

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica i Edificació

Títol:

IMPLANTACIÓ DE LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION EN UN DESPATX D'ARQUITECTURA.

Document:

Treball d'investigació. Memòria.

Alumne:

Andrea Raquel Aguilar García

Tutor: Ester Gifra Basso

Departament: Arquitectura i Enginyeria de la Construcció

Àrea: Construccions Arquitectòniques

Convocatòria (08/2020)

“Som el que fem repetidament. L’excel·lència dons, no és un acte, si no un hàbit”

Aristòtil

“La ment que s’obre a una nova idea mai tornarà a la seva forma original”

Albert Einstein

“ En temps de canvis, aquells que estan oberts a l’aprenentatge s’apoderaran del futur, mentre que aquells que creuen saber-ho tot estaran ben equipats per a un món que ja no existeix”

Eric Hoffer

AGRÍMENTS

M'agradaria expressar el meu agraïment a la Dra. Ester Gifra Basso, tutora d'aquest Treball Final de Grau, per la seva paciència i orientació i ajuda.

Als meus pares, pel seu interès i confiança que sempre han mantingut en mi.

Al meu germà pels seus consells en les qüestions de forma del treball, recolzament i estima inqüestionable.

ÍNDIX DE FIGURES

<i>Figura 1.- Producció del Sector de la construcció per països. Font. Informe Euroconstruct.</i>	12
<i>Figura 2 Evolució per subsector en el mercat europeu. Font ITE-Euroconstruct novembre 2019</i>	14
<i>Figura 3 Representació del PIB de la Construcció Espanya. Font. INE</i>	15
<i>Figura 4.- Número d'hipoteques constituïdes sobre habitatges. Font INE.</i>	16
<i>Figura 5.- Preus dels habitatges. Font. INE</i>	17
<i>Figura 6.- Evolució per subsectors en el mercat espanyol. Font ITeC – Euroconstruct</i>	19
<i>Figura 7.- Problemes crònics de la construcció. Font. Juan Felipe Pons.</i>	22
<i>Figura 8.- Sakichi Toyoda (esquerra) i el seu fill Kiichiro Toyoda (dreta). Font. Toyota Motors</i>	26
<i>Figura 9.- Tres llibres que més han construït a Espanya en la difusió de la filosofia Lean Construction. Font. Portades dels llibres</i>	30
<i>Figura 10.- El model 4P basat en llibre de The Toyota Way. Font. Elaboració pròpia basat en llibre de Cristina Ayats¹ i del llibre The Toyota Wya.</i>	32
<i>Figura 11.- Representació de valor per el client. Font. https://beyondphilosophy.com/7-reasons-focus-customer-value/</i>	34
<i>Figura 12.- Representació de les 5s. Font. https://www.tcmetrologia.com/ar/cursos/implantacion-5s-ar/</i>	37
<i>Figura 13.- Representació sistema Andon. Font. http://www.ilean.us/andon/</i>	37
<i>Figura 14.- Representació sistema Poka Yoke. Font. https://pdcahome.com/english/124/poka-yoke-a-method-to-create-a-safe-design/</i>	38
<i>Figura 15.- Representació informe A3. Font. https://es.slideshare.net/IngenieroGonzalez1/solucion-de-problemas-2</i>	38
<i>Figura 16.- Representació Choosing by Advantages. Font. http://prayworks.com/thought-leadership/choosing-by-advantages/</i>	39
<i>Figura 17.- Representació Mapa de Valor. Font. https://consultoriacg.com.br/mapeamento-do-fluxo-de-valor/</i>	39
<i>Figura 18.- Representació Takt time. Font. http://imectech.net/manufacture/en/planning/consulting-in-manufacturing-and-logistics/</i>	40
<i>Figura 19.- Representació d'un tauler kanban. Font. https://www.smartsheet.com/everything-you-need-know-about-kanban-cards</i>	40
<i>Figura 20.- Representació principis Lean. (Casa Lean). Font. González Alcántara. 2013.</i>	45
<i>Figura 21.- Exemple de planificació. Font. http://www.coaatz.org/?p=6208</i>	46
<i>Figura 22.- Representació d'equips multidisciplinaris. Font. www.leanconstruction.org</i>	48
<i>Figura 23.- Esquema de les eines utilitzades per fases. Font. Elaboració pròpia</i>	50
<i>Figura 24.- Diagrama de flux acumulat. Font “Essencial-Kanban-Condesnsed”</i>	57
<i>Figura 25.- Lean Project Delivery System. Font. Juan Felipe Pons 2014 i Ballard 2008.</i>	64
<i>Figura 26.- Agents o participants que integra IPD. Font. Felipe Pons</i>	67

¹ Ayats, C. (2015). LEAN: *Diseño y construcción*. Editorial el Circulo Rojo. Madrid. Pàg. 20

Figura 27.- Procés Tradicional del disseny. Font. Juan Felipe Pons, extret de <i>Integrated Project Delivery: A Guide</i> (2007).....	71
Figura 28.- Procés Integrat del disseny. Font. Juan Felipe Pons, extret de <i>Integrated Project Delivery: A Guide</i> (2007).....	71
Figura 29.- Cost tradicional vs. Target Costing en la construcció. Font Ballard	83
Figura 30.- Interacció d'activitats planificades. Font Alarcón	88
Figura 31.- Proposta informe A3. Font. Elaboració pròpia basat el model presentat per Cristina Ayats.....	90
Figura 32.- Organigrama despatx tipus. Font elaboració pròpia.....	96
Figura 33.- Figura del cicle de vida segons Morris. Font estudi de Peter W. Morris.....	104
Figura 34.- Diagrama de flux del despatx "Estudi d'Arquitectura i Enginyeria en l'Edificació". Font. Elaboració pròpia.....	106
Figura 35.- Representació del canvi. Font. https://jalacoste.com/gestion-del-cambio	114
Figura 36.- Distribució actual del despatx. Font. Elaboració Pròpia	119
Figura 37.- de la nova distribució del despatx. Font elaboració pròpia.....	119
Figura 38.- Las 5 S's (2013) Font: Estudio sobre lean manufacturing por la EOI	122
Figura 39.- Tauler Trello. Font. Elaboració pròpia.....	126
Figura 40.- Usuaris del panell kaban. Font. Elaboració pròpia.	126
Figura 41.- Organització dels expedients. Font. Elaboració pròpia.	127
Figura 42.- Checklist d'un expedient. Font. Elaboració pròpia.....	127
Figura 43.- Exemple de comunicació. Font. Elaboració pròpia.....	130
Figura 44.- Detall constructius murs. Font. Projectista.....	134
Figura 45.- Sistema de gestió utilitzant IPD i TVD. Font. Elaboració pròpia.....	135
Figura 46.- Adaptació d'esquema de pla de negoci. Font. Ballard, 2013	136
Figura 47.- Adaptació de diagrama de flux en etapa de validació. Font. Ballard 2013.....	141
Figura 48.- Diagrama de pèrdues i beneficis compartides entre els participants i el client del projecte. Font. Elaboració pròpia basat en el projecte ICHMA.	142
Figura 49.- Diagrama del nivell de desenvolupament de la documentació gràfica per fases. Font. Elaboració pròpia.....	143
Figura 50.- Confirmació Equip Integrat. Font. Elaboració pròpia	144
Figura 51.- Assignació de Target Cost del projecte. Font. Elaboració pròpia.....	145
Figura 52.- Comunicació del temps de comunicació entre clúster. Font. Elaboració pròpia basat el projecte ICHMA.	145
Figura 53.- Selecció d'alternatives en funció del cost y el valor. Font. Elaboració pròpia.	147
Figura 54.- Exemple de base de dades. Font. Elaboració pròpia.	151

ÍNDEX DE TAULES

<i>Taula 1 PIB Espanya. Font INE.....</i>	<i>15</i>
<i>Taula 2.- Formació del despatx. Font. Elaboració pròpia.....</i>	<i>116</i>
<i>Taula 3.- Formació de l'equip. Font. Elaboració pròpia.....</i>	<i>118</i>
<i>Taula 4.- Esquema tauler Kanban. Font d'elaboració pròpia.....</i>	<i>123</i>
<i>Taula 5.- Taula de fortaleses i debilitat. Font. Elaboració pròpia.</i>	<i>137</i>
<i>Taula 6.- Categories de demandes del client. Font. Elaboració pròpia</i>	<i>138</i>
<i>Taula 7.- Equip IPD. Font. Elaboració pròpia.....</i>	<i>140</i>
<i>Taula 8.- Repartiment benefici. Font. Elaboració pròpia basat en llibre Cristina Ayats.</i>	<i>142</i>
<i>Taula 9.- Nivell de control. Font. Elaboració pròpia.</i>	<i>146</i>

ABREVIATURES

ITeC	Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña
AIA	American Institute of Architecture
IPD	Integrated Project Delivery
INE	Instituto Nacional de Estadística
LPS	Last Planner System
VTD	Value Target Design
CbA	Choosing by Advantages
EAEE	Estudi d'Arquitectura i Enginyeria en l'Edificació
PIB	Producte Interior Brut
FMI	Fons Monetari Internacional
BCE	Banc Central Europeo
BIM	Building Information Modeling

1. INTRODUCCIÓ	9
2. ANTECEDENTS	11
2.1. Situació i previsions del sector de la construcció a Espanya i Europa	11
2.2. Afectació del COVID-19 en el sector de la construcció	20
2.3. Problemàtica del sistema tradicional	22
2.4. Implantació del sistema LEAN Construction a Espanya	24
3. METODOLOGIA LEAN	26
3.1. Historia	26
3.2. Difusió	29
3.3. Link Thinking	31
3.4. Conceptes bàsics	34
3.5. Eines general	37
4. LEAN CONSTRUCTION	41
4.1. Origen	41
4.2. Definició de Lean Construction	41
4.3. Principis del Lean construction	43
4.4. Eines en l'àmbit de la construcció	46
5. EINES PROPOSADES PER L'IMPLANTACIÓ	49
5.1. 5s (5esses)	51
5.2. El mètode kanban	52
5.3. Introducció a IPD	63
5.4. Target Value Desing	80
5.5. Last Planner System (LPS)	87
5.6. Informe A3 + CbA	89
6. ANALÀSI DE L'ORGANITZACIÓ DEL DESPAXT	92
6.1. Organigrama del funcionament convencional d'un despaxt	92
6.2. Composició de l'equip humà i rols que desenvolupen	93
6.3. Fases en el procés constructiu	96
6.4. Elaboració i tramitació d'informes	103
6.5. Diagnòstic	107
7. IMPLANTACIÓ DEL SISTEMA LEAN EN LA ORGANITZACIÓ DEL DESPAXT	108
7.1. LEAN a nivell organitzatiu	109

8. APLICACIÓ DE LEAN CONSTRUCTION A TRAVÉS D'UN PROJECTE PILOT.....	132
8.1. Cas pràctic.....	132
8.2. Control de producció.....	147
8.3. Resultats esperats.....	155
9. CONCLUSIÓ	156
10. BIBLIOGRAFIA.....	158
10.1. Llibres i Tesis.....	158
10.2. Webgrafia.....	160
11. ANNEXOS	161

1. INTRODUCCIÓ

L'objectiu d'aquest Treball Final de Grau que se sotmet a la consideració i avaluació del Tribunal, es centra en l'aplicació de la filosofia Lean Construction, a través d'algunes de les seves eines, en un despatx d'arquitectura i enginyeria, que presenta unes característiques concretes; amb la finalitat de proposar millores en tot el procés de producció, identificant les seves virtuts per potenciar-les i adaptar-les al projecte que es pretén desenvolupar.

S'ha proposat estructurar formalment aquest treball en tres blocs temàtics.

En el primer bloc, es parteix d'una contextualització breu de la situació actual del sector de la construcció, tant a nivell nacional com europeu. També es posa en situació del marc teòric de la filosofia Lean Construction, on es desenvolupen els seus principis, tècniques i eines.

En el segon bloc, es proposa detallar i concretar les eines de Lean construction que s'implantaran en el despatx d'arquitectura, fent un anàlisi exhaustiu de la forma a procedir del despatx en qüestió, per tal d'identificar les seves debilitats.

En el darrer bloc, es planteja la implantació de les eines explicades al segon bloc; estructurades en tres nivells d'implantació:

- El primer nivell, es presenta la metodologia a seguir per la implantació de les eines Kanban i les 5s per millorar la gestió i organització del despatx d'arquitectura i enginyeria.
- El segon nivell, es proposa implantar les eines Target Value Design i Integrated Project Delivery, en tota la fase de disseny d'un projecte executiu per la construcció d'un habitatge unifamiliar; dut a terme per el despatx objecte d'aquest Treball Final de Grau, amb l'objectiu d'identificar el valor pel client, amb un projecte més detallat que busca la millora continua integrant els agents en una etapa inicial.
- El darrer nivell, és l'execució de l'obra, aquesta fase en concret, no es desenvolupa a fons en el present treball, ja que és una obra en curs del despatx i no s'han obtingut dades reals, però si que s'enumeren un seguit d'eines de Lean Construction per dur a terme el control de la producció, com són el Last Planner System, A3 + CbA, i quadres de control diari.

Aquest estudi neix de la motivació d'alguns professionals del sector, que aposten per aquesta nova filosofia de producció del treball, i de l'escenari actual del sector de l'edificació, en el que cada cop és més necessari disposar d'eines innovadores que ajudin a les empreses a sobrepassar les èpoques de crisi que poden esdevenir-se en els pròxims anys.

Una altre motiu que va influir en la realització d'aquest Treball Final de Grau, és el desconeixement d'aquesta filosofia d'una gran part dels professionals del sector, i per tal de poder valorar el nivell

de coneixement d'aquesta nova filosofia, es va proposar una enquesta a nivell de la província de Girona, on, com es pot observar a l'annex 16, un 55.33% del enquestats han sentit a parlar de la filosofia Lean, 86,5 % consideren que el sector necessita un canvi, un 100% estaria disposat a treballar en una obra on s'utilitzen eines de la filosofia Lean.

L'objectiu general del present treball és:

- Conèixer una nova manera de desenvolupar tot el procés de construcció en un despatx d'arquitectura concret, a través de l'aplicació de les eines proposades per la filosofia Lean construction i proposar una metodologia d'implantació d'aquestes eines.

Seguint en línia dels objectius generals els objectius específics que s'estableixen són:

- Assabentar-se sobre la situació actual del sector de la construcció a nivell nacional.
- Investigar la història, principis bàsics, i característiques de la filosofia Lean.
- Analitzar les eines de Lean Construction, estudiant els seus beneficis.
- Elaborar la metodologia per la implantació de les eines estudiades.

La finalitat és que l'empresa sigui altament competent i eficient per oferir un millor servei i aconseguir la màxima satisfacció del clients.

2. ANTECEDENTS

2.1. Situació i previsions del sector de la construcció a Espanya i Europa

2.1.1. Situació i previsió del mercat Europeu

Tot el que s'explicarà a continuació està basat en l'informe que publica ITEC², extret de les conferències que celebra Euroconstruct.

Euroconstruct és un grup independent d'anàlisis, format per 19 Instituts Europeus que celebren dos conferències a l'any. La finalitat d'aquestes conferències és estudiar la situació actual i futura del sector de la construcció, tant construccions residencials, com obra civil; ja sigui obra nova o rehabilitacions.

Segons l'informe Euroconstruct del desembre del 2019, l'economia global està baixant el ritme, tot i que en Europa no s'espera que el creixement s'aturi, s'està donant una situació de rebuig envers al ric d'inversió que pot afectar negativament al sector de la construcció. Malgrat que entre els anys 2017 i 2018 s'havia incrementat 3.6 % de mitjana, s'estimava que al 2019 aquesta mitjana baixaria, però no es va produir aquest decreixement, és més, l'any 2019 és va tancar amb creixement del 2.3 %. Les previsions baixen considerablement entre el 2020 i el 2022, on el creixement mitjà s'estima d'un 1%.

Amb aquesta forquilla de creixement tan baixa, l'informe d'Euroconstruct preveu que molts països estaran en la zona negativa. Això és degut a que, a la llista que s'utilitza per fer la mitjana de creixement anual, esta formada per països com Alemanya o França, el quals tenen valors molt negatius, que fa baixa la mitja europea.

En canvi, la diferència entre els mercats en retrocés i els mercats en expansió, no és tan elevada en comparació amb altres anys, en els que era habitual que per exemple Irlanda i altres països de l'est experimentessin el doble del creixement, arribant a les dos xifres. L'estimació és que Irlanda tingui un creixement per sota del 6%.

² Fundació privada sense ànim de lucre, dedicada a l'avaluació de productes sense normativa i innovadors i que ofereix la consulta gratuïta de preus de materials i partides del sector de la construcció, fundada l'any 1978.

A la figura següent queda reflectit el creixement del 2019 i l'estimació del creixement anual mitja del 2020-2022 a preus constants.

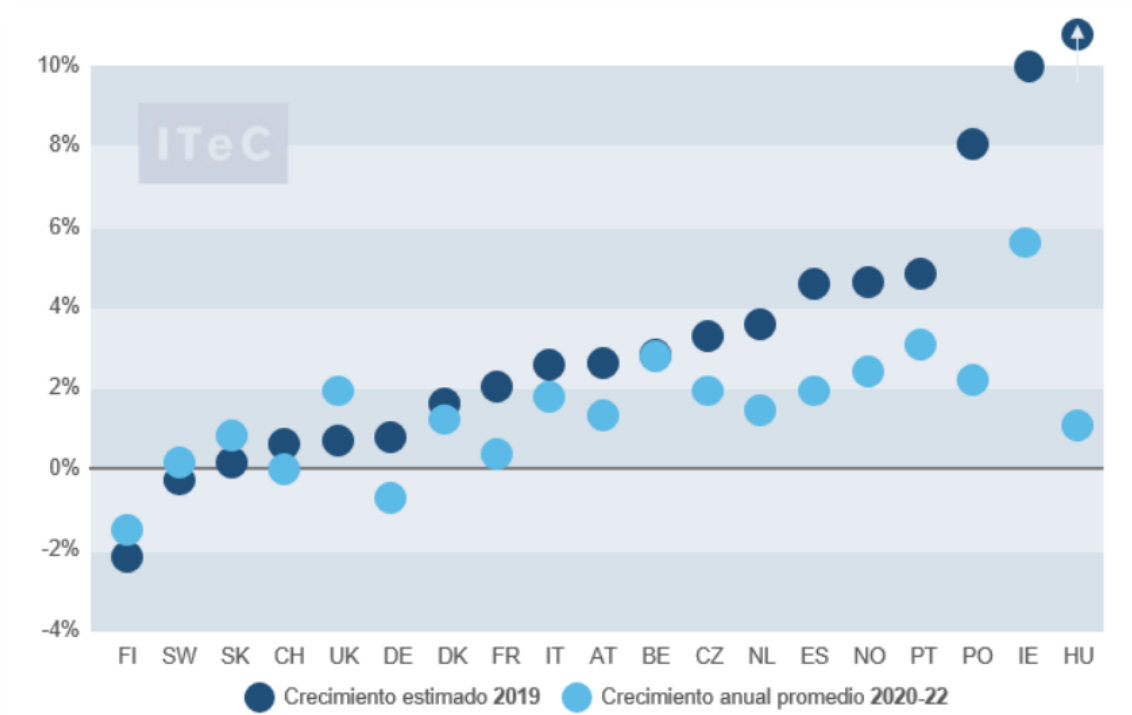


Figura 1.- Producció del Sector de la construcció per països. Font. Informe Euroconstruct.³

L'informe de l'Euroconstruct estipula que les edificacions residencials no es manifesten d'una manera sincronitzada en tot el continent, ja que dels 19 països que participen en l'informe, 5 d'aquests països ja han arribat al seu màxim i estan baixant, mentre que en 4 països més, es preveu que la baixada es produeixi entre el 2020 i el 2021. En els 10 que resten, la previsió de cares al 2022 no es preveu que s'aturi el creixement. Com s'ha mencionat anteriorment, França és un dels països en que aquest decreixement s'ha produït abans, el segueixen Alemanya i Espanya, que es preveu que la baixada sigui imminent. Degut aquesta progressió, la mitjana europea anirà decreixen en 2019 (1.8%), s'aturarà en 2020 (0%) i serà negativa en 2021 (-1.4%). L'estimació pel 2020 (0.5%). Aquestes estimacions fan entendre que en tot Europa la demanda residencial és molt baixa i continuarà baixant, en aquest sentit és necessari ajustar l'oferta, per equilibrar-los. Segons l'Euroconstruct aquest desequilibri no és atípic en un sector que ha arribat a un alt nivell de producció després d'haver experimentat un creixement continu en els darrers sis anys.

Pel que fa l'edificació no residencial, també es preveu un major prudència inversora i el creixement aconseguit del 2% al 2019 passarà a ser del 0.2% en 2020. Aquest descens tan pronunciat és degut

³ Sumari Euroconstruct desembre 2019. <https://itec.es/servicios/estudios-mercado/euroconstruct-2019s2/>

als valor negatius d'alguns països de gran pes en el càlcul de la mitjana. Com en l'edificació residencial, França i Alemanya són dos dels països amb un decreixement important, conjuntament amb el Regne Unit. Tot i que França i Regne Unit confien que només és un embut temporal, de manera que tornaran a créixer a partir de 2021, el qual repercuteix en la mitja europea en 2021 (1%) i 2022 (0.9%). També s'esperen canvis en l'estructura interna del mercat no residencial. Ja que en l'àmbit públic de la sanitat i l'educació, tot i haver experimentat un decreixement entre els anys 2016 i 2018, s'espera que ascendeixin fins a convertir la construcció sanitària en el subsector més expansiu, a causa de grans avenços en el mercats petits com Holanda, Irlanda i Noruega o Suècia. A partir del 2020, la promoció privada no serà capaç d'assolir el ritme del creixement del PIB, amb dificultats afegides per la construcció industrial i la comercial.

Pel que fa a l'enginyeria civil, segons l'informe d'Euroconstruct, s'ha incorporat tard a la recuperació, ja que fins al 2018 no es va experimentar un creixement comprable a l'edificació d'obra nova, però s'estima que serà el mercat menys afectat per l'incertesa. Una gran part d'aquest mercat són projectes de gran magnitud i duració, finançats per les institucions públiques, les quals tendeixen a assegurar-los o a utilitzar-los per frenar els efectes negatius del cicle econòmic. Tot i que la construcció d'infraestructures serà la que més aporti pel creixement del sector ens els pròxims anys també patirà recessió, però tampoc es quedarà estancada. Previsió pel 2019 era del 5.1% seguida de un 2020 de 2.6% i 2021 de 2.2 %. En aquests períodes no es comptarà amb l'aportació d'Alemanya, ja que és l'únic dels grans mercats on l'enginyeria civil és poc segura. Les estimacions pel 2022 del 1.8% que indica un decreixement baix en comparació amb el altres mercats. El subsector on s'espera millor creixement és el del ferrocarril, seguit per les carreteres i les infraestructures hidràuliques.

A la figura següent queden reflectits els índexs de producció a preus constants, base 2015 = 100.



Figura 2 Evolució per subsector en el mercat europeu. Font ITE-Euroconstruct novembre 2019

2.1.2. Situació i previsió en Espanya

Segon dades extretes del INE⁴, el sector de la construcció a Espanya, actualment ocupa el mateix lloc que la dècada anterior per la seva contribució al PIB espanyol, que va ser de 10.8 % en 2016 i va baixar al 5.6% al 2018 i va estar estancat en el 5.2 % en 2014 i 2015.

⁴ Organisme autònom d'Espanya encarregat de la coordinació general de serveis estadístics de l'Administració General de l'Estat i la vigilància, control i supervisió dels procediments tècnics.

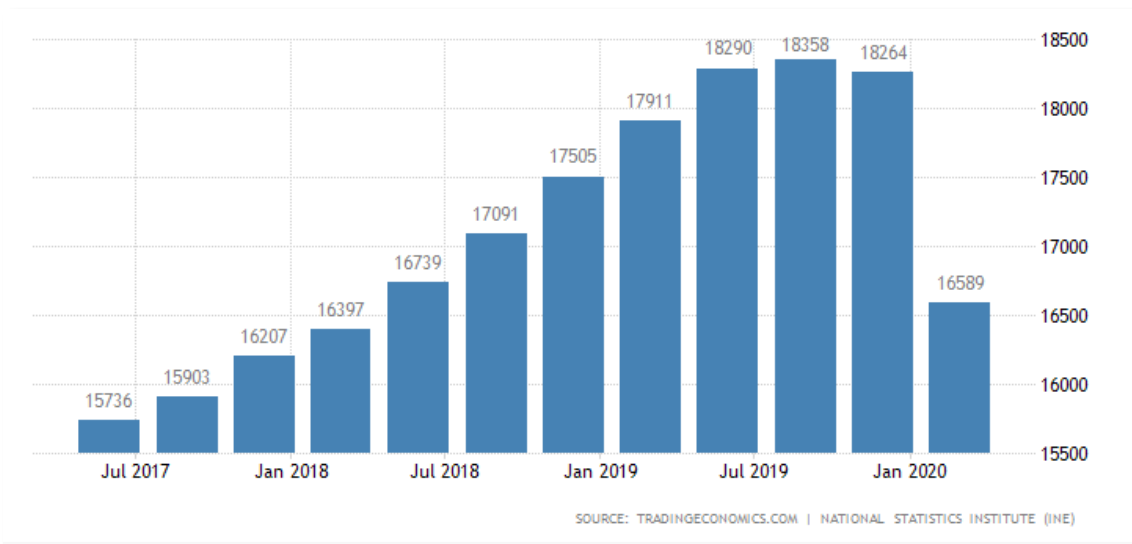


Figura 3 Representació del PIB de la Construcció Espanya. Font. INE

España PIB	Último	Anterior	Mayor	Menor	Unidad	
PIB - Tasa de crecimiento trimestral	-5.20	0.40	1.60	-5.20	Por Ciento	[+]
PIB - Tasa de crecimiento anual	-4.10	1.80	5.40	-4.30	Por Ciento	[+]
PIB	1460.00	1426.19	1635.02	12.07	Usd Millones	[+]
PIB - Precios constantes	298554.00	315781.00	315781.00	112760.00	Millones De Euros	[+]
Formación Bruta De Capital Fijo	59630.00	62291.00	81720.00	24617.00	Millones De Euros	[+]
PIB - Por habitante	33146.40	32402.70	33146.40	7359.97	USD	[+]
PIB - Por habitante a PPA	35055.70	34269.10	35055.70	23758.70	USD	[+]
Pib De Agricultura	8465.00	8195.00	8561.00	4189.00	Millones De Euros	[+]
Pib De La Construcción	16589.00	18264.00	29227.00	9818.00	Millones De Euros	[+]
Pib De Manufactura	33717.00	35035.00	35916.00	18386.00	Millones De Euros	[+]
Pib De La Administración Pública	52368.00	51783.00	52368.00	17196.00	Millones De Euros	[+]
Pib De Servicios	201419.00	215271.00	215271.00	67961.00	Millones De Euros	[+]
Pib De Transporte	60466.00	68209.00	68209.00	25987.00	Millones De Euros	[+]

Taula 1 PIB⁵ Espanya. Font INE

⁵ Indicador econòmic que reflexa la producció total de bens i serveis associats, en el cas de la taula 1, reflecteix el creixement dels diferents sectors de l'economia espanyola dels darrers anys.

Altrament, un factor molt important a tenir en compte és el canvi de la nova llei hipotecària⁶, que va entrar en vigor el juny del 2019.

Aquesta nova llei té la finalitat de protegir als consumidors de les clàusules abusives dels contractes, en els quals el fiador ha de ser una persona física i la hipoteca sigui referent a immobles d'ús residencial.

Un dels canvis més importants respecte a la llei anterior, és que els consumidors han de complir amb unes estrictes condicions de solvència econòmica i els bancs s'han de fer càrrec de les despeses de notària, registre, gestoria i de l'impost d'actes jurídics documentats. El client només assumeix els costos de taxació.

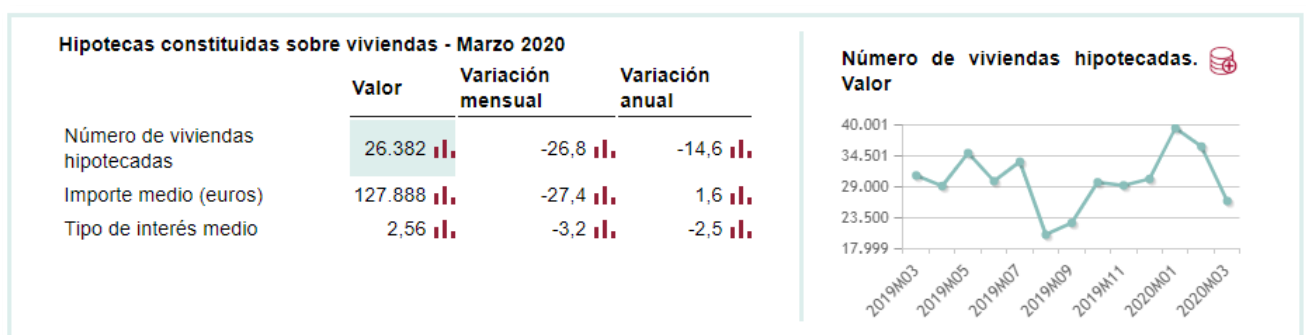


Figura 4.- Número d'hipoteques constituïdes sobre habitatges. Font INE.

Segons dades extretes de Bankia del setembre del 2019; després de la incertesa de juny quan va entrar en vigor la nova llei, la contractació d'hipoteques sobre l'habitatge es va reactivar en juliol i es va registrar un creixement superior en quatre mesos. No obstant això, l'import mitjà contractat es manté en nivells més moderats que l'any anterior, 2018, amb retard del 2.5% i arribant en algunes zones de l'Estat espanyol a valors negatius, com és el cas de les illes Balears (-24.5%) i Murcia (-19.3%).

Encara que el preu de l'habitatge continua pujant, sobretot en els habitatges de nova planta. Segons el Banc Central Europeu (BCE), a l'Estat espanyol el preu no és un valor desequilibrat i si existeix una sobrevaloració és molt petita. Aquesta valoració podria estar en consonància amb l'estudi

⁶ Llei 5/2019, del 15 de març, reguladora dels contractes de crèdit immobiliari.

generat pel BBVA que afirma que el mínima baixada de les transaccions provoqui el creixement dels preus.

