/AT.46/13+13	Pd03	PINTURA BLANCA
PLD.13+13/AT.46/13+13	Pd03	PLADUR VERTICAL 13 mm
PLD.13+13/AT.46/13+13 VERDE	Pd03v	Aislamiento -46mm - EPX 30Kg/m3
PLD.13+13/AT.46/13+13 VERDE	Pd03v	PLADUR ANTIHUMEDAD 13 mm
PLD.13+13/AT.46/13+13 VERDE	Pd03v	PLADUR VERTICAL 13 mm
PLD.13+13/AT.80/AT.70/13+13	Pd06	Aislamiento -70mm - EPX 30Kg/m3
PLD.13+13/AT.80/AT.70/13+13	Pd06	Aislamiento -80mm - EPX 30Kg/m3
PLD.13+13/AT.80/AT.70/13+13	Pd06	PLADUR VERTICAL 13 mm
PLD.13+13VERDE/AT.46/13+13 VERDE	Pd03b	Aislamiento -46mm - EPX 30Kg/m3
PLD.13+13VERDE/AT.46/13+13 VERDE	Pd03b	PLADUR ANTIHUMEDAD 13 mm
PLD.AT.46/13+13 VERDE		Aislamiento -46mm - EPX 30Kg/m3
PLD.AT.46/13+13 VERDE		PLADUR ANTIHUMEDAD 13 mm
PLD.AT.80/AT.70/13+13	Pd04	Aislamiento -70mm - EPX 30Kg/m3
PLD.AT.80/AT.70/13+13	Pd04	Aislamiento -80mm - EPX 30Kg/m3
PLD.AT.80/AT.70/13+13	Pd04	PLADUR VERTICAL 13 mm

Ejemplo de listado tipologías de muros con sus diferentes materiales, extractada de modelo BIM.

10.8.1.2 Precios descompuestos

El procedimiento de confeccionar presupuestos con modelos BIM se basa en asociar unidades de una base de precios, con mediciones extractadas de la base de datos que es el modelo, tanto si trabajamos con hojas de cálculo, como en la mayoría de los softwares que realizan presupuestos a partir de modelos.

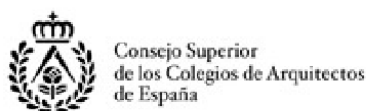


Esquema de relación en el presupuesto entre Base de Precios y datos del modelo.

Esta asociación de tipos, clases, subtipos o familias de objetos, de cantidades o tablas extractadas del modelo, con unidades de la base de precios, la realizará el responsable de ejecutar el presupuesto, coordinando la información gráfica y geométrica, los datos y fichas del modelo en fase de proyecto de ejecución, con la descripción de dicha unidad, de tal manera que ésta descripción complete y refuerce la información del modelo, pues como ya hemos comentado no toda la información de proyecto estará en el modelo.

Si recordamos el capítulo “Coherencia entre documentos de proyecto” podemos dejar constancia de esta asociación modelo-presupuesto a través de algún parámetro o atributo en los tipos o clases del modelo, haciendo vincular este con el código de la unidad en el presupuesto.

Con el objetivo de que el modelo sea una base de datos lo más ordenada posible, tenemos que pensar en la estructura de capítulos. Una buena idea a la hora de crear esta estructura sería apoyarse en documentos ya existentes como por ejemplo en el “*MANUAL DE CALIDAD DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO*” editado por el Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España, documento de libre acceso en internet.



MANUAL DE CALIDAD DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO. Parte 2.

1.I

1er DOCUMENTO	2º CAPITULO	3º APARTADO	4º SUBAPARTADO	5º EPÍGRAFE menos desarrollado
Coherencia documental				

IV	MEDICIONES			
M01	<input type="checkbox"/> Mediciones.			
	<input type="checkbox"/> Desarrollo por partidas, agrupadas en capítulos, conteniendo todas las descripciones técnicas necesarias para su especificación y valoración.			
V	PRESUPUESTO			
P01	<input type="checkbox"/> Presupuesto.			
	P01.1 <input type="checkbox"/> Presupuesto detallado.			
	<input type="checkbox"/> Cuadro de precios agrupado por capítulos.			
	<input type="checkbox"/> Resumen por capítulos, con expresión del valor final de ejecución y contrata.			
				<input type="checkbox"/> Trabajos previos, replanteo y adecuación del terreno
				-Sustentación del edificio; sistema Estructural
				<input type="checkbox"/> Cimentación y contención de tierras
				<input type="checkbox"/> Estructura portante y estructura horizontal
				-Sistema envolvente y acabados exteriores
				<input type="checkbox"/> Fachadas (y medianeras)
				<input type="checkbox"/> Cubiertas
				<input type="checkbox"/> Huecos en fachada.
				Carpintería exterior (y cristaleamiento)

Parte "Presupuesto" del MANUAL DE CALIDAD DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO" editado por el Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España.

También puede usarse como base, buscando una estandarización internacional de la presentación de presupuestos, las fichas recogidas en los "Estándares Internacionales de medición en construcción" que buscan una coordinación global y mundial en la presentación de costes, procurando hacer comparables en cualquier parte del mundo, los costes asociados a una inversión inmobiliaria. Estos estándares y su traducción al castellano están disponible gratuitamente en <https://icms-coalition.org/the-standard/>.

En la actualidad, la forma en que se presentan los costes de construcción, fundamentalmente la estructura en la que se organizan, dificulta la comparación de proyectos en todo el mundo, lo que aumenta el riesgo para las inversiones y dificulta la transparencia. Debido a esto, en el seno del Fondo Monetario Internacional, se creó la Coalición en el año 2015. Organizaciones de todo el mundo se unieron para crear un nuevo sistema universal que, por primera vez, permita la comparación global de los costos de los proyectos de construcción entre países. Después de años de colaboración entre la Coalición y 27 expertos en el Comité de Establecimiento de Normas, estos estándares han sido publicados, y gracias a la participación del Consejo General de la Arquitectura Técnica como miembro de esta Coalición, han sido traducidos al castellano, tratando de facilitar su aplicación en España.



Estándares internacionales de medición en la construcción: Coordinación global en la presentación de costes de construcción

Coalición internacional de estándares de medición en la construcción



Portada estándares internacionales de medición en la construcción. ICMS

Estos estándares no buscan modificar la forma en que se miden los proyectos, o el sistema o subsistemas en los que se dividen las diferentes unidades de medición. Tan solo trata de que la presentación de los costes se agrupe de manera uniforme, indicando en que niveles se deben dividir y que tipo de costes se asocian a cada uno de ellos, de manera que se obtenga un resumen de costes que realmente sea comparable entre diferentes proyectos y países, según una tabla resumen diseñada y explicada en los estándares.

También facilitan una ficha resumen para incorporar las características principales del proyecto, como ubicación, propiedad, usos principales, superficies, etc... Los estándares ICMS están desarrollados tanto para proyectos residenciales, como de infraestructuras tales como carreteras, vías férreas, puentes, túneles, conductos, etc.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

Código de coste	Descripción	Edificios			
		M\$	\$/m ²	\$/m ²	% de '0'
	Cantidad de proyectos				
			IPMS 1 Superficie (m ²)	IPMS 2 Superficie (m ²)	
0	Coste de inversión total ('1' + '2' + '3')				
1	Costes de inversión de construcción				
1.01	Demolición, preparación del terreno y formación				
1.02	Subestructura				
1.03	Estructura				
1.04	Trabajos arquitectónicos trabajos no estructurales				
1.05	Instalaciones y equipos				
1.06	Drenaje de superficie y subterráneo				
1.07	Trabajos exteriores y complementarios				
1.08	Preliminares gastos generales del constructor requisitos generales				
1.09	Provisión de riesgo				
1.10	Impuestos y tasas				
2	Costes de inversión asociados				
2.01	Trabajos y servicios adicionales				
2.02	Suministros, equipo y mobiliario final				
2.03	Asesoramiento y supervisión de la construcción				
2.04	Provisión de riesgo				
3	Costes de adquisición de emplazamiento y otros costes del cliente				
3.01	Adquisición de emplazamiento				
3.02	Gastos administrativos, financieros, jurídicos y de marketing				

Plantilla informe resumen de costes. ICMS

Ya existen herramientas informáticas que pueden presentar el resumen de costes de acuerdo con estos estándares, siempre que las unidades de la base de precios o del modelo de hayan codificado adecuadamente.

