

Treball de Fi de Grau

## Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

# Ús i implementació de la metodologia BIM en l'elaboració d'un edifici plurifamiliar

### MEMÒRIA

**Autor:** Lluís Guilera Alonso  
**Director:** Jordi Riera Robusté  
**Ponent:** Hèctor Ortiz  
**Convocatòria:** Setembre 2018



Escola Tècnica Superior  
d'Enginyeria Industrial de Barcelona





## Resum

L'objectiu d'aquest treball és l'explicació de la metodologia de treball BIM i l'anàlisi de la seva implementació en una empresa de construcció. També és procedirà a fer ús de la nova metodologia en un cas pràctic. Aquest cas pràctic és l'elaboració d'un edifici plurifamiliar amb 9 habitatges i pati interior, compostat per una planta baixa i dues plantes pis més sotacoberta.

El principal objectiu del treball és perfeccionar la nova manera de treballar en l'organització per tal que aquesta, en pròxims projectes, sigui capaç de fer-ne ús des d'un inici i comprovar el seu bon funcionament des de la millora continua.

Al llarg del treball es pot observar l'adquisició dels coneixements de tots els àmbits relacionats amb la metodologia BIM com teoria general, rols, softwares i implementació en una empresa. Seguidament s'observa els canvis aplicats a l'empresa respecte la metodologia de treball tradicional i finalment el seu ús pràctic. Es pot observar les dificultats que s'han anat trobant a l'hora d'implementar la nova manera de treballar i com s'han aconseguit solucionar obtenint els objectius inicials.

Del treball es desprèn com és d'imprescindible la metodologia BIM per tal que l'empresa pugui ser competitiva respecte altres empreses i la necessitat d'implementar el nou sistema de treball per tal de millorar l'eficiència i l'optimització dels recursos de l'empresa.

# Sumari

<b>RESUM</b>	<b>3</b>
<b>SUMARI</b>	<b>4</b>
<b>1 INTRODUCCIÓ</b>	<b>7</b>
<b>2 METODOLOGIA BIM</b>	<b>9</b>
2.1 Que és el BIM? Definició .....	9
2.2 Origen i present del BIM .....	13
2.3 Avantatges i desavantatges respecte el sistema tradicional de treball .....	18
2.4 L'entorn BIM .....	24
2.4.1 El Llibre d'estil .....	25
2.4.2 El BEP .....	29
2.4.3 Els Rols generals.....	33
2.4.4 El Model de coordinació i el format BCF .....	35
2.4.5 La comunicació.....	36
2.4.6 Els amidaments i pressupostos. El cas de <i>CYPE</i> .....	37
<b>3 ANÀLISI DE LA IMPLEMENTACIÓ A OT-5R ARQUITECTES-   ENGINYERS</b>	<b>38</b>
3.1 Objectius i Pla d'Execució BIM (BEP) .....	39
3.2 Disseny, modelatge i anàlisi de qualitat .....	42
3.3 Control de col·lisions i comunicació.....	44
3.4 Processos i flux de treball.....	47
<b>4 CAS PRÀCTIC</b>	<b>49</b>
4.1 El projecte: Cornella-Almeda .....	49
4.2 Fase de modelatge i coordinació 3D .....	49
4.3 Control de col·lisions.....	51
4.4 Control i notificacions.....	55
<b>5 PRESSUPOST</b>	<b>57</b>

<b>6</b>	<b>ANÀLISI DE IMPACTE AMBIENTAL</b>	<b>61</b>
<b>7</b>	<b>PLANIFICACIÓ TEMPORAL</b>	<b>63</b>
	<b>CONCLUSIONS</b>	<b>65</b>
	<b>AGRAÏMENTS</b>	<b>67</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>68</b>
	Referències bibliogràfiques .....	68
	Bibliografia complementària .....	68
	Vídeos (Vídeos d'autoaprenentatge).....	69
	<b>ANNEXOS</b>	<b>70</b>
A.	Softwares i plataformes: Modelatge, Visors, Comunicació i emmagatzematge .....	70
A.1.	Softwares CYPE .....	70
A.2.	HULC .....	77
A.3.	TEKLA BIMsight .....	79
A.4.	Solibri .....	82
A.5.	BIMVision .....	84
A.6.	BIMserver .....	85
A.7.	Slack .....	89
A.8.	Trello .....	90
A.9.	Bizagi .....	92
A.10.	XMind .....	93
B.	Diagrames de processos i flux de treball .....	96
B.1.	NIVELL 1: Projecte .....	96
B.2.	NIVELL 2: Coordinació .....	100
B.3.	NIVELL 2: Estudi tèrmic / acústic, tancaments i equip .....	102
B.4.	NIVELL 2: Encaix / estructura .....	104
B.5.	NIVELL 2: Fontaneria .....	105
B.6.	NIVELL 2: Sanejament .....	106
C.	Memòria Cornellà-Almeda.....	107
D.	Codificació d'arxius .....	112



# 1 Introducció

La percepció de la societat sobre els sectors de l'enginyeria de construcció i de l'arquitectura és que són lents i pocs eficients a l'hora d'aconseguir el objectiu del projecte i que originen projectes amb sobre cost. A l'hora de la creació d'una obra arquitectònica o civil entren en joc molts factors que varien el transcurs de l'obra. Aquests factors ja poden ser interns com externs. Tots aquests factors dificulten la realització d'una obra de manera senzilla i ràpida ja que en el sistema de treball actual no existeix cap tipus de connexió directa entre totes les parts per tal de col·laborar, comunicar-se o dissenyar l'obra desitjada.

Es per això que és necessari una nova forma de treball per tal d'optimitzar temps i recursos respecte el sistema tradicional. El treball es deu a l'estudi de la metodologia BIM i l'anàlisi de la seva implementació en una empresa de construcció. L'estudi és necessari per a la cerca d'un sistema de treball que aportí avantatges significatives a l'hora d'enfrontar un projecte dins del sector de l'enginyeria o l'arquitectura respecte al sistema tradicional. Aquesta metodologia ha d'assolir uns principals objectius que el sistema de treball actual no assoleix. Aquests objectius venen a ser la col·laboració constant e interrompuda entre els participants del projecte com l'arquitecte, l'enginyer o l'aparellador; una plataforma on sigui possible trobar tota la informació disponible del projecte i que sigui possible compartir-la amb col·laboradors externs; i per últim uns softwares de càlcul i disseny capaços de crear el model 3D tant de l'estructura com de les instal·lacions i agrupar-los en un únic model de treball.

No només es pretén estudiar la metodologia descrita, en el treball es farà ús dels coneixements obtinguts en un projecte arquitectònic real dins d'una constructora per tal d'assegurar el bon funcionament i la manera d'implementació de la metodologia. El projecte on es farà ús té com a nom Cornella-Almeda. Es tracta d'un projecte de creació d'un edifici plurifamiliar amb 9 habitatges i pati interior, compostat per una planta baixa i dues plantes pis més sotacoberta.

El treball està assessorat per l'empresa la qual he estat cursant pràctiques aquest semestre, OT-5R. OT-5R és una enginyeria tècnica que treballa amb col·laboració exclusiva amb el grup immobiliària R5R GRUP IMMOBILIARI. Està formada per un equip d'arquitectes, enginyers i arquitectes tècnics que desenvolupen el plantejament i la gestió urbanística en projectes d'arquitectura i enginyeria de la construcció.

Per tant, l'objectiu del treball és aprofundir i explicar la metodologia BIM i analitzar la seva implementació a una empresa en l'elaboració d'un projecte executiu d'un edifici plurifamiliar. És pretén solucionar un problema real com és la ineficiència del sistema actual de treball a l'hora de dissenyar una obra. Al llarg del treball s'assolirà la definició de l'entorn col·laboratiu entre l'arquitectura, l'estructura i les instal·lacions; la vinculació amb els pressupostos; la definició la implementació dins de l'empresa i el cost que comporta, l'anàlisi de la qualitat dels elements; l'anàlisi de col·lisions; i la proposta de millores.

Cal comentar que la presa de decisions respecte el tipus de canvi de metodologia, el tipus d'implementació i les accions preses en el cas pràctic s'han dut a terme de manera consensuada per part del director del treball i del autor. Tots dos han anat de la mà prenent les decisions que més convenien en tot moment.

Es vol aconseguir que el treball serveixi no només com anàlisi de la implementació de la metodologia BIM en l'empresa OT-5R, sinó que també sigui una guia per altres empreses. El lector podrà observar quins eren els objectius plantejats i quins son els que s'han assolit i com s'han assolit degut als obstacles al llarg de la implementació de la nova metodologia.



## 2 Metodologia BIM

### 2.1 Que és el BIM? Definició

El BIM (Building Information Modeling) és una metodologia de treball col·laborativa per a projectes de construcció i obra civil i altres sectors de l'enginyeria. És un mètode de treball que permet la gestió integral dels projectes de construcció en totes les seves fases i durant el cicle de vida complet de l'obra. Consisteix en la creació d'un model virtual d'un edifici o una infraestructura tenint així un model 3D. Aquest model virtual està vinculat a una base de dades comuna per tots els usuaris que participen en el projecte, tot i que siguin de diferents empreses. La vinculació del model 3D i de la base de dades s'anomena "Edifici Virtual" i serà constant en tot moment. Quan hi hagi una modificació en el model 3D aquest es veurà reflectit en la base de dades immediatament i viceversa.

Els objectius del BIM són primer determinar una disciplina de treball organitzada i comunicativa a l'hora d'afrontar qualsevol projecte. Després centralitzar tota la informació de l'obra en un únic model no només en un model virtual de l'obra sinó també en una base de dades, existint entre ells un vincle constant i interromput.

Així es pretén aconseguir un estalvi de temps per tal d'optimitzar el procés i així una millor qualitat i rendibilitat. És a dir, estipular les actuacions i l'organització en un projecte i deixar-ne constància per altres possibles projectes, noves incorporacions, altres empreses o pels mateix usuaris perquè siguin capaços de actuar de manera correcta en tot moment.

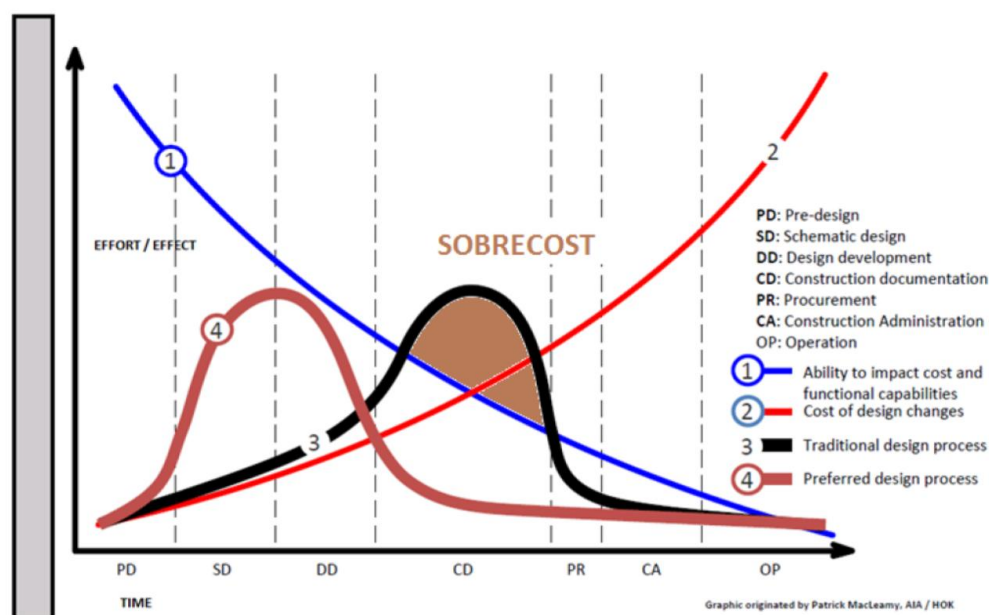
El BIM és el procés de generació y gestió de dades d'una obra durant el seu cicle de vida fent ús de softwares de modelatge en tres dimensions, de plataformes de comunicació i bescanvi d'arxius en temps real, i d'altres softwares necessaris com visors i de gestió relacionats amb el BIM. Les aplicacions BIM imiten el procés real de construcció, no com el CAD que només imitava el procés de dibuix de plànols. El procés de disseny crea el model d'informació de l'obra on es troba la informació relacionada amb aquesta, que serà útil per les parts implicades (més endavant es descriuen els usos del BIM adaptat als interessos de cada projecte concret). Informació com la geometria, la informació geogràfica, les propietats dels elements que componen l'obra, la relació del espai i molt més. El BIM es fa servir com

s'ha dit anteriorment durant tot el cicle de vida de l'obra, incloent el manteniment i inclús la demolició ja que cada cop és reciclen més materials. Totes les propietats del BIM s'aconsegueixen gràcies als softwares BIM que són capaços de modelar l'obra en cada una de les seves parts.

El que és fa en la metodologia de treball tradicional fins ara, i el que es continua fent a en algunes enginyeries o despatxos d'arquitectes, és dibuixar el plànols en un programa CAD, com podria ser perfectament AutoCAD. Aquests plànols després són passats a un programa per tal de dissenyar i confeccionar el disseny 3D per tal de visualitzar l'aspecte de l'edifici o fer vídeos i presentacions per presentar al client. Per tal de realitzar els càlculs d'estructura cal un altre software on s'ha de crear el model 3D un altre cop i després comprovar que els càlculs són correctes. D'aquesta manera també s'obté les instal·lacions, els pressupostos, els amidaments, etc. Lògicament, la planificació de l'obra i la gestió anaven a part. Dit així és semblant a la nova metodologia però la gran diferència que els separa és que amb el BIM tots els arxius creats per diferents softwares es troben connectats i vinculats en tot moment gràcies a la base de dades. El que ja s'ha comentat abans, l'*Edifici Virtual* comparteix tota la informació de cada arxiu per acabar construint el model de la manera més exacta possible a l'obra real. En la metodologia tradicional no és tan fàcil o simplement no és pot aconseguir el model 3D amb tota la informació vinculada.

El sistema de treball tradicional (preBIM) consisteix en el treball en CAD (2D). Per una banda el modelatge de l'arquitectura genera els fitxers DXF (plantes, seccions i façanes) que serviran de plantilles pels programes de modelat d'enginyeria. De la mateixa manera aquest programes també retornen en DXF la informació generada per la branca d'enginyeria, que o bé es destina a projectes específics (B.T., telecomunicacions, RITE), o s'incorpora al projecte bàsic o executiu d'arquitectura. Un cop creat els diferents plànols es fa un control general per tal de trobar conflictes comparant-los visualment.

Un dels objectius de la metodologia BIM és la desaparició de sobre costos que es poden evitar. Fent un plantejament inicial robust implica un elevat cost inicial respecte el sistema de treball, però un cop realitzat aquesta inversió s'evita un sobre cost excessiu justament on hi ha un cost major dels errors. Aquest fenomen s'explica bé en la Figura 2-1 on es pot observar la corba de Mc Leamy. Aquesta mostra com el cost associat als canvis en el disseny tenen molta menys repercussió en la fase de projecte que en fases més avançades de l'execució.



Curs implantació BIM en Enginyeries de petit format. Octubre 2016 / Febrer 2017

Figura 2-1. Corba de Mc Leamy

Les eines de modelat de l'estructura i les instal·lacions són els softwares de treball de CYPE INGENIEROS. CYPE INGENIEROS és una empresa que desenvolupa i comercialitza software tècnic per als professionals de l'arquitectura, enginyeria i construcció. El programari de CYPE abasta tres àrees fonamentals en l'elaboració del projecte:

- Disseny i anàlisi estructural
- Disseny i càlcul d'instal·lacions
- Gestió d'obres i documentació de projecte.

Els programes més coneguts i més usats són el CYPECAD, CYPECAD MEP i Arquímedes y control de obra. Amb aquests softwares cal modelar en 3D l'estructura i l'arquitectura doncs aquesta aplicació ho requereix pels seus càlculs i seguidament portar un control dels amidaments i els pressupostos generals de l'obra. En quan l'obtenció de l'etiqueta energètica amb les eines normalitzades és possible aprofitar el model 3D del CYPE per importar la geometria i els diversos elements.

El principal problema de la metodologia tradicional és que tota la informació relacionada amb el disseny de l'obra es troba descentralitzada i pot resultar difícil de trobar-la de manera fàcil i sense ajuda, especialment si es col·labora amb una empresa externa per qualsevol aspecte en la creació de l'obra. Gràcies als programes BIM i a les plataformes de comunicació i compartició de dades tota la informació d'un model de treball es pot trobar localitzada en un mateix lloc: plànols, vídeos, amidaments, el model pel càlcul estructural i instal·lacions, disseny d'aquests, etc. Tot aquests elements acaben formant el que és el "Edifici Virtual".

Això no vol dir que el BIM sigui un software que conté totes les prestacions per no fer servir cap altre software, és el *mètode*. El software en canvi, com AutoCAD, Allplan o Revit, és l'eina. Es tracta d'un model on tota la informació relacionada amb l'obra està en una mateixa localització, una base de dades. Això proporciona l'avantatge que el model es pugui estar constantment actualitzat, sense que cap col·laborador del projecte perdi temps treballant amb versions obsoletes. Apart, el col·laborador informarà quan algun arxiu de l'obra ha sigut modificat. Aquests avantatges proporciona la possibilitat de que un participant del projecte pugui estar treballant en el mateix projecte o de manera simultània des d'altres empreses sense que es facin nosa entre ells, ja que el model serà actualitzat i modificat constantment.

Per tant, l'objectiu principal del BIM és crear un *model d'informació* de l'obra que contingui tota la informació associada al projecte gràcies a totes les parts; arquitectes, enginyers, arquitectes tècnics, aparelladors, empreses externes i, fins i tot, clients. Apart també fomenta la comunicació continua i interrompuda entre les diverses parts del projecte mitjançant programes o plataformes de treball on es pot avisar, organitzar i dissenyar o programar *plans de treball*, per tal de no tenir un nombre excessiu de reunions. Al final s'obindrà una *base de dades* completa d'informació tant gràfica, com tècnica i econòmica de l'obra.

Un cop definit el que ve a ser el BIM, cal explicar el perquè de la implementació d'aquesta metodologia a una empresa. L'empresa no només optarà a fer servir la metodologia sinó que es veurà obligada a fer-ho ja que cada dia hi ha més empreses amb les quals pot col·laborar o clients que comencen a fer-la servir. Així, l'empresa que no faci ús del BIM es veurà enrederida o, fins i tot, fora del mercat. Això es deurà a que la documentació, l'intercanvi de dades com plànols o models 3D acabarà movent-se en l'àmbit del BIM. Apart, amb el *mètode BIM* l'empresa és molt més competitiva ja que suposa estalvi de temps a l'hora de treballar i un treball més eficient.

Per tant l'empresa haurà d'incorporar a la seva plantilla un *BIM Manager*, o bé, especialitzar algun empleat en la metodologia BIM per tal que aquest la implementi a l'empresa. La funció del BIM manager és la d'implementar el nou sistema de treball a l'empresa, assessorar en tots els actes relacionats amb la metodologia de treball i procurar que el sistema de treball es faci servir tal i com s'ha ensenyat. Per suposat el *BIM Manager* ha de ser una persona especialitzada en el tema.

La implementació de la nova metodologia de treball es tracta com un *projecte nou*, té les fases d'un projecte normal i corrent: inici, planificació, execució, seguiment i final. Això comporta que el projecte ha de contenir un termini de temps; uns costos d'inversió per exemple en software i hardware i formació; uns requisits; uns condicionants com els sistema de treball intern o la col·laboració entre empreses externes; i uns riscos com podria ser la gestió desordenada a la informació, enfrontaments entre l'equip de treball per temes logístics o resistència al canvi de la manera tradicional al BIM.

## 2.2 Origen i present del BIM

L'origen del concepte BIM es troba a Budapest, Hongria dins l'empresa Graphisoft, principal entitat dins del Grup Graphisoft i seu central de la corporació. El seu personal controla l'I+D, la fabricació, publicació, vendes i màrqueting a nivell internacional. Aproximadament la meitat del personal de les oficines centrals, treballa en el desenvolupament del programa, mentre que un equip adicional assisteix als distribuïdors internacionals al llarg de 14 regions a tot el món a traduir i publicar el programari, els manuals en els principals idiomes, coordinar l'aliança per arquitectes de Graphisoft, donar suport tècnic i exercir control financer i direcció del grup. El primer nom que se li va atorgar al BIM és Virtual Building el 1984. Es feia ús del programa ArchiCAD, creat també per Graphisoft, y per VectorWorks, aquest conegut anteriorment per MiniCAD de DiehlGraphisoft, reconeguts els dos com els primers softwares CAD per ordinador personal capaç de crear dibuixos 2D i 3D.

Com ja s'ha comentat anteriorment les primeres aplicacions de BIM es troben fa més de 30 anys però no és fins ara que s'està perfeccionant i es comença a implementar en el mètode de treball d'empreses en el sector de la construcció. Igual que ja va passar fa anys amb els primers softwares CAD, va haver una evolució a l'hora de dibuixar plànols i del sistema de treball. És a dir, el pas del Rottring (dibuix a mà) al CAD.

Les raons per les que el BIM no donés el primer gran pas abans i ho estigui fent ara és perquè actualment es disposa d'una xarxa de telecomunicacions molt més extensa i potent que abans, gràcies a l'avanç tecnològic. Gràcies a la tecnologia d'avui en dia es poden obtenir ordinadors més potents capaços de fer els càlculs de l'obra amb relativa facilitat i rapidesa. Una altra raó és el sorgiment de les plataformes d'emmagatzematge en Núvol com Dropbox o Google Drive que promouen la compartició d'arxius de manera senzilla i eficient. L'última raó per la que les empreses en el sector de la construcció estan començant a implementar la metodologia BIM és perquè necessiten adaptar-se al mercat i això implica eficiència en el procés de creació i sostenibilitat. Apart busquen en les qualitats del BIM l'estalvi de temps que el sistema tradicional no els proporciona. Aquest potencial en l'estalvi de temps és realment gran i es transforma en una disminució de pèrdues econòmiques.

La realitat, però, és que actualment no es fa ús del BIM apropiat o complet. Un ús inapropiat vol dir que el projecte BIM no és del tot col·laboratiu, és a dir, que no es fa ús de les plataformes de comunicació o compartició d'arxius relacionats amb BIM. Apart pot ser que sigui col·laboratiu dins de l'empresa però no externament, amb empreses subcontractades o amb els mateixos clients.

Es dona sovint que, en un projecte donat, no tots els membres involucrats participen des de l'inici, quan tothom hauria de formar part des del principi de la creació de l'obra. Tradicionalment el projecte s'inicia amb la participació del projectista principal. Al llarg del projecte hi ha l'entrada de nous usuaris en diferents moments. Primer els diferents projectistes apart del principal. Seguidament s'incorpora el constructor amb la direcció de l'obra. Just després entren les diverses empreses subcontractades. I finalment, quan l'obra ja està acabada, la participació de tothom queda finalitzada i comença la del explotador o el encarregat del manteniment. Doncs, la metodologia BIM pretén que des d'un inici, o bé un temps molt prolongat, s'incorporin al projecte tots els possibles usuaris del projecte evitant així pèrdua d'informació, significat un estalvi de temps i econòmic.

Una altra diferència entre els dos sistemes és que actualment el tipus de contractació és seqüencial, com ja s'ha comentat abans, i es requereix un tipus de contractació IPD. Els contractes IPD (Integrated Project Delivery) són contractes col·laboratius que prevenen la pèrdua de recursos, tant de temps com materials o humans que no afegeixen valor al procés de disseny i construcció. La AIA California Council defineix el IPD de la següent manera: "IPD és un enfocament de gestió de projectes que integra persones, sistemes, empreses i

pràctiques en un procés que de manera col·laborativa aprofita els talents i els punts de vista de tots els participants per optimitzar els resultats del projecte, augmentant el valor pel propietari, reduint les pèrdues i maximitzant l'eficiència a través de totes les fases del disseny, fabricació i construcció" [3].

Per últim, actualment el projectista no disposa de tota la informació disponible ja que no existeix una base de dades on es pugui guardar tota la informació relacionada amb l'obra. Apart, un punt a canviar, el constructor no participa en la fase de projecte quan ho hauria de fer per tal d'aportar tota la experiència i informació necessària.

El present del BIM és diferent depenent des d'on és miri. Hi ha països que ja tenen establertes lleis o normes relacionades amb el BIM i altres que encara estan desenvolupant aquestes. Per exemple a Europa [1] ja s'ha fet referència al disseny d'obres en format electrònic. Tot seguit és farà un seguiment de l'adopció de BIM en certs països, entre ells, Espanya i Catalunya (dades recollides del 2016)[2]:

- **Estats Units:** L'adopció del BIM ha augmentat un 45% en els últims tres anys i un 400% en els últims cinc. Ara mateix el 74% dels contractistes fan ús del BIM, superant als arquitectes amb un 70% i als enginyers amb un 64%. Hi ha establertes normes pel BIM.
- **Austràlia:** Hi ha una gran adopció del BIM.
- **Regne Unit:** Al 2015 es té constància d'una adquisició de la metodologia BIM d'un 39% respecte el 13% del 2010. El mandat del govern requereix un ús total del BIM des del 2016.
- **Països Nòrdics:** Són els precursors del mètode BIM. Ja tenen establertes totes les normes relacionades amb el BIM.
- **Sud i Centre d'Europa:** Es van registrar un 14% de models creats i analitzats amb BIM al 2016. El 60% de les constructores no fa ús del BIM.
- **Xina:** Els softwares BIM estan començant a introduir canvis en els protocols de construcció. Hi ha una adopció del 5% i creixent ja que és té una forta consciència al respecte. A Hong Kong ja existeixen normes i requeriments relacionats amb el BIM.

- **Corea:** Es va començar un pla d'implementació del BIM de fa anys, al 2009.
- **Japó:** Es té constància d'una adopció inferior al 5% i un 80% de consciència al respecte.
- **Singapur:** Té un 50% d'adquisició del BIM.

Seguidament es comentarà l'evolució que ha patit la implementació del BIM en certs països, entre ells, Espanya i Catalunya:

- **Estats Units:**
  - 2003: La GSA, l'Administració de Serveis Generals, promou la iniciativa del 3D-4D-BIM i en promou l'ús.
  - 2007: S'exigeix el BIM per a la planificació del projecte. També es desenvolupen directrius de com treballar (GSA BIM Guide Overview).
  - Com ja s'ha comentat abans un 70% d'estudis d'arquitectura el fan servir, però només un 25% de forma Íntegra.
- **Finlàndia:**
  - 2007: El Senate Properties (entitat responsable de la gestió d'edificis públics) exigeix l'ús de BIM, entrega del IFC i el nadiu. Es redacten les guies COBIM i BIM pel Senate Properties.
  - El Senat Properties defineix els següents objectius:
    - Només acceptar models que compleixen estàndards IFC .
    - Objectius BIM: Sostenibilitat, eficiència, qualitat, seguretat i manteniment.
    - Definir què es modela i com fer-ho per a cadascuna de les etapes d'un projecte.
    - Conduir a una cultura de l'ús del BIM en la construcció i el manteniment de l'edificació.



- Estimular a les empreses privades a invertir en tecnologies BIM.
- **Regne Unit:**
  - Tot i que va començar més tard que els Estats Units i Finlàndia, actualment és el país amb la normativa BIM més desenvolupada. Es funda el BIM Task Group.
  - 2007: Es comença a investigar a partir del model americà i finlandès.
  - 2011: S'inicia a redactar el Government Construction Strategy. Projecte de 5 anys per desenvolupar un pla molt ambiciós i amb uns objectius molt clars:
    - Determinar el sector públic com a client superior.
    - Transmetre les pràctiques al sector privat.
    - Autofinançar amb els estalvis generats:
      - 33% de reducció del cost de creació i manteniment d'actius.
      - 50% de reducció del temps del projecte.
      - 50% de reducció de gasos amb efecte pel medi
      - 50% de reducció en la balança de pagaments, en el sector de la construcció.
- **Catalunya:**
  - Febrer 2015: Es crea el Manifest BIMCAT seguint el European BIM Summit.
  - Maig 2015: Es constitueix la Comissió Construïm el futur formada per diferents institucions i membres a títol personal. És patronat de l'ITEC.
  - La Comissió Construïm el futur (CCF) treballa a 3 nivells:
    - **Assemblea plenària:** En formen part totes les entitats que constitueixen la Comissió.

- **Grups de Treball:** Són tres grups formats per alguns membres de l'Assemblea que tracten de forma específica aspectes determinats de l'objectiu o tema de treball en curs. Es tres grups són: Normativa, Processos i Tecnologia.
  - **Taules:** Són especialistes que desenvolupen treballs específics necessaris per aportar informació al Grup de Treball del qual ha sorgit.
- **Espanya:**
    - Juliol 2015: El Ministerio de Fomento encarrega a INECO la formalització de la comissió esBIM i presenta el full de ruta oficial:
    - Pel Març 2018: Ús recomanat del BIM en licitacions públiques.
    - Pel Desembre 2018: Ús obligatori del BIM en licitacions públiques d'edificació
    - Pel Juliol 2019: Ús obligatori del BIM en licitacions públiques d'infraestructures.
    - Novembre 2015: Primeres reunions de esBIM. Organització molt similar a la Comissió Construïm el futur però amb més grups de treball: Estratègia, Persones, Processos, Tecnologia i Internacional.
    - Inici de la redacció de les guies uBIM, traducció de les COBIM Finlandeses.

## 2.3 Avantatges i desavantatges respecte el sistema tradicional de treball

Anteriorment ja s'ha comentat existeixen molts avantatges de la *metodologia BIM* respecte la forma tradicional de treballar en enginyeries i despatxos d'arquitectes. En aquest punt els analitzarem a fons, així com també els desavantatges.

Avantatges:

- Informació centralitzada en un model.
- Integritat de les dades o la coherència documental.

- Flexibilitat i facilitat d'intercanvi de documents o arxius.
- Facilitat de proporcionar informació de pressupostos, cicle de vida.
- Detecció de conflictes.
- Facilitat per fer estudis previs

El primer avantatge ja esmentat, és que a diferència amb el sistema tradicional obtenim un model digital per a la construcció del edifici. Això vol dir que l'usuari encarregat de, per exemple, el disseny i el càlcul del sistema de ventilació pot trobar un model 3D on s'englobaran totes les altres instal·lacions i elements de l'obra per tal de fer un disseny més eficient. En la forma de treball actual per tal de dissenyar part de l'obra s'havia de aconseguir altres arxius per tal de poder-ho dissenyar de manera correcte. Fent ús del BIM això no fa falta. Un cop iniciat l'obra, els arxius s'aniran guardant a la *plataforma BIM* ja esmentada anteriorment. En aquesta plataforma el nostre model s'anirà completant amb els arxius IFC de totes les àrees del projecte, com sanejament, estructura, solar, etc. Apart, l'enginyer encarregat del sistema de ventilació no li caldrà buscar tots els plànols de l'obra per dissenyar el seu sistema de ventilació ja que, vinculant el seu arxiu al projecte BIM, aquest importarà els arxius integrats en el model 3D. S'estalviarà de buscar els plànols d'altres sectors de l'obra, com estructura i tancaments, i ajustar-los per tal de treballar correctament. Apart, amb l'IFC podrà observar en el visor 3D la estructura i les altres instal·lacions amb gran detall. Això serveix per a que a l'hora de dissenyar es pugui evitar zones ocupades per altres instal·lacions o per l'estructura, i així evitar *col·lisions*. Seguint l'exemple del enginyer de ventilació, gràcies aquest avantatge es pot observar on es situen per exemple els baixants i quins baixants ha fet servir la fontaneria.