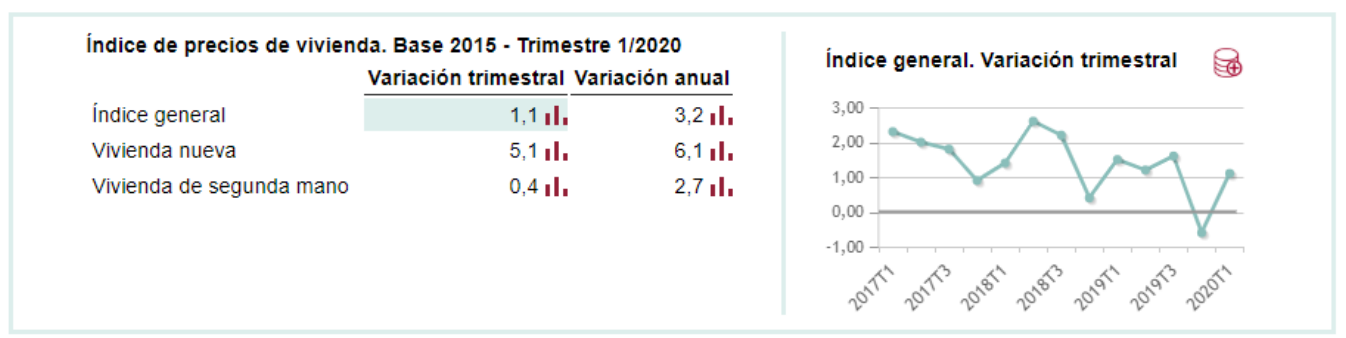


Figura 5.- Preus dels habitatges. Font. INE

En canvi l'informe de Bankia diu que els preus en el 2019 estaven un 20% per sota dels nivells del 2008, i preveien el seu equilibri a llarg termini, la qual cosa provocaria que la població més jove, que demana habitatges nous, no pogués accedir a aquests. Bankia considera que el mercat de l'habitatge havia entrat en la fase més madura del cicle, és a dir, que la compravenda baixa el ritme i es situava en 520.000 operacions anuals.

Un altre punt important és la construcció pel lloguer. Sobre aquest tema la "Dirección General de Economía y Estadística del Banc Espanyol, David Lopez-Rodríguez i María de los Llanos Matea" consideren que la tendència és de creixement, sobretot en una determinada població; les famílies joves, immigrants i treballadors temporals; en zones territorials específiques, com: Madrid, Catalunya, Balears i Canaries.

Aquest creixement també bé provocat per la nova llei hipotecaria, la qual redueix la mitjana dels ratis préstecs-preu de les noves hipoteques; per la concentració de l'activitat econòmica en zones geogràfiques o la fiscalitat associada als habitatges. En 2018 el País ⁷estimava que la demanda de la construcció d'habitatges per lloguer augmentaria, començant amb una xifra mínima de 90.000 cases a l'any de nova planta. La patronal dels promotors APC España preveia que serien necessaris aproximadament 12.000 nous habitatges per lloguer durant la pròxima dècada.

Malgrat que, l'informe d' ITeC diu que continuar creixent és cada cop més difícil. Durant el 2019 es va experimentar una sensació de vulnerabilitat de l'economia espanyola, una sanció amplificada pel bloqueig polític i per l'exposició a la "desacceleració sincronitzada" de la que va alertar el FMI⁸. Tot i així s'espera que España sigui capaç de treure profit dels nou estímuls monetaris del BCE⁹ i es limites a desaccelerar-se de forma progressiva sense enderrocar el consum privat ni la inversió. El

⁷ Article del País. <https://itec.es/servicios/estudios-mercado/euroconstruct-2019s2/>

⁸ Organització financera internacional amb seu a Washington D.C. fundada al 1944.

⁹ Banc central dels 19 països de la Unió Europea que han adoptat l'euro com a moneda nacional.

creixement anirà reduint fins a arribar a un 1.6% en 2021 amb expectatives de que el decreixement no continuï al 2022.

La construcció ha estat un dels sectors productius on els indicadors d'esgotament han arribat més tard. Segon ITeC, un fet normal en un mercat amb moltes inèrcies i que en el seu moment també va arribar més tard a la recuperació. Com sol passar en moments de canvi, els signes de que arribaran complicacions (xifra d'ocupats, índex de confiança) estan directament relacionats amb altres (consum de ciment, inversió Immobiliària majorista). La previsió contempla creixements superiors al PIB, concretament en 2019 (4.6%) i 2020 (3.1%). Però al contrari del PIB, que segons la majoria d'analistes tendirà accelerar-se a partir del 2020, la previsió per la construcció s'estima que la desacceleració continuarà en 2021 (2.0%) i 2022 (0.7%). Si la construcció ha entrat amb retard a la fase de recessió, és molt probable que la seva sortida també sigui més tard.

Segons l'informe redactat per ITeC, hi ha una clara relació de coexistència entre indicadors positius i negatius; per una banda la compravenda sembla ser que ha arribat als màxims i tant la concessió d'hipoteques, els preus de venda com les obres noves estan perdent força tot i seguir creixent. Si aquests indicadors s'analitzen per si sols no donen prou informació per poder determinar si el marge de benefici s'ha esgotat. Però en la situació actual de recessió, comporta un gran risc ignorar-los. L'informe d'ITeC preveu que durant els propers tres anys la mitjana anirà creixent, però cada cop menys, del 8.5% en 2019 fins a arribar a un -2% en 2022, ja que ITeC no considera que les zones del país on el sector de l'habitatge no s'ha desenvolupat, no preveuen que ho facin en els propers anys amb una possible pròxima recessió. Per tant, si la demanda no aconsegueix augmentar i continua estancada en les mateixes zones que es troben actualment, opinen que serà molt difícil que la producció pugui realitzar el canvi tant esperat del sector en els últims anys.

Pel que fa l'edificació no residencial, segons ITeC, també es detecten indicadors positius i negatius. D'una banda els promotors de nova planta presenten una prudència superior a dels inversors immobiliaris, entre els quals encara no ha arribat el decreixement tot i que les inversions siguin cada cop inferiors a l'anterior. Igual que en el sector de l'edificació residencial, no hi ha indicadors de recessió alts ni imminents, atès que en aquests últims anys s'ha construït poc. Segons l'ITeC, la combinació de liquidacions i de cartera de projectes no és suficient per esperar un creixement al llarg del 2019 (5%) ni en 2020 (3%). Tenint en compte això, consideren que s'hauria de dirigir als mercats que més s'han abandonat, com és el cas de les oficines o la rehabilitació d'espais comercials o turístics "prime", en els quals la clau és la ubicació. Amb el qual es reduirien les expectatives del 2021 (1.5%) i 2022 (0%).

No obstant això, l'enginyeria civil continua patint els problemes de governabilitat que ha posat entrebancs als pressupostos de l'estat, han mantingut estancats als ministeris i els òrgans que

gestionen les infraestructures i han endarrerit decisions de gran imptència en aquest sector com són: Les polítiques energètiques, les de manteniment viari, estratègies de l'aigua i col·laboració públic-privat. En informes anteriors de l'Eurocosntruct es feia referència a la incidència positiva de l'obra local per compensar la situació negativa de l'obra estatal, sense el qual el 2019 hagués tingut un final de període negatiu el qual s'estima en 1%. Pel 2020 es preveu amb una normalització administrativa, però consideren que l'obra pública tindrà molt poca participació en els plans d'inversió del nou govern. L'estimació és de 2.5% per 2020 i de 5.4% per 2021, aquesta previsió situa a l'obra civil com els subsector més expansiu a mig termini, No obstant, degut a que el seu punt de partida és molt baix, s'estima que al 2022 es pot retornar als valors de producció del 2015, els qual no són arriben per evitar la degradació de la stock de capital en infraestructures.

A la figura següent es poden observar els índexs de producció a preus constants, base 2015 = 100



Figura 6.- Evolució per subsectors en el mercat espanyol. Font ITeC – Euroconstruct

2.2. Afectació del COVID-19 ¹⁰en el sector de la construcció

Segons l'últim informe publicat per ITeC, l'abast de la crisi causada per la pandèmia del Coronavirus encara és desconeguda. Malgrat que ja hi ha algunes previsions estretes del FMI, Banc de Espanya, Funcas) que treballen amb els descens del PIB entre -7 i -9% pel 2020 i repunts entre 4.5% i 6% per 2021. Ja que no es disposen de dades més concretes del sector de la construcció, ITeC es basa en l'experiència de les crisis anteriors en les que va quedar reflectit que quan a Espanya el cicle econòmic és ascendent, la construcció és capaç de créixer per sobre del PIB, però quan l'economia decreix el sector de la construcció tendeix a baixar més fàcilment. Partint d'aquesta premissa no s'hauria d'ignorar que és possible que el sector de la construcció pateixi una recessió en 2020.

No obstant, també s'ha de tenir en compte aquest precedents pot ser no són suficients per determinar si el sector de la construcció patirà més recessió del que ja s'esperava en l'economia global als propers anys. Segons aquest informe, hi ha indicadors que preveuen una gran baixada en picat del sector de la construcció, altres que s'allunyen d'aquesta estimació i altres que són difícils de terminar com és el cas de:

- Risc alt

Durant un temps, les despeses públiques prioritzaran les ajudes i subsidis per reduir el dany permanent al teixit productiu. Encara que sobre el paper la inversió pública en construcció podria utilitzar-se com a un instrument més per sostenir a la economia i l'ocupació. És difícil imaginar un escenari de eclosió de l'obra pública a Espanya.

- Risc moderat

En els últims anys el sector de la construcció ha estat molt atent per ajustar la seva producció a la demanda. El resultat és que els nivells de stock (habitatges i actius no residencials) són raonablement assumibles, a excepció de que la crisi sanitària s'estanqui. En tot cas, no tant explosiva com la "digestión del ladrillo" que va obligar a la creació del Sareb en 2012.

Malgrat que l'aturada total de la construcció s'ha limitat a dos setmanes per l'obra privada d'obra nova. S'ha de tenir en consideració que fàcilment podrien haver-se donat raons per sanitàries per allargar aquesta aturada, però una bona part del sector ha aconseguit eludir l'impacte negatiu per inactivitat.

¹⁰ Malaltia del coronavirus, que ha estat considerada pandèmia per l'Organització Mundial de la Salut (OMS).

- Incerteses

Els patrons de comportament de les persones canviaran. Una població menys predisposada a viatjar repercutirà en la construcció dedicada a l'oci, en l'habitatge vocacional i en l'orientació als jubilats de tercer països. Però també és possible que algunes famílies optin per corregir els dèficits de confort en els seus habitatges que s'han manifestat durant el confinament.

En resum, s'haurà d'estar alerta als indicadors del mercat immobiliari. Els experts d'aquest sector confien en una reacció relativament menys negativa que les anteriors, ja que, continuarà havent finançament, tot i que desigual, es buscarà la seguretat de les activitats "prime". Que la demanda immobiliària no baixa en picat és fonamental pel sector de la construcció, perquè tal com es va demostrar al 2014 – 2015, no hi haurà recuperació de l'edificació fins que no es recuperi l'immobiliari.

L'informe d'ITeC, conclou que la situació actual, en la que tant hi ha indicador molt negatius com altres que no ho són tant, no és l'ideal per afrontar el nou panorama econòmic, el qual posarà a prova el sector de la construcció.

2.3. Problemàtica del sistema tradicional

Actualment s'està vivint un període de canvi constant i accelerat en totes les indústries i en el cas del sector de la construcció, aquesta és més complexa ara del que era al segle passat, però els mètodes de producció no han canviat. Cada cop s'han de complir requisits de sostenibilitat més exigents, s'han de reduir el terminis d'entrega i ha incrementat la demanda d'edificacions amb prestacions molt altes. Complir amb tots aquest paràmetres resulta molt difícil o quasi impossible amb el sistema tradicional el qual, segons Juan Felipe Pons¹¹, presenta un seguit de problemes crònics que s'han normalitzat perquè no es coneix una altre manera de procedir.

Un altre factor important a tenir en compte, és la poca disposició que té el sector de la construcció a canviar els seus mètodes, tot i que aquest canvi ja s'ha iniciat en alguns països, encara no té la suficient difusió per iniciar un canvi global d'aquest sector.

Juan Felipe Pons, presenta en el seu primer llibre "Colección guías prácticas de Lean Construction", una llista dels deu problemes crònics més freqüents en el sector de la construcció.

PROBLEMES CRÒNICS DE LA CONSTRUCCIÓ TRADICIONAL
1. Utilització de metodologies obsoletes per a la planificació, control i gestió de la producció.
2. Poca disposició a complir amb la seguretat.
3. Projectes incomplets, poc detallats i molt poc analitzats.
4. Controladors de qualitat poc eficients que no garanteixen l'entrega de qualitat a la primera.
5. Incompliment del terminis d'entrega.
6. Mà d'obra poc qualificada, en comparació amb la indústria manufacturera.
7. Falta de coordinació i transparència entre les parts interessades.
8. No hi ha controls de productivitat.
9. Sobre cost. Sistema de licitació basat en: (1) disseny, (2) licitació, (3) construcció.
10. Gran quantitat de re-treballs.

Figura 7.- Problemes crònics de la construcció. Font. Juan Felipe Pons.

¹¹ Pons, J. (2014) "Introducció a Lean Construction" Fundación Laboral de la Construcción, Madrid.

Segons Juan Felipe Pons, aquest problemes provoquen que les obres s'acabin, si s'acaben, fora del termini establert; entrega de projectes amb mala qualitat, augment dels accidents laborals i molt variables amb el que el contracte que s'havia acordat inicialment.

Aquest problemes poden ser provocats pel gran nombre de participants amb interessos diferents, una organització poc avantatjosa per tots els membres de l'equip del projecte i la poca disposició a compartir la informació necessària amb tot l'equip.

En el seu llibre, Juan Felipe Pons explica que en alguns països, com és el cas dels Estats Units, Xile, Brasil o Perú; aquest canvi de paradigma va començar fa un parell de dècades.

En canvi a Espanya, degut al creixement del sector immobiliari que es va desenvolupar entre període de 1998 i 2007, el qual facilitava el finançament per la construcció, tant per les empreses constructores com pels promotors, era un sistema idoni per amagar els problemes produïts per la mala gestió, ja que el sobre cost de molts projectes es podia absorbir amb més finançament i pujada de preus. Amb tot això, no es va veure necessari invertir en recursos per introduir la metodologia de Lean Construction per millorar el sistema tradicional, ja que estava en el seu punt més àlgid. I tot i que és fàcil associar que els problemes de la construcció són deguts a la crisi del boom immobiliari, si s'analitza amb atenció, aquests problemes ja existien abans del boom i la seva causa encara existeix.

El sector de la construcció a Espanya és eficaç, en el sentit de que aconsegueix construir edificis que compleixen la seva missió, però també és molt ineficaç, ja que el producte que ofereix al mercat generalment és molt insatisfactori, especialment si es compara amb el producte que ofereixen altres sector industrials, com per exemple el de la maquinaria o la construcció naval.

Segons Judez¹² (2009), "Es pot concloure que actualment un edifici és un producte industrial molt ineficient, on les tres qualitats bàsiques (qualitat, cost i terminis d'entrega) esta compromeses"

pàgina 2.

¹² Judez, P. (2009). *La Ensabladora de Edificios*. Le Corbusier. Villa Saboya. Terrassa.

2.4. Implantació del sistema LEAN Construction a Espanya

Lean Construction és una filosofia que aporta grans beneficis, però que requereix de temps per poder veure aquests resultats. Aquest temps és una de les barreres per avançar amb la implantació. En una organització, és la gerència l'encarregada de generar les expectatives de canvi, però també de donar a conèixer que els resultats no es materialitzen de forma immediata i en alguns casos aquest resultat són de forma parcial. Pons (2009)

Un altre factor important en la implantació del sistema Lean és la falta de formació sobre aquesta metodologia, ja que en general existeix una mala comprensió dels conceptes fonamentals, així com de les eines i la seva aplicació. No comprendre el sistema ni els principis pels quals es basa pot provocar problemes a tots els nivells de la implantació i no veure els resultats esperats.

Una de les principals barreres és el grau de compromís que estan disposats a aportar els participants del procés, des de la part directiva, fins al treballador que està a l'obra. Tot l'equip ha de participar en el procés per aconseguir que la implantació tingui èxit. De manera que tots han de ser conscients de que quan membre no realitzar la feina a la que s'ha compromès, no només afecta al sistema, si no que també a la resta de l'equip que depenen directament del seu treball.

La resistència al canvi, és una tema que s'ha esmentat anteriorment, i que té un pes molt negatiu en la implantació del sistema LEAN. És una de les barreres més comunes en el sector de la construcció a Espanya i pot tenir veure per diversos motius, com és per exemple la por i la inseguretat, provocats per la incertesa davant del desconeixement, entre altres. La falta de coneixement del sistema. La comoditat del sistema tradicional, el fet de no voler sortir de la "zona de confort" i el poc esforç dels treballadors a l'hora de realitzar les tasques de manera diferent a com les feien fins al moment. Dintre de les organitzacions també existeix el perfil immobiliari, que són aquells treballadors que tenen dificultat per canviar la mentalitat, sobre tot aquells que compten amb una gran experiència i que pensen que aquest nou sistema és una pèrdua de temps o senten que la nova filosofia promoguda per desconeguts, vol canviar la seva forma de treballar després de fer-ho de la mateixa manera durant molt de temps.

Dintre de les organitzacions també existeixen diferents graus de compromís, de inseguretat i resistència a l'hora d'implantar la nova filosofia. En donen situacions de persones que no tenen cap interès en cooperar i la seva actitud passa per evitar que les feines es realitzin de la manera que s'havia acordat. Aquest tipus de professionals són molt difícils de tractar, ja que la seva actitud pot resultar perillosa, no només pel risc de que el sistema pugui fracassar, si no també per que poden arrossegar a la resta del personal. Per tant, si no creuen en el sistema ni el volen creure, es dona una situació de boicot.

També és important tenir en compte que les reunions del principi de la implantació poden arribar a ser molt llargues degut a tots el temes que s'han de tractar, per tant, és important fer una bona gestió del temps, ja que pot provocar una desmotivació i fomentar la falta d'assistència a les reunions i per tant, a una incorrecta implantació del sistema.

En conjunt es pot dir que implantar la filosofia Lean en el sector de la construcció comporta un canvi de cultura de treball, i aquest canvi ha de ser profund i no consisteix només en la aplicació d'eines de treball, si no que implica canviar hàbits, costums, pensaments i mètodes de treball, els quals estan instaurats des de fa molt de temps. La indústria de la construcció treballa amb un sistema tradicional i canviar les pràctiques i el comportament és una feina difícil i una barrera fonamental que s'ha de sobrepassar per aconseguir una implantació exitosa.

3. METODOLOGIA LEAN

3.1. Historia

La filosofia LEAN va néixer en la indústria automobilística, concretament en la empresa Toyota, en les dècades dels cinquanta i seixanta. Es va donar a conèixer pel seu sistema de producció de la marca japonesa de Taiichi Ohno¹³.

Va ser Sakichi Toyoda¹⁴ qui va inventar al Japó el primer taler automàtic, que va revolucionar la indústria del tèxtil i va crear al 1907 la empresa Toyoda Automatic Loom Works on va incorporar dos principis:

- Jidoka (construir en qualitat o anti-error): La màquina es para automàticament quan detecta un problema, el que actualment es coneix com "qualitat incorporada" (Built-in-Quality).
- Els 5 Why's: Quan es produeix un problema s'ha de qüestionar cinc vegades el motiu per arribar a la causa i no que no es torni a repetir.

Al 1930 Sakichi va ajudar al seu fill Kiichiro a fundar la Toyota Motor Company, basada en la empresa tèxtil, la qual van vendre l'any 1930, per 100.000 de lliures esterlines a els Platt Brothers. Amb la venda de la companyia tèxtil van aconseguir la inversió per començar la nova empresa, tot i que van tenir alguns problemes en els seus inicis, van aconseguir solidificar-se en la producció de cotxes i camions fins la parada de la II Guerra Mundial.



Figura 8.- Sakichi Toyoda (esquerra) i el seu fill Kiichiro Toyoda (dreta). Font. Toyota Motors

¹³ Enginyer industrial japonès que va dissenyar el sistema de producció Toyota, Just in Time.

¹⁴ Inventor industrial japonès.

Després de finalitzar la II Guerra Mundial en 1945, Japó estava devastat, hi havia una gran mancança de recursos tant financers com de mà d'obra. Al principi de la dècada del 50 la producció de les empreses japoneses era 9 vegades inferior a la que podien tenir les empreses europees o americanes.

Mentre que als Estats Units la producció era en sèrie, en la situació en la que es trobava el Japó era impossible competir contra ells. La indústria japonesa estava molt per sota de grans empreses com Ford o General Motors. Amb tot això, l'empresa Toyota va arribar a la conclusió que per poder ser competitiva, havia de canviar la seva estructura de producció.

El enginyer Taiichi Ohno director de producció i consultor japonès de Toyota, fa ser el encarregat de dissenyar el nou sistema de producció en l'empresa, ell sabia que era impossible treballar amb producció en massa. Taiichi Ohno va analitzar com s'implementava als Estats Units el sistema de Henry Ford i de Frederick Taylor. És a partir d'aquestes dues metodologies que té els seus inicis el sistema Lean, amb el desenvolupament del sistema Toyota Production System (TPS) que es va començar a utilitzar a la dècada dels seixanta. Aquest nou sistema es basa en la donar valor al treball estàndard, en la millora continua o Kaizen i en el respecte per les persones.

Taiichi va presentar un sistema que es basava en produir "més i més amb menys i menys". És a dir, que l'objectiu era augmentar la productivitat i el benefici, donant molta importància al procés i deixant de banda la part tradicional basada en la jerarquia i delegar el poder i responsabilitats als diferents treballadors. Ell considerava que la major part del coneixement no estava en els enginyers sinó en els operaris.

El que va aconseguir aquest nou sistema és dissenyar cotxes a demanda del client, fent esforços per reduir el temps de configuració de la màquina i millorar la qualitat, a més de desenvolupar una sèrie d'objectius pel disseny del sistema de producció que consistien en: produir un bé d'acord amb els requeriments del client, entregar a l'instant, i no tenir inventaris.

Però aquest és un sistema viu, que no para d'evolucionar i millorar. Toyota contínuament pensa com ensenyar i reforçar els seu sistema de producció, per aquesta raó la filosofia que utilitza s'ha difós actualment a tot el món.

Tots aquest principis es van anar desenvolupant i perfeccionant per enginyers industrials en un llarg procés per assaig i error abans de establir una base teòrica, la que no es considerava necessària, raó per la qual fins a començament dels anys vuitanta, la informació i la comprensió del nou enfoc va ser limitat. Tot i no tenir una filosofia ben delimitada, al voltant del 1975 aquestes idees ja s'havien difós per tot Europa i Amèrica del Nord, especialment en la indústria de l'automoció.

No va ser fins a la dècada del 80 que van sorgir un sèrie de llibres en els que s'analitzava aquest nou mètode, com l'exemple de Deming¹⁵ al 1982, Schonberger¹⁶ del mateix any.

El terme Lean va aparèixer per primera vegada al 1988 de la mà de Jonh Krafcik, en un dels seus articles, titulat "Triumph of the Lean Production System" (El triomf de la producció Lean), basat en la seva treball final de Master.

A partir de la dècada del 90 moltes de les empreses més competitives d'aquell moment ja utilitzaven aquesta nova metodologia i es va començar a difondre a nous sectors com els de producció per encàrrec, administració i producció de desenvolupament.

Al 1990 es va publicar un llibre titulat "The Machine that Changeg the word" de James Womach i Daniel Jones. En aquest llibre es fa una comparació del sistema de producció japonès amb el sistema de producció Europeu i Amèrica. Va ser amb aquest llibre que es va començar a parlar del concepte de Lean Thinking, on descrivia la filosofia del treball i les pràctiques dels fabricants de vehicles de Toyota Production System (TPS). A partir d'aquell moment fins a l'actualitat tota aquesta nova metodologia es coneix com a Lean, i gràcies a l'ajuda de professors com Lauri Koskela, que va desenvolupar la metodologia de Lean Construction, actualment moltes empreses com INDITEX, NIKE, Euromaster i fins i tot Apple, van implantar en les seves organitzacions principis del Lean Manufacturing.

A Espanya un dels grans referents i consultor d'aquesta filosofia és Juan Felipe Pons, el qual defineix el sistema Lean de la següent manera: *"És una filosofia de treball, un sistema productiu, una manera d'enfocar un negoci o gestió diària professional que es pot extrapolar en la part personal, que sobretot es basa en prioritzar l'entrega de valor al client i optimitzar recursos. És també una cerca constant de l'estat ideal, és una meta ideal que promou el respecte a les persones i a la humanitat. També és tractar als altres com tu volguessis que et tractin a tu¹⁷."*

¹⁵ Deming, W.E. (1982). *Out of the Crisis*. The MIT Press.

¹⁶ Shonberger, R.J. (1982). *Building a Chain of Customers: Linking Business Fuctions to Create the World Class Company*. Random House Business Books. Regne Unit

¹⁷ Entrevista realitzada des de Eficiencia Constructiva a Juan Felipe Pons, Pregunta 1. <https://eficienciaconstructiva.com/lean-construction-juan-felipe-pons/>

3.2. Difusió

Lean manufacturing va ser una revolució a la dècada dels noranta i partir de llavors s'ha anat popularitzant entre tots els sectors de l'economia, fins i tot en el sector de la construcció. En un principi es pensava que no seria possible adaptar l'estructura Lean a la resta de processos industrials, que les característiques d'aquesta metodologia eren molt singulars i no es podia aconseguir una millora visible en altres entorns. Per aquesta raó s'ha d'entendre que Lean Manufacturing és un canvi de mentalitat i un canvi de perspectiva.

Pel que fa a la aplicació de Lean Construction va sorgir a nivell acadèmic fa aproximadament 25 anys i a nivell d'implantació es va començar a utilitzar cap al 2007, principalment a Estats Units, on ja disposen de diversos estudis i anàlisis que afermen els bons resultats d'aplicar Lean Construction, les quals observen que s'incrementa la productivitat, es compleixen amb els terminis d'entrega, s'obté una major qualitat del producte, s'incrementa la seguretat i una millor gestió. A Espanya, l'interès per aplicar aquestes tècniques, no ha sigut molt valorat, tot i que ja s'està començant a parlar i com diu Juan Felipe Pons (2011), "*començar a despertar la curiositat d'algunes empreses*".

La filosofia Lean parteix de reconèixer que una petita fracció de temps i d'esforç d'una organització pot convertir-se en valor. Després de definir el cost d'un producte o servei des de la perspectiva del client, totes les activitats que no incrementen valor s'han de eliminar.

Cristina Ayats¹⁸, en el seu llibre "Lean: Disseny i Construcció" deixar molt clar que ha de ser el sistema Lean:

"La filosofia Lean parteix de dos supòsits. Primer: Les persones no fallen, fallen els sistemes. I segon: Les persones ajuden a millorar el rendiment d'una empresa. Per tant, una organització que desitgi ser Lean haurà de:

- *Modificar els seus sistemes per convertir-los en sistemes a prova de errades.*
- *Crear els canals per transformar als seus individus en motors de millora continua.*
- *Convertir-se en una organització que aprengui de l'experiència i s'adapti a l'entorn.*

La metodologia Lean brinda les eines adequades per afrontar aquest canvi.

La filosofia Lean aspira a que tothom treballi amb les mans, el cap i el cor. És a dir, que cada treballador porti a l'equip les seves habilitats (la seva força de treball), el seu cervell (que pensi que

¹⁸ Ayats, C. (2015). *LEAN: Diseño y Construcción*. Madrid: Editorial Circulo Rojo.

fa, com ho fa i com aconseguir fer-lo millor) i el seu cor (que es senti identificat amb l'empresa i que faci seus els èxits i fracassos del seu equip)".

Actualment a Espanya els llibres que més han aconseguit que difongués el sistema Lean són: *Introducción a Lean Construction* de Juan Felipe Pons, *Colección de guías prácticas de Lean Construction*, de Juan Felipe Pons i Iván Rubio i *LEAN: Diseño y Construcción* de Cristina Ayats.

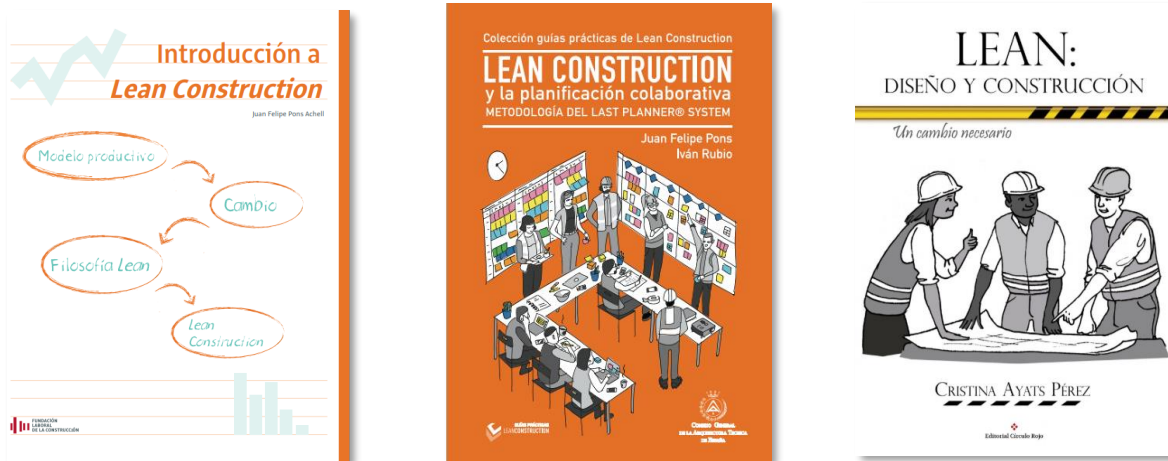


Figura 9.- Tres llibres que més han contribuït a Espanya en la difusió de la filosofia Lean Construction. Font. Portades dels llibres

3.3. Link Thinking

En el seu llibre Cristina Ayats, explica que l'objectiu principal de Taiichi Ohno era desenvolupar un mètode de treball que augmentés el ritme de producció de Toyota. Aquest propòsit només es podia aconseguir si eliminaven els residus i aconseguien un flux continu de treball, d'aquí els conceptes de MURÍ, MURA i MUDA.