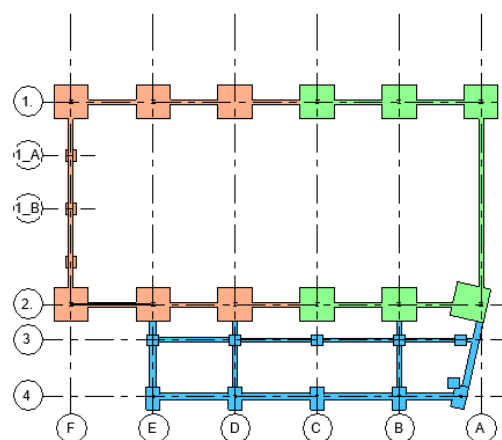
10.8.2 CONTROL DE CALIDAD Y GESTIÓN DE RESIDUOS

Las unidades de estos capítulos, no se corresponderán a elementos geométricos modelados, pero si podrán extractarse de éstos.

Por ejemplo, se pueden incorporar parámetros o atributos de previsión de control de calidad en los elementos del modelo, indicando ensayos para los mismos e incorporando la previsión del control de calidad durante la obra y el cálculo de éstos.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

CONTROL HORMIGÓN								
CLASE	SUBCATEGORÍA / TIPO	LOTIFICACIÓN HORMIGÓN		SERIES			FECHA DE HORMIGONADO	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA
		LOTE	SERIE	RESISTENCIA A 6 DÍAS	RESISTENCIA A 28 DÍAS	RESISTENCIA A 60 DÍAS		
Cimentación estructural	300 x 300 x 10 cm	CIM_1	A	20,50 kN/m²	30,10 kN/m²	32,90 kN/m²	20/170512	25,00 kN/m²
Cimentación estructural	300 x 300 x 10 cm	CIM_1	A	20,50 kN/m²	30,10 kN/m²	32,90 kN/m²	20/170512	25,00 kN/m²
Cimentación estructural	300 x 300 x 10 cm	CIM_1	A	20,50 kN/m²	30,10 kN/m²	32,90 kN/m²	20/170512	25,00 kN/m²
Cimentación estructural	300 x 300 x 10 cm	CIM_1	A	20,50 kN/m²	30,10 kN/m²	32,90 kN/m²	20/170512	25,00 kN/m²
Cimentación estructural	300 x 300 x 10 cm	CIM_1	A	20,50 kN/m²	30,10 kN/m²	32,90 kN/m²	20/170512	25,00 kN/m²
Cimentación estructural	100 x 100 x 45 cm	CIM_1	A	20,50 kN/m²	30,10 kN/m²	32,90 kN/m²	20/170512	25,00 kN/m²
Cimentación estructural	100 x 100 x 45 cm	CIM_1	A	20,50 kN/m²	30,10 kN/m²	32,90 kN/m²	20/170512	25,00 kN/m²
Cimentación estructural	100 x 100 x 45 cm	CIM_1	A	20,50 kN/m²	30,10 kN/m²	32,90 kN/m²	20/170512	25,00 kN/m²
Cimentación estructural	300 x 300 x 10 cm	CIM_1	A	20,50 kN/m²	30,10 kN/m²	32,90 kN/m²	20/170512	25,00 kN/m²
Armazón estructural	400 x 700	CIM_1	A	20,50 kN/m²	30,10 kN/m²	32,90 kN/m²	20/170512	25,00 kN/m²
Armazón estructural	400 x 700	CIM_1	A	20,50 kN/m²	30,10 kN/m²	32,90 kN/m²	20/170512	25,00 kN/m²
Cimentación estructural	300 x 300 x 10 cm	CIM_1	A	20,50 kN/m²	30,10 kN/m²	32,90 kN/m²	20/170512	25,00 kN/m²
Cimentación estructural	300 x 300 x 10 cm	CIM_1	A	20,50 kN/m²	30,10 kN/m²	32,90 kN/m²	20/170512	25,00 kN/m²
Cimentación estructural	300 x 300 x 10 cm	CIM_1	A	20,50 kN/m²	30,10 kN/m²	32,90 kN/m²	20/170512	25,00 kN/m²
Cimentación estructural	300 x 300 x 10 cm	CIM_1	A	20,50 kN/m²	30,10 kN/m²	32,90 kN/m²	20/170512	25,00 kN/m²
Armazón estructural	400 x 700	CIM_1	A	20,50 kN/m²	30,10 kN/m²	32,90 kN/m²	20/170512	25,00 kN/m²
Armazón estructural	400 x 700	CIM_1	A	20,50 kN/m²	30,10 kN/m²	32,90 kN/m²	20/170512	25,00 kN/m²
A: 17								
Cimentación estructural	300 x 300 x 10 cm	CIM_1	B	31,80 kN/m²	20,50 kN/m²	33,40 kN/m²	20/170519	25,00 kN/m²
Cimentación estructural	300 x 300 x 10 cm	CIM_1	B	31,80 kN/m²	20,50 kN/m²	33,40 kN/m²	20/170519	25,00 kN/m²

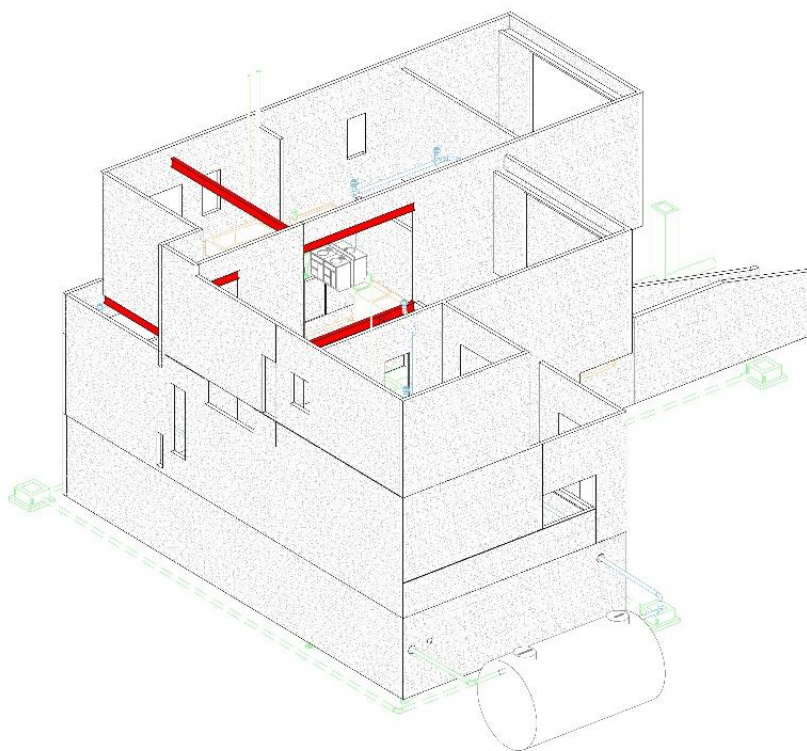


Ejemplo de parámetros o atributos de control de calidad para elementos hormigonados. Tabla extractada del modelo con datos de lote, serie, fecha de hormigonado y resistencia, junta a planta de cimentación, coloreada en función del lote y la serie de control del hormigón.

En cuanto a la “gestión de residuos”, de la misma manera que en control de calidad, podemos incorporar a los tipos, clases, subtipos o familias del modelo, parámetros o atributos con la incidencia de residuos por m² o m³ de dicho elemento, indicando la naturaleza del residuo, de tal manera que podremos cuantificar la generación de éstos en la obra.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

GESTIÓN DE RESIDUOS MUROS				
SUBTIPO	% m³ RCD/m² FACHADA O PARTICIÓN	REUTILIZACIÓN	CÁLCULO RESIDUOS	
			Área	TOTAL RESIDUOS POR SUBCATEGORÍA/TIPO MURO
MURO PIEDRA CALVIÁ 8 CM	0,156	Si	110,64 m²	17,26 m³
PLD.13 DIRECTO	0,075	No	63,33 m²	4,75 m³
PLD.13+13/AT.46	0,069	No	24,16 m²	1,67 m³
PLD.13+13/AT.46/13+13	0,095	No	90,04 m²	8,55 m³
PLD.13+13/AT.46/13+13 VERDE	0,095	No	28,30 m²	2,69 m³
PLD.13+13/AT.80/AT.70/13+13	0,095	No	12,17 m²	1,16 m³
PLD.13+13VERDE/AT.46/13+13 VERDE	0,07	No	1,83 m²	0,13 m³
PLD.AT.46/13+13 VERDE	0,07	No	5,89 m²	0,41 m³
PLD.AT.80/AT.70/13+13	0,07	No	255,21 m²	17,86 m³
PLD.AT.80/AT.70/13+13 verde	0,07	No	5,42 m²	0,38 m³
PREF HORM ALIG 8+4	0,005	No	13,49 m²	0,07 m³
PREFABRICADO 12cm	0,005	No	378,57 m²	1,89 m³
PREFABRICADO 16 cm	0,005	No	237,06 m²	1,19 m³
TABICA PLD.46/13	0,005	No	6,43 m²	0,03 m³
VALLA CALVIÁ	0,1	Si	39,21 m²	3,92 m³
			1271,76 m²	61,96 m³