El segon avantatge que té el model digital respecte el format tradicional és la *integritat de les dades o la coherència documental*. És a dir, en el sistema actual sovint a l'hora de treballar es troben incongruències en la documentació. Bé et pots trobar que les finestres no estan situades correctament, o bé que un pilar o un baixant no coincideix d'una planta a una altra ja que el plànol no està ben dibuixat. Aquest problema no es troba fent ús de la *metodologia BIM* ja que en el moment en que es mou una finestra o es modifica el plànol de treball el *model BIM* s'actualitzarà automàticament. Cada petita modificació feta en qualsevol arxiu vinculat al *model BIM* es veurà realitzada en l'IFC del sector de l'obra. Per tant tots els altres arxius vinculats al mateix model podran observar la modificació un cop exportat l'arxiu modificat. Així s'evita molts problemes de coordinació i possibles descuits en l'obra, apart

s'estalvia temps de treball ja que les modificacions són senzilles, només cal fer la importar el IFC modificat. Per tal de que tothom s'assabenti de la modificació dins de la metodologia BIM existeixen diverses *plataformes de comunicació* per tal de mantenir una comunicació constant i avisar de possibles problemes o bé modificacions. Una d'aquestes plataformes és el Slack, aplicació que s'explicarà més endavant.

Un punt positiu a considerar, relacionat amb el primer esmenat, és la *flexibilitat i facilitat d'intercanvi de documents o arxius*. De la manera tradicional quan s'ha d'enviar un plànol o el disseny d'una part de l'obra cal enviar-ho a totes els usuaris encarregats de crear el projecte per tal que modifiquin o puguin començar a treballar en l'obra. Si tots els usuaris formen part del mateix espai de treball o empresa, es guarda l'arxiu desitjat en una carpeta pública de la xarxa i així tothom té accés a ella. El problema és si hi ha col·laboradors del projecte en empreses externes, Aquest fet dificulta l'intercanvi d'arxius de manera senzilla. Amb el BIM tot és més senzill, simplement hem d'enviar el nostre arxiu IFC a la plataforma BIM. Aleshores tothom té accés directe a ell.

Un aspecte positiu a considerar del *mètode BIM* és la gran quantitat de documents que es pot generar amb els softwares BIM. Un cop dissenyat i calculat l'obra creada es pot exportar documents relacionats amb l'obra com pressupostos, amidaments, comprovació de càlculs o una descripció detallada d'aquesta i dels elements que la formen. Aquest últim pot ser ben variat, és a dir, es pot determinar quin tipus de document descriptiu es desitja. Si només es vol la part descriptiva respecte a tan sols un estudi del projecte, com per exemple el tèrmic, es pot escollir l'opció d'exportar el document de només l'estudi tèrmic. Dins de la gran varietat de documents que es generen hi ha certs certificats relacionats amb la sostenibilitat molt interessants des del punt de vista mediambiental i molt útils pels enginyers encarregats de l'obra. Aquests documents són: el Cicle de Vida, l'Eficiència Energètica-Cost de l'Energia (Certificació Energètica), documents respecte el medi ambient i Rehabilitacions Energètiques.

El pròxim punt positiu del BIM és la possibilitat de poder observar possibles problemes de l'obra o conflictes amb les diverses àrees de l'obra que tradicionalment costa veure-ho fàcilment, o que no es veuen i es troben en el moment d'obra. Es deu a que com el model BIM conté tots els IFCs relacionats de l'obra, els programes visors detecten les possibles col·lisions entre instal·lacions o simplement errors de l'obra. Gràcies a aquest fet és molt senzill de localitzar i solucionar l'error trobat de manera senzilla i ràpida sense perdre molt de temps revisant l'obra de dalt a baix i evitant riscos. L'encarregat d'aquesta funció sol ser el

*BIM Coordinator* que controla i supervisa les modificacions que s'hagin realitzat i avisa als respectius responsables del sector de la incidència. Per fer aquesta tasca es fa ús de softwares visors, explicats en l'annex A.

Un altre avantatge a comentar és la capacitat de poder fer estudis previs a la fase de bàsic com eficiència energètica, estudis tèrmics, acústics, etc. de manera ràpida i efectiva. Apart és molt més senzill fer varies versions del projecte per tal de aportar variabilitat a l'obra i així el client pot decidir quina versió li és més del seu gust o li resulta més òptima. Això és possible ja que els softwares BIM són molt més ràpids i intuitius.

Altres avantatges a curt termini a comentar serien les següents:

- La possibilitat d'integració de múltiples disciplines: Com ja s'ha comentat anteriorment, dins del projecte BIM intervenen varius usuaris amb finalitats varies, arquitectes, enginyers, administradors, etc. que dins de la metodologia BIM poden treballar junts sense cap problema.
- Detecció i solució d'interferències entre disciplines: Tot i que el BIM fomenta la concordança entre disciplines per tal d'evitar conflictes, pot ser que sorgeixin discrepàncies entre aquestes. És per això que existeix la figura del BIM Manager per tal que detecti les col·lisions de manera senzilla gràcies als visors BIM i indiqui com solucionar la problemàtica de forma efectiva.
- La millora continua dels processos de treball: El BIM és una metodologia que es va perfeccionant dia a dia, sigui en els softwares de disseny o càlcul, o en el sistema de codificació d'arxius. La metodologia va modelant-se mitjançant actualitzacions per tal que s'aconsegueixi el màxim rendiment.
- Major precisió en la realització de pressuposts y amidaments: Ja que el model BIM aporta tota la informació detallada de cada element és possible aconseguir els pressuposts i amidaments amb gran precisió. Els softwares de càlcul BIM poden realitzar el pressupost i amidaments de l'obra dissenyada en qüestió de minuts i exportar-la en diferents formats de treball com Excel, Arquímedes (CYPE) entre altres (tot i que a dia d'avui encara és impensable que es pugui automatitzar el conjunt de l'amidament, sobretot pel que fa a l'arquitectura).

- Grans avantatges en la fase de construcció: Moltes ja s'han comentat anteriorment com la possibilitat de visualitzar el model 3D, cosa que facilita la comprensió al cap d'obra, o la virtualització de la construcció, cosa que facilita la coordinació en la construcció. Però n'hi ha més, com l'opció de prefabricar per tal de reduir el temps de construcció, la gestió de la logística, de l'espai i del control de qualitat. Altres avantatges són l'optimització de recursos i l'estudi de seguretat i salut.
- Molt útil en la fase de manteniment: No tan sols serveix per les fases de projecte i de construcció sinó que també un cop construïda l'obra. El projecte continua la seva fase de manteniment fent ús de la informació emmagatzemada en el model BIM, Apart també pot incorporar informació com el control d'inventari o ordres de treball del personal. Es fa ús pel manteniment preventiu i la gestió d'actius i documental, també de la seguretat. Finalment s'incorpora la informació relacionada amb les reformes, o fins i tot demolicions ja que dia a dia es fa un reciclatge més desenvolupat i preparat. Existeixen softwares especialitzats en la fase de manteniment.
- Codificació d'arxius: La metodologia BIM implementa certs codis d'emmagatzemat d'arxius. Aquests codis pretenen reduir el nombre de carpetes i de caos que normalment engloba un projecte on normalment el personal no aconsegueix localitzar el que s'ha proposat trobar. Aquests codis un cop apresos són molt intuïtius i fan referència en clau de nombres a la fase del projecte, al nom del projecte, al tipus d'arxius a cercar i a altres qualitats de l'arxiu que es localitza en qüestió de segons. La codificació d'un projecte es troba explicada al BEP (BIM Execution Plan) del projecte.
- Major qualitat general en el projecte: Totes les qualitats recollides anteriorment promouen a la millora de la qualitat de l'obra o infraestructura a dissenyar respecte al sistema tradicional. Això es deu a la facilitat que aporta el BIM a l'hora de treballar de forma col·laborativa, i al temps de més obtingut gràcies a qualitats del BIM com l'actualització de tots els arxius a l'hora de modificar-ne tan sols un.

Però no tot són punts a favor a la metodologia BIM. Com a desavantatges trobem:

- Inversió en formació.
- Inversió en temps.

- Inversió en software.
- Col·laboració externa no BIM.
- Limitacions de les eines utilitzades.
- Control de codificació d'arxius per equips complexes.
- Increment durada fase de disseny.

El primer desavantatge que trobem és que fa falta implementar el BIM al sistema de treball de l'empresa o simplement substituir l'ordre establert. Això comporta una inversió i la necessitat de formació dels empleats en la metodologia BIM. De manera tradicional normalment no cal formar al personal en algun tipus d'especialitat. Potser tan sols al nou personal en el sistema de treball de l'empresa o a tot el personal si l'empresa decideix emprar un nou software o hi ha un canvi de política. La implementació del BIM comporta sessions formatives pel personal ja que no és un coneixement que s'adquireixi en les facultats actualment. La qüestió és que és necessària l'organització del personal per tal d'acordar el millor horari per que el màxim nombre d'empleats hi sigui present. Aquestes sessions formatives es poden dur a terme o bé en hores laborals o bé en hores extres. De qualsevol manera fent-ho en hores de treball suposa inversió, no només per les sessions que fa faltar pagar sinó que als empleats se'ls està pagant per assistir a les sessions, i d'altra banda, si és en hores extres, pot crear malestar entre el personal.

Apart, la implementació de la metodologia BIM no només comporta una inversió financera sinó també una inversió en temps. Aquesta inversió en temps te dues fases. La primera és amb les sessions formatives als empleats. La segona és després de les sessions formatives, a l'hora de treballar. Un cop assolits els coneixements per part del personal, aquests tardaran a posar-se en funcionament o donar un rendiment òptim. Els empleats tardaran en adequar-se al nou sistema de treball i això comporta pèrdua d'efectivitat i de diners.

Un desavantatge menor és que tot i que l'empresa treballi fent ús de la *metodologia BIM* i el sistema funcioni dins d'aquesta, no totes les empreses treballen fent ús la mateixa metodologia. Això significa que tot i els esforços i les inversions pot ser que a l'hora de comunicar-se i treballar amb empreses externes o clients hi hagi problemes ja que aquestes treballarien en sistemes de treball diferents. Tot i que en un futur la majoria d'empreses

treballaran en el mateix àmbit i de la mateixa manera.

El pròxim punt desfavorable de la *metodologia BIM* prové d'un avantatge. S'ha comentat abans que el BIM es va millorant pas a pas, solucionant problemes trobats pels usuaris en els softwares de càlcul, per exemple. És a dir, ens podem trobar amb la possibilitat que estiguem dissenyant l'obra i no es pugui realitzar certa acció. Aquestes accions o problemes descrits poden ser els següents: La impossibilitat d'exportar IFC en el format que es desitgi quan vinculem l'arxiu a un projecte BIM, la impossibilitat que a l'hora de crear una canonada no hi hagi cap opció per determinar que per allà passen varies canonades individuals en paral·lel, etc. Els exemples anteriors demostren que encara falta perfeccionar la metodologia.

Un altre desavantatge és la necessitat d'inversió en software específic per tal de treballar en la metodologia BIM, ja sigui per softwares de modelatge com per programes o plataformes de comunicació o intercanvi d'arxius. Molts d'aquests són gratuïts en una primera fase però per treure el millor rendiment cal una subscripció. Pot ser que també calgui inversió en la infraestructura informàtica per tal de potenciar els servidors pels càlculs.

Un altre aspecte negatiu també prové d'un de positiu. La codificació d'arxius pot ser molt útil i senzill d'utilitzar, però pot tenir factors que compliquin molt la seva utilització. Un d'ells pot ser la gran quantitat de usuaris encarregats de dissenyar l'obra, per cada un d'ells hi ha d'existir un nombre associat i aquest ha d'esser recordat, o les nombroses versions d'un mateix arxiu que poden existir i augmentar el nombre d'arxius del mateix estil. És per aquest motiu que s'ha de crear un arxiu on s'expliqui de manera clara el significat de cada caràcter i nombre.

El pròxim punt negatiu és que seguint la *metodologia BIM* de treball hi ha un cert increment en la durada de la fase de disseny. Però és un desavantatge menor ja que el increment de temps atorgat a la planificació implica una **reducció d'errors detectats a l'obra**, fent el conjunt del projecte més eficient i econòmic.

## 2.4 L'entorn BIM

Com ja s'ha pogut llegir, la forma de treballar en el BIM és diferent a la tradicional. En els softwares BIM no es dibuixa de manera tradicional, doncs es construeix l'edifici de forma digital o virtual en 3D. És per això que els elements o entitats fets servir en els programes BIM són murs, pilars, bigues, forjats, portes, finestres, mobiliari, canonades, equips de

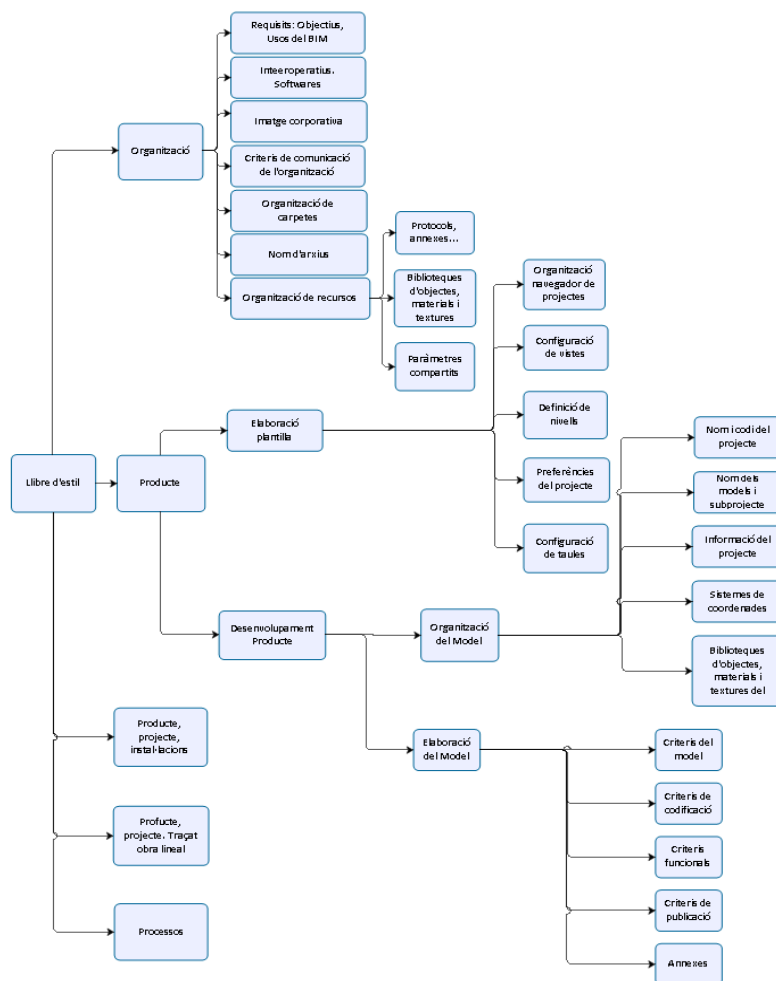


consum, cables, dipòsits, etc. Per tant els softwares BIM necessiten una extensa quantitat de llibreries que continguin tots els elements desitjats. Cada element conté informació sobre les seves propietats, ja poden ser químiques, físiques, materials, econòmiques, ambientals, etc. Degut a que cada element conté informació de la seva naturalesa es dona peu a que es pugui obtenir tot tipus de informació sobre l'obra i fer tot tipus de càlculs acurats: estructurals, tèrmics, acústics, climàtics, mediambientals, energètics, elèctrics i tot els relacionats amb instal·lacions de l'obra. Apart, el mateix programa emprat pel càlcul realitzat ens informarà dels errors que puguin haver sorgit o d'advertències sobre si ens hem excedit dels límits establerts. Això és possible ja que el software incorpora les lleis establertes per una certa quantitat de països (Espanya, Argentina, per exemple) sobre les mesures tèrmiques, acústiques, climàtiques o energètiques a l'hora de dissenyar una obra.

En tot projecte abans de començar sempre es fan unes **preguntes inicials**: Que volem aconseguir? Per què ho volem? Com ho podem fer possible? Aquestes preguntes serveixen per definir els *objectius*, el full de ruta del projecte i la manera de treballar. En el *mètode BIM* existeix un document que engloba tot el procés, el *BEP (BIM ExecutionPlan)*. Aquesta guia, desenvolupada principalment per als propietaris del projecte, es centra en les decisions necessàries per definir els processos i pràctiques estàndard BIM de la seva organització; estratègies per integrar la informació del disseny. El *BEP* és la extensió del llibre d'estil de l'empresa per un projecte específic.

### 2.4.1 El Llibre d'estil

El *Llibre d'Estil* és un llibre blanc d'una empresa encarregat de determinar les formes de treballar d'aquesta. És un document viu, significa que s'anirà modificant per tal de millorar-lo gràcies al consens i l'experiència. És summament important que es tingui present aquest document sempre que es treballi ja que és la guia de treball per cada projecte, per tant, cada membre del projecte ha de tenir-hi accés. També és una eina clau per la implementació de la *metodologia BIM* i les seves eines de treball dins de l'empresa. El *Llibre d'Estil* s'encarrega de varies funcions dins de l'empresa com: homogeneïtzar i transmetre el coneixement, protocol·litzar les tasques, servir com a punt de referència per les noves incorporacions de la organització, gestionar el coneixement, garantir un ordre i guiar a l'hora d'elaborar plantilles de software. Tot seguit es pot observar esquemes generals de llibres d'estil.



Esquema 2-1. Esquema d'un Llibre d'Estil

Seguidament es farà una explicació de cada apartat i els subapartats que el componen:

- **Organització:**

- Objectius i usos del BIM:

Com a objectius en un projecte ja sigui d'edificació o d'obra civil es poden trobar: Optimitzar el termini o escurçar-lo, mantenir un control econòmic, millorar l'eficiència, aconseguir un certificat o mediambiental, millorar la qualitat i aconseguir un bon manteniment de l'obra. Pel que fa als usos (aplicacions) del BIM en trobem de diversos en la taula següent, indicats en quina fase es fan ús:

X	PROJECTE BÀSIC	X	PROJECTE EXECUTIU	X	CONSTRUCCIÓ	X	MANTENIMENT
	Gestió d'Actius		Gestió d'Actius	X	Gestió d'Actius	X	Gestió d'Actius
X	Coordinació 3D	X	Coordinació 3D	X	Coordinació 3D		Coordinació 3D
X	Autoria de Disseny	X	Autoria de Disseny		Autoria de Disseny		Autoria de Disseny
X	Anàlisi Energètic	X	Anàlisi Energètic		Anàlisi Energètic		Anàlisi Energètic
X	Anàlisi d'Enginyeria d'Instal·lacions	X	Anàlisi d'Enginyeria d'Instal·lacions		Anàlisi d'Enginyeria d'Instal·lacions		Anàlisi d'Enginyeria d'Instal·lacions
X	Anàlisi d'Estructures	X	Anàlisi d'Estructures		Anàlisi d'Estructures		Anàlisi d'Estructures
	Planificació Constructiva		Planificació Constructiva	X	Planificació Constructiva		Planificació Constructiva
	BIM 5D Pressupost	X	BIM 5D Pressupost	X	BIM 5D Pressupost	X	BIM 5D Pressupost

Taula 2-1. Usos del BIM respecte la fase d'actuació

- Interoperabilitat:

Es tracta de crear un llistat dels softwares i les respectives versions que es fan servir. En aquesta llista s'ha d'incloure sistemes operatius i programes que es fan servir pel modelat o disseny, el càlcul, els pressupostos, etc.

- Imatge corporativa:

Fa referència a la imatge relacionada amb la organització. Ja pot ser en publicitat, en el símbol de l'empresa, targetes de visita, documents, carpetes o en tot tipus de material.

- Criteris de comunicació:

En aquest apartat s'ha de determinar el sistema de comunicació entre tots els usuaris de la organització. S'aconsegueix definint diversos aspectes com l'organigrama d'empresa i les funcions dels membres de l'equip, el seus rols i les seves responsabilitats. També és necessari decidir com es realitzaran les diverses reunions: de llançament del projecte, setmanals, d'emergència, de planificació, etc.

- Organització de carpetes:

Cal definir la plataforma d'emmagatzematge al núvol que es farà servir i les còpies de seguretat necessàries. També es definirà els usuaris que s'encarregaran de l'edició de les carpetes i els arxius, i els que només tindran dret a lectura.

- Nomenclatura dels arxius:

Aquí és necessari la definició del criteri de nomenclatura dels documents mitjançant una codificació acordada per tots els usuaris.

- Gestió dels recursos:

Fa referència a recursos com protocols, annexes, *objectes BIM* introduïts en biblioteques d'objectes, materials i textures; plantilles i formats, i paràmetres compartits.

- **El Producte:**

- L'elaboració de la Plantilla:

Consisteix en definir una plantilla estàndard de treball per tal que a l'hora de modelar el producte sigui més fàcil i intuïtiu. L'objectiu d'aquest apartat és la organització del navegador de projectes, la configuració de vistes determinades, definició de nivells, les unitats usades i la configuració de taules.

- Desenvolupament:

- Organització del Model:

En aquest apartat s'ha de posar nom i codi al projecte, nomenar també els models i els subprojectes, fer una petita descripció del projecte i determinar les biblioteques d'objectes, materials i textures. També s'ha de definir els sistemes de coordenades, determinant els criteris generals, el punt de reconeixement, conegut com en el punt físic i el punto base del projecte, el (0,0,0).

- Elaboració del Model:

S'ha de determinar els criteris de modelat, codificació, funcionals i de publicació, apart de definir els annexes.

- **Producte, projecte. Instal·lacions:**

Es determina la manera en que s'ha de dissenyar les instal·lacions per tal que els càlculs posteriors compleixin les normes adequades. Cada projecte es diferent, però en aquest apart es planteja una pauta a seguir per tal que el disseny i la posada en obra sigui la més senzilla possible.

- **Processos:**

S'estableix el camí a seguir al llarg de tot el projecte i les possibles variants d'aquests. El camí ha d'indicar clarament les accions a dur a terme en qualsevol cas. Per tal de visualitzar de forma clara i senzilla el procés es fa ús d'eines de disseny d'esquemes com per exemple una totalment gratuïta, Bizagi, explicat més endavant en l'annex A.9.

## 2.4.2 EI BEP

En canvi el *BEP* (*BIM Execution Plan*) és un document que defineix la manera d'implementació de la metodologia detalladament al llarg de tot un projecte. Amb ell es defineixen els objectius, els processos, les tasques BIM, infraestructura, etc. de tot el projecte. Cal remarcar que, tot i que tinguin molt punts similars, existeixen diferències entre el que és el llibre d'estil i el BEP. El llibre d'estil és un *document particular d'una empresa* que defineix la seva manera d'actuar mentre que el BEP és el *pla d'execució d'un projecte* específic. El BEP serveix per crear un consens entre diferents llibres d'estil ja que el projecte es pot dur a terme

entre diferents organitzacions, sempre amb la supervisió del client. Seguidament s'explicaran en detall les seccions i annexes que el componen:

- **Secció A: Pla General d'Execució del Projecte BIM**

És la introducció del document on es presenten els objectius del projecte. Els objectius a assolir són:

- Comunicar als integrants del projecte quines són les seves responsabilitats i tasques a dur a terme.
- Fer un estudi preliminar sobre els recursos que poden ser necessaris.
- Crear una base sòlida d'arrencada del projecte i una guia pels usuaris que s'incorporin al projecte un cop iniciat aquest.
- Monitoritzar el progrés del projecte per ser conscients del desenvolupament dels treballs realitzats i poder dur a terme una traçabilitat d'aquests.

- **Secció B: Informació del Projecte**

En aquest apartat es determina els paràmetres principals del projecte com el propietari del projecte, el nom del projecte, una petita descripció del projecte acompanyada de les seves característiques i una planificació de les fases (projecte bàsic, executiu, construcció i operacions i manteniment).

- **Secció C: Llista de Contactes**

Tal i com indica el nom de la secció, es presenta l'equip de treball, de quina organització prové, dades de contacte com e-mail i telèfon i les funcions de cada participant dins del projecte.

- **Secció D: Objectius del Projecte. Usos del BIM**

Es fa una descripció detallada dels objectius que es volen assolir amb el projecte per tal de garantir l'èxit general. Segons els objectius escollits es determinen els *usos del BIM* en una plantilla indicant en quina fase es farà ús d'ells.

- **Secció E: Organització**

S'explica detalladament els rols i les responsabilitats associades al BIM, que es repartiran entre els participants del projecte.

- **Secció F: Definició de Processos**

En aquesta secció es descriuen els processos d'activitats relacionats amb el BIM. Es creen i s'adjunten esquemes d'activitats per tal que sigui més visual i fàcil de llegir. Primer esquemes de nivell 1 que expliquen el procés general del projecte, i després mapes d'activitats de nivells superiors per tal de definir cada procés en individual. Apart, es determina el codi per el traspàs d'informació, explicat en el següent apartat.

- **Secció G: Intercanvis d'Informació BIM**

Es fa una descripció detallada de la codificació dels documents usats durant el projecte. S'adjunta una taula on es recull les característiques de la informació intercanviada: el codi, nom del paquet, tipus d'informació (Model, plànols CAD o informes) , format de l'arxiu, nomenclatura del document al CDE (Common Data Enviroment), fase en que es finalitzarà la informació, el responsable del desenvolupament i la difusió, el receptor, ús del BIM i la definició de l'intercanvi. Aquesta taula és necessària per tal que cada una de es parts pugui localitzar quina informació es pot fer servir o quina s'ha de generar.

- **Secció H: Requeriments del Promotor en temes d'operació i manteniment**

S'explica que els participants faran ús de processos i tecnologies relacionades amb el BIM.

- **Secció I: Procediments de Col·laboració**

En aquest apartat es descriuen els mètodes de comunicació i les plataformes d'ús, la gestió de documents i la transferència i emmagatzematge d'arxius. També es determina els tipus de reunions explicant detalladament la freqüència amb que es duran a terme, la fase en que es produirà i els participants.

- **Secció J: Control de Qualitat**

S'explica en diferents apartats l'estratègia empleada pel control de qualitat, la seva coordinació de disseny i planificació, i la creació del model arquitectònic per tal de coordinar, integrar i revisar els models.

- **Secció K: Necessitats d'Infraestructura Tecnològica**

Descripció de la tecnologia i els softwares emprats en el projecte detallant en quina disciplina es farà ús, l'ús BIM i la versió.

- **Secció L: Estructura del Model**

Es determina l'estructura dels noms d'arxius. Els noms dels arxius seguiran la nomenclatura establerta en la secció G.

- **Secció M: Entregues del Projecte**

S'estipula el nombre d'entregues que es faran, incloent la data límit i el tipus de informació a entregar.

- **Annexes:**

- Annex 1: Documentació complementària
- Annex 2: Intercanvis d'informació i continguts del model
- Annex 3: Criteris de nomenclatura d'objectes del model
- Annex 4: Gestió de Famílies i Objectes BIM
- Annex 5: Procediment de coordinació de models a TEKLA BIMsight

El BIM consta de varies fases de treball on es poden recollir diferents *objectius*, depenent del nostre BEP plantejat. Les següents fases són les que determinen el BIM i els objectius que es poden assolir:

- **BIM 4D:** Aquesta fase està relacionada amb el temps. Es dedica a la programació de l'obra, en ella s'aconsegueix una planificació clara i concisa i la virtualització de l'edifici (base de dades)



- **BIM 5D:** Està referida al cost total o parcial que suposa el projecte. Per tant és evident que d'aquesta fase s'aconsegueix el pressupost de l'obra.
- **BIM 6D:** Fa referència a tot el relacionat amb l'avaluació energètica. D'aquesta es pot aconseguir diferents certificats energètics, uns obligatoris per la construcció de l'obra i altres que aporten valor a aquesta o la millora de les condicions energètiques obligatòries.
- **BIM 7D:** L'última fase està relacionada amb el Cicle de Vida. Es fa ús per les operacions de renovació i de manteniment. També es fa servir per la demolició, pel reciclatge dels materials i del terreny.

### 2.4.3 Els Rols generals

Com ja s'ha especificat abans, l'existència del *BIM Manager* és essencial per tal que l'empresa aprengui i faci un ús adequat del nou sistema de treball. Aquest paper és un dels molts rols que ens podem trobar dins de la metodologia BIM. Tot seguit es definiran tots els rols generals que es poden trobar dins de BIM:

- **Consultor BIM / BIM Manager Consultant:** BIM Manager. Cap de tecnologia de la organització del projecte que assessora a tots els agents.
- **Coordinador BIM/ BIM Coordinator:** Gestor de la tecnologia que disposa i manté tot el necessari per a la pràctica col·laborativa. Responsable d'elaborar el *PEB (Pla d'Execució BIM)* abans del inici del modelat. Serà la persona encarregada de que el model coordinat de totes les disciplines sigui coherent i s'ajusti a les regles i normes aplicades i del control de qualitat.
- **Coordinador BIM Instal·lacions/ BIM MEP Coordinator:** Responsable de coordinar tot el model d'instal·lacions de totes les disciplines: mecànica, elèctrica, subministrament d'aigua, evacuació, contra incendis, etc. La seva tasca serà estar en tot moment en comunicació amb el Coordinador BIM del projecte i amb el calculista d'instal·lacions.
- **Calculista d'Estructures/ BIM Structures Engineering:** Representant BIM de l'àrea d'Estructures de l'empresa. Persona que col·labora en les activitats de disseny i

anàlisi estructural, aportant coneixements BIM amb la finalitat d'integrar i optimitzar el conjunt d'activitats a través dels models que es desenvoluparan. Responsable a més, de:

- Comunicació i coordinació entre els membres de la organització del departament d'estructures.
  - Seguiment de les modificacions del projecte. Revisió i disseny coordinat.
  - Gestió del projecte BIM en entorns col·laboratius de gestió.
  - Debat i divergències. Resolució de conflictes BIM i de disseny estructural.
- **Enginyer Eficiència Energètica / BIM Sustainability:** Representant BIM de l'àrea d'Eficiència Energètica de l'empresa. Persona que col·labora en les activitats de disseny i avaluació energètica, aportant coneixements BIM, amb la finalitat d'integrar i optimitzar el conjunt d'activitats, a través dels models que es desenvolupen. Responsable a més, de:
    - Comunicació i coordinació entre els membres de la organització del departament d'eficiència energètica.
    - Seguiment de les modificacions del projecte. Revisió i disseny coordinat.
    - Gestió del projecte BIM en entorns col·laboratius de gestió.
    - Debat i divergències. Resolució de conflictes BIM i de disseny energètic.
- **Calculista d'Instal·lacions / BIM Engineering MEP:** Representant BIM de l'àrea d'enginyeria d'instal·lacions de l'empresa. Persona que col·labora en les activitats de disseny i anàlisi MEP, aportant coneixements BIM, amb la finalitat d'integrar i optimitzar el conjunt d'activitats, a través dels models que es desenvolupen. Responsable a més, de:
    - Comunicació i coordinació entre els membres de la organització del departament MEP.
    - Seguiment de les modificacions del projecte. Revisió i disseny coordinat.