L'empresa Toyota volia aconseguir que els seus treballadors sabessin diferenciar tot allò que era un residu i el no. Per poder fer aquesta distinció van estudiar les activitats que no aportaven valor i trobar 3 motius que provocaven aquest tipus d'activitats:

- MURÍ: És la sobre càrrega del sistema o del personal. És a dir, quan es força a una persona o màquina al seu límit, provoca que les persones no treballin en males condicions i les màquines que produeixin productes amb desperfectes.
- MURA: Falta d'uniformitat o equilibri. En un procés productiu la demanda no lineal i això provoca que solució de les empreses sigui produir en previsió de les pujades de la demanda, el que provoca que un sobre stock existències que esdevé en residus.
- MUDA: És el residu o malbaratament. Cristina Ayats diu que pot tenir les formes següents:
 - Sobreproducció: Donar més informació de la necessària, realitzar informes que ningú estudiarà, excessos de formigó, moviments de terres innecessaris, etc.
 - Temps d'espera: Esperar que arribin correus, materials o la feina d'un que esta aigües avall.
 - Transport: Documents, materials, equips, etc.
 - Sobre processament: Tota la paperassa necessària demanda per les administracions, excés del curat del formigó, etc.
 - Excés d'inventari: Mails sense llegir, materials en espera o apilonaments d'aquests.
 - Excés de moviments: cercar d'informació que no està organitzada correctament, apilonament de material en llocs incorrectes.
 - Refer el treball: per falta de detalls o aquests mal representats, canvis en últim moment, etc.

Aplicant la filosofia Lean es pot aconseguir un procés que genera valor al client mitjançant un flux de treball constant i amb una qualitat òptima eliminant tot allò que no genera valor.

A continuació s'exposen alguns dels beneficis més significatius que aporta l'aplicació del sistema Lean en una empresa:

- Creació d'un flux de treball constant.
- Eliminar els residus ja sigui en una oficina, en un taller o una obra.

- Creació d'una planificació flexible que és capaç d'adaptar-se a les condicions tan incertes de l'obra.
- Treball Just-in-Time, mitjançant la reducció dels malbarataments a través del subministrament dels productes només quan siguin necessaris.
- Llocs de treball segurs reduint al mínim de la taxa d'accidents.
- Treballadors motivats i capaços a desenvolupar i resoldre els problemes.
- Zones de treball ordenades i netes.
- Ser capaços de respondre ràpidament als problemes que puguin sorgir.

Per poder aconseguir aquests beneficis tota empresa Lean ha de seguir els 14 principis que Jeffery Liker¹⁹ engloba en el seu model 4p, presentat en el seu llibre "The Tota Way" que quedaran reflectits a la figura següent:



Figura 10.- El model 4P basat en llibre de The Toyota Way. Font. Elaboració pròpia basat en llibre de Cristina Ayats i del llibre The Toyota Wya.

Cristina Ayats en el seu llibre expressa que l'èxit de qualsevol empresa depèn de que l'equip segueixi una mateixa direcció i per aconseguir-ho s'han de donar una sèrie de requisits:

¹⁹ Liker, J.K. (2004). The Toyota Way: 14 Management Principles front the World's Greast Manufacturer.

- Tots els membres de l'equip han d'entendre que és aportar valor i eliminar tot allò que no ho aporta. S'aconseguirà utilitzant sistemes per mesurar aquest valor i fomentant que els equips analitzin els seus resultats.
- S'ha d'assumir que els motors de l'empresa són l'aprenentatge i la millora continua.
- Perquè els treballadors realment puguin participar en les decisions és necessari que aquests tinguin poder de resolució.
- S'ha de redefinir contínuament la empresa per millorar el seu rendiment.
- Però el més important de tot és que l'equip confiï en el sistema, dit amb altres paraules, només funcionarà si el personal està motivat i convençut de és necessari el canvi i la filosofia a implementar és la correcta.

3.4. Conceptes bàsics

En el seu llibre Juan Felipe Pons enumera 5 principis bàsics de la filosofia Lean, definits per Womack i Jones²⁰ (1996), però també fa referència a Liker (2006), que va definir 14 principis del Sistema de Producció Toyota. Seguidament s'explicaran els 5 principis més rellevants:

- Valor: La filosofia Lean es basa en crear valor al client, implica que s'ha d'entendre que vol el client per tal de proporcionar les bases per un disseny i procés per fabricació, més eficients. El valor és la clau del pensament Lean. Juan Felipe Pons defineix el valor com: *"l'estimació que el client o consumidor li dona a un producte o servei per satisfer les seves necessitats a un preu concret, en un moment determinat"*.



Figura 11.- Representació de valor per el client. Font. <https://beyondphilosophy.com/7-reasons-focus-customer-value/>

En el marc empresarial Lean distingeix a dos tipus de client: el client extern que és el consumidor final i defineix el valor del producte o servei, tot i que també potser una intermediari. L'altre tipus de client és el client intern, que és tota persona que dins del flux de valor rep una entrada de material per part d'un procés aigües amunt en el flux de valor.

- Value Stream (flux de valor): És una cadena de valor formada per totes aquelles activitats necessàries per transformar un material o informació en un producte o servei per entregar al client. És una etapa que engloba des de l'elaboració del disseny fins que arriba a l'usuari final. La filosofia Lean parteix de que algunes activitats aporten valor i altres no.
Una empresa Lean es gestiona mitjançant fluxos de valor i aquests poden ser tant grans que fins i tot englobin a tota la cadena de proveïdors i clients, o poden ser fluxos més petits com per exemple petites cèl·lules de treball. El flux de valor d'una empresa, generalment engloba des de que entra un encàrrec fins que es fa efectiu el pagament i des de que es realitza la

²⁰ Womack, J. P. i Jones, D.T. (2003). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your corporation, Revised and Updated.

comanda de primera matèria fins que aquesta surt transformada al client, tots aquest processos inclouen entrades i sortides tant de materials com d'informació. Normalment existeix un flux de valor per cada família de productes o serveis que realitza l'empresa i per tal d'evitar confondre el flux de valor, és important deixar clar on comença i acaba aquest. La filosofia Lean proposa centralitzar els esforços en els fluxos de valor, ja que és on es genera el benefici i també on és més fàcil identificar el malbaratament i prendre mesures per eliminar-lo. En canvi el sistema tradicional gestiona les organitzacions per departaments i centralitza els esforços en les tasques individuals i no en la millora de tot el flux de valor, en conseqüència és més difícil identificar el malbaratament i la improductivitat.

- Flux: Juan Felipe Pons (2009), explica que el següent pas després d'haver identificat el valor pel client i d'haver eliminat el que no aporta valor, és fer que les activitats creadores de valor siguin contínues.

Tot i que allò que realment té valor pel client és una part molt petita de tot el procés. Lean pretén eliminar la major part de les operacions que no afegeixen valor.

- Sistema Pull: És un sistema de control de la producció on les activitats aigües avall, (tant de les que estan en les mateixes instal·lacions com en les instal·lacions separades) donen la senyal de que les seves necessitats a les activitats que estan aigües amunt de la cadena de valor, habitualment mitjançant la utilització de les targetes Kanban, sobre quin element o material necessiten, en quina quantitat, quan, i on el necessiten. És a dir, que el procés del proveïdor aigües amunt no produeix res fins que el procés del client aigües avall dona la senyal. És el client (intern o extern) qui tira de la demanda i no el fabricant o productor que empenta els productes cap al client.

El sistema pull és un component fonamental del Just-in-time i s'esforça per eliminar el excés d'inventari i la sobreproducció. Aquest sistema és totalment contrari al sistema de producció tradicional push, basat en el sistema de grans lots d'articles produïts a gran escala i a la màxima velocitat, segons la demanda prevista, movent-los o empentant-los fins al següent procés aigües avall fins el magatzem de productes terminats, sense tenir en compte el ritme actual de treball del següent procés o la demanda real del client.

- Perfecció: Lean Lexicon defineix producció com un procés que proporciona valor, tal com ha sigut definit pel client, sense cap muda o malbaratament de cap mena. Per aconseguir això són fonamentals tres eines de la cultura Lean: el Kaizen o millora contínua, la estandardització de processos i un pla d'acció PDCA.

A mesura que les organitzacions comencen a especificar el valor de manera precisa, identifiquen tota la cadena de valor, fan que les etapes creadores de valor pels productes

específics flueixin constantment i deixen que siguin els clients portin a ells mateixos (PULL) valor des de l'empresa, les persones involucrades es donen compte que ni hi límits per la millora continua, a l'hora que ofereixen un producte o servei cada cop més a prop del que el client realment desitja.

- **Transparència:** La transparència és un estímul molt important per a tots (subcontractistes, proveïdors de primer nivell, distribuïdors, consumidors i treballadors) ja que al tenir accés a més informació resulta més fàcil descobrir millores metodològiques per la creació de valor. A més es produeix un feedback quasi instantani i altament positiu pel personal que realitza les millores, un tret clau del treball Lean i un estímul poderós per seguir fent esforços per millorar. La descentralització en presa de decisions a través de la transparència i la potencia d'habilitats, significar proporcionar als participants del projecte informació sobre els sistemes de producció, donant-los el poder de prendre acció.
- **Capacitat:** Lean Exigeix per part de tots els treballadors de la cada de valor que hi hagi una atenció per mantenir el flux i eliminar el malbaratament. Per aconseguir aquest objectiu s'ha donar als treballadors la informació correcta de manera puntual i donar-los l'autoritat per solucionar els problemes i treballar en la millora continua. Aquesta cerca de la perfecció no es pot aconseguir només amb el treball dels gerents; tots els treballadors han d'estar compresos i capacitats per atendre les demandes dels clients, crear més valor, eliminar malbaratament i incrementar la rendibilitat del negoci. Hi ha un nou i poderós potencial per una millora radical quan aquests treballadors capacitats treballen de manera col·laborativa amb els seus companys a través de tota la cadena de valor.

3.5. Eines general

3.5.1. 5s (cinc esses)

És una eina de gestió visual que permet organitzar la zona de treball. La seva aplicació s'obtenen zones visuals estructurades, ordenades i netes, el que incrementa la productivitat, la seguretat la qualitat i el nivell global de millora del entorn laboral.



Figura 12.- Representació de les 5s. Font. <https://www.tcmetrologia.com/ar/cursos/implantacion-5s-ar/>

3.5.2. Andon

És un sistema de gestió visual que alerta de problemes en la producció i ofereix la possibilitat als treballadors de aturar-la si aquests són greus. Per això, assigna un codi de colors, més o menys complex, que descriu el funcionament de la cadena de producció.



Figura 13.- Representació sistema Andon. Font. <http://www.ilean.us/andon/>

3.5.3. Poka Yoke

És una tècnica de qualitat que destaca l'obvi, amb l'objectiu d'evitar errors. A través de de signes que puguin ser visuals, sonors o mecànics, s'indica si està tot correcte o si, pel contrari, existeix alguna errada, evitant en aquest cas que es continuï construïnt o muntant. Aquests sistemes produeixen finalment dispositius a prova de errors.

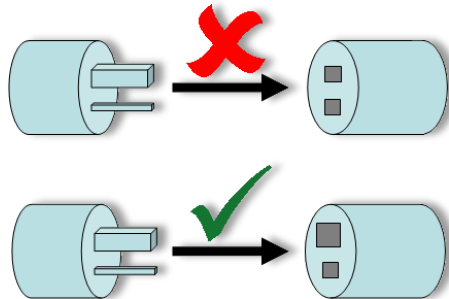


Figura 14.-

Representació sistema Poka Yoke.

Font. <https://pdcahome.com/english/124/poka-yoke-a-method-to-create-a-safe-design/>

3.5.4. Informe A3

És una forma estructurada i visual de presentar un resum del treball realitzat. S'utilitza per analitzar i solucionar problemes. L'objectiu és que, amb una fulla de paper A3, el destinatari de l'informe sigui capaç d'entendre la situació i poder, en cas de ser necessari, prendre les mesures oportunes.

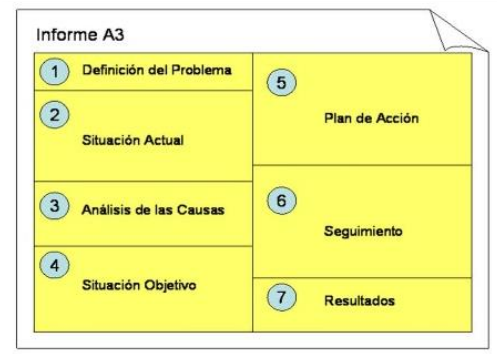


Figura 15.- Representació informe A3. Font. <https://es.slideshare.net/IngenieroGonzalez1/solucion-de-problemas-2>

3.5.5. Choosing by advantages

És l'eina que aplica el pensament científic en la presa de decisions. Es tracta de valorar els avantatges de forma global i detallada, en lloc de tenir en compte únicament el cost o l'opinió d'una persona.

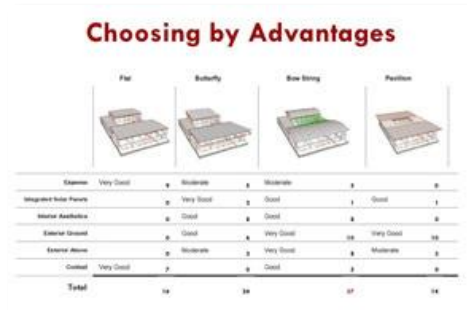


Figura 16.- Representació Choosing by Advantages. Font. <http://prayworks.com/thought-leadership/choosing-by-advantages/>

3.5.6. Value stream Mapping (Mapa de valor)

Es tracta d'una eina per l'optimització del procés. La filosofia Lean defineix que sense estandarditzar no pot haver millora. L'optimització del processos parteix de l'estudi del funcionament real dels mateixos a l'empresa, on es realitza un mapa del flux de valor, diferenciant entre el que aporta valor, el que no però és necessari i el que no és necessari. L'optimització s'aconsegueix al reduir o eliminar allò que no aporta valor, sigui o no necessari.

Les estandarditzacions han de ser treballades per aquells que participen en el procés, no imposats per l'elit que lidera l'organització". Taiichi Ohno.

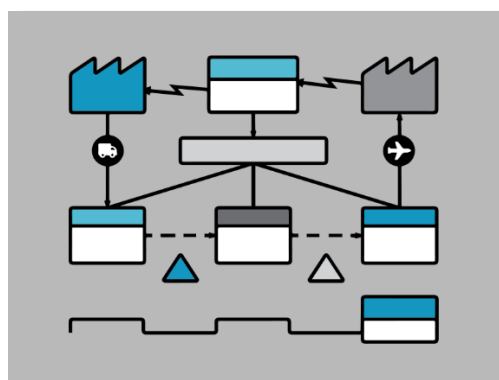


Figura 17.- Representació Mapa de Valor. Font. <https://consultoriacg.com.br/mapeamento-do-fluxo-de-valor/>

3.5.7. Takt time

És el sistema industrial que optimitza la producció en sèrie. Consisteix en anivellar el ritme de la demanda del client, eliminant el malbaratament.



Figura 18.- Representació Takt time. Font. <http://imectech.net/manufacture/en/planning/consulting-in-manufacturing-and-logistics/>

3.5.8. Kanban

És un eina que permet controlar el flux de treball a través de l'elaboració d'un tauler visual format per diferents columnes segons les necessitats, les tasques o activitats es presenten amb targetes, aquestes targetes poden contenir tanta informació sobre la tasca com l'usuari desitgi. Les targetes es van movent entre les columnes segons l'estat de la tasca i d'aquesta manera poder identificar el flux de treball i els embussos que es puguin produir.

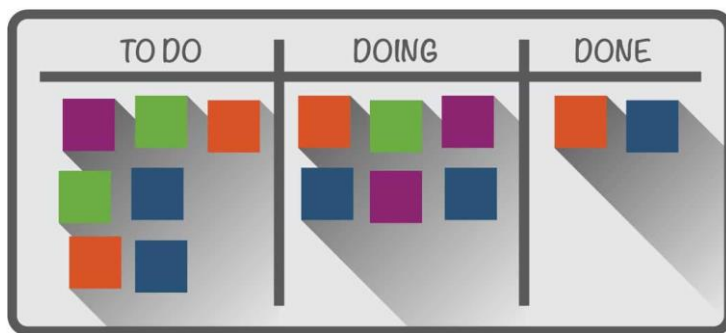


Figura 19.- Representació d'un tauler kanban. Font. <https://www.smartsheet.com/everything-you-need-know-about-kanban-cards>

4. LEAN CONSTRUCTION

4.1. Origen

En la dècada dels 90, a Anglaterra, un grup liderat per Sir John Egan²¹ van començar a treballar per millorar la productivitat del sector de la construcció. D'aqueta cerca van sorgir diverses idees que van deixar registrades en un informe que van enviar al govern al 1998, el qual van nomenar "Rethinking Contrucction", en aquest informe es proposava aplicar algunes tècniques del la filosofia del Lean Thinking. No obstant això, Lauri Koskela, al 1992 ja havia establert la base teòrica per l'aplicació del model de Toyota a la construcció, gràcies a l'elaboració de la informe "Aplicació del la nova filosofia de la producció a la construcció" i més tard van ser Glenn Ballard i Greg Howell, que al 1997 van fundar el "Lean Construction Institute" amb la finalitat de difondre l'aplicació del Lean Thinking al sector de la construcció, desenvolupant el model denominat Lean Project Delivery System. (Sanchez-Lozada, 2012)

4.2. Definició de Lean Construction

El terme de Lean Construcction es va difondre pels fundadors del Grup Internacional de Lean Constructions (IGLC) en 1993, i fa referència a l'aplicació dels principis i eines del sistema Lean al llarg de tot el cicle de vida d'un projecte de construcció.

Tot seguit es citaran algunes de les definicions que exposa Juan Felipe Pons en el seu llibre.

"El Lean Construction Institute (LCI) defineix el terme Lean Construction com un enfoc basat en la gestió de la producció per l'entrega d'un projecte, és a dir, una nova manera de dissenyar i construir edificis i infraestructures. Defineix que la gestió de la producció Lean ha provocat una revolució en el disseny, subministrament i muntatge del sector industrial. Aplicant a la gestió integral de projectes, des de la concepció del disseny fins a la seva entrega, Lean canvia la forma en la es realitza el treball mitjançant tot el procés d'entrega. De la mateixa manera, manifesta que Lea Construction abasta des dels objectius d'un sistema de producció ajustat (maximitzar el valor i minimitzar els malbarataments) fins a les tècniques específiques, i les aplica en un nou procés d'entrega i execució del projecte."

²¹ Informe en el que queden reflectides les necessitats de canvi que necessitava el sector de la construcció al Regne Unit. Es divideix en 6 capítols, on s'analitzen les necessitat de millora, objectius que es pretén aconseguir, es planteja una proposta de millora i es fa una guia del canvia a realitzar.

Com a resultat d'això:

- La definició o infraestructura i la seva entrega són dissenys junts per mostrar i suportar millor els propòsits dels clients.
- El treball s'estructura en tot el procés per maximitzar el valor i reduir els malbarataments a nivell d'execució dels projectes.
- Els esforços per gestionar i millorar el rendiment estan destinats a millorar el rendiment total del projecte, ja que això és més important que la reducció dels costos o el augment de la velocitat de cap activitat aïllada.
- El control es redefineix com passar de monitoritzar els resultats a fer que els coses succeeixin. Els rendiments dels sistemes de planificació i control es mesurin i millorin.
- La notificació fiable del treball entre especialitats en disseny, subministrament i muntatge o execució, assegurar que es doni valor al client i es redueixin els malbarataments. Lean Construction es especialment útil en projectes complexos, incerts i d'alta velocitat. Es qüestiona la creença de que sempre s'ha d'haver una relació entre el temps, el cost i la qualitat (major qualitat i major velocitat no té perquè implicar major cost)."

Lean Construction aplica els principis i eines desenvolupades en la filosofia Lean, al procés integral d'un projecte constructiu, per tant, abasta des de l'etapa de concepció de l'idea, fins l'execució i posta en servei.

"S'entén a Lean com una filosofia de treball que busca l'excel·lència de l'empresa, per tant, els seus principis poden aplicar-se en totes les fases del projecte: disseny, enginyeria, pre-comercialització, marketing i vendes, execució, servei de post-venda, atenció al client, posada en marxa i manteniment de l'edifici, administració de l'empresa, logística i relació amb la cadena de subministrament".

El que es vol aconseguir és l'excel·lència gràcies al procés de millora continua de l'empresa. Això consisteix principalment en minimitzar o eliminar totes les activitats que no agreguen valor al procés, optimitzant els recursos i maximitzant l'entrega de valor pel client, per poder dissenyar i produir amb menys costos, major qualitat, seguretat i terminis d'entrega més curts. A l'hora, vol aconseguir aquest objectius en totes les fases del cicle de vida d'un projecte d'edificació, comptant amb tots els agents socials que intervenen en el procés de disseny i construcció, i amb totes les persones i empreses que participen en la cadena sencera de subministrament i en cada flux de valor, sense

deixar a ningú fora, i integrant a tots sota una fita en comú, segons els principis del sistema Lean. (Pons, 2014).

4.3. Principis del Lean construction

En el sistema tradicional els projectes s'entenen com un procés de transformacions, en canvi en la filosofia Lean els projectes són un processos de flux i transformacions, on es defineixen els fluxos, en aquelles activitats que no agreguen valor al producte acabat, i aquelles que sí li afegixen valor.

Els processos que no aporten valor, es consideren que poden millorar, ja que poden ser eliminats i d'aquesta manera estalviar, de la mateixa manera, els processos que sí aporten valor també poden millorar-se, convertint-se en més eficients i amb major rendiment.

A continuació s'enumeraran els principis bàsics que va establir Lauri Koskela, (1992), per que les empreses puguin posar en pràctica el la Construcció sense pèrdues.

- Reduir les activitats que no aporten valor al producte final:

Una activitat que aportar valor al producte final és aquella que genera i converteix el producte en allò que el client vol. Activitats com moviment, inspecció i espera no el tornen més valuós. S'ha identificat que les activitats que més temps necessiten durant el procés constructiu d'una producte, són aquelles que no tenen valor pel client final, per tant, han de ser eliminades.

- Augmentar el valor del producte final tenint en compte el requeriment del client:

El concepte de valor ha de ser considerat des del punt de vista del client (intern i extern). D'aquesta manera, s'ha conèixer allò que el client valora, per garantir la seva satisfacció. Tota activitat té dos clients: Aquell encarregat de la tasca successora i el client final. Cada etapa ha de tenir en compte que és allò que el client vol, per fer-lo realitat i donar-li valor al producte.

- Reduir la variabilitat:

Per aplicar aquest principi és necessari reduir la variabilitat en el procés productiu. Tenir uniformitat en la producció, tant en els processos, com en els productes, genera major confiança en el client final. A major variabilitat en el temps de producció, major nombre d'etapes sense valor afegit.

- Reduir el temps dels cicles:

Aquest principi es relaciona amb l'optimització dels temps involucrats en l'obra, relacionats amb el transport necessaris, inspecció obligatòria i de qualitat de procés, i una major reducció de les inproductivitats (espera i re-fer treballs).

- Simplificar el procés minimitzant el número de passos, parts i connexions.

Aquest principi implica simplificar o reduir el número d'activitats en un procés productiu. Aquestes solen ser major a mesura que augmenten els components o passos del procés. Aportar simplicitat a un procés vol dir que s'ha d'eliminar les tasques que no aporten valor, i simplificar les tasques sí ho fan. Reduir els passos i peces d'un procés el simplifica, li genera menys variabilitat, l'agilitza i l'estandarditza.

- Augmenta la flexibilitat del producte final:

Es pot definir com la millora de les característiques del producte entregat als clients sense augmentar els cost dels mateixos. Es pot aconseguir minimitzant la mida dels lots per equilibrar-los amb la demanda, reduint la dificultat de configuracions i canvis, personalitzant productes al final del procés constructiu i tenir treballadors que siguin capaços de realitzar més d'una feina.

- Augmentar la transparència del procés:

Aquest concepte esta relacionat amb la millora del control visual de la producció, la qualitat i la organització del lloc de treball, reduint les possibilitats d'errades, a més de donar-li a la gent un procés obert a l'observació perquè puguin entendre com es realitzen les feines, augmenta la motivació, i també els hi proporciona informació de xifres, rendiments, etc... Transparència vol dir separar la producció i l'estructura jeràrquica que dona les ordres.

- Concentrar el control del procés de manera global:

Aquest principi fa referencia a conèixer el procés en la seva totalitat per fer possible el reconeixement dels resultats globals de l'empresa, i provar solucions més eficaces. Tenir control de tot el procés que es pot veure limitat per dos factors, ja que, per una banda, pot creuar-se la frontera d'on esta sent implementat, o tenir un procés que escala el producte de jerarquia. Es requereix tenir supervisió en tot el procés, i e cas de que surti de l'espai físic, cooperar amb altres per tenir un flux d'informació.

- Construir millores continues al procés:

És fonamental està obert a rebre o buscar informació rellevant per afegir valor al procés. Reduir els malbarataments i augmentar el valor del producte són fites que generen millora continua. Aquestes millores han de ser mesurables, s'ha de tenir fites clares i definides, se'ls ha de donar responsabilitat de millora continua a tots els treballadors, s'ha de tenir present que sempre hi ha una millor forma de fer les coses i, per últim, s'ha de fusionar les millores amb el control, ja que l'idea és millor a llarg termini.

- Fer balanç entre la millora del flux del procés amb les millores a la conversió:

La millora del flux i del procés de producció, han de tenir en compte i fer balanç. La millora del flux requereix menor inversió, per més temps, per una bada, la millora del procés requereix major capital i menys temps. Entre més complexa sigui la tasca millorada, major impacte tindrà sobre el procés, i, entre més malbaratament associat tingui una tasca millorada, més rentable serà la millora del flux que la del procés. Ambdues millores estan connectades. Fluxos més controlats generen facilitats a la implantació de noves tecnologies de producció.

- Benchmarking

L'evolució corporativa millora substancialment els processos, evita les rutines i genera una cultura d'autoavaluació i millora continua. A l'hora, també s'han de comparar les activitats realitzades entre les empreses. Amb la finalitat d'identificar les millores pràctiques desenvolupades pel mercat.

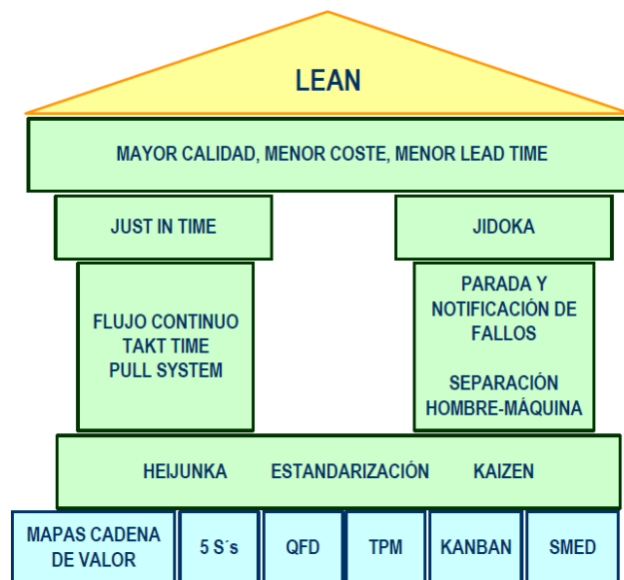


Figura 20.- Representació principis Lean. (Casa Lean). Font. González Alcántara. 2013

4.4. Eines en l'àmbit de la construcció

La necessitat de convertir la indústria de la construcció en un negoci més rentable i eficient ha despertat la curiositat de importants investigadors per avaluar l'estat dels mètodes constructius de gestió, i analitzar com poden ser millorats. S'ha vist que en la indústria de producció massiva, els avanços han sigut molt grans i últimament s'han desenvolupat parteixen de la base de Toyota, que han desenvolupat una filosofia amb l'objectiu de ser cada cop més eficients i rentables en el seu negoci.

Si bé existeixen moltes eines que poden ser aplicades a la millora dels processos en la construcció, a continuació es definiran les eines específiques per la construcció segons el que explica Cristian Ayats.

4.4.1. Last Planner System o sistema del últim planificador (LPS)

És una eina de planificació per desenvolupar el projecte de forma col·laborativa, amb un sistema "Pull". Es realitza una planificació en cascada (amb graus de definició segons la proximitat). Treballant des de l'objectiu cap a enrere. D'aquesta manera són els que realitzaran el treball els que determinaran les serves promeses, adquirint un major grau de de fiabilitat.

Per últim, s'estudia el planejament per eliminar les restriccions, preparar les feines per que es puguin realitzar, tenir una previsió de feines que es puguin realitzar en cas que el planejament "A" no es pugui executar, estudiar el percentatge del planejament que s'ha complert i analitzar la causa d'incompliment d'aquest amb la finalitat d'evitar que es torni a repetir.



Figura 21.- Exemple de planificació. Font. <http://www.coatz.org/?p=6208>

4.4.2. Integrated Project Delivery o gestió de projecte integrat (IPD)

És un sistema d'administració, on les persones, els grups i les estructures treballen de forma col·laborativa. D'aquesta manera, s'aprofiten els punts de vista de tots per augmentar el valor i reduir les pèrdues.

Des del principi, es reuneixen promotor, projectista, consultors, constructora, sub-contractistes principals i tècnics, amb l'objectiu de crear una visió de conjunt i que tots siguin capaços de gestionar el projecte aplicant la metodologia Lean.

Es pretén augmentar la implantació i la compressió del projecte per part de tots els participants, resolent un dels principals problemes de la construcció. Per poder dur a terme aquesta col·laboració, els participants, d'una banda comparteixen els riscos i els beneficis i per altre participen en la presa de decisions.

4.4.3. Target Value Desig o disseny a valor objecte (TVD)

Es tracta d'una eina social per dissenyar i redissenyar el projecte des de la seva concepció fins la seva execució. S'incorpora a la discussió, en al fase de disseny, a tots els participants en la seva construcció i ús. En tot moment es sap quin és el cost del projecte i es treballa amb interdisciplinarietat (promotor, projectista, constructora i tècnics) en l'evolució del disseny, de forma que es treballa per obtenir el millor valor sense augmentar el cost, o inclús baixar-lo. Quan es desenvolupa el projecte, en tot moment va acompanyat del desenvolupament constructiu i del pressupost. Són els equips multidisciplinaris els encarregats de generar la innovació i l'eficiència.

4.4.4. Lean design o disseny Lean

És un metodologia que aplica els conceptes Lean a la fase del disseny. Per exemple, utilitzar el procés de mapa de valor per dissenyar un espai, o comptar amb la aportació de nous usuaris i constructors per realitzar-lo.