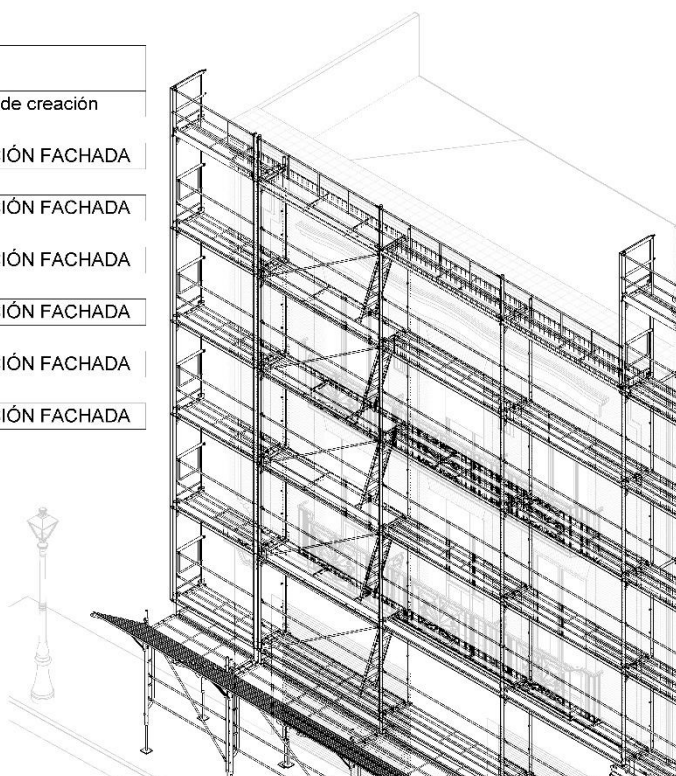


Ejemplo de creación de parámetros o atributos para gestión de residuos en fachadas y particiones, volumen de RCD por m², y posterior cálculo total de RCD generados.

10.8.3 SEGURIDAD Y SALUD

Uno de los submodelos que puede contener el modelo federado del proyecto es el de seguridad y salud, donde podemos crear fases de construcción y modelar en cada fase los elementos de seguridad y salud, extractando mediciones de este capítulo directamente de este submodelo.

MEDICIÓN ANDAMIO			
Tipo	Anchura	Altura	Fase de creación
200x70x200 cm	2.10		REPARACIÓN FACHADA
200x70x200 cm: 5			
200x140x230 cm	2.10	2.30	REPARACIÓN FACHADA
200x140x230 cm: 1			
300x70x200 cm	3.00		REPARACIÓN FACHADA
300x70x200 cm: 41			
300x100 cm	3.00	2.00	REPARACIÓN FACHADA
300x100 cm: 1			
300x140x230 cm	3.00	2.30	REPARACIÓN FACHADA
300x140x230 cm: 7			
BT_45	3.00	2.30	REPARACIÓN FACHADA
BT_45: 1			
Total general: 56			



Medición de andamio, previo modelado de este en submodelo de Seguridad y Salud.

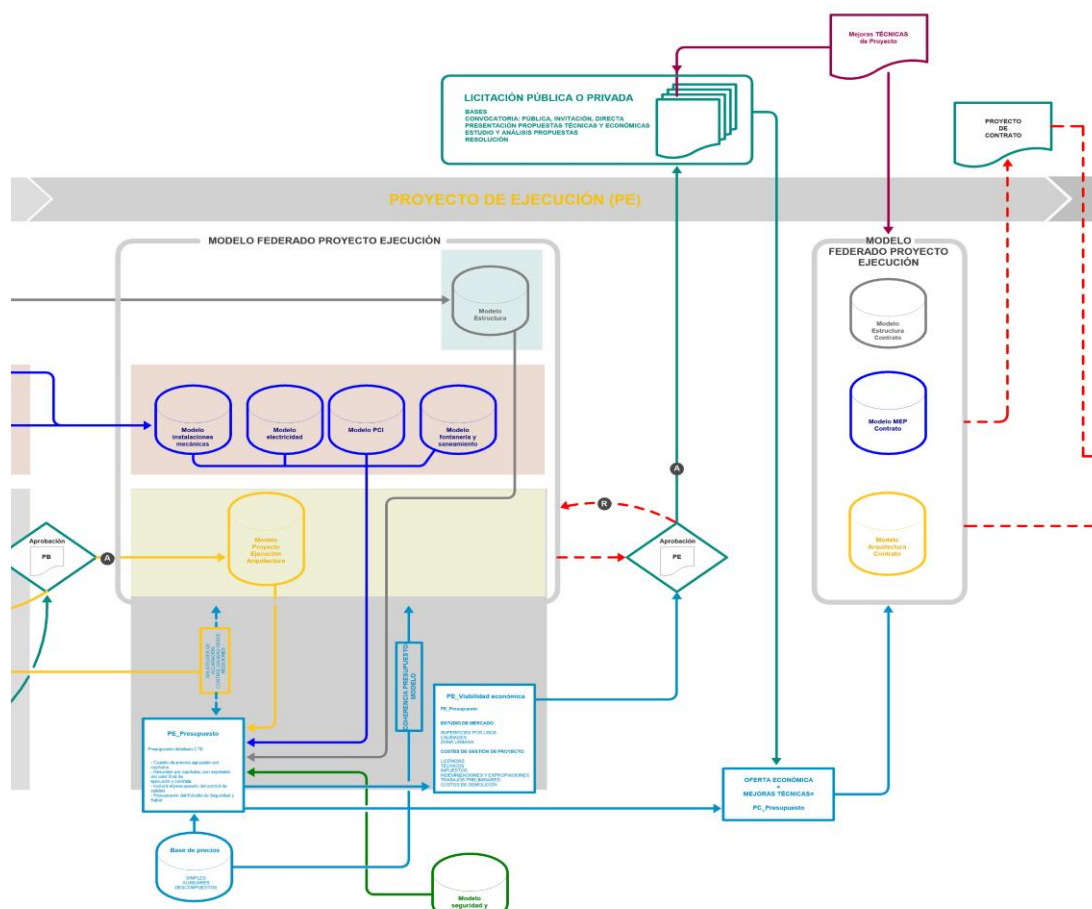
10.8.4 LICITACIÓN

Una vez terminada la fase de proyecto de ejecución se licitará éste, tanto en el ámbito privado como en el público, con la modalidad de licitación que la propiedad haya elegido. Suele suceder en esta fase, que las diferentes constructoras presenten junto a la oferta económica, mejoras de proyecto, o alternativas a materiales o equipos.

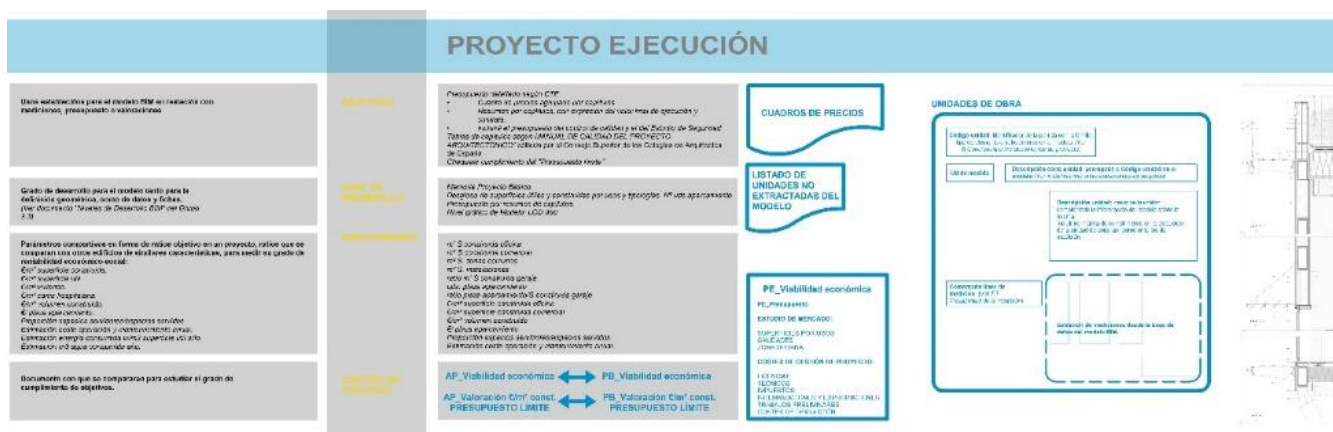
Estas mejoras o alternativas se describirán técnicamente y valorarán, indicando claramente el sobrecoste o ahorro que suponen para el proyecto, y suelen sustanciarse en cambios en los sistemas constructivos, especificación en los equipos, materiales, optimización de tiempos de construcción, etc.

