

# Avaluació de l'implementació de la metodologia BIM

Revisió de la literatura i Benchmarking



Sergi Penedès

Beatrice Carpani

Maria Sanchez

Marc Esteve

**EsadeGov**

**Esade Center for Public Governance**

# Avaluació Implementació Metodologia BIM

## Revisió de la Literatura i Benchmarking

---

|  |           |
|--|-----------|
| <b>RESUM EXECUTIU .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>INTRODUCCIÓ .....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>REVISIÓ DE LA LITERATURA.....</b>   | <b>9</b>  |
| Anàlisi principals conceptes BIM, funcions i fluxos d'informació.....  | 9         |
| Revisió taxonòmica global i anàlisi del desenvolupament de la recerca BIM entre 2006 i 2017 .....                        | 13        |
| Revisió de protocols, guies i estàndards de modelització de dades d'edificis per a grans clients de la construcció ..... | 13        |
| Revisió comparativa dels marcs de modelització d'informació d'edificis .....   | 17        |
| Anàlisi comparativa dels estàndards i directrius BIM entre el Regne Unit i els EUA.....                                  | 18        |
| Investigació sobre la implementació de la modelització d'informació de construcció a l'Orient Mitjà .....                | 19        |
| Anàlisi de l'estratègia governamental sobre del BIM sota la perspectiva comparada internacional.....                     | 22        |
| Anàlisi dels principals factors que faciliten o dificulten l'adopció de la metodologia BIM .....                         | 23        |
| <b>VISIÓ GENERAL IMPLANTACIÓ BIM.....</b>  | <b>26</b> |
| <b>PAÏSOS MEMBRES OECD .....</b>   | <b>28</b> |
| 1. Alemanya .....  | 28        |
| 2. Austràlia .....   | 29        |
| 3. Àustria .....   | 30        |
| 4. Canadà.....   | 30        |
| 5. Xile .....  | 31        |
| 6. Dinamarca.....  | 31        |
| 7. Espanya .....   | 32        |
| 8. Estats Units.....   | 34        |
| 9. Finlàndia.....  | 35        |
| 10. França .....   | 36        |
| 11. Itàlia .....   | 37        |
| 12. Noruega .....  | 38        |
| 13. Països Baixos .....  | 39        |
| 14. Polònia .....  | 40        |
| 15. Regne Unit.....  | 41        |
| 16. Suècia .....   | 42        |
| <b>PAÏSOS EXTRA OECD .....</b>   | <b>43</b> |
| - Singapur :.....  | 43        |
| - Unió dels Emirats Àrabs: .....   | 44        |
| - Perú: .....  | 45        |
| <b>POLÍTIQUES PÚBLIQUES I INSTRUMENTS NORMATIUS .....</b>  | <b>47</b> |
| <b>NORMATIVA A CATALUNYA.....</b>  | <b>51</b> |
| <b>ANÀLISI COMPARADA DE LES DIFERENTS ESTRATÈGIES PÚBLIQUES .....</b>  | <b>58</b> |
| <b>ESTRATÈGIA PÚBLICA A CATALUNYA .....</b>  | <b>70</b> |
| <b>CONCLUSIONS.....</b>  | <b>76</b> |
| <b>REFERÈNCIES.....</b>  | <b>80</b> |

## **INDEX TAULES**

|  |    |
|--|----|
| Taula 1: Factors que determinen la diferent implementació BIM entre països .....   | 18 |
| Taula 2: Principals obstacles per a la implantació del BIM a l'Orient Mitjà .....  | 20 |
| Taula 3: BIM a Iraq a partir de la comparativa USA i Regne Unit .....              | 21 |
| Taula 4: Comparació de les polítiques d'implementació BIM a diferents països ..... | 23 |
| Taula 5: Principals obstacles per la implementació del BIM .....                   | 24 |
| Taula 6: Principals divers per la implementació del BIM .....                      | 25 |
| Taula 7: Obligatorietat ús BIM per països .....                                    | 27 |
| Taula 8: Licitacions amb BIM a Itàlia .....  | 68 |

## **INDEX IL·LUSTRACIONS**

|  |    |
|--|----|
| Il·lustració 1: Evolució anual ús BIM al Regne Unit .....                            | 65 |
| Il·lustració 2: Percentatge d'obres adjudicades en BIM a Catalunya (2019-2021) ..... | 72 |
| Il·lustració 3: Total d'obres adjudicades en BIM a Catalunya (2019-2021) .....       | 72 |
| Il·lustració 4: Obres adjudicades en BIM per Departament (2020) .....                | 73 |
| Il·lustració 5: Pressupost obres adjudicades en BIM per Departament (2020) .....     | 74 |
| Il·lustració 6: Obres adjudicades en BIM per Departament (2021) .....                | 74 |
| Il·lustració 7: Pressupost obres adjudicades en BIM per Departament (2021) .....     | 75 |

# Resum Executiu

El sector de la construcció viu una època de canvis centrats a desenvolupar la seva digitalització. Un dels objectius principals de la digitalització de la construcció és que cada agent que participa al llarg del procés constructiu, comparteixi la informació. En aquest context, la metodologia BIM (Building Information Modeling) és una metodologia de treball col·laborativa per a la gestió de projectes d'edificació o d'obra civil mitjançant una maqueta digital. Tot i la importància del BIM en el sector, encara es desconeix l'efecte que han tingut diferents polítiques públiques per vertebrar-ne la implementació. Per això, el present treball pretén abordar els aspectes inicials d'una avaluació de disseny sobre les polítiques públiques del Govern de la Generalitat adreçades a implementar l'ús del BIM.

Hem dut a terme tres accions principals per assolir les bases d'un projecte d'avaluació sobre aquesta política. En primer lloc, s'ha revisat la literatura existent cercant diferents marcs conceptuals, i evidencia empírica sobre els efectes del BIM, els reptes que proposa, o en general quins són els aspectes més destacables en la seva implementació. Seguidament, hem analitzat el desenvolupament del BIM en un context internacional, realitzant un exercici de benchmarking amb aquells països que ens poden aportar més idees sobre quina direcció cal prendre a Catalunya. Finalment, en una tercera fase ens hem centrat a comprendre la realitat actual del BIM a Catalunya, a fi i efecte de recomanar algunes guies que puguin ser útils de cara a plantejar les properes actuacions que l'administració de la Generalitat podria portar a cap. A continuació es descriuen els principals resultats obtinguts:

1. Existeix molt poca evidència empírica sobre els efectes que té l'ús del BIM en el desenvolupament de projectes d'infraestructura. Així mateix, també hi ha una manca d'estudis sobre els factors que poden facilitar o dificultar la seva implementació.
2. El suport del sector públic a la implantació de BIM és una de les principals forces motrius en la seva implementació. Els governs poden dur a terme accions específiques per promoure-ho, però cal remarcar que l'èxit de la seva implementació es supedita a l'entesa entre el sector públic i el privat.
3. S'observen les diferents estratègies que s'han utilitzat en altres països és la importància de decidir quins criteris s'utilitzen per demanar al sector privat l'ús del BIM en la realització d'un projecte. Principalment, es contemplen dos eixos: criteri i temporalització. Pel que fa als criteris a aplicar per decidir si un projecte ha de ser desenvolupat mitjançant metodologies BIM, veiem que hi ha països com el Regne Unit que han donat molta importància a la complexitat del projecte. En canvi, altres països s'han centrat més a definir un llindar econòmic, com és el cas d'Itàlia. D'altra banda, també hem observat estratègies diferents pel que fa a la

temporalització. Hi ha països on s'ha establert un criteri únic i estable, mentre d'altres han mirat d'ajustar els criteris de forma progressiva. L'aplicació de llindars progressius on es permet reduir l'import dels projectes que es demanen fer amb BIM persegueix l'objectiu de permetre als diferents actors del mercat anar-s'hi adaptant.

4. El Govern ha d'explorar l'opció d'establir un criteri que ponderi el llindar econòmic en funció de la complexitat del projecte. I, a més, que aquest llindar econòmic decreixi de forma progressiva al llarg dels anys. Amb aquesta proposta, estaríem mirant d'augmentar el percentatge d'implementació de la metodologia BIM, que altres països han assolit implementant algunes d'aquestes estratègies per separat.

Cadascun d'aquests punts es desenvolupa en el cos del treball que segueix a continuació, així com les dades i arguments que els justifiquen.

# Introducció

La metodologia BIM forma part d'un procés més ampli que té com a objectiu la digitalització de la construcció. El sector té un baix índex de digitalització, entre altres raons, perquè els diferents agents que intervenen al llarg de tot el procés estan acostumats a treballar de forma seqüencial en cadascuna de les fases constructives, que tot simplificant els processos bàsics són: projectista, constructor i explotador. Al llarg del temps, algun d'aquests agents han incorporat diverses eines digitals a la seva feina analògica, però en cap cas generant un entorn de treball digital compartit. L'objectiu de la digitalització de la construcció, té com un dels seus objectius, que cada agent que participa al llarg del procés constructiu (tot el cicle de vida), comparteixi la informació. Per exemple, amb bases de dades compartides al núvol anomenades Entorn Comú de Dades (ECD), o Common Data Environment (CDE).

Per assolir aquest repte la metodologia BIM és fonamental. Des dels seus inicis a la dècada de 1970, el BIM en el sector té la finalitat d'aconseguir un menor cost i una major productivitat, precisió, comunicació i eficiència. BIM (Building Information Modeling) és una metodologia de treball col·laborativa per a la gestió de projectes d'edificació o d'obra civil mitjançant una maqueta digital. Aquesta maqueta digital constitueix una gran base de dades que permet crear i gestionar els diferents elements que formen part de la infraestructura durant tot el seu cicle de vida. El seu objectiu és centralitzar tota la informació del projecte en un model d'informació digital creat per tots els seus agents participants. És una eina que permet construir d'una manera més eficient, reduint costos al llarg del cicle de vida, alhora que permet a projectistes, constructors i altres agents implicats treballar de manera col·laborativa. BIM suposa l'evolució dels sistemes de disseny tradicionals basats en el pla (2D), ja que incorpora informació geomètrica (3D), de temps (4D), de costos (5D), ambiental (6D) i de manteniment (7D). De fet, l'ús de BIM va més enllà de les fases de disseny, abastant l'execució del projecte i estenent-se al llarg del cicle de vida de l'edifici, permetent-ne la gestió i reduint els costos d'operació.

El volum de negoci que va generar el BIM a Europa es va valorar en 1.800 milions d'euros el 2016<sup>1</sup>, i es preveu que creixi un 13% per assolir els 2.100 milions d'euros el 2031<sup>2,3</sup>. Tot i això, la implementació de BIM entre els diferents actors de la indústria europea segueix sent limitada, la qual cosa impedeix arribar als nivells potencials previstos.

---

<sup>1</sup> Deloitte (2016) el volum total de negoci del sector de la construcció (residencial) a Europa va ser de 294.618 milions d'euros. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/at/Documents/real-estate/epoc-2016.pdf>

<sup>2</sup> Deloitte (2017). El Valor Empresarial del BIM per a Infraestructures 2017 <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/finance/us-fas-bim-infraestructura.pdf>

<sup>3</sup> Segons Allied Marketing Research el tamany del mercat global BIM el 2019 va ser de 4,5 mil milions d'euros el 2019 i preveia per al 2027 un abast de 13,7 mil milions d'euros, un creixement del 15,2% de 2020 a 2027..

Alguns estudis assenyalen la falta de demanda per part dels contractistes dels projectes, que s'explica principalment per la falta de conscienciació sobre els avantatges del BIM (més que per una manca d'acceptació), especialment en les fases de construcció, d'explotació i de manteniment.

És un fet contrastat i quantificat que la introducció de requisits BIM en la contractació pública, ha significat la incorporació de la metodologia BIM, en el sector públic i en el privat.

La implantació del BIM també es veu afectada per l'estructura del mercat i la mida de les empreses. Tots els estudis realitzats, assenyalen que la implantació de BIM està liderada per les grans empreses, mentre que les PIMES de tota la cadena de valor tenen una experiència limitada en BIM. Això s'explica en part perquè les empreses més grans tenen més capacitat i recursos humans i econòmics per implantar el BIM que les PIME i també perquè és més probable que les empreses més grans treballin en projectes grans i complexos, la qual cosa requereix una forta coordinació i fa que els beneficis del BIM siguin més tangibles.

La implantació del BIM està fragmentada al llarg de la cadena de valor, ja que la metodologia s'utilitza sobretot en les fases de disseny i construcció, i no en les d'explotació i manteniment. Actualment, el percentatge d'empreses de construcció a Europa que utilitzen el BIM és només del 30%. Això suggereix que el valor i els beneficis de BIM són més difícils d'aconseguir quan es tracta de la fase d'operació i manteniment que durant les fases de disseny i construcció.

La metodologia BIM és un vector de canvi i de transformació digital del sector de la construcció en un context on a l'agenda política mundial hi ha objectius de desenvolupament sostenible (ODS) promoguts per l'ONU, aquests dos fets incentiven a les diferents Administracions Públiques a promoure que el sector de la construcció sigui molt més eficient i sostenible. A Finlàndia (2003) i al Regne Unit (2009-2011) van aparèixer ja les seves primeres iniciatives públiques de promoure l'ús de processos digitals de generació i gestió d'informació de la construcció. És el cas de les iniciatives derivades de les Senate Properties de Finlàndia<sup>4</sup>, o de la PAS 1192-2 i PAS 1192-3 a UK<sup>5</sup>. Els legisladors europeus van tenir en compte aquestes experiències en aquests estats de la UE per a posar-les en relleu a la de la directiva 24/2014 sobre contractacions del sector públic a nivell de tots els països que formen part de la Unió Europea. Així, l'article 22 d'aquesta directiva 24/2014 s'estableix el següent: *“Per a contractes públics d'obra i concursos de projectes, els Estats*

---

<sup>4</sup> <https://www.bim-events.de/bim-info/common-bim-requirements-2012/>

<sup>5</sup> Les PAS (Publically Available Specification) de la sèrie 1192 són normes publicades pel BSI (British Standard Institution), en resposta a la necessitat del govern britànic d'implementar l'adopció de la metodologia BIM a la indústria nacional de la construcció (<https://shop.bsigroup.com/categories/building-information-modelling-bim>). La ISO (International Organization for Standardization) ha establert taules de treball per redactar la normativa internacional relacionada amb la metodologia BIM, capaç de fer també una funció de referència en licitacions supranacionals. Els representants del BSI han decidit retirar les normes PAS per evitar la duplicitat d'estàndards tècnics de diferent rang.

*membres podran exigir l'ús d'eines electròniques específiques, com a eines de disseny electrònic d'edificis o eines similars”.*

L'any 2015, tant a Catalunya (Creació de la Comissió Construïm el Futur) com a nivell d'Espanya (Creació de la comissió esBIM), es van crear iniciatives de caràcter públic-privat per a vertebrar als diferents agents del sector i establir dates i fites a assolir. La Comissió Construïm el Futur de Catalunya, formada per més de 60 entitats que representen àmpliament el sector, va consensuar realitzar 88 accions que 6 anys després encara estant per realitzar-se o, en alguns casos, fins hi tot per iniciar-se.

Un gran nombre de països europeus han desenvolupat una estratègia que abasta al conjunt del seu territori, mentre que a l'Estat Espanyol, no hi ha una estratègia uniforme.

Organismes estatals com Aena, Puertos del Estado, l'Autoritat Portuària Nacional d'Espanya o ADIF, tots ells dependents del Ministeri de Transports, Mobilitat i Agenda Urbana, amb competències i per tant administracions actuant a Catalunya, han desenvolupat les seves estratègies per a la implementació de BIM. El juny de 2019, l'empresa pública Puertos del Estado, va publicar la seva pròpia Guia BIM, per tal de servir de suport a les diferents autoritats portuàries així com a la resta d'agents implicats en els àmbits de la gestió i explotació d'infraestructures. Als diferents informes estatals publicats es pot comprovar que tot i que existeixen importants projectes d'infraestructures amb requisits BIM a València i al País Basc, Catalunya es troba al capdavant de l'adopció de BIM. No sols és pel nombre de licitacions públiques acumulades arribant a xifres del 60% l'any 2021, sinó també per les diferents iniciatives comentades.

En aquest treball, en primer lloc s'ha revisat la literatura existent cercant diferents marcs conceptuals, i l'evidència empírica sobre els efectes del BIM, els reptes que proposa, o, en general, quins són els aspectes més destacables en la seva implementació; a continuació s'han descrit els principals instruments normatius a Europa i la normativa existent a Catalunya; en l'apartat següent, hem analitzat el desenvolupament del BIM en un context internacional; seguidament hem realitzat una anàlisi comparada de diferents estratègies públiques a Europa, tot fent èmfasi en aquells països que ens poden aportar més idees sobre quina direcció cal prendre a Catalunya, per en l'apartat següent, centrar-nos en les polítiques públiques Catalunya. Finalment, ens hem centrat en comprendre la realitat actual del BIM a Catalunya, a fi i efecte de recomanar algunes línies de treball que puguin ser útils de cara a plantejar les properes actuacions que les diferents administracions catalanes podrien dur a terme.



# Revisió de la literatura

En aquest apartat descriurem els resultats de revisar totes aquelles publicacions en revistes indexades internacionals que adrecen algun dels aspectes relacionats amb BIM. En primer lloc farem referència a aquells estudis que ens proporcionen una comprensió teòrica dels principals conceptes relacionats amb el BIM, inclosos els rols o funcions al llarg del procés, així com la gestió dels fluxos d'informació i comunicació.

Hi ha un gran nombre d'estudis que descriuen l'adopció del BIM durant les fases de disseny, construcció o operació, però pocs d'ells se centren en la fase de licitació.

Sobta que tampoc proliferen els que se centren en els rols de l'administració pública. A la literatura existent, podríem diferenciar la que es centra en aspectes metodològics i la que es focalitza en l'adopció de la metodologia en algun país concret. Després d'analitzar estudis de diverses branques acadèmiques, presentem els resultats en funció de vuit temàtiques diferents:

1. Anàlisi principals conceptes BIM, funcions i fluxos d'informació.
2. Revisió taxonòmica global i anàlisi del desenvolupament de la recerca BIM entre 2006 i 2017.
3. Revisió de protocols, guies i estàndards de modelització de dades d'edificis per a grans clients de la construcció.
4. Revisió comparativa dels marcs de modelització d'informació d'edificis.
5. Anàlisi comparativa dels estàndards i directrius BIM entre el Regne Unit i els EUA.
6. Investigació sobre la implementació de la modelització d'informació de construcció a l'Orient Mitjà.
7. Anàlisi de l'estratègia governamental sobre del BIM des de la perspectiva comparada internacional.
8. Anàlisi dels principals factors que afavoreixen o dificulten l'adopció de la metodologia BIM.

## *Anàlisi principals conceptes BIM, funcions i fluxos d'informació*

El Concepte BIM. La introducció de processos Lean i modelatge digital s'ha considerat com una revolució en la indústria de l'arquitectura, enginyeria i construcció (AEC), que va requerir tant canvis de procés com un canvi de paradigma de la documentació basada en 2D al flux de treball digital i col·laboratiu (Eastman et al., 2011).

Segons Czmoach i PČkala (2014), l'abreviatura BIM es pot entendre de dues maneres: com a Building Information Modeling o Building Information Management. En proporcionar una base per al disseny i la construcció i introduint canvis en els rols

i les relacions entre un equip de projecte, BIM admet moltes funcions que són útils per modelar el cicle de vida d'un edifici. Facilita la integració del procés de disseny i construcció, la qual cosa permet lliurar edificis de millor qualitat, menor cost i reduïda durada del projecte (Lu et al., 2013).

BIM significa no només utilitzar models intel·ligents tridimensionals, sinó també fer canvis significatius en el flux de treball i els processos de lliurament de projectes; facilita no només el procés de disseny sinó també el procés de construcció juntament amb un flux de treball de documentació digital. Proporciona al personal del projecte, tant en fase de disseny com de construcció, una millor manera de treballar i moltes eines que abans no estaven disponibles. (Hardin i McCool, 2015).

Segons Czmocho i PCKala (2014), hi pot haver algunes dificultats per implementar la tecnologia i les pràctiques BIM a les organitzacions, que inclouen un alt cost d'implementació, la formació del personal, la producció de models incompleta o inexacte, la manca de regulacions legals i la incompatibilitat entre els diferents socis.

El terme Building Information Modeling (BIM) va ser introduït per Autodesk fa molt de temps, mentre que el terme Virtual Design and Construction (VDC) es va utilitzar per primera vegada l'any 2001 al Center for Integrated Facility Engineering (CIFE) de la Universitat de Stanford (Kunz i Fischer, 2012). Tanmateix, aquests dos termes s'utilitzen per explicar el procés d'implementació de models CAD paramètrics per a l'anàlisi del disseny i la construcció (Olofsson et al., 2007).

Disseny i construcció virtual (VDC) és un procés que inclou BIM com a part del procés de treball. Mentre que, BIM se centra més en els elements del model VDC. En altres paraules, tenir VDC sense BIM és impossible (Kunz i Fischer, 2012).

L'enfocament de Disseny i Construcció Virtual defineix models de projecte basats en models POP integrats que inclouen Producte, Organització i Procés, que ajuda els dissenyadors i contractistes a construir un disseny de projecte multidisciplinari integrat simultàniament per a un lliurament ràpid (Garcia et al., 2004).

És molt important en el modelatge BIM, assegurar-se d'entendre el grau d'informació requerit per als elements del model. Segons Hjelseth (2015), és necessari establir el mateix nivell de desenvolupament en diferents disciplines per aconseguir una coordinació BIM multidisciplinària amb èxit.

El Nivell de Desenvolupament (LOD) és el nivell que solen definir els membres del projecte com a important i satisfactori per a les propietats i la geometria a incloure en els models BIM (Nawari, 2018). Segons Solihin i Eastman (2015), LOD és una especificació que dona suport al procés BIM articulant amb claredat el contingut i la fiabilitat dels models.

Hi ha diferents nivells de desenvolupament en funció dels diferents nivells de geometria i propietats. Durant les diferents fases del projecte, els objectes i les característiques poden tenir diferents LOD (Solihin i Eastman, 2015). Per exemple, és possible desenvolupar models amb un alt nivell de geometria sense tenir molta informació de propietats (Grytting et al., 2017; BIMforum, 2016).

Cada cop és més evident que el BIM no es tracta només d'una solució de programari o d'actualització tecnològica, sinó que també implica el canvi de processos i la gestió del canvi. Segons (Davies et al. 2017), Des d'una perspectiva de col·laboració de projectes, hi ha dues categories principals de rols BIM: una funció global de gestió i coordinació de projectes; un segon nivell de gestors especialitzats o coordinadors BIM de diferents disciplines de disseny i equip de construcció.

La investigació realitzada per Bosch-Sijtsema et al. (2019) a partir d'estudis recents suggereixen principalment tres rols com a actors BIM: gestor BIM, coordinador BIM i modelador BIM.

Segons Davies et al. (2017) les responsabilitats de la funció del gestor BIM del projecte inclouen el desenvolupament i el lliurament del pla d'execució BIM, i l'establiment de protocols BIM per al projecte, l'organització de reunions de projecte BIM i la gestió dels registres del projecte. Barison i Santos (2010) presenten la tasca principal del rol BIM Manager com a gestió de persones en la implementació i/o manteniment del procés BIM.

El paper i les responsabilitats dels coordinadors BIM no són coherents en els diferents estudis BIM i hi ha diferències en funció d'alguns factors, per exemple, la maduresa BIM de les organitzacions, la mida del projecte, etc. Davies et al. (2017) classifica el paper i les responsabilitats dels coordinadors BIM en tres perspectives diferents: tècnica, de procés i de persones.

Tot i que aquestes responsabilitats són similars a altres estudis BIM (Jacobsson i Merschbrock, 2018; Kreider i Messner, 2013; Wang i Leite, 2014), hi ha altres estudis bibliogràfics que separen les responsabilitats de coordinació basades en disciplines, de la coordinació interdisciplinària. Les responsabilitats basades en la disciplina s'assignen a la funció de coordinadors de disciplina BIM o gestors de models (Barison i Santos, 2010).

A més, els coordinadors BIM també s'encarreguen de dirigir les reunions de coordinació, on hi participen persones de diferents disciplines per discutir enfrontaments i altres qüestions amb models (Wang i Leite, 2014).

El rol de modelador BIM s'anomena de diferents maneres, com ara autor del model, operador BIM, usuari BIM o tècnic BIM (Davies et al., 2017). No obstant això, les responsabilitats típiques d'aquest paper són similars dins de la literatura (Barison i Santos, 2010; Davies et al., 2017) i inclouen l'autor del model i la responsabilitat d'això, la producció i modificació d'informació en el model específic de la disciplina, etc. .

Tal com es representa a la secció anterior sobre rols, una de les responsabilitats dels coordinadors BIM és dirigir les reunions de coordinació BIM. Malgrat els diversos avantatges del BIM esmentats a les seccions anteriors, Wang i Leite (2015) remarquen que els models BIM no poden ajudar a registrar correctament la informació del procés, que inclou discussions i decisions preses durant les reunions de coordinació del disseny. Hi ha hagut poca discussió sobre les possibilitats de capturar i representar la informació del procés d'una manera interpretable per ordinador.

Per tant, recentment les tecnologies del núvol han estat més populars per ser utilitzades com a facilitadores per crear processos de modelització d'informació a la indústria AEC (Alreshidi et al., 2015). Com que la majoria de les solucions de programari BIM actuals no tenen les característiques de proporcionar accessibilitat directa i integració, les solucions comunes d'entorn de dades (CDE) tanquen aquesta bretxa i afegixen funcionalitats de gestió a les eines BIM estàndard (Preidel et al., 2017).

Segons Eastman et al. (2011), la interoperabilitat és la capacitat d'intercanviar dades per tal d'aconseguir un flux de treball ben organitzat i un sistema global. A més, la interoperabilitat redueix la necessitat de la transferència tradicional de dades que provoca errors i problemes d'incoherència de dades. Segons Santos (2009), la interoperabilitat és un dels pilars del BIM i un terme clau per a la capacitat d'intercanvi d'informació entre professionals. Les parts participants, inclosos arquitectes, enginyers estructurals, enginyers MEP (mecànics, elèctrics i de fontaneria) i contractistes haurien de poder accedir per modificar i actualitzar les dades creades per altres disciplines. Per tant, la interoperabilitat és un factor important per garantir una implementació reeixida del BIM.

Segons Eastman et al. (2011), mentre que la mida del projecte creix, els fitxers del projecte solen ser més sofisticats. També augmenta la necessitat de fluxos de treball efectius i un sistema adequat de documentació. En conseqüència, s'inicia l'ús de IFC (Industry Foundation Classes) o BCF (format de col·laboració BIM). A més, alguns altres estàndards menys reconeguts també estan disponibles a la indústria.

Segons Eastman et al. (2011), IFC és "l'únic model de dades públic, no propietari i ben desenvolupat per als edificis i l'arquitectura existent avui en dia". Curiosament, IFC és accessible en molts programaris BIM per evitar una col·laboració inconsistent entre professionals. A més, Santos (2009) resumeix que IFC és la tecnologia més madura i que ajuda a una bona organització

Segons Sawhney et al. (2017), la idea de CDE es va proposar inicialment a BS 1192 (British Standards Institute, 2007) i PAS1192 (British Standards Institute, 2013). CDE és un centre d'informació únic per a qualsevol projecte determinat, que s'utilitza per recollir, gestionar i difondre tots els documents de projecte aprovats pertinents. Preidel et al. (2017) defineix CDE com un espai de projecte digital comú que ofereix àrees d'accés especialitzades per a diferents parts interessades del projecte amb definicions d'estat clares i una descripció sòlida del flux de treball per compartir i aprovar els processos.

Les solucions CDE donen suport a la implementació de BIM tant des d'una perspectiva tecnològica com de procés. Mitjançant la centralització de tota la informació del projecte, CDE minimitza els riscos de redundància de dades i proporciona accés a les dades actualitzades en qualsevol moment, lidera una taxa més alta d'informació de reutilització i simplifica l'agregació de la informació del model (Preidel et al., 2017).

Hi ha diversos avantatges de les solucions CDE: disminució del temps i esforç per comprovar, versionar i reemetre la informació; obtenir les últimes dades aprovades de la plataforma comuna; disminució de la necessitat de controls de coordinació; reutilitzar la informació per donar suport a la planificació de la construcció, estimació, planificació de costos, gestió d'instal·lacions i moltes altres activitats posteriors; disminuint el temps i el cost de produir informació coordinada (Boxall, 2015; Sawhney et al., 2017).

Finalment, Aibinu i Papadonikolaki (2016) destaquen l'ús de solucions CDE en associació amb la coordinació BIM centralitzada on tot està més estructurat.