Figura 22.- Representació d'equips multidisciplinaris. Font. www.leanconstruction.org

5. EINES PROPOSADES PER L'IMPLANTACIÓ

A continuació es plantegen un seguit d'eines innovadores de la filosofia Lean Construction, per la seva implantació en un despatx d'arquitectura, en tres nivells.

El primer nivell consistirà en la implantació de la metodologia de les 5s i la metodologia kanban, en l'organització interna del despatx; amb l'objectiu de poder gestionar i millorar el flux de treball que al despatx es desenvolupa.

El segon nivell consistirà en la implantació del disseny Lean en la fase de redacció d'un projecte, o es proposa utilitzar l'eina Target Value Desing i l'Intraget Project Delibery. El projecte en qüestió és tracta de la construcció d'un habitatge unifamiliar aïllat, a la comarca de la Garrotxa. Es pretén adaptar les eines esmentades, al projecte que es vol desenvolupar, amb la finalitat d'identificar els valors i requisits del client, minimitzant els malbarataments i millorar la constructibilitat del projecte.

El tercer nivell consistirà en desenvolupar el marc teòric de les eines que proposa utilitzar per dur a terme l'execució de l'obra. S'explicarà i s'exemplificarà l'eina Integrated Project Delibery, Last Planer System, l'informe A3 + CbA, creació d'una base de dades compartida, elaboració de manuals d'instruccions i control de treball executat diari. Tot i que, com s'ha esmentat, no s'entrarà en detall en aquesta fase d'execució, l'objectiu és poder coordinar les eines proposades, aprofitant el seus avantatges i adaptant-los a la tipologia d'obra proposada.

La finalitat d'aquest treball és mostrar els beneficis de les eines i mètodes de gestió i producció proposats, tant en l'organització interna del despatx, com en les diferents fases que d'un projecte típic que es desenvolupen al despatx.

Cal destacar també que tota la documentació trobada fins a les hores, implantaven aquestes eines en obres de gran envergadura, com és el cas d'hospitals, complexos hotelers o blocs d'habitatges plurifamiliars; i l'objectiu del present treball és introduir aquestes eines, a una escala més reduïda en comparació amb la informació trobada, adaptant-les per aprofitar les seves virtuts i entreu el màxim profit, tant per l'organització del despatx com per els projectes que ell es desenvolupen.

Amb l'esquema següent es pretén posar en situació de totes les eines de la filosofia Lean que es pretén analitzar i implantar en aquest treball.

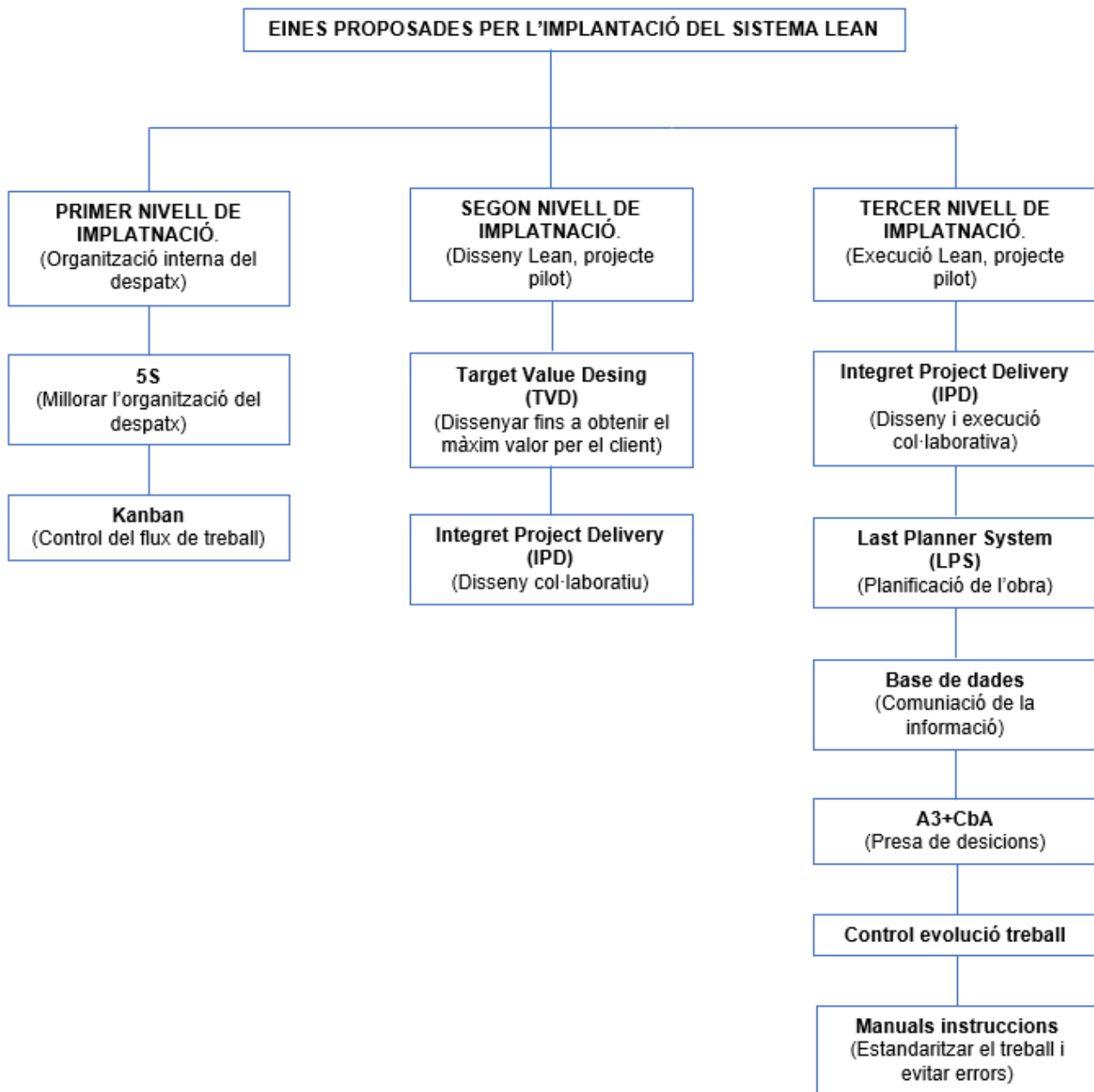


Figura 23.- Esquema de les eines utilitzades per fases. Font. Elaboració pròpia

5.1. 5s (5esses)

Les 5s és una pràctica que té els seus orígens al Japó, després de la Segona Guerra Mundial amb l'orientació de W. E. Deming²².

El seu nom prové de cinc principis japonesos que comencen tots amb la lletra "s" i cada paraula té un significat important a l'hora de transformar un lloc de treball. Les paraules en qüestió són les següents:

- **Classificar (Seiri):**
Consisteix en eliminar de la zona de treball tots els elements innecessaris. De manera que es classifica el que és necessari i el que no, per posteriorment eliminar el que no és útil.
- **Ordenar (Seiton):**
Consisteix en ordenar els elements que en la classificació anterior s'han considerat com a necessaris.
- **Neteja (Seiso):**
Consisteix en establir una metodologia de neteja per evitar que les zones de treball s'embrutin.
- **Estandaritzar (Seiketsu):**
Està directament relacionat amb l'ordre i consisteix en crear un model constant de realització de les tasques i procediments.
- **Mantenir (Shitsuke):**
Consisteix en establir com a hàbits les 4s anteriors. Però depèn de la actitud dels treballadors per convertir-se en hàbit.

Aquest principi són un model de productivitat que actualment s'està implantant en les indústries de tot món. Les 5s no són característiques exclusives de la cultura japonesa i fins i tot és possible que tots en la vida quotidiana utilitzin aquesta eina.

Implementat aquest sistema es pretén estandaritzar les zones de treball i reduir les pèrdues de temps que es produeixen quan es busquen arxius o falta material.

²² Deming William Edwards, (1986). Out of the crisis. Fou un estadístic nord americà contemporani a la Segona Guerra Mundial. A la dècada dels 50, va realitzar diverses conferències al Japó. Les seves idees sobre el control de qualitat van ser ben rebudes en el mercat japonès i posteriorment van ser implementades.

5.2. El mètode kanban

Kanban és una paraula d'origen japonès que es compon de dos termes "KAN" que es tradueix com a pictograma i "BAN" que representa una targeta o cartell.

És un mètode visual que s'utilitza per controlar la producció. És un sistema basat en les senyals, que s'aplica en tota la cadena de producció, des de les demandes del client fins obtenir el producte acabat. La seva finalitat és controlar quina quantitat i amb quina qualitat es produeix, per tal de produir només allò que el client aigües a munt necessita, és a dir el procés que va després del que s'està realitzant.

Com tot en el sistema LEAN, la idea es va originar a les empreses Toyota, a partir de l'observació dels seus enginyers del funcionament d'un supermercat Nord-Americà. En aquest només reemplaçaven el producte quan els clients els agafaven de les estanteries. Van observar que d'aquesta manera les estanteries mai es desordenaven amb l'excés d'existències i tampoc es quedaven buides. Aquest fet va provocar en ells la creació d'una targeta en la que s'identifiqués la tasca a realitzar. De manera que el material que està aigües amunt sempre demana el material del procés anterior. És a dir, el primer procés proporciona la matèria primera a l'últim procés, per entregar el producte al client, quan aquest el sol·licita. En el processos intermedis, el producte anirà passant de procés just quan la de sol·liciti el procés aigües amunt.

L'eina kanban pot tenir diverses formes, però sempre s'han de seguir les regles següents:

- No es transfereixen defectes al procés posterior:
El productes defectuosos provoquen un increment dels costos materials, de maquinària i temps. Un cop s'ha trobat el defecte s'ha d'adoptar mesures necessaris per tal d'evitar que es repeteixi.
- Els processos següents només requeriran el que necessiten del procés anterior:
El procés següent només li demana el que necessita al procés anterior en quantitat i en el moment en el necessita. Convé ressaltar això últim, ja que no el fet de subministrat si no de demanar. És a dir, les decisions de demanda les realitzen els processos següents.
- Només s'ha de produir la quantitat justa que requereix el procés següent.
Es limitarà la producció al que s'ha demanat i només es fabricarà quan aquesta sol·licitud arribi.

- És necessari optimitzar la producció, fer un balanç d'aquesta:
S'ha de tenir present que només s'ha de produir la quantitat necessària que necessiten el processos següent, per tant, cal insistir en que el material i maquinaria estiguin preparats per produir quan sigui necessari i en la quantitat sol·licitada.
- Kanban evita les especulacions:
S'eliminarà les especulacions de si, el procés següent necessitarà no més material, o s'ha d'entregar abans o després, ja que l'objectiu es subministrar la quantitat necessària quan sigui sol·licitada.
- El treball s'ha d'estandarditzar:
Amb el treball estandarditzar s'eviten les peces defectuoses, les quals, com s'ha esmentat al primer punt, provoquen pèrdues.

5.2.1. Valors del Kanban

David. J. Anderson i Andy Carmichael²³ exposen en el seu llibre "KANBAN- Essencial Consensuat", nou valors, pel qual es guia l'eina Kanban.

- **Transparència:**
Es pot definir la habilitat de compartir la informació de manera oberta, millorarà el flux de valor del negoci. Utilitzant un llenguatge clar i directe, que també forma part d'aquest valor.
- **Equilibri:**
Entendre que els diferents aspectes, punts de vista i capacitats, s'han de equilibrar per aconseguir efectivitat. Per exemple, alguns aspectes com la demanda i la capacitat, poden ocasionar un col·lapse i no s'equilibren per un període llarg.
- **Centralització client:**
S'ha conèixer quin és l'objectiu final del client. Els clients poder ser externs al servei o interns a l'organització.
- **Col·laboració:**
Treballar just. El mètode Kanban va se dissenyat per que tots el membre d'un equip poguessin treballar conjuntament, per això la col·laboració és la clau del mètode.

²³ Anderson, D.J. i Carmichael, A. (2006). Essential Kanban Condensed. Lean Kanban University Press. Estat Units: Seattle i Regne Unit: Southampton. Pàgina 14.

- Flux:
L'objectiu del Kanban és aportar flux de valor, tant si és continu com puntual, i poder visualitzar aquest flux, és un punt de partida fonamental pel Kanban.
- Lideratge:
És l'habilitat d'inspirar als altres a introduir-se en canvi mitjançant l'exemple. En Kanban el lideratge és necessari en tots el nivell de l'organització per aconseguir l'entrega de valor i la millora continua.
- Acord:
És el compris d'avançar junts com equip o organització, fins al arribar als objectius, respectant les diferències de opinió i aproximacions.
- Respecte:
Valorar, comprendre i tenir consideració per les persones. Aquest valor és la base sobre la qual sorgeixen la resta de valors.

Aquest són els valors que formalitzen el mètode Kanban, per poder buscar la millora continua en un entorn de col·laboració. Per tant, per poder aplicar correctament aquesta eina és necessari implementar-los tots.

La forma més habitual d'utilitzar el sistema kanban és través de d'un tauler visual, en el que queda representat el flux de treball mitjançant targetes, amb límit de treball en curs (WIP), dit amb altres paraules, assignar un límit concret de quants elements poden estar en procés al mateix temps en cada fase del procés i controlar el temps estimat per completar un element, o Lead Time, aconseguint optimitzar el procés per tal de que aquest sigui més simple.

5.2.2. Conceptes bàsics

- Tauler visual
L'objectiu del sistema kanban és visualitzar el flux de treball de forma clara, precisa per incrementar l'eficiència de tots els processos de treball, i incentivar la participació i el coneixement a tot el personal per evitar els embuts o duplicar les feines.

El tauler en qüestió s'utilitza per organitzar la gestió d'un procediment i mantenir el flux de execució, a més d'exposar informació de l'estat dels procediments.

De forma general el tauler es divideix en tres columnes (tasques pendents / tasques en procés / tasques finalitzades) el que seria (TO DO / DOING / DONE), però també es pot dividir segons

els passos a seguir en cada projecte. Ja que la creació d'aquest s'ha d'adaptar a les necessitats de cada projecte o empresa.

Sobre el tauler es col·locaran una sèrie de targetes en les que descriuran la tasques a realitzar, aquestes es desplaçaran al llarg del tauler segons els seu estat.

- Límit WIP (Work in Progress)

El límit WIP fa referència al número màxim de taques que poden realitzar en cada fase del cicle de treball representat en el tauler kanban.

La seva intenció és orientar a l'equip a finalitzar les tasques y establir un flux continu de feines integrades, per tal de guiar-los a la finalització de les taques més el a l'inici de noves. Actualment no hi ha una regla que estipuli el valor WIP, però de manera orientativa es pot seguir la formula següent:

- $WIP = 2n - 1$

En que "n" fa referència al número de membres del despatx, i -1 per incrementar la col·laboració.

S'utilitza el WIP per limitar el nombre de feines que hi ha en una columna, d'aquesta manera s'evita que aqueta acumuli moltes targetes i perjudici el flux de treball. Per tant, el WIP ha de se equilibrat, ja que si és molt alt, és donaria la situació de començar moltes feines i finalitzar molt poques, per treballar en diverses fines a l'hora sense tancar gairebé cap.

D'altra banda si una feina no es pot finalitzar, es pot començar una altre i deixar aquelles que no es poden acabar en espera.

En el cas de que el WIP sigui molt baix, les feines es poden acabar més ràpidament, però provocaria que membres del personal no tinguessin feines per realitzar. Ja que com s'ha esmentat anteriorment, no tot el personal pot treballar a l'hora en la mateixa tasca. Això també provocaria que les feines estiguin en l'estat de *pendents de començar*, més temps, fins que l'equip pugui començar a treballar en elles, per tant, el Lead Time serà més gran del requerit.

No obstant això, si s'aconsegueix que el WIP estigui equilibrat i un cop equilibrat s'ajusta a la baixa, els contratemps que poguessin bloquejar acabar les tasques, es resolen més ràpidament, perquè si no es soluciona el problema que provoca l'embús, no és pot començar a treballar en altres feines.

També es treballarà en un entorn de més col·laboració entre el membres de l'equip, ja que més persones poden treballar en la mateixa tasca, tenint present en tot moment que hi ha un límit de

persones que poden treballar en una mateixa tasca. Amb aquest premissa, WIP també pretén evitar l'excés de tasques i la sobrecàrrega en una procés.

Tot seguit s'explicaran els indicadors per mesurar el flux:

- Lead Time: És el temps estimatiu que tarda una targeta (feina) en recorre totes les fases del procés del tauler kanban, des de la seva introducció a aquest fins que arriba a l'última columna.
- Cycle Time: És el mateix que l'anterior amb la diferència que el temps es comptabilitza des avança a la segona columna.
- Throughput: és la quantitat de targetes (tasques) finalitzats per unitat de temps.

Per tant, per aconseguir que el flux sigui el més òptim possible, el Lead Time i el Cycle Time han de tenir un valor mínim, en canvi el Throughput ha de ser el més elevat possible.

- Llei de little²⁴

El seu origen prové d'una consultora en el sistema Lean kanban, que en base a la seva experiència en una empresa, va terminar que el WIP i el Throughput estan directament relacionat amb la següent expressió:

- $Lead\ Time = WIP / Throughput$

En concret la Llei estipula que:

- Quan més alt és el WIP, més gran és el Lead Time, i per tant, més temps es necessitarà per finalitzar la tasca que s'ha començat.
- Quan més rendiment, menys lead time. Això s'aconsegueix mitjançant l'automatització d'activitats que no aporten valor, millorant els processos o afegint més recursos.
- Proporcional predicibilitat en els processos. Estableix els fonaments per arribar al WIP òptim, per aconseguir un flux de treball constant.
- Per tal de treure el màxim profit a la formula, aquesta s'ha d'aplicar amb valors mitjos, que siguin coherents, la idea central és que tot allò que entra al tauler kanban, ha de sortir, de manera que el WIP en tot el procés ha de ser constant, la tasa mitja d'arribada de la feina ha de ser la mateixa que la tasa mitja de sortida.
- Teoria de Restriccions de Goldratt, en la gestió del flux

²⁴ Teodora Stoyanova Bozheva, Dedicada a la millora continua dels processos aplicant les metodologies àgils com Lean Kaban.

En Goldratt en²⁵ el seu llibre defensa que “El rendiment de qualsevol cadena sempre està determinat per la força de la seva baula més dèbil”.

Aquesta premissa s’extreu la seva teoria de restriccions, que estipula que per millorar una activitat, els esforços s’ha de centrar en millorar allò que provoca limitacions en el sistema, ja que és la que imposa el ritme de tot el procés. Considera que una bona manera d’aplicar aquesta teoria és concentrar, durant un determinat temps, els recursos necessaris de les activitats que no presentin contratemps, les quals es poden arribar a para momentàniament.

Només en cas de que en la mateixa activitat es presenti freqüentment el problemàtica, es recomanable investigar quina pot ser la causa i aplicar mesures diferents.

En la gràfica on queda representada la Llei de Little.

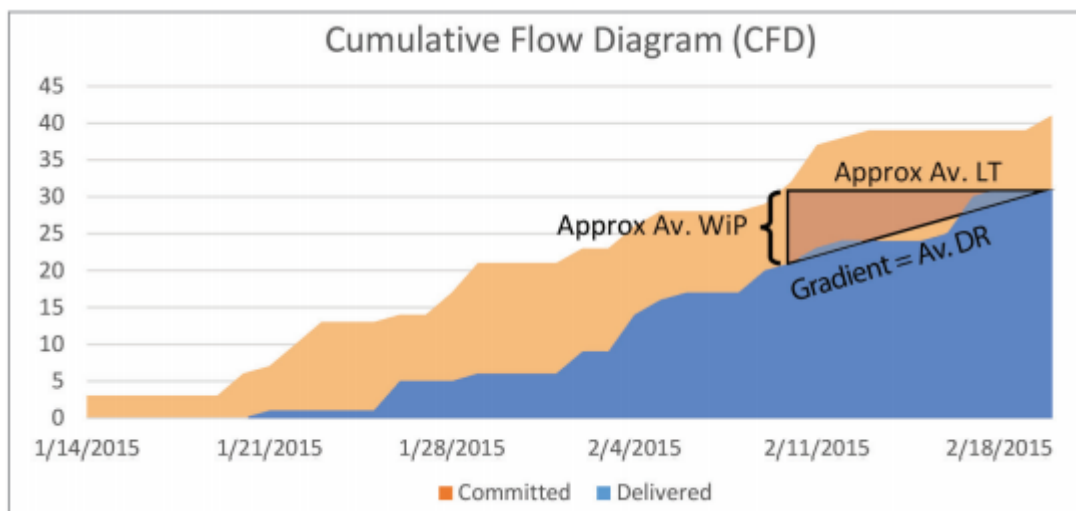


Figura 24.-
Diagrama
de flux
acumulat.
Font
“Essencial-
Kanban-
Condensed”

5.2.3. Principis, directrius i tècniques

En aquest apartat es tractaran els principis, reglaments i tècniques generals del sistema Kanban, segons les disposicions d’en David J. Anderson, en el seu llibre “Essencial Kanban Condensed”. Anderson, deixar clar que el sistema Kanban en un principi no estableix un pla de treball ni principis directoris, ja que la implementació inicia en la premissa “comença o estiguis”. Tot i que Anderson considera que Kanban té tres principis basats en les necessitat de l’organització:

- Sostenibilitat:

²⁵ Goldratt, E. (1984). *Teoria de les restriccions*. (1999) *No fou la sort*. La teoria de les restriccions és una filosofia gerencial que es basa en la premissa de que els sistemes contenen un simplicitat inherent. És a dir, que requereixen que el desenvolupament del sistema depengui d’una o molt poques variables que determinin el resultat.

Referit a trobar un ritme sostenible i una centralització en la millora. Aquest principi té com objecte evitar la sobrecàrrega, per optimitzar el rendiment dels treballs orientat cap a la satisfacció del client, el compromís personal, la col·laboració i el cost.

- **Orientació al Servei:**

Centralitzat en la satisfacció del client. L'objectiu és donar serveis adequats al client per tal de sobrepassar les seves expectatives i necessitats. Ja que quan tota l'organització és centra en allò que aporta valor pel client, els resultats solen ser positius

- **Supervivència:**

Referit al manteniment de la competitivitat i l'adaptabilitat de l'equip. El seu objectiu es garantir que l'organització sobrevisqui i prosperi en temps on hi ha canvis incerts. Per tant, canvi donar molta importància a l'evolució i canvi continu.

En kanban hi ha sis principis fundacionals, els quals es poden classificar en dos grups: els principis de gestió del canvi i els principis d'entrega del servei.

El principis de gestió del canvi:

- **Continuar amb el procés establert**

Kanban no pretén canviar el procés d'una empresa, el seu objectiu és evolucionar el procés actual.

- **Increment i evolució del canvi**

Tots els membres de l'organització han d'estar d'acord en que el canvi és necessari.

- **Respectar el procés actual, rols, responsabilitats i càrrecs**

Es probable que la empresa actualment disposi de pràctiques que funcionen correctament i que es poden conservar. Pel que fa les funcions, responsabilitats i càrrecs també s'ha de respectar, per tal de no causar un gran impacte ni donar lloc a inquietuds en l'equip que dificultin la implantació del sistema.

- **Incentivar el lideratge en tots els nivells de la implantació**

És molt important promoure el lideratge, concretament, s'ha de conscienciar a tot el personal de la necessitat de millorar en tots els nivells de l'organització i també a nivell individual. Aquestes millores s'ha de realitzar de manera ràpida i eficaç, per que això sigui possible, els treballadors han de trobar-se motivats i segurs per poder proposar millores sense sentir-se cohibits per les represàlies.

Principis d'entrega de serveis:

- Entendre les necessitats i expectatives dels clients de l'organització i centralitzar els esforços en elles.
- Gestionar el treball, donar peu a que el personal s'auto-organitzi al voltant de les seves tasques.
- Evolucionar les directrius per millorar els resultats pel client.

Tècniques

- Visualitzar (el treball, el flux de treball i els riscos)

Kanban aconsegueix fer visible el que no és. Dit amb altres paraules, reflectir el flux de treball, cada acció i procés, de forma que estigui present per tots els treballadors, gerents i directors de la empresa; de tal forma que és visualitzen millor els possibles riscos i dona l'oportunitat de poder gestionar-los de forma consensuada.

- Límit WIP

Com s'ha esmentat anteriorment, el límit WIP és el nombre màxim de tasques que es poden realitzar en cada fase del cicle de treball representada en el tauler kanban, amb l'objectiu de dirigir l'equip a finalitzar les tasques i establir un flux continu de tasques entregades.

- Gestionar el flux de treball

És necessari portar un control dels moviments, del flux de treball, per conèixer l'estat d'aquest. El més adient és que el flux sigui estable i ràpid, i així obtenir un sistema capaç de crear valor ràpidament, de forma predicable, reduint els riscos i els costos per retards.

- Definir les polítiques per delimitar els límits

Consisteix en determinar, estandarditzar i assumir quines característiques o quines fases o fets, s'ha realitzar per considerar que una tasca esta acabada i pot passar a la següent etapa. Cosa que aconsegueix solidificar el funcionament del sistema, i els possibles problemes que puguin sorgir, es podran discutir de manera racional, empírica i objectiva, per que conjuntament l'equip arribi a una proposta de millora.

- Aplicar circuits de retroalimentació o feedback

Implementar un sistema tant dinàmic i a l'hora evolutiu com és Kanban, necessita de bucles de retroalimentació. El sistema Kanban defineix set oportunitats de retroalimentació o cadències:

- Revisió de l'estratègia:
És necessari analitzar l'estratègia que es seguirà per entendre els serveis sol·licitats i definir aquests en relació a l'objectiu.
- Revisió de les operacions:
És necessari analitzar les operacions per entendre la relació entre els serveis i la distribució de recursos per optimitzar l'entrega de valor d'acord a les expectatives del client.
- La revisió els riscos:
Per poder entendre els riscos de les entregues del servei, per exemple mitjançant l'entrega de temes bloquejats.
- Revisió de la prestació de serveis:
Aquesta revisió té l'objectiu d'estudiar i analitzar la efectivitat d'un servei.
- Reunió de retroalimentació:
Aquesta reunió té la finalitat de moure els ítems de treball a través del punt de compromís i a l'interior del sistema.
- La reunió Kanban:
Aquesta reunió es pot celebrar diàriament amb la finalitat de revisar la planificació del dia. Habitualment és una reunió de peu, per fomentar un trobada curta i energètic enfocada en analitzar el treball i desbloquejar el temes pendents.
- Reunió de planificació de càrrega:
S'utilitza per supervisar i planificar entregues als clients.

Aplicant aquests set circuits, com diu David J. Anderson, no implica augmentar els costos de l'empresa, ja que encara que aquesta reunions són considerades la base de la implantació Kanban, es poden aprofitar reunions ja establertes per discutir aquests punts.

El propòsit dels bucles de retroalimentació és poder comparar els resultats previstos amb els resultat reals i si s'escau realitzar ajustos.

- Millorar i evolucionar

El límit WIP estimula converses sobre problemes del procés; contratemps que obstaculitzen el flux, o introdueixen perturbacions que produeixen que el flux no sigui constant. Aquest habitualment són un repte pel límit WIP. Però l'equip té l'opció de trencar el límit, ignorar el problema i continuar, o fer front al problema, debatre i proposar solucions.

5.2.4. Rols en Kanban

En un principi el Kanban no assigna rols, ni responsabilitats ni càrrecs. Però a mesura que s'ha anat aplicant aquesta eina han sorgit dos rols que han passat a formar part del sistema. Però convé ressaltar que l'important no radica en l'assignar un rol o un càrrec, l'important és més aviat el propòsit d'aquest rol o encàrrec. En concret aquests rols són el següents:

- Gestor de peticions de servei:
És el responsable d'entendre les necessitats i expectatives dels clients, i de facilitar seleccionar i ordenar els elements de treball en la reunió de revisió del treball.
- Gestor de prestació de servei:
És el responsable del flux de treball, encarregat de entregar els elements seleccionats als clients, per tal de fer més amenes les reunions de Kanban i realitzar la planificació d'entrega.

5.2.5. Objectius del Kanban

Mitjançant l'aplicació d'aquesta eina, s'aconsegueix una millorar en la gestió i organització de les feines, ja que obtenen les següents millores:

- Anivellar la demanda amb la capacitat. Obligar a analitzar quina quantitat es pot realitzar, i assumir el treball a mesura que es van alliberant les targetes.
- Limitar el treball en procés, millorar el flux de treball, descobrir els problemes a les primeres etapes i aconseguir un ritme constant.
- Controlar els treballs no les persones, coordinar i sincronitzar, descobrir els embuts i prendre decisions que generin valor.
- Que els equips s'auto organitzin.
- Aconseguir una cultura d'optimització incremental.
- Poder començar qualsevol operació estàndard en qualsevol moment.
- Donar instruccions basades en les condicions actuals de l'àrea de treball.
- Preveure que s'acumulin feines innecessàries a les que ja s'han començat i preveure l'excés de documentació.

5.2.6. Funcionament del sistema

L'objectiu d'aquest sistema es generar el màxim valor amb el mínim de temps possible, de manera constant.

Segon Ohno²⁶ considerat un dels pares del sistema TSP: "Tot allò que realitzem es mirar la línia del temps i reduir el temps, reduint tot el malbaratament que no aporta valor."

Tot el que un sistema pot realitzar, està limitat per la capacitat d'aquest sistema. No obstant això, les organitzacions generalment tenen més volum de feina del que poden realitzar, el que provoca errors i augmenta els defectes, la qualitat disminueix, la falta de compliment es converteix en una norma, la gent està esgotada i desmotivada, es generen més malbarataments i conflictes, i es perd credibilitat. Una situació molt perjudicial per l'empresa.

Quan es marca un límit en el que realment es pot realitzar, augmenta la qualitat, es redueixen repeticions de feines i totes les circumstàncies negatives que s'han esmentat a al paràgraf anterior.

Per un control eficient d'aquesta aquest límit, Kanban proposa controlar el flux de valor. El flux de valor, ve determinat pels processos i subprocessos, des de la planificació fins a l'entrega final del treball, equilibrant la capacitat de l'equip entre el treball que s'està executant i la demanda. Ja que quan menys treball es realitza a l'hora menys costos es generen, en canvi quan es treballa en moltes tasques a l'hora, es perd l'enfoc i es generen temps d'espera de passar d'una feina a una altra.

El sistema Kanban, és un sistema Pull, és a dir, es realitzen les tasques quan són necessàries.