- Gestió del projecte BIM en entorns col·laboratius de gestió.
- Debat i divergències. Resolució de conflictes BIM i de disseny MEP.
- **Responsable de Continguts BIM / Library BIM Manager:** Representant BIM de l'àrea de disseny de traçat que s'encarrega de la correcta gestió i disposició de famílies d'objectes necessàries per al desenvolupament del projecte
- **Responsable de Continguts BIM MEP / Library BIM MEP Manager:** Representant BIM de l'àrea d'instal·lacions que s'encarrega de la correcta gestió i disposició de famílies d'objectes necessàries per al desenvolupament del projecte
- **Aparellador / Quantity Surveyor:** Representant BIM de l'àrea d'amidaments i pressupostos. Persona que col·labora en les activitats de disseny i de quantificació, aportant coneixements BIM amb la finalitat d'integrar i optimitzar el conjunt d'activitats, a través dels models que es desenvolupen

#### 2.4.4 El Model de coordinació i el format BCF

Tots aquests rols o usuaris han de seguir un *model de coordinació* i certes normes de comunicació i compartició d'arxius. El *flux de treball* segueix un circuit tancat de tal manera que es pugui anar revisant el model i modificant sempre que faci falta. Aquest circuit circular tancat està format per:

- Softwares de modificació com podrien ser Revit, aplicacions CYPE.
- Softwares CAD com AutoCAD, Allplan o TEKLA Structures.
- Softwares de visió com TEKLA BIMsight, Solibri o BIMvision.

Un cop el model surt dels softwares de disseny o modelatge, es transmet en format *IFC (Industry Foundation Classes)* als softwares de revisió on es revisa i es detecten incidències o col·lisions. Tot seguit s'informa d'aquestes incidències als participants via *BCF (BIM Collaboration Format)*, detallant on es localitza l'error del model i fan els comentaris o les modificacions oportunes. Un cop el participant afectat fa la correcció, es genera un nou IFC i s'informa de nou al *BIM Manager* sobre la modificació. Així de manera repetida fins el final del projecte.

El BCF és un format Open BIM adoptat com estàndard per Building Smart International. Es fa servir per comunicació d'incidències i revisions realitzades del model. S'aconsegueixen creant diapositives amb la imatge de la incidència del model, normalment acompanyades de comentaris per part del revisor i s'envia al responsable de l'àrea afectada. L'arxiu BCF es guardarà de nou amb la modificació aplicada i s'enviarà junt amb el nou IFC al software de revisió i es comprovarà si el canvi és correcte. Si la solució proposada no és satisfactòria s'ha de notificar novament en el mateix BCF. Aquest procés no quedarà conclòs fins que el problema no quedi resolt degudament. En els BCF es tindrà constància de totes les iteracions que hi haguin.

Hi ha varies maneres de comunicar i enviar l'arxiu BCF. La primera, la menys recomanada, és via e-mail. La segona forma és a través d'una carpeta compartida al núvol, on tots els integrants del projecte són capaços d'accedir-hi, d'obtenir i d'editar arxius. Si s'escull aquesta opció s'ha de crear i mantenir una estructura clara i estructurada de les carpetes ja que és molt fàcil que hi hagi desorganització d'arxius. També és necessari una codificació d'arxius per tal de posar nom, saber la data i altres característiques. L'última, la més recomanada, és fer ús d'un servidor al núvol, que no és el mateix que la carpeta compartida. L'aplicació BIMCollab permet obrir el BCF ubicat al servidor. De manera automàtica el servidor va editant el arxiu BCF modificat, això implica un estalvi de temps a l'hora de compartir l'arxiu i la possibilitat de tenir l'arxiu actualitzat en tot moment.

#### **2.4.5 La comunicació**

Com ja s'ha comentat anteriorment per tal que el projecte avanci de manera adequada i en el camí que s'havia plantejat, seguint el BEP, cal complir cert requisits. Aquests requisits són la comunicació fluida, tenint en compte que el e-mail no és del tot eficient, i la compartició d'arxius al núvol per tal de poder treballar de manera adequada. Els requisits esmentats es poden assolir de varies maneres. L'existència de *softwares de comunicació i control* com el *Slack* i el *Trello* són de gran ajuda. Pel que fa a la compartició d'arxius al núvol existeixen plataformes com Dropbox i Google Drive molt útils per la funció desitjada. Però, tots els rols esmentats anteriorment necessiten un lloc de treball comú per tal de mantenir l'obra com un treball col·laboratiu seguint el mètode BIM. Un d'aquests espais és la plataforma BIMserver de CYPE. Aquesta plataforma està explicada més endavant en l'annex A.6.

### 2.4.6 Els amidaments i pressupostos. El cas de *CYPE*.

Pel que fa a l'àrea de pressupostos i amidaments la manera d'actuar en la metodologia BIM és la següent. En el BIM 5D es fa l'estudi econòmic de l'obra. És la fase de l'obra on es creen els pressupostos generals. Gràcies a que s'ha estat treballant en tot moment en programes de disseny BIM que determinaven les qualitats físiques i espacials de cada element, el mateix programa ens genera automàticament unes despeses d'obra detallada. Això serà possible sempre que s'hagi fet ús del generador de preus integrat en el software. El generador de preus és una aplicació del programa que ens ajuda a triar l'opció més adequada del nostre element disponible en el mercat i registrada en el programa, ja pot ser un pilar, un mur, un forjat, una canonada, etc. Dins de l'aplicació serem capaços de determinar tot tipus de característiques de l'element: material, gruix, propietats físiques, etc. Si no fem ús del generador de preus i determinem el nostre propi element o introduïm una llibreria d'elements externa al generador de preus el programa no serà capaç de poder generar l'arxiu de pressupostos automàticament i s'haurà de procedir a fer-lo manualment.

El software de disseny ens generarà un arxiu .dbden *CYPE*. Aquest té una plataforma anomenada *Arquímedes* on es possible llegir el document de pressupostos. En aquesta plataforma és possible exportar el pressupostos a Excel per tenir una millor capacitat de treball ja que *Arquímedes* només és una plataforma de lectura ja que té una capacitat molt reduïda de treball. Un cop generat l'arxiu en Excel es recomanable organitzar el contingut en els capítols i subcapítols que es cregui necessari per tal de treballar de manera conjunta amb altres softwares especialitzats en pressupostos com son el Presto o el TCQ de l'ITEC.

### 3 Anàlisi de la implementació a OT-5R arquitectes-enginyers

Un cop explicada la metodologia BIM en tot el seu vessant més teòric és hora d'afrontar la seva vessant pràctica. La part pràctica del treball és la implementació de la metodologia a l'empresa OT-5R acompanyada d'un projecte d'edificació anomenat Cornella-Almeda, explicat detalladament en el següent apartat 4. L'objectiu de l'estudi de la metodologia BIM és aplicar-lo a un cas pràctic, és a dir, la seva implementació posterior des de zero o des d'una base en una empresa on no es fa ús del mètode al complet. Amb implementació es vol dir que s'adequarà l'empresa per tal que sigui possible treballar al 100% fent ús de la metodologia BIM. Després els coneixements adquirits per l'empresa han sigut aplicats en un projecte per acabar de perfeccionar el nou mètode de treball i trobar possibles problemes d'implementació.

L'empresa OT-5R és una enginyeria tècnica que forma part del grup immobiliari R5R GRUP IMMOBILIARI. Està formada per un equip d'arquitectes, enginyers i arquitectes tècnics que desenvolupen el plantejament i la gestió urbanística en projectes d'arquitectura i enginyeria de la construcció. La seva plantilla tècnica no supera a les 10 persones, sense incloure administradors i secretaris. L'objectiu de l'organització és dissenyar els projectes en les seves fases de bàsic i executiu i realitzar la licitació i la direcció facultativa de la fase d'obra i dels repassos.

Seguidament s'explicarà com l'empresa feia ús de la metodologia BIM abans de la seva correcta implementació. OT-5R feia ús del mètode BIM a l'hora de crear el edifici 3D, ja feia ús de softwares de creació i modelatge amb Allplan i aplicacions CYPE. Però no vinculaven els arxius a cap projecte BIM, simplement s'intercanviaven el arxius gràcies a la xarxa local sense fer ús de cap plataforma d'intercanvi d'arxius ni codificació ni organització de carpetes determinada. Tampoc tenien establert un sistema de coordinació 3D estipulat des d'un inici. La seva forma de treballar era la següent. Els arquitectes feien ús dels programes CAD d'Allplan. Un cop realitzat els plànols inicials aquests eren enviats al únic enginyer de l'empresa i aquest realitzava l'estructura i les diverses instal·lacions de l'obra amb els softwares CYPE. Realitzats els respectius dissenys l'enginyer procedia a calcular l'estructura i les respectives instal·lacions. Després exportava els arxius en format IFC per poder-los

visualitzar amb millor qualitat en un software visor com Tekla BIMsight o Solibri, però sense fer cap estudi de col·lisions o incidències. Seguidament feia ús dels informes de càlculs dels programes CYPE per realitzar els seus propis càlculs i generar les memòries del treball. Vist així, la seva forma de treball no dista molt de la establerta en la metodologia BIM.

En canvi, a l'hora de comunicació i intercanvi d'informació no es feia un ús complet i desenvolupat del BIM. Els empleats tenien accés a plataformes de comunicació i control com Slack i Trello per tal d'organitzar els projectes i mantenir fils oberts per cada un i així mantenir certa estructura d'organització. Però a l'hora de comunicar-se entre ells no en feien ús del Slack de manera intensiva. No per que no el volguessin fer servir sinó per que no els hi feia falta necessàriament ja que el equip de treball tècnic treballa en el mateix despatx o un pis a sota. Per tant la seva comunicació era constant en tot moment de forma oral, cara a cara constantment o en reunions o mitjançant telèfon. Pel que fa al intercanvi d'arxius no es feia ús de cap plataforma al núvol per transferir IFCs. El seu sistema de compartició d'arxius es basa en un disc local general de la xarxa de treball. Aquí tots els documents segueixen una certa organització gràcies a un sistema de carpetes però no una codificació d'arxius. Cal esmentar que el sistema d'organització de carpetes no ve establert des d'un inici, es van creant les carpetes en el moment que sigui necessari.

En resum, OT-5R ja tenia una base BIM implementada per no aprofitaven al complet les capacitats que atorga la metodologia BIM. Seguidament es comentarà els canvis introduïts a l'empresa en els següents apartats.

### **3.1 Objectius i Pla d'Execució BIM (BEP)**

En el primer apartat s'explica la planificació del projecte. Abans de començar cap planificació es crea un llibre d'estil, per tal que l'empresa pugui usar per guiar-se en les actuacions que s'hagin de fer respecte la metodologia BIM i la creació de BEPs. Un cop redactat el llibre d'estil, el primer a realitzar abans del començament del projecte és redactar el BEP (BIM Execution Plan). Pel cas pràctic es va crear un BEP del projecte. En l'empresa s'ha decidit que no era necessària la creació d'un llibre d'estil en el moment inicial de la implementació de la metodologia BIM. És per això que els futurs BEPs que s'hagin de crear es basaran en el BEP d'aquest projecte.

El BEP servirà per establir els objectius i les bases del nostre projecte. Els objectius que

s'estableixen són la creació i supervisió d'una obra des de la fase bàsic fins la fase d'obra (sense incloure), fent ús de la metodologia BIM al seu complet. També el compromís de vetllar per l'optimització de recursos i la demanda i consum tant energètic com d'aigua i electricitat per tal d'aconseguir una certificació energètica "A" segons el CTE, és a dir la certificació més òptima.

La planificació, com s'ha comentat anteriorment, estarà dissenyada fins la fase d'obra sense incloure-la per una voluntat d'acotar aquesta primera implementació del BIM. Això comporta que la planificació inicial del projecte sigui més senzilla ja que no s'inclourà ni la fase d'obra ni la de manteniment com un projecte BIM usual.

Pel que fa a les bases, és a dir al BEP, es fa referència a tot tipus de detall que intervingui en el projecte. Primerament es determina com es desenvoluparà el document al llarg del projecte. També es troba escrit els objectius del PEB, quina empresa és la responsable del desenvolupament d'aquest i els documents que s'han escollit com a guia per la redacció.

Un cop finalitzat la redacció del BEP es realitzarà una reunió de planificació inicial on el coordinador BIM explicarà el projecte. En aquesta reunió es realitzarà una presentació del BEP. En la reunió han de quedar completament establerts els següents punts:

- Els objectius
- L'organització de rols i tasques
- L'establiment de la col·laboració entre usuaris (les plataformes de comunicació)
- La definició de codificació
- La definició de processos
- La definició de informació BIM (carpetes i arxius)
- L'establiment de models
- La planificació d'activitats

Els objectius ja comentats abans s'han establert pel coordinador BIM. Aquest en la reunió ha de repartir els rols i tasques a cada un dels membres participants del projecte i explicar la seva funció. Pel que fa a la definició de codificació i de processos, aquests queden explicats a l'apartat 3.3 i 3.4 respectivament. Apart a l'annex D es pot trobar la codificació feta servir al cas pràctic i a l'annex 0 els diferents processos utilitzats també en el cas pràctic. La resta de punts a determinar estan realitzats pel coordinador.



Pel que fa a la definició de carpetes i arxius es realitza en concordança entre el coordinador BIM i els diferents participants del projecte i es pot trobar també a l'apartat 3.3. L'empresa OT-5R farà ús de la xarxa local del despatx per l'emmagatzematge d'arxius amb la respectiva organització de carpetes. Tot i que no faci falta l'ús de plataformes d'emmagatzematge al núvol ja que els participants del projecte treballen en el mateix despatx i no es treballa amb cap empresa externa s'aplicarà l'ús d'aquestes. Això es deu a que en un futur l'empresa pot començar a treballar amb persones externes i cal preparar les infraestructures tecnològiques i el mètode de treball. Les plataformes que s'instal·laran i es prepararan per fer-ne l'ús són Google Drive i Dropbox. L'explicació de que es faci ús de dues és que depèn de quina empresa externa fa ús d'una o de l'altra i no ha de presentar cap tipus d'inconvenient. Com les dues presenten una funcionalitat semblant no hi ha cap tipus de problema en fer servir una o l'altra

Google Drive ens aporta més emmagatzematge de forma gratuïta que Dropbox, 15GB Google Drive i 2GB Dropbox. Però un cop sigui necessari la compartició d'arxius més grans ja que el projecte ho necessita, és més important o gran, o bé, que hi hagi una acumulació en nombre de projectes en les carpetes núvol caldrà una subscripció. Les ofertes de gigues i del preu depenen de la plataforma. La decisió de triar una o l'altra dependrà del BIM Manager i es decidirà quan l'empresa es trobi en la situació de la compra de més espai.

Pel que fa l'establiment de la col·laboració entre usuaris, és a dir, les plataformes de comunicació, es farà ús de la plataforma Slack. Aquesta és gratuïta, tot i que hi ha subscripcions de pagament, i és molt útil per la funció necessària del BIM a l'hora de comunicar-se entre els usuaris del projecte. El seu funcionament ja ha quedat explicat a l'annex A.7, i la manera de la que es farà servir està explicada a l'apartat 3.3. Després de la reunió de planificació inicial s'obrirà un canal del projecte amb tots els usuaris participants del projecte amb els seus respectius colors per tal d'etiquetar en les diverses tasques. Slack estarà vinculada amb Trello per tal de portar una organització clara i senzilla de les tasques. El mateixos colors assignats al Slack per cada usuari serviran per classificar les tasques. Apart es realitzarà una petita descripció de cada tasca i s'afegirà la data límit de l'activitat. La plataforma està explicada a l'annex A.8 i la manera de la que es farà servir Trello queda explicat en l'apartat 3.3.

En el punt de organització de rols i tasques cal destacar que ja que OT-5R és un despatx d'arquitectes petit, una mateixa persona pot assolir més d'un rol i més d'una tasca, ja que no

hi ha suficient personal per dividir els diversos rols. També hi haurà compartició de rols ja que al no tenir diferents departaments que puguin assolir una sola tasca els diversos usuaris del projecte es donaran suport mutu en les tasques atorgades. Així s'aconsegueix que la tasca no recaigui solament a una sola persona i sigui possible l'actuació i revisió de més d'una persona en una mateixa activitat.

## 3.2 Disseny, modelatge i anàlisi de qualitat

Un cop finalitzat la planificació inicial i el projecte bàsic, comença la fase executiu. Aquí es començarà a dissenyar, crear i modelar l'obra entre tots els participants del projecte. Seguidament s'explicarà quins canvis s'han introduït en la forma de treballar en aquesta fase en l'empresa OT-5R.

Ja s'ha comentat abans que en OT-5R feia ús de programes relacionats amb BIM i que tenien una base implementada sobre la metodologia que l'acompanya. La part més forta d'aquesta base és justament la fase de modelatge. Tot així s'han introduït varius canvis. El més destacat seria la vinculació dels arxius a un projecte BIM. El Coordinador BIM és el responsable de crear un nou projecte BIM a la plataforma BIMserver.com on els usuaris hauran de vincular tots els arxius creats. Els arquitectes fent ús del programa Allplan generaran el model 3D del edifici i l'exportaran en format IFC a la plataforma BIMserver.

Aquest IFC es fa servir pels enginyers per tal de tenir un model amb el qual poder treballar en els softwares CYPE. Per algunes aplicacions de CYPE no cal tenir un model inicial per tal de poder treballar. Els exemples són el programa CYPECAD i CYPECAD MEP explicats en l'annex A.1. Aquests poden generar un nou arxiu sense necessitat de model inicial ja que són programes que contenen la capacitat de generar l'estructura o un nou model 3D per ells mateixos. Això es deu a que contenen moltes opcions de creació i són els programes més generals de la família CYPE. Però pels programes més específics de CYPE com CYPEPLUMBING Sanitary Systems i CYPEPLUMBING Water Systems és necessari des d'un inici vincular el nou arxiu a un projecte BIM ja que necessiten un model 3D on treballar. Necessiten aquest model 3D perquè al ser softwares específics no tenen la capacitat de generar un model 3D general, només s'ocupen de la seva respectiva àrea de treball.

Tot i que els softwares específics de la família CYPE permeten més llibertat de creació a l'hora de dissenyar dins de l'àrea que li pertoca i són més potents a l'hora de calcular, de

moment no es faran servir en l'empresa. A pesar de que són més fàcils de fer servir en la metodologia BIM i estan dissenyats justament per fer-los servir en aquesta nova forma de treball no es faran servir perquè és obligatori vincular-los a un projecte BIM. Sembla increïble però una de les grans avantatges de la metodologia BIM que és construir el "Edifici Virtual" gràcies a diversos arxius queda col·lapsada pel fet que Tekla BIMsight actualment no pot llegir format IFC4. La qüestió és que els softwares específics de CYPE un cop vinculats en un projecte BIM només són capaços de exportar arxius IFC en format IFC4 i no es pot modificar. Per consegüent, els IFCs s'haurien de visualitzar en altres programes com Solibri o BIMVision que no tenen la capacitat de detectar col·lisions automàticament i es poden obrir diversos IFC en un mateix arxiu. És per això que s'ha decidit no treballar amb ells fins que Tekla BIMsight pugui llegir arxius IFC4. Per tant, els enginyers faran ús dels programes que no faci falta vincular des d'un inici a un projecte BIM com CYPECAD i CYPECAD MEP. Encara així es vincularan els IFCs dels arxius a la plataforma BIMserver per mantenir un control dels IFCs exportats i per la possibilitat de que el client o una empresa externa sigui capaç de portar un control del treball realitzat.

Iniciat el procés de creació de l'estructura i d'instal·lacions s'intensifica la comunicació entre participants del projecte. Arquitectes, enginyers i el coordinador BIM han de mantenir contacte permanent per qualsevol modificació que s'hagi realitzat. En el cas que es pogués treballar amb els softwares específics de CYPE el canvi introduït s'actualitzaria directament al model 3D general i només caldria comunicar el canvi realitzat. Però com no és possible l'ús d'aquests softwares el canvi no es realitzarà automàticament i s'haurà de comunicar la modificació per tal que els altres usuaris realitzin els canvis que creguin necessaris. El mateix passarà quan el coordinador BIM detecti una incidència entre elements a solucionar en el Tekla BIMsight. La manera en que els usuaris es comunicaran totes les modificacions i incidències s'explica a l'apartat 3.3.

Cal comentar que es portarà un control intensiu de la qualitat de l'obra i dels arxius que la componen. El coordinador BIM revisarà i controlarà el treball dels usuaris per evitar qualsevol tipus de problemàtica o incidència, apart de donar suport i consell als editors del model. També quan el projecte s'hagi de fer conjuntament amb empreses externes haurà de portar un anàlisi dels arxius rebuts per aquesta. Això es deu a que en altres empreses es possible que es treballi d'una altra manera totalment diferent a OT-5R o bé que generin arxius de format no compatible amb els programes fets servir. És per això que cal que el coordinador

BIM mantingui un bon enteniment amb el coordinador de l'empresa externa per acordar el tipus de format que es farà servir i altres aspectes del projecte.

Un cop realitzat els dissenys finals de l'estructura i de les instal·lacions es procedeix al control de col·lisions final amb el Tekla BIMsight. Ja que s'ha fet ús de la plataforma BIMserver tenim agrupats els IFCs generats en una mateixa localització i podem procedir a introduir-los tots a un arxiu Tekla BIMsight. El mètode de control de col·lisions ve explicat en el pròxim apartat.

### 3.3 Control de col·lisions i comunicació

Pel que fa al control i supervisió de l'obra hi haurà un encarregat específic, el BIM Coordinator. La seva funció serà supervisar cada modificació que s'hagi realitzat del projecte. Un cop realitzada la supervisió, el BIM Coordinator ha de realitzar un BCF (BIM Collaboration Format), en el qual informi al responsable del conflicte trobat sobre el tipus de col·lisió o problemàtica i la manera de solucionar-la. Així amb tots les incidències que s'hagin detectat. El coordinador farà ús d'un programa especialitzat en visualitzar i detectar els possibles conflictes de l'obra, és a dir un software visor. En el mercat podem trobar varies opcions de softwares que puguin realitzar la tasca de visualitzar el model 3D com Solibri i BIMVision, però només un que tingui la capacitat de detectar col·lisions automàticament. Aquest software és el TEKLA BIMsight i és el que s'implementarà correctament a l'empresa OT-5R tot i que ja es feia ús abans, però no com a cercador de col·lisions i incidències.

L'ordre d'actuació és de la següent manera. Primerament els editors de l'obra exportaran els seus respectius arxius de l'obra en format IFC 2.3, ja que TEKLA BIMsight no és capaç de llegir el format IFC4, a la carpeta a la xarxa, és a dir a la base de dades. Seguidament, el coordinador recull tots els IFCs o el IFC global i els revisa al programa en busca de conflictes. Un cop trobat totes les col·lisions o problemàtiques que puguin existir el coordinador BIM ha de generar el BCF com a missatge d'avís i informatiu als respectius responsables de totes les àrees de l'obra o similar. Aquest missatge ha de constar d'una descripció informativa sobre el problema trobat acompanyat d'una imatge de la localització. Igualment un cop generat el BCF, el mateix programa reconeixerà quin punt és el causant de la col·lisió i el senyalitzarà per tal que l'usuari el detecti de forma immediata. Per tant, l'editor que rep el BCF ha de trobar la manera de corregir l'error i seguidament enviar la solució proposada en format IFC. Aquest IFC modificat serà entregat junt amb el mateix BCF creat pel coordinador BIM

amb la descripció de la solució generada. El coordinador BIM rebrà el nou IFC i cercarà per a nous conflictes possibles. Si en troba que la solució no es adient farà ús del mateix BCF per notificar-ho al responsable per tal que trobi una nova solució. Es fa ús del mateix BCF per que així es manté un historial de notificacions en el cas que sigui necessari revisar-ho. El BCF anirà fluint repetidament fins que no hi hagi cap tipus de conflicte en el IFC general respecte aquell punt. En el moment en que el IFC global no hi hagi cap tipus de conflicte o problemàtica el procés de control de col·lisions es donarà per acabat.

Pel que fa a la comunicació es farà ús de certs softwares per tal d'influenciar la comunicació constant i interrompuda entre els diversos departaments. Tot i que no és necessari ja que degut a que els participants del projecte treballen en la mateixa oficina a escassos metres l'un de l'altre o si no en altres departaments es possible que la comunicació sigui cara a cara contínuament o mitjançant telefonia ràpida o reunir-se freqüentment. Encara així es fomentarà l'ús del software Slack i de les plataformes Trello i BIMserver per tal d'adequar el sistema de treball de l'empres a la metodologia BIM. Servirà no només per reforçar la comunicació entre els empleats de la mateixa oficina o departaments de la mateixa empresa si no que per estar preparats per si en algun futur es necessària la col·laboració amb empreses externes. El seu ús té com objectiu organitzar els diferents projectes i donar feedback sobre tot el que estigui relacionat amb aquest. Hi haurà un responsable del projecte que comprovarà que la comunicació i l'organització de cada projecte es duu a terme de manera correcte.

El director del projecte obrirà un file al Slack amb el nom i la codificació del projecte i afegirà a tots els usuaris que intervindran en el projecte. En aquest nou tema obert exposarà l'organització del projecte, assignant totes les tasques i rols a cada participant i establint normes generals de comunicació del xat. També adjuntarà arxius que cregui necessaris pel projecte, tenint que enviar obligatòriament el BEP del projecte, el calendari del projecte, la descripció de l'organització de les carpetes (si escau el link de la plataforma al núvol) i la codificació d'arxius. Apart adjuntarà o instal·larà totes les aplicacions que faci falta com Trello, Google Drive, Dropbox, Google Calendar, Simple Poll o qualsevol que cregui necessària. Els participants del projecte s'han de comprometre a estar comunicats sempre que es pugui i informar sobre qualsevol informació relacionada amb el projecte. Apart han de tenir instal·lats i actualitzats a l'última versió dels softwares i aplicacions que hagin d'utilitzar per la perfecta comunicació.

Els següent pas que ha de prendre el director del projecte és establir les tasques que s'han de realitzar a Trello en el projecte amb les seves respectives descripcions, etiquetes, data de venciment i membres. En aquesta aplicació web es realitzarà un seguiment de les tasques al llarg de tot el procés, subdividides en quatre grups: per fer, en curs, aturades i acabades. Per exemple, un cop que s'hagi acabat una tasca el responsable d'aquesta mourà la targeta de "en curs" a "acabades". Aquesta modificació quedarà registrada al historial de Trello i directament es notificarà al file obert del Slack per tal que tothom tingui constància del procediment dut a terme.

També es crearà el projecte a la plataforma BIMserver per tal que els usuaris puguin vincular els seus treballs aplicats a cada àrea de l'obra i que el model 3D vagi agafant forma. Aquesta funció és també tasca del director BIM. Ell ha de crear el projecte a la plataforma o bé creant-ho des d'un arxiu ja creat del projecte, així vinculant-lo directament. Un cop creat el projecte a la plataforma ha d'afegir als participants i assignar-los els rols i les tasques a cadascú, de la manera que s'ha explicat en el punt de BIMserver l'annex A.6.

Conjuntament amb les accions descrites anteriorment, el director del projecte ha d'establir l'organització i el intercanvi d'arxius i, finalment, explicar-ho al equip de treball. Pel que fa a la codificació, també és el paper del director generar una codificació senzilla i precisa per tots els arxius. Aquesta codificació seguirà l'esquelet dels exemples que ofereix el curs BIM de la ITEC però adequat a les necessitats de l'empresa. La codificació es pot consultar a l'annex D.

L'organització de les carpetes serà la mateixa com per les carpetes localitzades en la xarxa local com per les carpetes ubicades a les plataformes núvol. Aquesta ha de seguir una estructura simple i clara, sense la necessitat de carpetes de més. Això s'aconsegueix gràcies a la codificació d'arxius esmentada anteriorment. El BIM Manager ha de exposar a tots els participants del projecte que són responsables del correcte funcionament i utilització de l'organització. D'ells depèn que les carpetes no es barregin, s'esborrin, es creïn de més o que hi hagi arxius dispersos i desubicats dins d'aquestes.

Les carpetes es veuran classificades segons en:

- Arquitectura: 00 a 03
- Enginyeria: 04. Conté subcarpetes de coordinació, programes específics i plantilles.

Carpeta principal	Carpeta enginyeria	Carpeta coordinació
<p>Nombre ^</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>00.-AVANTPROJECTE</li> <li>01.-BÀSIC</li> <li>01.B-ESMENES LLICÈNC</li> <li>02.-EXECUTIU</li> <li>03.- OBRA</li> <li style="background-color: #e1ecf4;">04.-ENGINYERIA</li> <li>DOCUMENTS</li> <li>SUPERFÍCIES</li> </ul>	<p>Nombre</p> <ul style="list-style-type: none"> <li style="background-color: #e1ecf4;">COORDINACIÓ</li> <li>CYPECAD</li> <li>CYPEMEP</li> <li>HULC</li> <li>PLANTILLES</li> <li>CA18_JR_CAD2001_EX.dwg</li> <li>CA18_JR_CAD2001_EX_refext.dwg</li> <li>CA18_LG_CAD1011_EX.DWG</li> <li>CA18_LG_CAD1011_Plantes.DWG</li> <li>CA18_LG_Pilars PB.DWG</li> <li>CA18_JR_CAD2031_BS.pdf</li> <li>CA18_JR_CAD2031_BS_030918.pdf</li> <li>CA18_JR_MEM1011_EX_060718.pdf</li> <li>CA18_LG_CAD1011.pdf</li> <li>CA18_JR_MEM2031_BS.docx</li> <li>CA18_JR_MEM1011_EX.doc</li> <li>plot.log</li> <li>CA18_JR_2001_BS.xlsx</li> <li>CA18_JR_CAL_1001_EX.xlsx</li> <li>CA18_JR_CAL_1011_EX.xlsx</li> <li>CA18_JR_CAL_2001_EX.xlsx</li> </ul>	<p>Nombre ^</p> <ul style="list-style-type: none"> <li style="background-color: #e1ecf4;">BCFs</li> <li>ProjectData</li> <li>CA18_CAL_0001_EX.ifc</li> <li>CA18_CAL_2041_EX.ifc</li> <li>CA18_CAL_2051_EX.ifc</li> <li>CA18_CAL_2061_EX.ifc</li> <li>CA18_CAL_2071_EX.ifc</li> <li>CA18_LG_CAD1011_v7.ifc</li> <li>CA18_LG_CAD1011_v7.log</li> <li>Planificació Projecte.xmind</li> <li>PlantillaBEP_Cornella-Almeda_135.pdf</li> <li>Processos_135.xlsx</li> <li>ProjectData.tbp</li> </ul>

Taula 3-1. Estructura de carpetes

### 3.4 Processos i flux de treball

En aquest apartat s'adjunta i s'explica els esquemes i diagrames de processos que hauran de seguir els empleats d'OT-5R a l'hora de procedir en un projecte. Els diagrames han sigut creats de manera que el projecte segueixi el camí més eficient per tal de realitzar l'obra de la millor manera possible i en el mínim temps possible. Els processos estan relacionats entre sí de tal manera que interaccionen. Per exemple, un procés pot dependre d'un altre per poder

començar o bé pot haver-hi conflictes entre diversos processos i aquests deriven a un següent procés, normalment coordinació.

Els esquemes estan dividits en nivells del 1 a 2, on el nivell 1 és el més general i el nivell 2 és el més específic. En el primer nivell es troba l'esquema general del procés d'un projecte en la seva fase bàsic i executiu. En els esquemes de nivell 2 es troba els subprojectes del primer nivell, és a dir el procés de les accions que s'han de dur a terme en el primer nivell. Les accions esmentades fan referència als diversos apartats que s'han de desenvolupar en un projecte com arquitectura, estructura o les diverses instal·lacions.

A l'annex 0 es pot observar diversos fluxos de treball creats per encarar un projecte des del principi d'una manera estudiada i determinada. Degut a la quantitat de processos i a la grandària dels diagrames s'ha decidit inserir-los a l'annex per una correcta visualització. Apart del diagrama es troba una explicació sobre el procés de treball. Els diagrames de fluxos de treball en qüestió han estat creats mitjançant el software Bizagi explicat anteriorment.