#### *Revisió taxonòmica global i anàlisi del desenvolupament de la recerca BIM entre 2006 i 2017*

Les ressenyes sovint no són representatives del desenvolupament de la recerca a cada continent o país, ja que els resultats són esbiaixats entre continents/ països amb poques publicacions i afavoreixen continents amb un alt nombre de publicacions. La revisió global afavoreix els països líders i encara hi ha una manca de comprensió clara de com es desenvolupa el BIM a cada continent i si hi ha similituds / diferències en el desenvolupament. Resulta interessant copsar que les taxes d'adopció i implementació BIM varien a tot el món i l'estat també difereix. Així mateix, veiem una clara diferència entre les publicacions referides a Amèrica del Sud, Àfrica i Austràlia en comparació amb la resta de continents (veure, per exemple, Eastman et al., 2011).

- Tant l'adopció com la consciència del BIM encara es troben en la seva etapa primerenca a Amèrica del Sud i Àfrica.
- Augment del nivell de conscienciació als països asiàtics, especialment a la Xina, Malàisia, Singapur i l'Índia.
- Discussió sobre qüestions legals, els marcs BIM encara estan en curs a Austràlia.
- Les tendències a Europa reflecteixen les prioritats del govern del Regne Unit i altres governs de la regió.

#### *Revisió de protocols, guies i estàndards de modelització de dades d'edificis per a grans clients de la construcció*

Els grans clients de la construcció perceben la necessitat de facilitar i accelerar l'adopció de BIM per als seus projectes perquè obtenen importants beneficis del seu ús per al disseny, construcció i operació de les seves instal·lacions.

Diversos estudis defensen que l'elaboració de les pautes BIM adequades que es poden exigir mitjançant contractes és un dels principals passos que poden prendre per promoure l'adopció. També certifiquen que l'adopció d'eines BIM no garanteix la realització dels beneficis de la tecnologia perquè gran part del benefici potencial deriva de l'aprofundiment de la col·laboració entre els participants en un projecte de construcció que BIM facilita (Eastman et al., 2011). Per tant, els esforços individuals o

locals d'adopció són insuficients; hi ha una necessitat d'implementació guiada i sistèmica.

Alguns estudis fan referència al rol de les agències públiques, en concret, subratllen que les agències governamentals creen el marc regulador necessari per promoure i donar suport a l'adopció BIM a través d'estàndards nacionals. La majoria d'aquests estudis són descriptius (guies de la taxonomia), però alguns són prescriptius, arribant a proposar protocols en la taxonomia. Les diferències sorgeixen de les variacions en el context empresarial, els objectius i l'abast de les diferents organitzacions. Això fa que sigui molt difícil per a les organitzacions governamentals i altres organitzacions públiques que comencen a planificar la seva estratègia d'adopció BIM per aprofitar aquest conjunt de coneixements per compilar una política compatible amb el seu context i necessitats específiques. En aquest sentit, Cheng i Lu (2015) proporcionen la llista més completa, informant sobre 123 documents BIM publicats de 2007 a 2015 per agències sense ànim de lucre i organismes governamentals de quatre regions.

Edirisinghe i London (2015) va revisar sis esforços nacionals d'estandardització BIM (EUA, Regne Unit, Singapur, Austràlia, Finlàndia i Noruega). Els autors van plantejar la hipòtesi d'una correlació positiva i una relació causal entre el desenvolupament d'un estàndard BIM nacional i la taxa d'adopció en un país. Cal destacar que, malgrat algunes evidències circumstancials per als Estats Units i el Regne Unit, no es va poder confirmar aquesta hipòtesi. Aquests resultats van en la mateixa línia que altres estudis similars, com el de Wong et al. (2010) que analitza les taxes d'adopció BIM a Noruega, Dinamarca, Finlàndia i Singapur.

Cinc estudis de cas de les principals agències de contractació de construcció al Regne Unit (Gurevich et al., 2016) van mostrar que fins i tot quan les organitzacions funcionen sota el paraigua d'un ampli mandat governamental per a l'adopció BIM, les necessitats específiques de cada organització són diferents i requereixen un conjunt personalitzat de directrius per especificar els processos adequats. Els estudis de cas van revelar que les directrius BIM són una de les cinc accions comunes que les organitzacions van dur a terme en l'adopció del BIM, juntament amb el lideratge (formulació d'estratègia), la formació, l'estandardització (inclosa la preparació de biblioteques de contingut BIM) i l'elaboració de clàusules contractuals adequades.

Altres estudis s'han centrat a analitzar el rol del gestor BIM. Les conclusions semblen clares: la responsabilitat de la implantació i gestió del BIM en un projecte ha de ser portada per un professional designat la descripció del lloc de treball del qual sigui diferent de tots els rols professionals habituals en un projecte de construcció executat sense BIM. Alguns estipulen un gestor BIM que és contractat directament pel propietari, altres preveuen un gerent BIM nomenat per l'arquitecte, i altres veuen el paper com la responsabilitat del contractista general. Sembla que no hi ha cap relació entre el tipus d'organització i l'assignació de responsabilitat al propietari, dissenyadors o contractista. També es fa palesa la necessitat de fomentar projectes col·laboratius de caràcter transversal. De fet, la col·laboració entre les diferents disciplines

constructives és una condició necessària per explotar els beneficis de l'adopció BIM; aquesta és una de les principals motivacions per al desenvolupament de guies i estàndards BIM a tots els nivells.

Tot i que el disseny tradicional de la construcció d'ofertes (DBB) segueix sent el mètode més comú per a la majoria de les organitzacions, alguns documents parlen específicament de la construcció de disseny (DB)<sup>6</sup>. No obstant això, també hi ha una tendència a considerar els contractes integrats de lliurament de projectes (IPD) per crear entorns de col·laboració de projectes en els quals BIM es pot explotar completament (Eckblad et al., 2007; Sacks et al., 2010). Alguns articles reconeixen que, encara que l'IPD és preferible on s'utilitza BIM, hi ha molts obstacles logístics, legals i pràctics que fan que IPD sigui inviable. Per les organitzacions governamentals, les barreres inclouen processos de contractació pública i lleis anticorrupció.

Un altre dels factors importants que apareixen sovint a la literatura és la prequalificació dels dissenyadors. La competència dels participants del projecte amb BIM és una condició prèvia a l'explotació dels seus beneficis i, per tant, garantir un nivell mínim d'habilitat és una preocupació essencial per als clients de la construcció (Barison i Santos, 2011).

Dues guies (Indiana i NBIMS) proporcionen matrius completes de competència BIM en forma de plantilles de full de càlcul d'Excel que els gestors de projectes poden utilitzar per avaluar la competència. Els fulls de treball calculen puntuacions numèriques que permeten l'avaluació de les habilitats BIM d'un dissenyador candidat en una escala que va des de Working towards BIM a Ideal (Indiana) i Minimum BIM a Platinum (NBIMS). En la imatge a continuació es mostra l'escala del Govern del Regne Unit:

Les normes britàniques adopten un sistema únic que defineix les qualificacions dels dissenyadors i els equips de disseny mitjançant l'avaluació del procés BIM que apliquen en funció d'una taula que defineix quatre nivells de maduresa del procés BIM:

0 - CAD: característiques bàsiques de CAD utilitzant només dibuixos, línies, arcs i text.

1 - "BIM solitari": inclou alguns elements 3D bàsics, inici del modelatge BIM.

2 - "Bim col·laboratiu": inclou la informació necessària, la gestió de la cadena de subministrament i la col·laboració entre les parts.

3 - "BIM intel·ligent": integració total del model BIM en la gestió del cicle de vida del projecte.

La directiva del govern del Regne Unit exigia l'ús de BIM en el nivell 2 per a l'any 2016, i el nivell 3 per l'any 2025

Altres estudis fan referència als beneficis de disposar d'un Integrated Project Delivery, que és una plataforma contractual que permet als projectes aconseguir una col·laboració més forta de la que es pot aconseguir mitjançant acords de contractació competitiu i, per tant va de la mà de l'ús de BIM, encara que clarament IPD i BIM no són mútuament dependents. L'IPD encara no és un mètode comú de lliurament de projectes. La raó per la qual alguns dels documents discuteixen aquest mètode de

<sup>6</sup> Hi ha dos mètodes principals de lliurament del projecte, disseny-construcció i disseny-oferta-construcció, .design-build and design-bid-build. Tot i que els noms són semblants, cada procés és molt diferent. Segueixen metodologies diferents, estructuren els equips de manera diferent i tenen avantatges i desavantatges únics. La tècnica adequada depèn dels objectius del propietari i de la mida, el risc i la complexitat del projecte

contractació i tipus de contracte i cap altre prové de la percepció que el grau de col·laboració que es pot aconseguir mitjançant IPD és significativament més gran que altres mètodes, i en particular que aquesta col·laboració millora la capacitat d'aprofitar els beneficis d'un procés BIM.

També es fa referència al nivell de desenvolupament (LOD) necessari per a cada projecte. La literatura mostra un clar consens en el fet que considerar el LOD de totes les parts components d'un model BIM en cada etapa del cicle de vida de disseny i construcció d'un projecte permet als participants del projecte planificar, coordinar, supervisar i controlar adequadament el seu treball (Reinhardt i Bedrick, 2015).

Sense definicions específiques del LOD que estan vinculades a fases de projecte, els dissenyadors no poden estar segurs de la maduresa de la informació continguda en els models BIM que reben, i són susceptibles de progressar en el disseny sobre la base de supòsits erronis o no desitjats. Per tant, un bon Pla d'Execució BIM hauria d'especificar el LOD que s'ha d'aconseguir per a cada sistema constructiu i els seus elements en cada fita de cada projecte.

Tot això s'ha d'emmarcar en un pla d'execució BIM. Aquest pla haurà de definir les formes de col·laboració i intercanvi d'informació desitjades, cobrint els rols i responsabilitats de tots els socis implicats, les aplicacions de programari a utilitzar, l'abast i el nivell de desenvolupament dels diferents aspectes del model requerits en cada etapa per a cada disciplina de disseny, la gestió del propi model, els procediments de control de qualitat, la composició d'objectes i les convencions de nomenclatura, etc. La creació d'un document amb aquestes característiques permet al propietari i a les empreses de disseny coordinar les seves expectatives entre si i establir objectius clars per usar BIM en el projecte. Així mateix, sembla que hi ha una relació entre l'àmbit de construcció gestionat per l'organització i el grau d'especificitat en els documents: els departaments de construcció universitaris tenen requisits més específics per al procés de disseny, les simulacions requerides i el programari a utilitzar que les agències governamentals o les normes nacionals. En aquest sentit, cal destacar que les habilitats i competències BIM no s'assumeixen proporcionades a través de la formació universitària o la formació professional d'arquitectes o enginyers, ni es certifica com a part integrant dels requisits de registre professional i, per tant, s'han de provar explícitament com a part de les condicions prèvies per a la participació en qualsevol projecte de construcció determinat.

Hem vist també com els governs nacionals i estatals utilitzen documents BIM com a instruments per avançar en l'ús del BIM dins de les seves indústries de la construcció. Els documents de Singapur i el Regne Unit són particularment bons exemples d'aquests esforços. L'estàndard del Regne Unit és part d'un esforç més ampli que imposa l'ús BIM per a projectes públics a través de termes de contracte que requereixen BIM, això té un fort efecte en la determinació del comportament comercial i de disseny / enginyeria a tota la indústria, estenent l'ús BIM al sector privat.

Els esforços del govern de Singapur són encara més directes, proporcionant incentius de finançament directe per a les empreses de l'AEC per comprar maquinari



i programari i donant suport a la formació BIM. Els documents són una part essencial d'aquests esforços perquè estandarditza la implementació entre empreses i empreses de disseny.

Com a conclusió d'aquest apartat:

- la metodologia BIM facilita no només l'ús de la tecnologia, sinó que també el seu ús, concretament a partir de l'explotació de les dades, permet fer múltiples simulacions i anàlisis que milloren la qualitat dels edificis i l'eficiència de la construcció.
- Els estàndards de tota la indústria promulgats pels governs o desenvolupats per associacions de la indústria sense ànim de lucre, són facilitadors importants per aconseguir una execució efectiva amb BIM, però no són suficients per l'adopció de la metodologia i la implantació de la construcció col·laborativa.

#### *Revisió comparativa dels marcs de modelització d'informació d'edificis*

A causa de l'impacte positiu del BIM, països com França, Dinamarca i el Regne Unit (Regne Unit) estan requerint que tots els projectes públics es lliurin utilitzant diversos nivells de BIM (Azhar, 2011). No obstant això, la implementació BIM és inconsistent entre països amb sectors de construcció similars, com Aràbia Saudita (KSA) i els Emirats Àrabs Units.

Les diferències prèvies s'expliquen en funció de factors polítics, econòmics, socioculturals i tecnològics (PEST), i també determinen els objectius d'implementació del BIM i diferencien clarament les estratègies.

- Polític: Fixar els objectius governamentals de la implementació és essencial, i s'han d'aclarir els possibles beneficis per aconseguir-ho. Cada país ha establert fites per a la implementació del BIM.
- Econòmic: Aquest factor se centra en el paper del govern com a inversor en la tecnologia i desenvolupador de regulacions. Els respectius GDPs dels països mostren la necessitat de desenvolupament BIM, Establir el nivell de la inversió i el retorn de la inversió (ROI) esperats mostra el nivell de suport del BIM.
- Sociocultural: La resistència a la transformació com a barrera per a la implementació BIM. Cada país va desenvolupar un programa de formació i, en alguns casos, fins i tot va requerir la inclusió de BIM dins del sistema educatiu.
- Tecnològic: Comunicacions entre les parts, nivell de col·laboració entre els grups d'interès, bases de dades nacionals i ús de biblioteques.

**Taula 1: Factors que determinen la diferent implementació BIM entre països**

| Criteri/ Marc                             | Regne Unit                        | Estats Units d'Amèrica                 | Finlàndia  | Austràlia | Singapur             |
|---|-----------------------------------|--|------------|-----------|----------------------|
| <b>Lideratge del Govern</b>               | Existeix                          | Existeix                               | Existeix   | Existeix  | Existeix             |
| <b>Any del mandat</b>                     | 2006                              | 2009                                   | 2001       | 2012      | 2015                 |
| <b>Nivell de maduresa</b>                 | Nivell 2                          | N/A                                    | Nivell 1   | Nivell 0  | N/A                  |
| <b>Disponibilitat de normes</b>           | BIS                               | Normes tècniques de la GSA             | ISO        | ISO       | Guia BIM de Singapur |
| <b>Disponibilitat de protocols</b>        | Existeix                          | N/A                                    | Existeix   | Existeix  | Existeix             |
| <b>Disponibilitat de la base de dades</b> | Biblioteca nacional BIM de la NBS | Biblioteca IFD i normes internacionals | N/A        | NATSPEC   | Edifici Intel·ligent |
| <b>Sistemes d'adquisició</b>              | Contractació electrònica          | Disseny-construcció                    | IPD        | N/A       | N/A                  |
| <b>Pla d'educació i formació</b>          | Obligatori                        | N/A                                    | Obligatori | Opcional  | N/A                  |

Font: Azhar

La importància de l'avaluació dels sectors de la construcció local per trobar els factors crítics d'èxit (CSF's) per BIM és necessària per facilitar la implementació d'un marc d'actuació BIM.

#### *Anàlisi comparativa dels estàndards i directrius BIM entre el Regne Unit i els EUA*

El procés de lliurament de projectes en ambdós països s'ha fragmentat tradicionalment en funció d'una comunicació basada en paper. Els documents en paper tenen molts errors i omissions que resulten en costos inesperats, retards i accions legals entre les parts de l'equip del projecte. Per fer front a aquests problemes, s'han suggerit mètodes organitzatius alternatius com el (design-build) com un dels mètodes d'implementació BIM. El BIM és la solució desenvolupada per abordar problemes en sistemes tradicionals, inclosa una documentació detallada deficient. En aquest sentit cal destacar tres aspectes que resulten importants per comprendre les avantatges del BIM sobre el treball tradicional en paper:

- **Nivell de base de dades:** En el mètode CAD tradicional, no hi havia una base de dades digital fiable per a les diverses operacions del projecte. Hi ha una pèrdua de dades després de la finalització del projecte, per tant, no es pot utilitzar en les etapes d'operació i manteniment. En canvi, el BIM proporciona un model 3D virtual de l'edifici per ser una única font que conté tota la informació i documents del projecte en un model tridimensional i dins d'una base de dades sincronitzada.

- Nivell de programació horària: Un dels avantatges del BIM a l'hora d'abordar els problemes CAD tradicionals és proporcionar una visualització de la seqüència d'execució i el calendari de les etapes d'obra de construcció, que no es pot aconseguir a través de gràfics 2D.

- Nivell d'estimació de costos: Les eines BIM també permeten l'anàlisi automàtica de dades, la quantificació i el càlcul precís de costos. Això elimina el procés propens a errors de format manual de fulls de càlcul.

Les descripcions del contingut del moment d'utilitzar BIM en les etapes de disseny varien en termes dels seus detalls entre els estàndards BIM al Regne Unit i EUA. Els estàndards BIM del Regne Unit determinen el camí del procés de disseny dins d'una metodologia específica sense desviar-se del pla establert i dins de nivells que van des de (0,1,2,3). D'altra banda, els estàndards dels EUA donen al dissenyador llibertat per modelar segons la necessitat de cada etapa i segons cinc nivells: el nivell de detalls o el nivell de desenvolupament LOD 100-500.

Veiem també diferències en la descripció del contingut relativa a l'estimulació de l'anàlisi ambiental i segons el context geogràfic de cada regió. Hi ha una diferència en els detalls de les dimensions BIM 6D o 7D de sostenibilitat en funció dels criteris de cada país per a la classificació del grau d'obtenció d'edificis verds. Les descripcions de contingut dels estàndards dels dos països difereixen en la seva definició dels models 6D i 7D, ja que els estàndards del Regne Unit defineixen el model 6D per a l'operació i manteniment de l'edifici i el model 7D per a la sostenibilitat.

Els resultats van indicar la variància en el nom i la terminologia utilitzada en els estàndards dels dos països. Per tant, és possible adoptar noms i terminologia específics. També existeixen diferències pel que fa als detalls en les descripcions de continguts dels mètodes d'emmagatzematge de la base de dades de disseny en biblioteques BIM / BIM entre els estàndards dels dos països. Així com en els mètodes d'emmagatzematge digital d'informació, que també difereixen en els estàndards i directrius dels dos països.

#### *Investigació sobre la implementació de la modelització d'informació de construcció a l'Orient Mitjà*

Un dels principals aspectes destacats en els treballs sobre BIM a l'Orient Mitjà és la manca d'especialistes en BIM. De fet, el 64% de les persones que han rebut formació sobre BIM són autodidactes (Saud Alhumayn, Ezekiel Chinyio & Issaka Ndekugri, 2017). A aquest factor s'hi afegeix una gran resistència al canvi, sobretot per part de les empreses i organitzacions del món local.

No és d'estranyar, doncs, que la implantació BIM a l'Orient Mitjà estigui sent impulsada en gran manera per empreses estrangeres que requereixen el seu ús en projectes fets a la regió. Per tant, els aspectes més significatius sobre la implementació del BIM a l'Orient Mitjà no semblen ser massa diferents dels de la majoria de països

analitzats. En tot cas sembla que la principal diferència és que no hi ha una clara voluntat dels governs de la regió per impulsar projectes BIM en la contractació pública.

La taula següent resumeix els principals obstacles que es troben els projectes BIM a la regió:

**Taula 2: Principals obstacles per a la implantació del BIM a l'Orient Mitjà**

| Respostes  | Totals     | Percentatge% |
|--|------------|--------------|
| Persones que comparen BIM amb CAD                                  | 82         | 18,30%       |
| Resistència al canvi   | 82         | 18,30%       |
| El contractista considera el BIM com un cost addicional            | 81         | 18,08%       |
| Falta d'especialistes en BIM a la regió                            | 65         | 14,51%       |
| Falta de demanda dels clients                                      | 56         | 12,50%       |
| El maquinari i el programari són car                               | 29         | 6,47%        |
| BIM introduït pels desenvolupadors de programari                   | 28         | 6,25%        |
| La tecnologia disponible és suficient (no es necessiten més eines) | 7          | 1,56%        |
| No és adequat per als projectes                                    | 4          | 0,89%        |
| Pèrdua de temps i recursos humans                                  | 3          | 0,67%        |
| Altres   | 11         | 2,46%        |
| <b>Total de respostes</b>  | <b>448</b> | <b>100%</b>  |

Font: Hamzeh Nawar

Així mateix, hi ha països a la zona que han començat a apostar pel BIM, emmirallant-se en les experiències del Regne Unit i dels Estats Units.

La taula a continuació resumeix l'estratègia que segueix l'Iraq a partir de l'anàlisi comparativa entre els estàndards i directrius BIM al Regne Unit i als Estats Units:

**Taula 3: BIM a Iraq a partir de la comparativa USA i Regne Unit**

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| <b>Aspectes idèntics als del Regne Unit i els EUA poden adoptar-se en la norma iraquiana de BIM.</b>                  | El moment d'utilitzar BIM en:   |   |  |
|   | - La fase de construcció  |   |  |
|   | - Etapa d'explotació i manteniment  |   |  |
|   | Les tècniques de disseny utilitzades en els processos de disseny són:                     |   |  |
|   | - Modelatge paramètric  |   |  |
|   | - Algorismes  |   |  |
|   | - Realitat Virtual  |   |  |
|   | - Simulació   |   |  |
|   | - Coordinació i detecció de col·lisions   |   |  |
|   | Models de dimensions BIM (3D, 4D, 5D)   |   |  |
|   | Sistema de recollida d'informació. COBie  |   |  |
|   | Integració i interoperabilitat de la informació   |   |  |
|   | Organització digital de la seguretat de la informació                                     |   |  |
| <b>Diferents aspectes de BIM. És possible adoptar una de les opcions de les normes britàniques o estatunidenques.</b> | Adopció del sistema d'estructuració de dades de disseny                                   | Segons les normes del Regne Unit, des del nivell 0 fins al nivell 3<br>O segons les normes estatunidenques LOD 100-500  |  |
|   | Adopció d'un sistema específic de coordinació i classificació de la informació            | O bé d'acord amb la norma del Regne Unit: Uniclass<br>O bé segons la norma estatunidenca OmniClass  |  |
|   | L'ús de BIM està en la fase de disseny  | Normes del Regne Unit - Seqüència específica en l'ús de normes i nivells de treball de (0,1,2,3)<br>Normes americanes - Llibertat per a triar la seqüència de les normes de modelatge dins dels nivells LOD100-500.               |  |
|   | Models 6D, 7D   | Segons les normes britàniques, el 6D és el model d'operació i manteniment, i el 7D és el model de sostenibilitat<br>Segons les normes dels EUA, la 6D és el model de sostenibilitat, i la 7D és el model d'operació i manteniment |  |
|   | <b>Diferents aspectes de BIM que poden establir-se per a donar-li especificitat local</b> | Preparació de la Biblioteca Nacional BIM segons els codis iraquians aprovats, per a contenir elements, materials i formes.  |  |
|   |   | Preparar un mètode per a representar la informació de disseny en termes de terminologia i denominació d'arxius en un llenguatge comú  |  |
|   |   | Preparar normes de sostenibilitat d'acord amb les especificacions iraquianes que incloguin els requisits que han d'aplicar-se en l'edifici segons les seves funcions, i els punts que   |  |
|   |   | Contingut de la informació en els contractes legals per a incloure els codis de construcció a l'Iraq  |  |

Font: MWFAQ ET AL. A comparative analysis of BIM standards and guidelines between UK and USA

Per tal de concloure la revisió de la literatura que adreça les característiques del BIM en la implementació de projectes públics, volem comentar les grans tendències actuals que els principals països del món estan seguint, per tal de presentar algunes de les línies d'actuació que tenen un cert consens en la comunitat acadèmica.

En un extrem, sent un dels països on el BIM està més desenvolupat, tenim el cas de Singapur. Aquí el govern combina plenament els rols de les empreses del sector privat i no lucratiu amb el paper de l'administració per promoure la innovació tecnològica i la innovació en enginyeria, i jugar un paper en tota la societat. Un altre país on s'han fet alguns estudis sobre BIM és la Xina. Sembla d'interès mencionar que, tot i que la Xina ha desenvolupat una sèrie de polítiques i orientacions rellevants, el BIM en molts casos s'ha convertit en una eina de visualització. Això ha fet que moltes empreses hi inverteixin molts recursos, però l'efecte real és insatisfactori, segons enquestes realitzades al sector<sup>7</sup>. Hi ha moltes raons per a això, però l'actual política del govern liderat per Jinping és una d'elles<sup>8</sup>.

Les principals recomanacions que s'extreuen d'aquests estudis és que cal potenciar la motivació per augmentar gradualment l'aplicació del BIM. Aquí esdevé fonamental donar molta visibilitat als beneficis del seu ús.

En la mateixa línia, els governs haurien de convidar investigadors i investigadores a dur a terme recerques sobre projectes pilot BIM i fomentar la publicació dels resultats d'aquests estudis.

A la taula següent podem veure resumidament com als Estats Units, Regne Unit, Singapur i al Japó (com a exemple, però també a altres països desenvolupats, la tecnologia BIM i els seus conceptes s'han difós àmpliament, i en tots aquests casos hi hagut un fort impuls públic per part del govern, per en segon terme estendre's gradualment a projectes privats.

---

<sup>7</sup> Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. On the application of information to promote the construction of information model, 2015.

<sup>8</sup> Hong Pang. BIM development in China's architectural design status [J]. Architecture and culture, 2015. In Chinese

**Taula 4: Comparació de les polítiques d'implementació BIM a diferents països**

| Comparació de les polítiques de desenvolupament de BIM en diferents països |   |
|--|---|
| País   | Polítiques  |
| <b>Estats Units</b>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 En 2003, la GSA va llançar el programa nacional 3D-4D-BIM.</li> <li>2 Al març de 2005, el USACE va crear un equip d'execució de projectes per a estudiar el valor de BIM i assessorar sobre les estratègies d'aplicació de BIM.</li> <li>3 A l'octubre de 2006, el USACE va publicar un pla de ruta de desenvolupament de BIM a 15 anys.</li> <li>4 Respectivament, amb 2007, 2012 i 2015, el Comitè de Desenvolupament de Normes BIM NBIMS Primera Edició, Segona Edició i Tercera Edició.</li> </ol>   |
| <b>Regne Unit</b>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Al maig de 2011, l'Oficina del Gabinet Britànic va publicar l'"Estratègia de Construcció del Govern 2011-2015", per a desenvolupar un objectiu d'etapa clar.</li> <li>2 Al març de 2016, l'Oficina del Gabinet del Govern va continuar publicant una nova versió de la "Estratègia de construcció del Govern 2016-2020".</li> <li>3 Establiment de normes: BS1192:2007 "normes de treball de col·laboració de la informació d'enginyeria de construcció", PAS1192-2:2013 "procediments de gestió de la informació BIM de lliurament de la construcció del projecte", PAS1192-3:2014 "procediments de gestió de la informació BIM de l'operació del projecte", BS1192-4:2014 "especificació de treball de coordinació de la informació del format COBIE per a complir amb els requisits de la interacció de la informació del propietari", PAS1192-5:2015 "entorn digital BIM i normes de seguretat de gestió intel·ligent".</li> </ol> |
| <b>Singapur</b>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 El govern ha desenvolupat un pla d'implementació de BIM: des de 1997, ha proposat l'establiment d'un sistema d'informació a 2016 a través de tot l'ús professional de la tecnologia BIM</li> <li>2 2008 a 2009, el govern de Singapur set departaments van adoptar conjuntament el model BIM de l'edifici de presentació electrònica 3D</li> <li>3 En 2010, el govern de Singapur va adoptar el model BIM d'estructura de presentació electrònica en 3D.</li> <li>4 En 2012, BCA va publicar les condicions específiques de les "Directrius BIM per a Singapur BIM".</li> <li>5 El Fons BIM de Singapur es va llançar i va actualitzar en 2013 i 2015 en 2012.</li> </ol>  |
| <b>Japó</b>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 de març de 2010, ha triat un projecte de construcció del govern com un pilot per a explorar BIM inthe disseny de la visualització, la integració de la informació i l'aplicació del valor del procés.</li> <li>2 En 2012, la Societat d'Arquitectura del Japó (JIA) va publicar oficialment les directrius BIM "JIA BIM Guideline".</li> </ol>   |

Font: JIANWEN CAO et al

### *Anàlisi dels principals factors que faciliten o dificulten l'adopció de la metodologia BIM*

En la recent discussió acadèmica, hi ha diverses investigacions sobre l'aspecte social de l'adopció BIM com la preparació, la sensibilització, el nivell d'adopció, les capacitats així com les barreres i *drivers* en l'adopció i implementació del BIM (Ademci i Gundes, 2018). Aquests esforços o inversions (per part de països i organitzacions) han jugat un paper important en accelerar el procés d'adopció BIM (Mustaffa et al., 2017).