Per seguir estrictament amb la premissa anterior, el més adequat seria assignar una feina per persona, però aquesta hipòtesi no és realista, en conseqüència els implementadors d'aquest sistema recomanen assignar dos feines a cada treballador, per evitar parades per contratemps en alguna de les feines.

Tot l'anterior ha de quedar representat en el tauler, el qual estarà format per:

- Targetes que es corresponen a una feina
 - Depenen del seu color, el seu significat variarà.
 - En la targeta s'ha d'incloure la data de venciment, el tipus de treball, i alguna dada identificativa de la persona encarregada de realitzar la tasca.

- Columnes, cada una es correspondrà als processos que s'hagin determinat.

²⁶ Ohno, T. (1988). Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production.

En definitiva, en el panel s'ha de plasmar tota la informació necessària per que l'equip sigui capaç d'identificar i mantenir el flux de treball, per tal de poder prendre les decisions més adequades sense necessitat de supervisió. Per aquest motiu, és important entendre les directrius per saber quan es dona per acabada una feina.

5.2.7. Beneficis que pot aportar la utilització del mètode Kanban.

- És mètode transparent que permet visualitzar les interaccions de tot l'equip.
- Les persones estan més disposades a la col·laboració quan s'han reflectit els resultats.
- El fet de treballar amb col·laboració incrementa la relació de confiança de l'equip.
- Predictibilitat quan s'aconsegueix un flux estable.
- Millorar de temps de resposta amb una visualització general del taulell.
- Millora temps d'entrega.
- Motiva a l'equip a continua millorant els processos a mesura que es fan visibles els resultats.
- S'elimina la sobreproducció.

Aquests són alguns dels beneficis més destacables de la utilització del mètode Kanban.

5.3. Introducció a IPD

L'eina Lean Project Delivery System (LPDS) va ser desenvolupada per Gleen Ballard²⁷ i publicada per primera vegada per LCI l'any 2000, però no va ser fins l'any 2008, que es va publicar un guia més completa i actualitzada d'aquesta eina, on es s'exposava també el terme de Integrated Project Delivery (IPD). Les dues són eines integrades que donen una visió de conjunt de totes les fases del projecte, són dos termes que s'han utilitzat per definir el mateix sistema.

LPDS és un procés de col·laboració per la gestió integral del projecte, que pot englobar tot el cicle de vida d'aquest. Es tracta que d'un equip intervingui en tot el procés amb l'objectiu de afinar cap un mateix camí els objectius, els recursos i les restriccions. Abasta la definició del projecte, el disseny, el subministrament, l'execució i l'ús i manteniment posterior. A l'hora cada fase està formada per les seves pròpies activitats i fites que s'han de complir. Des del començament és el client qui estipula el cost del projecte, el qual és la quantitat màxima que el model de negoci pot

²⁷ Ballard, G. (2000). *Lean Project management*. Lean Construction Institute. University of California, Berkeley.

suportar. Amb tot això l'equip ha proporcionat al client el màxim valor eliminant totes al màxim les activitats que no en generen.

Generalment els integrants de l'equip són l'arquitecte, el contractista principal i el promotor, però es poden incloure altres agents importants pel projecte. Entre aquests es realitzen acords que els hi donen més flexibilitat per oferir més valor al client. Entre ells en genera una relació de interès-rics que comparteixen en el resultat final del projecte.

A la figura següent es pot observar la gestió de la producció a través del cicle de vida del projecte mitjançant les barres horitzontals etiquetades com a Control de la Producció i l'estructuració del treball.

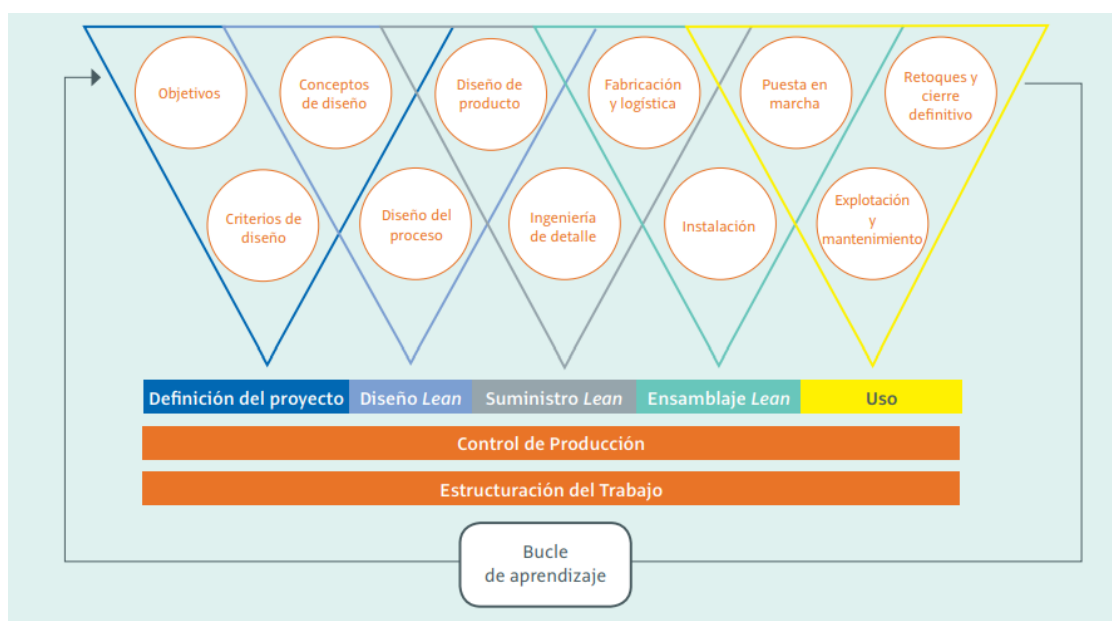


Figura 25.- Lean Project Delivery System. Font. Juan Felipe Pons 2014 i Ballard 2008.

5.3.1. Principis estratègics d'execució IPD

Els fonaments principals amb els quals es basa el model IPD, són la confiança i la col·laboració entre els diferents agents que treballen per dur a terme l'obra. Un dels principals problemes que té el mètode tradicional, és que generalment es desenvolupen amb l'objectiu de que cada equip aconseguís el major benefici amb poc esforç. És a dir, que cada participant desenvolupa el seu treball sense involucrar-se amb els altres participants del projecte. En canvi IPD, busca que tots l'equip treballi conjuntament per tal d'aconseguir un millor resultat, aplicant els principis següents, segons l'AIA²⁸.

²⁸ Societat creada per el desenvolupament i innovació de l'arquitectura i la construcció, als Estats Units d'Amèrica.

- Respecte mutu i confiança:

Els diferents participants del projecte, entre els que s'inclou al promotor, arquitectes, consultors, especialistes, constructores, subcontractes i els diferents proveïdors; han de ser motivats per la direcció a treballar en equip i que siguin capaços d'entendre que la col·laboració és fonamental per aconseguir els objectius del projecte.

- Benefici de tots

L'estratègia d'execució IPD estableix que els beneficis i les recompenses s'aconsegueixen per IPD Team, el qual està format per cada un dels participants del projecte, el qual motiva a cada un a treballar de forma col·laborativa amb els altres participants, buscant uns objectiu comuns, afegint valor al projecte i eficiència en cada un dels processos.

- Innovació i presa de decisions

S'estimula la innovació en un ambient on les idees són lliurement compartides per cada un dels participants. Es pretén que la major part de les decisions siguin unànimes amb el consentiment de que la solució plantejada és la millor. Per complir amb això, des del principi s'escull un equip de presa de decisions, el qual ha d'estar format per representants de les diferents especialitats que treballen per desenvolupar el projecte.

- Inclusió de participants cal·lus en fases inicials del projecte

A diferència de les estratègies tradicionals d'execució de projectes, en la estratègia IPD els diferents participants es reuneixen per planificar el projecte pràcticament des de les fases inicials, per poder donar lloc a una major comprensió d'aquest per part de cada un dels participants, que es tradueix en millors resultats a curt termini en cada una de les activitats planificades.

- Definició d'objectius en un curt termini de temps

Els objectius s'han d'establir, entendre i respectar per cada d'un dels participants. S'han de mantenir al llarg de tot el projecte i s'espera que IPD Team treballi per aconseguir els objectius.

- Èmfasi en la planificació del projecte

Aquesta estratègia d'execució proposa que l'increment dels esforços en tasques de planificació i disseny comporten una major eficiència i millors resultats un cop l'obra s'ha finalitzat. Mitjançant la introducció de diferents especialitats s'obtenen millors solucions de disseny, es planifiquen millors les activitats i els processos constructius, i es redueixen els retards amb les entregues.

- Comunicacions obertes

La forma de treballar de l'equip esta directament relacionada al nivell de coordinació que es genera entre els diferents participants. Per això s'estableixen comunicacions directes i obertes entre tot el IPD Team. Les responsabilitats estan clarament definides i en cas de que es produeixin discrepàncies, aquestes s'han de solucionar ràpidament amb l'ajuda de l'equip de presa de decisions.

- Suport tecnològic

Generalment els projecte d'integració amb un equip multidisciplinari en la fase de disseny, utilitzen recursos de alta tecnologia per obtenir millors resultats. En IPD, destaca l'ús de la metodologia BIM, que dona l'oportunitat de realitzar un model virtual de l'obra i incorpora el treball de cada especialitat en un sol model. El software s'ha d'utilitzar des del començament del projecte, a més l'ús de plataformes per deixar registre de les comunicacions entre participants.

- Organització i lideratge

La direcció ha de proporcionar l'existència d'un ambient col·lectiu i col·laboratiu entorn als objectius establerts per l'equip. Es defineixen persones designades per la direcció que han de motivar a cada un dels membres de l'equip per complir amb les seves metes, deixant clar que el benefici personal s'aconsegueix sempre que el projecte finalitzi amb èxit. Amb tot això la direcció ha de liderar les diferents etapes durant el desenvolupament del projecte, distribuint responsabilitats, sense deixar de banda cada un dels agents que intervenen. Aquest principi segons Ballard, serà un dels grans desafiaments de la estratègia IPD.

5.3.2. IPD Team

L'IPD Team, es correspon a l'equip que conformen les diferents especialitats que treballen en el projecte, fonamentalment per l'èxit d'aquest. Entre ells destaca el promotor, equip de disseny, equip de construcció i altres subcontractes.



Figura 26.- Agents o participants que integra IPD. Font. Felipe Pons

Com es pot observar a la figura 25, l'IPD Team està format pels participants primaris, són els que tenen més responsabilitats i participació en el desenvolupament del projecte des de les fases inicials fins a la recepció definitiva de l'obra. Però també hi ha els participants claus de suport o secundaris, que tenen un paper important però que es va limitant a mesura que avança el projecte.

És important aclarir que la conformació del IPD Team varia segons les necessitats del projecte, per tant no sempre és igual l'estructura de la figura 25.

Un cop s'ha format el IPD Team, és important generar un entorn de treball basat en la confiança, el treball en equip i comunicacions fluides entre els diferents participants, de tal manera que es treballi en la gerència d'idees i resolució de problemes amb bons resultats. Una millor pràctica d'aquesta estratègia és que els participants primaris tinguin accés a una oficina temporal comú on els equips

realitzin les seves tasques per promoure la interacció entre treballadors de diferents especialitats. Si no és possible, també es poden adoptar altres mesures per facilitar el traspàs de informació ràpidament mitjançant vídeo conferències o altres mètodes.

5.3.3. BIM com a eina de Lean Construction

Building Information Modeling (BIM) és un procés de generació i modelatge de dades de la construcció durant tot el cicle de vida. És també una eina i un procés que augmenta la productivitat i precisió en el disseny i construcció de projectes. Pel modelatge dinàmic de la construcció BIM utilitza el Software en tres dimensions i opera en temps real amb la disponibilitat continua de disseny del projecte, abast, cronograma i la informació de costos que ha de ser d'alta qualitat, fiable, integrada i totalment coordinada. Tot el procés de modelatge del projecte, englobant des de les propietats dels components de l'edifici.

A nivell Espanyol BuildingSMART, és una associació privada sense ànim de lucre que té com a objectiu fomentar l'eficiència en el sector de la construcció mitjançant les tecnologies informàtiques. Aquesta associació defineix BIM com una metodologia de treball col·laborativa per la creació i gestió d'un projecte de construcció, que té com objectiu centralitzar tota la informació del projecte en un model de informació digital creat per tots els agents.

BIM suposa l'evolució dels sistemes de disseny tradicionals basats en el plànol, ja que incorpora informació geomètrica (3D), de temps (4D), de costos (5D), ambiental (6D) i de manteniment (7D). L'ús de BIM arribar més enllà de les fases de disseny, englobant l'execució del projecte i es manté al llarg de tot el cicle de vida de l'obra, la qual cosa permet la gestió del projecte i la reducció dels costos d'operació.

BIM es considera un important suport per materialitzar les feines que pretén implantar l'estratègia IPD, ja que mitjançant els seus software es vol aconseguir un model tridimensional que incorpori el disseny de cada un dels agents (arquitectes, estructura, instal·lacions, entre altres), i que mitjançant recorreguts virtuals que permetin apreciar el disseny temporal de l'obra. Amb això s'aconsegueix l'optimització de solucions de disseny i constructives, la cerca d'errors i interferències, permet una millor coordinació entre els diferents participants del projecte, una substancial reducció de pèrdues degut als errors de la construcció tradicional i una millor transmissió de la informació entre els diferents participants.

És important entendre que BIM no és una estratègia de execució de projectes i tampoc un software només modelatge, si no un model central de coordinació tècnica entre els diferents intervinents del projecte per crear un model virtual i digital de l'obra, per tant per implantar BIM en un projecte, és

necessari la utilització de diferents softwares que treballin en conjuntament. Alguns exemples d'aquest són Autodesk Revit i Autodesk Navisworks.

BIM s'actualitza periòdicament durant la duració del projecte, és útil inclús una cop s'ha entregat l'obra, ja que permet al promotor o usuari conèixer la ubicació espacial de cada un dels elements que conformen l'obra tal com es presenten als plànols as-built però d'una forma més complexa o fins i tot generar i coordinar un pla de manteniment (7D) de l'obra.

Pel que fa a la manipulació de la informació dels diferents softwares per part de cadascun dels participants del IPD Team, la direcció del projecte ha d'establir la informació que s'incorpora al model BIM, les persones que poden realitzar modificacions, la forma de suport de les diferents versions, entre altres. És important entendre que l'ús de BIM no és fàcil, per tant, qualsevol error o manipulació defectuosa podria tenir grans repercussions en la planificació.

5.3.4. Paper que desenvolupen els principals participants d'un projecte IPD

La estratègia IPD genera una ampla gama de possibilitats per planificar i desenvolupar projectes des d'una perspectiva a la forma d'execució dels models tradicionals.

5.3.5. Objectius del projecte

Tot i que el desenvolupament del projecte en cada una de les seves fases es realitza com un equip, és el promotor qui ha d'establir els objectius que vol aconseguir amb el desenvolupament del projecte, ha de participar de forma activa en el desenvolupament de les etapes del projecte. Un bon exemple d'això poden ser:

- Assegurar d'uns suma màxim d'inversió
- Assegurar d'un termini màxim d'entrega de l'obra.
- Establir estàndards de qualitats requerits per l'obra

Aquest objectius han de ser acceptats pel IPD Team per complir amb les expectatives del promotor i guiar la planificació i el disseny de l'obra d'acord a allò que espera el promotor.

5.3.6. Abast del projecte i divisió de responsabilitats

Per conèixer l'abast del projecte, és necessari estudiar el servei que es desitgi entregar, a més de involucrar a cada un dels participants en el disseny del projecte. El model IPD estableix que l'abats del projecte ha de definir-se des del començament, d'una forma clara i compressible, per realitzar una divisió de responsabilitats entre els diferents gremis, sense que això comporti una pèrdua de comunicació i col·laboració entre els diferents participants. La manera específica en que aquesta

divisió es desenvolupa varia segons el projecte, no obstant això, existeixen activitats que han de ser liderades pels participants primaris o principals, les quals s'exposaran a continuació:

- Equip de disseny o projectistes:

Les diferents fases de definició de l'abast realitzades per l'equip de disseny ha d'incloure a membres d'altres especialitats, inclús constructors. S'espera que la fase de disseny sigui de major duració en comparació amb les estratègies clàssiques d'execució de projectes, amb el propòsit de generar diverses intervencions del disseny i que tot el IPD Team estigui d'acord amb el model proposat és el més adequat i que estigui lliure d'errors, tenint en consideració la repercussió dels terminis i costos de les diferents solucions.

Amb la incorporació de tot l'equip en aquetes fases inicials, té com a resultat que tots el membre siguin capaços d'entendre com funciona el projecte integrat i com va ser completat.

- Equip de Construcció:

Aquest equip esta inclòs en la planificació i definició de l'abast de l'obra, participant en la presa de decisions. A més aporta informació de la programació de la fase constructiva, una estimació de costos, fites rellevants en la construcció, metodologies d'avaluació de subcontractes, metodologia d'aprovació de la qualitat, entre altres.

Esta present des de les fases inicials del projecte, provoca que pugui aportar la seva experiència i participar plenament en el disseny del projecte, donant lloc a una estimació continua del cost objectiu del disseny (Target Value Cost) durant la fase de disseny.

- Promotor:

El model estableix que el promotor amb el seu equip, si en té, participa durant tota l'execució del projecte, especialment en totes les fases de definició de l'abast d'aquest. Es requereix que el promotor estigui present en les presa de decisions i principalment en la solució de problemes que puguin afectar al correcte avanç de cada una de les diferents fases.

Ja que els principis del IPD incentiven el treball en equip, tot i que un participant no sigui especialista en el tema, d'igual forma s'han de establir responsabilitats per cada tasca. És aquí on s'aprecia el real repte en l'assignació del risc dels diferents processos, el qual ha de ser distribuït de forma justa entre els diferents participants.

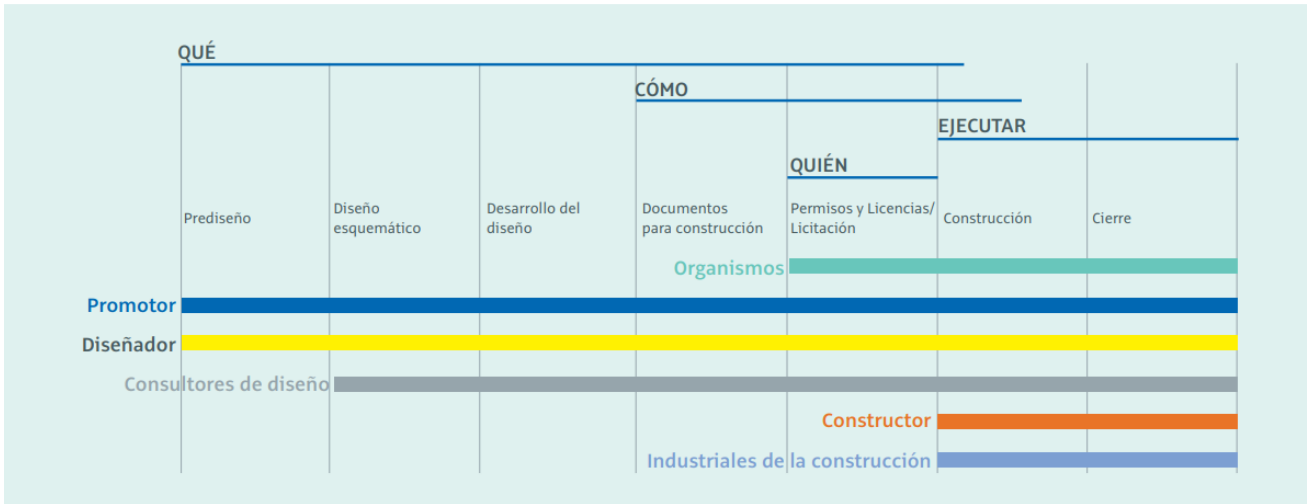


Figura 27.- Proceso Tradicional del diseño. Font. Juan Felipe Pons, extret de Integrated Project Delivery: A Guide (2007)

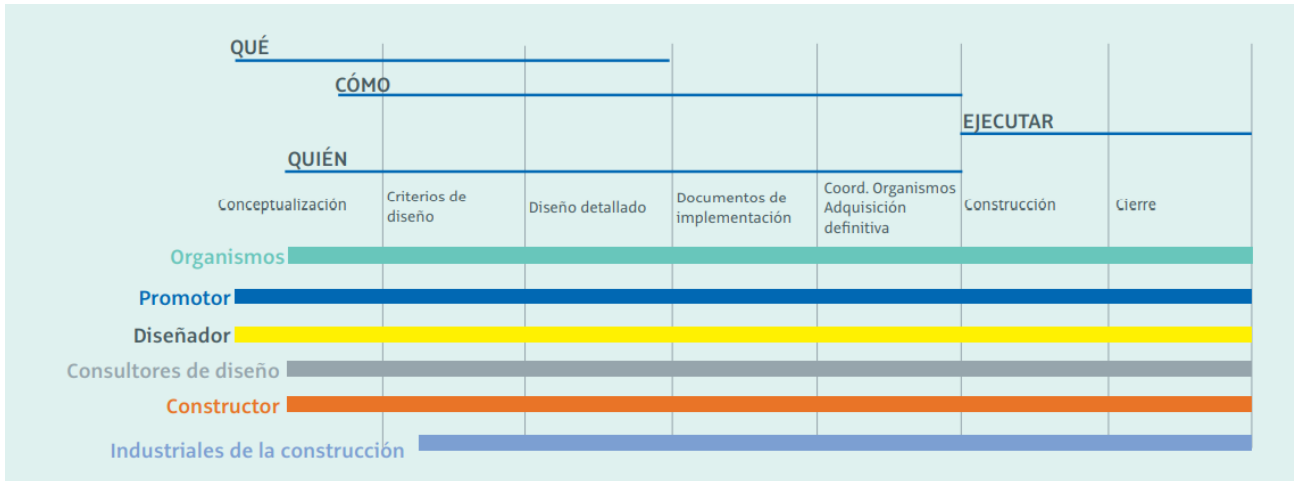


Figura 28.- Proceso Integrat del diseño. Font. Juan Felipe Pons, extret de Integrated Project Delivery: A Guide (2007)

5.3.7. Costos del projecte

Aquest paràmetre és important en la definició de l'abast i disseny del projecte. La estratègia IPD permet conèixer en les fases inicials si el projecte es podrà realitzar d'acord amb els objectius i pressupost de què disposa el promotor. Per tant, en la fase de disseny són necessàries les comunicacions fluïdes i de treball en equip, de tal forma que el IPD Team treballi amb diferents alternatives (segons els nivells de prioritat) per aconseguir allò que el client vol. Una bona pràctica és portar els costos del projecte en un Open Book, que tots els participants puguin tenir accés, el que al mateix temps permet establir relacions de confiança entre els principals participants i el promotor del projecte.

5.3.8. Programació del projecte

Un dels principals beneficis del model IPD és la reducció de la fase d'execució del projecte gracies a l'augment dels esforços en la fase de disseny, per tal d'aconseguir que aquest tingui el mínim d'errors possibles. Això permet que es pugui crear una planificació de diferents processos i activitats d'una forma molt més coordinada i òptima.

5.3.9. Qualitat del Projecte

La utilització de BIM permet minimitzar els errors de disseny i construcció, per tant, la quantitat d'elements defectuosos construïts. Aquesta metodologia identifica cada un dels elements amb les seves propietats i mecàniques i característiques geomètriques, a més dels punts conflictius que s'han d'analitzar i corregir en el model.

Sostenibilitat del projecte

IPD ensenya una oportunitat per desenvolupar projectes sostenibles amb el medi ambient. Incloure aquest avantatge en els objectius del projecte, sumat a la participació de diferents especialitats en les tasques de disseny afavoreix a la seva implantació, de manera que es presenten alternatives constructives per complir amb aquest requeriment.

Descripció general de les fases del model IPD

En la construcció tradicional els projectes es divideixen per fases: disseny, contractació i execució, en canvi en la filosofia Lean es desenvolupen cinc fases, on aquestes s'entenen com la relació entre fases i els participants en cada una d'elles.

Estudis de factibilitat

L'estudi de factibilitat, el realitzen el propietari i l'equip d'arquitectes, consisteix principalment en la realització d'un estudi preliminar de l'idea que té el propietari i que té intenció de materialitzar mitjançant la construcció de l'obra. En aquesta etapa també es defineix l'estratègia de execució que s'implementa en el desenvolupament del projecte.

El propietari juntament amb l'equip d'arquitectes han de realitzar un preselecció dels diferents participants que són convidats a participar en la proposta. En aquest procés s'agrupen diferents proveïdors claus per conformar diferents IPD Team's

Per obtenir un benefici més gran dels equips, el propietari, conjuntament amb l'equip d'arquitectes, pot establir conferències per aclarir i respondre totes les qüestions sobre el desenvolupament del procés. L'avaluació es realitza en base al grau de coneixement i experiència projectes que utilitzin IPD, tenint en compte aspectes tècnics i d'experiència.

Definició del projecte

És la primera fase del model, esta conformada per tres etapes, les quals es poden classificar en: Les necessitats i valorades, els criteris de disseny i els conceptes de disseny. S'implementen abans de començar el treball de disseny com tal.

La primera etapa inclou l'anàlisi i estudi de les necessitats dels clients finals, és a dir, tot allò el que vol el client, la següent etapa engloba els criteris de disseny, dit d'una altra manera, les pautes que s'han de seguir per la concepció del projecte, per exemple les normes tècniques de construcció. Finalment, en l'última etapa comencen a sorgir les primeres idees, que reflectides en esquemes o avantprojectes donen forma al disseny conceptual. Les etapes de la primera fase han de ser dinàmiques i interactives per aconseguir que els diferents interessos de tots els intervinents tinguin un alt grau de convergència i d'aquesta manera passar a l'etapa de disseny.

Una bona pràctica és que els col·laboradors clau s'instal·lin conjuntament en una "Obeya Room" o habitació gran. També és en aquesta fase on el propietari determina el cost permès pel projecte, dit d'una altra manera, és la quantitat màxima pel projecte. L'equip arriba al compromís de complir amb el seu cost teòric, que són menors que els costos autoritzats i generalment més alts els costos objectius.

Per arribar al cost objectiu s'utilitzen objectius addicionals com la factibilitat de la construcció, el muntatge, la flexibilitat, la sostenibilitat, la durabilitat entre altres. En cada fita, el propietari decideix si el projecte avança i al final de la fase de definició del projecte, el pla de negocis es completa i valida. Pons (2009)

$$\text{Coste permitido} \geq \text{Coste esperado} \geq \text{Coste objetivo}$$

En aquesta fase es determinen els valors, conceptes i criteris del projecte.

Disseny Lean

És la segona fase en la gestió de projectes "Lean" i igual que en la primera fase té tres etapes que interactuen entre elles, el disseny de processos, el disseny de productes i els conceptes de disseny de productes i els conceptes de disseny, etapa comú ambdues fases.

En aquesta fase es desenvolupa el disseny conceptual del producte que es va plantejar durant la definició del projecte amb la finalitat d'obtenir el disseny definitiu i, al mateix temps, estableix el procés constructiu que s'ha plantejat en l'etapa de disseny, tot aqueta verificació de les necessitats del client i optimització al màxim dels recursos. En el control de la producció del disseny "Lean" s'utilitza l'eina de l'últim planificador, també eines informàtiques com el disseny 3D per entendre millor els dissenys dels elements que formen part del projecte.

En el pas de la fase de disseny "Lean" a la següent, quan el disseny i el procés constructiu s'hagin desenvolupat tenint com a base els conceptes prèviament definits, conceptes que expressen les necessitats del client i de les parts involucrades, el disseny haurà de ser avaluat explícitament per l'equip de disseny/construcció i el client abans del canvi al subministrament "Lean" o subministrament sense pèrdues.

Subministrament "Lean"

En la fase de subministrament "Lean" esta format per les etapes de fabricació i logística, disseny del producte i enginyeria de detall. La fase en si mateix consisteix principalment en la enginyeria de detall del disseny del que s'ha produït en la fase prèvia (disseny "Lean"), seguit de la fabricació o compra de components i materials, així com de la logística de gestió de entregues i inventaris.

En els projectes de construcció és molt habitual que siguin necessari la intervenció de professionals que s'assegurin de que l'abast dels materials estigui disponible per un flux de treball òptim, per evitar la escassetat de materials en el lloc on es necessiten. Les conseqüències directes de la falta de subministrament de materials porten conseqüències retards en el procés constructiu dels projectes.

En el subministrament “Lean” s’afronta el problema de la falta de subministrament a través de tres enfocaments principals:

- 1- Millorar el flux de gestió de projectes basat en la web per augmentar la transparència mitjançant les cadenes de valor.
- 2- L’ús de softwares de gestió de projectes basats en la web per augmentar la transparència a través de les cadenes de valor
- 3- La vinculació de flux de treball de producció amb subministrament de material.

Embalatge Lean

Aquesta fase esta formada pels mòduls fabricats, logística, instal·lacions i posada en servei.

Com s’ha explicat anteriorment, la filosofia “Lean no es un mètode o uns passos a seguir, si no més aviat una manera de pensar per optimitzar la producció dels constructius. En el cas del muntatge dels materials en obra s’ha optat per la prefabricació, que permet operar de manera “Lean” mitjançant la reducció de molts passos, tenint en compte que els treballs en obra es veuen afectats per condicions de incertesa, com les variacions climatològiques i les limitacions de mà d’obra especialitzada, materials i equips.

Com un taller de fabricació es crear un entorn de treball controlat i predicible. La nova filosofia de la prefabricació permet que els treballadors millorin els temps de treball només amb la instal·lació dels diferents equips, per tant, en la plomeria per lavabos dels projectes edificatoris s’utilitzen canonades prefabricades que s’instal·len en qüestió de minuts, complint les especificacions tècniques i els estàndards de qualitat. El muntatge “Lean” s’utilitza en els actuals projectes de construcció, posant els materials, sistemes i components en el seu lloc per crear una instal·lació millor i completa en menys temps.

5.3.10. Aspectes contractuals

L’estratègia IPD s’utilitza generalment en grans projectes d’enginyeria i construcció, en els quals existeix un alta quantitat de participants corresponents a diferents especialitats que participen en el projecte. Aquests especialistes a més de relacionar-se en tasques relatives al desenvolupament del projecte, signen un contracte que correspon a un acord legal entre les diferents parts, el qual deixa establert els drets i deures de cada un. Segon Matthews i Howell²⁹ hi ha un seguit de punts que han de quedar definits clarament en el contracte.