## 4 Cas pràctic

### 4.1 El projecte: Cornella-Almeda

El cas pràctic el qual s'ha aplicat la implementació de la metodologia BIM a l'empresa OT-5R té com a nom Cornella-Almeda\_135. L'objectiu del projecte és el disseny d'un edifici plurifamiliar amb planta baixa, planta primera més planta segona amb golfes. Incorpora places de pàrquing en el pati interior. La localització de l'obra com bé es pot observar en el nom del projecte és a Cornella del Llobregat.

El projecte ja estava iniciat un cop es va començar a implementar la nova metodologia de treball. Això implica que la inserció d'una nova metodologia de treball en un projecte ja començat ha generat certs canvis els quals els participants s'han hagut de adequar. Apart, era el primer ús de la metodologia BIM en un projecte per tant ha calgut més temps de lo habitual a l'hora de treballar.

Com ja s'ha comentat abans el projecte ja estava iniciat però sense un gran desenvolupament. Es trobava en fase bàsic i encara no s'havia començat a treballar ni en l'estructura ni en cap tipus de instal·lació. En el moment de l'entrada del BIM és tenien ja dibuixats els primers plànols de les plantes que componen l'edifici. Ara mateix el projecte es troba en fase executiu bastant avançat. L'estructura ja esta acabada i revisada, i totes les instal·lacions dissenyades i calculades complint tots els requisits. S'està a l'espera a que l'ajuntament aprovi les esmenes presentades en la fase bàsic i atorgui la llicència de construcció. Es té planejat començar la fase d'obra a principis de Setembre si la llicència és atorgada.

### 4.2 Fase de modelatge i coordinació 3D

Com els plànols de les diverses plantes ja estaven llestos, primerament es va realitzar una versió bàsica de l'estructura fent ús del CYPECAD. En aquesta es pretenia fer un estudi ràpid per determinar si els pilars i la disposició general dels elements estructurals era suficient o no. Es va observar que calia inserir més pilars a l'edifici, exactament en la zona central dels habitatges on hi havia una llum excessiva. Gràcies a les plataformes de comunicació

explicades al llarg del treball es va comunicar els canvis a fer als arquitectes per la seva modificació.

Després del primer estudi d'estructura i determinat els pilars necessaris per tal que l'estructura complís els requisits de deformacions, es va començar amb les instal·lacions i la segona versió de l'estructura en paral·lel. L'estructura no va presentar molts problemes excepte un relacionat amb una biga comú entre la sotacoberta i la coberta. En canvi, a instal·lacions tot el contrari. Es va començar fent la instal·lació tèrmica amb el CYPECAD MEP, l'estudi tèrmic va sortir satisfactori. Però, pel que fa a la salubritat, no. Es va començar a fer ús dels softwares especialitzats de CYPEPLUMBING Sanitary Systems per al sanejament i el CYPEPLUMBING Water Systems per la fontaneria.

Una implementació concreta de la metodologia BIM que s'havia tingut en compte des d'un inici era que els arquitectes fent ús del software Allplan creessin un model 3D directament dels plànols. En aquest model 3D estarien definits elements com parets, obertures, forjats, etc. Així s'estalvia molt de temps ja que els enginyers no han de realitzar el model 3D guiant-se dels plànols de manera més complicada que els arquitectes i es pot començar a treballar directament amb els softwares esmentats en el paràgraf anterior. Aquest canvi no va ser possible ja que els arquitectes no sabien com fer-ho i no tenien temps suficient per l'aprenentatge degut a la nombrosa demanda de projectes del despatx. Per tant és va decidir no incloure-ho en la implementació general de la metodologia BIM i deixar-ho per un futur.

Aquest fet va obligar la creació d'un model 3D fent ús del software IFC Builder explicat en l'annex A.1. Com ja s'ha comentat anteriorment, el model 3D és necessari per tal de fer servir els softwares CYPEPLUMBING Sanitary Systems i CYPEPLUMBING Water Systems. Prèviament s'havia creat el projecte BIM en la plataforma BIMserver per tal de poder crear el nou arxiu. Des d'un inici no va sorgir cap tipus de problema i es va dissenyar i calcular de manera correcta.

El problema va sorgir quan un cop al vincular els arxius al projecte BIM i exportar els IFCs corresponents el software no dona l'opció d'escollir la versió del IFC que es vol exportar. Per tant els IFCs que s'exporten són en format IFC4. Això suposa un impediment gran per la cerca de col·lisions i conflictes en l'apartat de coordinació 3D. El software visor que permet fer un estudi automàtic dels conflictes és el Tekla BIMsight i per tant és el que es volia fer servir per tal de reduir temps de treball per part del coordinador BIM. Però, aquest programa té la

carència que no pot llegir arxius IFC4. Per tant es va trobar que no era possible fer ús del Tekla BIMsight i per tant no era possible fer un estudi automàtic de col·lisions ja que és l'únic software del mercat que presenta aquesta característica.

Aleshores es va debatre si tornar a fer el disseny i càlcul de les instal·lacions amb el CYPECAD MEP, software capaç de ser exportat en un format diferent de IFC4 com per exemple el IFC 2x3; o bé, fer un estudi manual de col·lisions en un altre software visor com Solibri o BIMVision. Si s'escollia la primera opció es preveia un treball molt pesat ja que suposava la repetició de treball ja fet abans. Amb la segona opció presentava grans desavantatges, en concret dos. El primer ja comentat és que no es pot fer un estudi automàtic de col·lisions, i fer-lo manual punt per punt resulta un quantitat excessiva de treball no necessari. El segon i no menys important és la impossibilitat de carregar dos IFCs en un mateix arxiu visor, el que implica que encara que es faci el estudi de conflictes manualment, no es possible comparar els punts de cada instal·lació amb una altra visualment, sinó que s'ha de fer comparant cotes i distàncies en diferents arxius. La combinació dels dos desavantatges suposa una gran càrrega de treball que apart de pesada és un consum de temps excessiu pel seu fi. Apart no fomenta el que ve a ser la idea de la metodologia BIM.

Després d'un debat entre els participants es va decidir que s'escollia la primera opció ja que no presentava tants desavantatges com la segona. Apart, és la opció on es treballava més el concepte de BIM gràcies al software visor Tekla BIMsight.

Un cop dissenyat i calculat els primers dissenys de les instal·lacions, vinculats al projecte BIM i exportats els seus IFCs respectius a la plataforma BIMserver es va procedir a fer el control de col·lisions.

### 4.3 Control de col·lisions

Com ja s'ha comentat en l'apartat anterior el control de conflictes i col·lisions s'ha fet a través de Tekla BIMsight. Primerament es va importar els IFCs que requerien un estudi més extens: Sanejament, Clima i Recuperació de calor. Després es faria un estudi de col·lisions ràpid amb altres IFCs com tancaments o estructures per comprovar que no hi hagi cap conflicte important. Seguidament de la importació del tres primers arxius es va determinar els estudis de col·lisions a pars al programa TEKLA BIMsight, explicat en l'annex A.3. Es va realitzar a pars per tal de no trobar-se amb un nombre excessiu de col·lisions en un primer instant.

Primerament es va realitzar l'estudi clima versus recuperació de calor ja que són instal·lacions complementaries. Un cop el programa va fer la detecció de col·lisions automàticament es va crear els respectius BCFs indicant els conflictes trobats i van ser enviats a les persones encarregades del clima i de la recuperació de calor.

Després del primer estudi es va realitzar els dos següents: clima versus sanejament i recuperació versus sanejament. En aquest van sorgir més conflictes degut a la complexitat del sistema de sanejament de l'obra i a que no són instal·lacions complementaries. Instal·lacions complementaries fa referència a que a l'hora del disseny de les instal·lacions no es va tindre en compte excessivament al traçat de l'altre instal·lació. És a dir, fent ús tan sols dels plànols arquitectònics es vigila no fer coincidir els dos serveis però sense tenir en compte cotes.

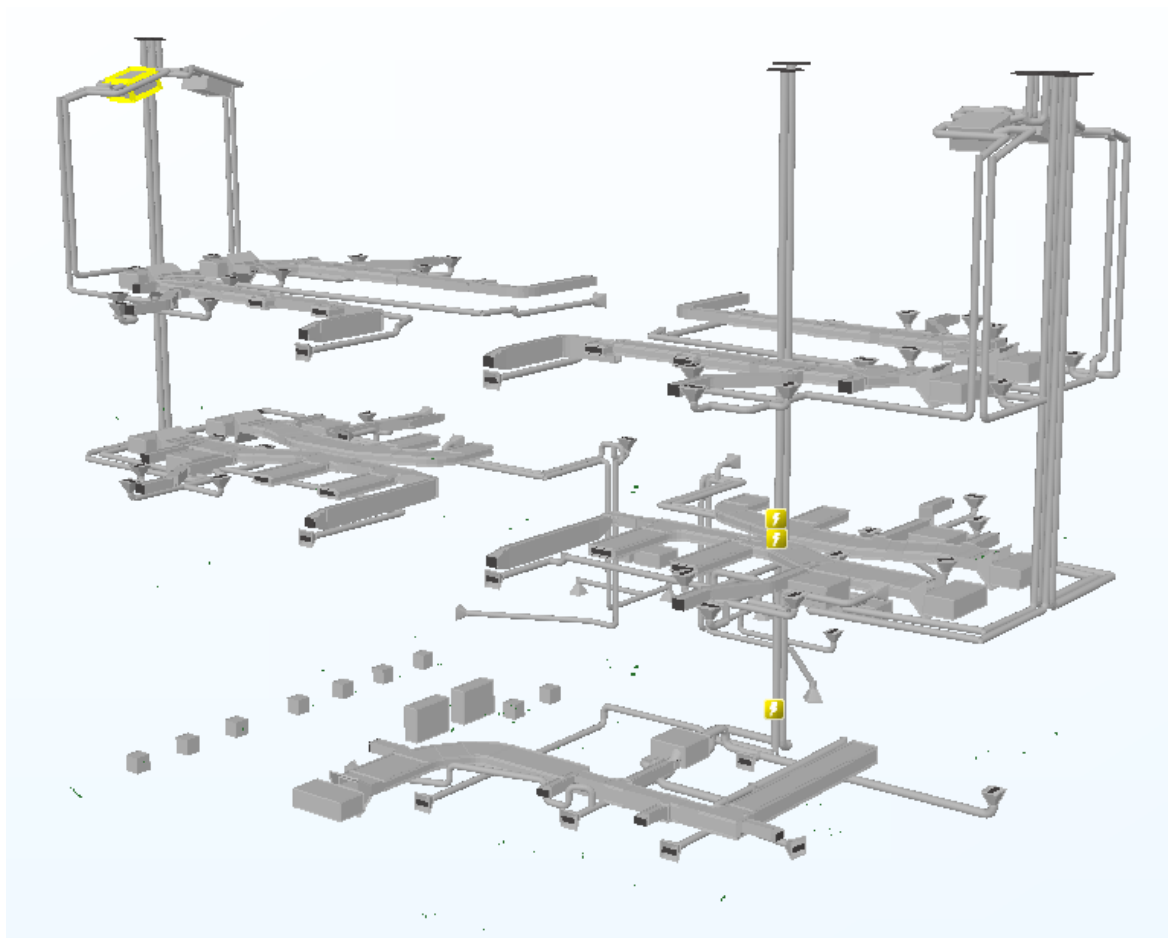
La raó per que es fa un estudi més extens per les tres instal·lacions esmentades és perquè comparteixen el mateix emplaçament. Pel sanejament al ser baixants directes del consum necessiten espai sota el forjat, en el fals sostre del bany de la planta inferior. Les màquines de clima i recuperació de calor solen estar instal·lades en el fals sostre dels banys de la mateixa planta, i d'aquí en sorgeixen tots els conductes que es deriven a les diferents estàncies de l'habitatge.

Des d'aquest moment es comença a treballar en les solucions possibles que es poden optar per tenir les diverses instal·lacions calculades correctament complint les diferents normes i causant cap tipus de conflicte amb les altres. S'aconseguirà després de varies revisions i solucions proposades. És per això que és imprescindible que el BCF generat en el primer moment s'hagi anat actualitzant per tal de mantenir control sobre el punt crític, resulta molt útil com per les persones encarregades en dissenyar els diversos serveis tant pel coordinador BIM.

Per tal d'explicar d'una manera més visual la gran avantatge que ofereix mantenir un control de col·lisions amb el TEKLA BIMsight fent ús de BCFs, seguidament es farà servir com exemple un cas real de col·lisió trobat en el projecte Cornellà-Almeda.

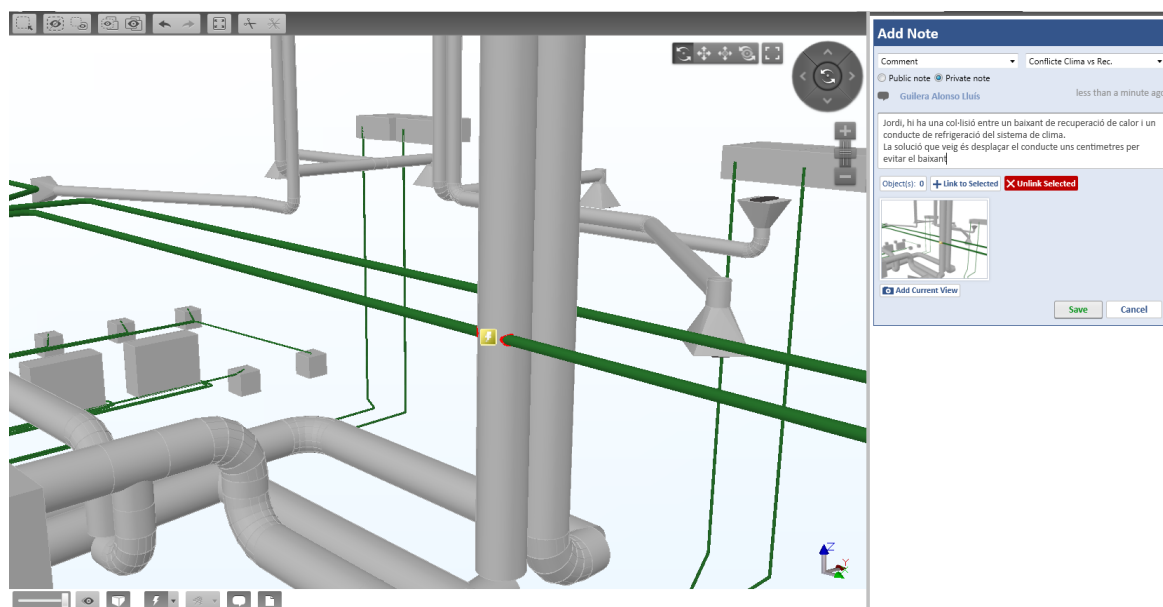
Un cop exportat tots els arxius IFC al TEKLA BIMsight, es duu a terme els estudis de col·lisions. L'estudi en la Il·lustració 4-1 és el de clima versus recuperació de calor. Com es pot observar en la mateixa imatge, el programa ha trobat tres col·lisions o conflictes i les destaca

amb unes icones d'incidència.



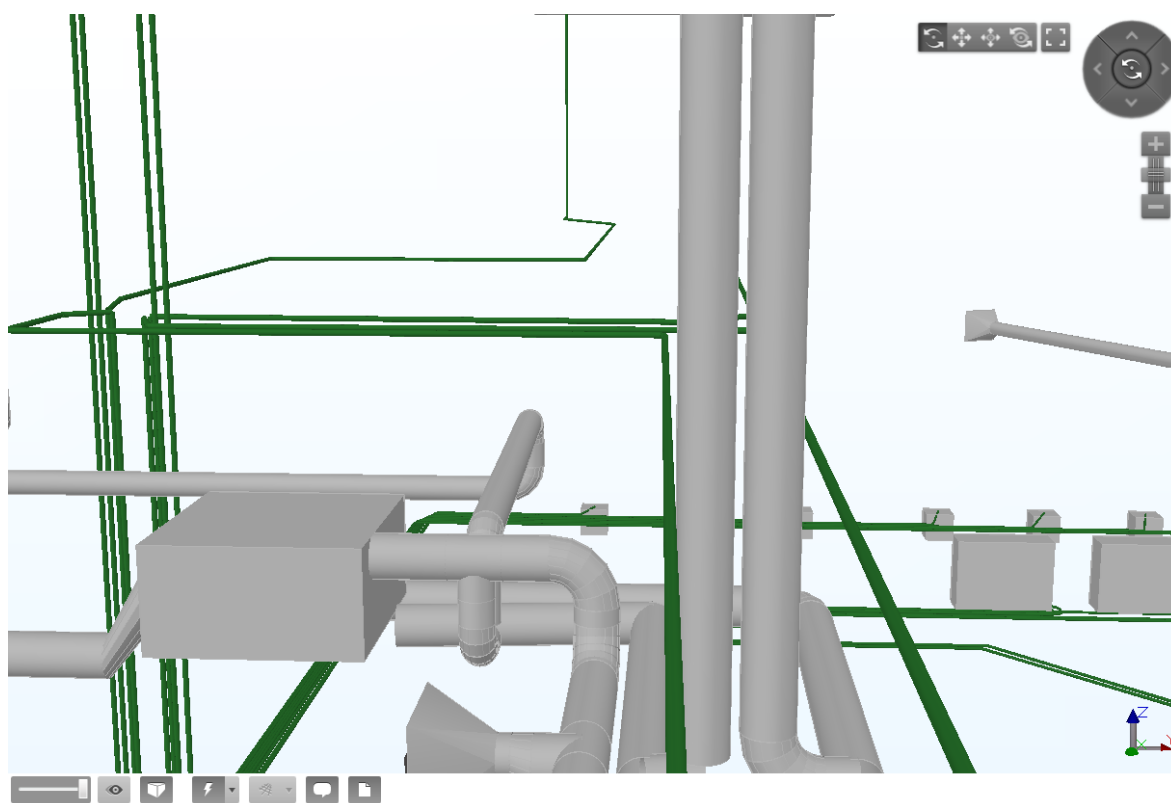
*Il·lustració 4-1. Estudi Clima versus Recuperació de calor en TEKLA BIMsight*

Tal com es mostra en la imatge superior ens fixarem en el conflicte inferior. A la Il·lustració 4-2 es pot observar amb detall quina és la causa del problema. S'ha trobat que la canonada de refrigeració d'una de les màquines de clima interfereix en un baixant i provoca una col·lisió. En aquest moment el coordinador BIM redacta el BCF en l'apartat de notes. Aquesta redacció és pot veure en la mateixa Il·lustració 4-2 a la dreta de la imatge. La solució que es proposa es desplaçar la canonada de refrigerant uns centímetres per tal que no coincideixi en el mateix trajecte que el baixant. S'ha proposat aquesta solució ja que es troba més fàcil modificar la trajectòria o situació d'una canonada horitzontal que la d'una canonada vertical. Un cop redactat i fet les captures que es creguin necessàries del conflicte s'envia el BCF per correu al responsable de l'edició del sistema de clima ja que és qui ha de modificar la instal·lació.



*Il·lustració 4-2. Col·lisió a estudiar i generació del BCF*

En aquest punt, l'editor del sistema de clima, un cop rebut el BCF, ha d'editar el treball realitzat intentant realitzar la modificació proposada pel coordinador BIM. Si aquest veu que la solució proposada no és possible, ha d'afegir un comentari al BCF contestant al coordinador BIM proposant una nova solució. Afortunadament, en el cas pràctic no es va donar aquesta situació i es va poder solucionar de la forma que el coordinador BIM proposava. Un cop realitzat la modificació, el editor exportava un altre cop el IFC amb el mateix nom que l'anterior i en la mateixa localització. Així s'aconsegueix que entrant en el mateix arxiu de TEKLA BIMsight només calgui actualitzar el fitxer IFC i l'estudi de col·lisions per tal de comprovar que no existeix cap conflicte més. Finalment, a la Il·lustració 4-3 es pot comprovar com la col·lisió es va resoldre i es va procedir a solucionar altres conflictes del mateix estudi o d'un de diferent amb la mateixa metodologia de treball.



*Il·lustració 4-3 Mateix punt d'estudi amb el conflicte solucionat*

## 4.4 Control i notifikacions

Per a que la metodologia BIM funcioni correctament cal que els participants del projecte estiguin comunicats en tot moment. Tot i que els participants del projecte treballen en el mateix despatx s'ha fomentat les plataformes de comunicació relacionades amb la metodologia BIM per tal de fomentar l'ús del nou sistema de treball entre els empleats. Per això s'han fet servir diverses plataformes de comunicació establertes pel coordinador BIM. Les plataformes que s'han fet servir pel projecte estan esmentades i explicades de quina forma han sigut utilitzades a continuació.

La plataforma *Trello*, ha servit per portar un control de les tasques que s'ha de fer o que estan aturades o acabades. Així sempre que algun editor de l'obra ha començat o acabat la tasca ho ha notificat per tal que els altres usuaris estiguessin atents a qualsevol modificació. Apart en la mateixa plataforma s'ha distribuït les feines a fer entre els diferents participants mitjançant etiquetes de colors. Un exemple gràfic de com estaven distribuïdes les tasques es pot trobar a l'annex A.8.

Pel que fa a les notificacions generals es va fer ús del software Slack, explicat en l'annex A.7, on es va habilitar un fil de treball conjunt amb tots els usuaris que participen en l'edició del projecte. Aquí es notificava cada canvi, comentari, dubte o tasca relacionada amb el projecte sempre fent ús de l'estil proporcionat pel coordinador BIM.

Per descomptat també s'ha fet servir el correu electrònic per qualsevol altre necessitat que els participants hagin trobat necessària. És una eina usual i que ja es feia servir abans per tant no cal explicació.

Totes les plataformes i softwares de comunicació ha comptat amb la supervisió del BIM Manager que ha controlat el correcte funcionament de la metodologia per part dels participants del projecte. Apart aquest, ha proporcionat suport als empleats en qualsevol tema degut al primer ús de la metodologia.



## 5 Pressupost

En aquest apartat es fa un estudi econòmic que suposa la redacció del treball. També es realitzarà el pressupost del que ha suposat la posada en pràctica de la implementació i l'inici del ús de la metodologia BIM a l'empresa OT-5R.

Cal comentar que el pressupost és orientatiu ja que l'empresa ja comptava amb el material d'oficina, les llicències informàtiques i la infraestructura informàtica, per tant no ha resultat tant costós la implementació de la nova metodologia de treball. Apart no ha calgut cap tipus de sessió d'aprenentatge del BIM ja que el director del treball i part de l'equip d'OT-5R ja havien impartit les sessions d'aprenentatge abans que es comences a implementar el mètode de treball a l'empresa. Seguidament s'adjunta una taula amb els costos implementació de la metodologia BIM a OT-5R.

Tipus de cost	Cost	
Personal (mensual)	Coordinador BIM:	640,00€
	BIM Manager :	3.200,00€
Material d'oficina	200,00€	
Sessions BIM (per sessió)	-	
Llicències:		
• TEKLA BIMsight	0€	
• Slack	0€	
• Trello	0€	
• Bizagi	0€	
Infraestructura informàtica	4.000,00€	
Total	8.040,00€	

Taula 5-1. Costos d'implementació a l'empresa OT-5R

El cost de llicències ha quedat molt reduït degut a que ja es tenia la llicència dels softwares fets servir. No ha fet falta la compra de softwares com els programes CYPE, AutoCAD i Allplan. Els programes es feien servir en el sistema de treball tradicional, és per això que l'empresa ja comptava amb les llicències. El que s'ha fet de nou és aprofundir en el potencial que els programes aporten de cara a la metodologia BIM. Els nous softwares o plataformes que s'han introduït com TEKLA BIMsight, Dropbox, Google Drive, Trello o BIMserver.server han resultat gratuïts. Per descomptat aquests softwares compten amb més prestacions si s'obté el compte Premium o de pagament però per la primera implementació de la metodologia BIM no ha calgut cap subscripció. Pot ser en un futur o en una altra empresa més gran caldria la subscripció.

Pel que fa als altres costos, cal fer referència al seu significat. En l'apartat de personal s'ha determinat dos sous de dos càrrecs essencials en la metodologia BIM que s'han usat per la implementació del nou sistema de treball. El rol de BIM Manager fa referència al director del treball i el rol de coordinador BIM, o modelador BIM, al autor del treball i estudiant en pràctiques de l'empresa. Pel que fa al material d'oficina, s'ha determinat un pressupost ja que es possible que es faci ús dels diagrames de processos per la impressió de gràfics o l'ús de pissarres per les reunions de personal o possibles sessions BIM futures. Per últim, s'ha determinat un cost en infraestructura informàtica degut a la incorporació de nou personal, apart de potenciar la infraestructura present per la millora dels temps de càlcul.

A continuació es mostra una taula amb el cost que comportaria la implementació de la metodologia BIM de la manera en que s'ha realitzat en l'empresa OT-5R. Es suposa que l'empresa no té cap tipus de infraestructura ni llicències, és a dir des de zero.

Tipus de cost	Cost	
Personal (mensual)	Coordinador BIM:	640,00€
	Consultor BIM:	1.200,00€
	BIM Manager:	3.200,00€
Total:	5.040,00€	
Material d'oficina	200,00€	

Formació BIM	2900,00€
Llicències: (anual)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CYPE: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ CYPECAD Avanzado 3.420,00€</li> <li>○ CYPECADMEP Avanzado 4.320,00€</li> <li>○ Arquímedes 240,00€</li> </ul> </li> <li>• Autocad 2.075,15€</li> <li>• Allplan 2.395,00€</li> </ul>	
Total:	12450,15€
Infraestructura informàtica	4.000€
Total	24590,15€

*Taula 5-2. Costos d'implementació en una empresa sense cap ús del BIM*

Tal com es pot observar en Taula 5-2 el pressupost presenta el mateix format que el de la implementació a OT-5R però amb nous costos. El primer que es pot observar és l'addició del rol de consultor BIM. Aquest fa referència a la contractació d'un expert en la metodologia BIM com a consultor per tal que vagi revisant el treball fet i aporti modificacions que millorin el sistema de treball. Una altra modificació és en les sessions BIM. En OT-5R no ha calgut cap sessió ja que els empleats ja havien impartit aquestes sessions d'aprenentatge, però en una empresa on els empleats no han assistit a cap sessió cal l'aprenentatge de la metodologia. El cost fa referència a les sessions que van rebre els empleats de OT-5R en el curs d'implementació BIM en enginyeries de petit format. ITeC, octubre 2016 a febrer de 2017.

L'última modificació respecte el primer pressupost es troba en les llicències. Com a OT-5R les llicències dels programes que feien falta ja estaven comprades i els softwares que es van incorporar eren d'ús gratuït, el cost era nul. En una altra empresa, suposant que no té cap dels softwares necessaris, cal adquirir les llicències. S'han pressupostat les llicències dels programes no gratuïts que es fan servir en l'empresa OT-5R. Com es pot observar el cost

augmenta notablement. Pel que fa als costos de materials d'oficina i infraestructura informàtica s'ha determinat que el cost serà similar a l'entrada del modelador BIM, o bé, coordinador BIM.

## 6 Anàlisi de impacte ambiental

Un cop fet un estudi econòmic del que suposaria implementar la nova metodologia de treball en l'empresa cal estimar quin impacte pot causar aquesta implementació de la metodologia BIM en l'empresa OT-5R. El primer punt a tractar és l'econòmic. Ja vist en el apartat anterior, el pressupost del nou sistema de treball és mínim, solament s'ha invertit en la figura del coordinador BIM i en una infraestructura informàtica més potent. Per tant cal considerar que en aquest la entrada de la nova metodologia presenta grans avantatges.

Pel que fa al consum de temps, és una altra situació. Canviar a lo nou sempre costa i més si es refereix a un nou sistema de treball. La implementació de la metodologia BIM té un cost més elevat en temps que econòmic. Això es deu a que els empleats han d'adequar-se a la nova manera de treballar, per tant suposa retards a l'hora de desenvolupar el projecte. Aquest cost no és calculable ja que la capacitat d'entendre i fer-ne ús de la metodologia ràpidament depèn del empleat, pot tardar més o menys. Per tant en aquest punt la entrada del nou sistema de treball flaqueja.

Però, un cop superat el termini d'adequació de la metodologia BIM, aquesta suposa certs avantatges respecte els sistema de tradicional. Un d'aquest punts és la millora de productivitat. Un cop passat el termini d'aprenentatge, els empleats realitzaran les seves tasques de manera més ràpida i precisa gràcies als aspectes que presenta la nova metodologia. Aquesta millora de productivitat una millora a la competitivitat respecte altres empreses o despatxos que no fan ús d'aquesta, per tant l'obtenció de nous projectes.

Un altre avantatge a considerar del nous sistema de treball és l'optimització de temps i de material. Respecte el primer, s'optimitza el temps a l'hora de treballar com ja s'ha comentat però també en forma de reunions innecessàries. La figura del Coordinador BIM representa una ajuda al estalvi de reunions que en la metodologia tradicional no es poden obviar. El control i suport que porta del projecte ajuda que aquest vagi en el camí que s'ha descrit. Ell és qui imposa les reunions en cas que ho cregui necessari.

El segon punt, l'optimització de materials, suposa un impacte ambiental positiu ja que gràcies al control que es porta durant tot el projecte respecte col·lisions i conflictes ajuda a la desaparició d'incidències en obra que suposen pèrdua de material i compra de nou. També

influeix que a l'hora de dissenyar el programa entengui que, per exemple, una paret és una paret i no solament un conjunt de línies. Això comporta que el software mateix identifiqui les característiques del element com volum, materials, cost unitari dels materials i pugui realitzar un càlcul aproximat de la quantitat de material que es necessària i el pressupost del element.

És per això que la implementació proposada de la metodologia BIM en l'empresa OT-5R presenta un impacte positiu al seu entorn. No només presenta un impacte positiu sinó que és un impacte assumible degut al seu baix cost de implementació a l'empresa OT-5R. Aquest cost de implementació baix pot ser que no sigui igual en altres empreses que considerin implementar la mateixa proposta de implementació de metodologia BIM.

## 7 Planificació temporal

En aquest apartat es determinarà quin és el pla d'acció que s'ha dut a terme per la redacció del treball que es calcula que ha tingut una durada de 4 mesos. Aquest consta de varies etapes diferenciades. La primera seria l'estudi de la metodologia BIM, l'obtenció dels coneixements requerits per entendre el nou sistema de treball, descobrir els avantatges que presenta respecte la forma de treball tradicional i la redacció dels coneixements obtinguts. La segona fase és el plantejament de la implementació final de la metodologia BIM. Està composta per varies decisions respecte eines de treball i processos de treball. Apart, també és contempla la creació de diagrames amb els fluxos de treball decidits i codificació d'arxius i organització de carpetes. La següent etapa és la creació de l'obra Cornella-Almeda. Aquesta està dividida en estructura, instal·lacions i el control de col·lisions. Per últim, es troba la fase d'anàlisi del treball que engloba el impacte que ha causat el projecte a l'empresa junt amb el pressupost d'aquest. En la Figura 7-1 i Figura 7-2 es pot observar el diagrama de Gantt creat.