Altres estudis més recents sobre les barreres en que topa sovint l'adopció de la metodologia BIM, mostren tendència consistent, des de Walasek i Barszcz (2017) fins a Ademci i Gundes (2018), Sun et al. (2017) i Tan et al. (2019). Aquests estudis han comportat descriure, categoritzar i classificar les barreres contra l'adopció BIM.

En l'informe NBS (2018), es van descriure barreres en l'adopció BIM sota dues categories, internes (és adir, falta de formació, experiència i recursos per invertir), i externes (és a dir, falta de demanda BIM per part del client i manca de grans

projectes que requereixen el desplegament BIM). Mentre que Ademci i Gundes (2018) van agrupar les barreres en cinc categories: personal, legal, gestió, cost i tècnic; Sun et al. (2017) van classificar les barreres d'adopció BIM en un total de vint-i-dues. Per exemple, el Regne Unit va informar de 18 barreres en la seva enquesta d'avaluació BIM contínua (NBS 2018, p. 35), i aquestes barreres no són exactament les extrems per Sun et al. (2017) o les de Wang (2015).

No obstant això, hi ha algunes similituds i termes comuns en totes les llistes. Per exemple, Khosrowshahi i Arayici (2012) van informar de moltes barreres per adoptar BIM a tot el Regne Unit, i afirmen que aquestes barreres són comunament en la preparació organitzativa.

A la taula següent, (Hamma-Adama et al, 2020) resumeix les principals barreres comunes a l'adopció BIM de totes les organitzacions i països:

**Taula 5: Principals obstacles per la implementació del BIM**

| Barreres a l'adopció BIM  | Referència   |
|---|--|
| Falta d'expertesa dins de les organitzacions                    | Aouad et al., 2006; Yan i Damian, 2008; Arayici et al., 2009; Lindblad, 2013; Wang et al., 2015; Saleh, 2015; Ahmed et al., 2018; Jamal et al., 2019; Tan et al., 2019 |
| Falta d'expertesa dins de l'equip del projecte                  | Saleh, 2015; Wang et al., 2015; Jamal et al., 2019; Tan et al., 2019   |
| Falta d'estandardització i protocols                            | BCIS, 2011; Wang et al., 2015; Ahmed et al., 2018; Jamal et al., 2019; Tan et al., 2019  |
| Falta de col·laboració entre els diferents agents               | BCIS, 2011; Wang et al., 2015; Tan et al., 2019  |
| Alt cost d'inversió   | Yan i Damian, 2008; Coates et al., 2010; Giel et al., 2010; Thompson i miner, 2010; Azhar, 2011; Lee et al., 2012; Crotty, 2012  |
| Qüestions jurídiques al voltant de la propietat i/o assegurança | Christensen et al., 2007; Furneaux i Kivvits, 2008; Arayici et al., 2009; Chao-Duivis, 2009; Azhar, 2011; Oluwole, 2011; Udom, 2012; Cursa, 2012; Jamal et al., 2019   |
| Falta de demanda del client                                     | BCIS 2011; Zuhairi et al., 2014; Saleh, 2015; Wang et al., 2015; Jamal et al., 2019  |
| Falta d'infraestructures  | Wang et al., 2015  |
| Falta de política governamental                                 | Wang et al., 2015; Elhendawi, A.I.N., 2018   |
| Resistències Culturals de la indústria                          | Jordani, 2008; Mihindu i Arayici, 2008; Yan i Damian, 2008; Rowlinson et al., 2009; Watson, 2010; Arayici et al., 2011   |
| Falta de finançament addicionals per BIM                        | Arayici et al., 2009; Jamal et al., 2019   |
| Resistència a nivell operatiu                                   | Jamal et al., 2019   |
| Les reticències de l'equip a compartir informació               | Yan i Damian, 2008; Arayici et al., 2009; Wang et al., 2015  |
| Retorn de la inversió (ROI)                                     | Coates et al., 2010; Arayici et al., 2011; Lee et al., 2012  |

Font: Hamma-Adama

Els impulsors de la innovació, *drivers*, són facilitadors per adoptar un nou producte o procés (Saleh, 2015). Els drivers permeten sovint la resolució de les barreres per la implementació del BIM, de la mateixa manera els *drivers* donen suport al procés. Els *drivers* potencials es caracteritzen sobretot per l'empoderament, el lideratge i la cultura creativa, i la majoria de les barreres estan entrellaçades amb els *drivers*.



La taula següent resumeix alguns possibles *drivers* segons els estudis citats anteriorment:

**Taula 6: Principals divers per la implementació del BIM**

| Drivers per a l'adopció BIM   | Referència   |
|---|--|
| Disponibilitat de professionals capacitats per gestionar les eines            | McDonald, 2012; Kiani et al., 2015; Saleh, 2015; Badrinath et al., 2016  |
| Assequibilitat del programari BIM   | Oladapo, 2007; Macdonald, 2012; Eadie et al., 2013   |
| Entorn favorable dins de la indústria   | Oladapo, 2007; Taki et al., 2013   |
| Interès dels clients per l'ús del BIM en els seus projectes                   | Liu et al., 2010; BCIS 2011; Eadie et al., 2013; Lee & Yu, 2013; Takim et al., 2013; Saleh, 2015   |
| Coneixement de la tecnologia entre els agents del sector                      | Oladapo, 2007; Zikic, 2009; Saleh, 2015  |
| Cooperació i compromís dels col·legis professionals amb la seva implementació | Oladapo, 2007; Becerik-Gerber et al., 2011   |
| Prova d'estalvi de costos per la seva adopció                                 | Newton & Chileshe, 2012; Eadie et al., 2013; Demirdoven, 2015; Saleh, 2015   |
| Canvi cultural entre els actors de la indústria                               | Kiani et al., 2015; Saleh, 2015  |
| El suport legislatiu del Govern   | Efficiency and Reform Group, 2011; BuildingSMART, 2012; Eadie et al., 2013; Zuhairi et al., 2014; Kiani et al., 2015; Saleh, 2015; Natalija et al., 2019 |
| Mètodes de contractació col·laborativa  | Sinclair, 2012   |

Font: elaboració pròpia, a partir de Saleh

## Visió general implantació BIM

Podem observar a la informació recopilada en la revisió de la literatura que no hi ha hagut una implementació homogènia de BIM a Europa. De fet, la majoria de països europeus van començar a adoptar la metodologia BIM després de la publicació de la Directiva 2014/24/UE que exigia promoure i començar a implementar aquesta metodologia a partir de 2016 en les obres públiques. La següent taula recull de forma genèrica l'estat d'implantació de la metodologia BIM als diferents estats europeus i el paper de les administracions públiques en la mateixa. Destacarem les principals característiques de la situació de la implementació de la metodologia BIM, l'estratègia seguida, i allò més significatiu dins d'un context més ampli de digitalització del sector de la construcció. Ressaltem els principals països, tot diferenciant els de la OECD i els que no ho són.

**Taula 7: Obligatorietat ús BIM per països**

| PAÏSOS EUROPA          | OBLIGATORIETAT BIM        | DATA INICI OBLIGATORIETAT                            | TIPUS D'OBLIGATORIETAT   | TIPUS D'ESTRATÈGIA PER A IMPLEMENTACIÓ              | ORGANITZACIONS NACIONALS O GOVERNAMENTALS QUE S'OCCUPEN D'IMPLEMENTAR BIM  |
|------------------------|---------------------------|--|--|---|--|
| <b>Alemanya</b>        | SI                        | Des de 2021  | BIM nivell 1 per a totes obres públiques; des de 2017 ho era només per a obres superiors a 100M euros                    | Col·laboració pública privada                       | Planen Bauen 4.0 (Germany's BIM Task Group) - Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure                               |
| <b>Àustria</b>         | NO                        | No és obligatori                                     | No és obligatori   | Estratègia privada                                  | Ministeri d'economia   |
| <b>Bèlgica</b>         | NO                        | No és obligatori                                     | No és obligatori   | Estratègia privada                                  | Belgian Buildings Agency y Agency for Innovation and Entrepreneurship (VLAIO)  |
| <b>Croàcia</b>         | NO                        | No és obligatori                                     | No és obligatori   | Estratègia privada                                  | HR BIM TASK GROUP  |
| <b>Dinamarca</b>       | SI                        | Des de 2011  | 2011: per a projectes locals i regionals de més de 2.7M euros i edificis governatius de mes de 677.000 euros             | Estratègia pública                                  | Byggningsstyrelsen (Danish Building and Property Agency)   |
| <b>Espanya</b>         | SI, només en alguns casos | Des de 2017 (en certs àmbits)                        | Depen de les licitacions   | Estratègia pública                                  | Ministerio del Fomento y Comisión para la implantación de la metodología BIM (Commission for the implementation of BIM methodology)  |
| <b>Estònia</b>         | NO                        | No és obligatori                                     | No és obligatori   | Estratègia pública                                  | Ministeri d'assumptes econòmics i comunicacions  |
| <b>Finlàndia</b>       | SI                        | Des de 2007  | Per a projectes nous o de renovació de més de 1M euros. A partir de 2016/18 obligatori per a tots els projectes públics. | Col·laboració pública privada                       | Senaatti (Senate Properties) i Agencia del Transport Finlandesa  |
| <b>França</b>          | NO                        | No és obligatori (pero govern ho promou des de 2017) | No és obligatori   | Estratègia Privada però amb gran recolzament públic | Plan Transition Numérique dans le Bâtiment; MediaConstruct y AMICC   |
| <b>Grècia</b>          | NO                        | No és obligatori                                     | No és obligatori   | Estratègia privada                                  | Ministeri de Mediambient i d'Energia   |
| <b>Irlanda</b>         | SI                        | Desde 2019   | BIM nivell 2 per a obres públiques complexes   | Estratègia pública                                  | Office of Government Procurement and Enterprise Ireland  |
| <b>Itàlia</b>          | SI                        | Desde 2019   | Depèn quantitat de diners: cada any baixa la quantitat a partir de la qual s'exigeix BIM                                 | Estratègia pública                                  | Italian BIM Commission – Ministry for Infrastructure and Transport; ANAS (Road Administration); Italian Railways Italferr (FS Group) |
| <b>Latvia</b>          | NO                        | A partir de 2025                                     | No és obligatori   | Estratègia privada                                  | Ministeri d'economia amb empreses privades   |
| <b>Noruega</b>         | NO                        | No és obligatori                                     | No és obligatori   | Estratègia privada amb recolzament públic           | Statsbygg (Norwegian Directorate of Public Construction and Property) I Norwegian Building Authority                                 |
| <b>Països Baixos</b>   | NO                        | No és obligatori                                     | No és obligatori   | Estratègia privada amb recolzament públic           | Rijkswaterstraat (Ministry for Infrastructure and the Environment)   |
| <b>Polònia</b>         | NO                        | A partir de 2030                                     | Obligatori el BIM de nivell 1 per a tots projectes estatals a partir de 2030   | Estratègia pública                                  | Ministeri d'Infraestructures i Construcció   |
| <b>Regne Unit</b>      | SI                        | Des de 2016  | Des de 2016 s'exigeix BIM nivell 2 per a totes infraestructures públiques, a partir de 2025 BIM nivell 3                 | Estratègia pública                                  | Centre for Digital Built Britain   |
| <b>Republica Checa</b> | NO                        | A partir de 1/01/2022                                | Per a tots les licitacions públiques estatals i municipals de més de 5 milions d'euros                                   | Estratègia pública                                  | Ministeri d'Indústria i Comerç i BIM Expert Council I State Fund for Travel Infrastructure,  |
| <b>Suècia</b>          | NO                        | No és obligatori                                     | No és obligatori   | Estratègia privada                                  | Trafikverket (Swedish Transport Administration)  |
| <b>Suïssa</b>          | NO                        | No és obligatori                                     | No és obligatori   | Estratègia privada                                  | SSB CFF FFS (Swiss federal train)  |
| <b>Catalunya</b>       | <b>SI</b>                 | <b>Juliol 2019</b>                                   | <b>Llindar econòmic contractes harmonitzats</b>  | <b>Estratègia pública</b>                           | <b>Comissió Interdepartamental BIM</b>   |

Font: Elaboració pròpia

## Països Membres OECD

### 1. Alemanya<sup>9</sup>

A Alemanya el BIM de nivell 1<sup>10</sup> es va convertir en obligatori a nivell nacional per a tots els projectes d'infraestructures públiques des del 31 de desembre de 2020. Alemanya és una de les economies de la Unió Europea que més recursos està destinant a la implantació de BIM a infraestructures públiques. La implantació de la metodologia BIM a Alemanya va ser contemplada al “*Stufenplan Digitales Planen und Bauen*”<sup>11</sup>, un document publicat el desembre del 2015 pel Ministeri Federal de Transport i Infraestructura Digital (MFTID).

El pla alemany d'implementació del BIM va ser redactat per Planen-Bauen 4.0<sup>12</sup>, fundat el febrer del 2015 per 14 de les associacions professionals més importants de la indústria de la construcció a Alemanya amb el motiu de coordinar i accelerar la implementació de BIM. Es tracta d'una plataforma nacional i un centre d'excel·lència que coordina la investigació BIM, l'estandardització i la implementació al mercat. Mitjançant una CPP<sup>13</sup> entre l'MFTID i el Planen Bauen 4.0, es va decidir requerir com a obligatori la metodologia BIM. L'*Stufenplan* estableix un nivell 1 d'implantació de BIM en tres fases, amb l'objectiu d'aplicar aquest nivell 1 a totes les obres de l'àmbit del Ministeri de Transport a partir de l'any 2020. Per assolir aquests objectius Alemanya ha definit el seu propi Nivell 1 d'implantació BIM amb el calendari següent:

- 2015-2017 Fase Preparatòria, on el govern va destinar 3.800.000 € per a la implantació i el seguiment de BIM d'una sèrie de projectes d'infraestructures.
- 2018-2020 Període per a Projectes Pilot, on es continuen els ja iniciats i es permet que les diferents administracions desenvolupin els seus. Cal destacar el projecte pilot de la línia ferroviària d'alta velocitat Stuttgart-Ulm, una de les infraestructures clau per a Alemanya, promoguda pel DB Netz AG on s'hi està realitzant a BIM.
- 2020 obligatorietat de complir BIM Nivell 1 en tots els nous projectes d'infraestructures.

A nivell estatal el Govern ha invertit 3.800.000 € per a la preparació del Full de Ruta inicial. En paral·lel a aquesta inversió, s'estan emprant nombrosos fons públics i privats en el desenvolupament i la posada a punt de diverses organitzacions, especialment PIMES. Aquests fons no estan sent gestionats directament pel govern, sinó per les diferents organitzacions coordinadores de fons per a la

---

<sup>9</sup> <https://cbim.mitma.es/bim-en-el-mundo/alemania> ; <https://www.pbctoday.co.uk/news/bim-news/european-bim-implementation/95265/>; <https://bim.tecniberia.es/wp-content/uploads/2016/11/GT1-Estrategia-SG1.2-Benchmarking.pdf>

<sup>10</sup> Veure nota número 96

<sup>11</sup> [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/stufenplan-digitales-bauen.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/stufenplan-digitales-bauen.pdf?__blob=publicationFile)

<sup>12</sup> <https://planen-bauen40.de/>

<sup>13</sup> Col·laboració Público Privada

investigació, desenvolupament i innovació, a iniciativa del sector privat. Actualment a Alemanya hi ha dues institucions oficials d'estandardització:

- L'Associació d'Enginyers Alemanys o VDI, amb més de 15.000 membres, autoritzada a produir normes de construcció legals, com ara la sèrie VDI2552 que ja està en fase d'elaboració.
- L'Institut alemany d'estandardització DIN<sup>14</sup> (Deutsches Institut für Normung) que desenvolupa, en col·laboració amb l'autoritat europea CEN (European Committee for Standardization – Comitè Europeu de Normalització), les normes nacionals alemanyes.

Els estàndards més avançats relacionats amb BIM a Alemanya són DIN 19650 o VDI 2552, que estan institucionalitzant els processos necessaris per als Common Data Environment, o els treballs desenvolupats per buildingSMART Germany al voltant de IFC. D'altra banda, el Full de Ruta per a la implantació de BIM inclou requisits per a la implantació de BIM als projectes públics com són: i) Requeriments d'Informació del Client, ii) Plans d'Execució BIM, iii) formats d'intercanvi per als models BIM, iv) Funcions i Responsabilitats, iv) protocols i processos.

## 2. Austràlia<sup>15</sup>

Austràlia sempre va tenir fortes connexions amb el Regne Unit i per tant moltes organitzacions australianes així com empreses van demanar al govern que segueixi l'exemple d'UK per impulsar l'adopció del BIM. El Govern australià, però, ha decidit no fer obligatori l'ús de BIM en projectes d'infraestructura finançats per la Commonwealth. Per tant, no hi ha obligatorietat en ús de BIM, però sí que hi ha una iniciativa nacional per implementar-ho i se segueix una estratègia Publico-Privada.

Un informe de març de 2016 de l'Standing Committee on Infrastructure, Transport i Cities del govern australià va instar la creació d'un grup de treball d'infraestructura intel·ligent (inspirat al Grup de Treball BIM del Regne Unit) per coordinar les polítiques, normes i formació BIM nacionals, i va recomanar que BIM fos obligatori per a tots els projectes d'infraestructura finançats pel govern que superin els 50 milions de dòlars de cost.

Per facilitar l'ús de BIM en projectes, NATSPEC<sup>16</sup> ha creat un portal BIM. NATSPEC és una organització nacional sense ànim de lucre que té com a objectiu millorar la qualitat de la construcció i la productivitat del sector a través del lideratge de la informació. Aquest portal BIM allotja documentació tècnica en un format de guia nacional general perquè els diferents agents puguin recolzar-s'hi a l'hora d'implementar BIM als seus projectes. Aquesta documentació BIM ha estat elaborada en conjunt per l'Australian BIM Advisory Board (ABAB), l'Australian

<sup>14</sup> <https://www.din.de/de/meta/suche/62730!search?query=Informationshandbuch>

<sup>15</sup> <https://cbim.mitma.es/bim-en-el-mundo/australia>

<sup>16</sup> <https://www.natspec.com.au/>

Construction Industry Forum (ACIF), l'Australian Procurement and Construction Council i el Sustainable Built Environment National Research Center.

El Portal BIM compta, entre d'altres, amb una Guia Nacional BIM, una plantilla per a Plecs amb requisits BIM, una Guia de Referències i Estàndards BIM, una Matriu de Propietats d'Elements i una Plantilla de Pla d'Execució BIM. A més, existeixen altres documents de referència per a l'adopció de BIM, com són els estàndards BIM-MEPAUS<sup>17</sup> o els BIM Management Plans<sup>18</sup> de l'Australian Institute of Architects.

### 3. Àustria<sup>19</sup>

L'ús de BIM no era obligatori a Àustria abans del 2017 i fins aleshores tampoc no era gaire comú utilitzar-lo per a projectes de petita escala. Això és perquè les empreses d'arquitectura a Àustria són normalment petites i per a elles el cost de comprar BIM era massa alt. Especialment en grans projectes d'edificació, el BIM ja s'utilitza. Tanmateix existeixen alguns estàndards tècnics per a BIM:<sup>20</sup>

- ÖNORM A 6241 es va publicar el 2015.
- ÖNORM A 6241-1 (BIM Nivell 2) va substituir l'antic ÖNORM A 6240-4 (dibuixos d'enginyeria per a construccions d'edificis) i s'ha ampliat en fases de disseny detallat i executiu i inclou diverses definicions.
- ÖNORM A 6241-2 (BIM Nivell 3) inclou els requisits per a BIM Nivell 3.

### 4. Canadà<sup>21</sup>

Canadà està fent un esforç considerable en els darrers anys, no només per motivar l'adopció del BIM al sector de l'AEC (Architecture Engineering Construction), sinó també per promoure l'aprovació d'una normativa tècnica específica i la introducció d'instruments digitals. El govern canadenc encara no ha desenvolupat cap política pública relacionada amb adopció de BIM. Per ara, només hi ha iniciatives a nivell municipal i no hi ha cap obligatorietat a utilitzar BIM. Hi ha poques iniciatives públiques, els darrers anys el Canadian Chapter/le Chapitre Canadien del Building Smart<sup>22</sup> ha realitzat un important impuls tot facilitant recursos com guies, manuals i estàndards.

---

<sup>17</sup> <https://www.bimmepaus.com.au/>

<sup>18</sup> <https://wp.architecture.com.au/bim/groups/management-plans/>

<sup>19</sup> <https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-building-information-modelling-bim/austria>

<sup>20</sup> <https://www.austrian-standards.at/de/produkte-loesungen/kostenlose-services/supplements-zu-standards/oenorm-a-6241-1>

<sup>21</sup> <https://cbim.mitma.es/bim-en-el-mundo/canada>; <https://buildingsmartcanada.ca/>

<sup>22</sup> <https://buildingsmartcanada.ca/>

## 5. Xile<sup>23</sup>

La Corporació de Foment de la Producció (CORFO, agència del govern de Xile que depèn del Ministeri d'Economia, Foment i Turisme) va promoure la iniciativa Planbim. Aquesta iniciativa té un termini de 10 anys i una de les seves fites és l'ús de la metodologia BIM per al desenvolupament i l'operació de projectes d'edificació i infraestructura pública a partir del 2020. Per tant, a Xile l'ús del BIM és obligatori, se segueix una estratègia pública i està en creixement. Planbim emprà com a motor principal el poder de compra de l'Estat, treballant en conjunt amb les institucions públiques per implementar l'ús de BIM, generant un estàndard BIM i construint requeriments consistents i estandarditzats per a les licitacions públiques.

Fins al 2016, va ser el sector privat qui va liderar l'adopció del BIM a Xile. Però el 2016 el govern xilè va començar a desenvolupar la seva estratègia amb l'ajuda del sector privat i els organismes professionals per implementar més el BIM al sector de la construcció. De fet a principis de 2016 hi va haver un pacte entre govern i sector privat per impulsar l'ús de BIM. A l'acord es va establir que el govern xilè havia de començar a exigir obligatòriament el BIM a tots els projectes públics a partir del 2020 i així el sector privat també començaria a seguir l'exemple del govern, sent obligatori el 2025. A més, van crear un organisme independent (BIM Forum Xile<sup>24</sup>) perquè avalués el sector i per promoure l'educació d'especialistes a BIM.

A Xile els estàndards especialitzats els publica el Instituto nacional de Normalización (INN) i fins al 2019 no n'havia publicat cap per a l'ús de BIM, per tant en no seguir estàndards nacionals ni internacionals, cada contracte es negocia de forma autònoma segons la voluntat de les parts. A partir de mitjans del 2019, Planbim<sup>25</sup> ha desenvolupat l'estàndard BIM per a projectes públics ha construït termes de referència per sol·licitar BIM de manera estandarditzada a diverses tipologies de projectes de l'Estat i ha desenvolupat plataformes, tutorials i guies tècniques per a la millor comprensió de BIM.

## 6. Dinamarca<sup>26</sup>

Dinamarca és un dels països del món on la digitalització del sector de la està més desenvolupada. Va ser el primer país que va legislar sobre BIM, l'any 2007<sup>27</sup>, concretament sobre nous projectes de construcció i de rehabilitació d'edificis.

El mandat es va aprovar l'any 2007 i es va revisar l'any 2010 i de nou l'any 2013. Des del 2007, el govern de Dinamarca va obligar a adoptar certs requisits de BIM a les licitacions públiques i així ha arribat a ser un dels països europeus líders en la implementació de BIM. La llei de licitació pública va ser la que va donar el

<sup>23</sup> <https://cbim.mitma.es/bim-en-el-mundo/chile>; <https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-building-information-modelling-bim/chile>

<sup>24</sup> <https://bimforum.cl/>

<sup>25</sup> <https://planbim.cl/>

<sup>26</sup> <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/34518> ; <https://www.bimspot.io/blogs/bim-adoption-nordic-countries/>

<sup>27</sup> <https://en.bygst.dk/construction/digital-construction/>

major impuls a la incorporació de la tecnologia BIM a les empreses de construcció, sobretot inicialment.

Com a part de la llei de licitació, el govern danès va promulgar la REGULACIÓ 1365, adoptada el 2007. Les actuals regulacions, ICT 118 i 119, vigents des del 2013 per a projectes finançats pel govern que superin els 5 milions de DKK. Totes aquestes tenien com a objectiu incentivar l'ús d'ICT al sector de la construcció i així augmentar la productivitat. El juny del 2011, el govern danès va estendre l'obligatorietat a l'adopció del BIM a totes les licitacions de projectes locals i regionals de més de 2.7M d'euros i a tots els projectes del govern central de més de 677.000 euros. A partir del 2013, el BIM va ser obligatori per a tots els projectes nacionals, regionals i municipals, inclosos els habitatges socials.

En aquests moments, la normativa BIM s'aplica a tots els projectes públics i als habitatges socials. A més de les institucions públiques, les organitzacions privades i les universitats també participen en el desenvolupament del BIM a Dinamarca.

L'Agència Danesa de la Construcció i la Propietat és l'autoritat responsable d'aquestes regulacions TIC des de 2011. Aquestes regulacions estableixen els requisits per a l'ús de BIM (Building Information Modeling) i l'estàndard IFC de codi obert. És obligatori des de l'any 2011 per a totes les licitacions públiques, siguin els projectes locals o regionals amb uns costos superiors als 2,7 milions d'euros.

El 2016 ja el 78% de les companyies de disseny coneixien BIM i el feien servir per a la visualització 3D, per dur a terme l'anàlisi sobre el rendiment del projecte i per detectar les possibles incidències. El 2019, el 31% de les empreses pensaven que el BIM era necessari per crear un ambient sostenible.

La llei de licitació pública va ser la que va donar el major impuls a la incorporació de la tecnologia BIM a les empreses de construcció, sobretot inicialment. El 2016 ja el 78% de les companyies de disseny coneixien BIM i el feien servir per a la visualització 3D, per dur a terme l'anàlisi sobre el rendiment del projecte i per detectar les possibles incidències. El 2019, el 31% de les empreses pensaven que el BIM era necessari per crear un ambient sostenible.

El govern danès va incloure l'acadèmia i la indústria en la preparació de les regulacions prèviament esmentades, a través de projectes de consultories i projectes pilots. De fet, el govern va invertir molt en investigació i desenvolupament i les universitats van ajudar en començar a fer cursos sobre BIM.

## 7. Espanya<sup>28</sup>

L'Associació Espanyola de Normalització i Certificació AENOR que desenvolupa normes tècniques i certificacions va constituir l'any 2012 el Comitè de

---

<sup>28</sup> <https://bimchannel.net/>



Normalització AEN/CTN 41/SC13 per l'organització de models d'informació relatius a l'edificació i a l'obra civil<sup>29</sup>. L'Spanish Chapter de l'associació internacional BuildingSmart<sup>30</sup> que promou l'ús d'estàndards BIM oberts i interoperables està formalment constituït des de novembre de 2014, forma part de les experiències pioneres a l'Estat, conjuntament amb algunes institucions públiques.

El juliol del 2015, esperant la transposició de les directives europees, el Ministeri de Foment (ara MITMA) va impulsar la creació d'un fòrum informal obert tant al sector públic com al privat (Comissió BIM o iniciativa es.BIM). Per tant, es va seguir una estratègia doble: el sector públic que lidera però adopta el know-how del sector privat. Des del punt de vista legal, la Llei 9/2017, de 8 de novembre, de contractes del sector públic, incorpora, en la seva disposició addicional quinzena, apartat 6, "*Normes relatives als mitjans de comunicació utilitzables en els procediments que regula aquesta Llei*", una referència precisa a la metodologia BIM, en indicar que "*els òrgans de contractació podran exigir l'ús d'eines electròniques, com ara eines de modelatge digital de la informació de la construcció (BIM) o eines semblants. En aquests casos, han d'oferir mitjans d'accés alternatiu segons el que disposa l'apartat 7 d'aquesta disposició addicional fins al moment en què aquestes eines estiguin generalment disponibles per als operadors econòmics*".

A partir de finals de 2018, per tal de donar un nou impuls al procés d'implantació BIM, el Consell de Ministres va aprovar a través del Reial Decret 1515/2018 la creació de la Comissió Interministerial per a la incorporació de la metodologia BIM en la contractació pública<sup>31</sup>. La Comissió va ser constituïda l'abril del 2019. La iniciativa és. BIM va desenvolupar diversos documents per implementar la metodologia BIM i l'estandardització de diferents processos. També les empreses públiques gestores d'infraestructures com ADIF o AENA inclouen cada cop més l'ús de BIM als seus contractes.