Estas mejoras o especificaciones en definitiva suponen cambios en el modelo y en el presupuesto, que se recomienda actualizarse una vez se adjudique la obra a una determinada constructora. En definitiva, se entenderá este paso como uno más en la evolución del proyecto.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes



Flujo de trabajo en fase de Proyecto de ejecución.

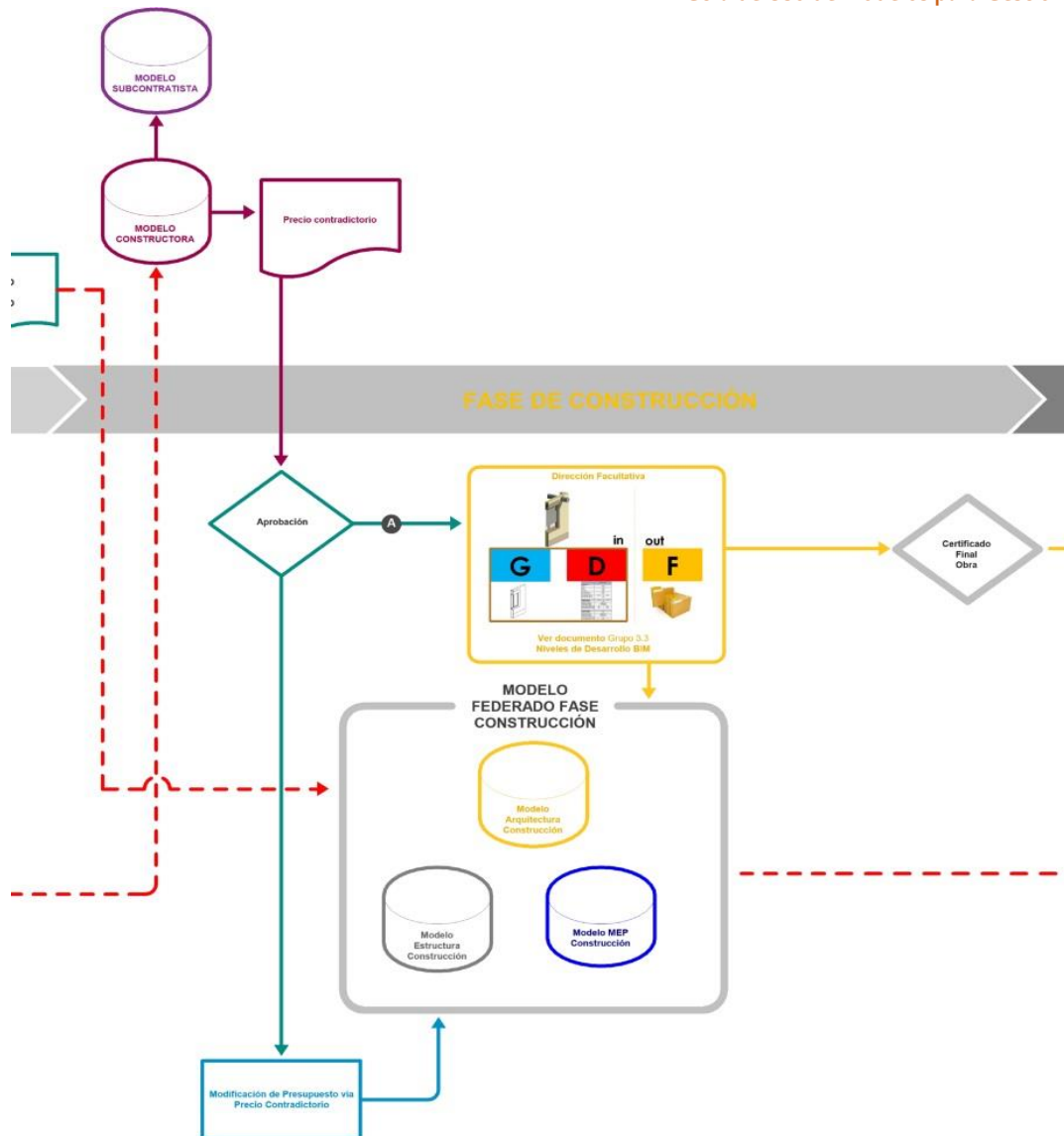


Ficha resumen Proyecto de Ejecución. Ver en anejos.

10.9 RECOMENDACIONES EN FASE 5

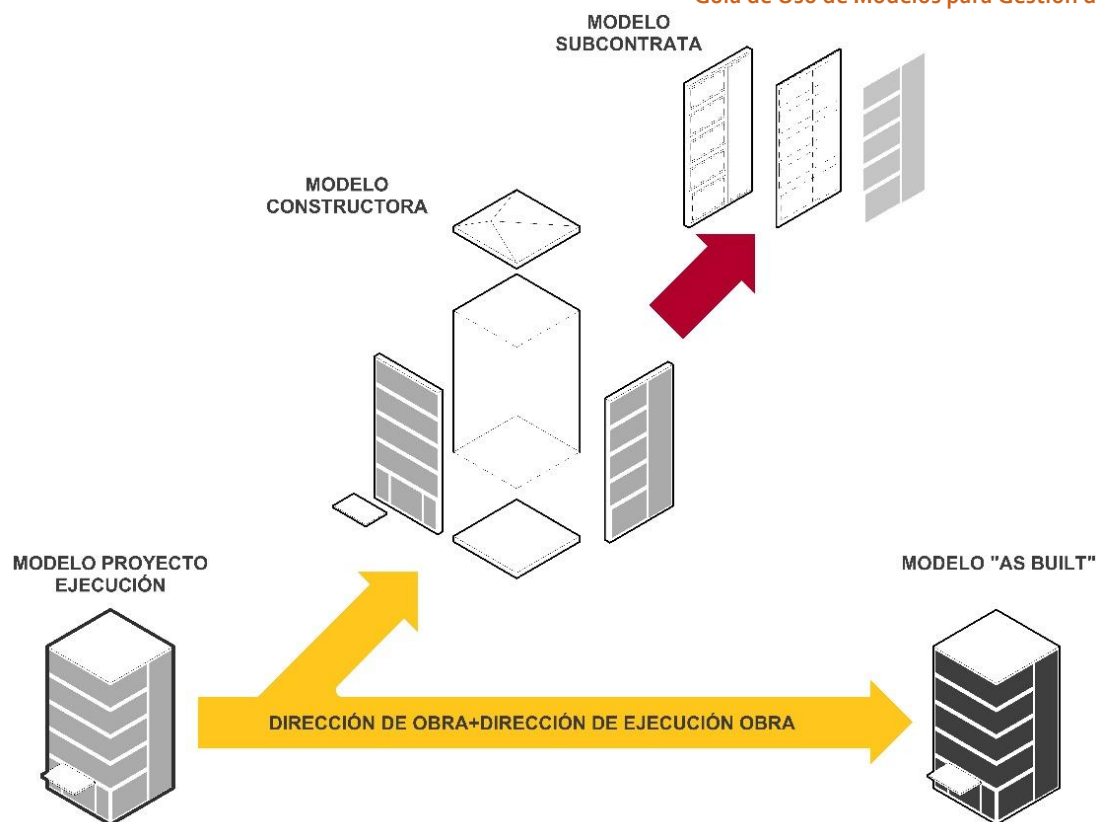
En esta fase el modelo tomará varios caminos, ya que habrá varios participantes con intereses particulares sobre los usos del modelo, y cada uno de ellos modelará según esos intereses.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes



Flujo de trabajo en fase de Construcción.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes



Esquema donde se aprecia como el modelo tomará varios caminos, y tendrá diferentes usos en función de los intereses particulares de cada participante.