Figura 7-1. Diagrama de Gantt de la planificació del projecte

# Planificació Temporal

4 MESOS DE TREBALL

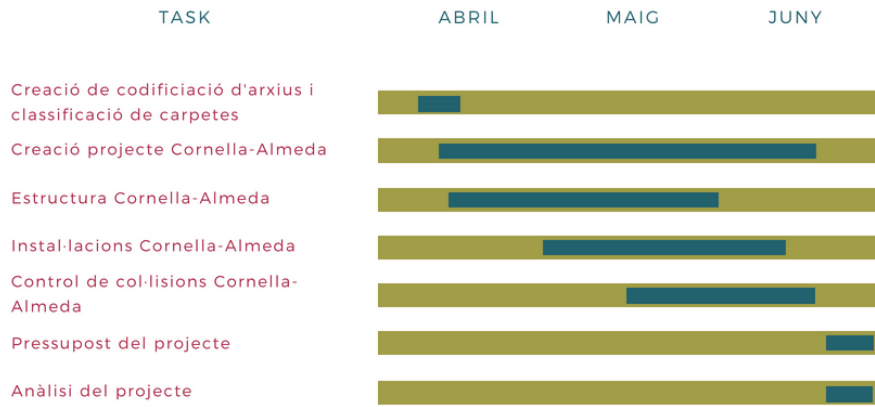


Figura 7-2. Diagrama de Gantt de la planificació del projecte



## Conclusions

Per concloure, s'ha fet un anàlisi extens de la metodologia BIM estudiant a fons primer el que és la metodologia BIM i esbrinant quins són els seus avantatges i desavantatges i com funciona correctament per un despatx d'enginyeria. En aquest anàlisi s'inclou també la implementació feta a l'empresa OT-5R.

S'ha observat que la nova metodologia de treball a implementar en OT-5R és una eina de treball molt potent, tot i que no es pot fer ús de la nova manera de treball de la manera més correcte degut a diverses circumstàncies, que s'han anat superant al llarg del treball.

Circumstàncies com la impossibilitat d'alguns softwares de modelatge per tal d'exportar en IFC 2x3 o la limitació d'empleats per part de l'empresa per cobrir tots els rols de la metodologia BIM. Es volia fer ús del programa Allplan per tal de generar automàticament el model 3D per tal que la part d'enginyeria aprofités el model i no es perdés temps per crear-lo manualment. Malauradament, no ha sigut capaç degut a que la plantilla d'arquitectes no posseïa el temps per desenvolupar el model 3D. Per tant s'ha acabat acotant el ús de la metodologia BIM en aquest àmbit. No obstant, continua la voluntat dins l'empresa d'acabar assolint aquest objectiu.

Un altre important ha estat la impossibilitat de l'ús dels softwares de modelatge específics degut a que no poden exportar el format IFC 2x3 i el programa escollit pel estudi de col·lisions no pot llegir el format IFC4. És per això que s'ha decidit fer ús d'altres softwares de modelatge, però a l'espera a que TEKLA BIMsight pugui llegir el format IFC4.

En quan als desavantatges que presenta la metodologia BIM, la més important és el cost temporal que comporta la implementació d'aquesta, s'ha observat que l'adopció del nou sistema de treball crearà un impacte positiu a l'empresa OT-5R. La nova metodologia impulsarà una millora en la productivitat i en la competitivitat respecte les altres empreses que no la facin servir. Apart, un cop implementada, s'optimitzarà el temps de duració del projecte, els errors, i per tant i els materials empleats a l'hora de la construcció.

Per tant cal remarcar que la implementació final de la metodologia BIM a l'empresa OT-5R ha resultat satisfactòria en diversos aspectes. El primer és la eficiència i optimització del temps de treball a l'hora de l'elaborar i dissenyar l'obra. El següent aspecte favorable és el cost

reduït de la implementació total del nou mètode ja que l'empresa ja comptava amb diversos punts de la metodologia BIM.

Pel que fa a la possible implementació en una altra empresa, ha quedat demostrat que la manera de treballar que proporciona la metodologia BIM compte amb nombrosos avantatges respecte al sistema de treball tradicional.

Per concloure, el treball ha servit per aportar els avantatges de la metodologia BIM a l'empresa OT-5R, pot servir de guia per qualsevol enginyeria de petit format que estigui interessada en fer un pas més en la manera tradicional de projectar.

## Agraïments

M'agradaria agrair primerament a la família de OT-5R que sense ells no hagués sigut possible la creació del projecte Cornella-Almeda. També agrair el suport rebut per ells a l'hora de la redacció del treball.

Un agraïment especial al meu tutor, Jordi Riera Robusté, que m'ha guiat des del principi no només en la metodologia BIM sinó també en el món de la construcció. Agrair-li primerament la oportunitat de poder redactar aquest treballat en l'empresa OT-5R i després el seu suport incondicional en tot moment.

Finalment, agrair al meu ponent, Hèctor Ortiz, que m'ha proporcionat la guia necessària per tal de poder redactar el treball de manera adequada i correctament. També agrair-li el suport donat per la redacció i supervisió del treball.

## Bibliografia

### Referències bibliogràfiques

- [1] DIRECTIVA 2014/24/EU DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO. *Ámbito de aplicación, definiciones y principios generales*. 2014. Cap. II, art. 22
- [2] INSTITUT DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓ DE CATALUNYA. *Curs implantació BIM en Enginyeries de petit format*. Barcelona, Octubre 2016 / Febrer 2017. Sessió 1A
- [3] [<http://www.aiacc.org/integrated-project-delivery>, 7 de maig de 2018]

### Bibliografia complementària

- INSTITUT DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓ DE CATALUNYA. *Curs implantació BIM en Enginyeries de petit format*. Barcelona, Octubre 2016 / Febrer 2017
- CIC RESEARCH GROUP, DEPARTAMENT OF ARCHITECTURAL ENGINEERING, THE PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY. *BIM Project Execution Planning Guide and Templates Version 2.1*. Maig 2011
- BUILDINGSMART SPANISH CHAPTER. *Guía de usuarios BIM*. Octubre 2014
- [<http://www.certificacionpm.com/no-es-broma-la-metodologia-bim-viene-a-sustituir/>, 7 de Març de 2018]
- [<http://powernet.es/web/blog/que-es-la-metodologia-bim/>, 7 de Març de 2018]
- [[https://es.wikipedia.org/wiki/Modelado\\_de\\_informaci%C3%B3n\\_de\\_construcci%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Modelado_de_informaci%C3%B3n_de_construcci%C3%B3n), 7 de Març de 2018]
- [<http://www.esbim.es/>, 7 de Març de 2018]
- [[http://www.graphisoft.com/info/about\\_graphisoft/](http://www.graphisoft.com/info/about_graphisoft/), 30 d'Abril de 2018]

[<http://leanbimconstruction.com/los-contratos-colaborativos-ipd>, 30 d'Abril 2018]

[<https://itec.cat/serveis/bim/comissio-construim-el-futur/>, 30 d'Abril de 2018]

[<http://www.esbim.es/en/>, 30 d'Abril 2018]

[<http://bim.psu.edu/>, 1 de Maig 2018]

[<http://www.apogeavirtualbuilding.com/el-bcf-como-formato-openbim-para-la-colaboracion/>, 7 de Maig de 2018]

[<https://www.bimcollab.com/en/BIMcollab/BIMcollab>, 7 de Maig de 2018]

[<http://www.bimthinkspace.com/2015/09/episode-24-understanding-model-uses.html>, 8 de Maig de 2018]

[<http://www.apogeavirtualbuilding.com/la-importancia-de-un-bep-bim-execution-plan/>, 9 de Maig de 2018]

[<https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-que-cte.html>, 16 de Maig de 2018]

[<https://www.entornobim.org>, 16 de Maig de 2018]

[<http://bim.tecniberia.es/wp-content/uploads/2016/11/GT1-Estrategia-SG1.2-Benchmarking.pdf>, 16 de Maig de 2018]

[<https://www.buildingsmart.es/bim/gu%C3%ADas-ubim/>, 18 de Maig de 2018]

### **Vídeos (Vídeos d'autoaprenentatge)**

[<https://www.youtube.com/watch?v=kyNROntgzSQ>, 16 de Maig de 2018]

[<https://www.youtube.com/watch?v=SzhYGwKsnnA>, 16 de Maig de 2018]

## Annexos

### A. Softwares i plataformes: Modelatge, Visors, Comunicació i emmagatzematge

Els softwares i plataformes que s'han tingut en compte a explicar són els de l'àrea d'enginyeria i els que es troben molt relacionats amb la metodologia BIM, com plataformes de comunicació i control. S'ha decidit no explicar de forma detallada els softwares CAD ja que formen part del sector d'arquitectura. Per suposat s'han fet servir pel projecte del cas pràctic però s'ha considerat que al fer-lo servir només els arquitectes i que són softwares ben coneguts com Autocad i Allplan, no calia fer cap explicació extensa.

#### A.1. Softwares CYPE

The screenshot shows the CYPE software website interface. At the top, there is a navigation bar with icons and labels for different software categories: Open BIM, Estructures, MEP, CYPETHERM, Gestió, Documentació, and Infraestructures. Below this, a grid of software products is displayed, each with an icon and name: IFC Builder, Instal·lar complement Open BIM per a Revit, CYPECAD, Generador de pòrtics, CYPE 3D, CYPE-Connect, Murs pantalla, CYPECAD MEP, CYPELEC REBT, CYPETEL ICT, CYPEPLUMBING Sanitary Systems, CYPEPLUMBING Water Systems, CYPETHERM Improvements, CYPETHERM LOADS, CYPETHERM HVAC, CYPETHERM EPlus, CYPETHERM POLY THERM, Arquimedes, Arquimedes i control d'obra, and Generador de preus. A link 'Comprovar actualitzacions on-line' is located below the grid. On the left side, there is a sidebar with links: Sistema de unitats, Suport tècnic, Comunitat d'usuaris, Lista de desitjos, Manuals, and Novetats. The bottom section features the 'Open BIM' logo and the text 'Generació de models BIM'. The footer contains the OTSR, S.A. logo, 'Utilitzar Llicència Electrònica' and 'Administrar la Llicència Electrònica' buttons, and the website URL 'www.cype.com'.

Il·lustració A-1. Pàgina d'inici dels programes CYPE

Quan es parla dels softwares CYPE es fa referència de tota la diversitat que CYPE ens ofereix. Els principals són el programa CYPECAD, relacionat amb estructures; el CYPECAD MEP, relacionat amb instal·lacions en general; i l'Arquímedes, relacionat amb l'aspecte més administratiu i de gestió. Tot i així, la oferta que CYPE ens ofereix és molt amplia i variada. Un cop s'obre la pantalla principal de CYPE, com es pot observar a la Il·lustració A-1, es troben els softwares més usats de primeres, però es pot dividir en varies famílies:

- **Open BIM:** Softwares i plataformes per generar models BIM.
- **Estructures:** Família encarregada en el disseny, càlcul i dimensionat d'estructures de formigó armat, d'acer, d'alumini i de fusta, incloent el dimensionament i optimització de seccions.
- **MEP (instal·lacions):** Softwares amb els que es realitza el càlcul, la comprovació i el dimensionat d'instal·lacions per a edificis.
- **CYPETHERM:** Grup de programes per a l'anàlisi tèrmic i energètic d'edificis.
- **Gestió:** Encarregats d'obtenir els Amidaments, Pressupostos, Certificacions, Plecs de Condicions, Llibre de l'Edifici (inclús Manual d'Ús i Manteniment) i Control Pressupostari d'Obra.
- **Documentació:** Programes d'ajuda per redactar i completar la documentació de projecte.
- **Infraestructures:** Softwares de càlcul, comprovació i dimensionament de xarxes de subministrament d'aigua potable, clavegueram, gas i electricitat.

Generalment es treballa amb els programes més genèrics de cada família, ja anomenats anteriorment són el CYPECAD i el CYPECAD MEP. Però existeixen molts programes especialitzats en certs aspectes que amplien les capacitats dels softwares generals. Aquests programes especialitzats han d'estar obligatòriament associats a un projecte BIM, ja que necessiten el model 3D de l'obra. Sense el model BIM no és possible dissenyar cap tipus de estructura o instal·lació. Són programes més complerts i potents que els dos més generals, ja que et permeten modelar la estructura o la instal·lació més lliurement. Seguidament als diferents punts de cada família es pot observar taules on es detalla els softwares més

importants dins la família i una descripció de que tracta el programa.

○ Open BIM:

Software	Descripció
IFC Builder	Creació i manteniment de models IFC d'edificis. Aquesta aplicació està integrada en el flux de treball Open BIM a través de l'estàndard IFC4.
BIMserver.center	Vinculació dels models BIM amb el projecte associat a la plataforma web.

*Taula A-1. Programes CYPE de la família Open BIM*

○ Estructures:

Software	Descripció
CYPECAD	Disseny, càlcul i dimensionat d'estructures de formigó armat i metàl·liques compostes per: pilars, pantalles i murs; bigues de formigó, metàl·liques i mixtes; forjats de biguetes (genèriques, armades, pretesades, in situ, metàl·liques d'ànima plena i de gelosia), plaques alleugerides, lloses mixtes, forjats reticulars i lloses massisses; fonamentacions per lloses o bigues de fonamentació, sabates i enceps; obres de CYPE 3D integrades (perfils d'acer, alumini i fusta) amb 6 graus de llibertat per nus, incloent el dimensionament i optimització de seccions.
CYPE 3D	Projecte d'estructures tridimensionals de barres amb perfils d'acer, alumini i fusta, incloent la fonamentació (sabates, enceps, bigues centradores i bigues de lligat) i el sistema de travament davant d'accions horitzontals, permetent tirants que treballen només a tracció.  Disseny d'unions i plaques d'ancoratge per a estructura metàl·lica.
Murs pantalla	Càlcul, comprovació i dimensionament de murs pantalla. Les tipologies disponibles per al mur són les següents:  · Material genèric.  · Mur de formigó, armat per trams.  · Pilons de formigó armat.  · Cortina de micropilons.  · Palplanxes metàl·liques.  Poden introduir-se diferents elements de recolzament (ancoratges actius i passius, puntals, forjats, etc.).
Bigues de gran cantell	Dimensionat i comprovació de bigues de gran cantell de formigó armat i de secció rectangular.
Elements de fonamentació	Dimensionat, càlcul i armat de sabates i enceps; càlcul i comprovació de plaques d'ancoratge per pilars.

*Taula A-2. Programes CYPE de la família d'estructures*



○ MEP:

<b>Software</b>	<b>Descripció</b>
CYPECAD MEP	Software per al disseny i dimensionament de l'envolupant, la distribució, i les instal·lacions de l'edifici sobre un model 3D integrat amb els diferents elements de l'edifici.
CYPELEC REBT	Càlcul d'instal·lacions elèctriques en baixa tensió segons el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió. Desenvolupat en col·laboració amb l'Àrea d'Enginyeria Elèctrica del Departament d'Enginyeria Mecànica i Energia de la Universitat Miguel Hernández d'Elx.  Aquesta aplicació està integrada en el flux de treball Open BIM a través de l'estàndard IFC.
CYPEPLUMBING Sanitary Systems	Disseny d'instal·lacions d'evacuació d'aigües residuals i pluvials.  Aquesta aplicació està integrada en el flux de treball Open BIM a través de l'estàndard IFC.
CYPEPLUMBING Water Systems	Disseny d'instal·lacions de proveïment d'aigua.  Aquesta aplicació està integrada en el flux de treball Open BIM a través de l'estàndard IFC.
CYPEGAS	Disseny i càlcul d'instal·lacions receptores de gas.  Aquesta aplicació està integrada en el flux de treball Open BIM a través de l'estàndard IFC.
CYPELUX	Càlcul luminotècnic d'instal·lacions d'enllumenat. Aquesta aplicació està integrada en el flux de treball Open BIM a través de l'estàndard IFC.  Aquest producte inclou el software Radiance desenvolupat pel Lawrence Berkeley National Laboratory.
CYPEFIRE Sprinklers	Disseny d'instal·lacions hidràuliques d'extinció d'incendis, d'acord a la norma NFPA® 13. Inclou el software 'EPANET 2' desenvolupat per 'WaterSupplyandWaterResourcesDivision of the O.S. EnvironmentalProtectionAgency'sNationalRisk Management ResearchLaboratory'.  Aquesta aplicació està integrada en el flux de treball Open BIM a través de l'estàndard IFC.

Taula A-3. Programes CYPE de la família MEP

○ CYPETHERM:

<b>Software</b>	<b>Descripció</b>
CYPETHERM Improvements	Realització de l'auditoria energètica de l'edifici i anàlisi de possibles mesures de millora, amb estudi energètic i econòmic de les diferents alternatives.
CYPETHERM LOADS	Càlcul de la càrrega tèrmica dels edificis segons el Mètode de les Sèries Temporals Radiants (RTSM), proposat per l'ASHRAE, integrat en el flux de treball Open BIM, a través de l'estàndard IFC4.

CYPETHERM HVAC	Càlcul d'instal·lacions de climatització (calefacció, ventilació i aire condicionat).  Aquesta aplicació està integrada en el flux de treball Open BIM a través de l'estàndard IFC.
CYPETHERM POLYTHERM	Càlcul d'instal·lacions de climatització amb sistemes de terra radiant POLYTHERM.  Aquesta aplicació està integrada en el flux de treball Open BIM a través de l'estàndard IFC.
CYPETHERM HE	Justificació normativa de CTE DB HE 0 i HE 1 (revisió 2013) mitjançant el càlcul de la demanda energètica de calefacció i refrigeració, basat en el mètode horari simplificat d'UNE-EN ISO 13790, per a edificis de qualsevol ús; i el càlcul del consum energètic de calefacció, refrigeració i ACS en edificis d'ús residencial privat o assimilable.

Taula A-4. Programes CYPE de la família CYPETHERM

○ Gestió:

Software	Descripció
Arquímedes	Amidaments, Pressupostos, Certificacions, Plecs de Condicions i Llibre de l'Edifici (inclús Manual d'Ús i Manteniment). Amb amidament i certificació a partir de fitxers DXF i DWG.
Generador de preus	Generador de preus de la construcció. Inclou preus descompostos, informació comercial sobre productes de fabricants i les corresponents instruccions d'ús i manteniment de l'edifici.
Generadors de pressupostos	Generen un pressupost ajustat al mercat, mitjançant el càlcul i desglossament d'uns amidaments interns, amb els seus corresponents preus descompostos, permetent la definició detallada de les disposicions constructives, característiques tècniques i qualitats del projecte. Els resultats són exportables a qualsevol programa d'amidaments i pressupostos.
Predimensionadors d'amidaments i pressupostos	Generen un pressupost ajustat al mercat, mitjançant el càlcul i desglossament de uns amidaments interns, amb els seus corresponents preus descompostos. Els resultats són exportables a qualsevol programa d'amidaments i pressupostos.

Taula A-5. Programes CYPE de la família de gestió

○ Documentació:

Software	Descripció
Memòria del projecte segons el CTE	Eina per a la gestió del projecte amb el contingut i l'ordre establerts en la Part I del Codi Tècnic de l'Edificació. El programa permet desenvolupar qualsevol tipus de projecte, compta amb l'ajuda d'assistents, i permet utilitzar els arxius dels programes de CYPE per a la justificació dels DB del CTE.
Estudi bàsic de seguretat i salut	Redacció de l'estudi bàsic de seguretat i salut, per a obra nova i rehabilitació.
Cypedoc. Llibre de l'edifici	Impressió del Llibre de l'edifici, com a descripció de les característiques de l'obra realment executada, amb els continguts que exigeix la LOE (Llei d'Ordenació de l'Edificació). Inclou el Manual d'ús i manteniment de l'edifici.

	Programa realitzat per CYPE Ingenieros, S.A. en col·laboració amb els Arquitectes Vicente Miñana Giner i Javier Signes Orovay.
--	--

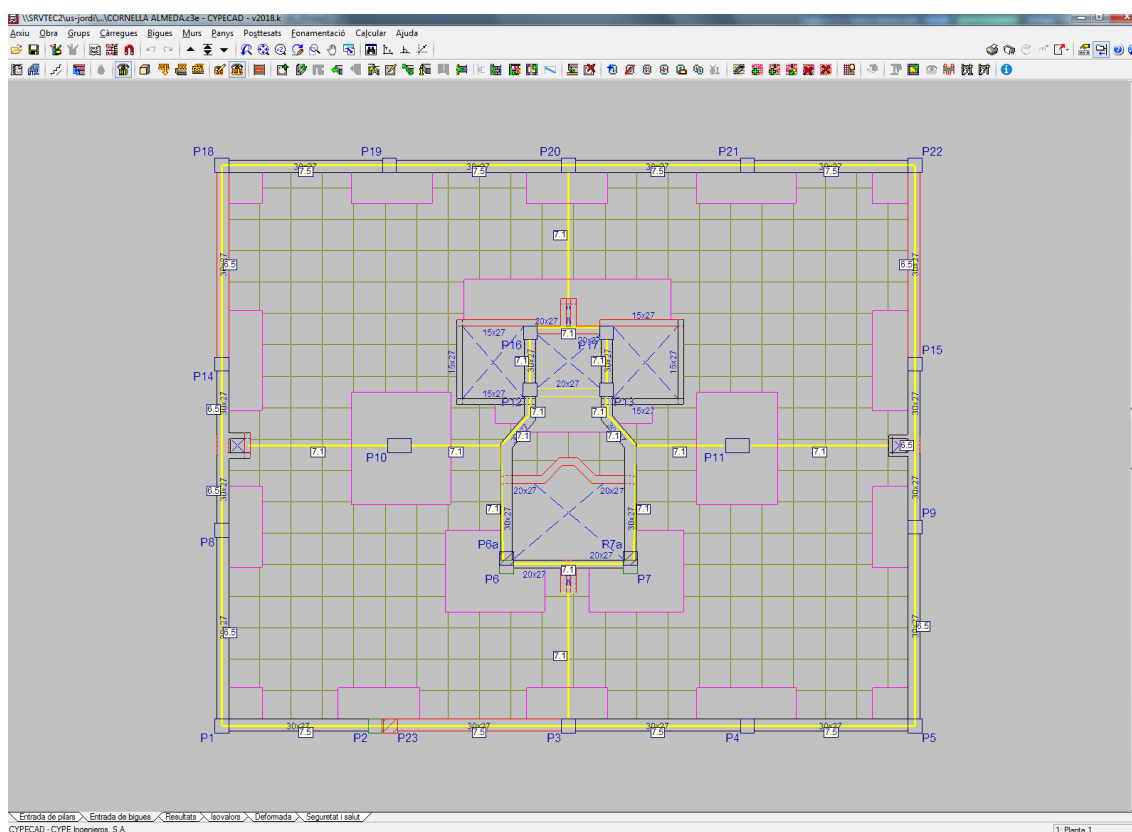
*Taula A-6. Programes CYPE de la família de documentació*

○ Infraestructures:

Software	Descripció
Abastament d'aigua	Càlcul, disseny, comprovació i dimensionat automàtic de xarxes de subministrament d'aigües: mallades, ramificades i mixtes.
Clavegueram	Càlcul, disseny, comprovació i dimensionat automàtic de xarxes de sanejament.
Electrificació	Càlcul, disseny, comprovació i dimensionat automàtic de xarxes mallades, ramificades i mixtes de subministrament elèctric. Xarxes de mitja i baixa tensió trifàsica y monofàsica.
Subministrament de gas	Càlcul, disseny, comprovació i dimensionat automàtic de xarxes mallades, ramificades i mixtes de gas.

*Taula A-7. Programes CYPE de la família d'infraestructures*

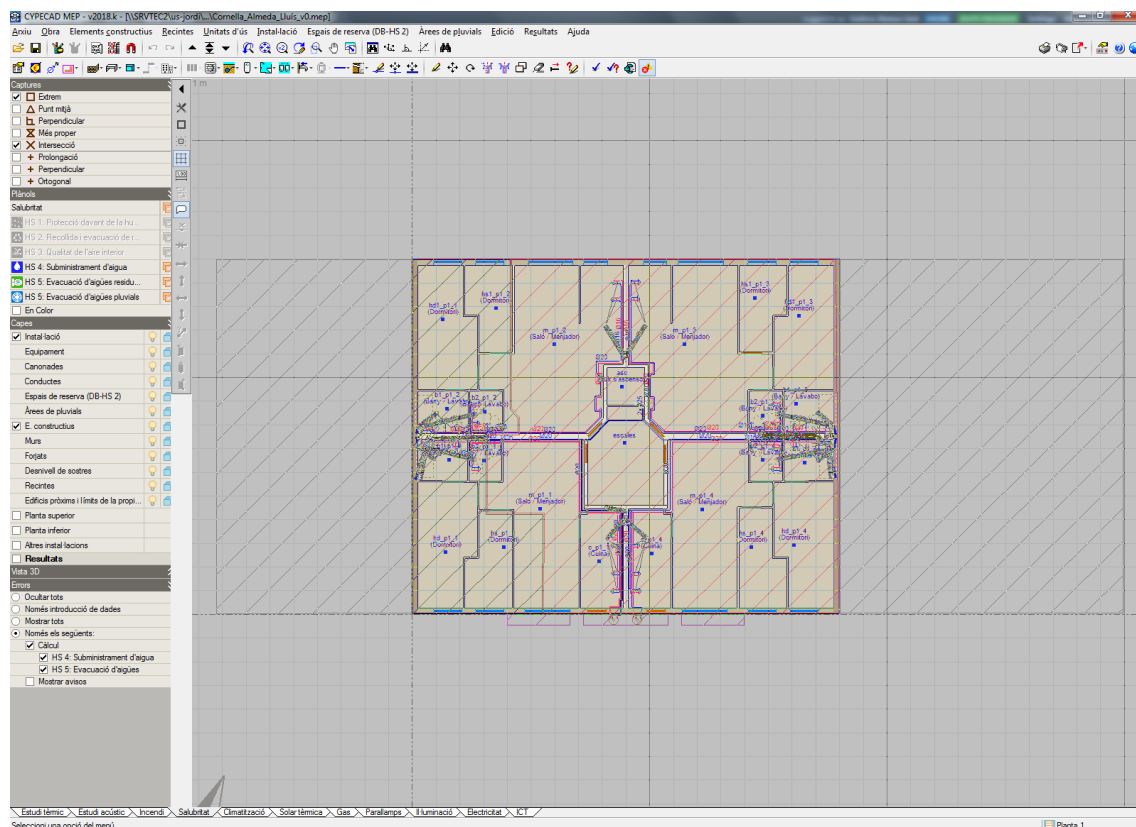
Pel que fa els dos programes més usats, el CYPECAD i el CYPECAD MEP, es farà una petita explicació de les seves funcionalitats. En la II-lustració A-2 s'observa la interfície del CYPECAD. S'observa que consta d'una finestra superior amb totes les accions que es poden realitzar, una inferior amb les diverses pantalles de treball i entremig l'àrea de treball. El programa és seqüencial, és a dir, primer es comença a modelar a la pestanya d'entrada de pilars el que ve a ser l'estructura vertical: plantes, pilars i altres elements. Un cop dissenyat l'organització estructural vertical toca fer l'horitzontal a la pestanya entrada de bigues. En aquesta secció, com es pot veure a la II-lustració A-2, es pot crear i editar bigues, càrregues, murs, panys i fonamentació. Apart també és la pestanya on es pot calcular l'estructura general. Després del càlcul d'esforços toca revisar els resultats en les pròximes quatre pestanyes: resultats, isovalors, deformada i seguretat i salut. Un cop realitzats tots els càlculs i revisions necessàries a la part superior a la dreta de la finestra superior podem generar els informes i plànols de l'obra. En la mateixa localització també es pot exportar l'arxiu en format IFC i vincular-lo a un projecte BIM.



*Il·lustració A-2. Interfície de treball de CYPECAD*

Pel que fa al programa CYPECAD MEP, a la Il·lustració A-3 es pot observar que té una interfície similar al CYPECAD. La finestra inferior es pot seleccionar en quina àrea de la instal·lació es vol treballar, en la superior es seleccionen les accions que es vol fer servir, específiques per cada finestra de treball dependent de la instal·lació i entremig la l'àrea de treball. La diferència entre les dues interfícies és la finestra situada a l'esquerra de la il·lustració. En aquesta varia dependent en l'àrea de treball en que s'estigui treballant, però acostuma a tenir les mateixes accions a realitzar. Aquestes són la selecció de les diverses normes que es volen complir, la selecció dels ajuts de selecció de punts a l'hora d'editar, la selecció de capes de visualització i la selecció del tipus d'errors que es volen observar.

A diferència de CYPECAD els resultats de càlcul i els anàlisis es presenten en la mateixa finestra de treball, no en una finestra a part. Com a CYPECAD les opcions de crear plànols i informes o exportar l'arxiu de l'obra en format IFC o vincular-lo a un projecte BIM es situen a la part superior a la dreta de la finestra superior.



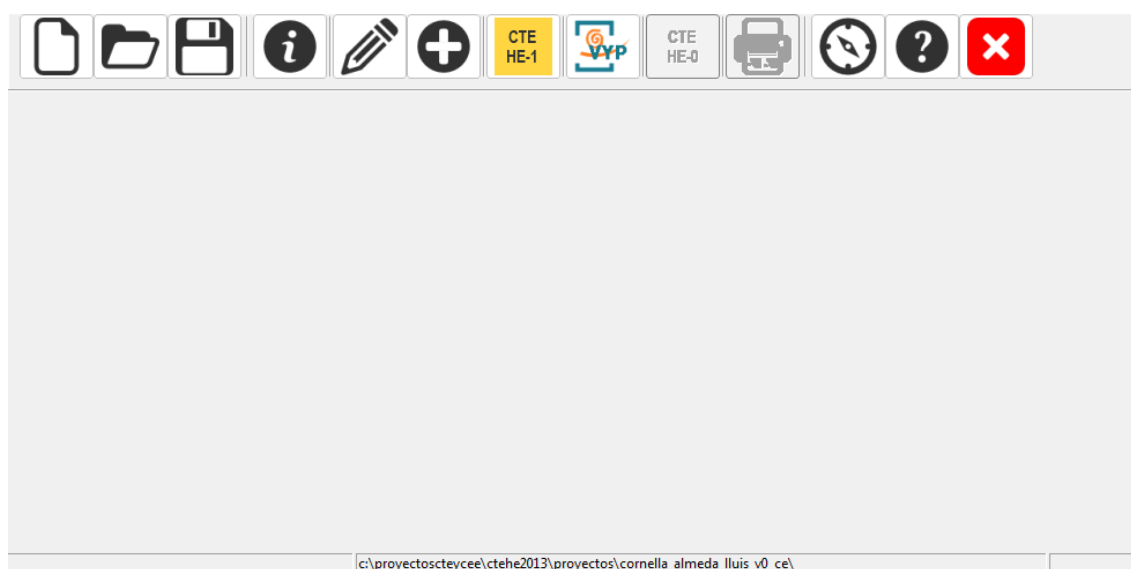
Il·lustració A-3. Interfície de treball de CYPECAD MEP

## A.2. HULC

Els softwares de disseny del BIM tenen la possibilitat d'exportar l'obra o l'estudi de part de l'obra a unes plataformes o programes normalment dissenyats pel govern corresponent del país on s'està treballant. La funció d'aquests es comprovar i assegurar-se que l'obra dissenyada compleix les normatives establertes per edificacions. Les lleis i regles depenen del país o regió on l'obra estigui sent construïda. Un cop comprovat que l'obra compleix els requisits necessaris, el software de verificació atorga els certificats d'obra segura i viable a l'obra dissenyada. També pot atorgar altres certificats no necessaris per l'execució de l'obra però que poden aportar valor a aquesta com els certificats verds mediambientals. Els programes que es poden fer servir a Espanya és el HULC.

L'acrònim prové de Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC). Aquest software està dissenyat pel Ministeri de Foment per tal que les empreses puguin registrar l'obra amb el certificat d'eficiència energètica necessari, el CTE. El Código Técnico de la Edificación (CTE) és el marc normatiu que estableix les exigències que han de complir els edificis amb relació

amb els requisits bàsics de seguretat i habitatge establerts a la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE). HULC és un software fet servir especialment per saber la certificació energètica associada a la nostra obra. No és una bona aplicació per la modificació de les parts de l'obra com la geometria o la creació de nous objectes. És útil per fer el càlcul corresponent a la CTE HE-1 i la CTE HE-0, normes que s'han de complir en l'àmbit de l'estudi energètic i tèrmic. Tal com podem observar a següent imatge el software consta d'una interfície molt senzilla en la qual podem accedir a diverses funcions.