A Espanya, a nivell estatal, no hi ha cap llei que obligui el BIM. El que sí que trobem són algunes empreses privades importants que sí que demanen i fomenten l'ús del BIM.

BIM sí que és obligatori a les obres públiques de Catalunya. L'acord de govern de Catalunya obliga a l'ús del BIM en projectes públics a partir de l'11/03/2019. El BIM s'ha d'aplicar obligatòriament, en contractes subjectes a regulació harmonitzada. 5.548.000€ en obres i 221.000€ en projectes.

Més enllà d'aquestes dues situacions ens trobarem amb obligacions parcials per promotors, determinades institucions públiques, però gens institucionalitzat. Hi ha empreses públiques estatals, com els aeroports amb AENA, Renfe i Adif, autoritats portuàries, etc. Que ja fa anys que lliciten tot sol·licitant la incorporació de la metodologia BIM.

<sup>29</sup> <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/comites-tecnicos-de-normalizacion/comite?c=CTN%2041/SC%2013>

<sup>30</sup> <https://www.buildingsmart.es/>

<sup>31</sup> <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2019-1368>

Cal destacar que al País Basc els projectes que depenen de la direcció General d'Habitatge del Govern Basc, Visesa (societat pública dependent de Govern Basc per a la promoció d'habitatge de protecció pública i de rehabilitació/renovació urbana), Alokabide (societat pública dependent del Govern Basc per al desenvolupament de la funció social de l'habitatge a través de la política de lloguer), Bilbao Ria 2000 (societat per a la regeneració urbanística de Bilbao i el seu entorn) per exemple, es demanen a BIM, però no hi ha cap llei que ho reguli.

Potser la dada més important són les entitats privades que demanen BIM de manera contractual, i aquí la llista és molt gran, el conjunt de les promotores el 2019 comercialitzava al voltant de 42.000 habitatges amb un volum d'inversió 5.000M€.

També són rellevants les empreses del sector retail, o el de alimentació, distribució i logística, o les grans entitats esportives.

## 8. Estats Units<sup>32</sup>

El BIM es va desenvolupar als Estats Units a principis dels anys 70: la primera descripció d'un model virtual d'edifici es va presentar en una famosa publicació de Charles M. Eastman (avui reconeguda com una de les autoritats més competents del món en aquest camp) l'any 1974, basat en una investigació desenvolupada a la Carnegie-Mellon University, Pittsburgh PA, titulada "*An outline of the building description system*"<sup>33</sup>.

Estats Units tot i ser va ser un dels primers països a adoptar BIM, paradoxalment el seu procés ha estat lent per diferents causes: la manca d'experiència general amb aquesta tecnologia, l'absència d'estandardització i coordinació pública a escala federal, ha frenat l'adopció de la tecnologia BIM als EUA. A més l'adopció que hi hagué d'aquesta metodologia, ha estat molt fragmentada ja que el sector públic dels EUA es divideix en tres nivells administratius clàssics (govern central, estatal i local) i cadascun d'aquests nivells s'aproxima a la difusió i la implantació de BIM des d'un enfocament diferent.

No hi ha una estratègia pública nacional comuna per a tothom, per tant no hi ha obligatorietat en ús de BIM (encara que moltes empreses ho utilitzen) i tampoc no hi ha ajudes públiques. Per facilitar l'ús de BIM en projectes, s'han desenvolupat una sèrie de guies i plantilles. Les més reconegudes són la National BIM Standards<sup>34</sup> (NBIMS-US), publicada pel National Institute of Building Science (NIBS), les prescripcions LOD publicades per BIM Forum<sup>35</sup> i les publicades per la Universitat de Penn State<sup>36</sup>, (Project Execution Planning Guide i Planning Guide for facility Owners).

---

<sup>32</sup> <https://cbim.mitma.es/bim-en-el-mundo/eeuu>

<sup>33</sup> <https://eric.ed.gov/?id=ED113833>

<sup>34</sup> <https://www.nationalbimstandard.org/>

<sup>35</sup> <https://bimforum.org/LOD/>

<sup>36</sup> <https://bim.psu.edu/>

## 9. Finlàndia<sup>37</sup>

Finlàndia és un dels països pioners en la implementació de BIM i és coneguda com una de les majors influències i impulsores del BIM al món. Senate Properties<sup>38</sup>, una agència de serveis de propietat estatal, va requerir l'ús de BIM als seus projectes des del 2001. Les institucions públiques TEKES<sup>39</sup> i Senate Properties han estat i són fonamentals en el desenvolupament de BIM conjuntament amb el sector privat (estratègia desenvolupada per CPP) actuen com a organismes reguladors i han desenvolupat guies pràctiques com a Common BIM Requirements.

Finlàndia va començar a planificar la innovació al sector de la construcció a partir de 1950s. Des del 1983 al 2015, Business Finland, una agència de fons públics, va invertir en recerca en el camp d'ICT per al desenvolupament a la indústria de la construcció. El 2007, la indústria de construcció finlandesa va començar a sol·licitar que tots els programaris de disseny tinguessin la certificació IFC. Ja el 2007 va fer obligatori que tots els programaris de disseny en entorns BIM havien d'estar verificats amb la Certificació Industry Foundation Classes (IFC), format que permet la compartició de models entre qualsevol desenvolupador de programari. Des d'aquesta data, Senate Properties (entitat responsable de la gestió d'edificis públics) va establir que tots els projectes nous o de renovació per sobre de 1.000.000 € s'havien d'executar utilitzant BIM i es van redactar les primeres guies per implementar aquesta metodologia.

El 2016 es crea KIRA-digi<sup>40</sup>, un projecte creat amb suport públic 50% i privat 50% per donar suport a la transformació digital al sector de la construcció i pretén anar un pas més enllà de la implementació de BIM. També cal mencionar que BuildingSMART Finland va desenvolupar l'any 2012 una sèrie de guies pràctiques conegudes com a Common BIM Requirements (COBIM) que especifiquen requisits d'intercanvi d'informació en funció dels usos BIM requerits.

A Finlàndia, BIM ha tingut molt més resultats al sector públic que al privat. L'ús de BIM al llarg dels anys ha anat incrementant i actualment hi ha estudis que afirmen que un 75% de les empreses de disseny i un 60% de les empreses de construcció utilitzen BIM. Hi ha quatre fases diferenciades clarament:

- La primera fase de 1983-1997, és l'etapa d'exploració/investigació mitjançant el projecte Ratas i creació d'empreses de BIM programari com Tekla, Solibri, Magicad, Tokoman, Granlund, etc. i la implementació per part d'empreses pioneres en l'ús de BIM.
- La segona fase 1997-2003, es crea el programa Vera que dura 6 anys i té una inversió 47M€ i es realitzen 161 projectes. Es forma BuildingSMART Finland, es realitza el primer projecte IFC al món HUT600. Mitjançant aquesta iniciativa

<sup>37</sup> <https://cbim.mitma.es/bim-en-el-mundo/finlandia>; <https://bim.tecniberia.es/wp-content/uploads/2016/11/GT1-Estrategia-SG1.2-Benchmarking.pdf>; <https://www.bimspot.io/blogs/bim-adoption-nordic-countries/>

<sup>38</sup> <https://www.senaatti.fi/en/>

<sup>39</sup> <https://fundit.fr/en/institutions/finnish-funding-agency-innovation-tekkes>

<sup>40</sup> <http://www.kiradigi.fi/en/front-page.html>

s'aconsegueix un consens per part de la indústria de la importància d'ICT i BIM i, sobretot, del maneig de la informació. Finlàndia aconsegueix una posició global única com un dels països líders en la implantació i el desenvolupament de BIM.

- La tercera fase 2003-2012 es promouen els Open Standards i es redacten les primeres guies pràctiques per part de Senate Properties el 2007 i posteriorment les guies nacionals COBIM el 2012. BIM es converteix en la forma usual de treball. Tot i que BIM és utilitzat àmpliament en la pràctica, la investigació es redueix significativament i les universitats no participen activament en projectes BIM a excepció dels últims 4 anys.
- La quarta fase 2016-2018. L'ús de BIM és obligatori en projectes públics i es converteix en la forma usual de treball. L'objectiu actual mitjançant el projecte KIRA-digi és una visió que va més enllà del BIM i inclou temes com a intel·ligència artificial, robòtica, analítica, internet de les coses i està enfocat a fer millor ús de la informació. KIRA-digi pretén fer servir un model àgil d'experimentació en períodes fins a 6 mesos. Les àrees específiques d'experimentació són informació, serveis, estàndards, IoT i model a l'etapa d'operació. Aquest model facilita que start-ups puguin interactuar i treballar junts amb universitats i empreses per crear productes o serveis conjunts.

L'Agència Finesa de Trànsit i les ciutats més importants de Finlàndia exigeixen des del maig del 2014 el mètode d'intercanvi d'informació obert Inframodel3. Inframodel3 està basat en LandXML i inclou parts del model del terreny, superfícies subterrànies, carreteres, vies fèrries i capes de construcció.

TEKES és l'agència de finançament públic finès per a projectes de tecnologia i innovació que forma part del Ministeri de Treball i Economia. Des de la seva fundació l'any 1983, TEKES ha donat suport en projecte de recerca per al desenvolupament de BIM i darrerament amb un projecte renovat com a KIRA-digi amb un pressupost de 16M€ finançat pel sector públic 50% i privat 50% amb durada fins a el 2018.

## 10. França<sup>41</sup>

A França l'ús BIM es va poder difondre gràcies a la introducció del pla per a la Transició Digital a la Indústria de Construcció (PTNB), desenvolupat el 2015. Dit això, actualment, segons enquestes del sector, entre el 30 i el 50% de les empreses del sector utilitzen BIM (depenent del tipus de projecte).

A partir de l'1 de gener 2022, a França es pretén que sigui generalitzat presentar BIM de nivell 2. El govern francès, a través del Ministeri de Cohesió Territorial, va promoure el desenvolupament del Pla de Transició Digital, de petició del propi sector de construcció. Però no hi ha cap estàndard de BIM desenvolupat o reglaments. El pla de transició digital o Pla Transition Numérique dans le Bâtiment, promogut pel

---

<sup>41</sup> <https://www.pbctoday.co.uk/news/bim-news/european-bim-implementation/95265/>; <https://cbim.mitma.es/bim-en-el-mundo/francia>; <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/34518>

govern francès, posa com a termini el 2022 per a la completa difusió de l'estratègia BIM en el disseny/gestió d'obres públiques i grans infraestructures.

Aquest Pla de Transició Digital (PTNB) va ser formalment instituït pel Ministeri de Cohesió Territorial (Ministère de la Cohésion des Territoires), a l'inici del 2015, com a resposta a les expectatives expressades pel sector de la construcció. S'estructura en un comitè directiu representat per 14 organitzacions professionals i 4 ministeris.

Al costat del Pla de Transició Digital que s'enfoca principalment a l'edificació, cal destacar el treball realitzat en el marc del projecte de recerca MINND<sup>42</sup> (Modélisation des Informations Interoperables pour les Infrastructures Durables) orientat a promoure i facilitar l'ús de BIM en projectes d'Infraestructures. MINND es va iniciar el 2014 i compta amb la participació de 60 organitzacions que representen tot el sector.

D'altra banda, el Pla BIM 2022<sup>43</sup>, que promou la participació voluntària de tots els actors del sector de la construcció a favor del BIM i la transició digital en general, va ser signat el 2017 pel ministre de la Cohesió Territorial.

## 11. Itàlia<sup>44</sup>

L'adopció de la metodologia BIM a Itàlia va ser inicialment una iniciativa totalment privada, generalment limitada a projectes desenvolupats sota influències internacionals, però els darrers anys s'ha consolidat finalment de manera sistemàtica, sobretot gràcies a la introducció d'una nova legislació (DM 560/2017), i una normativa tècnica (UNI 11337) entre les més influents d'Europa.

L'estratègia pública italiana per a l'adopció progressiva del BIM s'inicia amb l'entrada en vigor de les UNI 11337<sup>45</sup>, publicada el 2018, i del Decret 560/2017<sup>46</sup>, anomenat Decret Baratonò, emès i recolzat pel Ministeri d'Infraestructures i Transport d'Itàlia, que preveu l'ús obligatori de la metodologia BIM a partir del 2019 i de manera progressiva, per a obres complexes amb un pressupost de licitació igual o superior a 100M d'euros inicialment .

Tot i que no ha estat a l'avantguarda de l'adopció de BIM a Europa, es percep un creixement molt significatiu des de la publicació del decret esmentat. El Decret estableix una sèrie de fases per a l'obligatorietat de BIM:

- Gener de 2019: per a obres complexes amb un pressupost de licitació igual o superior a 100 milions d'euros.

<sup>42</sup> <https://www.minnd.fr/le-projet-minnd/>

<sup>43</sup> <https://www.ecologie.gouv.fr/batiment-et-numerique>

<sup>44</sup> <https://cbim.mitma.es/bim-en-el-mundo/italia> i <https://www.bimportale.com/2021-bim-amplia-la-sua-presenza-nei-lavori-pubblici/>

<sup>45</sup> [http://store.uni.com/catalogo/uni-11337-7-2018?josso\\_back\\_to=http://store.uni.com/josso-security-check.php&josso\\_cmd=login\\_optional&josso\\_partnerapp\\_host=store.uni.com](http://store.uni.com/catalogo/uni-11337-7-2018?josso_back_to=http://store.uni.com/josso-security-check.php&josso_cmd=login_optional&josso_partnerapp_host=store.uni.com)

<sup>46</sup> <https://www.mit.gov.it/normativa/decreto-ministeriale-numero-560-del-01122017>

- Gener de 2020: per a obres complexes amb un pressupost de licitació igual o superior a 50 milions d'euros.
- Gener de 2021: per a obres complexes amb un pressupost de licitació igual o superior a 15 milions d'euros.
- Gener 2022: per a treballs basats en un pressupost de licitació igual o superior al llindar establert a l'article 35 del codi de contractes públics.
- Gener de 2023: per a treballs basats en un pressupost de licitació igual o superior a 1 milió d'euros.
- Gener de 2025: per a treballs basats en un pressupost de licitació inferior a 1 milió d'euros.

## 12. Noruega<sup>47</sup>

Noruega compta amb una sèrie d'iniciatives, públiques i privades, que promouen la digitalització del sector de la construcció, cosa que ha facilitat que l'adopció de la metodologia BIM, essent un dels països amb més taxa d'implementació d'aquesta metodologia, sempre basada en l'ús d'estàndards oberts, sense una estratègia nacional ni programa nacional de fons. L'organisme regulador és Standards Norway i l'ús del BIM es va promoure a través d'una estratègia elaborada mitjançant CPP. No hi ha una organització, la missió de la qual sigui definir una estratègia BIM única a nivell nacional, però hi ha una sèrie d'iniciatives que, des de diferents àmbits, treballen per a la implementació de BIM:

Des del sector públic:

- Statsbygg<sup>48</sup> lidera des del 2010 l'ús de BIM com a client. Per això, juntament amb un conjunt d'empreses públiques, ha creat un mandat per demanar BIM basat en els estàndards oberts de buildingSMART (openBIM), com IFC (ISO 16739) en tots els seus projectes des de l'1 de juliol de 2016. Va crear un Joint Statement obert que altres clients, públics o privats, puguin adherir-se a la demanda.
- Direktoratet for byggkvalitet<sup>49</sup> (Norwegian Building Authority) ha definit una estratègia, "ByggNet", per a la digitalització del sector de la construcció, iniciant la seva activitat el 2014 i una durada d'entre 5 i 10 anys. Actualment està treballant en un portal per al lliurament i la verificació de projectes BIM. Una primera versió d'aquest portal, anomenat ByggLett, està disponible des del 2017, i permet automatitzar gran part del control de la informació per part de les administracions públiques.

Des del sector privat:

<sup>47</sup> <https://bim.tecniberia.es/wp-content/uploads/2016/11/GT1-Estrategia-SG1.2-Benchmarking.pdf>

<sup>48</sup> <https://www.statsbygg.no/>

<sup>49</sup> <https://dibk.no/>

- La Federació Noruega d'Indústries de la Construcció (BNL<sup>50</sup>) va presentar a finals de l'any 2017 un full de ruta per a la digitalització del sector.
- buildingSMART Norway<sup>51</sup>, lidera la definició d'estàndards que facilitin l'ús de BIM i hi col·labora amb Standards Norway i Norwegian Building Authority.

Standards Norway, com a organisme d'estandardització, ha publicat l'estàndard NS 8360:2015<sup>52</sup> sobre objectes BIM. A més, per facilitar l'ús de BIM en projectes, buildingSMART Norway ha desenvolupat una guia (anomenada bSN Guiden) que ajuda a establir els requisits d'informació estandarditzada per part de cadascun dels agents, a cadascuna de les fases, i en funció dels usos esperats del model.

### 13. Països Baixos<sup>53</sup>

Als Països Baixos no és obligatori fer servir BIM ni el govern ha publicat requisits que s'hagin de complir en aquest camp, l'ús de BIM és impulsat pel sector privat i públic alhora, empreses importants com ProRail, Rijkswaterstaat i Rijksvastgoedberiff (les últimes dues públiques) el van començar a fer servir des de fa molts anys. BIM és utilitzat comunament tant per a projectes del sector públic com privats. Tot i no tenir un mandat BIM com el té el Regne Unit, molts dels clients públics i privats nacionals exigeixen l'ús de BIM en projectes ja que són conscients dels avantatges que proporciona l'ús de la metodologia i consideren un avenç la seva implementació.

Els Països Baixos han establert el Building Information Council<sup>54</sup> com a part del programa BIM del Rijkswaterstaat<sup>55</sup> sobre carreteres i canals, millorant així la qualitat, continuïtat i competitivitat internacional de la indústria de la construcció el 2012. El 2015 el Royal Institute of Dutch Architects va afirmar que més del 76% de les pràctiques a Holanda van ser realitzades amb beneficis BIM, per exemple, el programa de reconstrucció de carreteres més gran del país, el SAA (Schiphol-Amsterdam-Almere) ha estat realitzat en totalitat amb aquesta nova metodologia i ha comptat amb un pressupost de 4 bilions d'euros, a gestionar entre els anys 2012 i 2020.

Cal destacar que es prioritza la recollida de dades durant el cicle de vida d'un projecte, l'objectiu és j el seu ús posterior com a font d'informació valuosa per la predicció, mitjançant l'aplicació d'algorismes d'intel·ligència artificial i aprenentatge automàtic. Hi ha una estratègia amb l'objectiu de la digitalització de la construcció

<sup>50</sup> <https://www.bnl.no/>

<sup>51</sup> <https://buildingsmart.no/>

<sup>52</sup> <https://www.standard.no/en/webshop/ProductCatalog/ProductPresentation/?ProductID=913054>

<sup>53</sup> <https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-building-information-modelling-bim/netherlands>

<sup>54</sup> <https://www.bouwinformatieraad.nl/main.php>

<sup>55</sup> <https://www.rijksvastgoedbedrijf.nl/expertise-en-diensten/b/building-information-modelling>

des de fa anys. Hi ha diverses iniciatives per millorar l'ús de BIM als Països Baixos com són BIM Loket<sup>56</sup> i el programa del govern DigiDealGO<sup>57 58</sup>.

#### 14. Polònia<sup>59</sup>

El Ministeri d'Infraestructures i Construcció (MIC) polonès, amb l'assistència de l'Oficina de Contractació Pública, va realitzar el 2019 un cicle de reunions de treball d'experts amb l'objectiu d'avaluar i confirmar la demanda d'implementació del BIM en el sistema jurídic polonès, així com una anàlisi de diferents escenaris potencials per a la implementació del BIM i recollint opinions, experiències i bones pràctiques de diferents parts respecte al BIM.

A causa de la necessitat d'implementar les disposicions de la Directiva 2014/24/UE, es van prendre mesures per implementar BIM en els processos d'inversió a Polònia. La Llei de Contractació Pública, modificada en aquest sentit, recomana l'aplicació de la tecnologia BIM en la realització de contractes de contractació pública en l'àmbit dels projectes d'inversió en construcció, sense fer referència expressa a la denominació d'aquesta tecnologia<sup>60</sup>.

La modificació de la Llei de contractació pública, però, s'ha de valorar com una fita des de la perspectiva de la implantació del BIM, ja que per primera vegada s'introdueix un sistema diferent de valoració de les ofertes, que permet als inversors seleccionar l'oferta més favorable no només en el en funció del seu preu, sinó també tenint en compte altres paràmetres (entre d'altres, la qualitat, la funcionalitat, els paràmetres tècnics, els aspectes ambientals, socials i innovadors, el servei, la data d'execució del contracte i els costos d'explotació) la qualitat dels quals està relacionada a l'aplicació del BIM.

El 2019, Polònia encara estava al començament de l'adopció de BIM, perquè el govern polonès havia acabat d'introduir polítiques i instruments per donar suport a la introducció del BIM al sector de la construcció. El 2019, només el 12% de les empreses de construcció<sup>61</sup> feien servir BIM en el seu dia a dia i sobretot el feien servir per a visualització i models 3D.

A Polònia el BIM encara no és obligatori, però el govern té previst en els seus plans que ho serà a partir del 2030 per a projectes de construcció que tinguin fons estatals. Serà obligatori el nivell 1. Ara com ara (any 2021) només el 43% de les empreses usen BIM. La implementació de BIM està impulsada principalment pel sector privat. Els estàndards BIM ja han estat adoptats pel sector privat, però la seva aplicació és voluntària.

---

<sup>56</sup> <https://www.bimloket.nl/main.php>

<sup>57</sup> <https://www.komo.nl/begrippenlijst/digidealgo/>

<sup>58</sup> <https://www.digigo.nu/default.aspx>

<sup>59</sup> <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/34518>

<sup>60</sup> <https://plbim.org/>

<sup>61</sup> <https://sidir.pl/>



## 15. Regne Unit<sup>62</sup>

És considerat el país pioner en l'ús de la tecnologia BIM, ja que van començar a fer servir BIM als 80. La Government Construction Strategy<sup>63</sup> va ser publicada el maig del 2011, i aquest document anunciava la intenció que el 2016 es requeriria BIM en tots els projectes públics. Així, el govern britànic es va embarcar en un programa de quatre anys per a la modernització del sector amb l'objectiu de reduir les inversions i l'impacte a la petjada de carboni del sector en un 20%. Per aconseguir-ho, el govern es va centrar en la implantació de processos i entorns col·laboratius sota tecnologies BIM que fomentarien noves i més eficients maneres de treballar al llarg del cicle de vida dels actius.

L'organisme regulador és el Centre for Digital Built Britain<sup>64</sup> (CDBB) i va imposar que tots els projectes finançats per l'estat utilitzin mínim el BIM de nivell 2 a partir del 2016. Per tant s'ha adoptat una estratègia pública i ara el govern està promovent la utilització del BIM de nivell 3 que serà obligatori per col·laborar amb projectes públics a partir del 2025. Aquest BIM Level 2 (ara anomenat Stage 2 BIM segons la ISO 19650) s'ha fet extensiva a tota mena d'infraestructures públiques, l'obligatorietat del BIM de nivell 3<sup>65</sup> pretén que aquest nivell permeti la interconnectivitat entre el disseny digital i l'actiu, recolzant el desenvolupament de Smart Cities, Serveis i Xarxes.

En aquest sentit és molt interessant l'informe del Grup d'Experts en Interoperabilitat BIM (BIEG) el març de 2020, liderat per l'Autoritat d'Infraestructura i Projectes (IPA) i el Departament d'Estratègia Empresarial, Energètica i Industrial (BEIS) i lliurat pel Centre for Digital Built Britain (CDBB), on es posa el focus en que la interoperabilitat és fonamental per a aconseguir l'èxit de la implementació de BIM i per a l'obtenció de resultats (*outcomes*).<sup>66</sup>

A través de la implantació de BIM<sup>67</sup>, i per tant de la digitalització dels processos constructius, el govern Britànic persegueix els objectius següents: i) 33% reducció del cost del cicle de vida dels actius, ii) reducció del 50% en el cicle de vida de construcció dels actius, iii) reducció del 50% en emissions d'efecte hivernacle i iv) millora en un 50% en les exportacions i es converteixen així en líders mundials. Els impactes de la implantació de BIM s'estan mesurant tant pel govern com per altres agents.

Al Regne Unit s'han desenvolupat documents amb clars estàndards tècnics que les empreses han de respectar, un d'aquests va servir de base per la seva adopció a nivell mundial. El govern busca assolir en el futur proper és el que anomenen el

<sup>62</sup> <https://www.pbctoday.co.uk/news/bim-news/european-bim-implementation/95265/> i <https://www.pbctoday.co.uk/news/bim-news/bim-level-2/84482>

<sup>63</sup> <https://www.gov.uk/government/publications/government-construction-strategy>

<sup>64</sup> <https://www.cdbb.cam.ac.uk/>

<sup>65</sup> Veure pàgina 63.

<sup>66</sup> [https://www.cdbb.cam.ac.uk/files/cih\\_bim\\_interoperability\\_expert\\_group\\_report\\_april\\_2020\\_final\\_wm\\_removed.pdf](https://www.cdbb.cam.ac.uk/files/cih_bim_interoperability_expert_group_report_april_2020_final_wm_removed.pdf)

<sup>67</sup> <https://bim.tecniberia.es/wp-content/uploads/2016/11/GT1-Estrategia-SG1.2-Benchmarking.pdf>

National Digital Twin<sup>68</sup> (NDT), que compta amb els nivells 1 i 2 que ja han estat aconseguits per la indústria, i amb els nivells 3, 4 i 5 que són els que es busca assolir. L'NDT és un ecosistema de bessons digitals (models BIM) que estan interconnectats entre si a través de dades compartides de manera segura. Busca que tots els models digitals dels actius construïts del Regne Unit estiguin connectats els uns amb els altres.

La British Standards Institution<sup>69</sup> (BSI) és l'òrgan encarregat de produir estàndards tècnics al Regne Unit. D'entre la sèrie de documents que ha produït, s'hi inclou la sèrie PAS 1192 que inclouen:

- BS1192 2007 + A2 2016. Estàndard per a la producció col·laborativa d'informació d'arquitectura i enginyeria.
- PAS 1192-2:2013. Especificacions per a la gestió d'informació en el desenvolupament de projectes de construcció.
- PAS 1192-3:2014. Especificacions per a gestió d'informació en l'operació i el manteniment.
- PAS 1192-5:2015. Especificacions sobre seguretat en la gestió d'informació.

Aquests estàndards han estat la base per a la creació de l'estàndard internacional ISO 19650, adoptat a nivell mundial. La recent ISO 19650 es basa principalment en aquesta norma PAS 1192. Finalment, cal remarcar que el Regne Unit licita projectes i obres amb requisits BIM de manera reeixida des de fa diversos anys. Aquesta licitació amb requisits BIM és una cosa que s'ha convertit en habituals a l'àmbit públic.

## 16. Suècia<sup>70 71</sup>

Suècia està al capdavant del món pel que fa al seu avenç tecnològic al sector de la construcció i pel que fa a iniciatives BIM, però no hi ha cap iniciativa nacional d'implantació de BIM, aquest no és obligatori de cap manera així que les empreses que l'utilitzen ho fan per iniciativa privada, tot buscant els beneficis que aquesta metodologia aporta tant a nivell econòmic com de temps, és a dir per eficiència.

Hi ha algunes iniciatives, especialment entre els projectes públics, però no hi ha regulacions en relació amb el BIM a Suècia. El principal impulsor a Suècia, l'Administració de Transport de Suècia, va publicar una estratègia BIM el 2013 amb l'objectiu d'incloure BIM per a tots els nous projectes d'inversió a partir del juny de 2015. L'empresa es va inspirar en gran mesura per la iniciativa governamental del

---

<sup>68</sup> <https://www.cdcb.ac.uk/what-we-do/national-digital-twin-programme>

<sup>69</sup> <https://www.bsigroup.com/en-GB/>

<sup>70</sup> <https://cbim.mitma.es/bim-en-el-mundo/suecia>

<sup>71</sup> <https://www.bimspot.io/blogs/bim-adoption-nordic-countries/>

Regne Unit. El BIM és obligatori en l'estratègia implementada per l'Administració sueca de transports des del 2015<sup>72</sup>.

Una altra iniciativa és de cinc grans clients públics que han format conjuntament una BIMstrategy (Specialfastigheter, Akademiska hus, Riksdagsförvaltningen, Statens Fastighetsverk och Fortifikationsverket) amb el suport d'una empresa d'enginyeria.

El nivell d'adopció de BIM a Suècia s'ha desenvolupat malgrat no tenir un impuls directe des de l'administració. Tot i això, el govern està adoptant iniciatives per facilitar la implementació de BIM en algunes organitzacions públiques.