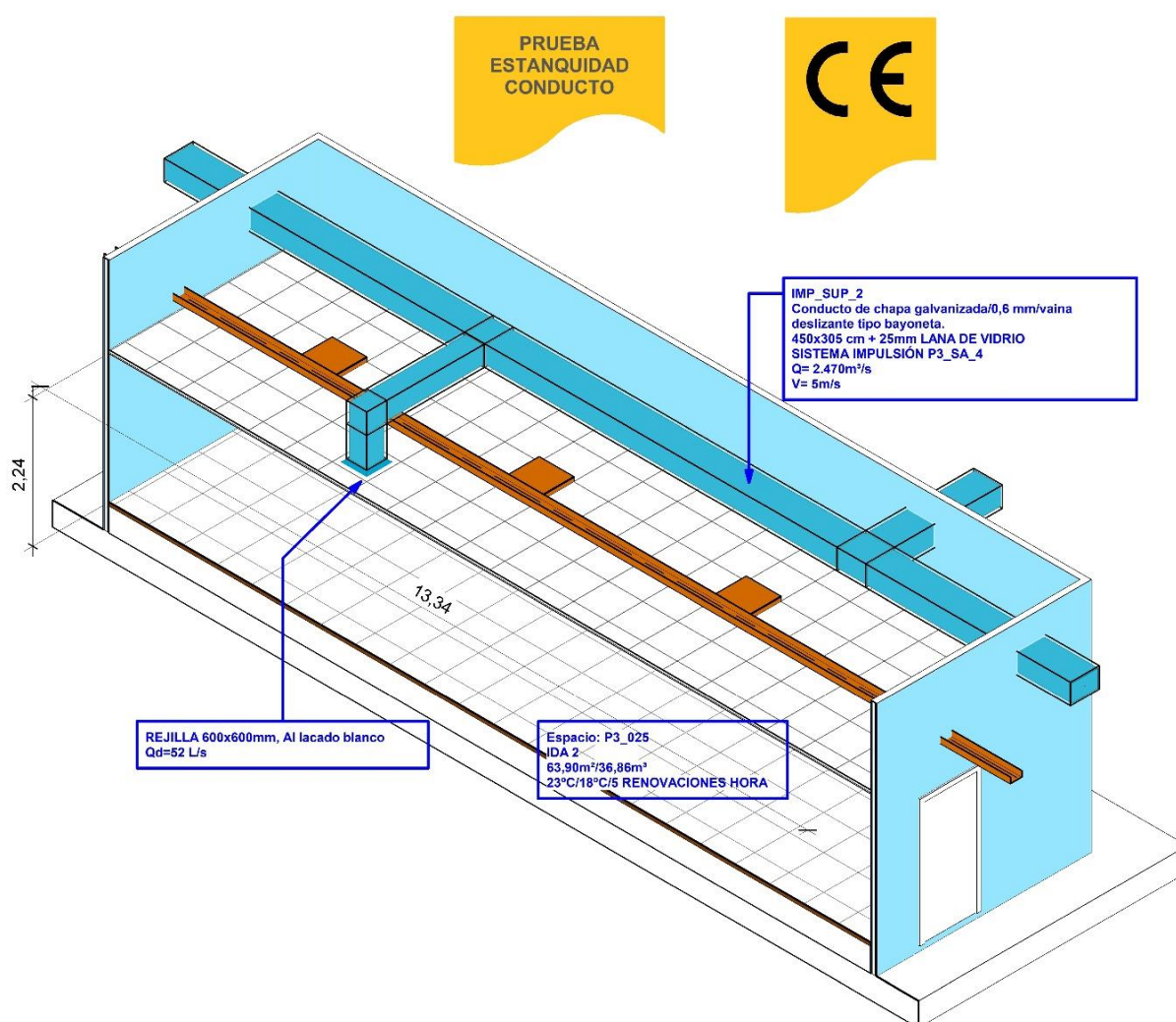
Por una parte, se realizará una constante actualización¹ del modelo en paralelo a la actividad de control y seguimiento de la obra, registrando las modificaciones geométricas o constructivas y/o actualizaciones de información no gráfica que se vayan sucediendo, de tal manera que el modelo se actualice a lo largo de la obra, y al final de la misma el modelo refleje fielmente el edificio tal y como se ha construido, además de incorporar toda la información propia de un proyecto “as built”, incorporando:

- Actualizaciones de geometría y sistemas constructivos. (G).
- Datos incorporados a los elementos, tipos o clases, tipos de elementos o subclases del modelo (D).
- Fichas como documentos vinculadas al modelo. (F).

¹ Se definirá en el Plan de Ejecución BIM en colaboración con el cliente el responsable y las funciones concretas para llevar a cabo la actualización de los modelos tanto en esta fase concreta como en todas las demás.



MODELO DIRECCIÓN FACULTATIVA



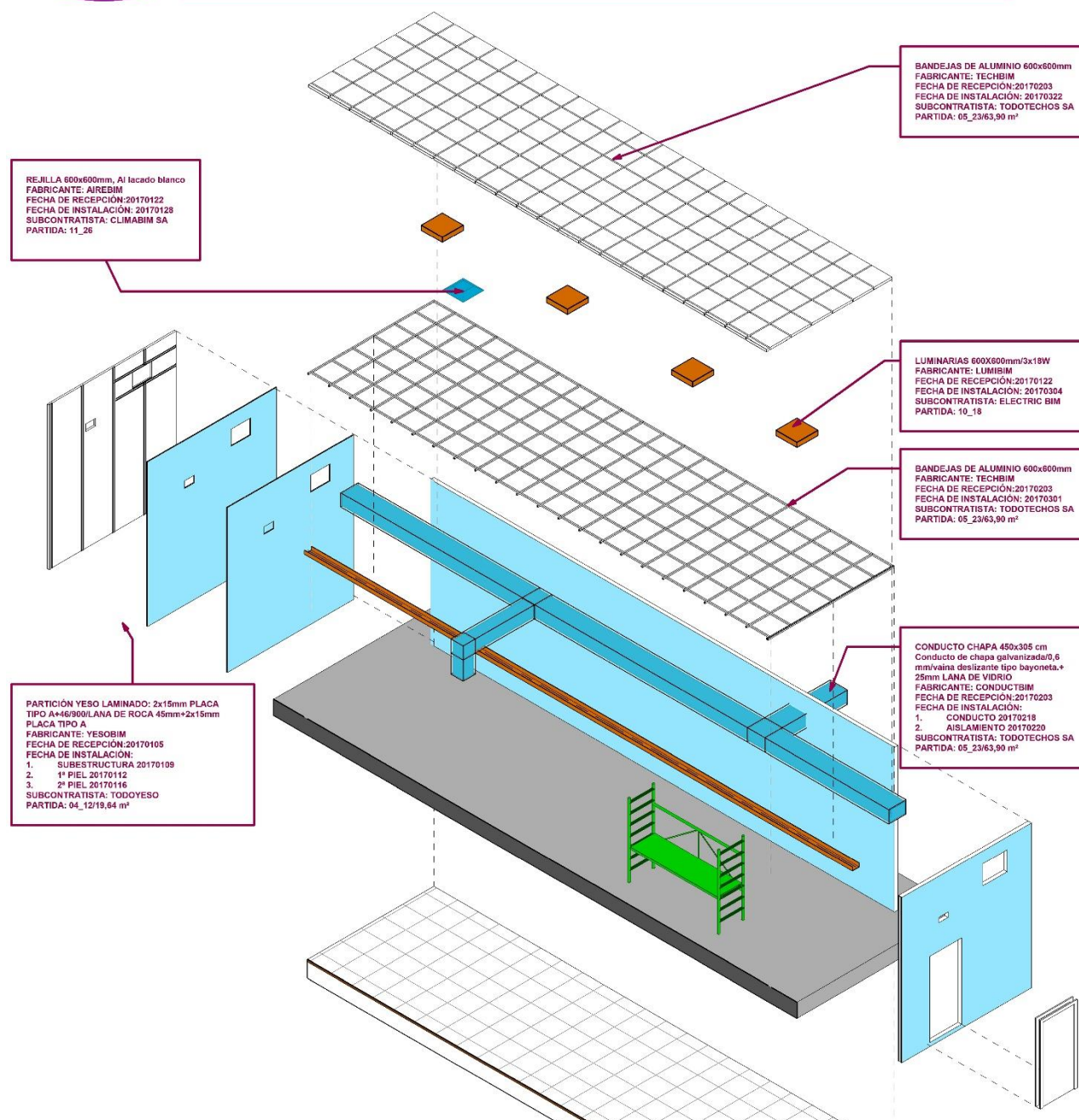
El modelo del proyectista debe cumplir con CTE

El modelo del proyectista debe cumplir con CTE: “El proyecto describirá el edificio y definirá las obras de ejecución del mismo con el detalle suficiente para que puedan valorarse e interpretarse inequívocamente durante su ejecución”, así como con las condiciones particulares de contrato con la propiedad.