*Il·lustració A-4. Interfície principal del HULC*

La primera activitat que es pot observar seria l'associada al símbol de informació, aquí es determinen les dades generals de l'obra com ubicació, dades de la llum solar, orientació i propietats tècniques. La següent, es troba on el enllaç amb el llapis, on es pot editar la geometria de l'obra i les propietats dels elements que componen l'obra. També és possible visualitzar de manera senzilla i per plantes la geometria 3D. Aquesta opció simula les modificacions que es poden realitzar en els softwares CYPE per si s'ha de fer una petita modificació, no és possible crear l'obra de zero. La pròxima activitat associada al signe de suma serveix per determinar capacitats addicionals d'evolvents. Les capacitats poden ser l'assignació o modificació de ponts tèrmics i determinació de capacitats específiques per elements especials per l'evolvent.

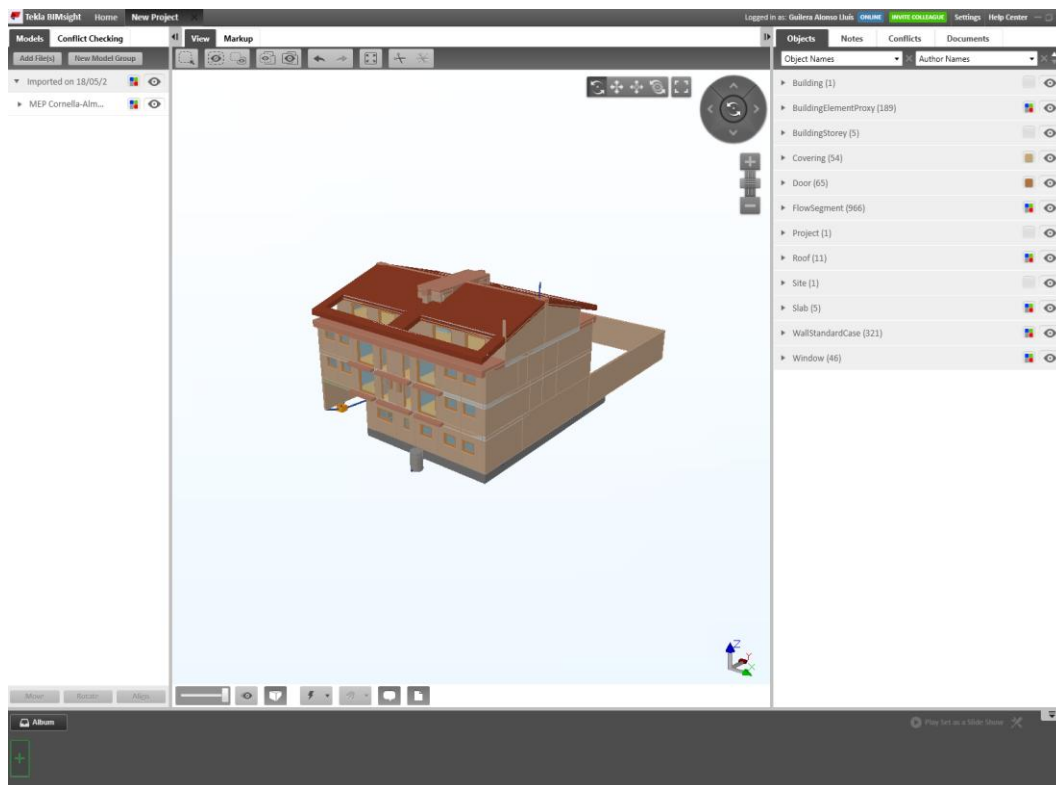
L'última opció on podem editar l'obra es el requadre amb les sigles VYP, aquí es pot assignar diferents sistemes de ACS i de climatització. Després de determinar tots els sistemes

necessaris es pot fer el càlcul dins d'aquesta activitat per tal d'aconseguir la certificació energètica. Aquí mateix podem calcular quin model d'edifici tenim, catalogat de nivell A G, sent el nivell A el nivell per edificis amb una gran eficiència energètica i G amb una eficiència energètica pèssima. Per últim, les opcions amb les sigles CTE HE serveix per poder calcular les normes CTE HE-1 i CTE HE-0, i esbrinar si la nostra obra compleix o no les lleis establertes.

### **A.3. TEKLA BIMsight**

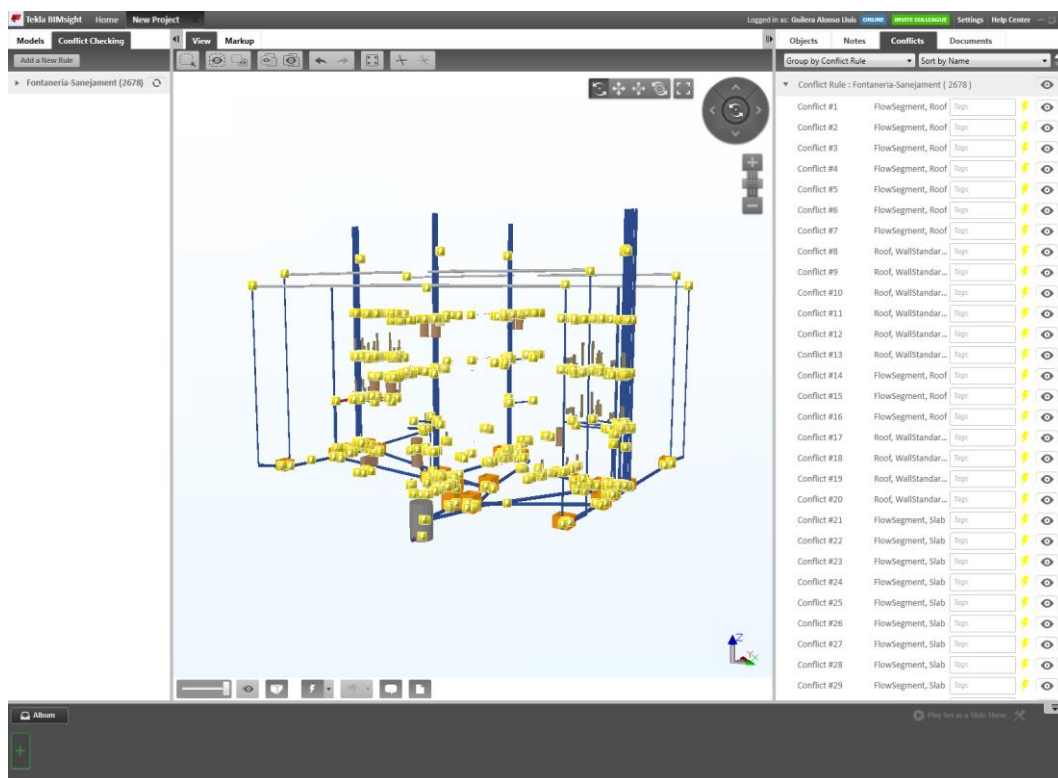
És un software visor de IFCs. La seva funció és representar el model 3D de l'obra i poder observar-la amb un detall que els softwares de disseny no poden assolir. Com es pot veure a la Il·lustració A-5, el programa presenta una interfície on en la zona central es pot orientar la càmera de visió en el punt on sigui de conveniència. A la finestra situada a l'esquerra s'anirà incloent tots els IFCs que s'adjuntin al model, tots els que siguin necessaris. Aquí es pot incorporar nous IFCs i actualitzar-los, també es possible seleccionar quins IFCs es vol visualitzar en aquell moment i quins no. A la finestra oposada, a la part de la dreta es pot localitzar una llista de tots els elements que conté el nostre model. Amb elements es refereix amb murs, bigues, forjats, finestres, portes, instal·lacions, és a dir tots els elements relacionats amb l'obra que s'hagi modelat als softwares de disseny. En aquesta finestra també es possible seleccionar quins elements es vol visualitzar i quins no.

En la següent Il·lustració A-6, es pot observar una de les millors avantatges de TEKLA BIMsight, la detecció de col·lisions. A la finestra de l'esquerra existeix l'opció de establir les lleis de col·lisió, és a dir, es pot crear estudis de col·lisions entre els arxius que es considerin necessaris. A la dreta es pot observar un llistat de conflictes on es pot identificar la col·lisió ràpidament. Molts d'aquests conflictes són no influents ja que poden ser trobades de canonades horitzontals amb verticals o entre canonades i sistemes que el visor compta com a conflicte encara que no ho sigui quan simplement es solapen. Davant d'aquest aspecte el programa aporta la capacitat de classificar els conflictes. Sota la imatge 3D del model es pot trobar una icona on podem seleccionar la col·lisió desitjada i classificar-la com solucionada en verd; pendent en groc i impossible en vermell. Així es pot seguir un control de tots els conflictes.



Il·lustració A-5. Interfície de treball de TEKLA BIMsight





Il·lustració A-6. Interfície de treball de TEKLA BIMsight

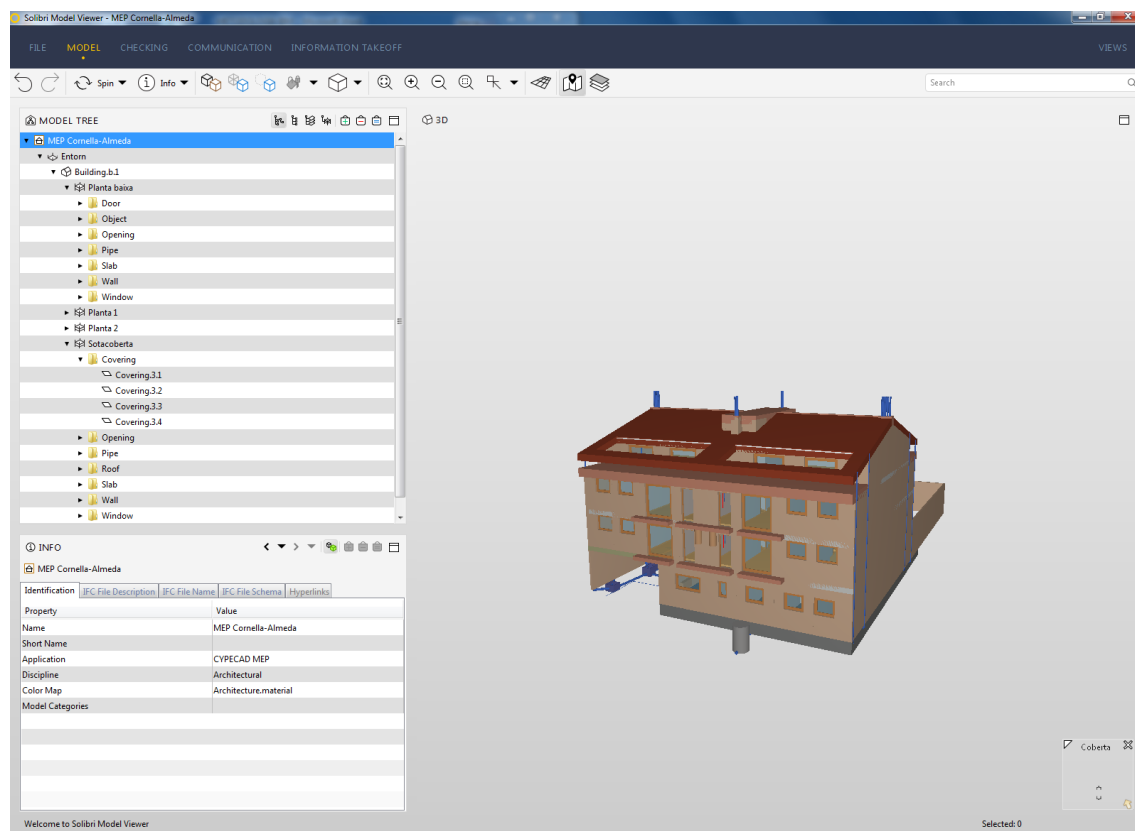
Com s'ha comentat al llarg del treball i es veurà a continuació, existeixen varius programes visors que compleixen les mateixes funcions. Seguidament s'explicaran quins són els avantatges i els desavantatges de TEKLA BIMsight. Com a punt molt positiu cal destacar que és l'únic visor que permet agrupar IFCs d'un mateix projecte, característica molt útil ja que es pot agrupar IFCs de diferents àrees de l'obra per la revisió de col·lisions. Una altra avantatge molt favorable és que també és l'únic visor que concedeix l'opció de fer clashdetection, és a dir, obtenir automàticament les col·lisions entre IFCs o en el mateix arxiu, cosa que suposa un gran estalvi de temps i treball per detectar els conflictes manualment. També és possible recarregar els arxius IFC vinculats un cop que han sigut corregits. Un altre punt positiu del programa és la possibilitat d'emetre informes de correcció, BCFs, al personal que faci falta per tal d'avisar del conflicte trobat. Apart, és possible tenir un registre de traçabilitat de les variades correccions que s'han fet al llarg de la revisió. Per últim, cal comentar que es pot adjuntar arxius a elements del model, normalment d'informació.

Pel que fa als aspectes negatius de TEKLA BIMsight, un d'ells es que avui en dia el programa no és capaç de visualitzar formats IFC4. Suposa un gran problema ja que tots els softwares CYPE especialitzats que s'han de vincular un projecte BIM s'exporten en aquest

format i no es pot exportar-los en cap altre format si estan vinculats en un projecte BIM. Justament els softwares especialitzats en cada àrea de treball no presenten tota la informació de l'obra en un mateix arxiu i necessita ser revisada fent un control de col·lisions amb els diferents arxius IFC. Un altre aspecte negatiu del programa prové de l'avantatge de la generació automàtica de conflictes. Aquest punt negatiu és que la generació automàtica produeix conflictes que podrien ser obviats ja que son trobades entre canonades horitzontals i verticals o sistemes de la instal·lació que no presenten cap problemàtica. Això suposa una pèrdua de temps al classificar les col·lisions interessants i les que es poden obviar.

#### **A.4. Solibri**

Com ja s'ha comentat anteriorment existeixen varius softwares de visió que aporten les mateixes funcions. Solibri és un visor que com TEKLA BIMsight ajuda a la detecció de conflictes i millora la presentació del model 3D respecte els visors dels softwares de modelat. Com es pot veure a la Il·lustració A-7, presenta una interfície similar al TEKLA BIMsight. Té una pantalla principal on es pot anar modificant la posició de la càmera per localitzar les parts que ens interessin estudiar i una finestra a l'esquerra que presenta un llistat d'elements de l'obra classificats per carpetes de cada element dins de cada pis.

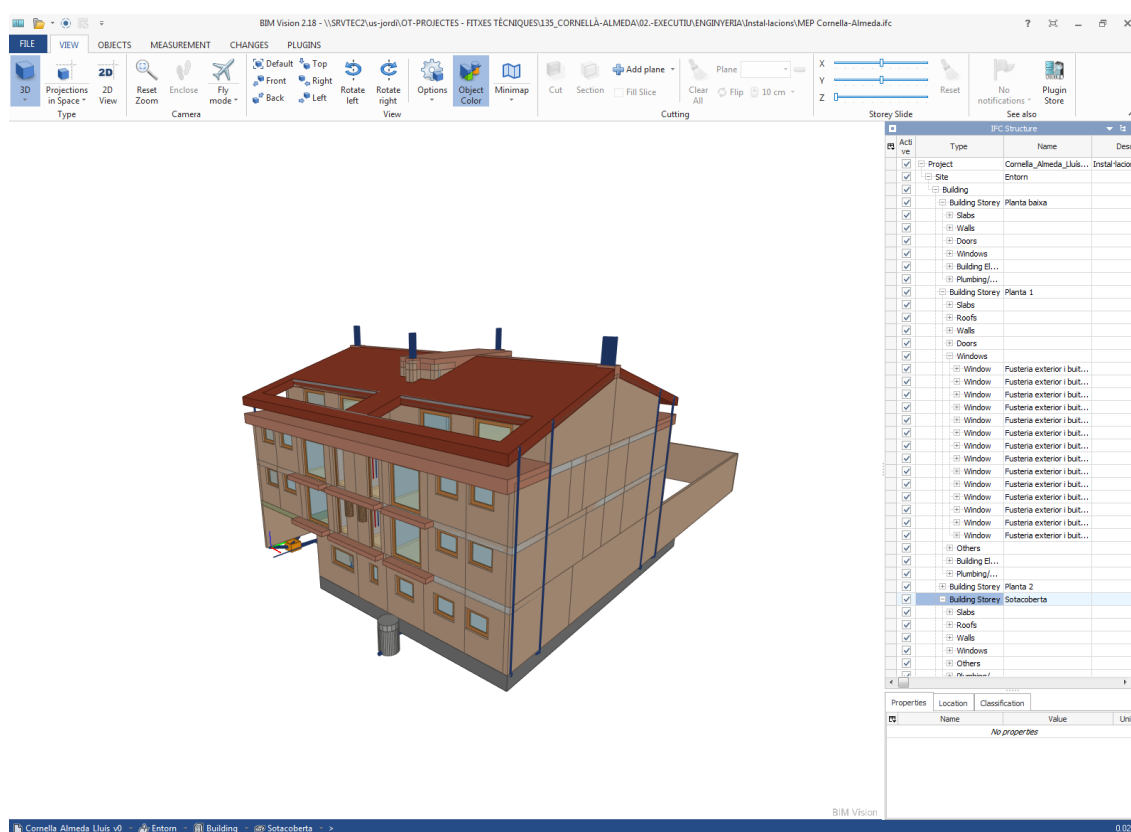


*Il·lustració A-7. Interfície de treball de Solibri*

Pel que fa respecte el TEKLA BIMsight, un punt a favor pel Solibri és que pot llegir format IFC4, cosa que amb TEKLA BIMsight no és possible. Apart, és un visor més desenvolupat i és capaç de moure's amb total llibertat dins de l'obra per tal de detectar conflictes, amb TEKLA BIMsight és més complicat. Però apart dels aspectes positius anteriors, el Solibri presenta dos grans desavantatges respecte el TEKLA BIMsight. El primer és que no és capaç d'agrupar diferents IFCs dins d'un mateix arxiu per tal de inspeccionar conflictes entre varies instal·lacions. El segon i últim és que no té la capacitat de trobar col·lisions de forma automàtica, per tant s'ha d'estudiar l'edifici àrea per àrea revisant manualment si hi ha cap problemàtica cosa que suposa una quantitat de temps de treball exagerada. Donat les característiques anteriors és lògic que el Solibri es faci servir només per visualitzar el model 3D de manera més detallada i no per detectar col·lisions de primeres. És a dir, fer un primer estudi ràpid de col·lisions al TEKLA BIMsight i després, si escau, revisar la col·lisió en detall al Solibri.

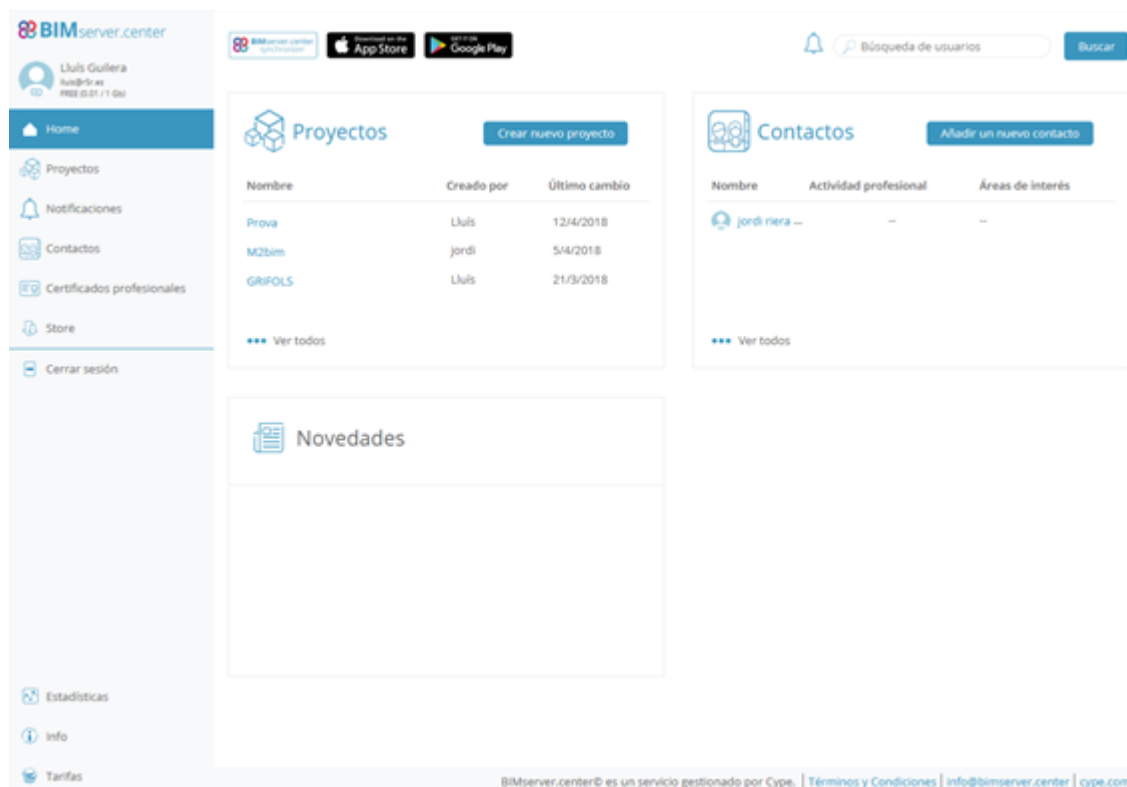
## A.5. BIMVision

És l'últim software visor que es comentarà i té característiques molt similars al Solibri. Com es pot observar a la imatge, presenta una interfície casi idèntica als dos programes comentats anteriorment. Incorpora una pantalla principal on es pot situar la càmera en la posició que es desitgi, una finestra a la dreta on hi apareix un llistat d'elements organitzats per tipus i per planta. La diferència entre els altres dos és que presenta més opcions de visualització com per exemple el mode avió. Pel que fa a les seves característiques, aquestes són molt similars al Solibri. Presenta una capacitat de visualització major que TEKLA BIMsight i pot llegir format IFC4. Però li manca la possibilitat d'incorporar varius arxius IFC en un mateix arxiu i la capacitat de fer un estudi automàtic de col·lisions. Per tant la seva funció és pot dir que és la mateixa que la del Solibri.



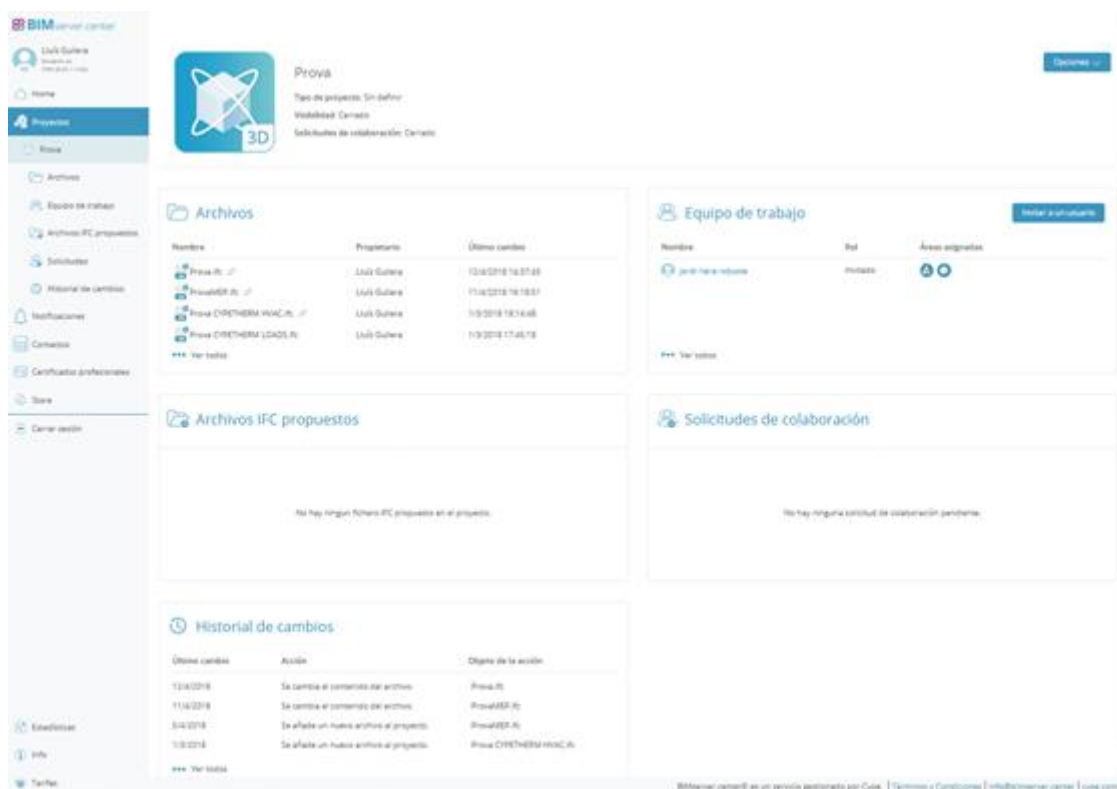
II-Il·lustració A-8. Interfície de treball de BIMVision

## A.6. BIMserver



Il·lustració A-9. Interfície principal de la plataforma BIMserver

BIMserver.center és la plataforma web on tots els usuaris del projecte poden obtenir o intercanviar informació sobre el model. És una plataforma senzilla que és de fàcil utilització. disponible a appstore i google play per mantenir-se informat del projecte en tot moment. Tal i com es pot observar en la Il·lustració A-9, la plataforma BIMserver és un espai de treball i trobada entre els diferents usuaris amb una interfície senzilla i clara. Aquesta plataforma de comunicació és totalment gratuïta amb un 1Gb de memòria, només cal registrar-se per poder-la fer servir. Però també es possible de contractar una tarifa per tal d'augmentar el nombre de Giges d'emmagatzematge, el nombre d'usuaris dins d'una mateixa compte, de col·laboradors i de projectes. En aquesta es pot organitzar el nostre ambient de treball. Està dividida en diferents apartats: projectes, notificacions, contactes, permisos professionals i tenda.



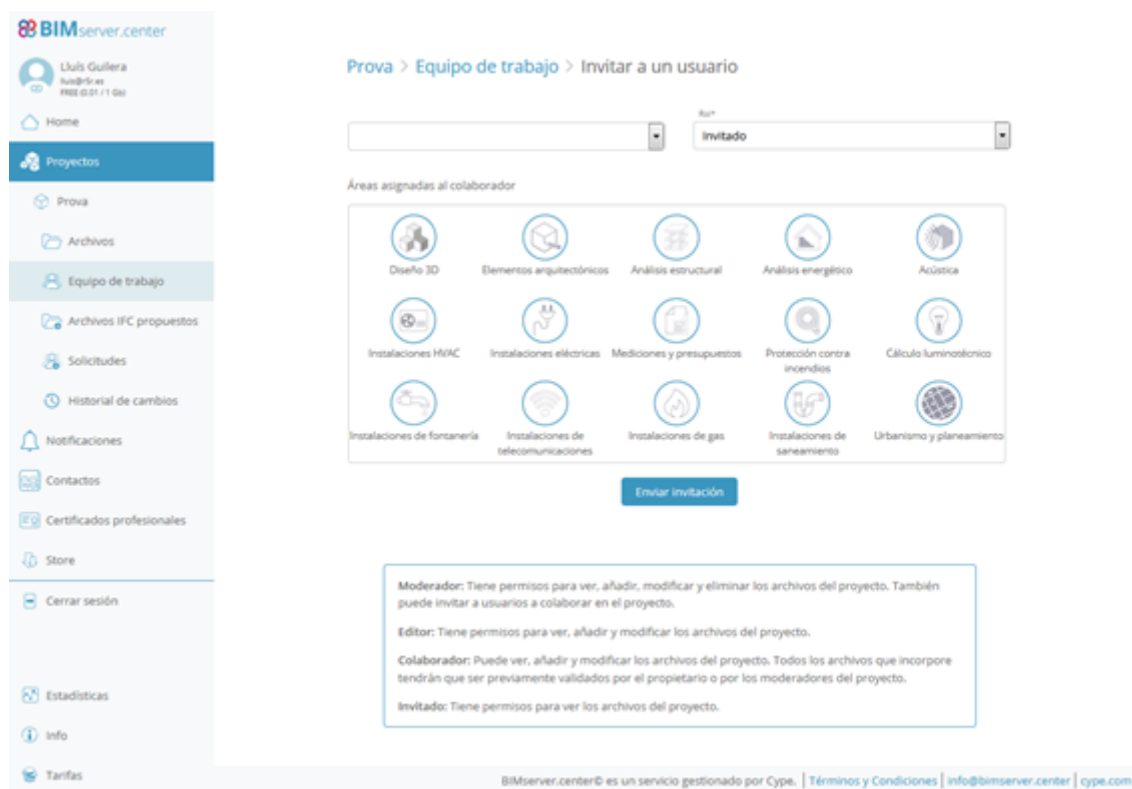
Il·lustració A-10. Interfície principal d'un projecte en la plataforma BIMserver

Dins de projectes es troben tots els projectes els quals l'usuari es troba implicat. Aquí es possible crear un nou projecte determinant el nom de projecte, quin tipus de projecte es vol crear, les opcions de visibilitat, les opcions de col·laboració (obert, obert als contactes o tancat) i una descripció del projecte. Un cop entrat en el projecte desitjat es possible realitzar varies tasques depenent del nostre rol. La primera es obtenir o modificar els arxius associats al projecte sempre que es tingui permís. Una altra activitat es consultar els participants del projecte, saber quin és el seu rol dins del projecte i la seva funció, apart es pot trobar el contacte d'aquest per tal de comunicar-nos de manera ràpida. Les següents dues tasques estan associades al propietari del projecte, el BIM Manager. Es tracta d'acceptar o rebutjar els arxius IFC proposats i les sol·licituds de col·laboració. Per últim es pot consultar l'historial de canvis en el projecte per tal de portar un seguiment del model. A l'hora d'afegir participants al projecte, el BIM Manager ha de determinar el rol de l'usuari que s'incorpora i les àrees de treball d'aquest. Les àrees possibles a assignar es poden observar en la Il·lustració A-11i els rols que es poden assignar són els següents:

- **Propietari (Manager):** La funció, ja descrita abans, és crear el projecte BIM en el

servidor BIMserver (explicat a continuació), dissenyar el pla i l'equip de treball, assignar els rols a cada participant del projecte, dirigir aquest equip, supervisar el correcte funcionament del projecte i guiar als participants en la metodologia BIM.

- **Moderador:** La seva funció és ajudar al propietari en la supervisió del projecte i en la seva correcte execució. També pot actuar com a editor del projecte. Té permisos per veure, afegir, modificar i eliminar els arxius del model. També pot convidar a usuaris per col·laborar en el projecte.
- **Editor:** El seu paper és desenvolupar el projecte incorporant arxius de tot tipus com càlculs estructurals, informes, plànols, etc. Té permís per veure, afegir i modificar els arxius del projecte.
- **Col·laborador:** Aquest rol té una funció similar a la del editor, però més restrictiva. S'acostuma a assignar a les empreses externes. Pot veure, afegir i modificar els arxius del model, tot i que, tots els arxius que incorpori hauran de ser validats prèviament pel propietari o pels moderadors del projecte.
- **Convidat:** És el rol amb menys funcionalitat dins del projecte. Normalment s'assigna aquest rol al client per tal que pugui revisar l'evolució del projecte. Només té el permís per veure els arxius del model.