Tot i no existir cap tipus de mandat ni impuls directe des de l'administració, cada cop són més les organitzacions públiques les que inclouen l'ús de la metodologia BIM als contractes que promouen. No hi ha ajuts públics per incentivar l'ús, tampoc no hi ha estàndards per implementar.

Hi ha diversos exemples de col·laboracions entre administracions públiques i empreses constructores sobre BIM. De fet, les grans companyies de construcció a Suècia van començar a utilitzar BIM entre el 2006 i el 2008. De fet, algunes d'aquestes grans empreses com Skanska, Veidekke, NCC<sup>73</sup> tenen els nivells més alts de competència a BIM (ex: NCC té al voltant de 700 projectes amb BIM).

## Països Extra OECD

- *Singapur*<sup>74 75</sup>:

A Singapur l'ús de BIM és obligatori des del 2015 i l'organisme regulador és Building and Construction Authority (BCA). S'implementa a iniciativa nacional i segueix una estratègia pública. Va fer inversió en moltes ajudes públiques per introduir l'ús del BIM. La Construction and Real State Network<sup>76</sup> (CORENET) és la principal organització encarregada de desenvolupar i implementar BIM per als projectes governamentals. És una iniciativa llançada el 1995 pel Ministeri de Desenvolupament Nacional. CORENET ha definit un sistema de revisió automatitzada (e-PlanCheck) al qual diverses autoritats de Singapur s'han acollit i que es basa en la validació de normativa nacional a través de models BIM en format nadiu i obert IFC.

Hi va haver dues fases de desenvolupament del BIM:

---

<sup>72</sup> <https://www.trafikverket.se/en/startpage/projects/Road-construction-projects/the-stockholm-bypass/bim--the-work-approach-of-the-future/>

<sup>73</sup> <https://www.ncc.com/our-offer/customer-values/digital-construction/vdc-and-vr/>

<sup>74</sup> <https://cbim.mitma.es/bim-en-el-mundo/singapur>

<sup>75</sup> <https://bim.tecniberia.es/wp-content/uploads/2016/11/GT1-Estrategia-SG1.2-Benchmarking.pdf>

<sup>76</sup> <https://www.corenet.gov.sg/general/about-us.aspx>

- A la primera fase (2010-2015), els objectius es van centrar a crear demanda de projectes BIM amb el lideratge del sector públic, eliminant barreres existents, divulgant les millors pràctiques i incentivant els usuaris de primerenca adopció.
- A la segona fase (2016-2020), els objectius han estat augmentar la col·laboració en tota la cadena de subministrament, dur a terme programes formatius en diversos nivells i desenvolupar l'ús de BIM per a la industrialització, el Facility Management i els Smart Buildings.

Per incentivar els primers usuaris de BIM, va introduir un fons de 6 milions de dòlars el juny de 2010 per cobrir els costos de capacitat, consultoria, programari i maquinari de les universitats de Singapur que estiguessin disposades a oferir cursos sobre BIM i organitzar tallers i seminaris BIM de manera regular.

S'ha elaborat un segon full de ruta BIM per augmentar la productivitat dins del sector públic. El govern també ha establert un Fons de Capacitat i Productivitat de la Construcció de 250 milions de dòlars. El Fons comprèn esquemes d'incentius que se centren en el desenvolupament del personal, l'adopció de tecnologia i el desenvolupament de capacitats. El programa BIM Fund estableix una sèrie d'ajuts (de fins a 20.000 € per empresa i projecte) relacionats amb la formació i l'adquisició de programari i maquinari, per a aquells projectes BIM de mida superior a 5000 m2.

Singapur ha desenvolupat a més un procediment per a l'e-Submission de projectes BIM amb l'objectiu d'obtenir-ne l'aprovació per part de l'Administració. Aquest procediment és de compliment obligat des de Juliol de 2015 per a projectes de més de 5.000 m2. Singapur presumeix de ser el primer país del món a implantar un sistema de licitació electrònica BIM (e-Submission). El sistema de licitació electrònica del Building and Construction Authority<sup>77</sup> està considerat com un dels majors catalitzadors de la transformació digital de la construcció al món. Mitjançant Construction Real Estate NETwork (CORENET) és possible presentar models BIM de manera regulada, comptant amb tots els requeriments d'una agència de regulació.

#### *- Unió dels Emirats Àrabs<sup>78</sup>:*

A EAU no és obligatori l'ús de BIM, però si ho és a Dubai, encara que no hi ha estàndards i protocols desenvolupats per posar-los en pràctica. Tot i això es promou una estandardització del seu ús. Fins ara estan utilitzant una estratègia pública. La municipalitat de Dubai el va posar obligatori a causa de l'organització d'Expo 2020. El sector de la construcció a EAU ha crescut amb rapidesa, especialment després que Dubai guanyés la candidatura per organitzar l'Expo 2020. Aquest esdeveniment va donar a Dubai i als Unió dels Emirats Àrabs un impuls significatiu, especialment

<sup>77</sup> <https://www1.bca.gov.sg/>

<sup>78</sup> <https://cbim.mitma.es/bim-en-el-mundo/emiratos-%C3%A1rabes-unidos>

a la indústria de la construcció a la hora d'emprendre projectes a gran escala que havien de ser desenvolupats de manera responsable.

BIM es va introduir per primera vegada com un requisit a Dubai el 2013 en virtut de la Circular N° 196 de la Municipalitat de Dubai, que preveia l'aplicació de BIM a:

- edificis de més de 40 plantes;
- edificis amb àrees de més de 300,000 metres quadrats;
- edificis especialitzats com a hospitals i universitats;
- tots els edificis sol·licitats en nom d'una oficina estrangera.

El mandat es va actualitzar el 2015, introduint alguns canvis respecte la circular anterior, quan el Municipi de Dubai va emetre la Circular No. 207, que estableix que BIM s'utilitzarà en relació amb les "obres arquitectòniques i mecàniques" a:

- edificis de més de 20 plantes,
- edificis i instal·lacions compostos amb àrees de més de 200.000 metres quadrats,
- edificis i instal·lacions especials com hospitals i universitats,
- tots els projectes del govern, i
- tots els edificis i projectes que se sol·liciten a una oficina estrangera.

El procés d'implementació BIM no s'ha acompanyat amb una estandardització a tota la indústria de la construcció dels EAU. Els projectes als Unió dels Emirats Àrabs sovint fan servir una combinació d'estàndards del Regne Unit i els EUA. Encara que BIM és obligatori a Dubai, no s'han prescrit els requisits mínims que cal implementar. No s'ha emès cap guia sobre com s'ha d'implementar BIM als contractes de construcció a Dubai ni s'ha emès cap tipus de Protocol específic.

#### - Perú<sup>79</sup>:

A Perú no és obligatori utilitzar BIM però s'estan fent passos cap a aquesta direcció ja que hi ha una estratègia pública d'implementació BIM:

- S'ha elaborat el Projecte de Decret Suprem que regula el BIM (Setembre 2019).
- S'ha redactat el Pla d'Implementació i Full de Ruta del Pla BIM Perú (Octubre 2020).
- S'han elaborat Estàndards i requeriments BIM elaborats (2021).
- S'han licitat projectes pilot aplicant la metodologia BIM (2021).
- S'ha elaborat Estratègia de formació de capital humà per a l'ús de BIM (2021).

Els jocs panamericans del 2019 van ser la causa principal que va moure el govern peruà a implicar-se més activament. L'ús de BIM a la indústria peruana es

<sup>79</sup> <https://cbim.mitma.es/bim-en-el-mundo/peru>

comença a generalitzar a partir del 2010. La major pressió per a la seva adopció la venien exercint les grans empreses constructores, però, el govern va assumir el 2019 aquest rol i ara lidera la seva adopció amb l'elaboració del Pla BIM Perú. L'entitat encarregada del desenvolupament del Pla depèn del Ministeri d'Economia i Finances, que defineix BIM com una metodologia de treball col·laborativa basat en el modelatge digital de la informació, amb l'objectiu de centralitzar la informació al llarg del cicle de vida dels projectes.

Des del punt de vista de la implantació es pot considerar que al Perú s'ha seguit un model radial, en haver estat iniciativa principalment de grans empreses o associacions de la indústria, que han exercit pressió a les diferents administracions i als gestors d'actius de la cadena de subministrament a la millora de la implantació BIM. El 2019 també s'aprova el decret DS289/2019EF<sup>80</sup>, amb les disposicions per la incorporació progressiva de BIM a la inversió pública i que a l'article 5 defineix els objectius principals del Pla BIM Perú.

Des del punt de vista de l'estratègia, la implantació BIM s'enfoca des de l'administració de manera progressiva, dins del Pla Nacional de Competitivitat i Productivitat que abasta fins a final de l'any 2030. Hi ha una fita intermitja, el juliol del 2025, on l'objectiu és que totes les licitacions públiques promogudes pel govern central incloguin el BIM com a requisit, i en algunes de les licitacions dels governs regionals. El marc regulatori ha d'estar redactat i aprovat el 2025.

Les despeses per a l'adopció i l'ús de BIM, així com per a l'elaboració i la implementació del Pla BIM Perú es financen amb càrrec al pressupost institucional de les respectives entitats públiques, sense demanar recursos addicionals al Tresor Públic. Des del 2019 la Llei de Contractacions de l'Estat (Llei núm. 30225) i el seu Reglament presenten noves eines que avancen en el procés de digitalització per aconseguir contractacions eficients i generar més confiança. Des del 27 de juny del 2019, totes les licitacions i concursos públics es realitzen íntegrament per via electrònica a través de la plataforma SEACE. A més des del 2020 es fan servir metodologies de modelatge digital d'informació, com ara BIM, en projectes d'infraestructura pública.

---

<sup>80</sup> <https://www.gob.pe/institucion/mef/normas-legales/293869-289-2019-ef>

## Polítiques públiques i instruments normatius

El grup de treball EUBim (2021), format per la Comissió Europea, emfatitza que la normativa europea dona suport a la digitalització del sector de la construcció, amb l'objectiu de ser mitjans eficaços per empènyer les empreses constructores a digitalitzar-se, adoptant així un tipus d'enfocament "push and pull"<sup>81</sup>. La idea que es defensa és que la digitalització del sector de la construcció no ha de venir imposat des de normatives rígides, sinó que ha de ser el resultat de la col·laboració entre les organitzacions reguladores, independentment del nivell de govern on es trobin, i els diferents agents que implementen els projectes. Tot i comprendre la necessitat de generar consens en el sector, no defugen la responsabilitat que té el sector públic de liderar tot aquest procés. En aquest sentit, cal remarcar que la integració de la digitalització en les polítiques i pràctiques de contractació pública, han demostrat ser eines poderoses per fomentar l'adopció de BIM. El raonament és que el sector públic proporcioni incentius al sector de la construcció per adoptar tecnologies digitals, que al seu torn poden proporcionar millors i més eficients serveis / productes de contractació pública i, per tant, una millor relació qualitat-preu públic.

Per aquets motius, la UE dona suport a l'adopció de tecnologies digitals i, en particular, BIM en el sector de la construcció, a través de la Directiva de la UE sobre contractació pública (Directiva 2014/24/UE). L'objectiu és incentivar els Estats membres de la UE a tenir en compte la digitalització com a possible requisit en el seu procés de contractació pública, encoratjant així a les empreses constructores a digitalitzar-se. La Directiva de la UE sobre contractació pública (Directiva 2014/24/UE) estableix que *"per als contractes d'obres públiques i els concursos de disseny, els Estats membres poden requerir l'ús d'eines electròniques específiques, com ara eines de modelització electrònica d'informació de construcció o similars"*.

Seguint la directiva, els Estats membres de la UE han començat a introduir el requisit BIM en les seves regulacions i polítiques de contractació pública des de l'última dècada, fomentant així l'adopció de BIM per part del sector. Mentre que Finlàndia va ser el primer Estat membre que va implementar els requisits de la IFC per a nous edificis i operacions basades en models integrats (2007), Dinamarca va ser el primer que va requerir explícitament BIM per a totes les oficines governamentals i edificis universitaris (2008).

Es poden identificar els següents enfocaments: i) requisits BIM obligatoris en la contractació pública per a tots els projectes o almenys per a projectes d'un pressupost mínim determinat ii) requisits parcials de BIM en la contractació pública i; iii) introducció prevista de requisits BIM obligatoris. Actualment, Dinamarca, Suècia, Finlàndia, Itàlia, Lituània i Alemanya han posat en marxa requisits BIM obligatoris aplicables a tots els projectes o almenys per a projectes d'un determinat pressupost mínim. Els seguiran,

---

<sup>81</sup> EUBim (2021). Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector

República Txeca (2022), Letònia (2025), que han anunciat la seva intenció de posar en marxa aquests requisits en les seves polítiques de contractació pública. A més, diversos països de la UE com Polònia, Irlanda, Eslovàquia, Eslovènia, França, Països Baixos, Bèlgica per nomenar-ne alguns han posat en marxa requisits BIM parcials, sovint a través d'autoritats públiques específiques (per exemple, agències estatals ferroviàries i de carreteres). Això vol dir que aquests requisits no s'apliquen de manera sistemàtica.

De la mateixa manera que la contractació pública és reconeguda per tots els actors del sector públic i privat com un dels mitjans clau ajuda a fomentar la digitalització del sector de la construcció, és important destacar que el ventall d'accions per afer -ho pot ser més ampli. Així, 22 Estats membres de la UE han implementat un grup de treball nacional sobre BIM; nou han implementat una estratègia BIM i/o construcció digital; i 21 han implementat estàndards BIM i / o orientació respectivament.

Les polítiques públiques poden donar suport a la digitalització i la implementació de BIM tot i) donant suport al desenvolupament educatiu i d'habilitats (formar especialistes BIM); ii) ajudant a desenvolupar, juntament amb les empreses, estàndards BIM que puguin al seu torn fomentar la seva interoperabilitat. Aquestes altres àrees polítiques s'han de considerar complementàries als requisits de contractació pública BIM.

Un nombre cada vegada més gran d'Estats membres de la UE estan aplicant polítiques i iniciatives (vinculants i no vinculants) destinades a fomentar l'adopció de BIM en la contractació pública. Entre ells es troben, entre d'altres, Dinamarca, Finlàndia, Alemanya, Itàlia, els Països Baixos, el Regne Unit (RU en endavant), França i, més recentment, Lituània, mentre que s'espera que altres Estats membres posin en marxa polítiques similars. A mesura que va evolucionant la maduresa, el coneixement propi dels agents (promotors, projectistes, usuaris,...) aquests documents aniran en augment i s'aniran adaptant millor a les necessitats pròpies de gestió de cada promotor públic i privat.

Amb l'objectiu d'aconseguir millorar l'eficiència i la qualitat dels costos de la construcció pública i la sostenibilitat de la indústria a Europa, és important destacar el treball del Grup de Treball BIM de la UE (que inclou membres que representen organismes públics de 23 Estats membres de la i tres països no comunitaris), que compta amb el suport de la Comissió Europea. La UE ha finançat diverses mesures de reforma estructural relacionades amb BIM en diferents països (per exemple, Bulgària, República Txeca, Estònia, Lituània, Polònia). Aquesta és una altra manera, en la qual la CE pot fomentar l'ús del BIM en la contractació pública. Així mateix, l'Agència Executiva per a la Petita i Mitjana Empresa (EASME) de la Comissió Europea, ha finançat l'elaboració de la metodologia d'anàlisi cost benefici per a l'ús de BIM a licitacions públiques<sup>82</sup>. Aquest document és un dels primers resultats de la

---

<sup>82</sup> Methodology for cost-benefit analysis for the use of BIM in public tenders



iniciativa europea “Renovation Wave” per al sector de la construcció. El seu objectiu és consolidar la introducció de BIM a la contractació pública tot establint costos i beneficis dels diferents projectes.

Tal i com hem mencionat a l’inici d’aquesta secció, la Comissió Europea va considerar la necessitat d’homogeneïtzar criteris en la introducció de la metodologia BIM a cadascun dels estats. Fruit d’aquest interès va néixer l’EU BIM Task Group com a xarxa que agrupa diferents entitats públiques de més de 20 països de l’Espai Econòmic Europeu on Espanya està representada a través del Ministeri de Transports, Mobilitat i Agenda Urbana. Per tal de donar suport als desenvolupaments de les polítiques BIM nacionals i abordar els problemes relacionats amb la multitud de programes locals, el Grup de Tasques BIM de la UE va publicar el 2017 el seu *Manual per a la introducció de la modelització d’informació d’edificis per part del sector públic europeu*, que va recollir informació d’actors públics de més de vint països europeus.

Les guies i manuals de BIM són documents oberts que pretenen orientar als usuaris en la utilització de la metodologia BIM al llarg d’un projecte. N’hi ha una gran varietat en funció del context i organització. Dins d’aquestes guies les de més rellevància són les Guies uBIM, van ser publicades al novembre de 2014 per part de Building Smart Spanish Chapter<sup>83</sup>, organització que treballa per la promoció de BIM mitjançant estàndards oberts en el seu capítol espanyol. Aquestes guies són l’adaptació de les Guies coBIM<sup>84</sup> fineses, publicades el 2012. Cal dir que té una clara focalització en els projectes d’edificació, com tota la documentació de referència en BIM fins avui.

També resulta d’especial interès l’anomenada Guia del BEP<sup>85</sup> (BIM Execution Plan) o bé PEB (Pla d’Execució BIM). El PEB i tot el seu concepte està totalment integrat a la pràctica del BIM. És un document essencial que es posa de manifest en qualsevol projecte. La Guia del PEB és una publicació de la Universitat de Pennsylvania del 2009, que posteriorment diferents organismes ho han pres com a referència: UK, Nova Zelanda, els EUA, Singapur, el propi referent de la comissió esBIM (citada anteriorment) o a Xile, apareixen en tots els mateixos apartats, més enllà de tenir alguna particularitat diferent i adaptada a cada context. Es pot dir que totes aquestes referències tenen quasi un 70% d’apartats en comú. El PEB, és un document que s’ha d’elaborar en cada projecte on es defineixen els objectius i usos de BIM que s’empraran en el projecte, es defineixen els fluxos de treball i els processos derivats, els lliurables, els elements que s’hauran de modelar i que s’hauran d’incloure en aquests, el nivell de definició que hauran de tenir aquests elements (la precisió que tindran aquests objectes digitals respecte a la realitat, i la quantitat d’informació que hauran d’acompanyar). També es descriuen i assignen les responsabilitats dels diferents agents, la manera de compartir la informació i el control de qualitat que s’haurà d’implementar. En definitiva, el PEB és el llibre d’instruccions de la utilització

---

<sup>83</sup> <https://www.buildingsmart.es/>

<sup>84</sup> <https://www.bimcommunity.com/resources/load/183/cobim-common-bim-requirements>

<sup>85</sup> <https://bim.psu.edu/>

del BIM en un projecte i pretén respondre d'una forma clara, precisa i ordenades a les preguntes més essencials que es fan els agents per a poder treballar de la forma més eficient possible.

D'altra banda també existeixen promotors privats que en els seus projectes d'edificació, de manera interna proporcionen les directrius dels seus lliurables mitjançant guies, llibres blancs i manuals, d'aquesta manera comuniquen als seus agents la forma en què ells entenen els projectes i com ha d'estar disposada la informació per a la seva posterior gestió. El mateix concepte es trasllada a nivell de promotors públics.

Actualment, tres Estats membres (Itàlia, Els Països Baixos i Àustria) tenen estàndards BIM oberts. És un fet important i rellevant, ja que permet un treball transparent entre els diferents agents del cicle de vida del procés constructiu, en no obligar-los a utilitzar un programari específic. A més, emprar un llenguatge comú permet tant a la indústria com a l'administració pública, generar projectes amb una avaluació de serveis comparable, objectivable, i una qualitat de dades assegurada. L'adopció d'Open BIM possibilita també en el procés de contractació pública, actuar amb independència dels proveïdors.

## Normativa a Catalunya

La transposició de la Directiva Europea referent a la regulació dels contractes del sector públic al context legislatiu espanyol va trigar més de l'esperat, però es va acabar aplicant l'any 2017. En aquesta Llei 9/2017 LCSP -Llei de Contractes del Sector Públic-, en la disposició addicional quinzena, l'article 6 diu:

*“Per als contractes públics d'obres, de concessió d'obres, licitacions de serveis i concursos de projectes, i en contractes mixtos que combinin elements d'aquests, els òrgans de contractació podran exigir l'ús d'eines electròniques específiques, com ara eines de modelització digital de la informació de la construcció (BIM) o eines similars. En aquests casos, oferiran mitjans d'accés alternatius segons el que es disposa en l'apartat 7 de la present Disposició addicional fins al moment en què aquestes eines estiguin generalment disponibles per als operadors econòmics”.*

La Directiva 2014/24/UE del Parlament Europeu i del Consell, de 26 de febrer de 2014 sobre contractació pública i per la qual es deroga la Directiva 2004/18/CE, insta els seus estats membres a considerar l'ús de la tecnologia per modernitzar i millorar els processos de contractació pública i donar més importància a la inversió que cal fer al llarg de tot el cicle de vida d'una obra o actiu.

És la transposició d'aquesta normativa europea la que permet donar cobertura a la Directiva de la UE, que preveu que, als contractes públics d'obra i en concursos de projectes, els estats membres puguin exigir l'ús d'eines electròniques específiques com a eines de disseny electrònic de edificis o eines similars o, en relació amb les especificacions tècniques, pot requerir un procés o mètode específic de producció incloent-lo, segons correspongui, al Plec de Clàusules Administratives o al Plec de Prescripcions Tècniques.

Seguint aquest procediment legislatiu, el Congrés de Diputats va tramitar un projecte de llei de transposició de les Directives europees 2014/24/UE i 2014/23/UE sobre contractació pública, que finalitza amb la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

La Generalitat de Catalunya, en virtut de les seves competències, va completar aquesta Llei amb el Decret Llei 3/2016, de 31 de maig de 2016, de mesures urgents de contractació pública, introduint importants novetats a la legislació existent citada anteriorment (Llei catalana 3/2007 i TRLCSP).

Així ho entén la Llei 9/2017, de 8 de novembre de contractes del sector públic, que l'incorpora al apartat 6 de la disposició addicional quinzena, titulada “Normes relatives als mitjans de comunicació utilitzables en els procediments que regula aquesta llei” i que, a més, també explicita que, quan així es faci “s'oferiran mitjans d'accés alternatives segons el que disposa l'apartat 7 de aquesta disposició addicional

fins al moment en què aquestes eines siguin generalment disponibles per als operadors econòmics”. Del que es desprèn la conveniència d'utilitzar formats oberts i eines accessibles per garantir aquest requisit.

La Llei 9/2017, de Contractes del Sector Públic, va ser una fita ja que és la primera llei estatal que esmenta la metodologia. Tanmateix no estableix dates ni etapes d'implementació, al contrari del que passa a països com Itàlia i el seu Decret Ministerial número 560-2017<sup>86</sup>. A causa de la manca d'un mandat BIM estatal i l'estancament del full de ruta inicial per a la implementació de la metodologia, es percep que són poques les referències que es puguin utilitzar per a les administracions públiques per definir els requisits BIM en els contractes de licitació a partir de un criteri únic. La metodologia BIM, a part de la Llei de Contractes del Sector Públic, està present a més en diferents estratègies sectorials que l'han incorporada.

Tal com s'indica a l'Informe per a la implantació de la metodologia BIM en la contractació d'obres i edificis<sup>87</sup>, d'acord amb el marc legislatiu vigent en matèria de contractes del sector públic, hi ha diversos articles de la llei catalana 3/2007 i del text refós de la Llei de Contractes del Sector públic (TRLCSP) que preveuen clàusules que permeten incorporar requisits relatius al BIM als contractes de les administracions públiques catalanes i del seu sector públic.

Per tant, sigui per la inclusió al Plec de Clàusules Administratives Particulars o bé, al Plec de prescripcions tècniques, s'entén *que l'exigència de l'ús de la metodologia BIM en un contracte de disseny o construcció d'obra es pot implementar sense necessitat de modificar el marc legislatiu aplicable i sense que es pugui considerar discriminatòria.*

A partir de la publicació i l'entrada en vigor de la Llei 9/2017, diferents administracions públiques, com les de Catalunya i Euskadi, disposen del marc legislatiu suficient per exigir l'ús de la metodologia en els seus contractes. La Llei de Contractes del Sector Públic permet a les entitats públiques de qualsevol àmbit decidir exigir l'ús del BIM en els seus projectes i obres de construcció, ja sigui com a requisit o com a element valoratiu a l'oferta.

En termes de legislatius a Catalunya es regula l'obligatorietat i el seu ús, amb la publicació de la Resolució TES/188/2019 de 21 de gener<sup>88</sup>, on es dona la publicitat a l'Acord de Govern d'11 de desembre de 2018, en la qual es determina els contractes on s'ha d'aplicar la metodologia de treball BIM. En la mateixa s'exposa que els departaments i ens dependents de la Generalitat poden requerir de manera obligatòria l'ús del BIM.

En aquesta resolució s'estableixen uns barems per a aplicar la seva obligatorietat tenint en compte l'import dels contractes subjectes a regulació harmonitzada: (iguals

---

<sup>86</sup> <https://www.mit.gov.it/normativa/decreto-ministeriale-numero-560-del-01122017>

<sup>87</sup> Informe de la Direcció General de Contractació Pública, Departament d'Afers i Relacions Institucionals i Exteriors i Transparència de la Generalitat de Catalunya

<sup>88</sup> <https://dogc.gencat.cat/ca/document-del-dogc/?documentId=840572>

o superiors a 5.548.000 € per a contractes d'Obres, i 221.000 € per a contractes de Serveis<sup>89</sup>), a més s'indica que quan en un contracte no sigui obligatori es pot valorar el seu ús com a criteri objectiu en l'adjudicació.

Amb data 7 de desembre de 2021 s'ha publicat l'acord de govern<sup>90</sup>, que modifica el vigent del 2016, amb el qual es modifica la composició de la Comissió interdepartamental BIM i es crea el Comitè tècnic BIM. L'objectiu és establir noves funcions: la nova Comissió interdepartamental es centra en l'impuls d'una estratègia d'implementació en l'àmbit de l'Administració de la Generalitat de Catalunya i del seu sector públic, així com en l'increment de l'ambició en la implementació, mitjançant una major exigència en la determinació d'obres o de supòsits de contractació subjectes a l'obligatorietat del BIM.

A partir d'aquestes adaptacions del marc legal, la Generalitat ha aprovat dues iniciatives que incideixen en l'exigència de la metodologia BIM a les seves licitacions:

- Acord de Govern de l'11 de desembre del 2018.<sup>91</sup>
- Acord de Govern de l'11 de juny del 2019.

L'Acord de Govern de l'11 de desembre del 2018 fixa l'obligatorietat que totes les licitacions d'obres incloguin la utilització de la metodologia BIM a partir d'un valor econòmic, no exclou que es pugui fer en altres casos, posa molt d'èmfasi en que aquesta exigència no suposi un impediment pel licitadors i finalment no estableix criteris de nivells d'exigència, de maduresa BIM com a requisit:

*“ja sigui en obres de primer establiment, de rehabilitació, o restauració, que tinguin un valor estimat superior al establert als contractes subjectes a regulació harmonitzada. També especifica que totes les licitacions de contractes de serveis per a la redacció de projectes, si estan vinculats amb una obra definida al punt anterior, han d'incloure la utilització de la metodologia BIM a les mateixes condicions”.*

*“Els departaments i els ens del sector públic de la Generalitat de Catalunya podran exigir la utilització de la metodologia BIM en contractes d'obres, de concessió d'obres o concursos de projectes o en els contractes relatius o vinculats a aquests, independentment del valor estimat del contracte, si el corresponent òrgan de contractació ho considera pertinent, entre d'altres supòsits quan per la pròpia singularitat de les obres la utilització de la metodologia BIM pugui generar majors rendiments”.*

---

<sup>89</sup> A partir de l'1 de gener de 2020 hi ha nous l·lindars dels contractes subjectes a regulació harmonitzada. Contractes de concessió (art. 8.1) 5.350.000 € i Contractes de subministrament i serveis (art. 4.c) 214.000 €. Els Reqlaments 2019/1827 i 2019/1828 de la Comissió Europea de data 30 d'octubre de 2019, modifiquen les Directives 2014/23/UE i 2014/24/UE de 26 de febrer de 2014, en aquest sentit.