²⁹ Matthew, O. I Howell, G.A. (2005). *Integrated Project Delivery: An Example of relational Contracting*. Lean Construction Journal. Article. Pàgina 17.

Formació del IPD Team

Existeixen principalment tres tipus de relacions contractuals mitjançant els quals els participants (principals o secundaris, inclòs el propietari) es vinculen per formar el IPD Team. Aquests representen exemples de formes d'establir contractes mitjançant l'estratègia IPD:

- Aliança de projectes:

Project Alliances, que es tradueix com Aliances de Projectes, corresponen a associacions estratègiques de llarg o curt termini entre especialitats (amb diferents disciplines o professions) amb l'objectiu de treballar conjuntament per dur a terme projectes.

En aquest acord contractual, el propietari assegura el pagament dels costos directes al IPD Team, en canvi, les despeses generals, beneficis i bonificacions s'entreguen quan es compleixen els objectius definits a l'inici. Això obliga als diferents participants primaris i secundaris a treballar en conjunt amb un objectiu, amb la qual cosa l'èxit o el fracàs és compartit. Les Aliances de Projectes es caracteritzen en que el risc és compartit entre el diferents participants, i és el propietari el que estableix acords en un marc legal i comercial com a presentant d'aquesta aliança.

- Societat amb un únic propòsit

Prové de (SPE) Single Purpose Entities o Societat amb un Únic Propòsit, corresponent la formació d'un equip temporal, integrat per diferents empreses per desenvolupar un projecte específic. Aquest equip contempla la creació d'una estructura legal i formalitzada, que provoca que la seva organització sigui complexa per problemes relacionats amb l'organització, i el tractament de dades com el impostos i aspectes socials del treballadors.

La SPE pot ser una corporació, un consorci, una companyia o una empresa de responsabilitats limitada o qualsevol altre forma legal que es desenvolupi mitjançant relacions de curt o llarg termini. En aquest tipus d'acord contractual, els diferents participants, acorden amb clàusules en el contracte, la forma en que realitzaran el pagament pels treballs realitzats amb l'equip que lideri la SPE.

- Relacions contractuals

Relation Contracts o Relacions Contractuals, no són diferents a les relacions que estableix un contracte ordinari entre els participants.

De la mateixa manera que les dos estratègies nomenades anteriorment, es forma un IPD Team amb diferents disciplines. Tot i que la forma de controlar els incentius, riscos, presa de decisions i forma de pagament, es realitza d'una manera tradicional, apropant-se a les estratègies tradicionals en el contracte. En aquest tipus de relació contractual, els

participants poden acordar limitar les seves responsabilitats a tasques específiques del projecte que executen mitjançant la inclusió de diferents clàusules en el contracte. Per tant, la forma de pagament pot variar d'un participant a un altre i els incentius no són per tots.

Presa de decisions de projecte IPD

L'estratègia IPD proposa que totes les decisions s'ha de definir de forma conjunta per un equip de Presa de decisions, format en al començament del projecte. L'òptim seria que aquest equip estigui format per l'equip del propietari i per participants de diferents especialitats, prenen decisions d'acord amb els interessos del projecte i no només en aspectes econòmics. S'espera que aquest equip es reunixi periòdicament de tal forma que siguin capaços de discutir profundament cada una de les decisions prèviament abans de dur-les a terme.

A la pràctica l'equip de presa de decisions es defineix en base al grau de participants en el projecte i es constitueix per almenys un integrant dels diferents participants primaris, i es completa amb altres participants claus de suport, tot i que no sempre existeix un representant de cada una de les parts, per tant, una molt bona pràctica és incloure com a consellers als equips que no poden ser inclosos en aquest grup i considerar la seva opinió en el aspectes que es relacionen amb les seves especialitats.

En relació als diferents tipus d'acord contractuals, en el cas de les Aliances de Projectes, les decisions es prenen en consens i s'eliminen en gran part les disputes entre participants. D'altra banda, en el SPE, les decisions són definides per una junta de control i no sempre són consensuades les decisions que es prenen. Per últim, en el cas de relacions contractuals, tot i que existeix un equip de presa decisions, aquest actua com a conseller ja que la decisió final recau sobre el propietari.

Comunicacions

L'èxit de les tasques de cada participant es centralitza en establir compuncions fluides de tal forma que s'han de resoldre els dubtes o problemes de forma efectiva i oportuna.

L'equip de la Direcció de Projecte ha de definir la forma de establir la comunicació, proporcionar la tecnologia necessària perquè tot això es realitzi de forma fluida i precisar que informació es va a documentar com a evidència.

Tractament de informació confidencial

Es planteja que la informació confidencial proporcionada pel propietari o per les participants, sigui oberta i amb la finalitat d'ús només pel projecte, per tant, la confiança mútua és fonamental pel tractament de la informació.

Forma de pagament

En general, les formes de pagament IPD Team y per cadascun dels participants segons les seves tasques, es relacionen directament amb el nivell d'èxit que s'obtingui després de l'avaluació del projecte i el seu desenvolupament.

Com s'ha mencionat anteriorment, aquesta estratègia té l'objectiu de satisfer al client complint les expectatives que aquest va proposar al principi. Tot i que moltes vegades el IPD Team aconsegueixi els resultats esperats, hi ha ocasions en que aquests no es tradueixen en l'èxit individual de cadascun dels participants. Definir una correcta forma de pagament pot fer molt més complexa la redacció del contracte en comparació amb les estratègies clàssiques d'execució de projectes.

És important donar incentius o bonificacions pel compliment de fites d'avançament en els terminis estipulats i amb la qualitat esperada. Ha de quedar definit de forma clara per l'equip del projecte, del tal forma que s'ha d'intentar cobrir possibles pèrdues dels participants, generar motivació quan s'aconsegueixen objectius difícils, però també analitzar que aquests costos poder ser coberts pel propietari del projecte sense elevar en gran quantitat el pressupost inicial (AIA, 2007).

- En el cas de les Aliances de Projectes, és el propietari que assumeix un major risc econòmic i els sobre costos del projecte. Existeixen principalment tres nivells que defineixen la forma de pagament del propietari al IPD Team:
- En cas de que el IPD Team no compleixi amb els objectius del projecte, el propietari realitza el pagament només dels costos directes del disseny i execució de l'obra, és a dir, és el IPD Team que ha de fer-se càrrec de les despeses generals i no rep retribucions per les tasques realitzades.
- En cas de complir amb els objectius i expectatives, el propietari realitza el pagament tradicional dels costos directes, despeses generals i costos indirectes al IPD Team.
- En cas d'obtenir resultats significatius sobrepassant les expectatives establertes pels objectius, el propietari realitza el pagament del que s'ha nomenat en l'apartat anterior i a més el IPD Team rep bonificacions y recompenses.

La definició mitjançant la qual es realitza el pagament, motiva al IPD Team a treballar en equip i a aconseguir els objectius amb a grup i no de forma individual.

En el cas de la SPE, la forma de pagament es divideix principalment en dos nivells:

- Corresponen al pagament realitzat per l'equip SPE als participants individuals i secundaris que treballin en el projecte d'acord al treball realitzat, que inclou els costos directes, despeses generals i costos indirectes.
- El segon pagament s'avalua segons l'èxit del projecte obtingut un cop aquest ha finalitat. L'èxit es mesura segons el compliment dels objectius i si s'ha de trobar una manera efectiva de quantificar els resultats.

Per últim, en el cas de les Relacions Contractuals, la forma de pagament es divideix en 3 nivells:

- Corresponen al pagament dels costos directes dels treballs realitzats pels participants.
- S'efectua el pagament dels costos directes més una quantitat fixa de despeses generals i costos indirectes, prèviament acordats per cada un dels participants.
- Corresponen al pagament del que s'ha especificat a l'apartat anterior més una bonificació pels resultats obtinguts pel IPD Team.

La dificultat de les formes de pagament segons els acords contractuals, es basa en la definició dels paràmetres de mesura, els quals qualifiquen el resultat del projecte. Per això, és important definir clarament els resultats esperats i com es quantifiquen (els objectius de projectes es basen en el compliment de costos, considerant altres àrees de projecte, com per exemple; la seguretat, medi ambient, qualitat, compliment de la programació, entre altres). Addicionalment, és important definir com i quan s'han de realitzar els amidaments. Per últim, internament el IPD Team ha d'establir els criteris que s'utilitzen per distribuir els beneficis o pèrdues entre els diferents participants en relació a la contribució entregada al projecte.

5.3.11. Reclamacions i desacords

Els conflictes es poden generar quan cada participant intenta treballar pesant només en els seus interessos, donant lloc a un entorn de desconfiança que pot ser perillós pels participants de l'estratègia, per la qual cosa, s'han d'establir procediments efectius per part de l'equip de presa de decisions, en matèria de resolució de possibles conflictes.

5.3.12. Tractament del riscos.

La forma de fer front als riscos en un entorn IPD, depèn principalment dels acords contractuals que s'estableixen entre els diferents participants per formar el IPD Team. Un dels principals focus d'anàlisi en el tractament dels riscos correspon als resultats del projecte.

En el cas de les Aliances Contractuals, és el propietari que ha d'assumir principalment els riscos en cas de que el projecte finalitzi amb sobre costos. Els participants garanteixen el pagament dels costos directes, les despeses generals i els costos indirectes, que es defineixen segons els resultats, no obstant això, hi ha estratègies mitjançant les quals el propietari pot reduir aquest riscos. Una d'aquestes alternatives es garantir amb el IPD Team un preu màxim d'execució de l'obra.

Els projectes integrats es focalitzen en la gestió amb l'objectiu principal d'integrar persones, sistemes, estructures y pràctiques de negoci en un procés de col·laboració en el s'aprofiten les qualitats i punts de vista de tots els participants del projecte per optimitzar els resultats i augmentar el seu valor pel propietari.

El model IPD es basa principalment en la col·laboració, dit d'una altra manera, la confiança entre totes les parts que desenvoluparan el projecte. IPD genera bons resultats sempre que tots el integrats mantinguin el respecte mutu y es centralitzin en obtenir bons resultats pel projecte i no es desviïn en aconseguir resultats individuals.

5.4. Target Value Desing

El TVD és un pràctica de gestió de projectes de construcció, introduïda per l'Institute Group for Lean Constructions (IGLC), per tant, els seus principis i origen es basen en els principis fonamentals de Lean. La filosofia Lean Construction.

Per entendre que és Target Value desing i poder aplicar-lo correctament és necessari conèixer quin és el flux de valor de projecte, també és important conèixer quin és l'origen d'aquesta eina, per tant, primerament s'analitzarà el Value Stream Mapping (VSM), eina destinada a fer visible el flux de valor del projecte; Target Costing (TC), que després donarà lloc al Targe Value Desing.

5.4.1. Value Stream Mapping (VSM)

Segons Toledo³⁰ El Value Stream o la cadena de valor és un conjunt d'accions interconnectades, que afegeixen o no valor, necessàries pre-laborar un producte o servei. És fonamental, per

³⁰ Toledo, M (2014). *Improving Environmental and Production Performance in Construction Projects Using Value-Stream Mapping: Case Study*. Journal of construction, Universitat Andrés Bello.

començar una millora, identificar els malbarataments presents en la cadena de valor. El TVD és una eina que es centralitza en generar valor pel client des de l'etapa de disseny i , si es realitza un correcte mapa de valor de les diferents etapes del projecte, es podran localitzar les activitats o els processos que no generen valor al client.

Com esmentaven Rother i Shook³¹ el Value Stream Mapping és una eina essencial per identificar i comprendre la cadena productiva. L'objectiu és identificar fonts de malbaratament com inventaris excessius, re-treballs, falta d'informació en el procés, activitats que no afegeixen valor i treballs innecessaris. De la mateixa manera, ajuden a identificar oportunitats de millora i futures accions per generar valor.

L'objectiu principal del VSM és fer visible com funciona el sistema de producció i té els avantatges següents:

- Permet visualitzar el flux dintre del sistema més enllà d'analitzar el processos dintre del sistema per separat.
- Indica on s'originen les pèrdues.
- Aplicar-lo en un projecte facilita la comunicació entre els diferents processos.
- Vincula conceptes i tècniques Lean, evita que s'utilitzin tècniques i eines de la filosofia Lean per separat.

Un VSM es realitza principalment en tres etapes:

- Preparació pel VSM, en la qual es determinen les restriccions del mapa i l'equip que el realitza.
- Realització del VSM, en que s'elabora el mapa actual de la cadena o flux de valor.
- Seguiment de l'estudi del VSM, en que es planteja un mapa ideal de flux de valor i el procés per arribar a ell.

A l'etapa de preparació per l'estudi VSM és molt important establir els objectius que motiven a realitzar aquest VSM, és a dir, que s'espera trobar i millorar. De la mateixa manera, és molt important establir clarament els límits del flux de valor a analitzar per no estendre l'anàlisi més del que es requereix. Sota aquestes consideracions, es selecciona un equip de treball per realitzar el VSM, que ha d'estar disposat el canvi, i un líder de l'equip VSM. En aquesta etapa, també s'ha d'assegurar que l'equip tingui clara les necessitats del client i allò que defineix el valor per a ell.

³¹ Rother, M i Shook, J. (2009). *Learn to See VSM to Create and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute, Cambridge.

A continuació, després de la realització del Value Stream Mapping, és necessari seguir físicament el procés dintre dels límits plantejats assegurar que tot l'equip de treball designat participi, perquè tot el coneixement del procés es reflecteixi en el mapa. S'ha d'utilitzar simbologia simple que faciliti l'enteniment del procés i tenir clar els punts del procés a incloure en el mapa, típicament aquests són les matèries primeres entrants als sistema, els fluxos d'informació, els fluxos de material, les sortides del sistema i la línia de temps associada.

Finalment, un cop s'ha realitzat l'anàlisi del VSM, l'equip de treball seleccionat ha d'elaborar un pla d'acció per tenir en compte totes les oportunitats de millora trobades. És necessari, per assegurar la correcta execució del pla d'acció, que es seleccioni un responsable de les activitats de millora i es mesuri la satisfacció del client de manera continua per orientar els objectius del projecte i els canvis en el flux de valor a les necessitats del client.

5.4.2. Target Costing(TC)

Segons Glenn Barllard, el Target Costing és una eina de gestió que permet ordenar, adequar i coordinar les activitats de l'organització i els costos per aconseguir un nivell d'utilitat d'acord amb els objectius fixats per la gerència del projecte. Entendre el TC, és un pas important per poder entendre el Target Value Design, ja que el TVD s'origina a partir de la adaptació del TC a la construcció.

El Target Costing o Cost Objectiu té el seu origen en la indústria automobilística japonesa. La forma tradicional d'assignar el preu dels productes era calcular el cost de la seva fabricació i afegir la utilitat desitjada. Tot i que durant la crisi de la postguerra era difícil que els clients poguessin accedir a comprar cotxes al preu proposat per les empreses. D'aquesta manera, quan s'observa que el preu dels productes estava determinat per allò que el client podia o esperava pagar, per obtenir les utilitats desitjades, era necessari produir a un cost igual o menor al preu que pagaria el mercat menys els beneficis esperats, aquest cost se anomena Target Cost o Cost Objectiu.

Centralitzar els esforços en aquesta perspectiva representa un canvi radical comparat amb el cost tradicional. En primer lloc, el mercat és el que dirigeix la planificació dels costos. El disseny comença a tenir un paper molt important en els projectes. Finalment els costos són determinats per equips multidisciplinaris i els proveïdors comencen a desenvolupar un paper important en etapes inicials del projecte.

A la figura següent es poden observar a grans trets el procés d'un projecte sota un cost tradicional i un sota el Target Costing aplicat a la construcció. En la imatge següent queda reflectida la aplicació del TC i com aquesta evita el bucle al que porta el cost tradicional, si és que el cost estimat després del disseny fos molt elevat.

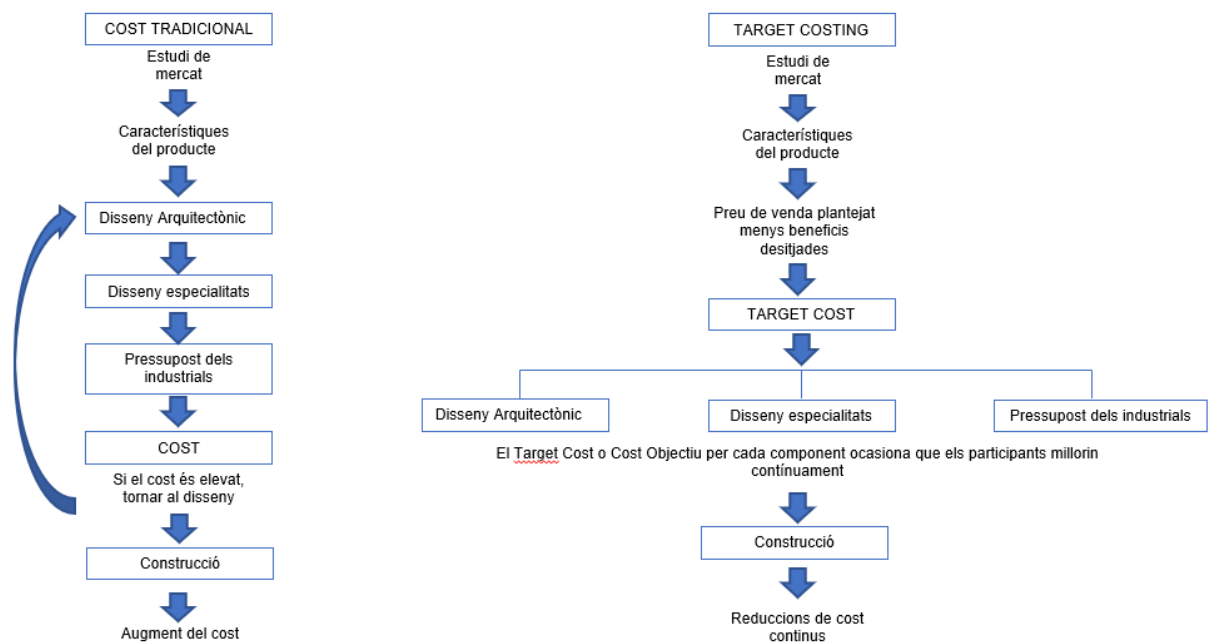


Figura 29.- Cost tradicional vs. Target Costing en la construcció. Font Ballard

5.4.3. Target Value Desing

L'any 2000, Nicolini³² va realitzar un informe sobre l'aplicació del Target Costing en la construcció. Malgrat això, l'intent d'utilitzar aquesta eina a Anglaterra no va tenir els resultats esperats pel que fa a les pràctiques comercials i estimacions de costos molt imprecises.

No va ser fins al 2004 que l'aplicació del TC es va realitzar amb èxit per part de Ballard i Reiser³³, als Estats Units. En 2007, el terme Target Value Desing (TVD) va ser adaptat per Hal Macomber, Greg Howell i Jack Barbeiro³⁴ per referir-se a l'adaptació del Target Costing a la construcció.

Glenn Ballard va definir el TVD, com una pràctica de gestió que té l'objectiu de generar el màxim valor sota un cost objectiu fixat per sota del preu de mercat i a la vegada un mètode de millora continua i reducció de malbarataments. L'idea principal del TVD és tornar al valor del client (criteris de disseny, cost, cronograma i constructibilitat) un conductor de disseny i d'aquesta manera reduir el malbaratament i satisfer o inclús sobrepassar les expectatives del client.

³² Nicolini, D., Tomkins, C. Holti, R., Oldman, A. I Smalley, M. (2000). *Can Target Costing be Applied in the Construction Industry: Evidence from Two Case Studies*. British Journal of Management.

³³ Ballard, G. I Reiser, P. (2004). *The St. Olaf College Fieldhouse Project: A Case Study in Designing to Target Cost*. Estats Units: California.

³⁴ Macomber, H. i Barbeiro Jonh (2007). *Target-Value Desing: Nine Foundational Practices for Delivering Surprising Client Value*. Lean Project Consulting.

Josh Bronitsky³⁵, de DPR Construction (empresa nord-americana que ha dut a terme projectes utilitzant TVD per Sutter Health amb èxit), expressa que el TVD consisteix en el disseny correcte, amb el menor cost real i entregant el màxim valor possible al client. A més coincideix amb Macomber, Howell i Barbeiro, en que el TVD inverteix el sentit del procés de disseny i sota aquest concepte té cinc components fonamentals:

- Estableix el cost objectiu pel disseny: “ En comptes d’estimar-lo basat en un disseny detallat, es dissenya en base a una estimació detallada”.
- Estructura de treball: “En comptes d’avaluar la constructibilitat del disseny, dissenyar el que es construïble”.
- Col·laboració: “En comptes de dissenyar sol i després reunir-se per revisions de grup i decisions, es treballa en equip per definir els inconvenients i decisions i després dissenyar en base a aquestes decisions”.
- Set Based Desing: “En comptes de decisions que redueixin les possibilitats per procedir amb el disseny, mantenir conjunts de decisions lluny en el procés de disseny”.
- Co-locació: “En comptes de treballar en sales separades, treballar en parelles o en grups més grans, cara a cara”.

En 2014, la Universitat de Berkeley, va proposar quatre pràctiques o condicions mínimes per poder implantar el TVD:

- La col·laboració inicial dels principals participants és necessari per assegurar que l’equip estableixi correctament els objectius segons els requeriments del client i estructurar un adequat procés de disseny col·laboratiu per aconseguir aquests objectius.
- Mecanismes de risc i recompenses compartides: és necessari un mecanisme que assegurí que tots els participants del projecte i els objectius estiguin alineats amb els interessos del projecte.
- Organització dels grups de treball: És un sistema de jerarquia del projecte en el qual l’equip del projecte es divideix en petits grups segons la seva especialitat i cada grup té un líder que és part de l’equip central que pren les decisions del projecte.

³⁵ Bronistky, J. (2013). Innovation in the AEC Industry: Target Value Desing, Beck Techonology. Conferencia que explica algunes de les experiències de Josh Bronistky. https://www.youtube.com/watch?v=B_-sm4Z7bfw

- Cicles iteratius de disseny amb continua millora de costos en una co-locació de l'equip de treball: Diversos elements del projecte de construcció han de ser dissenyats constantment sota diferents punts de vista per prendre la decisió en l'últim moment possible. Aquests s'han de dur a terme en un ambient de co-locació per tenir diverses opinions.

Macomber, Howell i Barbeiro en 2007, defineixen noves pràctiques fonamentals del TVD per crear les condicions que permeten generar valor pel client des de l'etapa de disseny.

1. Involucrar-se profundament amb el client per establir el valor objectiu: Dissenyadors i clients, comparteixen la responsabilitat de les preocupacions per fer noves avaluacions del que és el valor, i per definir com es produeix aquest valor. Continuar compromès amb el client durant tot el procés de disseny continu detectant les inquietuds del client.
2. Centralitzar els esforços de disseny en l'aprenentatge i la innovació. Esperar que l'equip aprendrà i produirà idees sorprenents. Establir rutines per revelar que s'ha après i innovat en temps real. També esperar que la sorpresa alteri la corrent planificació i requerir més re-planificació.
3. Disseny a una estimació detallada. Utilitzar mecanismes per avaluar el disseny contra el pressupost i els valors objectius del client. Revisar que tan bé s'estan aconseguint els objectius a mig disseny. Quan el pressupost importa, adherir-se a aquest pressupost.
4. Planificar i tornar a planejar el projecte en col·laboració. Utilitzar la planificació per refinar pràctiques d'acció coordinada. Això evitarà, re-processos i fora de seqüència de disseny.
5. En paral·lel, dissenyar el producte i el procés en conjunts de disseny. Desenvolupar detalls de lots petits en conjunt amb els clients del detall del disseny. Adoptar una pràctica d'acceptar el treball complet mentre es dissenya.
6. Disseny i detall alineats amb el que el client necessita. Això manté l'atenció en allò que el client valora, en lloc de fer el que es pot fer el moment, fer el que els altres necessiten que es faci a continuació. Això porta a una reducció en itineraris negatives.
7. Treballar en grups petits i diversos. L'aprenentatge i la innovació surten socialment. La dinàmica grupal de grups petits de 8 persones o menys, és més propi per l'aprenentatge i la innovació: Confiança i respecte mutu i la comunicació i la coordinació són més fàcils.
8. Treballar en una habitació gran. La ubicació conjunta dels membres de l'equip de disseny sol ser una millor opció. El disseny es desordenat en sessions improvisades i els membres de l'equip de disseny són una part necessària del procés. Així són les sessions curtes de disseny conjunt entre diferents especialistes que treballen en parelles.

9. Dur a terme retrospectives durant tot el procés. S'ha de fer un hàbit de terminar cada cicle de disseny amb una reunió de reflexió i aprenentatge. Utilitzar retrospectives més formals que inclouen al client al final de cada integració. Indicar a tots els membres de l'equip que sol·licitin una retrospectiva en qualsevol moment.

El Target valu desing s'ha descrit segons les pràctiques i eines que proposa, les condicions necessàries per la seva aplicació, entre altres aspectes; no obstant, no s'ha presentat una definició formal de que és el TVD. Alguns consideren que és una adaptació del TC a la construcció. En canvi Ballard, expressa que és un nou enfocament de gestió.

Ballard planteja una definició que sembla adaptar-se molt a l'actual aplicació del TVD, el defineix com una estratègia de col·laboració i un procés de disseny que es basa en els valors del projecte i els valors de criteris de disseny en comptes d'aspiracions. Amb base a aquesta definició, i coneixen que el TVD inclou l'aplicació d'eines de gestió i canvia el procés de disseny (tècnica), podria classificar-se al TVD com un mètode de gestió.

A partir de tot el que s'ha explicat del TVD, queda definit en el seu marc teòric, però es possible que resulti difícil realitzar la seva aplicació. Tanmateix, com totes les eines Lean, el TVD no pot visualitzar-se com un conjunt de passos a seguir, si no que s'ha interioritzar i després poder aplicar-los de manera correcta.

5.5. Last Planner System (LPS)

Last Planner System (LPS) és una eina de treball amb l'objectiu d'aconseguir un flux de treball continu i una reducció en les pèrdues o tasques que no aporten valor.

El LPS pretén portar el objectius generals del projecte a la seva aplicació de la realitat, transformant les idees generals a programes reals subdividint la programació per àmbits i per zones aplicant eines de programació. Aquesta programació s'organitza en tres nivells; programació a llarg termini, a mig termini i curt termini.

La utilització LPS suposa una revolució en la construcció, ja que no és tracta només d'un mètode de control de la producció. S'introdueixen conceptes com la col·laboració entre els diferents agents, es canvia la planificació d'oficina per una planificació conjunta, on tots el agents implicats (tècnics, caps d'obra, subcontractes, etc) decideixen que, com i quan es realitzen els treballs, aconseguint un compromís dels últims planificadors de l'avançament de les activitats que són possibles realitzar. En LPS el client no és simplement l'últim beneficiari del producte sinó cadascun dels agents que en la cadena de producció rebrà un subproducte.

Es coneixen alguns casos on la seva aplicació han donat resultats notables en comparació amb les pràctiques tradicionals, com per exemple, un augment del 90% en benefici pel contractista del Cathedral Hill Hospital. (Estats Units).

5.5.1. Es pot, s'hauria, es farà

Un dels grans canvis introduïts pel Last Planner System és el mètode de selecció de les feines que s'han d'executar setmanalment. En la gestió tradicional, directors d'obra, caps d'obra i altres agents que participen directament en l'execució del treball, planifiquen les tasques a executar en funció d'allò que s'ha de fer, donant per suposat que els recursos necessaris estan disponibles quan siguin precisos, sense tenir en consideració si realment es "Poden fer".

La pressió a la que es veu sotmesa l'últim planificador, donat que s'avaluarà pel compliment de la programació, unida a la falta, o escassa informació, recursos o prerequisits, impossibilita que el terme "Es farà" coincideixi amb el terme "Haurà", i com a conseqüència provocant un incompliment del programa i una improvisació en la gestió del treball.

En canvi el LPS realitza la planificació que "S'ha de fer" tenint en compte el que "Es Pot" realitzar segons els recursos, requisits, etc. Aconseguint tot allò que "Es farà" sigui realment executable.

A la figura següent es pot observar entre les activitats planificades, on el "Es Pot Fer" i "Es farà" són dos conjunts del "S'ha de fer", ja que el pla (Es farà) es desenvolupi sense saber el que es pot realitzar.

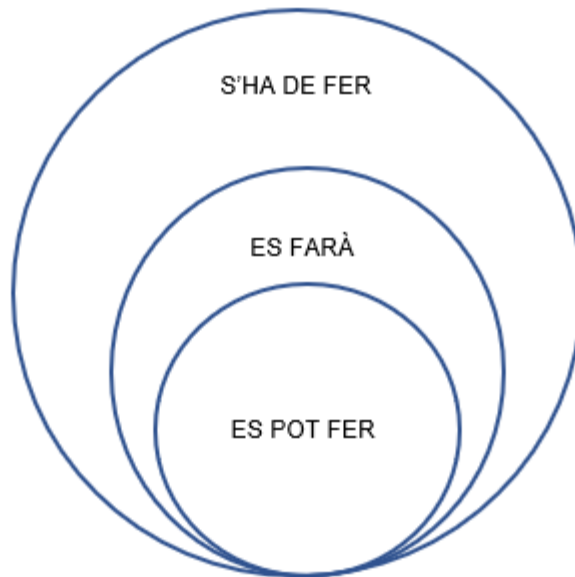


Figura 30.- Interacció d'activitats planificades. Font Alarcón

5.5.2. Push vs Pull

La construcció ha sigut tradicionalment un sistema PUSH, és a dir, en la programació, les activitats “empenten” a altres per no incomplir els terminis i aconseguir els objectius. Pel contrari, LPS es basa en un sistema PULL, on la programació es realitza d'enrere cap a davant. L'avantatge d'aquest sistema és que les activitats s'inicien quan realment és necessari i s'aconsegueix visualitzar amb antelació possibles conflictes entre les tasques que originen malbarataments.

5.5.3. Nivells de planificació

El sistema esta forma per tres nivells de planificació i en cadascuna, es va definint el pla amb més detall, reduint l'incertesa, tot això analitzant el que “s'ha de fer” i el es “Pot fer”, sent capaços de identificar les restriccions. Aquests nivells de detall, es poden classificar de la forma següent:

- Pla mestre: és el que s'entrega prèviament a l'inici de l'obra. Corresponent a la planificació inicial, unida amb el pressupost i el programa del projecte. Proporciona un mapa global de la coordinació d'activitats, amb informació que representa la realitat de les empreses, terminis d'execució, recursos utilitzats, etc., de manera que, si es segueixen les fites que es marquen en el Planning mestre, és pot aplicar LPS i aconseguir realitzar el projecte en temps i forma. També s'han de desenvolupar subdivisions, seqüències i generar fites de control, és una guia per programes de detall o de fase. En aquesta etapa és important identificar activitats amb temps de resposta constants, per avançar-se en els programes següents.