La Dirección Facultativa entenderá su modelo como repositorio único de información, incluidas mediciones actualizadas y cualquier modificación del presupuesto, vía precio contradictorio, o vía petición del cliente, y tener la seguridad de que todos los agentes involucrados tienen acceso a dicho modelo a través de un “entorno de datos común”, para que estos realicen sus valoraciones y trabajos. De esta manera se eliminarán los típicos errores derivados de acceso de información desfasada.



MODELO CONSTRUCTORA



Modelo del contratista

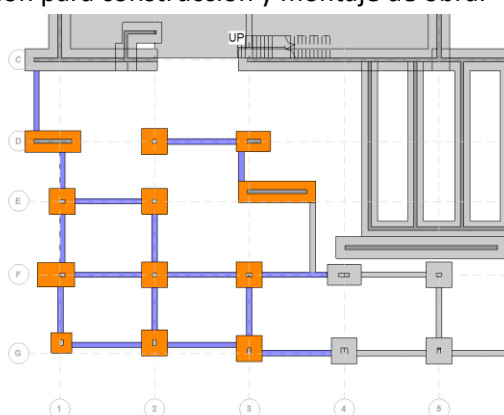
Modelo del contratista, donde ha subdividido los muros, en sus diferentes capas y huecos, para convertirlo en secuencias de obra y asignarles subcontratistas, dentro de su programación y cuantificación de obra.

Por otra parte, la constructora utilizará el modelo, y probablemente seguirá trabajando en una copia propia del mismo, creando despieces y subelementos, modelando los medios auxiliares necesarios para la

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

construcción, creando parámetros o atributos de fecha de ejecución y previsión, medición teórica y real, en definitiva, completará el modelo recibido de los proyectistas modelando información en su propio interés, para:

- Realizar su propio control económico y de plazos de la obra.
- Gestionar las certificaciones y su control económico.
- Confeccionar la programación de la obra en coste y tiempo.
- Realizar las certificaciones a los subcontratistas que no tienen que tener los mismos criterios y condiciones de certificación que el presupuesto de licitación que gestiona con la Dirección Facultativa según condiciones de contrato y Pliego de Condiciones.
- Crear planos y documentación para construcción y montaje de obra.



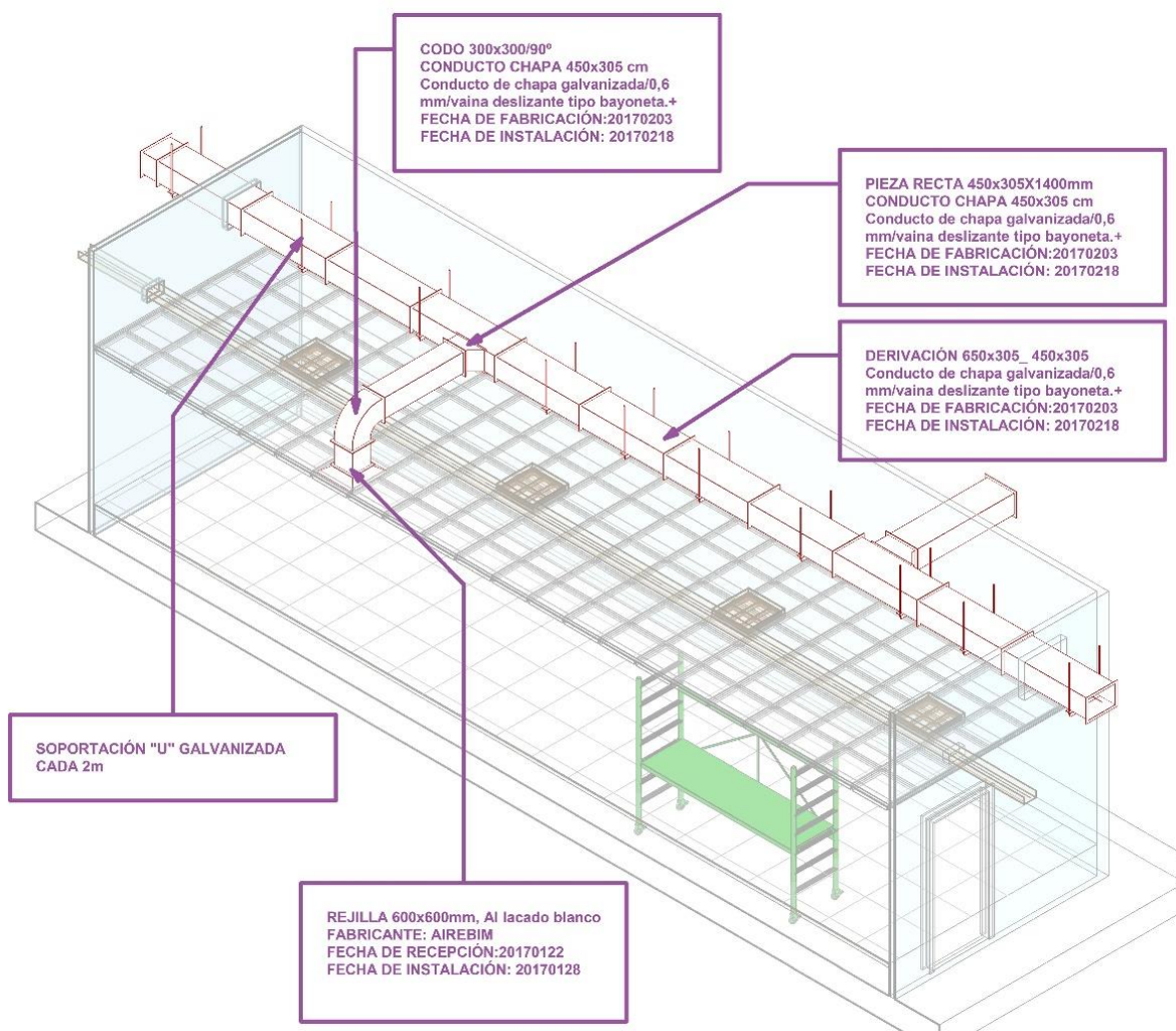
CIMENTACION EJECUTADA						
BUSCADERO/RAPO	Nivel	Ejecutado	PLANTA DE HORMIGONADO	m3 TEORICO	m3 REAL	DIF VOLUMEN
15x15x0.45	-1 CIMENTACION	SI	VILLASVERDE	1.01 m³	1.06 m³	-0.05 m³
SI: 1				1.01 m³	1.06 m³	
1.5 x 1.5 x 0.45: 1				1.01 m³	1.06 m³	
15x15x0.45	-1 CIMENTACION	SI	VILLASVERDE	1.62 m³	1.71 m³	-0.09 m³
15x15x0.45	-1 CIMENTACION	SI	VILLASVERDE	1.62 m³	1.7 m³	-0.08 m³
15x15x0.45	-1 CIMENTACION	SI	VILLASVERDE	1.62 m³	1.7 m³	-0.08 m³
15x15x0.45	-1 CIMENTACION	SI	VILLASVERDE	1.62 m³	1.68 m³	-0.06 m³
15x15x0.45	-1 CIMENTACION	SI	VILLASVERDE	1.62 m³	1.65 m³	-0.03 m³
SI: 5				8.12 m³	8.44 m³	
1.9 x 1.9 x 0.45: 5				8.12 m³	8.44 m³	
235x130x0.45	-1 CIMENTACION	SI	VILLASVERDE	2.23 m³	2.26 m³	-0.03 m³
SI: 1				2.23 m³	2.26 m³	
2.75 x 1.80 x 0.45: 1				2.23 m³	2.26 m³	
Zapata de retención - 0.65 x 0.65 x 0.45		SI	VILLASVERDE	2.95 m³	3.02 m³	-0.07 m³
SI: 1				2.95 m³	3.02 m³	
Zapata de retención - 0.65 x 0.65 x 0.45: 1				2.95 m³	3.02 m³	
VILLASVERDE: 8				14.31 m³	14.78 m³	
15x15x0.45	-1 CIMENTACION	SI	VELILLA DE SAN ANTONIO	1.62 m³	1.65 m³	-0.03 m³
15x15x0.45	-1 CIMENTACION	SI	VELILLA DE SAN ANTONIO	1.62 m³	1.65 m³	-0.03 m³
SI: 2				3.25 m³	3.3 m³	
1.9 x 1.9 x 0.45: 2				3.25 m³	3.3 m³	
230x130x0.45	-1 CIMENTACION	SI	VELILLA DE SAN ANTONIO	1.69 m³	1.75 m³	-0.06 m³
SI: 1				1.69 m³	1.75 m³	

Control de avance y medición de cimentación, con parámetros o atributos de fecha de hormigonado, volumen teórico y real, y visualización de estos datos en planta por código de colores.