<sup>90</sup> [https://territori.gencat.cat/web/.content/home/01\\_departament/actuacions\\_i\\_obres/BIM/organitzacio-BIM/20211207\\_AG\\_Comissio-BIM\\_Comite-Tecnic.pdf](https://territori.gencat.cat/web/.content/home/01_departament/actuacions_i_obres/BIM/organitzacio-BIM/20211207_AG_Comissio-BIM_Comite-Tecnic.pdf)

<sup>91</sup> Acord de la Secretaria del Govern d'11 de Desembre de 2018

*“L'estandardització de la metodologia BIM serà la que determini la Comissió Intedepertamental per a la Implantació d'una metodologia de treball virtual en tres dimensions Building Information Modelling (BIM)”.*

L'Acord de Govern de l'11 de juny del 2019, determina com a objectiu per al 2020, que tots els contractes incorporin elements d'innovació en els seus processos de licitació, i per a aconseguir-ho, la direcció general de Contractació Pública ha elaborat una Guia per a la compra pública d'innovació (CPI)<sup>92</sup>, un document que aporta pautes i recomanacions orientades a facilitar els organismes de contractació la tasca d'incorporar la innovació als procediments de licitació.

L'any 2020 el govern va acordar destinar 20 milions d'euros a incentivar la compra pública d'innovació. La Guia per a la compra pública d'innovació, publicada l'Octubre de 2021, té com a objectiu ser un instrument de foment de la innovació i de millora dels serveis públics.

Entre les diferents pautes d'aquesta guia, concreta que els contractes que han d'incorporar innovació en el procés de licitació són:

*“el disseny, construcció, rehabilitació i manteniment d'edificis, mitjançant l'ús de metodologies de col·laboració com el BIM, el LEAN i altres, als contractes d'obres i de concessions d'obres”.*

*“els que tinguin per objecte la simplificació de procediments i tràmits, la racionalització, modernització i millora de processos, les metodologies de treball, l'organització de les administracions públiques o dels serveis públics i l'eficiència en la despesa pública”.*

La majoria dels procediments administratius de contractació d'obres es configuren en fases seqüencials, on els autors del projecte, els que executen l'obra i els responsables del manteniment són adjudicatariis diferents, això suposa una dificultat per la implementació efectiva de la metodologia BIM. Tot i això, el fet de poder incorporar als plecs de licitació requeriments BIM, permet avançar de manera immediata i introduir la metodologia BIM a l'àmbit de l'obra pública i privada<sup>93</sup>.

La incorporació de requeriments BIM a la contractació pública es pot fer a partir de tres possibilitats:

- valorar l'ús de l'eina BIM com a millora addicional
- com a criteri d'adjudicació (criteri objectiu)
- com a condició d'execució del contracte

*Pel que fa a la propietat intel·lectual cal recordar que la Llei de Propietat Intel·lectual protegeix els projectes, plànols, maquetes i dissenys d'obres arquitectòniques en general; per tant, això inclouria els models d'informació (que*

<sup>92</sup> <https://contractacio.gencat.cat/web/ content/principis/contractacio-estrategica/innovacio/guia-cp-innovacio.pdf>

<sup>93</sup> <https://docs.itec.cat/c/Guia-de-Licitacio-BIM-CAT-juny2021.pdf>

*inclouen els models BIM) i d'aquí ve la recomanació de transmetre'ls només en format obert (Guia per a la implementació del BIM en la licitació pública, ITec, 2021)*

La importància d'utilitzar formats oberts i neutrals per a l'intercanvi de dades es posa de manifest al Manual per a la introducció de la metodologia BIM per part del sector públic europeu<sup>94</sup>, en què es fa referència al format obert IFC com a format col·laboratiu necessari en l'àmbit del BIM.

*“La importància de l'ús de formats neutrals i oberts, a més d'augmentar la interoperabilitat i facilitar l'intercanvi de dades, afavoreix la diversitat en la cadena de subministrament i, quant als programes informàtics disponibles, evita les situacions de monopoli i contribueix a fomentar la competència”.*

Tant aquest manual, com els informes de la direcció general de contractació pública abans esmentats, remarquen que els estàndards oberts són molt importants per als promotors públics, ja que ofereixen la possibilitat d'establir que les dades s'ajustin a un format i un model que pugui ser proporcionat per qualsevol agent del procés constructiu, independentment del programari triat. Per tant, l'ús de formats oberts ofereix a totes les parts condicions equitatives, és fonamental per garantir el compliment de principis rectors de la contractació pública, com els de no discriminació i igualtat de tracte, i assegurar la màxima concurrència possible, així com fomentar la participació de les pimes en la licitació.

El model de licitació és un altre factor que determina la introducció de la metodologia BIM. La majoria de procediments de contractació són oberts. El cicle de vida d'una infraestructura es compon de tres fases diferenciades de forma simplificada

- Projectes i estudis previs
- Execució de l'obra.
- Manteniment.

En l'àmbit internacional<sup>95</sup>, hi ha diversos models de licitació en funció de les interaccions entre les fases esmentades anteriorment. Principalment podem distingir:

- Design-Bid-Build (DBB). Projecte, licitació i execució de l'obra. Procés molt seqüencial on el cost de la construcció es determina després de la fase de licitació, a partir d'un preu base de licitació establert al projecte.
- Design and Build (DB). Projecte i execució de l'obra. El cost de la construcció es fixa en una etapa intermèdia del disseny, que es completa amb el projecte de detall, un cop s'ha iniciat la fase de construcció.
- CM at Risk (CMR). Gestió integrada de la construcció. Existeixen diferents variants, però la principal característica és que integra la fase d'explotació i manteniment.

---

<sup>94</sup> EUBIM. Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector

<sup>95</sup> Guía de apoyo a contrataciones con requisitos BIM, Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas (2020)

A Catalunya, el tipus més habitual a l'àmbit públic és DBB (Projecte, Licitació i Obra). Aquest procés estableix que la definició de l'objecte a construir ha de ser completa abans de la seva licitació. Aquest aspecte condiona les responsabilitats i els fluxos d'informació en tota la vida útil de la infraestructura.

Es tracta d'un model molt seqüencial i diferenciat que produeix pèrdues d'informació en el pas d'una a una altra fase, considerant que intervenen diferents agents. Enfront d'altres models en què es produeixen solapaments entre fases, el model DBB dificulta la gestió de models d'informació únics la quantitat d'informació dels quals es va incrementant en cada fase, d'acord amb UNE-1965026.

A més del llindar de l'import de contractes harmonitzats, és rellevant el paper d'Infraestructures de la Generalitat de Catalunya com a agent impulsor de la implantació de la metodologia BIM en el sector.

Infraestructures.cat, va començar a aplicar la metodologia BIM en els seus projectes l'any 2013, en que va licitar el primer projecte amb aquesta metodologia, l'Institut Lluís Recasens a Molins de Rei. Fins a juliol de 2021 ha licitat més de 300 projectes i 160 obres on s'ha aplicat aquesta metodologia, tant actuacions d'Edificació com d'Obra Civil.

L'experiència i l'avaluació al llarg d'aquests anys en l'aplicació d'aquesta metodologia BIM, ha permès a Infraestructures.cat realitzar diferents publicacions pròpies<sup>96</sup>: "*Guia BIM per a la Gestió de Projectes i Obres*", el "*Manual BIM*", el "*Sistema de Classificació BIM*" feta pels grups d'usuaris *GuBIMclass*" i el "*Model de pla d'Execució BIM*". Tota aquesta documentació està actualment en fase d'actualització. Mentre que la *Guia BIM* té com a propòsit facilitar unes directrius, el *Manual* estableix un especificacions per tal d'aplicar la metodologia BIM a les obres licitades.

En aquest context, cal destacar que amb data 20 d'Octubre de 2020 hi ha un Acord de Govern<sup>97</sup> pel qual els diferents Departaments de la Generalitat de Catalunya han d'encarregar a **Infraestructures.cat** la gestió de les licitacions i el seguiment de l'execució posterior de les obres.

L'acord 5 d'aquest conveni diu:

*D'acord amb la disposició addicional segona del text refós de l'Estatut de l'empresa pública catalana, els departaments de l'Administració de la Generalitat de Catalunya i els organismes o entitats del seu sector públic, han d'encarregar a Infraestructures.cat la gestió del procés de licitació i d'adjudicació, i formalització posterior dels contractes amb els adjudicataris i la gestió de la direcció i el seguiment integral de l'execució de les obres de pressupost superior a 2.000.0000 d'euros (IVA no inclòs) i la redacció d'estudis i projectes de pressupost superior a 100.000 euros (IVA no inclòs), llevat que es justifiqui que, per l'especialitat tècnica o la complexitat*

<sup>96</sup> <https://infraestructures.gencat.cat/?page=bim>

<sup>97</sup> <https://infraestructures.gencat.cat/transparencia/modules/downloads/download.php?ODA2MzE%3D>



*de l'execució, sigui aconsellable o convenient que els realitzi el departament o l'organisme o entitat del sector públic de la Generalitat actuant. Les actuacions amb límits econòmics iguals o inferiors als establerts no estan sotmeses a aquesta disposició.*

# Anàlisi comparada de les diferents estratègies públiques

Podem observar a la informació recopilada que no hi ha hagut una implementació homogènia de BIM a Europa. De fet, la majoria de països europeus van començar a adoptar la metodologia BIM després de la publicació de la Directiva 2014/24/UE que exigia promoure i començar a implementar aquesta metodologia a partir de 2016 en les obres públiques. Una visió general de l'adopció de BIM fa evident que els països han seguit diferents estratègies públiques pel que fa als programes nacionals de BIM. Tanmateix, es poden distingir certes característiques comunes entre els països que es troben en una fase similar del procés de normalització BIM.

Els països que han adoptat el BIM des de fa més anys es caracteritzen per tenir un compromís actiu en promoure la digitalització del sector de la construcció, un treball conjunt amb la formació, un enfocament en la innovació i un suport governamental constant. Totes aquestes accions contribueixen al desenvolupament eficaç del BIM en cadascun dels sectors de la construcció. L'eficàcia de les polítiques públiques per promoure la implantació del BIM augmenta quan es poden alinear el sector privat. En molt dels casos estudiats hi ha un primer impuls per part del sector públic, però després és necessari el paper i l'assumpció de rol motor per part del sector privat per a poder fer extensiu i generalitzat l'ús de la metodologia BIM. A mesura que augmenta el nivell de maduresa del BIM en el sector, el treball conjunt entre els diferents agents, encara és fa més indispensable.

A continuació, examinarem amb més detall la trajectòria del BIM en alguns països europeus. Això ajudarà a il·lustrar com els països que estan relativament avançats en l'estandardització BIM han seguit diferents trajectòries fins arribar al moment actual.

Comencem l'anàlisi posant el prisma a dos països del nord d'Europa, **Dinamarca i Finlàndia**. En ambdós casos, es va adoptar el BIM amb anterioritat a la directiva europea, doncs tots dos van imposar el BIM obligatori en les licitacions públiques a partir de 2007, sempre que aquestes complissin una sèrie de característiques. Aquests dos països, conjuntament amb el Regne Unit són els països on la metodologia està més desenvolupada.

Finlàndia ha estat durant molt de temps un dels precursors i innovadors en matèria de TIC per a la construcció. Això es deu, en part, alhora a que el país se centra en la innovació i a que està obert a noves solucions i propostes en la implementació de polítiques públiques.<sup>98</sup> De fet, les primeres llavors de l'èxit del BIM finlandès es van plantar ja en la dècada de 1950. És cert que les solucions i el modelatge BIM no existien llavors, però el govern va apostar per la d'innovació a la construcció. Aquest

---

<sup>98</sup> <https://rastiprojekti.com/en/the-rasti-project/> Política Mesurar Fet Full Finlàndia per El Europeu Construction Sector Observatori de el Europeu Comissió (2016).

va ser d'una aposta per la innovació dins de la construcció i pels beneficis de les noves tecnologies. De 1983 a 2015, el desenvolupament de les TIC en el sector de la construcció va rebre el suport de l'agència pública de finançament de la recerca Business Finland (abans TEKES). Durant aquest període, Finlàndia es va comprometre amb el desenvolupament de la tecnologia en la construcció i, a partir de 2003, la tecnologia va tenir un paper important en el sector.

Cal destacar que la majoria de països europeus van optar per no imposar l'ús de BIM com a obligatori en la seva legislació. En la majoria dels casos, simplement es van oferir ajudes i es va promoure l'ús del BIM per part del sector privat. Això ha donat resultats satisfactoris en alguns d'aquests països com per exemple **França, Noruega, Suècia i Països Baixos**.

Entre els que van optar per desenvolupar una normativa de licitació que inclogui l'obligatorietat en l'adopció de BIM destaquen Alemanya, Dinamarca, el Regne Unit i Itàlia. D'una banda, al Regne Unit i a Alemanya es va optar per introduir una obligatorietat relacionada als diferents nivells de BIM. De fet, a Alemanya és obligatori utilitzar el BIM de nivell 1 en tots els projectes d'obres públiques des de 2021 mentre que al Regne Unit s'exigeix el nivell 2 per a totes les obres públiques des de 2016 i a partir de 2025 s'exigirà el BIM de nivell 3.

D'altra banda, **Dinamarca i Itàlia** van optar per relacionar l'obligatorietat de l'ús de la tecnologia BIM a uns certs contractes depenent de la quantitat. Per exemple, en 2011 a Dinamarca s'exigia el BIM per a projectes locals i regionals de més de 2.7 milions d'euros i edificis governatius de més de 677.000 euros. Mentre que a Itàlia, en 2017, el govern va desenvolupar un pla d'implementació de BIM des de 2019 a 2025 que es va modificar enguany i el qual té com a objectiu final l'imposar l'obligatorietat d'ús de BIM per a projectes inferiors a 1 milió d'euros el 2025<sup>99</sup>.

Tot i que ens centrem ens la contractació pública, hi ha d'altres polítiques públiques i instruments que condicionen el grau de d'implantació de la metodologia BIM en el sector de la construcció de cadascun dels països; aquests es poden dividir en els següents tipus o àmbits d'actuació: contractació pública; educació, recerca i desenvolupament; i normalització.

**Dinamarca** ha establert requisits BIM en la seva llei de contractació pública des del 2007. Amb més d'una dècada d'experiència, Dinamarca s'ha convertit en un dels líders europeus quant a la implantació de BIM. El 2016, el 78% de les empreses de disseny daneses coneixien el BIM i l'utilitzaven per produir visualitzacions en 3D, realitzar anàlisis de rendiment en BIM i dur a terme la detecció de col·lisions. Més del 30% ha transmès els models als responsables del Facility Management dels edificis, la qual cosa demostra que la implantació de BIM també afecta les fases d'explotació i manteniment de la construcció (i no només a la fase de disseny). Tot i que la llei de contractació pública va ser el principal motor de la implantació de BIM, el mateix sector

---

<sup>99</sup> Art. 6: Tempi di introduzione obbligatoria dei metodi e strumenti elettronici di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture

danès de la construcció ha anat influint progressivament en el seu desenvolupament. De fet, segons l'informe de la NBS<sup>100</sup>, més del 65% de les empreses que utilitzen el BIM, esperen utilitzar-lo per a tots els projectes durant els propers cinc anys. La percepció del sector de la construcció segons aquest informe mostra que:

- El 84% de les empreses creu que BIM pot crear valor a l'obra;
- El 79% creu que BIM és una forma de col·laboració i cooperació entre totes les parts;
- El 31% creu que BIM és necessari per crear un entorn sostenible.

Com a part de la seva llei de contractació pública, el govern danès va publicar el reglament 1365, adoptat el 2007 (ampliat el 2011 amb el reglament 1381 sobre les TIC, i el 2013 amb els reglaments 118 i 119 sobre les TIC). Aquesta normativa pretén fomentar la integració de les TIC en el sector de la construcció, impulsant així la seva productivitat. A la pràctica, exigia l'ús de BIM per als projectes de renovació del sector públic des de l'1 de gener de 2008 i per als projectes d'habitatges socials subvencionats per l'Estat des de l'1 de gener de 2009.

La forma en què els governs van incloure (o no) els requisits BIM en la seva legislació sobre contractació pública reflecteix les seves preocupacions i interessos, i de vegades els del sector. El govern danès va deixar espai perquè el sector fes les seves aportacions al reglament 1365 i, per tant, es va sentir còmode imposant el BIM de forma sistemàtica en part de les seves activitats de contractació pública (va començar amb els projectes d'habitatge social i de renovació, abans d'estendre's a tots els projectes de contractació pública).

El govern danès va involucrar el món acadèmic i la indústria en la preparació de la normativa, mitjançant consultes i projectes pilot. Amb aquesta implicació va aconseguir que els requisits de BIM siguin adequats per a la indústria, a banda d'atorgar-li un paper clau en la seva implementació. A més, diverses universitats, com la Universitat d'Aalborg, l'Escola d'Arquitectura d'Aarhus i la Universitat Tècnica de Dinamarca, imparteixen cursos sobre interoperabilitat i modelatge 3D.

Pel que fa a la recerca i desenvolupament, el govern danès va realitzar una forta inversió: Byggeri Informationsteknologi Produktivitet Samarbejde (BIPS) -l'Associació de Productivitat de la Tecnologia de la Informació en la Construcció- va publicar diverses normes que serveixen de base pel desenvolupament de les construccions digitals, entre les quals es troben el Sistema Danès de Classificació d'Edificis i les directrius del Mètode de Treball 3D.

Aquestes inversions en recerca i desenvolupament en l'àmbit de l'educació són una condició *sine qua non* per a la implantació del BIM, com demostra el cas de Dinamarca. Serveix per millorar les competències professionals relacionades amb el

---

<sup>100</sup> NBS (2016). Informe BIM Internacional 2016 <https://bauen-digital.ch/assets/Downloads/de/1603-NBS-International-BIM-Report.pdf>

BIM; s'ajuda les empreses a posar en marxa processos BIM, disminuint d'aquesta manera els costos relacionats amb la implantació del BIM; i es contribueix a introduir processos innovadors en el sector de la construcció.

El govern danès va prendre la iniciativa de desenvolupar normes BIM, per tal d'influir també en les normes BIM internacionals (incloses les de la UE). Aquesta iniciativa es va anomenar iniciativa Cuneco. L'equip de Cuneco desenvolupa, prova i aplica normes BIM comunes (per al sector danès de la construcció) per millorar l'intercanvi de dades en tota la cadena de valor de la construcció.

En conclusió, el sector de la construcció danès és el que presenta el major índex d'adopció de BIM en el context europeu, gràcies al seu compromís pioner i al suport del govern. Les empreses impulsen actualment la implantació del BIM, que està arribant a totes les fases de les cadenes de valor, inclosa la d'operacions i manteniment (tot i que els índexs d'implantació del BIM segueixen sent molt més baixos que en les fases de disseny i enginyeria).

A **França**, el Govern va seguir un camí diferent, optant per un enfocament de promoció i implantació no vinculant. Per fer-ho, va publicar el Pla de 2015 per a la transició digital en el sector de la construcció (PTNB<sup>101</sup>). Es tracta d'un pla estratègic destinat a impulsar la implantació de BIM que ha aconseguit que la implantació de la metodologia BIM al sector de la construcció hagi progressat de forma considerable els darrers anys a França. En no imposar el requisit de BIM en la seva llei de contractació pública, el govern francès volia afavorir que les PIME (amb capacitats limitades per implementar BIM) accedissin a les oportunitats de contractació pública a curt termini. El Pla pretenia fomentar l'ús de BIM dins del sector de la construcció i incentivar-ne el seu ús. Aquest PTNB inclou un pressupost de 20 milions d'euros del Fons de Compensació de l'Assegurança de la Construcció (Fonds de Compensation de l'Assurance Construction) per fomentar la seva aplicació. Aquest Pla s'aplica a totes les empreses de construcció que operen a França.

A partir del desenvolupament i execució d'aquest Pla, taxa d'adopció de BIM va assolir l'any 2017 el 38% a França, mentre que la conscienciació sobre BIM entre les empreses dels sectors de la construcció i immobiliari va augmentar del 22% al 35% entre 2016 i 2017. Alhora, cada cop més, a projectes de construcció es va començar a imposar el BIM. A la pràctica, això va portar a la construcció de 500.000 habitatges, utilitzant BIM, l'any 2017.

El PTNB era un Pla quadriennal, que va finalitzar per tant el 2018. Del 2019 al 2021 el govern francès ha destinat una dotació de 10 milions d'euros per fomentar el BIM, per a la digitalització del sector de la construcció.<sup>102</sup>

---

<sup>101</sup> le Plan Transition Numérique dans le Bâtiment (PTNB).

<sup>102</sup> En continuïtat amb el PTNB, recentment s'ha posat en marxa el Pla BIM 2022. Es preveuen 8 accions per generalitzar l'ús del digital l'any 2022.

A França, el Govern també s'ha mostrat actiu en el foment de l'educació, la recerca i el desenvolupament al voltant del BIM. El KROQI és una plataforma col·laborativa llançada el 2018 com a part del PNTB, per ajudar a construir les capacitats BIM de les PIME. El KROQI ofereix maquetes BIM gratuïtes i accés a eines que recolzen els processos i col·laboracions BIM, com per exemple software per compartir, visualitzar i comprovar models BIM.

En el camp de l'educació, el govern francès recolza l'EduBIM, una xarxa de professors, formadors i investigadors BIM que col·labora amb la indústria i s'encarrega de recolzar la implantació de BIM mitjançant la investigació i nous mètodes d'aprenentatge. En ella participen diverses universitats, com l'Ecole des Ponts ParisTech, l'École Spéciale des Travaux Publics o l'Ecole Supérieure d'Architecture de Marseille.

El Govern també ha desenvolupat un paper clau en el procés de normalització i estandardització del BIM, amb el full de ruta de normalització (2017) publicada com a part del Pla<sup>103</sup>, i mitjançant el seu suport financer a la iniciativa del sector de la construcció "Modélisation des Informations Interopérables pour les Infrastructures Durables" (MINND). Es realitzà un projecte nacional de recerca col·laborativa, implementat entre 2014 i 2018. Aquest projecte va contribuir al desenvolupament del BIM per a infraestructures, avançant en l'estructuració i utilització de la informació per intercanviar en projectes, durant el seu cicle de vida complet: disseny, construcció, operació i manteniment. Aquest projecte ha tingut continuïtat amb un nou projecte de recerca "Le projet national MINnD Saison 2 (2019-2021)" que ha seguit una línia continuïsta respecta a l'original.

El cas francès sembla indicar que l'estructura de mercat del sector de la construcció també configura i influeix en la implantació del BIM. Les grans empreses semblen ser les principals impulsores de l'elevada taxa d'implantació del BIM a les empreses d'enginyeria. En aquest sentit, el govern francès va adoptar un enfocament no vinculant per donar a les PIMES (que representen la majoria de les empreses de construcció) l'oportunitat d'implantar el BIM de forma gradual i evitar que els seus projectes de contractació pública quedessin en mans de les grans empreses de construcció.

El desenvolupament del BIM al **Regne Unit** és un exemple de com les iniciatives governamentals poden impulsar eficaçment el canvi del sector. La transició cap a la digitalització del sector de la construcció i l'adopció de BIM va rebre un gran impuls el 2011 amb l'especificació dels requisits BIM de nivell 2 en l'Estratègia de Construcció del Govern, un programa dirigit pel govern dissenyat per aprofitar el potencial de les noves tecnologies per tal de planificar, construir i mantenir les infraestructures de forma més eficaç. Els objectius del programa Digital Built Britain<sup>104</sup> van ser definits el

---

<sup>103</sup> Cobuilder (2017). Full de ruta d'estandardització BIM per a la indústria de la construcció francesa - Part 1 <https://cobuilder.com/en/bim-standardisation-full-de-ruta-francès-construcció-indústria-part-1/>

<sup>104</sup> <https://www.cdbb.cam.ac.uk/Resources/ResoucePublications/bis15155digitalbuiltbritainlevel3strategy.pdf>

2011 pel Grup de Treball BIM del Regne Unit, tot fixant els diferents nivells de maduresa BIM i les fites temporals corresponents.

La definició oficial d'aquests nivells BIM va suposar un impuls a la transició cap al BIM, ja que va permetre fer la diagnosi inicial, i va marcar objectius específics per al desenvolupament futur. La codificació oficial dels nivells BIM va donar lloc a implantació ràpida de la metodologia BIM, ja que els diferents agents implicats tenien una idea clara del seu nivell actual i podien planificar passos concrets per assolir el següent.

Nivells BIM a Regne Unit:<sup>105</sup>

- BIM nivell 0: quan el projecte promou zero col·laboració i usa papers 2D CAD. En aquest cas l'objectiu principal del BIM seria el de generar informació de producció en forma de paper o impreses electròniques. Ja no s'utilitza aquest nivell.
- BIM nivell 1: implica utilitzar el 3D CAD i dibuixar en 2D. El primer s'utilitza per a treballs conceptuals, mentre que el segon per generar documents per a l'aprovació legal i per obtenir informació. En aquest nivell, l'intercanvi de dades és digital, mitjançant un entorn de dades comunes gestionat pel proveïdor. En aquest nivell segueix havent-hi gens o poca col·laboració entre els diferents agents que intervenen en el procés constructiu, perquè cadascú crea i gestiona les seves pròpies dades.
- BIM nivell 2: aquest nivell promou treball de cooperació donant a cadascun dels agents el seu propi model 3D CAD. Per poder fer això es requereix un intercanvi d'informació digital del projecte en qüestió i coordinació eficient entre els diferents agents. Així que tots treballen en el seu propi model 3D CAD i després les informacions es comparteixen mitjançant d'un mateix format comú.
- BIM nivell 3: anomenat també Open BIM, preveu una major col·laboració entre els agents, mitjançant un model compartit que es troba centralitzat en un servidor, tot permetent permet que tothom treballi en el mateix model simultàniament.

Una proposta molt significativa en referència al desenvolupament del BIM al Regne Unit és que varen crear una plataforma tecnològica per monitoritzar el desenvolupament del BIM al país. Sota les sigles NBS<sup>106</sup>, es creà una plataforma que

---

<sup>105</sup> <https://www.united-bim.com/bim-maturity-levels-explained-level-0-1-2-3/>

<sup>106</sup> NBS, "Informe de modelització d'informació de l'edifici març 2011", 2011. <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-national-bim-report-2011>

des del 2010 analitza el desenvolupament en l'adopció del BIM a tot país. Del primer any no hi ha moltes dades rellevants perquè encara no era utilitzada per la majoria d'empreses, i l'estat tampoc havia adoptat una estratègia específica ni era obligatori el BIM per poder participar o guanyar licitacions públiques. Per tant era per pròpia decisió de l'empresa que aquesta utilitzava aquesta tecnologia.

El 2010, segons l'informe de la NBS a partir de la realització d'una enquesta que van dur a terme, només el 13% de les empreses que van participar a l'enquesta sabien que era el BIM i l'utilitzaven, el 45% el coneixien però no l'usaven i el 43% restant ni el coneixien ni l'usaven.

Van fer un exercici de prospectiva, en base a les dades que disposaven, i van concloure que en el termini de 5 anys l'ús del BIM augmentaria al 85%. Això es devia a dues raons principals. En primer lloc, les empreses consideraven que en el futur els seus clients li anaven a demanar d'usar BIM (raó externa). I en segon lloc, les empreses eren conscients que el BIM anava a ser útil per coordinar documents de construcció, millorar la productivitat, augmentar la velocitat d'entrega i millorar la visualització (raons internes).

No va ser fins el maig del 2011 quan el govern va publicar el DBB (Digital Built Britain), que era una estratègia pel sector de la construcció on s'obligava a les empreses a adoptar el BIM de nivell 2 per poder participar en licitacions públiques. A partir del juliol del 2011, va ser quan el govern va llançar el programa BIM perquè empreses públiques i privades l'adoptessin, especialment en licitacions públiques per a edificis i infraestructures.<sup>107</sup>

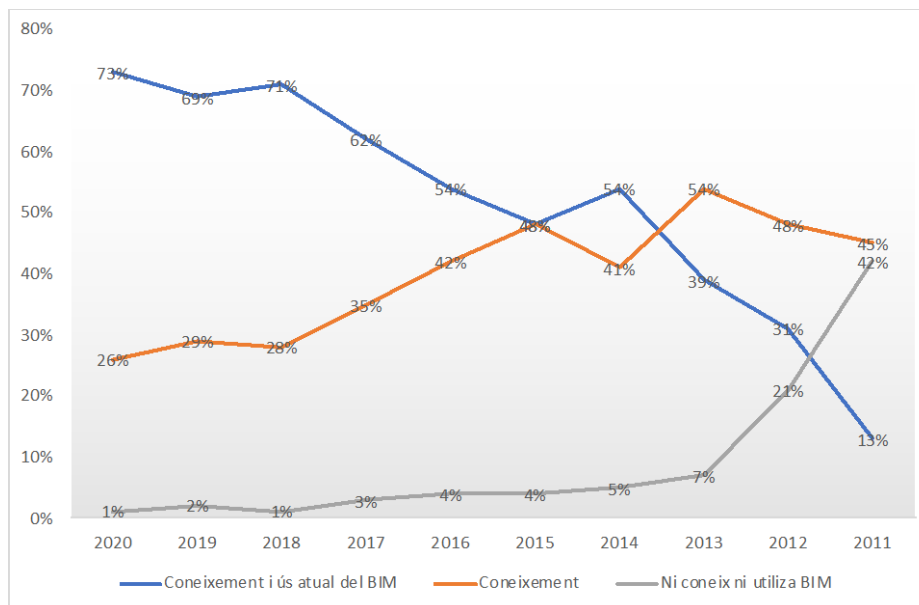
El 2015, el programa havia desenvolupat el nivell 2 de BIM i s'estimava que havia estalviat 2.200 milions de lliures en tota l'administració. A partir de l'abril del 2016, es va imposar com a obligatori el BIM de nivell 2 per a projectes finançats per l'estat i a partir d'aquell any es veu un clar augment d'empreses que van començar a usar BIM. Al llarg dels anys també van augmentar les empreses que van adoptar el BIM de nivell 3 arribant al 8% el 2020. Les majors dificultats a què s'enfronten les empreses que adopten aquesta tecnologia són: la falta de demanda per part dels clients, la falta d'experts en BIM, la falta de capacitat i el cost elevat de la tecnologia.