- Programació per fases: En molts projectes s'ha utilitzat la planificació en equip per poder desenvolupar un programa per cada fase del projecte. Les participacions són un representant per cada empresa o especialitat que treballi en la fase i decideixen com s'han d'executar els treballs (ordre, termini...) per poder complir amb la data de termini estipulada en el Planning mestre.
- Planificació a mig termini: Aquest nivell és característic perquè les activitats s'ha d'executar en un futur pròxim. Tenen com objectiu controlar la coordinació (flux de treball) entre disseny, proveïdors, recursos humans, informació i requisits previs que són fonamentals perquè els equips de treball compleixin amb els seus compromisos de treball. Per aconseguir el compliment de les funcions d'aquesta planificació existeixen determinats processos:
 - Definició de l'interval de temps
 - Definició de les activitats de la planificació
 - Anàlisi de restriccions (revisió i preparació)
 - Anàlisi de restriccions representades esquemàticament en una taula de files que llisten les potencials assignacions i columnes que llisten les restriccions pendents.

5.6. Informe A3 + CbA

5.6.1. Informe A3

L'informe A3 és una estratègia plantejada per la filosofia Lean, l'objectiu és reflectir els problemes que puguin sorgir en el procés de producció, per tal d'eliminar els informes llargs que no focalitzen el problema. Es pretén que amb un cop de vista, l'usuari sigui capaç d'entendre el problema, per tant solucionar el problema en menys temps.

En full A3, d'aquí el seu nom, ha de reflectir la possible causa del problema, el problema i les recomanacions per solucionar-lo. D'aquesta manera es facilita la presa de decisions. Amb aquest informa també s'aconsegueix que la informació quedi registrada.

Funcions de l'informa A3

Ha de ser senzill, consistent, específic, precís i suficient. Tot ha quedar registrat en el Full A3. La seva compressió i lectura ha de ser fàcil, tant per l'equip com qualsevol persona aliena a aquest. Ayats (2015)

INFORME A3 TÍTOL I DESCRIPCIÓ	
DESCRIPCIÓ DEL PROBLEMA	PROPOSTA DE LES ALTERNATIVES
DESCRIPCIÓ DE LA SITUACIÓ ACTUAL	
ANÀLISI DE LA CAUSA	RECOMANCIÓ
	IMPLANTACIÓ I SEGUIMENT

Figura 31.- Proposta informe A3. Font. Elaboració pròpia basat el model presentat per Cristina Ayats.

Contingut:

- Descripció del problema
- Descripció de la situació actual
- Anàlisi de la causa
- Anàlisi de despeses i beneficis
- Recomanacions
- Implantació
- Seguiment

Aquest informe també pot tenir un informe més detallat, on s'especifiqui perquè s'ha adoptat la solució en concret i es pot utilitzar en les següents casuístiques:

- Presa de desicions
- Millorar de procesos
- Seguretat i Salut
- Aprenentatge

5.6.2. Choosing by Advantages (CbA)

És una eina creada per Jim Surh que també té l'objectiu de transmetre informació en un sol full. S'utilitza per analitzar propostes i comparar matemàticament quina és més avantatjosa.

Parteix de la comparació de criteris objectius de diferents alternatives, on només es valoren els avantatges i no els inconvenients. El mètode fa un distinció entre el són atributs i avantatges.

- Atribut: característica, qualitat o conseqüència d'una alternativa.
- Avantatge: diferència entre atributs de dos alternatives.

No es valoren els inconvenients ja que considera que si no s'estaria avaluant dues vegades el mateix. Els avantatges i inconvenients són el mateix ja que un avantatge per l'alternativa A, és un inconvenient per l'alternativa B.

Utilització CbA

- Identificar alternatives
- Definir factors
- Definir si el criteri
- Decidir els avantatges
- Decidir la importància dels avantatges
- Avaluar el cost de les opcions

Cristina Ayats, proposar utilitzar les dues eines combinades en un sol informe per tal d'agilitzar la presa de decisions. Permet que tots els usuaris siguin capaços de solucionar el problema.

6. ANALÀSI DE L'ORGANITZACIÓ DEL DESPATX

Una de les dificultats més grans que presenta implantar la filosofia LEAN en l'àmbit de la construcció, és principalment el desconeixement i la falta de disposició al canvi per part d'aquest sector a Espanya.

Dit això, per poder començar a utilitzar correctament les eines del sistema LEAN, s'ha realitzat un anàlisi de la metodologia de treball d'un despatx d'arquitectura, des de la fase de redacció del projecte, fins a la fase d'execució, on es plantejaran, com s'ha esmentat al capítol 6, les eines o sistemes per el control de la producció.

Amb aquest Anàlisi es pretenen definir totes les activitats que es generen en un despatx, tant administratives com les pròpies de l'activitat constructiva, i d'aquesta manera determinar el flux de treball actual del despatx.

Concretament, aquest estudi es centrarà en un despatx amb limitat nombre de recursos humans i d'espai, que no disposa d'una gran infraestructura en el qual, majoritàriament es dedica a la redacció de projectes i direcció d'obra, tant en obra nova com en reformes, ampliacions i rehabilitacions:

Obra nova:

- Habitatges unifamiliars
- Blocs d'habitatges
- Comerç o d'equipament

Reforma i rehabilitació:

- Habitatges
- Blocs d'habitatges
- Locals comercials
- Edificis d'equipaments

L'Anàlisi en qüestió es basarà en tots el processos que es generen en la redacció i execució d'un projecte.

6.1. Organigrama del funcionament convencional d'un despatx.

El despatx que s'analitzarà té com a raó social "Estudi d'Arquitectura i Enginyeria en l'Edificació S.L." Aquest anàlisi és important per entendre el funcionament habitual del despatx i de tots el processos que es generen. A partir d'aquest estudi de la situació actual del despatx, es desenvoluparà un pla d'implantació de les tècniques del sistema LEAN, tant en la gestió administrativa com en el desenvolupament de projectes constructius.

Forma corporativa

Raó Social: Estudi d'Arquitectura i Enginyeria en l'Edificació S.L

Domicili fiscal: Carrer Balmes, 478, 2^o2^a. 08006, Barcelona

Objectiu Social: Assessorar i realitzar una gestió integral de qualsevol tipus d'obra. Poder intervenir en totes i cadascuna de les fases del procés constructiu i desenvolupar les funcions de: Process Management, gestió, coordinació, control i direcció. Posar a disposició dels clients els coneixements tècnics de l'equip multidisciplinari per adaptar els projectes a les seves necessitats, tant econòmiques com de qualitat i donar una visió més actualitzada d'aquests.

Forma jurídica

Forma jurídica del despatx és d'una Societat Limitada, és la més adequada, ja que és un despatx petit amb sol soci, i el capítol exigit és relativament acceptable. S'ha de tenir en compte que el soci gerent només respon pel capital aportat.

6.2. Composició de l'equip humà i rols que desenvolupen

Per entendre el funcionament de qualsevol empresa és important entendre la importància dels recursos humans, i tal com observa Oltra ³⁶(2006), convé ressaltar la importància de l'equip humà en les organitzacions: “ Una de las tareas más importantes para el desarrollo eficaz y eficiente de las Organizaciones será descubrir y aprovechar el Conocimiento, [...] y este recurso, el conocimiento, no reside en las máquinas, en las instalaciones, en las infraestructuras, sino, precisamente, en los Recursos Humanos de las organizaciones...”. Pàgina.115.

Amb aquesta observació, es pot arribar a la conclusió de que els recursos humans, són indispensables en qualsevol organització, i per tant, un despatx necessita d'un equip humà que disposi de tots els coneixements i habilitats professionals per aportar la millor prestació de serveis als clients.

Una manera d'entendre quin és el tipus d'equip que conforma un despatx d'arquitectura, és analitzar les activitats que en ell es desenvolupen, les quals es poden classificar de la següent manera:

³⁶ Rafael Francisco Oltra Climent, “Dirección de recursos humanos” 2009.

Activitats que generen negoci:

- Atenció al client
- Relacions públiques
- Comunicació
- Recepció

Activitats operacionals:

- Projecte
- Certificacions
- Valoracions i taxacions
- Estudi previs
- Estudi de normativa
- Projectar i dissenyar
- Disseny i càlcul d'estructures
- Disseny i càlcul de instal·lacions
- Disseny i càlcul de solucions constructives
- Pressupost
- Redacció de documents literaris (memòria, plec, llibre de l'edifici, estudi de seguretat i salut...)
- Tràmits i gestions urbanístiques, municipals i col·legials
- Sol·licitud i comparació d'ofertes

Activitats Estructurals:

- Comptabilitat
- Gestió de recursos humans
- Organització i mètodes

Amb la classificació anterior es poden analitzar tots els perfils que conformen el despatx, i quines de les activitats esmentades anteriorment, desenvolupa cadascun d'ells, des del moment de l'encàrrec i fins a la seva entrega. És import tenir present que l'equip professional, ha de disposar d'unes determinades qualitats. Com per exemple que cada membre tingui bona disposició, facilitat per treballar en grup, disposició de voluntat per realitzar la feina, aficionat al disseny i als aspectes tècnics i en definitiva ètica professional i social.

Per tant, quan més persones de l'equip compleixi amb aquestes característiques; més versatilitat a l'adaptació de les noves tècniques tindrà del despatx i més competitiva serà en el sector.

6.2.1. Infraestructura de l'organització

Per poder organitzar tota la documentació que es genera en la realització dels treballs, el despatx disposa d'un sistema d'arxius. Aquest sistema està format per diverses carpetes emmagatzemades en un compte al "NÚVOL". Cada carpeta es correspon a un encàrrec en el qual s'està treballant; aquests tant pot ser un certificat com un projecte executiu, els quals passen a ser expedients vius o temporals. de manera que quan entra un encàrrec nou, aquest passa formar part dels arxius de la "NÚVOL".

Respecte a la nomenclatura dels expedients, aquesta és correlativa, dit d'una altra manera: cada carpeta es crea amb el nom de data d'entrada i una breu descripció del projecte a realitzar. També es crea una carpeta física amb tota la documentació que es va recopilant en tot el procés.

Aquest sistema d'organització permet que cada tècnic tingui accés als expedients, de manera que no més poden accedir a l'expedient que estan realitzant, si no que també poden consultar altres expedients com a referència o treballar en més d'un expedient a l'hora. Però depèn de les actualitzacions s'hagin realitzant correctament, per part, si l'actualització no s'ha completat, pot provocar pèrdues de temps.

Un cop els projectes s'han finalitzat, aquests passen a l'arxiu físic del despatx. El qual és poc àgil, ja que si s'ha de consultar un expedient determinat, s'ha de buscar l'arxiu i localitzar el codi de l'expedient; això comporta pèrdues de temps i moviments innecessaris.

S'ha detectat la mateixa problemàtica al sistema de comunicació intern, ja que tots el membres del despatx disposen d'una adreça de correu electrònic que depèn de l'adreça general del despatx. Això provoca que per cada expedient en procés, es generin una quantitat important de correus que afecten a tots els tècnics, amb independència, de si aquest intervenen o no. De manera que s'ha donat la situació de que es perden correus o aquest no arriben a la persona correcta i es perd la informació.

Per un costat; sent un despatx petit, i degut a la poca càrrega de treball que generen les feines administratives, tals com: La recepció de clients, atenció a les trucades de telèfon i tràmits de gestions urbanístiques i municipals; aquestes es reparteixen entre els membres del despatx. De aquesta manera el despatx pretén optimitzar tots el recursos adaptant-los a les seves necessitats i estalviar-se recursos econòmics en la contractació d'un administratiu, el qual, pel volum de feina de l'empresa encara no és necessari.

A continuació es procedirà a definir l'equip del despatx i quins rols desenvolupen en tots el processos.

El personal del despatx esta format per 6 persones: El gerent o representant de l'empresa, amb titulació d'arquitecte tècnic i 5 tècnics més entre els que hi ha arquitectes tècnics i arquitectes.

En la següent figura queda reflectida la jerarquia del despatx mitjançant la direcció i gestió del soci fundador, en aquest cas l'arquitecte tècnic gerent.

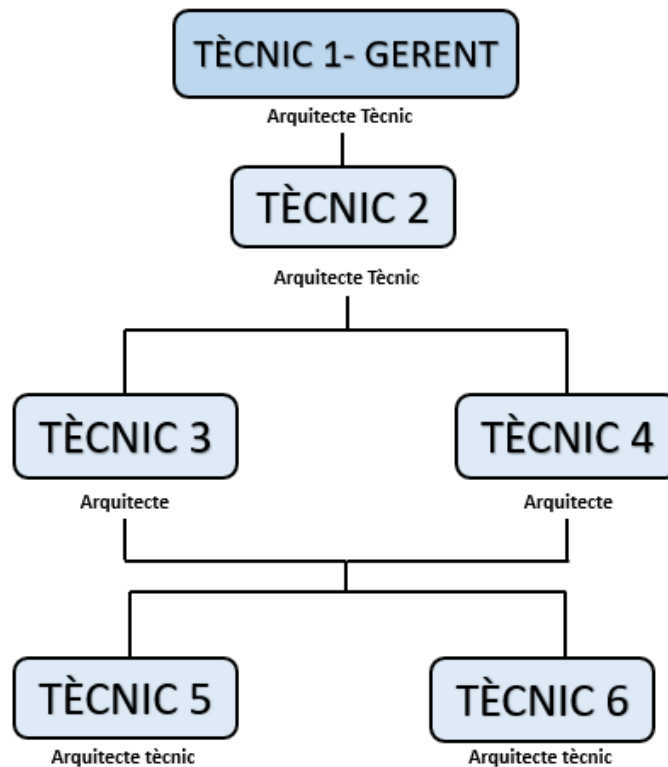


Figura 32.- Organigrama despatx tipus. Font elaboració pròpia

6.3. Fases en el procés constructiu

De forma genèrica en el despatx, no tots els tècnics intervenen amb la mateixa importància en tot el procés de redacció i execució d'un projecte, ja que cadascun d'ells en paral·lel realitzen un encàrrec diferent depenent del volum de feina del despatx. Però per poder realitzar l'anàlisi, s'ha considerat una mostra representativa de les tasques que es generen en un projecte des de la fase de redacció d'aquest, fins la seva execució i les tasques que desenvolupa el personal en cada procés.

Com s'ha esmentat anteriorment, des del moment en que entra un encàrrec al despatx fins que s'obté l'obra acabada, es generen un seguit de fases, les quals es desenvoluparan a continuació.

6.3.1. Estudi previ

En aquesta fase es visita per primera vegada el lloc on es realitzarà el projecte, s'estudia i es realitzen els amidaments. Es dibuixen els primers croquis, per tal d'obtenir una estimació orientativa del cost econòmic que tindrà el projecte. En aquesta primera fase, se li dona molta importància a deixar reflectit l'estat actual del lloc on es realitzarà l'obra, en la majoria dels casos s'aconsegueix mitjançant un reportatge fotogràfic o dibuixos esquemàtics a mà alçada. L'objectiu d'aquest primer pas, és acordar amb el client les següents condicions:

- Requeriments de l'encàrrec
- Finançament

Els agents que intervenen i tasques que desenvolupen

En aquesta fase intervé el tècnic-gerent. Es reuneix amb el clients al lloc on es realitzarà l'obra i s'assabenta dels objectius, requeriments i pressupost de que el client disposa. També s'encarrega de recopilar tota la informació necessària com fotografies, plànols antics, escriptures si hi han; per realitzar el posterior aixecament de l'estat actual del lloc on es desenvoluparà el projecte.

Amb tota la informació recopilada, tècnic 1, assignarà la redacció del projecte a un dels altres tècnics. Si són projectes que estan subjectes a la LOE³⁷, aquests els realitzen parcialment els tècnics 3 i 4, que amb tota la informació, realitzaran l'aixecament de l'estat actual del lloc on es materialitzarà el projecte.

Si no són projectes que no estan subjectes a la LOE, és a dir, que afecten la configuració arquitectònica de la construcció, no produeixen una variació essencial de la composició exterior, ni de la volumetria, ni afecten al conjunt del sistema estructural de la construcció i no tenen per objecte canviar els usos característics de la construcció; aquest són assignat entre els tècnics 2, 5 i 6. Tot i que com es veurà més endavant, en aquest cas tots el tècnics intervindran en el desenvolupament del projecte.

En aquest cas el projecte es assignat pel tècnic 1 als tècnics 3 i 4.

6.3.2. Avantprojecte

Com s'ha esmentat a l'apartat anterior, en la primera fase es realitza una imatge global del projecte, ja sigui mitjançant imatges de referència, perspectives o fotomuntatges; amb les quals els tècnics 3 i 4 realitzaran l'estat actual amb l'ajuda d'eines informàtiques (Autocad). En aquesta segona fase,

³⁷ Ley 38/1999, de 5 noviembre, de Ordenación de la Edificación; En la que es regula el procés de l'edificació i el marc legal dels agents que intervenen, fixant les seves competències per establir les seves responsabilitats i cobrint les garanties dels usuaris, en base a una definició dels requisits bàsics que han de satisfer els edificis.

s'elaboren els croquis i esquemes de plantes i seccions, que els ajudarà a entendre les demandes dels clients i fixar la seva llista de prioritats. Tot i que en aquesta fase, el projecte està en els seus inicis, l'objectiu és obtenir les primeres propostes dels espais, partint de l'acordat amb el client.

Tècnics que intervenen i tasques que desenvolupen

En aquesta fase intervenen els tècnics 2,3 i 4. Són el encarregats de la creativitat arquitectònica, és a dir, començar a plantejar els primers esbossos del que es pretén realitzar. També d'analitzar els avantatges i inconvenients que poden tenir aquestes primeres idees.

En aquesta fase també s'estudia la Normativa urbanística del lloc on es pretén materialitzar el projecte. Aquestes normes condicionen les característiques de l'obra i delimiten l'abast d'aquesta. Per tant, el tècnic 3 i 4 estudien quins són els paràmetres urbanístics i les justificacions del Codi Tècnic de la Construcció que ha de complir el projecte.

Seguidament realitzen les propostes de forma esquemàtica per presentar al client, les quals prèviament supervisarà el tècnic 1. En aquesta fase el tècnic 1 també s'encarregarà de l'elaborar un pressupost estimatiu de quin serà el cost aproximat de l'obra, mitjans el càlcul d'un Pressupost de referència.

En paral·lel els tècnics 2 i 6 realitzen la proposta de serveis per presentar als clients, conjuntament amb el full d'atorgament de representació al despatx, pel futurs tràmits a les administracions públiques.

Amb les propostes realitzades i el pressupost de referència calculat; el Tècnic 1 concretarà una segona reunió amb el client. L'objectiu d'aquesta reunió és presentar les propostes al client, i determinar de manera precisa com seran els acabats interiors i exteriors.

De les propostes presentades, el client decidirà quina d'aquestes s'adapta més a les seves necessitats, i proposar als tècnics els canvis que consideri oportuns. En aquesta reunió també si li informa del cost aproximat que pot tenir l'obra i de seu temps d'execució. Un cop valorada i discutida tota la documentació presentada al client; aquest pot acceptar o no l'avantprojecte. Si no accepta, els tècnics 3,4 tornaran a replantejar les necessitats del client per elaborar noves propostes o modificar les anteriors.

En canvi, si accepta, es pot continuar amb el pas següent.

Fase 3: Projecte bàsic

En aquesta fase es defineixen de forma precisa les característiques generals de l'obra, és a dir, es projecten totes les idees plantejades en la fase anterior. Amb aquest document es suficient per demanar llicència però no per dur a terme la construcció. En aquesta fase s'obtenen plànols generals a escala i acotats on apareixen les dimensions i les superfícies dels espais, així com un pressupost estimatiu global per capítols.

Tècnics que intervenen i tasquen desenvolupen

Els tècnics 3 i 4, són els encarregats de materialitzar les propostes realitzades a la fase anterior i incorporar en aquestes, els canvis que el client hagi demanat. Tota la documentació gràfica s'elabora amb eines informàtiques (Autocad). També elaboraran una memòria, on quedarà reflectida la justificació de les normatives urbanístiques; tant les municipals del planejament urbanístic de la zona d'actuació, com les exigències del Codi Tècnic de l'Edificació.

Paral·lelament el tècnic 2, elaborarà l'estat d'amidaments del projecte i incorporarà els preus simples a les partides. Aquest preu s'extrauran de la seva base de preus dels despatx, utilitzant el software d'elaboració d'amidaments i pressupostos (Presto).

Com s'ha esmentat anteriorment, amb el document "projecte bàsic", es pot sol·licitar la llicència d'obres, però depenent l'òrgan municipal, l'atorgament d'aquesta està subjecte a previ visat del projecte pel col·legi corresponent, normalment el d'arquitectes.

La manera de procedir del despatx en aquest cas, és elaborar el projecte bàsic i executiu i visar, per no haver de visar dues vegades. A excepcions de que el client necessiti la llicència per sol·licituds de subvencions a la Generalitat.

Normalment el projecte bàsic i executiu s'elaboren conjuntament, per tant, és pot dir que constitueixen un sol document.

6.3.3. Fase 4 Projecte executiu

En aquesta fase es desenvolupa i especifica la fase anterior. Es detallen els materials, sistemes constructius, fusteries i acabats; també es desenvolupa l'estructura. Es defineixen d'una manera precisa i exacta les característiques tècniques, constructives i econòmiques del projecte. Amb aquest document s'obté el visat professional, depenent de la intervenció i del que especifica la LOE, d'arquitecte o aparellador. Una vegada definida l'obra, es pot procedir a redactar el pressupost de l'obra. Segons els tècnics que intervenen es poden realitzar a l'hora amb la redacció del projecte d'execució.

Tècnics que intervenen i tasques que desenvolupen

Aquesta fase es una continuació de la fase interior i comença amb l'elaboració del càlcul estructural. Els tècnics 1 i 5 són els encarregats de calcular totes les estructures que es realitzaran en el projecte ja sigui d'obra nova, de ampliació o reforma. També redacten la memòria de justificació del càlcul estructural. Per l'elaboració del càlcul estructural, els tècnics utilitzen el programa de Microsoft Excel, amb unes taules creades per ells mateixos, les quals estan programades per calcular les dimensions dels elements estructurals. Tot els documents que s'obtenen del càlcul estructural formaran part dels annexes del projecte bàsic i executiu.

El tècnic 5, també és l'encarregat de realitzar el càlcul de les instal·lacions i de redactar la memòria justificativa d'aquest. Al mateix temps el tècnic 2 supervisa que tot el procés de càlcul.

El tècnic 2 a l'hora que supervisa el càlcul de les instal·lacions, també s'encarrega d'adaptar l'estat d'amidaments i el pressupost que s'ha obtingut a la fase anterior, de manera que incorpora tots el canvis que s'han produït entre les fases, al pressupost final.

El tècnic 6 s'encarrega de l'elaborar tot el programa de control de qualitat, tant dels materials que s'utilitzaran com de les instal·lacions que es realitzaran. També elaborarà l'estudi de seguretat i salut laboral, l'estudi de gestió de residus, les instruccions d'ús i manteniment i la normativa d'aplicació.

Un cop s'han redactat tot els documents que han de formar part del projecte bàsic i executiu, el Tècnic 3 s'encarregarà de realitzar el tràmit telemàtic de visat al col·legi d'arquitectes. Per poder visar el projecte, el col·legi professional demana un document que certifiqui que s'ha contractat la direcció de l'obra. Al despatx qui desenvolupa aquest càrrec en les obres, és el Tècnic 3.

Amb el temps i l'experiència, l'equip del despatx ha confeccionat una base de dades. Aquesta base de dades esta formada per: Bases de preus en format Presto, bases de documentació gràfica en format dwg, bases de càlculs estructurals i d'instal·lacions en format Excel i un model tipus de totes del memòries de les diferents tipologies d'actuació. D'aquesta manera la redacció dels projectes cada cop és més àgil, ja que aquesta base de dades va millorant segons les necessitats del despatx.

6.3.4. Fase 5 Direcció d'obra i coordinació de seguretat i salut

En aquesta fase es realitza el seguiment, control i coordinació de l'equip tècnic, o la direcció facultativa de l'obra. En aquesta fase és important complir amb els terminis d'execució mitjançant la realització d'un Planning, el qual ha de ser el més real possible; controlar els costos i les despeses, i assegurar la qualitat de l'obra projectada.

Tècnics que intervenen i tasques a realitzar

Abans de començar l'obra és necessari tramitar els permisos municipals corresponents, normalment la llicència d'obres, l'assegurança i les OCTi's. El tècnic 6 s'encarregarà de realitzar la tramitació.

També serà necessari realitzar la contractació de tots els agents que intervindran en l'obra. En el cas del despatx objecte d'aquest estudi, quan el client encarrega el projecte des de la fase de redacció fins a la seva execució; concedeix al despatx totes les contraccions que s'hauran de realitzar, per tant, els agents que s'encarregaran de la direcció, la direcció d'execució material i la coordinació de seguretat i salut; seran els Tècnics 3, 1 i 2.

El Tècnic 1 s'encarregarà de l'execució material de l'obra i de realitzar els controls de qualitat corresponents.

El Tècnic 3 s'encarregarà de la direcció d'obra.

El Tècnic 2 s'encarregarà de la coordinació de seguretat i salut.

Generalment aquest seran els rols que desenvoluparan els Tècnics en la fase d'execució.

Pel que fa a la contracció del contractista, el Tècnic 1 es reuneix amb els contractistes de la zona i visitaran el lloc on es realitzarà l'obra per poder presentar les seves ofertes per realitzar les obres. Generalment es demanen tres ofertes a tres contractistes diferents.

Recopilades les ofertes, el tècnic 6 elabora un comparatiu d'aquestes. En aquest document es valoraran els preus simples de les partides i s'analitza que aquests no siguin desproporcionades, tant a la baixa com a l'alça. Després de valorar les ofertes i haver presentat el comparatiu al client, aquest decidirà, amb l'assessorament del tècnic 1, a quin dels contractistes se li adjudicarà l'execució de l'obra.

Un cop contractat l'empresa constructora, aquesta haurà d'elaborar el Pla de seguretat i salut al qual s'adheriran els industrials. El Tècnic 2 revisarà el Pla de seguretat i salut donant especial atenció que compleixi amb tots les mesures de seguretat per cada fase de l'obra segons el que s'ha estipulat a l'Estudi de Seguretat i Salut. Si el pla compleix amb totes les indicacions, el tècnic 2 procedirà a la seva aprovació.

Amb el pla aprovat el contractista haurà de comunicar l'obertura d'un nou centre de treball, al departament de Treball de la Generalitat.

Un cop obtinguda tota la documentació necessària, es poden iniciar les obres amb l'Acta de replanteig. En aquest document es deixarà constància per part de tots els agents implicats, que les obres han començat.

El primer pas a realitzar pel contractista és implantar totes les mesures de seguretat que ha especificat al pla. Ja que el Tècnic 2, que és el coordinador de seguretat i salut, s'encarregarà de supervisar que es compleixin totes les mesures de seguretat en tot el procés constructiu. El Tècnic 2 realitzarà visites periòdiques a l'obra per comprovar la seguretat d'aquesta, i deixarà constància de les seves visites al llibre d'incidències.

Prèviament a l'inici de les obres el Tècnic 1, elaborarà un programació de tots els treballs a realitzar i durarà d'aquests de manera aproximada; i pactarà amb el contractista el termines d'execució establerts en el plannig per cada treball. També realitzarà visites a l'obra per supervisar que els materials, el sistemes construccions i la qualitat d'aquests sigui la correcta segons les bones pràctiques de la construcció.

El tècnic 3 que és el director d'obra, s'encarregarà de supervisar que el que s'ha executat compleix amb les especificacions del projecte i de resoldre totes les problemàtiques que puguin sorgir a l'obra, i de coordinar a tots els industrials que intervenen. També realitzarà el control de costos de producció i elaborarà les certificacions de l'obra executada periòdicament. Normalment cada més.

Els tres tècnics realitzaran les vistes a l'obra cada setmana i en aquestes valoraran el que s'ha executat. Deixaran constància de tot el que s'ha acordat a la visita al llibre d'ordres.

La problemàtica amb la que normalment es troben els Tècnics a la fase d'execució, és que el projectes tot i ser elaborats pel propi despatx, contenen errors d'omissions de partides o falten detalls constructius que obliguen al Tècnic 3 a tornar a elaborar documentació gràfica, que a l'hora provoquen increments de costos.

També es troben en la situació de que els industrials no compleixen amb el terminis previstos o el material no és el que s'especificava en el projecte o simplement aquest no arribi.

Aquest problemes obliguen a que les obres no compleixen amb els terminis previstos i que per tant els costos s'incrementin. Aquest increments no són significatius per la gestió del despatx, ja que ells a l'hora d'elaborar el control de costos creant partides que anomenen "coixinets", que no deixen de ser increments d'amidaments. El problema amb aquests "coixinets" és que només els coneixen els tècnics redactors de l'estat d'amidaments i pressupost del projecte.

Per tant, es pot arribar a la conclusió que amb l'actual metodologia de treball no s'arriba mai als terminis establerts i el costos totals de l'obra mai s'ajusten als costos previstos reals.

6.4. Elaboració i tramitació d'informes

A més de redactar i dirigir projectes d'edificació, el despatx també presta serveis de l'elaboració d'informes, certificats, cèdules d'habitabilitat, valoracions, taxacions i peritatges. El primer procés que es genera d'aquestes tasques, és la definició de les dades inicials.

Primerament es defineixen els requeriments dels clients i a partir d'aquí s'estudia quin és el tipus d'informe que s'ajusta a les seves necessitats.

En segon lloc, es realitzarà un estudi tècnic previ. Aquest procediment consisteix en realitzar una visita a l'immoble que s'està estudiant. Amb aquesta visita s'obté tota la informació necessària per poder redactar l'informe i finalment es entregat al client.

Quan són informes que s'han de tramitar a entitats de l'administració pública, aquests requereixen del seguiment del despatx, ja que les administracions poden requerir esmenes, les quals el despatx ha de resoldre, fins a obtenir una resolució favorable.