Y por último subcontratistas y fabricantes usarán el modelo para extraer mediciones, modelar despieces y programaciones propias de ejecución y fabricación, según sus intereses.



MODELO SUBCONTRATA



Modelo completado por el subcontratista.

Modelo completado por el subcontratista, donde a despiezado todos los elementos, ha dividido los conductos en tramos que puede prefabricar, ha contemplado las sujeciones al techo, así como la programación de fabricación y montaje, para una correcta cuantificación de material y mano de obra.

Los subcontratistas se beneficiarán de menores incertidumbres en las mediciones, pudiendo ajustar más sus ofertas, además de obtener un mayor control sobre los tiempos y materiales que les va a suponer cada trabajo.

La base de datos del modelo les permitirá también automatizar la creación de ofertas, pues la inclusión de costes de materiales, mano de obra y plazos, podrá automatizarse a partir de los datos del modelo.

Guía de Uso de Modelos para Gestión de Costes

PRESUPUESTO CARTÓN YESO										
PLANTA	SUBTIPO	DIMENSIONES PARTIÇÃO		MANO DE OBRA		MATERIALES				
		Área	Longitud	COSTE MANO OBRA POR m² PARTIÇÃO	COSTE TOTAL MANO DE OBRA POR PARTIÇÃO	CANTIDAD DE PLACA POR m² TABIQUE	m² PLACA POR m² PARTIÇÃO	COSTE PLACA m²	COSTE TOTAL PLACAS	CANTIDAD SUBESTRUTURA 48*30mm
PTA +1	PLD.13+13/AT.46	1,91 m²	0,57 m	3,01	5,75€	2,08 m²	3,97 m²	3,1	12,32€	0,67 m
PTA +1	PLD.13+13/AT.46	0,66 m²	0,26 m	3,01	2,00€	2,08 m²	1,38 m²	3,1	4,28€	0,67 m
PTA +1	PLD.13+13/AT.46	0,66 m²	0,26 m	3,01	2,00€	2,08 m²	1,38 m²	3,1	4,28€	0,67 m
PTA +1	PLD.13+13/AT.46	6,04 m²	2,46 m	3,01	18,19€	2,08 m²	12,57 m²	3,1	38,96€	0,67 m
PTA +1	PLD.13+13/AT.46	7,16 m²	3,02 m	3,01	21,55€	2,08 m²	14,89 m²	3,1	46,17€	0,67 m
PTA +1	PLD.13+13/AT.46	5,06 m²	2,04 m	3,01	15,25€	2,08 m²	10,53 m²	3,1	32,66€	0,67 m
PTA +1	PLD.13+13/AT.46	0,17 m²	0,10 m	3,01	0,50€	2,08 m²	0,34 m²	3,1	1,06€	0,67 m
PTA +1	PLD.13+13/AT.46	0,50 m²	0,14 m	3,01	1,49€	2,08 m²	1,03 m²	3,1	3,19€	0,67 m
PTA +1	PLD.13+13/AT.46	0,43 m²	0,14 m	3,01	1,29€	2,08 m²	0,89 m²	3,1	2,77€	0,67 m
PTA +1	PLD.13+13/AT.46	0,28 m²	0,14 m	3,01	0,84€	2,08 m²	0,58 m²	3,1	1,80€	0,67 m
PTA 0	PLD.13+13/AT.46	0,53 m²	0,14 m	3,01	1,60€	2,08 m²	1,10 m²	3,1	3,42€	0,67 m
PTA 0	PLD.13+13/AT.46	0,22 m²	0,15 m	3,01	0,67€	2,08 m²	0,47 m²	3,1	1,45€	0,67 m
PTA 0	PLD.13+13/AT.46	0,53 m²	0,14 m	3,01	1,60€	2,08 m²	1,10 m²	3,1	3,42€	0,67 m
PLD.13+13/AT.46: 13					72,72€	27,04 m²			155,78€	8,71 m
PTA +1	PLD.13+13/AT.46/13+13 VERDE	9,77 m²	3,01 m	3,82	37,34€	4,15 m²	40,56 m²	3,26	132,24€	0,72 m
PTA +1	PLD.13+13/AT.46/13+13 VERDE	12,49 m²	3,92 m	3,82	47,73€	4,15 m²	51,85 m²	3,26	169,03€	0,72 m
PTA +1	PLD.13+13/AT.46/13+13 VERDE	6,03 m²	2,36 m	3,82	23,04€	4,15 m²	25,03 m²	3,26	81,61€	0,72 m
PLD.13+13/AT.46/13+13 VERDE: 3					108,11€	12,45 m²			382,88€	2,16 m
PTA +1	PLD.13+13/VERDE/AT.46/13+13 VERDE	1,83 m²	1,00 m	3,91	7,16€	4,15 m²	7,60 m²	3,26	24,79€	0,72 m
PLD.13+13/VERDE/AT.46/13+13 VERDE: 1					7,16€	4,15 m²			24,79€	0,72 m

Tabla extraída de modelo BIM, modelo donde se han creado parámetros específicos de rendimientos y costes unitarios de mano de obra y materiales en fachadas y particiones, que permite calcular automáticamente los costes de subcontratista de los trabajos de cartón yeso de un proyecto.

Tanto la constructora principal como la subcontrata podrá aprovechar unos datos del modelo mucho más fiables y precisos, en un proceso más transparente pues todos los interesados estarán leyendo los mismos datos y con el mismo nivel de actualización, albergados en el “entorno de datos común” que todos los participantes del proceso comparten.

En procesos CAD en un momento dado arquitectos e ingenieros emiten planos, y estos son enviados a la constructora, que a su vez envía a subcontratistas y fabricantes. En esa cadena de transmisión de datos el proyecto no para de evolucionar, ingenieros y arquitectos continúan trabajando sobre el diseño del edificio, por lo que los planos que está estudiando un subcontratista una vez que le llegan, después de pasar por varias manos, pueden estar desactualizados.

De hecho, el presupuesto y proyecto con tecnología CAD parecían tomar caminos diferentes. En un momento dado del diseño, sobre planos normalmente, o en ficheros CAD se procedía a realizar mediciones, y la transmisión de cambios de proyecto a los agentes que presupuestaban éste, se realizaba de forma “manual”, con lo que dichos cambios dependían del factor humano, con los errores que eso conlleva.

Con la metodología BIM, es el modelo el que contiene la medición, un modelo accesible a todos los agentes involucrados ubicado en el “entorno de datos común” (*Common Data Environment – CDE*), y la extracción de estas mediciones para las múltiples valoraciones en fase de construcción, realizadas por la Dirección Facultativa para confeccionar las certificaciones, o para incluir en los contratos entre constructoras y subcontratistas, tienen una precisión y solidez que permite afinar en la valoración de costes y programaciones de tiempo.

10.9.1 CERTIFICACIONES

Gracias al uso de la metodología BIM, ya hemos visto que la trazabilidad de las mediciones será más clara y más fácil de conseguir, está mejora junto con una mejor comunicación de los datos de manera gráfica través de los parámetros o atributos de los objetos, reducirán:

- el tiempo en la elaboración de las certificaciones.
- las posibles discusiones y litigios.

Los técnicos tendrán la posibilidad de incorporar parámetros o atributos al modelo para marcar qué elementos han sido construidos y su fecha de construcción, lo que de facto es el seguimiento continuo de las certificaciones, además de servir a la constructora por ejemplo para estudiar los rendimientos de obra.