---

<sup>107</sup> HM Govern, "Estratègia industrial: govern i indústria en col·laboració", [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/34710/12-1327-building-information-modelling.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/34710/12-1327-building-information-modelling.pdf).



## II-Il·lustració 1: Evolució anual ús BIM al Regne Unit



Font: Elaboració pròpia, a partir informe NBS

L'NBS va a fer els seus informes anuals sobre BIM, cada any més empreses es van sumar al projecte i van contestar a les seves enquestes fins a arribar a més de 1000 al 2020. Es pot observar que cada any hi hagut un augment en el percentatge d'empreses que han adoptat la tecnologia BIM, (excepte el 2018) però el 2019 hi va haver un creixement del 4% arribant a demostrar que el 73% de la indústria coneix i usa aquesta tecnologia.

En general, el Regne Unit ha executat un pla d'acció BIM global per tot el sector de la construcció i gestionat per aquest. El seu pla va ser exitós, doncs va assolir al 2016 l'ús del nivell 2 de BIM en tots els projectes del sector públic. Des d'aleshores, el programa ha iniciat el següent i ambiciós pas d'avançar cap al nivell 3 de BIM, que abastarà tot el cicle de vida de l'edifici. Així, el cas de l'adopció del BIM al Regne Unit és un exemple de com els esforços governamentals i la normalització poden impulsar eficaçment el canvi. Quan el concepte de BIM passa de ser un nivell conceptual a una pràctica regulada, i amb unes fites objectives i ben definides, les empreses tenen més incentius per aplicar els canvis i una millor comprensió dels requisits i resultats d'aquests canvis.

A **Itàlia** l'estratègia per a l'adopció progressiva del BIM va començar amb l'aprovació i publicació de les Normes UNI 11337 que es van introduir el 2013. Aquestes normes representen el marc principal de l'estratègia nacional per a la digitalització dels edificis. La UNI 11337 es divideix en 10 parts, cadascuna sobre un aspecte específic del BIM. Òbviament, encara que no fos obligatori, si que hi va haver estudis d'enginyeria i arquitectura que ja utilitzaven BIM amb anterioritat a la publicació del Decret, per voluntat pròpia. El Decret BIM redactat per la Comissió Baratonò (DM 560/2017, de vegades anomenat Decret Baratonò) implementa l'article 23 apartat 13 del nou Codi de Mercat Públic, especificant els casos en els que s'ha d'utilitzar el BIM.

L'aspecte més significatiu de la implementació del BIM a Itàlia és el concepte de progressivitat amb el que es va realitzar. El govern va preveure sis fases diferents. Com descriurem a continuació, en una primera fase es va marcar un llindar molt alt, perquè només els projectes més grans haguessin d'implementar-se utilitzant BIM. A mesura que va anar passant el temps, es van anar reduint els llindars. La idea era donar temps a les empreses perquè anessin afegint el BIM en els seus projectes. Aquesta implementació es va preveure en sis fases.

En primer lloc, des de 2019, tots els projectes complexos per valor de més de 100 milions d'euros havien d'adoptar la metodologia BIM.

Per al 2020, l'ús de BIM es va convertir en obligatori per a qualsevol projecte complex que tingués un valor igual o superior als 50 milions d'euros.

A partir de gener de 2021, BIM és necessari per a projectes complexos per valor de 15 milions d'euros o més. Per al 2022, es requerirà l'ús de BIM per a obres que tinguin un import igual o superior al llindar definit a l'article 35 del Codi de Contractació Pública (5,2 milions d'euros per contracte d'obres).

A partir de gener de 2023, el BIM serà necessari per a obres per import d'1 milions d'euros o més. L'últim pas, previst per al 2025, és ampliar BIM a tots els projectes, complexos o no, fins a imports inferiors a 1 milions d'euros.

L'any 2021 es publica el Decret 312/2021<sup>108</sup> que conté modificacions al Decret 560/2017. Aquest últim decret modifica també l'article 6 sobre les dates d'obligatorietat d'introducció de BIM en licitacions públiques però es queden obligatoris els que ja s'havien implementat (Ex: 1 de gener 2021: BIM en licitacions públiques per a treballs complexos relatius a contractes d'obra igual o superiors a 15 milions d'euros). Les modificacions van ser les següents:

- 1 de gener de 2022 per a obres d'obra nova i intervencions sobre edificis existents, a excepció de les obres de manteniment ordinàries d'un import bàsic de licitació igual o superior al llindar a què es refereix l'article 35 del Codi de Contractes Públics.
- 1 de gener de 2023 per a obres d'obra nova, i intervencions en edificis existents, a excepció d'obres de manteniment ordinàries i extraordinàries d'un import bàsic de licitació igual o superior a 1 milió d'euros
- 1 de gener de 2025 per a obres d'obra nova, i intervencions en edificis existents, a excepció d'obres de manteniment ordinàries i extraordinàries d'un import bàsic de licitació inferior a 1 milió d'euros.

L'anàlisi feta per OICE<sup>109</sup> pel període des del 2017 al 2021, demostra que hi va

---

<sup>108</sup> Ministeri de Infraestructura i de mobilitat Sostenible, "Decret 312/2021", 2021: [https://www.mit.gov.it/nfsmitgov/files/media/normativa/2021-08/DM\\_2021-08-02\\_BIM.pdf](https://www.mit.gov.it/nfsmitgov/files/media/normativa/2021-08/DM_2021-08-02_BIM.pdf)

<sup>109</sup> OICE, "Informe de Licitacions BIM 2020 per a obres públiques: anàlisi del mercat i licitacions", 2021: <https://www.oice.it/src/64/publicazioni-oice>

haver un gran increment en ús de BIM en licitacions públiques durant aquests anys. L'obligatorietat en determinats contractes sembla haver tingut un rol important en aquest increment. Veiem que, considerant 2017 com a any zero ja que va ser l'any en què es va escriure l'anomenat Decret BIM, els contractes amb referència a BIM van augmentar del 219% el 2018, passant d'haver estat 83 a 268 i també augmenta l'import total d'aquests contractes que passa de 30.471.303 a 161.046.799 euros.

Mentre que el 2017 el percentatge de licitacions amb referència a BIM eren 1,4% del total, el 2018 es converteixen en el 4,4% del total. A més, el 2017 l'import de les licitacions amb referència a BIM va correspondre a un 2,5% de l'import total mentre que el 2018 al 12,9%. Per tant hi va haver un creixement del 428% entre els dos anys. A més, el 2018 el valor mitjà de les licitacions BIM va ser de 600.920 euros mentre que la mitjana dels altres contractes va ser de 212.263 euros i aquest augment es deu a l'increment de licitacions amb imports superiors al llindar europeu de 221.000 euros. En tots dos anys, 2017 i 2018, la majoria de l'import de les licitacions BIM (respectivament el 95,5% i el 83,4%) va ser destinats a licitacions BIM sobre activitats de disseny i valoracions de seguretat i verificacions estructurals, les quals van suposar un total de 29 milions d'euros i 134 milions d'euros. Mentre que el 2017, la majoria de licitacions van ser per a contractes de menys de 221.000 euros (53 per un total de 63,8%), el 2018 la majoria van ser per a contractes de més de 221.000 euros (153 per un total de 57,1%). En ambdós anys, la majoria de licitacions van ser publicades pels municipis i les administracions de l'estat, i en la gran part dels casos les licitacions van ser per a obres puntuals. A més, en tots dos anys la majoria de licitacions van ser per a obres de reestructuració, de fet el 2018 es nota una lleugera disminució en licitacions BIM per a obres de nova creació.

El 2019, hi va haver 478 licitacions públiques amb referència a BIM, que correspon a un augment del 58,3% respecte a 2018 i a un 8% del total de licitacions d'aquell any. El 2019 hi va haver més creixement del mercat SAI i conseqüentment s'explica la tendència positiva de les licitacions BIM d'enguany. El 2019 augmenta lleugerament el nombre de licitacions públiques que va passar de 5890 a 5938 i també hi va haver un lleuger augment en l'import d'aquestes licitacions d'1.250.230.624 euros a 1.501.921.653 euros. Aquest últim import de licitacions BIM va correspondre al 19,7% de l'import total de licitacions el 2019. El valor mitjà de les licitacions BIM va ser igual a 2018, 620.000 euros. El 2019, com el 2017 i el 2018, la majoria de licitacions BIM va ser per a activitats de disseny (418/478) i valoració de seguretat i verificacions estructurals (30/478). En el mateix 2019 el valor de les licitacions BIM va augmentar fins a arribar a 343,2 milions d'euros. A més, com el 2018, la majoria de licitacions públiques van ser per a contractes superiors a 221.000 euros (56,1%), però el valor d'aquests contractes va disminuir un 1,3% respecte a 2018. Com el 2018, els ens que més licitacions BIM van publicar van ser els municipis (26,4%), seguits per les Administracions de l'Estat (25,8%). Finalment, com el 2017 i el 2018, la majoria de licitacions va ser per a obres de reestructuració i puntuals. Ja al 2020, hi va haver 560 licitacions BIM que corresponen a un augment del 17,2% respecte a 2019. L'import d'aquestes licitacions també va augmentar respecte a 2019 i va arribar a ser de 711

milions d'euros que corresponen al 29,5% del total de l'import de licitacions de l'any. El 2020, malgrat la crisi sanitària del Covid-19, va ser un bon any boom per les licitacions de disseny. En els 4 anys analitzats, les licitacions BIM van ser majoritàriament per a obres de reconstrucció i puntuals.

Tot i que gràcies al Decret 560/2017 sembla que hi hagi hagut un augment en l'ús de BIM per part de l'estat, cal tenir en compte que hi va haver una modificació a aquest decret l'any passat, el 2021, que canvia el pla inicialment dissenyat per posar com a obligatori l'ús de BIM per a qualsevol tipologia de contracte amb qualsevol tipus de valor el 2025. El canvi de la legislació preveu que el requerir el BIM en licitacions públiques a partir del 2025 serà possible però només per a licitacions d'obres iguals o superiors a un milió d'euros.

En conclusió, l'anàlisi de licitacions BIM des de 2017 a 2020 demostra que estan en clar creixement. Tots els anys van augmentar el nombre de licitacions. En els últims dos anys les licitacions BIM van ser per a contractes superiors a 221.000 euros. A més, el valor d'aquests contractes ha augmentat cada any. En la següent taula es resumeixen els diferents resultats obtinguts pel període comprès entre l'any 2017 i l'any 2020 (ambdós inclosos).

**Taula 8: Licitacions amb BIM a Itàlia**

| Import | 0 - 100.000 |      | 100.000-221.000 |      | >221.000 |      | Total |       |
|--------|-------------|------|-----------------|------|----------|------|-------|-------|
|        | Núm         | %    | Núm             | %    | Núm      | %    | Núm   | %     |
| 2017   | 30          | 36,1 | 23              | 27,7 | 30       | 36,2 | 83    | 100,0 |
| 2018   | 49          | 16,2 | 67              | 22,2 | 186      | 61,6 | 302   | 100,0 |
| 2019   | 103         | 21,5 | 107             | 22,4 | 268      | 56,1 | 478   | 100,0 |
| 2020   | 93          | 16,6 | 101             | 18,0 | 266      | 65,4 | 460   | 100,0 |

Font: Enquesta de la OICE sobre BIM 2020

Els governs de cadascun dels països analitzats, Dinamarca, França, el Regne Unit i Itàlia, segueixen un enfocament diferent en quant a la inclusió dels requisits BIM en la contractació pública, i adopten diferents polítiques públiques. Tot i així, hem pogut contrastar que tenen una cosa en comú: tots ells van exercir un paper fonamental a l'hora d'impulsar les primeres fases de la implantació de BIM. Tant si és vinculant com si no ho és, la implantació de BIM s'ha accelerat considerablement quan els governs han demostrat el seu interès i la seva voluntat en que el sector de la construcció implementi BIM.

Finalment, cal destacar que **Àustria i Noruega** van ser els primers països a establir normes BIM obertes i un mandat BIM obert, que exigeix el nivell 3 BIM en els projectes públics. Altres països nòrdics, el Regne Unit, França i **Rússia** també han establert

mandats BIM de nivell 2 i tenen diferents calendaris per passar al BIM de nivell 3. Pel que fa als **Països Baixos**, aquests no tenen un mandat oficial de BIM per al sector de la construcció, però ja van introduir un requisit de BIM per a la construcció d'infraestructures al 2012 i, com em comentat, tenen un dels nivells més alts de maduresa i implementació de BIM.

A partir dels estudis de cas descrits, i de l'anàlisi de les diferents iniciatives, podem comprovar la importància de la coordinació entre el sector públic i el privat per aconseguir la implantació de la metodologia BIM en el sector de la construcció. Queda palès que les diferents polítiques públiques generen resultats limitats si el sector privat no s'involucra fortament en la implementació de BIM. El sector privat, arquitectes enginyeries i constructors, tenen un paper fonamental a l'hora de implementar el BIM en el sector. En primer lloc, fent difusió de les característiques i avantatges de la metodologia, en segon lloc, coordinant-se i intercanviant informació específica, finalment sent interlocutor amb el sector públic per bastir estratègies comunes i exercir influència en la definició de polítiques públiques i estratègies d'implantació de la metodologia BIM. Així doncs, tot i que el govern pot incentivar la implementació de BIM en el sector de la construcció, el sector privat té un paper clau per aconseguir l'ús generalitzat.

## Estratègia Pública a Catalunya

Com hem vist abans, les estratègies públiques per l'adopció de la metodologia BIM han estat molt diverses en funció del país que les ha aplicat. Tanmateix, també hem comprovat que es poden distingir certes característiques comunes entre els països que es troben en una fase similar del procés de normalització BIM.

Els països que han adoptat el BIM des de fa més anys es caracteritzen per tenir un compromís assumit amb la nova tecnologia, un treball conjunt amb universitats i agents del sector amb la formació, un enfocament en la innovació i un suport governamental constant. En definitiva una governança desenvolupada i concretada en accions contribueixen al desenvolupament eficaç del BIM en cadascun dels sectors de la construcció.

L'eficàcia de les polítiques públiques per promoure la implantació del BIM augmenta quan es poden alinear el sector privat. En molt dels casos estudiats hi ha un primer impuls per part del sector públic, però després és necessari el paper i l'assumpció de rol motor per part del sector privat per a poder fer extensiu i generalitzat l'ús de la metodologia BIM. A mesura que augmenta el nivell de maduresa del BIM en el sector, el treball conjunt entre els diferents agents, encara és fa més indispensable.

L'ITeC i la Generalitat van publicar l'any 2018 el "*Llibre blanc de la definició estratègica de la implantació BIM*", elaborat per membres del Grup de Coordinació de la Comissió Construeix el Futur de Catalunya. A finals de 2018, el Govern d'Espanya va crear la Comissió Interministerial per la incorporació de la metodologia BIM a la contractació pública.

A Catalunya amb l'obligatorietat de la utilització del BIM per a mitjans de 2019, es van publicar diversos documents rellevants: *Llibre blanc del BIM de la Generalitat de Catalunya*<sup>110</sup>, *Guia BIM*<sup>111</sup>, *Manual BIM*<sup>112</sup> amb l'objectiu de proporcionar les directrius de treball per a tots els agents i usuaris implicats, i les especificacions que poguessin utilitzar la pròpia organització o qualsevol de les seves entitats en el desenvolupament dels procediments.

Totes aquestes publicacions van significar un canvi substancial de rols, doncs l'administració deixava de ser qui donava les instruccions a seguir, i passava a ser el Grup de Coordinació de la Comissió Construeix el Futur de Catalunya, els agents privats implicats en el procés, els responsables d'introduir les propostes de millora per la implantació de la metodologia BIM.

El manual estableix unes directrius de contingut comuns per a totes les actuacions. No obstant això, s'indica que cada organisme dependent de la Generalitat podrà

---

<sup>110</sup> [https://itec.cat/docs/pdf/lilibre\\_blanco\\_bim.pdf](https://itec.cat/docs/pdf/lilibre_blanco_bim.pdf)

<sup>111</sup> [https://territori.gencat.cat/web/.content/home/01\\_departament/actuacions\\_i\\_obres/BIM/guies\\_manuals\\_BIM/guia\\_BIM.pdf](https://territori.gencat.cat/web/.content/home/01_departament/actuacions_i_obres/BIM/guies_manuals_BIM/guia_BIM.pdf)

<sup>112</sup> [https://territori.gencat.cat/web/.content/home/01\\_departament/actuacions\\_i\\_obres/BIM/guies\\_manuals\\_BIM/manual\\_BIM.pdf](https://territori.gencat.cat/web/.content/home/01_departament/actuacions_i_obres/BIM/guies_manuals_BIM/manual_BIM.pdf)

realitzar manuals específics en funció de les seves necessitats pròpies de gestió particularitzant i focalitzant el contingut d'aquest.

Estableix, per tant, que organismes com el ACA (Agència Catalana de l'Aigua), que gestiona les actuacions d'infraestructura hidràulica o el Departament de Carreteres, podran adaptar i focalitzar un manual propi tenint en compte que gestionen diferents tipus d'actius.

L'objectiu esperat és que paulatinament i a mesura que el grau d'implementació i maduresa en la utilització del BIM avanci en cada organització pública, s'aniran generant aquestes referències particulars per a cada organisme. Tot i que òbviament sectorialment no tot es gestiona de la mateixa manera, també té els seus avantatges que tot fos homogeni. A més tenir les pròpies directrius de BIM de cada organització representa una correcta adaptació de la metodologia per a poder aconseguir els objectius propis de millora de l'eficiència en la gestió.

Amb la finalitat d'assegurar una òptima implementació, la definició de normes o estàndards que expliquin com ha d'utilitzar-se BIM en projectes públics, és essencial. Un dels formats estàndard més adoptats és el desenvolupat per buildingSMART International, l'associació sense ànim de lucre responsable de definir estàndards BIM oberts per a permetre l'intercanvi d'informació. Fins fa poc, aquests estàndards estaven enfocats només a l'edificació, recentment amb el projecte Infrastructure Room de buildingSMART International, s'ha treballat per al desenvolupament dels estàndards BIM per a projectes d'infraestructures. Entre ells, destaquen IFC Bridge, IFC Tunnel, IFC Road i IFC Rail.

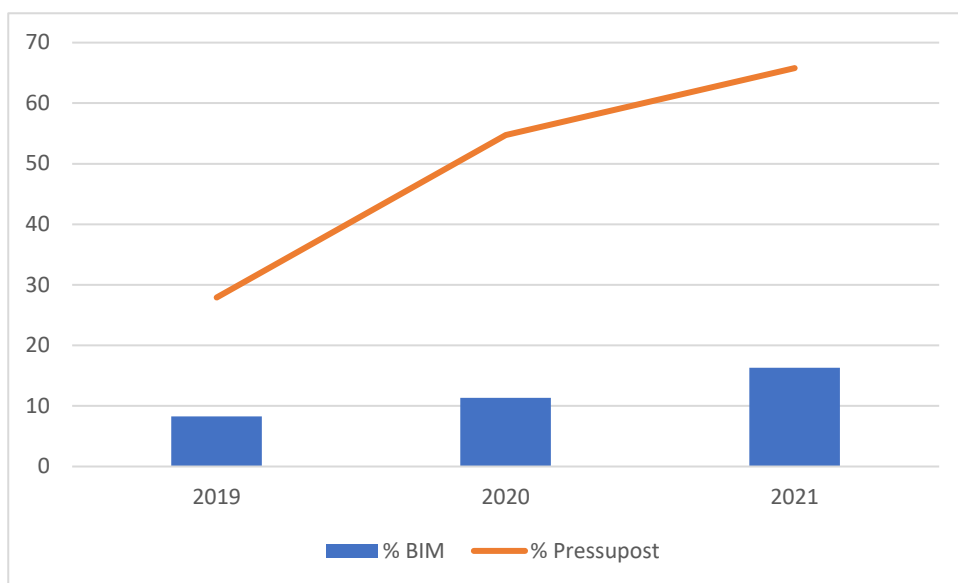
És per tot això que, més enllà de l'obligatorietat estricta, s'ha de tenir en compte que cada vegada més les diferents administracions públiques valoren en els plecs el fet d'utilitzar el BIM en el contracte, fent efecte tractor i provocant la dinamització de la seva utilització per part dels agents del sector que participen en els processos de licitació. Si les puntuacions respecte al compromís d'utilitzar el BIM, usualment empleades estan entre 6 o 10 punts sobre els 100, qualsevol empresa que vulgui guanyar el contracte no es pot permetre no aconseguir aquesta puntuació.

En els últims anys hem viscut un avanç important en la utilització del BIM en els projectes d'infraestructura, no obstant això en tema d'estàndards i referències, encara falta arribar al nivell de l'edificació. Caldrà doncs desenvolupar manuals de BIM específics per a projectes d'infraestructura lineal. Convé recalcar que els manuals disponibles en l'actualitat encara tenen una lògica de projecte d'edificació.

A continuació veurem els principals resultats obtinguts a Catalunya a partir de l'any 2019, tenint en compte que entra en vigir amb data juny de 2019 el mandat BIM pels contractes públics.

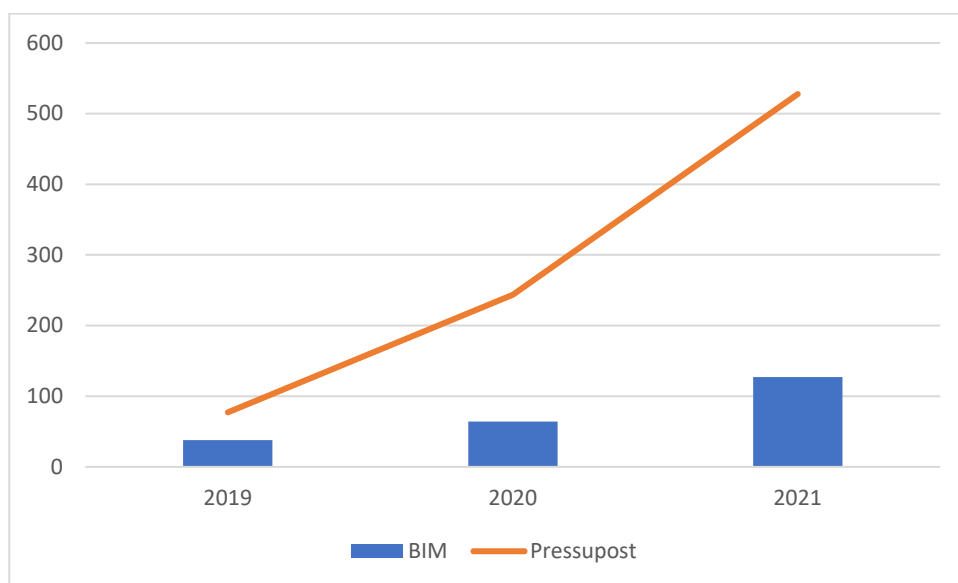
D'entrada destacar-ne la seva evolució en termes absoluts i en volum de pressupost adjudicat (veure gràfiques 2 i 3).

## Il·lustració 2: Percentatge d'obres adjudicades en BIM a Catalunya (2019-2021)



Font: Departament de la Vicepresidència, Polítiques Digitals i Territori

## Il·lustració 3: Total d'obres adjudicades en BIM a Catalunya (2019-2021)



Font: Departament de la Vicepresidència, Polítiques Digitals i Territori

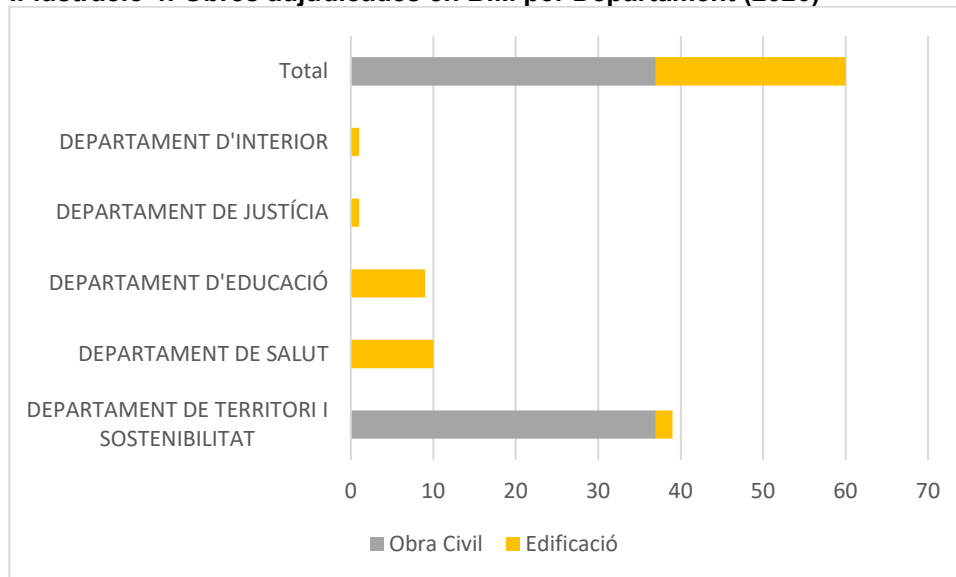
L'any 2019 el percentatge d'obres executades en BIM va ser del 8,26 %, el 2020 van ser 11,35%, i finalment mentre el 2021 el 16,32% del total d'obres adjudicades.

Pel que fa al percentatge de pressupost respecte al total, el primer any va ser del 27,91%, el 54,74% el 2n any i el 65,79% l'any 2021. En concret 38 obres en BIM per valor de 77,17 milions d'euros l'any 2019, 64 obres amb un pressupost de 243,35 milions d'euros l'any 2020 i 127 obres de 527,66 milions euros de pressupost. Amb algunes oscil·lacions, en general observant el repartiment d'obres adjudicades amb



metodologia BIM per departaments, es manté la pauta destacada dels departaments de Territori i Sostenibilitat<sup>113</sup>, Educació, Salut i Treball, Afers Socials i Famílies.

**II-lustració 4: Obres adjudicades en BIM per Departament (2020)**



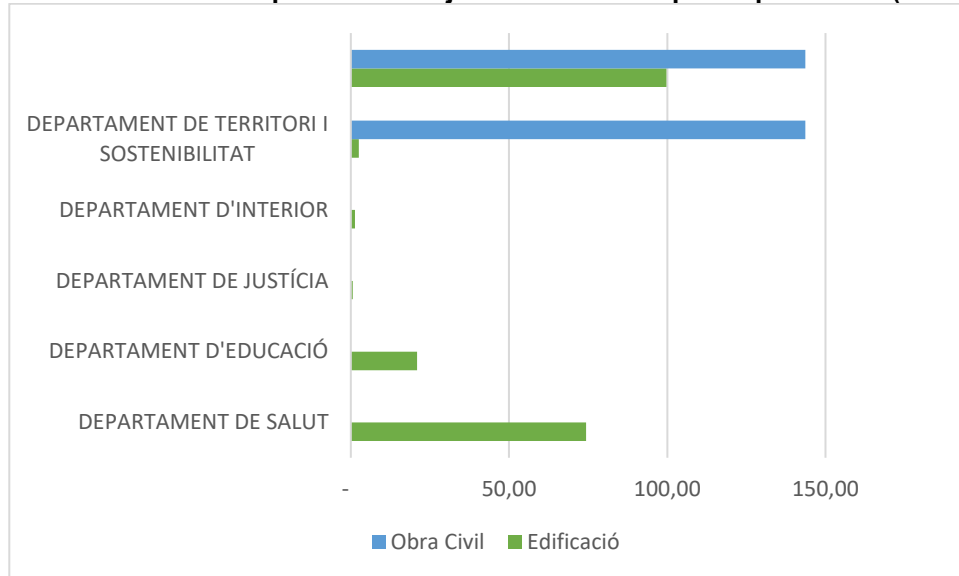
Font: Departament de la Vicepresidència, Polítiques Digitals i Territori

Comparant els anys 2020 i 2021, s'han doblat el nombre d'obres que han incorporat la metodologia BIM de 64 a 127 i encara ha estat més gran l'increment en pressupost, ja que les adjudicacions d'importos més alts són les que han incorporat majoritàriament la metodologia, de 243,3 milions el 2020 s'ha arribat a 527,6 milions d'euros el 2021 (veure gràfiques 3 i 5).