*Il·lustració A-11. Interfície d'addició de participant en la plataforma BIMserver*

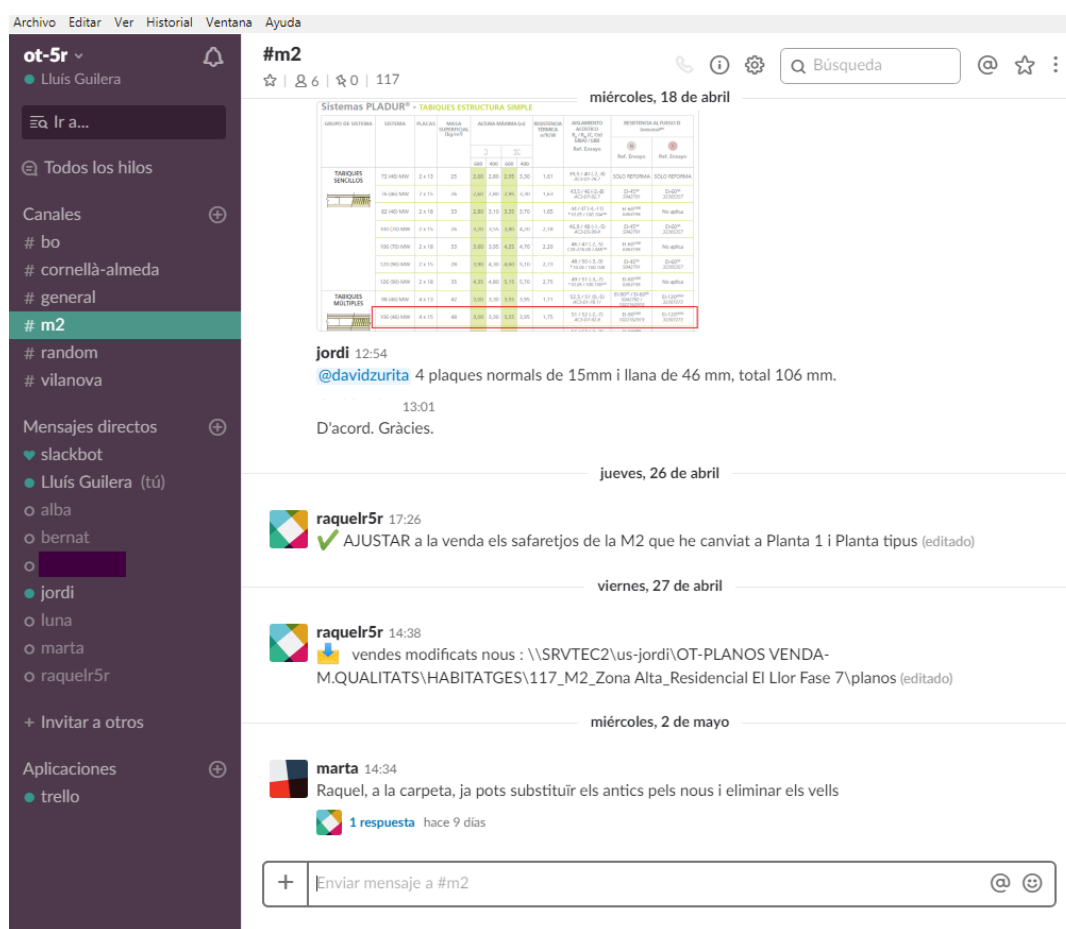
Els altres apartats de la plataforma BIMserver són:

- Notificacions: on es possible administrar tots els avisos dels projectes implicats.
- Contactes: on es pot trobar una llista amb tots els nostres contactes de treball i buscar nous contactes.
- Certificats professionals: on es pot afegir certificats professionals relacionats amb l'àrea de treball del usuari i fins i tot sol·licitar certificats relacionats amb la metodologia BIM a organitzacions com l'Agencia de Certificación Profesional de la Edificación y la Arquitectura SL.
- Tenda: on es possible comprar llicències de softwares BIM, la majoria de CYPE. Algunes són gratuïtes.



### A.7. Slack

És una plataforma de comunicació on els usuaris traspassen i intercanvien informació entre ells sobre els diferents projectes. És una eina molt útil davant de la creació d'avisos i compartició d'informació ja que presenta un format molt interactiu, fàcil de mantenir un fil de conversació, molt més efectiu que e-mail. A la Il·lustració A-12 es pot observar com és la interfície de Slack. A la finestra esquerra es pot observar com tenim diferents fils oberts on comunicar-se. Els superiors en l'apartat de canals es refereixen a xats grupals on els diferents usuaris poden participar de manera continuada i interrompuda. Generalment aquests xats grupals serveixen per parlar d'un únic projecte, així separant els diferents projectes en varius xats grupals per tal de prevenir confusions. A baix dels canals es pot observar que també és possible comunicar-se personalment amb una persona. Apart et mostra si l'usuari està connectat o no. També es possible adjuntar tot tipus d'arxius en els xats.



Il·lustració A-12. Interfície de treball de Slack

Una de les característiques més interessants de Slack és la possibilitat de poder associar altres aplicacions a la plataforma. Això és molt útil a l'hora d'organitzar el projecte. Per exemple, per repartir les tasques i informar sobre la seva evolució es pot vincular a Slack la plataforma Trello, explicada a continuació, molt útil per seguir una evolució e les tasques a fer o en curs del projecte. Un cop hi hagi una modificació de qualsevol apareixerà un avís en el xat de que s'ha produït i amb el enllaç corresponent. Per tant vincular aplicacions suposa una gran avantatge per tal de mantenir-se atent en tot moment de qualsevol variació. Seguidament es farà una breu descripció sobre altres aplicacions interessants a aplicar a Slack ja que hi ha una gran quantitat d'aplicacions:

- Google Drive: Plataforma web on es pot emmagatzemar arxius. Vinculada a Google.
- Dropbox: Plataforma web on es pot emmagatzemar arxius.
- Google Calendar: Plataforma web on es pot planificar dates destacades del projecte. Pot servir com agenda. Vinculada a Google.
- Skype: Software que permet realitzar videotrucades online.
- Twitter: Plataforma social on es poden seguir usuaris i canals. Pot ser útil per seguir canals d'informació relacionada amb arquitectura, enginyeria o el projecte.
- Simple Poll: Plataforma web que permet fer enquestes. Útil per exemple per acordar possibles reunions.

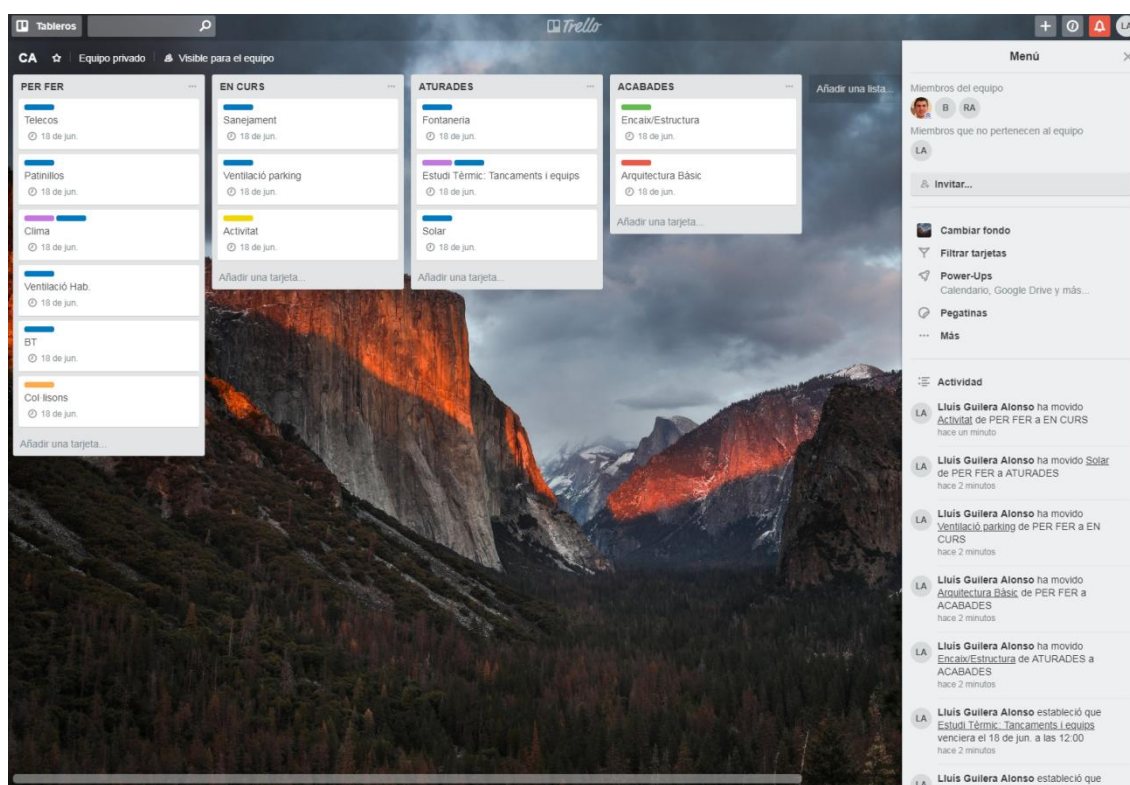
Per acabar, cal comentar que Slack enviarà correus de notificació al correu electrònic vinculat al compte Slack. Aquestes notificacions es poden modificar en cas que es vulguin rebre o no, per tal de no tenir un nombre excessiu de notificacions.

## A.8. Trello

És una plataforma de comunicació que proporciona suport a l'hora d'organitzar les tasques d'un projecte. Es fa servir per classificar els treballs en columnes personalitzades pel mateix BIM Manager. En la imatge, es pot observar la interfície de la plataforma online amb un petit exemple. En aquesta es pot contemplar que les tasques s'agrupen en 4 diferents columnes: per fer, en curs, aturades i acabades. Els participants del projecte poden moure les etiquetes que representen les tasques d'una columna a una altra depenen de la situació en la que

estigui la tasca. L'acció de moure o una etiquetar o modificar-la es notificarà al corresponent canal de Slack dient el responsable d'aquesta, tot i que es poden modificar les notificacions a gust del usuari. L'exemple mostra 4 columnes, però, com s'ha comentat, es pot crear totes les columnes que es cregui necessari.

Les etiquetes es poden personalitzar i modificar de varies maneres a gust del usuari. Per exemple se li pot introduir adhesius de colors com es pot veure en l'exemple per classificar a quina àrea pertany la tasca. També se li pot afegir informació com la data d'entrega, una descripció, etc. A la dreta de la interfície es pot observar informació del projecte com els usuaris que participen en el projecte, opcions per modificar el projecte Trello i un historial de moviments. Dins de les opcions per modificar es troba la opció d'afegir Power-Ups. En aquesta es pot vincular la plataforma Trello amb altres aplicacions com Slack, Google Calendar, etc.

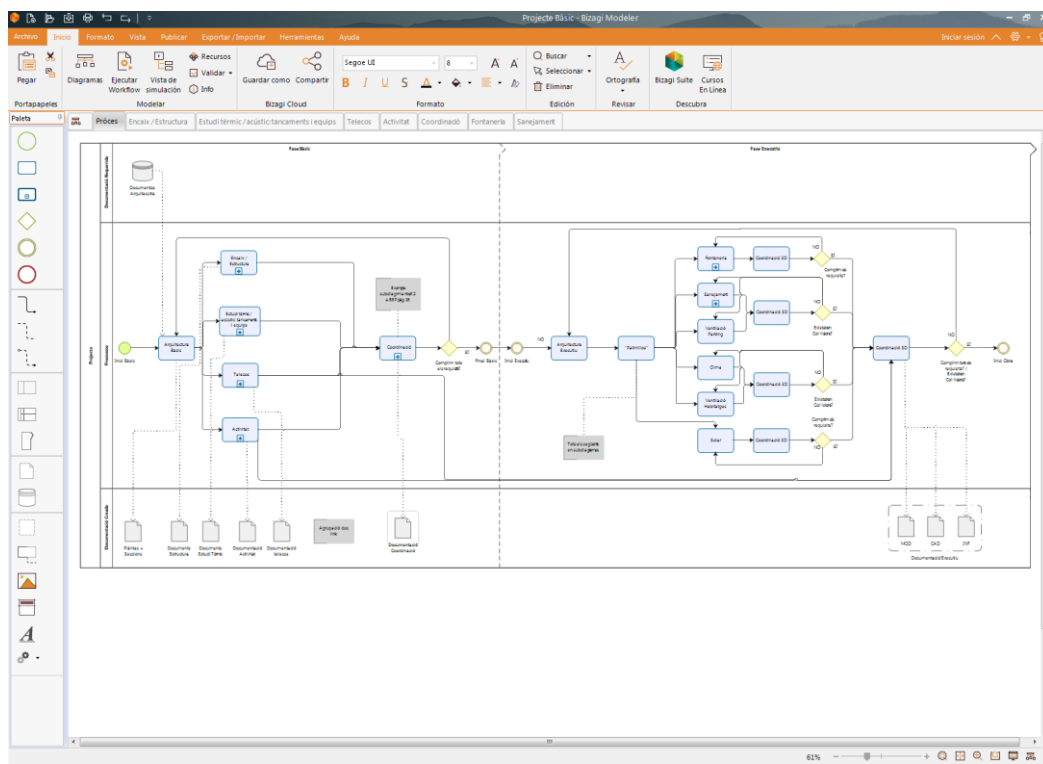


Il·lustració A-13. Interfície de treball de la plataforma Trello

## A.9. Bizagi

La funció del software és crear esquemes i fluxos de treball de tot tipus. És un software molt útil pel BIM a l'hora d'organitzar i crear esquemes de processos. Hi ha l'opció d'aglutinar diferents esquemes dins del mateix arxiu. Molt útil ja que es pot determinar un procés general que contingui subprocessos o processos de nivell inferior. És a dir, dins del procés general es poden generar altres processos i es poden vincular en una etiqueta per tal que re-direccioni directament al esquema del subprocés. Com es pot observar a la Il·lustració A-14, hi ha un exemple del procés general en un projecte de construcció amb diferents subprocessos. Es pot accedir als esquemes dels subprocessos en les etiquetes situades just a sobre de la superfície de treball.

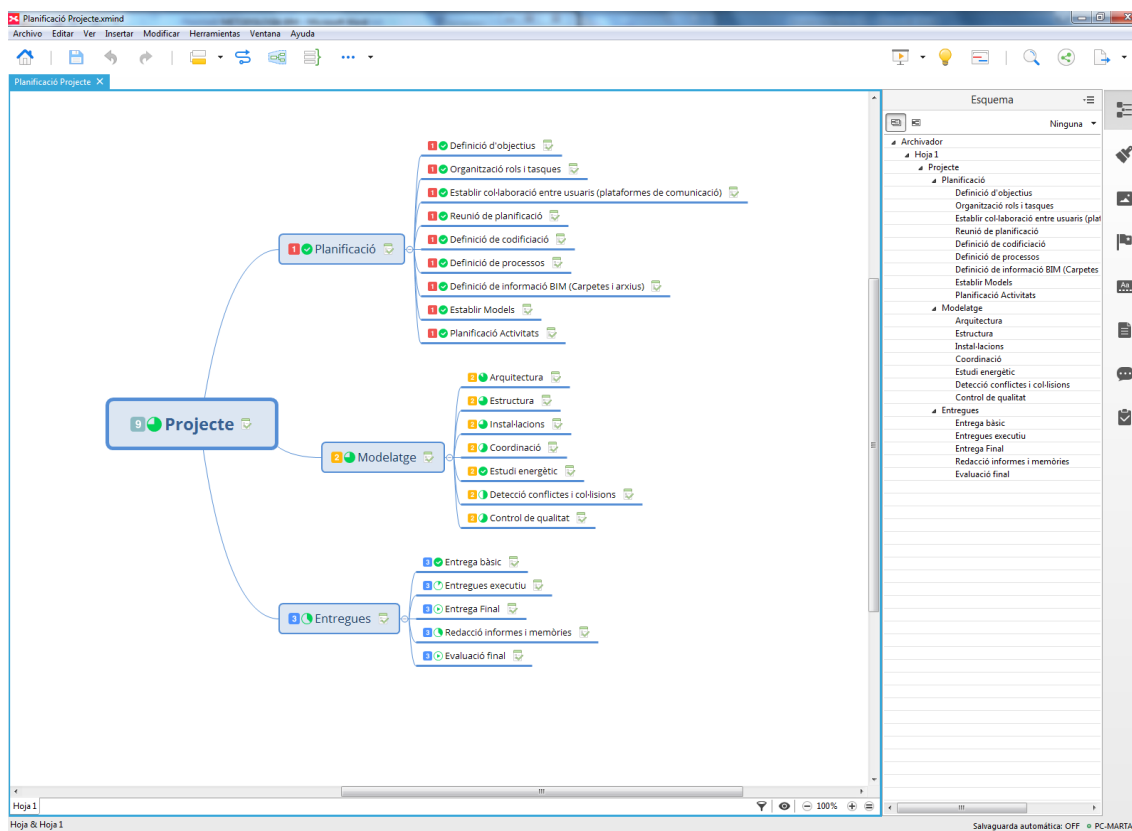
Pel que fa a la interfície de treball es pot observar en la imatge, és un software bastant senzill de fer servir gràcies a la seva simplicitat. Potser degut a la seva simplicitat és difícil mantenir una certa organització amb l'estructura dels connectors. Un cop creat el disseny del esquema gràcies a totes les eines ofertes pel programa es pot generar documentació detallada del esquema Bizagi en format Word o PDF. Apart d'exportar, es poden publicar els esquemes creats en la pàgina web de Bizagi en la etiqueta publicar.



Il·lustració A-14. Interfície de treball del software Bizagi

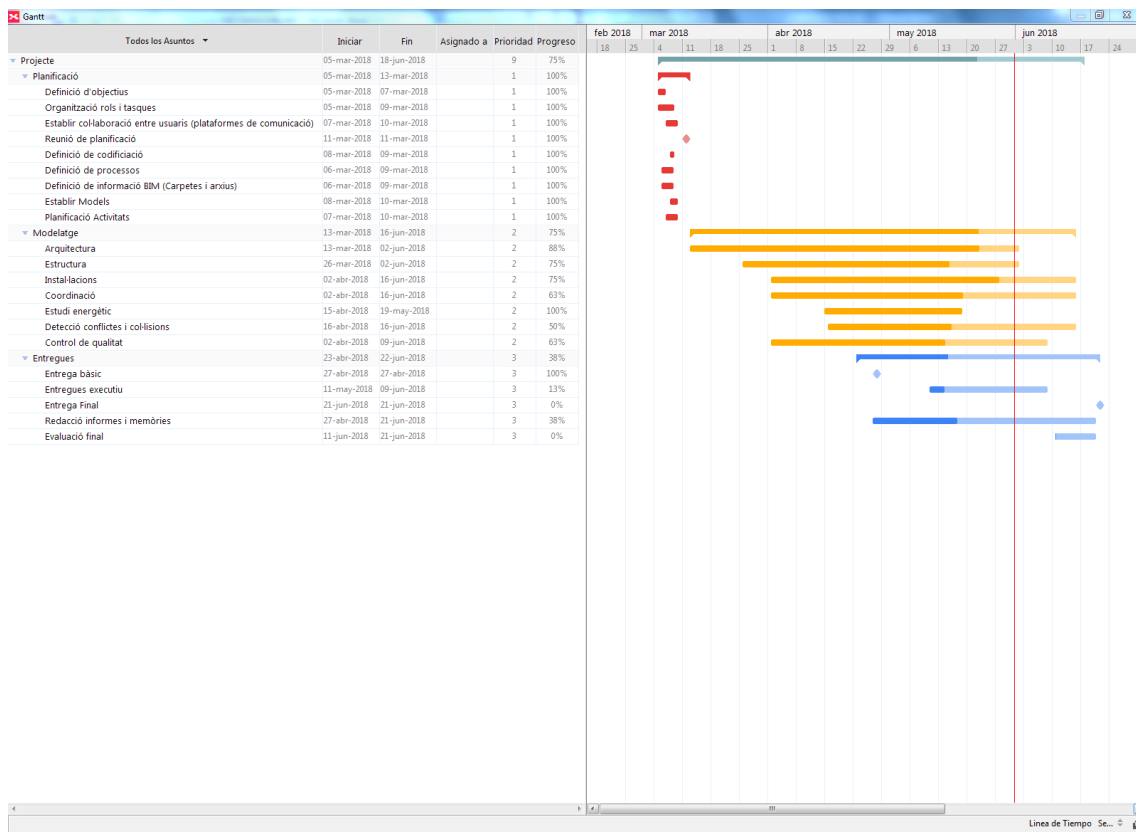
## A.10. XMind

Aquest software, igual que Bizagi, es fa servir per tal de crear diagrames de processos o de planificació, però no és tant complet com Bizagi. És un software gratuït de fàcil ús i fàcil d'aprendre. Com es pot observar a la Il·lustració A-15, la interfície conté amb una pantalla principal de treball i una finestra lateral on es pot trobar la informació del diagrama, opcions de format i d'imatge i tot tipus d'accions possibles. A l'hora de crear el diagrama simplement amb la tecla "enter" es crea un nou grup en el mateix nivell i amb la tecla de tabular es crea un altre grup en un nou subnivell. Les tecles es poden modificar en opcions. Cada grup o tasca se li pot indicar tot tipus de qualitats com ordre de preferència, duració de l'activitat, progrés de la tasca, etc.



II-lustració A-15. Interfície de treball del programa XMind

La gran avantatge d'aquest programa es que et permet exportar el teu diagrama a un diagrama de Gantt, és a dir, un diagrama temporal com el que podem observar a la II-lustració A-16. Aquesta habilitat que té el programa et permet adjuntar en un el diagrama de processos amb el diagrama de planificació del projecte. És per això que el software es fa servir per crear diagrames de planificació temporal.



Il·lustració A-16. Diagrama de Gantt realitzat amb XMind

## B. Diagrames de processos i flux de treball

### B.1. NIVELL 1: Projecte

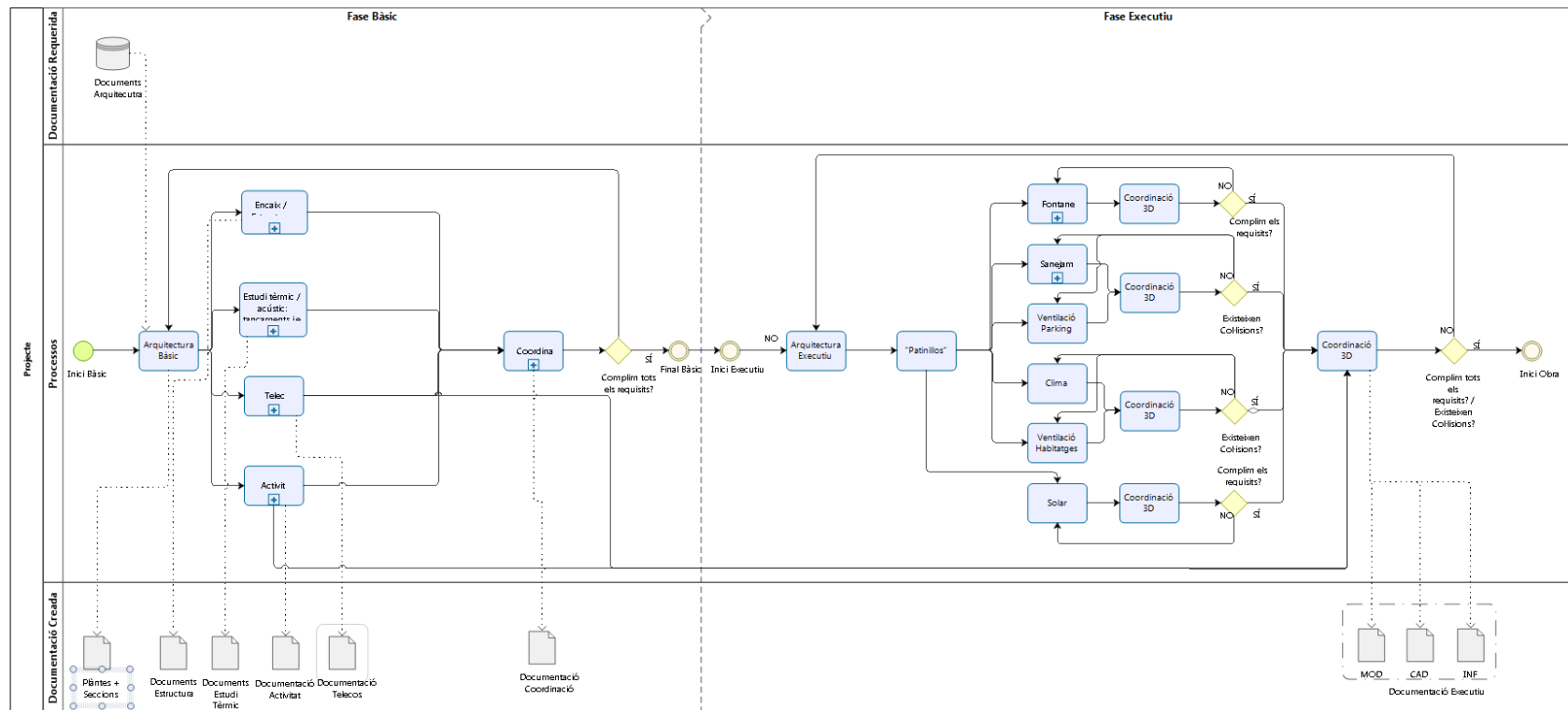


Diagrama B-1. Organigrama del procés del projecte



- Bàsic:

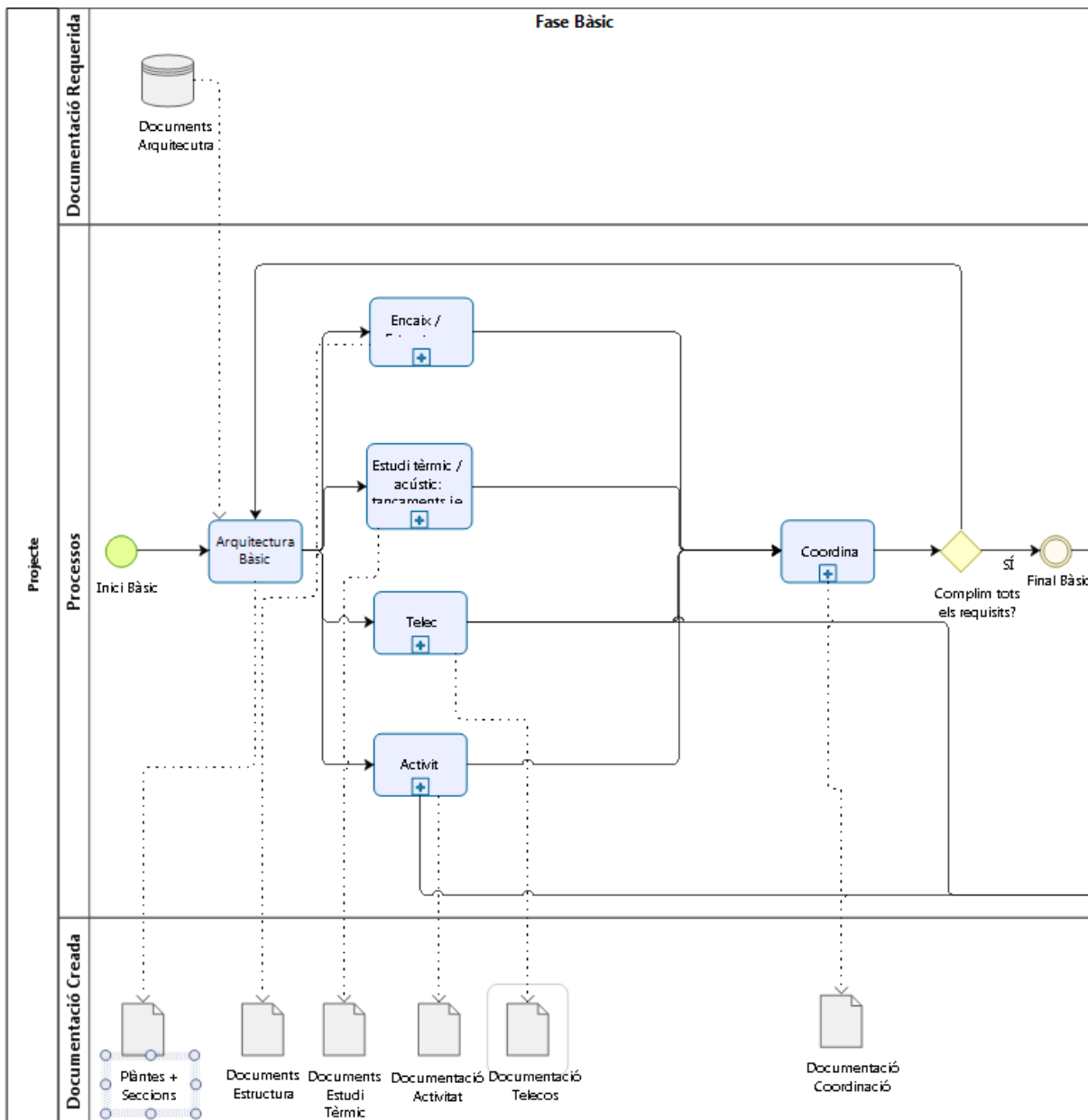


Diagrama B-2. Organigrama del procés del projecte a la fase bàsic

• Executiu:

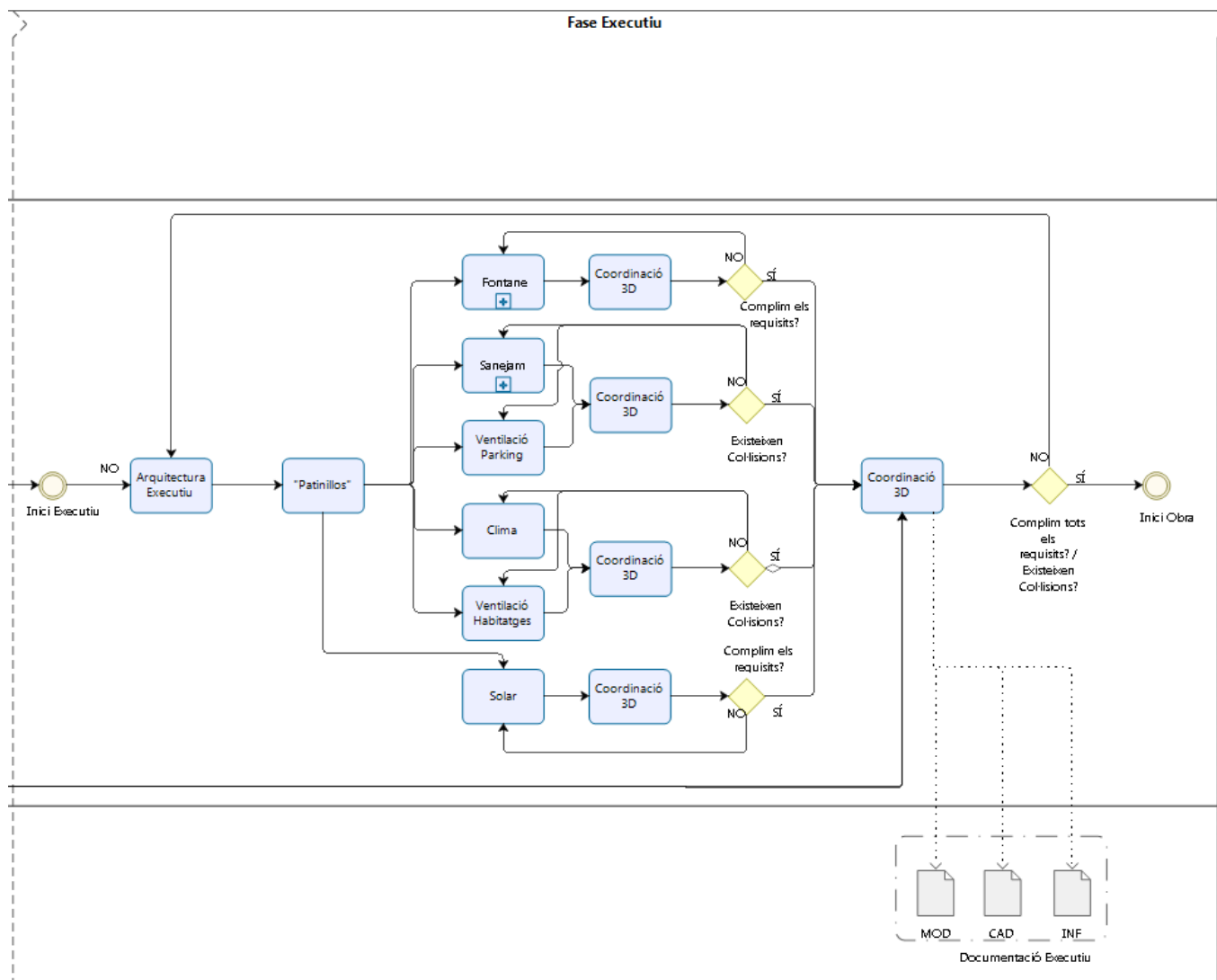


Diagrama B-3. Organigrama del procés del projecte a la fase executiu

L'únic diagrama de nivell 1 dissenyat representa el camí que ha de seguir un projecte per tal d'arribar a la fase d'obra. El camí està ple de tasques a fer representades per requadres blaus, condicions o restriccions representades per icones grogues en forma de rombes. Apart, les tasques descrites originen altres objectes representats amb una foli que representen la informació generada en aquell procés. Al contrari, les icones representades amb contenidors fan referència als documents necessaris pel procés.