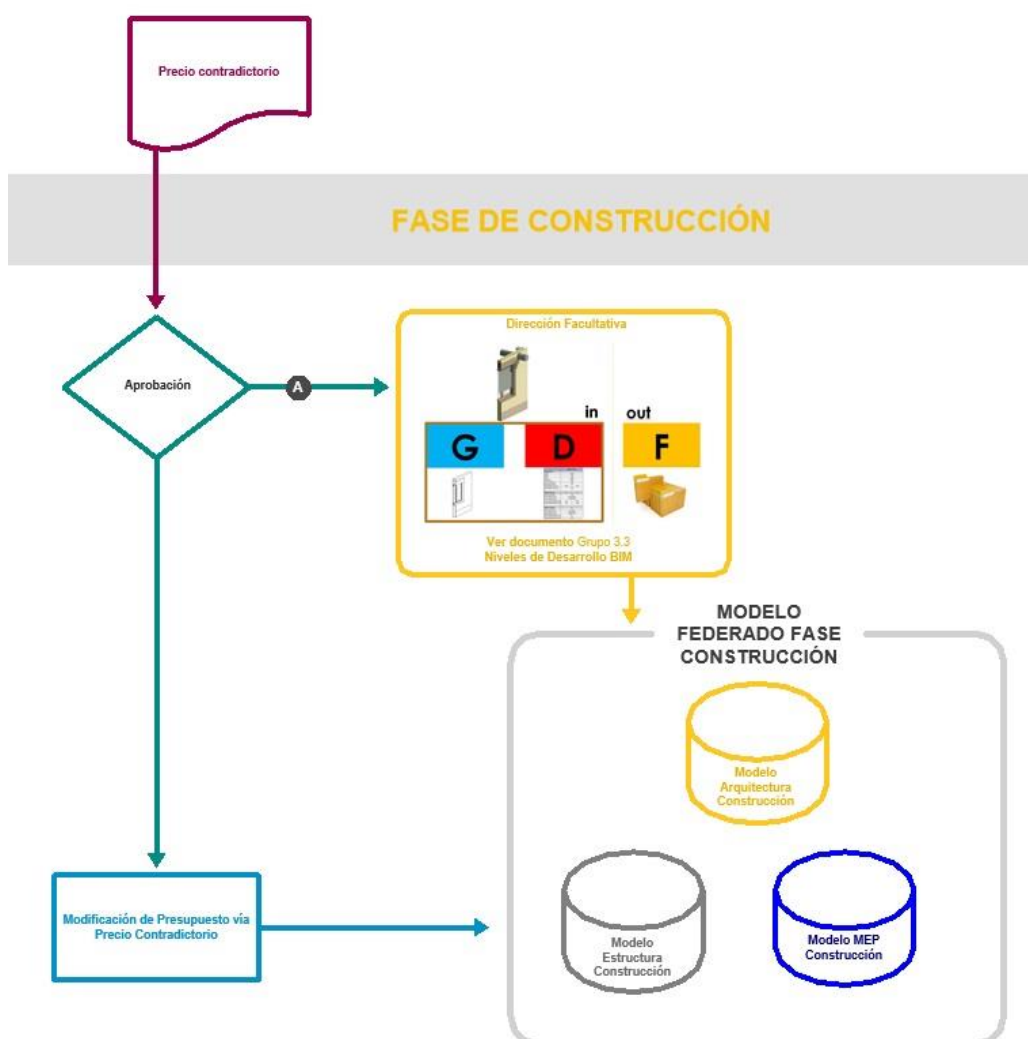
Se mejora la comunicación del estado y avance real de la obra, datos fundamentales tanto para el flujo de caja del promotor, como para comprobar la programación de obra por parte de la constructora.

La capacidad del software BIM para mejorar la visualización del proyecto nos permitirá crear informes de certificación no tanto basados en líneas de medición, sino como en planos y perspectivas donde podremos colorear los elementos del modelo en función de sus parámetros o atributos de fecha o estatus de ejecución.

10.9.2 PRECIOS CONTRADICTORIOS

Durante la fase de construcción es inevitable la aparición de unidades no contempladas inicialmente en el proyecto, o reclamaciones de la constructora por trabajos que ésta considera que no figuran en su contrato. Aunque con la metodología BIM estos supuestos se reducirán nunca van a desaparecer, son inherentes a un factor de error durante la redacción del proyecto, y se traducirán en lo que llamamos “Precios Contradictorios”.

Estos “Precios Contradictorios” cuando son admitidos suponen una modificación del proyecto que figurará en el modelo, por lo que parte del protocolo de gestión de estos recogerán quién y cómo se trasladan a la información del modelo.



Flujo de trabajo en fase de construcción.

10.10 RECOMENDACIONES EN FASE 6

En nuestra legislación esta fase se corresponde con la de “recepción del edificio”, así como el arranque, ajuste y puesta en marcha de equipos sistemas e instalaciones. Previamente se debe emitir el Certificado Final de Obra por parte de la Dirección Facultativa, para que la “Recepción” pueda llevarse a cabo.

La Dirección Facultativa entregará a la propiedad un “Asset Model Información” (lo que tradicionalmente hemos llamado “As built” o “Proyecto realmente construido”), con toda la información de la geometría exacta construida e información no gráfica, así como fichas y documentación sobre los elementos del edificio según indica el CTE, no sólo en los entregables tradicionales, sino como modelo y documentación vinculada directamente a éste.

En cuanto a cuestiones de mediciones y presupuestos la última certificación de obra debe coincidir con la “Liquidación de Obra”, es decir el cierre económico de la fase de construcción.

10.11 RECOMENDACIONES EN FASE 7

Cuando una propiedad invierte en un activo inmobiliario necesita saber cuál va a ser el coste de dicha inversión, pero no sólo hasta la recepción del edificio (proyecto y construcción), sino durante todo el ciclo de vida del mismo.

La mayor parte de la inversión en un activo inmobiliario no se realiza durante la fase de proyecto y construcción, de hecho, estos dos conceptos suelen suponer alrededor del 30% de la inversión total. La mayor parte de la inversión se produce en tareas de operación y mantenimiento del edificio:

- Energía
- Limpieza
- Reposiciones
- Seguridad
- Mantenimiento
- Gestión

Y es en esta fase de operación y mantenimiento del edificio donde BIM puede producir los mayores ahorros para el propietario. Es por eso que propiedades públicas y privadas se planteen no sólo aplicar metodología BIM a proyectos nuevos, sino a edificios existentes, levantando modelos del estado actual de los mismos.

El coste global del inmueble para un propietario se entiende mejor a través del concepto Total cost of ownership (TCO), concepto que en el ámbito de las inversiones se aplica tanto a la adquisición de una impresora, como a un proyecto inmobiliario:

“is a business case designed to uncover all the lifetime costs of acquiring, design and construction, operating and maintaining, and the recapitalization of an asset. TCO analysis reveals the difference between the price of something and its long-term cost.”

Douglas Christensen

Por poner un ejemplo rápido en el coste total de un frigorífico el precio de compra puede sólo suponer un 20% del coste de total de utilización, por lo que puede ser interesante pensarse invertir en una calificación energética alta, ya que a la larga significará un ahorro en el total de la inversión.

BIM permite crear un inventario preciso de los elementos que componen el activo inmobiliario (espacios, instalaciones, elementos constructivos), en una sola base de datos que es el modelo, los parámetros o atributos y metadatos que nos permiten calcular los gastos de O&M que producen cada uno de los elementos del activo, para que estos datos pueden ser compilados, ordenados y transmitidos, así como analizarlos con rapidez a la hora de tomar decisiones.

Una de las grandes ventajas del BIM es que los modelos son repositorios únicos y centralizados de toda clase de información del edificio.

Si por ejemplo queremos estudiar la posibilidad de reducir nuestra factura eléctrica de iluminación, lo primero que necesitamos saber es el número de luminarias, con sus lámparas, que tenemos en nuestro edificio, ordenarlas en tablas por categorías y consumos, asignándoles costes de reposición, vida útil, consumos etc., analizar consumos totales, y comparar éste análisis con el que supondría su cambio por luminarias y lámparas de mayor eficiencia energética, para hallar el periodo de amortización de dicha inversión.

Con un modelo BIM actualizado de nuestro edificio, este análisis se realiza de manera exacta y rápida, con la posibilidad de transmitir la información a formatos convencionales como hojas de cálculo o PDF's inteligentes.

11 REFERENCIAS

- BUILDING SMART Spanish Chapter, 2014, Guías de Usuarios BIM, España.
<https://www.buildingsmart.es/bim/gu%C3%ADas-ubim/>
- Guías Comisión BIM <https://www.esbim.es/>
- Tablas de repercusión 2018, precio centro de la construcción.
- [Estandares internacionales de medición inmobiliaria https://ipmsc.org/standards/](https://ipmsc.org/standards/)
- Estándares internacionales de medición en la Construcción: Coordinación global en la presentación de costes de construcción <https://icms-coalition.org/the-standard/>
- Steve Pittard y Peter Sell, 2016, BIM AND QUANTITY SURVEYING, UK, Ed.Routledge.
- Brad Hardin y Dave McCool, 2015, BIM and Construction Management, EEUU, Ed.Wiley.
- Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo. EUBIM, Task Group.
- Jose Manuel Zaragoza y Miguel Morea, 2015, Guía práctica para la implantación de entornos BIM en despachos de arquitectura e Ingeniería, Ed.Fe de erratas.
- Associated General Contractors of America (AGC) BIM Forum , 2012, ConsensusDOCS 301 BIM Addendum.
- BIMforum, Level of Development Specification,2016.
- "PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling".
- BIMlearning, INTEGRACION MODELO BIM Y CONTROL DE CALIDAD,

12 ANEJOS

No se adjuntan anejos con la presente guía.



Diciembre 2018

© es.BIM

www.esbim.es