Per tipus d'obres, el 2021, 80 han estat d'obra civil i 47 d'edificació, amb importos similars, 255,5 i 272,1 milions respectivament (veure gràfiques 4 i 6). El 2021, del total d'obres, prop del 60% corresponen al Departament de la Vicepresidència i de Polítiques Digitals i Territori amb un import de gairebé 200 milions d'euros.

<sup>113</sup> Amb els canvis de nomenclatura a Vicepresidència, Polítiques Digitals i Territori

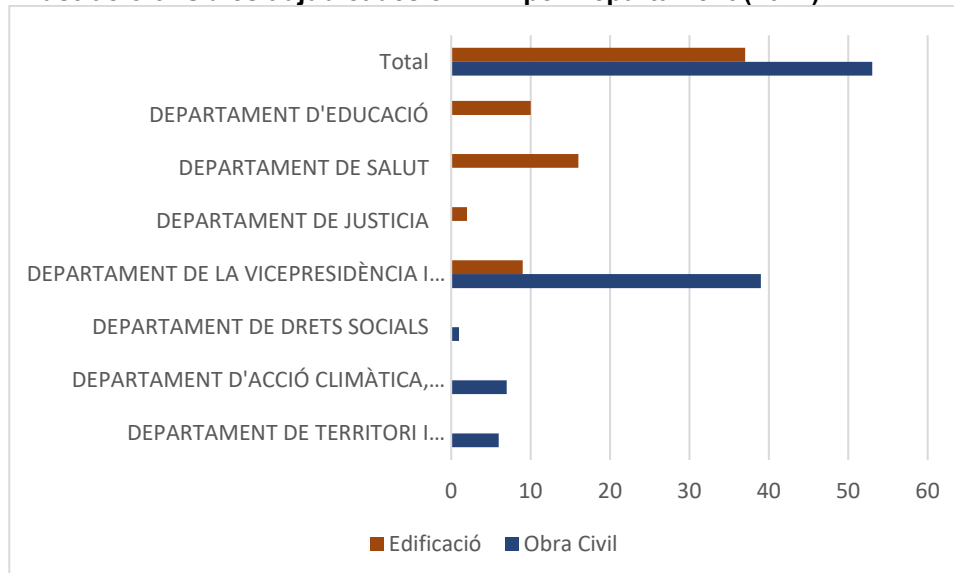
### II-lustració 5: Pressupost obres adjudicades en BIM per Departament (2020)



Font: Departament de la Vicepresidència, Polítiques Digitals i Territori

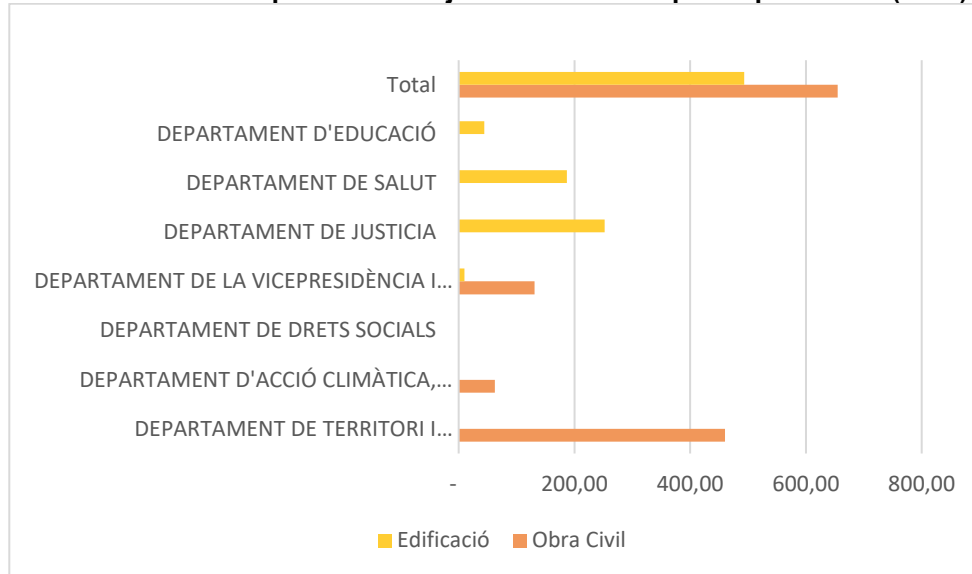
El departament de Territori i Sostenibilitat, és qui protagonitza, sovint en solitari tot el pes de l'obra civil, quedant l'edificació més repartida entre departaments. Podem afirmar, tal com podem veure a les diferents gràfiques, que al llarg d'aquests anys ha augmentat la quantitat d'obres en valor absolut executades en BIM, el percentatge respecte al total d'obra executada també ha augmentat, i la suma total de pressupost gestionat també ha anat en augment en percentatge i en nombre absoluts.

### II-lustració 6: Obres adjudicades en BIM per Departament (2021)



Font: Departament de la Vicepresidència, Polítiques Digitals i Territori

## Il·lustració 7: Pressupost obres adjudicades en BIM per Departament (2021)



Font: Departament de la Vicepresidència, Polítiques Digitals i Territori

Els contractes subjectes a regulació harmonitzada s'han desenvolupat en BIM en un 90% dels casos al llarg d'aquests anys. Les obres que incorporen la metodologia BIM augmenta amb el pressupost de forma molt clara, poden afirmar que és una variable significativa. Fixant-nos en els imports de contractació podem comprovar que a partir de 2,5 milions d'euros el nombre de contractes són 2/3 del total d'adjudicacions, mentre que en aquest tram al voltant del 80% del total d'obres incorporen metodologia BIM.<sup>114</sup>

<sup>114</sup> Cal tenir en compte que caldrien sèries de més anys per treure'n resultats conclouents, però en tot cas s'observa aquesta tendència

## CONCLUSIONS

L'ús de la metodologia BIM pel desenvolupament de projectes d'infraestructura s'ha estès notablement arreu del món en els darrers anys. Tot i que no hi ha gaire evidència empírica sobre els beneficis o els costos que comporta, sí que existeix un clar convenciment en el sector d'infraestructures que el seu ús permetrà millorar aspectes fonamentals com la productivitat i l'eficiència, tot reduint el cost dels projectes. Catalunya ha fet diverses iniciatives recents per afavorir la implementació del BIM. En aquest marc, esdevé rellevant realitzar una proposta que avaluï els passos que s'han realitzat en la introducció del BIM, i els impactes que ha tingut, a fi i efecte de calibrar les propostes futures sobre aspectes tan rellevants com el llindar a utilitzar per demanar que un projecte s'implementi amb BIM.

En aquest context, el present treball pretén abordar els aspectes inicials d'una avaluació de disseny sobre l'ús del BIM a Catalunya, a partir de les polítiques públiques impulsades pel part del Govern de la Generalitat de Catalunya. Per aquest motiu, hem dut a terme tres accions principals per assolir les bases d'un projecte d'avaluació sobre aquesta política. En primer lloc, s'ha revisat la literatura existent cercant diferents marcs conceptuals, i evidència empírica sobre els efectes del BIM, els reptes que proposa, o en general quins són els aspectes més destacables en la seva implementació. Seguidament, hem analitzat el desenvolupament del BIM en un context internacional, realitzant un exercici de benchmarking amb aquells països que ens poden aportar més idees sobre quina direcció cal prendre a Catalunya. Finalment, en una tercera fase ens hem centrat a comprendre la realitat actual del BIM a Catalunya, a fi i efecte de recomanar algunes guies o línies de treball, que puguin ser útils de cara a plantejar les properes actuacions que l'administració pública de la Generalitat podria portar a cap.

Un dels aspectes més rellevants que hem copsat en aquest treball és que els governs tenen un paper fonamental en la normalització BIM, sigui a nivell nacional o internacional. En influir en les normes BIM a nivell europeu i/o internacional, els governs tenen l'oportunitat de garantir que les normes BIM coincideixin amb els interessos i l'ambició del seu sector. Aquest fet, alhora, pot generar un major interès per part de la pròpia indústria de la construcció per comprometre's amb el BIM. Hem d'entendre el desenvolupament del BIM com un diàleg permanent entre el sector públic i el privat, una interacció dinàmica, on cadascuna de les decisions d'un sector afectaran necessàriament a l'altre, i on, per tant, cal parar atenció a les necessitats respectives i adequar-se als diferents ritmes de gestió per tal d'assolir les fites o objectius acordats prèviament.

El suport del sector públic a la implantació de BIM és una de les principals forces motrius en la seva implementació, i al llarg del treball hem pogut constatar algunes accions específiques que cal destacar. En primer lloc, volem remarcar que el sector públic contribueix al desenvolupament de definicions i directrius al voltant dels processos BIM, fomentant així una comprensió i estandardització BIM comuna en l'àmbit nacional, com dèiem prèviament. Per tant, s'espera que exerceixi un rol de

lideratge sobre el conjunt del sector. De fet, si només ho dirigís la indústria, no hi hauria uniformitat en l'aplicació del BIM, ja que cada part interessada del mercat aplicaria el seu propi sistema BIM. L'exemple de Dinamarca mostra un clar lideratge del govern en l'elaboració de diverses directrius BIM. En altres casos, el govern va decidir recolzar iniciatives del sector privat, per desenvolupar directrius sobre BIM. Això demostra que el sector públic pot impulsar i/o facilitar iniciatives relacionades amb la normalització i l'entesa comuna al voltant dels processos BIM. Així mateix, el sector públic ha d'invertir en recerca i desenvolupament relacionats amb el BIM, amb universitats i organismes públics que duguin a terme els seus propis programes de recerca i formació de BIM.

Aquests programes també contribueixen al desenvolupament de les directrius esmentades anteriorment, i ajuden a garantir les necessitats de la indústria, cada cop més grans, de poder disposar cada d'un nombre important de professionals, que estiguin suficientment preparats per executar tasques i activitats relacionades amb BIM.

El procés de formació no s'ha de limitar doncs al sector privat, sinó que també ha d'anar dirigit als treballadors i treballadores del sector públic, que necessiten comprendre la definició, els fonaments i els beneficis del BIM. Tanmateix quan els governs integren els requisits de BIM en la seva legislació sobre contractació pública, és quan tenen més rellevància i un efecte més gran sobre l'impuls i introducció de la metodologia BIM en el sector.

El sector públic representa entre el 20 i el 30% de la despesa total en construcció a Europa, la qual cosa suposa importants oportunitats de negoci per al sector privat. Els projectes de contractació pública són, per tant, un dels principals incentius perquè les empreses implantin BIM.

Les accions dels governs tenen un impacte real quan compten amb el suport de les indústries de la construcció. Els governs necessiten el suport de la indústria per garantir la implantació del BIM al sector. El cas francès mostra que el compromís del govern amb la transformació digital en la indústria de la construcció es devia a les necessitats del sector privat de comptar amb un marc oficial i accions governamentals. L'enquesta realitzada pel comitè directiu del PTNB és l'exemple que des de la implicació del govern en el BIM i el desenvolupament de la maqueta digital, la indústria de la construcció va augmentar la seva consciència sobre la importància d'aquesta transformació sectorial.

El ràpid ritme d'adopció del BIM il·lustra la importància de les noves tecnologies, mentre que la multitud d'enfocaments i calendaris per a la implementació nacional són indicatius de la naturalesa fragmentada del desenvolupament del BIM. Mentre que els primers a adoptar-lo ja estan collint els beneficis dels programes BIM establerts, la implementació de BIM segueix en una fase exploratòria en molts països. Independentment dels terminis de cada país, és evident, a partir d'una visió general de l'adopció del BIM, que aquest ajudarà a donar forma i definir la construcció d'avui i de demà a tot Europa.

Tenint en compte la quantitat d'iniciatives nacionals BIM independents, els països europeus s'enfronten a riscos relacionats amb la manca de coordinació. Tot i que els programes nacionals independents permeten als països adaptar el seu desenvolupament del BIM a les preferències locals, també poden alentir l'adopció del BIM. La col·laboració del BIM a nivell europeu va fer un pas prometedor amb la fundació del Grup de Treball BIM de la UE, un projecte de col·laboració cofinançat per la Comissió Europea. L'objectiu del grup era recolzar l'adopció del BIM en el sector públic europeu amb l'objectiu comú de millorar la rendibilitat i la qualitat de la construcció pública i la sostenibilitat del sector a Europa. Per tal de recolzar els desenvolupaments de les polítiques nacionals de BIM i abordar les qüestions que envolten la multitud de programes locals, el Grup de Treball BIM de la UE va publicar el 2017 el seu Manual per a la introducció del modelatge d'informació de construcció per part del sector públic europeu, que va recollir les opinions dels actors públics en més de vint països europeus.

Les polítiques i iniciatives governamentals destinades a fomentar la implantació del BIM són molt àmplies i inclouen la contractació pública, l'educació i el desenvolupament, i la normalització. D'aquesta manera, els governs combinen un enfocament descendent i ascendent: d'una banda, van adoptar esmenes/reglaments de contractació pública que exigeixen el BIM per als projectes d'infraestructures públiques. D'altra banda, van proporcionar inversions descendents per fomentar la recerca i el desenvolupament al voltant del BIM, que venen a donar suport als esforços de les empreses per aplicar-lo. D'aquesta manera, els governs van aconseguir garantir un equilibri entre els requisits addicionals i els incentius per a la indústria.

Els països que han adoptat el BIM des de fa més anys es caracteritzen per tenir un compromís actiu en promoure la digitalització del sector de la construcció, un treball conjunt amb el sector privat per impartir formació, i un suport governamental constant per la innovació tecnològica. Totes aquestes accions contribueixen al desenvolupament eficaç del BIM en cadascun dels sectors de la construcció. L'eficàcia de les polítiques públiques per promoure la implantació del BIM augmenta quan es poden alinear el sector privat. En molt dels casos estudiats hi ha un primer impuls per part del sector públic, però després és necessari el paper i l'assumpció de rol motor per part del sector privat per a poder fer extensiu i generalitzat l'ús de la metodologia BIM. A mesura que augmenta el nivell de maduresa del BIM en el sector, el treball conjunt entre els diferents agents, encara es fa més indispensable.

Tot i que ens centrem en la contractació pública, hi ha d'altres polítiques públiques i instruments que condicionen el grau de d'implantació de la metodologia BIM en el sector de la construcció de cadascun dels països; aquests es poden dividir en els següents tipus o àmbits d'actuació: contractació pública; educació, recerca i desenvolupament; i normalització.

Un aspecte a destacar quan s'observen les diferents estratègies que s'han utilitzat en altres països és la importància de decidir quins criteris s'utilitzen per demanar al sector privat l'ús del BIM en la realització d'un projecte. Aquí hem vist que

principalment es contemplen dos eixos: criteri i temporalització. Pel que fa als criteris a aplicar per decidir si un projecte ha de ser desenvolupat mitjançant metodologies BIM, veiem que hi ha països com el Regne Unit que han donat molta importància a la complexitat del projecte. En canvi, altres països s'han centrat més a definir un llindar econòmic, entenent que els projectes que tenen més cost seran més susceptibles d'implementar-se amb BIM, com és el cas d'Itàlia. D'altra banda, també hem observat estratègies diferents pel que fa a la temporalització. Hi ha països on s'ha establert un criteri únic i estable, mentre d'altres han mirat d'ajustar els criteris de forma progressiva. L'aplicació de llindars progressius on es permet reduir l'import dels projectes que es demanen fer amb BIM persegueix l'objectiu de permetre als diferents actors del mercat anar-se adaptant a l'ús del BIM. És a dir, si es demanés fer tots els projectes amb BIM, veuríem com els actors més petits tindrien més dificultats per competir amb els grans, reduint, per tant, el mercat. Això va totalment en contra de les directrius europees que busquen afavorir el nombre de petites i mitjanes empreses que treballen en projectes pel sector públic.

No tenim evidències clares sobre quines aproximacions obtenen millors resultats, però sí que hem pogut copsar com les diferents estratègies han afectat el grau de desenvolupament del BIM en aquells països que les han aplicat. A partir d'això, pensem que Catalunya ha d'explorar l'opció d'establir un criteri que ponderi el llindar econòmic en funció de la complexitat del projecte. I, a més, que aquest llindar econòmic decreixi de forma progressiva al llarg dels anys. Amb aquesta proposta, estaríem mirant de maximitzar els beneficis que altres països han assolit implementant algunes d'aquestes estratègies per separat.

Catalunya ha realitzat un esforç significatiu en la implementació del BIM, i cal destacar que els resultats pel que fa a la quantitat d'obres realitzades amb metodologia BIM són força bones tenint en compte el context europeu. Així i tot, caldria remarcar dues qüestions. Per una banda, destaca el fet que actualment un percentatge elevat (superior al 75%) de contractes adjudicats per valors iguals o superiors a 2,5 milions d'euros, ja incorporen metodologia BIM. Això ens fa pensar que seria possible situar l'obligatorietat en un llindar econòmic més baix. Tot i que cal una certa prevenció en aquesta afirmació per la manca de sèries temporals més llargues que ens ho corroborin, l'estat actual del sector sembla que ho permet. Per una altra banda, creiem que l'estat d'implantació a Catalunya de la metodologia BIM, afavoreix que des de les polítiques públiques es faci de tractor pel que fa al nivell de maduresa i/o complexitat dels projectes; és necessari avançar en aquest sentit, tot establint fites a curt i mitjà termini assolibles pel sector de la construcció, i incorporades en els criteris de la contractació pública.

# REFERÈNCIES

- ABDULAZIZ BANAWI, OBAID ALJOBALY, CYRIL AHIABLE, 2019. A Comparative Review of Building Information Modeling Frameworks. Available at: <http://bimarabia.com/IJBES/>
- ABDULLAHI BABATUNDE SAKA AND DANIEL W.M. CHAN, 2019. A global taxonomic review and analysis of the development of BIM research between 2006 and 2017. available at: [www.emeraldinsight.com/1471-4175.htm](http://www.emeraldinsight.com/1471-4175.htm)
- ADEMCI, E., & GUNDES, S., 2018. Review of Studies on BIM Adoption in AEC Industry
- AIBINU, A. AND PAPADONIKOLAKI, E., 2016, September. BIM implementation and project coordination in design-build procurement.
- ALRESHIDI, E., MOURSHED, M. AND REZGUI, Y., 2015. Cloud-based BIM governance platform requirements and specifications: software engineering approach using BPMN and UML. Journal of Computing in Civil Engineering
- ARAYICI, Y., COATES, P., KOSKELA, L., KAGIOGLOU, M., USHER, C., O'REILLY, K., 2011. Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice.
- ATUL PORWAL, KASUN N. HEWAGE, 2013. Building Information Modelling (BIM) partnering framework for public construction projects
- AUTODESK-IDC, 2020. Digital Transformation: The Future of Connected Construction
- AZHAR, S. 2011. Building Information Modelling (BIM): Trends, Benefits, Risks and Challenges for the AEC Industry
- BARISON, M.B. AND SANTOS, E.T., 2010, June. An overview of BIM specialists. In Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering
- BARISON, MB and SANTOS, E: T: 2011. The Competencies of BIM Specialists
- BCA (2015), "Building Information Model (BIM) Fund V2: Now firms can get more help to build up BIM collaboration capabilities" ,available at: [https://www.bca.gov.sg/emailsender/BuildSmart-062015/microsite/05\\_Building\\_Information\\_Model\\_\(BIM\)\\_Fund\\_V2.shtml](https://www.bca.gov.sg/emailsender/BuildSmart-062015/microsite/05_Building_Information_Model_(BIM)_Fund_V2.shtml)
- BIMFORUM, Level of Development Specification, [bimforum.org](http://bimforum.org), 2016



- BOSCH-SIJTSEMA, P.M., GLUCH, P. AND SEZER, A.A., 2019. Professional development of the BIM actor role. *Automation in Construction*, 97.
- CHAREF, R., EMMITT, S., ALAKA, H. & FOUCHAL, F., 2019. Building Information Modelling adoption in the European Union: An overview
- CZMOCH, I. AND PEKALA, A., 2014. Traditional design versus BIM based design. *Procedia Engineering*, 91
- DARIUSZ WALASEKA, ARKADIUSZ BARSZCZB, 2016. Analysis of the adoption rate of Building Information Modelling [BIM] and its Return on Investment [ROI]
- EASTMAN et al. 2011. *A Guide to Building Information Modelling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*
- ECKBLAD et al., 2007. *The Interaction of Lean and Building Information Modelling in Construction*
- EDIRISINGHE, R., & LONDON, K. 2015. Comparative Analysis of International and National Level BIM Standardization Efforts and BIM adoption
- EUBIM. Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector  
[http://www.eubim.eu/downloads/EU\\_BIM\\_Task\\_Group\\_Handbook\\_FINAL.PDF](http://www.eubim.eu/downloads/EU_BIM_Task_Group_Handbook_FINAL.PDF)
- EUROPEAN CONSTRUCTION SECTOR OBSERVATORY. ECSO. 2021. Digitalisation in the construction sector
- DAVIES, K., WILKINSON, S. AND MCMEEL, D., 2017. A review of specialist role definitions in BIM guides and standards.
- GARCIA, A.C.B., KUNZ, J., EKSTROM, M. AND KIVINIEMI, A., 2004. Building a project ontology with extreme collaboration and virtual design and construction. *Advanced Engineering Informatics*, 18
- GRYTTING, I., SVALESTUEN, F., LOHNE, J., SOMMERSETH, H., AUGDAL, S. AND LÆDRE, O., 2017. Use of LoD decision plan in BIM-projects. *Procedia engineering*, 196
- GUREVICH U., SACKS R. and SHRESTHA P. 2016 *A Review Of Building Information Modelling Protocols, Guides And Standards for Large Construction Clients*
- HAMMA-ADAMA, M., KOUIDER, T. and SALMAN, H. 2020. Analysis of barriers and drivers for BIM adoption. *International journal of BIM and engineering science* [online], 3(1), pages 18-41. Available from: [http://bimarabia.com/IJBES/2020/06/30/ijbes\\_volume\\_3\\_issue\\_1\\_2020/](http://bimarabia.com/IJBES/2020/06/30/ijbes_volume_3_issue_1_2020/)
- HAMMA-ADAMA, M. and KOUIDER, T. 2019. Comparative analysis of BIM adoption efforts by developed countries as precedent for new adopter countries.

Current journal of applied science and technology [online], 36(2), article number CJAST.49779. Available from: <https://doi.org/10.9734/cjast/2019/v36i230224>

- HANNES LINDBLAD, 2018. Black boxing BIM: the public client's strategy in BIM implementation
- HARDIN, B. AND MCCOOL, D., 2015. BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows. John Wiley & Sons
- HJELSETH, E., 2015. BIM-based model checking (BMC). Building Information Modeling– Applications and Practices, pp.33-61.
- ITEC. Guia per a la implementació del BIM en la licitació pública, 2021
- JACK C.P. CHENG, QIQI LU, 2015. A Review of the Efforts and Roles of the Public Sector for Bim Adoption Worldwide
- JACOBSSON, M. AND MERSCHBROCK, C., 2018. BIM coordinators: a review. Engineering, Construction and Architectural Management
- JIANWEN CAO, CHUFENG CHEN, 2018. Analysis of the Strategy of Government's BIM under the International Comparative Perspective
- KHOSROWSHAHI, F., & ARAYICI, Y., 2012. Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry. Engineering, Construction and Architectural Management
- KREIDER, R.G. AND MESSNER, J.I., 2013. The uses of BIM. Classifying and Selecting BIM, Pennsylvania State University.
- KUNZ, J. AND FISCHER, M., 2012. Virtual design and construction: themes, case studies and implementation suggestions. Center for Integrated Facility Engineering (CIFE), Stanford University.
- LU, W., ZHANG, D. AND ROWLINSON, S.M., 2013. BIM collaboration: A conceptual model and its characteristics. In Proceedings of the 29th Annual Association of Researchers in Construction Management (ARCOM)
- MOHAMAD KASSEMA, BILAL SUCCARB, 2017. Macro BIM adoption: Comparative market analysis. Available at: <https://www.sciencedirect.com/journal/automation-in-construction>
- MUSTAFFA, N. E., SALLEH, R. M., & ARIFFIN, H. L. B. T., 2017. Experiences of Building Information Modelling (BIM) adoption in various countries
- MWFAQ YOUSIF IBRAHIM AND DHUHA ABDULGANI AL-KAZZAZ, 2021. A comparative analysis of BIM standards and guidelines between UK and USA, available at: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1973/1/012176>
- NAWARI, N.O., 2018. Building information modeling: Automated code checking and compliance processes. CRC Press.

- NBS,2018. NBS International BIM Report 2018, Royal Institute of British Architects
- NURKHASANAH RINA PUSPITA AND FITHRIYAH PATRIOTIKA, 2021. BIM Implementation in Public Construction Projects in Indonesia
- OLOFSSON, T., LEE, G., EASTMAN, C. AND REED, D., 2007. Benefits and lessons learned of implementing building virtual design and construction (VDC) technologies for coordination of mechanical, electrical, and plumbing.
- PREIDEL, C., BORRMANN, A., OBERENDER, C. AND TRETHERWAY, M., 2017, March. Seamless integration of common data environment access into BIM authoring applications: The BIM integration framework.
- PLAZZA, RÖCK, MALACARNE, PASSER, MARCHER, MATT, 2019. BIM for public authorities: Basic research for the standardized implementation of BIM in the building permit process
- REINHARDT I BEDRICK, 2015. Level of Development Specification,
- RUI JIANG, CHENGKE WU AND XIANG LEI, PENG WU. 2021. Government efforts and roadmaps for building information modelling implementation: lessons from Singapore, the UK and the US
- RUWINI EDIRISINGHE, KERRY LONDON, 2015. Comparative Analysis of International and National Level BIM Standardization Efforts and BIM adoption
- SACKS et al 2010. Interaction of Lean and Building Information Modelling in Construction. Journal of Construction Engineering and Management, 136
- SALEH, M. A. D.,2015. Barriers and Driving Factors for Implementing Building Information Modelling (BIM) in Libya
- SAUD ALHUMAYN, EZEKIEL CHINYIO & ISSAKA NDEKUGRI, 2017. The barriers and strategies of implementing BIM in Saudi Arabia
- SAWHNEY, A., KHANZODE, A. and Tiwari, S., 2017. Building information modelling for project managers. RICS Insight Paper, Noida.
- SMITH PETER, 2014. Bim Implementation- Global Strategies. Available at: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- SOLIHIN, W. AND EASTMAN, C., 2015. Classification of rules for automated BIM rule checking development. Automation in construction, 53, pp.69-82.
- SOLOMON BELAY, JAMES GOEDERT, ASREGEDREW WOLDESENBET AND SAEED ROKOOEI, 2021. Comparison of BIM Adoption Models between Public and Private Sectors through Empirical Investigation
- SUN, C., JIANG, S., SKIBNIEWSKI, M. J., MAN, Q., & SHEN, L.,2017. A literature review of the factors limiting the application of BIM in the construction industry.

- TAN, T., CHEN, K., XUE, F., & LU, W. ,2019. Barriers to Building Information Modeling (BIM) implementation in China's prefabricated construction: An interpretive structural modeling (ISM) approach
- TIMOTHY O. OLAWUMI AND DANIEL W.M. CHAN, 2018. Development of a benchmarking model for BIM implementation in developing countries. available at: [www.emeraldinsight.com/1463-5771.htm](http://www.emeraldinsight.com/1463-5771.htm)
- WALASEK, D., & BARSZCZ, A.,2017. Analysis of the adoption rate of building information modeling [BIM] and its return on investment [ROI].
- WANG, L. AND LEITE, F., 2014, May. Comparison of experienced and novice BIM coordinators in performing mechanical, electrical, and plumbing (MEP) coordination tasks. In Proceedings of the 2014
- WANG, C., ADETOLA, S. H., & ABDUL-RAHMAN, H.,2015. Assessment of BIM implementation among MEP firms in Nigeria
- WONG A. et al 2010. Attributes of Building Information Modelling Implementations in Various Countries
- WOORYOUNG JUNG, GHANG LEE, 2015. The Status of BIM Adoption on Six Continents
- XIN LIU , XIANGYU WANG, GRAEME WRIGHT, JACK C. P. CHENG, XIAO LI AND RUI LIU, 2017. A State-of-the-Art Review on the Integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information System (GIS)