Al diagrama 2 es pot observar que està dividit en varies quadrícules. En horitzontal es pot veure tres seccions diferents, la superior és l'espai reservat per tota la documentació requerida que els participants necessitaran per realitzar els processos del projecte. La inferior,

al contrari, és l'espai reservat per la informació creada pels processos. Entremig es troba el cos principal del diagrama on es representen els diferents passos a seguir des del inici del projecte fins a la seva finalització. En vertical, es troba dividit per fases, tantes divisions com a fases hi ha. Les fases que es contemplarà a OT-5R és la fase bàsic, la fase executiu.

D'aquest esquema parteixen els diagrames de nivell 2. Cada procés representat amb un requadre blau i un petit signe de suma dins d'aquest representa un subprocés. Aquest subprocés implica una tasca on hi ha diferents processos i, per tant, un nou diagrama.

### B.2. NIVELL 2: Coordinació

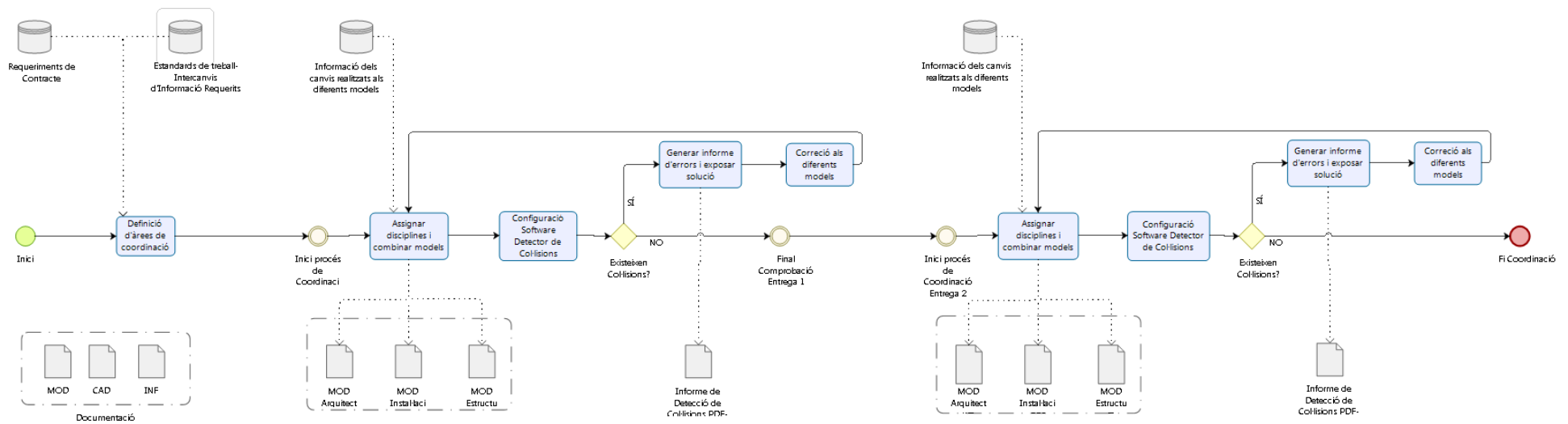


Diagrama B-4. Organigrama del procés de coordinació

El primer diagrama de nivell 2 o subprocés representa el traçat que s'ha de realitzar pels participants responsables de la coordinació. Pel que fa al esquema es compona dels mateixos elements i estructura que l'anterior de nivell 1 però sense cap tipus de subprocés que sorgeixi.

Tots els altres diagrames que es troben en l'annex B tindran la mateixa estructura, però aquest té una particularitat, està separat en entregues. Es troba dividit en entregues ja que la coordinació s'ha de mantenir constant en cada moment del projecte i després de cada entrega el projecte plantejat anteriorment pot variar. El cicle s'anirà repetint seguint el nombre d'entregues que hi hagi. Els altres diagrames no estan separats en entregues.

### B.3. NIVELL 2: Estudi tèrmic / acústic, tancaments i equip

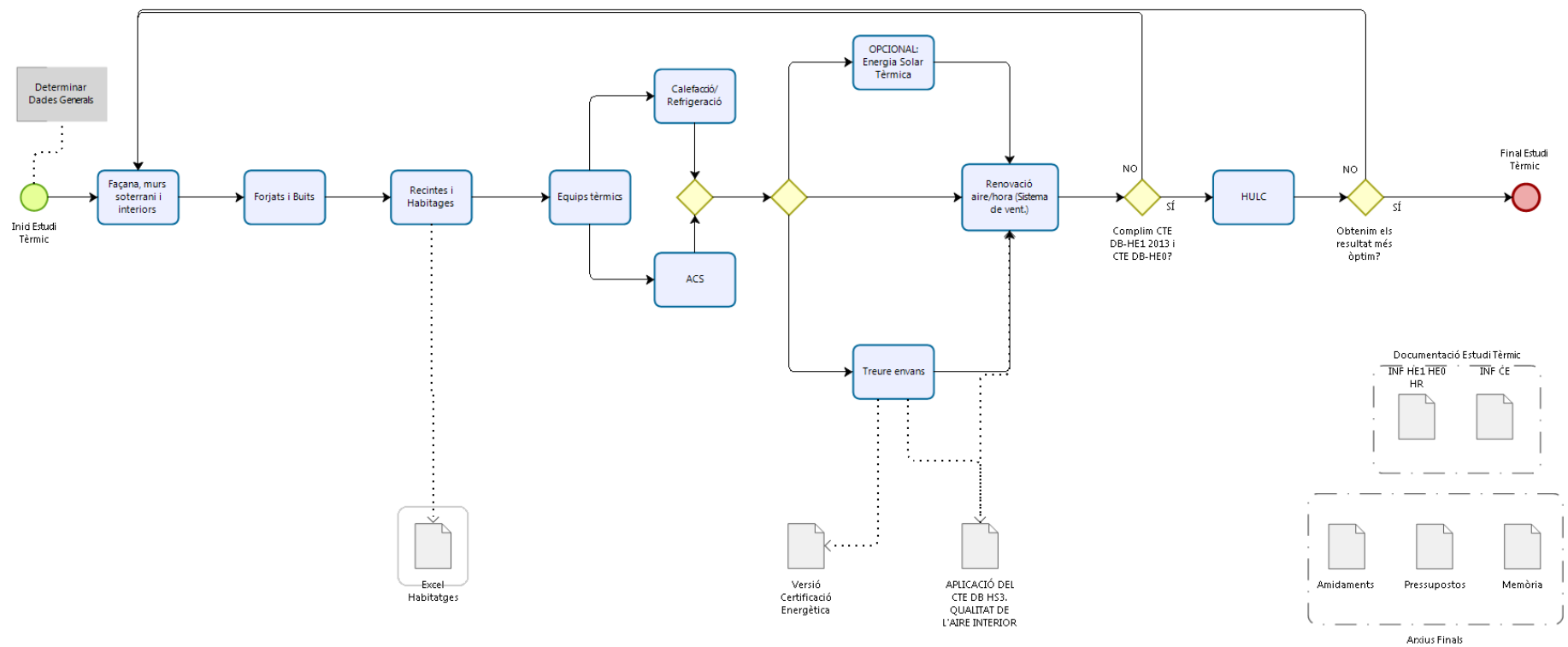


Diagrama B-5. Diagrama del procés del estudi tèrmic



El primer esquema de nivell 2 serveix per determinar les tasques necessàries a l'hora de realitzar el estudi tèrmic i la certificació energètica. Com es pot observar en aquest diagrama de flux i es podrà observar en els següents l'estructura és similar per tots. Una part principal on es reflecteix tots els processos que s'ha de dur a terme i a la part superior i inferior la informació que es requereix i la que es crea en els processos respectivament. No hi ha fase bàsic o executiu ja que la tasca es durà a terme de la mateixa manera en les dues fases.

A partir d'ara els esquemes segueixen la mateixa estructura.

### B.4. NIVELL 2: Encaix / estructura

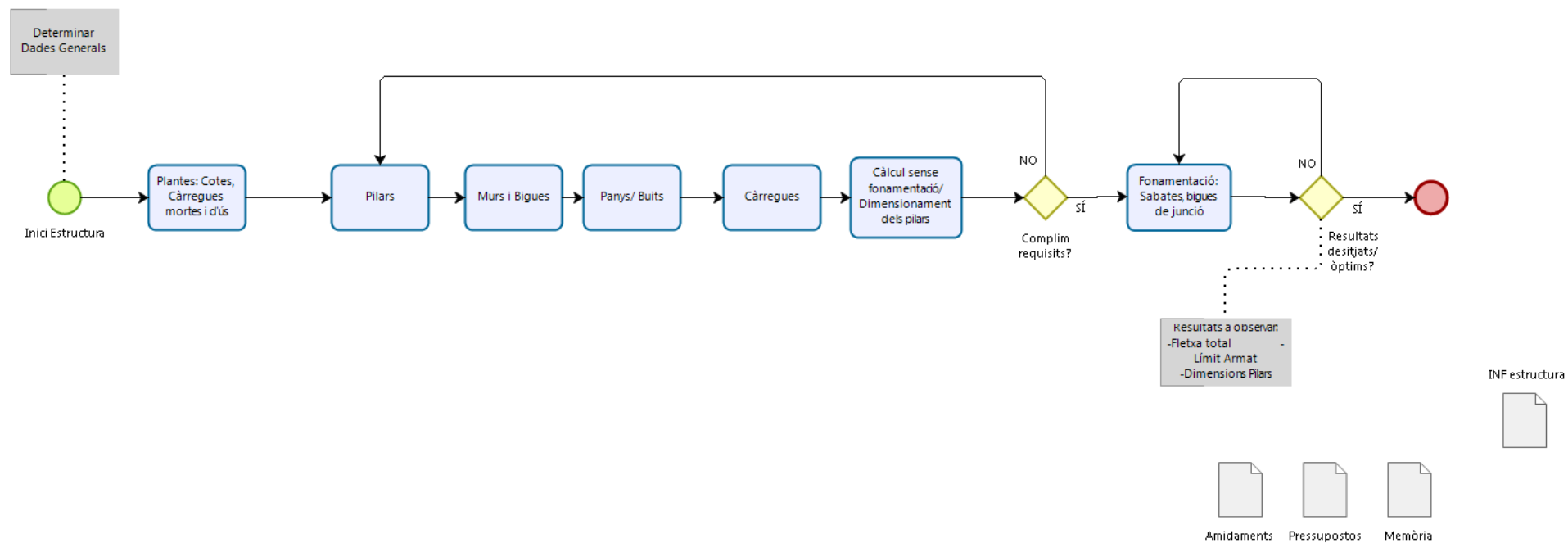


Diagrama B-6. Diagrama del procés de l'estructura



### B.5. NIVELL 2: Fontaneria

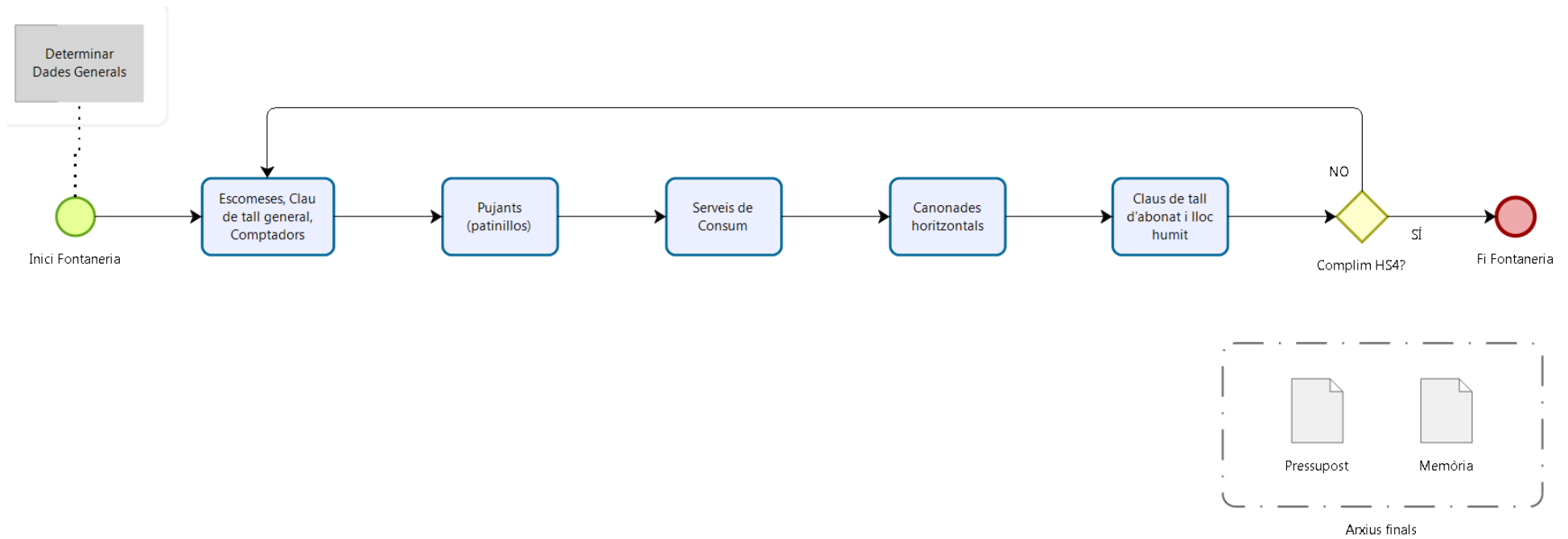


Diagrama B-7. Diagrama del procés de la fontaneria

### B.6. NIVELL 2: Sanejament

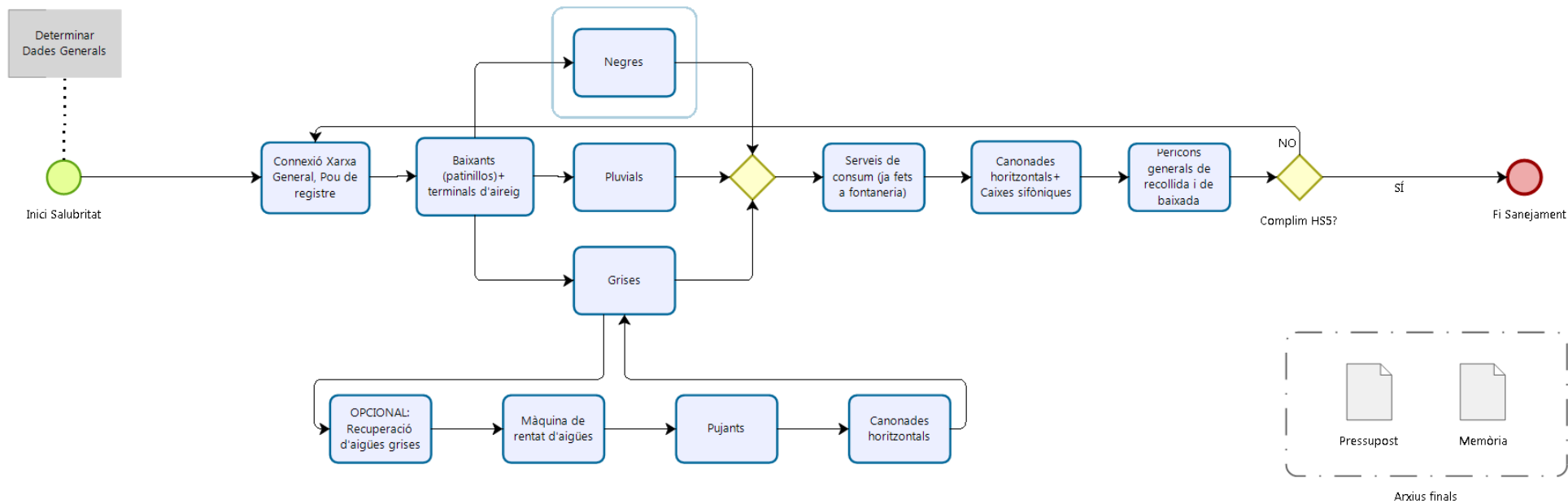


Diagrama B-8. Diagrama del procés del sanejament

## C. Memòria Cornella-Almeda

El solar on s'iniciarà l'obra es troba ubicat al municipi de Cornellà de Llobregat a la comarca del Baix Llobregat amb una alçada topogràfica de 27m. Es tracta d'una parcel·la que té una superfície de 544,50 m<sup>2</sup>, lliure d'edificacions existents i de geometria rectangular i topografia plana, emplaçada al centre de la ciutat i totalment urbanitzada formant part del sòl urbà consolidat del municipi. La parcel·la ocupa la façana del carrer Baltasar Oriol de 18m d'amplada, pràcticament plana. El solar va ésser comprat a un propietari privat, ara el grup promotor és R5R Immobiliaris.

La parcel·la estava ocupada per una edificació amb front al carrer Baltasar Oriol, nombres cinquanta-tres, cinquanta-cinc i cinquanta-set. La finca constava de planta baixa, destinada a habitatge en la que hi havia un rebedor, menjador, cuina, quatre habitacions i un bany, de superfície construïda 107 m<sup>2</sup> i un garatge de 23m<sup>2</sup>. I la planta primera amb dos habitacions amb una superfície de 27m<sup>2</sup>. L'edificació ocupava 130m<sup>2</sup>, sent la resta del solar dedicat a jardí. L'habitatge descrit a la finca registral ha estat enderrocada segons la Llicència atorgada per l'Ajuntament de Cornellà.

La volumetria de l'edifici genera façana en un pati insular, amb una profunditat de fins a 30,25 metres de profunditat de la parcel·la. L'orientació a Carrer de Baltasar Oriol és sud i nord al pati interior. L'edifici constarà de:

- Planta baixa destinada a 1 habitatge, la part baixa dels 2 duplex situats a planta primera i 9 places d'aparcament.
- Tres plantes sobre la rasant, planta baixa + 2 plantes pis destinades totalment a l'ús d'habitatge.
- Espai sotacoberta.

L'espai de reserva de residus situat en planta baixa, a la zona d'aparcament, s'utilitzarà provisionalment com a espai destinat a pàrquing de bicicletes d'ús comunitari. L'espai aprofitable que es genera a sotacoberta serà destinat a golfes no habitables dels habitatges situats a la segona planta, amb una sortida a l'exterior en l'àmbit de menys alçada. La coberta inclinada de l'edifici serà d'accés restringit a personal tècnic especialitzat per feines de conservació i manteniment. mitjançant trapa d'accés i amb la instal·lació d'una línia de vida d'ús obligatori.

**a. Criteris funcionals del projecte:****• Escala:**

L'edifici té un centre de comunicació vertical, amb accés des del Cr Baltasar Oriol. Aquest centre de comunicació vertical estarà compost per un ascensor i escales.

**• Planta baixa:**

La planta baixa constarà d'una llar, la part corresponent al nivell inferior dels dos dúplex situats al primer pis, l'accés a l'edifici i els pisos superiors de les cases i l'accés dels veïns a l'aparcament situat a l'espai lliure de la trama.

Compta amb les escomeses dels serveis i dels serveis generals i complementaris amb les corresponents infraestructures, situades en els espais de circulació i essent-ne, el gabinet dels mesuradors d'aigua i el gabinet de mesuradors d'electricitat i el registre únic de telecomunicacions RITU.

En el passadís que comunica el carrer amb l'espai lliure interior de la parcel·la, amb prou alçada, se situaran les màquines d'aire condicionat / climatització aire condicionat.

**• Primer pis:**

Consta de 4 habitatges per replà, 2 d'elles dúplex amb nivell inferior a la planta baixa.

La disposició dels habitatges estarà en correspondència amb el volum de l'edifici entre mitgeres, i amb orientació al carrer o pati d'illa, i amb una longitud adequada davant de la façana.

A l'interior central de l'edifici es proporcionen l'ascensor, el replà i l'escala del nucli de comunicació vertical, amb il·luminació i ventilació zenital d'1,25 m<sup>2</sup>; el buit de l'escala tindrà la mateixa superfície mínima.

D'aquesta manera, les àrees de circulació i cambres higièniques es troben dins de les llars.

**• Segon pis:**

Consten de 4 habitatges per replà amb accés a l'espai de golfes no habitables de sotacoberta.

- **Sotacoberta:**

El sostre inclinat al pendent del 30% de l'edifici, permet l'ús de l'espai generat a sotacoberta.

Aquest espai està vinculat als habitatges immediatament inferiors del segon pis, amb escales interiors, i romandrà com un espai àtic no habitable.

Els terrats generats a les zones de menor altura amb cobertes planes també s'utilitzaran com terrats d'ús privat per a aquests habitatges.

L'accés a la coberta de l'edifici des de la sotacoberta es fa mitjançant una trampa d'accés, d'ús restringit, on també s'hi ubica l'espai d'ús comunitari de dimensions mínimes d'1,20 x 0,80 i més de 0,05 m<sup>2</sup>.

- **Coberta:**

La coberta inclinada i la coberta tècnica de l'escala no seran transitables, amb accés restringit a personal tècnic especialitzat per a tasques de conservació i manteniment, i amb els serveis tècnics de l'edifici.

Contindrà els elements tècnics de maquinària d'ascensor, antenes i xemeneies, i preinstal·lació del sistema de plaques fotovoltaïques.

S'accedirà per una trampa en l'àmbit del badalot.

S'instal·larà una línia de vida d'ús obligatori. Es necessitaran mitjans específics de serveis tècnics per accedir-hi.

- **Estenedors:**

Els habitatges resolen de forma independent la necessitat d'ubicar l'espai d'estenedor protegit per les vistes, ja sigui a les eixides a la planta baixa, als terrats de sotacoberta i al cos de lames davant de les cuines als dos habitatges al carrer de la primera planta

- **Pati d'illa, espai lliure de parcel·la:**

L'espai lliure de parcel·les està assignat a les 9 places d'aparcament no cobertes, a l'espai per a la reserva de residus, i a les eixides d'ús privat per a les cases situades a la planta baixa

L'espai d'emmagatzematge de residus s'utilitzarà provisionalment com a espai per a vehicles d'ús comunitari, i aquesta disposició es regula en aquest document, així com les normes comunitàries de l'edifici.

Aquest accés del vehicle és prou ampli segons l'alineació del carrer, i donat el sentit descendent de la incorporació al carrer no es contempla pendent, i resultant aquest de l'ordre del 4%.

L'accés rodat mitjançant accés que connecta directament amb el Carrer Baltasar Oriol i el passadís a la planta baixa com a plaça d'aparcament de l'aparcament

Interior, l'accés i sortida dels vianants es comunica amb el vestíbul general de l'edifici en planta baixa.

**b. Criteris compositius del projecte:**

L'edifici és entre mitgeres. Es defineix una composició en simetria al front a carrer, i emfatitzada pel parament de lamelles sobre l'eix. Es disposa d'un aplacat en planta baixa en forma de sòcol.

Tots els habitatges disposen de façana a l'exterior en totes les seves dependències, i amb la orientació corresponent, i tots disposen de balcó i/o eixida o terrat d'ús privatiu.

La disposició dels habitatges de planta baixa s'ha definit sota la premissa de que tots els habitatges gaudeixin d'un espai exterior, ja sigui en forma de balcó o eixida en el pati interior d'illa o terrat d'ús privatiu a sotacoberta

La protecció de la façana de l'asolellament es resol a partir dels voladissos en combinació amb persianes enrotllables d'alumini, a raó cada façana a l'orientació sud-est i nord-oest corresponent.

La façanes tenen un tractament unitari en totes dues orientacions, preponderant la concordança de la mida de les obertures en relació a les dependències a les que donen servei.

Els menjadors-estar i cuines i habitacions principals es resolen a base de balconeres. La resta d'habitacions es resolen amb finestra.

### c. Justificació del compliment de la normativa urbanística, ordenances municipals

A l'hora de iniciar el projecte bàsic s'ha de tenir en compte amb les restriccions i complimentes que imposa la normativa vigent, la Normativa Urbanística Vigent (NUM). Per tant es parteix d'un plantejament inicial el qual s'ha modificat. Aquest plantejament inicial imposa restriccions de tot tipus. Es poden consultar seguidament:

- Alineació de la façana a vial.
- L'altura reguladora (ARM) ha de ser màxima de 10,60m.
- El nombre màxim d'habitatges és de 9.
- La fondària màxima edificable és de 15 metres.
- L'alçada mínima per planta baixa és de 3,70m i per planta tipus de 2,50m.
- La cobertura d'acabament és del 30% de pendent.
- El nombre mínim de places de pàrquing és de 3.

Pel que fa l'aparcament, el projecte s'ajusta als paràmetres de plantejament amb un nombre de 9 places d'aparcament d'automòbil, superior a les 3 places requerides. Sis de les places tenen superfícies inferiors a 80 m<sup>2</sup> i les altres tres d'entre 80 i 130 m<sup>2</sup>.

En el disseny dels habitatges l'alçada lliure entre el paviment acabat i el sostre serà com a mínim de 2,50m en sales i habitacions -amb un màxim d' un 20% de la superfície de la peça amb 2.30m d' alçada - , i un valor mínim de 2,20m en cuines, cambres higièniques i espais de circulació. Els habitatges disposen d'espai per a l'assecatge natural de roba i de l'espai pertinent per a l'emmagatzematge. Com es pot veure en la següent taula l programa funcional admet un màxim de 35 persones.

Planta	Habit.	P.F. – núm. peces	Persones	
			Habitatge	Total
PB	P1	8 peces	6 pers.	6
P1	P1,P4	6 peces	3 pers.	6
P1 duplex	P2,P3	9 peces	6 / 7 pers.	13
P2	P1,P2,P3,P4	6 peces	2 / 3 pers.	10
<b>TOTAL</b>				<b>35 persones</b>

Taula C-1. Nombre de persones/habitatge de l'edifici

## D. Codificació d'arxius

Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6
Projecte	Autor	Codi	Codi	Codi	Data
Codificació del projecte	Empresa autora del doc	Abreviatures de la codificació segons matriu d'intercanvi de la informació	Plantes Pis	Abreviatura	Només incorpora la data quan congelem l'arxiu.
2 inicials + 2 dígits XXAA	2 inicials XX	3 inicials + 4 dígits XXXAAAA	2 inicials XX	2 inicials XX	4 dígits AAMMDD
Sigles i Número any inicial fase			(col. Opcional)		Al moment de lliurar-lo a un altre agent i canviar la versió. L'arxiu últim no contindrà aquest camp = es manté la validesa dels enllaços.  (col. Opcional)
<b>VM16</b>	<b>JR</b> = Jordi Riera	MEM 3081		BS	<b>161213</b>
VM16_JR_MEM3081_BS					
<b>VM</b> = Verge de Montserrat	<b>JR</b> = Jordi Riera	<b>MOD</b> = Model	<b>S1</b> = Soterrani 1	<b>BS</b> , basic	
<b>CJ</b> = Can Julia	<b>MR</b> = Marta Riera	<b>CAD</b> = Plànols	<b>S2</b> = Soterrani 2	<b>EX</b> , executiu	AAMMDD
<b>CA</b> = Cornellà Almeda	<b>BR</b> = Bernat Riera	<b>CAL</b> = càlculs	<b>PB</b> = Planta Baixa	<b>OB</b> , obra	
<b>VN</b> = Vilanova	<b>ML</b> = Miquel A. Luna	<b>INF</b> = Informes	<b>PA</b> = Planta Àtic	<b>FO</b> , final obra (Asbuild)	
	<b>DZ</b> = David Zurita	<b>PRC</b> = Procediments	<b>P1</b> = Planta Primera		



	<b>RA</b> = Raquel Acosta	<b>MEM</b> = Memòria	<b>PT</b> = Planta Tipus		
	<b>LG</b> = Lluís Guilera	<b>ANX</b> = Annex	<b>CO</b> = Coberta		
		<b>PSP</b> = Pressupost	<b>BD</b> = Badalot		
		<b>PCC</b> = Protocol			
		<b>SES</b> = Seguretat i salut			
		<b>ETE</b> = Especificació Tècnica			
		<b>FIT</b> = Fitxa			
		<b>PLN</b> = Pla			
		<b>ACT</b> = Actes			
		<b>(0)(00)(0)</b>			
		<b>Disciplina-Subdisciplina- Fase</b>			
		<b>1er dígit</b>			
		<b>0=ARQ (arquitectura)</b>			
		<b>1=EST (estructura)</b>			
		<b>2=MEP(instal·lacions)</b>			
		<b>3=ACT (activitat)</b>			
		<b>4=AEN (anàlisi energètic)</b>			
		<b>2n dígit</b>			
		<b>Arquitectura</b>			
		<b>00= Arquitectura</b>			
		<b>Estructura</b>			
		<b>00=Estructures</b>			
		<b>Instal·lacions</b>			

		<b>00- Instal·lacions</b>			
		<b>01- Contra incendis</b>			
		<b>02=Acústic</b>			
		<b>03=Telecomunicacions</b>			
		<b>04=Ventilació</b>			
		<b>05=Fontaneria</b>			
		<b>06=Sanejament</b>			
		<b>07=Climatització</b>			
		<b>08=Baixa Tensió (Electricitat)</b>			
		<b>09=Solar (ACS)</b>			
		<b>Activitat</b>			
		<b>00=Activitat edifici</b>			
		<b>01=Aparcament (annex)</b>			
		<b>02= Ventilació</b>			
		<b>03=Contra Incendis</b>			
		<b>Anàlisi energètic</b>			
		<b>00=Anàlisi energètic</b>			
		<b>01=HE1</b>			
		<b>02=HE0</b>			
		<b>03=Certificació energètica</b>			
		<b>3r dígit = Fase</b>			
		<b>0=G0 / LOD 100</b>			
		<b>1=G1 / LOD 200</b>			



Taula D-1. Codificació d'arxius a OT-5R