Tècnics que intervenen i tasques a realitzar

A degut a que l'elaboració d'informes és una tasca molt versàtil, és a dir; segons les necessitats dels clients, l'informe o tràmit serà sempre diferent. Al despatx es distribueixen aquests expedients de la següent manera:

- Els tècnics 2 i 6 són els encarregats de realitzar els Certificats energètics, cèdules d'habitabilitat de 1^a i segona ocupació, certificats de solidesa estructural, taxacions i valoracions.
- Els tècnics 1, 3 i 5 redacten els expedients de major cabuda, legalitzacions d'activitats, reparcel·lacions i segregacions.
- Els tècnics 1 i 3 redacten els dictamens pericials i els estudi econòmics.

Aquesta classificació és representativa de com s'organitzen aquest tipus de tasques al despatx, però en cap cas implica obligatorietat per part de l'equip seguir la classificació, ja que depenent del volum de treball de cadascun d'ells, les assignacions poden canviar.

A la figura següent es mostra els cicles de vida de la construcció actual segons Morris³⁸

³⁸ MORRIS, Peter W (1990). *Manejo de las interrelaciones en los proyectos – puntos clave para el éxito del proyecto*. En: CLELAND, D.I. & KING, W.R. *Manual para la administración de proyectos*. CECSA, Mèxic. Pàgines. 18-19.

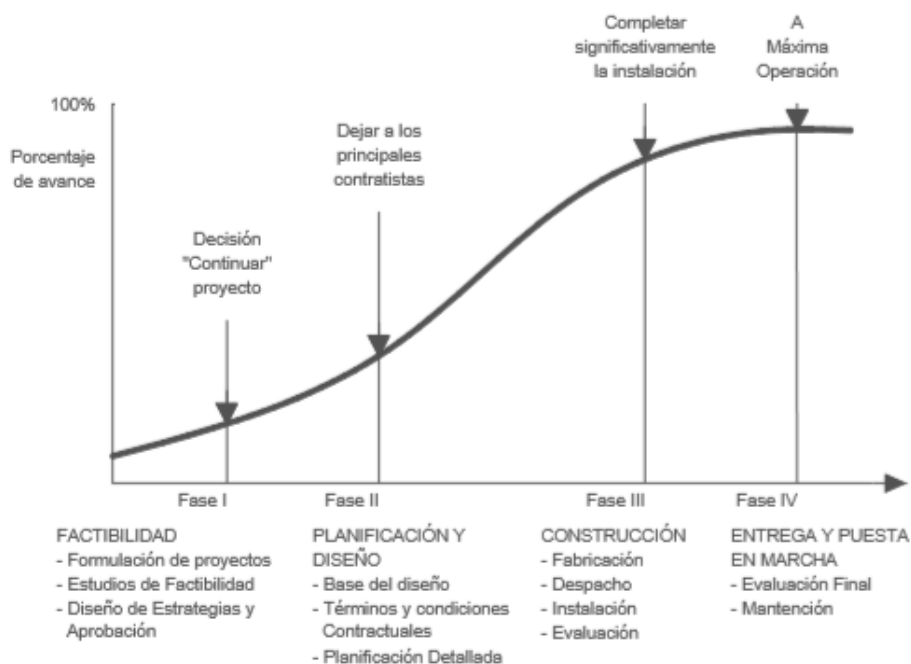


Figura 33.- Figura del ciclo de vida segons Morris. Font estudi de Peter W. Morris

Per tant, a grans trets cada tècnic del despatx desenvolupa les següents funcions:

- Tècnic 1: coordina i distribueix les fines del despatx, es reuneix amb els clients. En la fase d'execució realitza les funcions de director d'execució material.
- Tècnic 2: juntament amb el Tècnic 1 distribueixen les feines del despatx, supervisa la redacció dels projectes i juntament amb el Tècnic 6 realitzen la gestió administrativa del despatx. En la fase d'execució realitza les funcions de coordinador de seguretat i salut.
- Tècnic 3: dissenya i justifica la normativa urbanística i el fase d'execució realitza les funcions de director de l'obra.
- Tècnic 4: dissenya i justifica la normativa urbanística.
- Tècnic 5: realitza tots el càlculs estructurals i d'instal·lacions dels projectes i dona suport en la documentació gràfica.
- Tècnic 6: realitza tots els documents de seguretat i salut dels projectes, dona suport en la redacció de les memòries i s'encarrega amb Tècnic 2 de la gestió administrativa del despatx.

Diagrama de flux.

Per poder entendre millor el volum d'informació de tots els processos que es desenvolupen En Estudi d'Arquitectura i Enginyeria en l'Edificació S.L; s'ha elaborat un diagrama de flux. Aquests digrames són una representació gràfica d'una seqüència d'etapes o rutines simples d'un procés. Té l'avantatge de informar com es mou la informació entre processos en un sistema, i d'assenyalar quines són les unitats que formen part d'ell i els responsables de dur-les a terme.

Tot seguit s'explicaran les directrius estipulades per Edward Yourdon³⁹, per elaborar el diagrama de flux.

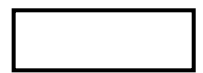
- Els símbols del processos es representen mitjançant cercles:



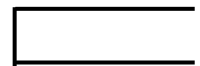
- El símbols de flux de dades es presenten mitjançant fletxes:



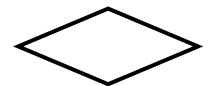
- Els símbols dels agents es representen mitjançant rectangles:



- Els símbols d'emmagatzematge de dades es representen mitjançant quadres amb un extrem obert:



- El símbols de decisió es representen mitjançant rombes:



En la representació gràfica següent, quedaran reflectits tots els processos descrits a l'apartat anterior. Es podrà observar que la primer part correspon a les activitats relacionades amb al redacció de projectes i la direcció d'obra, mentre que la segona part, es correspon a les emissions d'informes, certificats, taxacions i valoracions, etc.

³⁹ Edward Yuordon en la seva tesi doctoral (1993) "Análisis estructurado moderno" (Pàgina.157), dona nocions sobre els components per la representació gràfica dels digrames de flux.

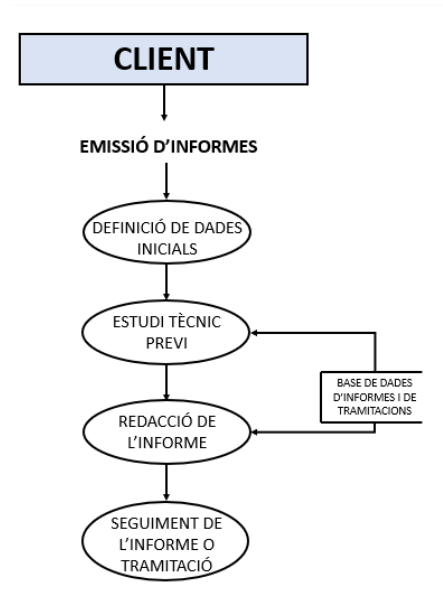
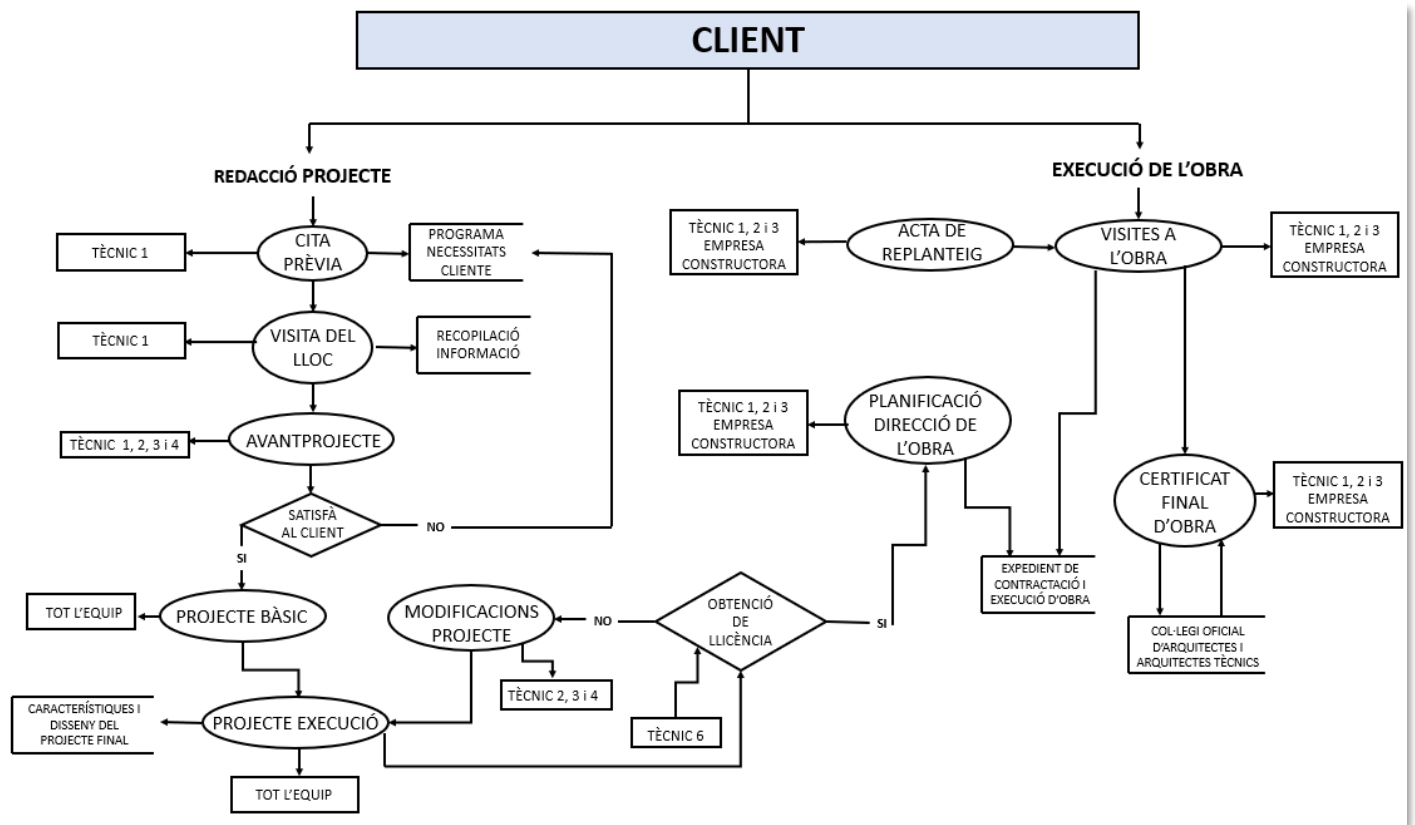


Figura 34.- Diagrama de flux del despatx "Estudi d'Arquitectura i Enginyeria en l'Edificació". Font. Elaboració pròpia.

6.5. Diagnòstic

Després d'analitzar el funcionament del despatx "Estudi d'Arquitectura i Enginyeria, SL", definint tots el processos que es generen i quin és l'equip humà que els desenvolupa; es pot arribar a la conclusió, que la seva forma de procedir no és diferent a la resta de despatxos que treballen en l'àmbit de la construcció, amb les seves peculiaritats, però seguint les mateixes fases i estratègies.

Per tant, el fet de treballar seguint les pautes marcades pel sistema tradicional no es tradueix en bons resultats, i com s'ha apreciat al llarg d'aquest capítol, existeixen algunes deficiències degudes al mètode de treball tradicional.

Un bon exemple d'això són els temps morts que produeixen a l'obra per l'espera de detalls constructius per errors d'omissions en el projecte, retards en l'obra per la falta de compromís dels industrials, canvis en el projecte per part del client en un fase molt avançada de l'execució o l'elaboració de Plannings d'obra que no es compleixen.

D'altra banda, tant l'organització de la documentació, com les infraestructures del despatx, també provoquen carències a l'hora de treballar. N'és un exemple la forma de organitzar els expedients i el seu sistema d'emmagatzematge, que freqüentment provoca temps morts, ja que els tècnics han d'esperar a que el programa s'actualitzi per poder accedir a als arxius. Un altre dels problemes és la comunicació interna, que en alguns casos pot ser molt abundant i per tant, es perd la informació important, o molt escassa.

Relacionat amb la comunicació, també és molt habitual la duplicitat de feines, tot i que la majoria d'expedients estan assignats a un tècnic, en moltes ocasions el tècnic gerent no sempre està al cas de quan s'ha finalitzat les feines. Aquesta problemàtica majoritàriament es produeix en l'emissió d'informes.

No obstant això, "Estudi d'Arquitectura i Enginyeria" té un avantatge molt important, i és el seu personal. L'equip del despatx està format per professionals amb molta experiència en el sector de la construcció, i poden transmetre el seu coneixement a la resta de professionals més joves, els quals, al mateix temps també poden transmetre els seus coneixements de les noves eines de programació. En conjunt són un equip molt versàtil, que pot treballar de manera col·laborativa i està disposat al canvi.

En definitiva es pot arribar a la conclusió de que el canvi és necessari, tant per millorar i optimitzar els processos, com per establir-se en una posició competitiva en el mercat de la construcció.

Seguint amb línia del canvi, a l'apartat que ve a continuació, es proposa un pla de implantació en 2 fases: un en el sistema organitzatiu, i l'altre en els processos mitjançant un programa pilot; en tots dos casos aplicant les eines de la filosofia Lean Construction.

7. IMPLANTACIÓ DEL SISTEMA LEAN EN LA ORGANITZACIÓ DEL DESPAXT

La implantació de la nova metodologia de treball implica un canvi de paradigma, que com ja s'ha esmentat al capítol 2 d'aquest estudi, genera barreres degut a la resistència al canvi i al desconeixement. Però per la seva correcta aplicació convé ressaltar els quatre factors fonamentals que presenta Lauri Koskela⁴⁰ en seu report tècnic:

- Disposició al canvi per part de la gerència

El lideratge és fonamental per arribar a un canvi de mentalitat a nivell general. Aquesta competència només està a disposició de la gerència, i en conseqüència és responsabilitat seva eliminar les barreres que es generin en qualsevol nivell de l'organització. Atès que, el canvi ha de ser acceptat i interioritzat des del nivell més alt de l'organització. D'aquesta manera s'aconseguirà una millor comprensió per part de tot l'equip, per arribar a un canvi cultural.

- Centrar-se en la millora dels processos:

La gestió s'ha de centrar en el desenvolupament i la millora dels processos i no en el desenvolupament de les capacitats. S'han realitzar indicadors reals dels processos que facilitin identificar les causes de les pèrdues.

- Participació:

Per poder implantar el sistema LEAN, tot el personal ha d'estar disposat i obert al canvi, de manera que, han de participar activament en la seva implantació, i ser capaços de treballar en equip per aportar idees en la millora dels processos.

- Formació:

La formació dels equips és fonamental per poder implantar correctament la nova metodologia de treball. És necessari conèixer els principis, conceptes, eines i tècniques. Una forma d'aprenentatge és la implantació de projectes pilot a una escala limitada, i amb l'experiència, aplicar els resultats de la implantació a tots els nivells de l'organització.

Tenint en compte aquestes consideracions, i per implementar el canvi en la direcció correcta; tots els nivells d'implantació que s'analitzaran a continuació, es realitzaran amb sota la supervisió d'un LEAN Manager o consultor LEAN.

⁴⁰ Koskela, Lauri (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. CIFE Technical Report, Pàgina. 27.

7.1. LEAN a nivell organitzatiu

Amb la finalitat de millorar la gestió i la organització del despatx “Estudi d’Arquitectura i Enginyeria en l’Edificació”, s’implantaran dos de les tècniques proposades pel sistema LEAN.

- 5s (5 esses)
- Targetes Kanban

La implantació d’aquests sistemes en el despatx es realitzarà amb les següents fases:

Fase 1: Anàlisi del funcionament actual del despatx (aquesta fase ja s’ha realitzar al capítol anterior)

Fase 2: Motivació de l’equip

Fase 3: Formació

Fase 4: Implantació sistema 5s

Fase 5: Implantació sistema Kanban

7.1.1. Fase 1: Anàlisi del funcionament actual del despatx.

Aquesta fase es correspon al capítol 6 d’aquest estudi, per tant, només es realitzarà una breu menció del que s’ha analitzat. S’han analitzat tots el processos, l’equip i el rol que desenvolupen, s’han diagnosticat les deficiències que presenta el mètode actual del despatx.

7.1.2. Fase 2: Motivació

Es seguiran els 8 passos d’en Jonh P. Kotter⁴¹, extrets el seu llibre “Leanding Change” publicat en 1995.

Pas 1, crear un sentit d’urgència.

Per propiciar el canvi, primerament s’ha de desenvolupar un sentit d’urgència, que tots el membres del despatx coincideixen en la necessitat del canvi. Aquesta percepció donarà lloc a la motivació inicial per iniciar el primer moviment.

⁴¹ Kotter, J.P. (1997). *Leading Change*. Boston: Arranment with Harvard Business School Press.

Però aquest sentiment no s'ha de crear a partir de documentació estadística, sinó iniciant un diàleg de l'estat actual del despatx i comparar-lo amb l'evolució del mercat actual, i la competència. De manera que si moltes persones comencen a parlar del canvi, el sentit d'urgència s'alimenta a ell mateix.

Que fer:

- Identificar amenaces potencials i desenvolupar escenaris que representin el que podria passar en un futur.
- Estudiar oportunitats que han de ser o poden ser utilitzades.
- Iniciar debats honestos i donar raons convincents per provocar que la gent pensi i doni la seva opinió.
- Sol·licitar el suport de clients per reforçar els seus arguments.

Segons Kotter, aquest primer pas és un repte que l'han d'abordar els directius.

En el despatx Estudi Tècnic d'Arquitectura i Enginyeria en l'Edificació (ETAEE), per tal d'identificar les amenaces i les oportunitats del mercat, els Tècnic 1, 2 i 3 decideixen reunir-se tots el dilluns al matí per discutir la situació actual del despatx i quines eines de gestió poden utilitzar per millorar el flux de treball, també valoren l'opinió dels altres tècnics, també discuteixen entre tots les noves pràctiques proposades pel Tècnic 6 pel que fa a la filosofia de producció Lean.

Pas 2: construir un sòlida coalició

Convèncer a l'equip de que el canvi és necessari. Per dur a terme aquest, els líders han de crear un coalició, formar per les persones més influents del despatx, ja sigui pel seu estatus o el lloc que ocupa en l'empresa o la seva experiència. Un cop formada la coalició aquesta ha de treballar unida per incrementar la urgència d'aquest canvi.

Que fer:

- Identificar els líders de la organització.
- Demanar-los un compromís emocional.
- Treballar en equip en la construcció del canvi.
- Identificar les àrees més dèbils del despatx i assegurar-se i de que té tots els recursos necessaris.

Ja que el despatx està format per 6 tècnics, tots estan d'acord en que és necessari adaptar-se al canvi i innovar-se en les noves tecnologies. Entre tots el membres del despatx arriben a la conclusió que el problema més gran que actualment tenen és que l'organització de tots el expedients actualment en curs i el tancats i en repartiment de les feines de cadascun del membres.

Pas 3: crear una visió pel canvi

En un primer moment, quan es comença a plantejar aquest canvi, també sorgeixen grans idees, aquestes idees s'han de transformar en conceptes clars i entenedors per poder definir una visió de general que la resta de l'equip sigui capaç d'entendre.

Que fer:

- Determinar els valors que són fonamentals en el canvi
- Elaborar un breu resum que quedi reflectit "El que es veu" en el futur del despatx.
- Crear una estratègia per executar la visualització.
- Assegurar-se de la coalició es capaç de descriure la visió en 5 o menys minuts.
- Practicar el discurs de la visió amb molta freqüència.

El tècnic 6 va plantejar l'idea de poder utilitzar algunes de les eines del sistema Lean per poder millorar la gestió interna del despatx. La direcció, que en cas són els Tècnics 1, 2 i 3, van estar d'acord en podrà ser un punt de partida interessant i conjuntament amb la resta de tècnics van elaborar una estratègia per implantar aquests canvis. Van establir que l'objectiu principal era que aconseguir la satisfacció del client, millorant la qualitat dels projectes i controlant el flux de treball. També van decidir que la millor manera d'aconseguir aquest canvis era la formació constant del seu equip.

Pas 4: comunicar la visió

Un cop s'ha creat la visió, aquesta s'ha de transmetre en cada oportunitat que sigui possible, amb l'objectiu de mantenir-la constant en tot l'equip.

Que fer:

- Iniciar la conversa sobre el canvi amb freqüència.
- Donar respostes obertes i honestes a les preocupacions de la resta de l'equip.

- Aplicar la visió en tots els aspectes operatius, des de l'entrenament fins a l'evolució de la implantació del canvi.
- Ser un exemple.

Per tal de poder valorar i les inquietuds dels membres del despatx es va decidir que tot els dies al matí el un dels tres tècnics de la gerència realitzaria reunions de menys de 15 minuts per assabentar-se de les opinions de la resta de l'equip sobre les noves tècniques proposades i quin és l'estat d'adaptació de cadascun d'ells.

Pas 5: eliminar els obstacles

S'ha d'identificar els obstacles, i internar convèncer, comunicant la visió tant seguit com sigui necessari.

Que fer:

- Identificar o escollir nous líders pel canvi i que les seves funcions principals sigui implantar el canvi.
- Analitzar l'organització per assegurar que segueixen l'estructura del canvi.
- Reconèixer i recompensar a la gent que treballa pel canvi.
- Identificar a les persones que es resisteixen al canvi i ajudar-los a que visualitzar que aquest és necessari.
- Aplicar mesures preliminar les barreres (humanes o no).

En el cas del despatx no es va trobar obstacles com tal, més aviat eren preocupacions o dubtes del funcionament de les noves tècniques, però forts impediments a utilitzar-les.

Pas 6: assegurar resultat positius a curt termini

Crear fites a curt termini per tal de demostrar que amb el canvi és possible obtenir èxit, ja que, la motivació creada per l'èxit, és un dels grans incentius.

Que fer:

- Buscar projectes que tinguin l'èxit assegurat i es puguin implementar sense l'ajuda d'aquest que es resisteixen al canvi.

- No escollir objectius a curt termini que necessitin una inversió inicial costosa. Ja que la finalitat és demostrar en la inversió de cada projecte
- Analitzar els avantatges i els inconvenients de cada projecte.
- Reconèixer l'esforç de les persones que ajuden a arribar als objectius.

Es va començar a utilitzar el kanban per controlar el material d'oficina, és a dir es va elaborar una petit tauler per indicar l'estoc de material actual i que faria falta en la pròxima comanda, ja que amb el sistema que s'utilitzava normalment sempre faltava algun material. Es va comprovar que utilitzant el kaban, en la pròxima comanda no va faltar cap material i en tot moment es sabia que quina quantitat hi havia de cada material.

Pas 7: construir sobre el canvi

Els canvis han a curt termini no garanteixen l'èxit a la llarga, només són l'inici del camí, per tant, el procés del canvi ha de ser constant.

Que fer:

- Després d'un bon resultat, analitzar els resultats i estudiar que es necessari millorar.
- Fixar més objectius i aprofitar l'impuls que s'ha aconseguit.
- Aprendre sobre la millorar continua (Kaizen).
- Mantenir les idees i afegir més agents al canvi.

Es proposar analitzar cada resultat obtingut a partir de l'aplicació de les noves eines, tant si són negatius com positius per tal de millorar-lo si es decideix utilitzar a una escala més gran. Aquests anàlisis normalment es realitzen cada 15 dies en reunions hi estan present tots membres del despatx. En cas del kanban, el tauler dies amb tots el membres està un continu desenvolupament, afegint columnes i informació en aquestes per controlar més el flux de treball i els temps.

Pas 8: enllaçar el canvi a la cultura d'empresa

Per aconseguir que el canvi s'estableixi en el despatx, aquest haurà de s'haurà d'incorporar al nucli de l'empresa.

Que fer:

- Debatre sobre els avanços que s'ha realitzat en cada oportunitat que sigui possible.

- En cada contractació de personal, introduir els valors i ideals del nou sistema.
- Reconèixer públicament els principals membres de la coalició del canvi original, i assegurar-se de que a resta de l'equip recordin les seves contribucions.
- Elaborar plans per substituir als líders principals a mesura que aquests deixin l'organització, per assegurar que el canvi es perdi.

Com s'ha esmentat anteriorment el despatx està format per sis membres i aquests des de bon començament van acceptar el canvi per bé, tot i que cadascun tenia els seus dubtes. Per tal de resoldre tots aquests dubtes de donar més confiança en l'equip, es proposar fer permanents les reunions de tot el grup cada 15 dies fins que tot l'equip s'hagi adaptat al canvi i la seva periodicitat pugui ser d'1 cop al mes.



Figura 35.- Representació del canvi. Font. <https://jalacoste.com/gestion-del-cambio>

7.1.3. Fase 3 :Formació

En aquesta fase es presentaran els taller i xarrades proposades per la formació del personal “Estudi d’Arquitectura i Enginyeria d’Edificació”.

Per tal de poder implantar i posar en pràctica les eines que proposa el sistema Lean, correctament, és imprescindible que tot el personal disposi del coneixement necessari que els hi permeti realitzar qualsevol projecte implantant en la direcció correcta les noves eines.

A continuació es proposa un programa de formació, que es dividirà en dos parts. La primera seran els cursos per la implantació del sistema Lean en el despatx, el que es denomina “Lean Office”. tindrà una dura de 16 hores dividides en 4 mòdols, 1 per cada setmana.

Pel que fa a la segona part, seran tallers per la implantació de “Lean Construction”. Tindrà una dura de 32 h, format per 8 taller de 4 hores cadascun, s’impartirà 1 cada setmana.

Primera part: Lean Office

L’objectiu d’aquesta primera part és conèixer millor el processos del despatx, aprendre a afegir valor i on aquest és un residu. El personal aprendrà el conceptes i les eines del nou sistema, i com implementar-la en l’entorn de l’oficina. En pretén que tot el personal sigui capaç de millorar el processos per tal d’iniciar el canvi.

DURADA	TEMA	CONCEPTES	SETMANA
MÒDUL 1, 4 H	INTRODUCCIÓ A LEAN	<ul style="list-style-type: none"> - Breu història Lean, una nova forma de visualitzar el treball. - Facilitadors per implantar Lean. - El repte del treball en Equip. - Comença el viatge. 	1
MÒDUL 2, 4 H	CREAR FLUX DE VALOR	<ul style="list-style-type: none"> - Crear flux de valor en un despatx. - Dibuixar el Mapa de valor actual i futur. - Crear sistema pull i anivellar la càrrega de treball. 	2
MÒDUL 3, 4 H	EINES LEAN EN UN ENTORN ADMINISTRATIU	<ul style="list-style-type: none"> - Metodologia de les 5s. - Sistema Kanban, per controlar el flux de treball - Estandardització de processos. 	3

MÒDUL 4, 4 H	LEAN I RESOLUCIÓ PRÀCTICA DE PROBLEMES	<ul style="list-style-type: none"> - Eines per la resolució pràctica de problemes. - Gestió visual. - Esdeveniments kaizen de millora continua 	4
---------------------	--	---	---

Taula 2.- Formació del despatx. Font. Elaboració pròpia

Un cop finalitzada aquesta primera fase de formació, s'espera poder identificar els valors del client i centralitzar la millora en les perspectives d'aquest. Optimitzar i simplificar els processos administratius, eliminar els moviments innecessaris, identificar a on s'ha d'afegir el valor i on no. I per últim implantar un sistema de gestió visual que facilitar la recerca tots el conceptes esmentats. (Tauler Kanban)

Segona part: Lean Construction

La finalitat d'aquest taller, és introduir a l'equip en els principis de Lean Construction, a treballar de manera col·laborativa en els processos que es generen en un projecte d'edificació, Introduir la diferencia entre un sistema PULL i un sistema PUSH. i posar en evidència els problemes típics de la construcció tradicional.

DURADA TALLER	TEMA	CONCEPTES	SETMAN
Taller 1 4 H	INTRODUCCIÓ AL LEAN CONSTRUCTION	<ul style="list-style-type: none"> - Definició, orígens i difusió. - Comprendre el model cultural de Lean. - Integració de LEAN + IPD+ BIM - Els 7+1 residus. - Identificar la improductivitat. - Barreres per la seva implantació. 	1
		<ul style="list-style-type: none"> - Principis Lean i aplicació en la construcció. 	

Taller 2 4 H	SYSTEM THINKING	<ul style="list-style-type: none"> - Trencar amb els paradigmes. - Millora continua 	2
Taller 3 4 H	LAST PLANNER SYSTEM	<ul style="list-style-type: none"> - Definició de la planificació en col·laboració. - Elements LPS - Fases reunions, rols i reunions del LPS. - Reunions setmanals i diàries. - Gestió visual - KAIZEN i PDCA (Plan-Do-Check-Act) cicle Deming. 	3
Taller 4 4 H	LEAN INTEGRATED PROJECT DELIVERY	<ul style="list-style-type: none"> - Principis bàsics - Estructuració del treball. - Control de la producció. - Cost objectiu - Rols que desenvolupen els agents. 	4
Taller 5 4 H	PULL PLANNING	<ul style="list-style-type: none"> - Principis bàsics - Targetes kanban - Just in time 	5
Taller 6 4 H	TAKT TIME PLANNING	<ul style="list-style-type: none"> - Recopilació - Zona i definició - Identificació - Equilibri del pla - Finalització 	6
Taller 7		<ul style="list-style-type: none"> - Rols. - Motivació - Lideratge 	

4 H	LIDERATGE LEAN I TREBAL EN EQUIP	- Treball de col·laboració.	7
Taller 8 4 H	LEAN I BIM	- Integració amb IPD - Entorn de col·laboració.	8

Taula 3.- Formació de l'equip. Font. Elaboració pròpia.

Els resultats que s'esperen amb aquesta formació és que l'equip sigui capaç d'eliminar els embussos, implementar correctament les eines del sistema Lean per entregar els projectes en els terminis establerts amb la qualitat i necessitats requerides pels clients, identificar els 7+1 residus i millorar la comunicació entre tots els implicats en el projecte.

7.1.4. Implementació de les 5s (esses)

Prèviament a la implantació de les 5s, el despatx realitzarà canvis en la distribució de les zones de treball.

Com s'ha observat a la figura 34 la distribució actual del despatx és esta formada per 6 "cubiculs" d'oficina individuals, aquesta zona està localitzada a la sala més ampla. A l'entrada del despatx actualment hi ha un petit rebedor on es reuneixen amb els clients.

Per tal d'incentivar treballar de manera col·laborativa, es planteja ampliar el despatx creant una sala més on estaran els tècnics 1 i 2, i redistribuir la zona actual amb una taula gran de treball on estaran la resta de tècnics, aconseguint d'aquesta manera una zona més ampla i lliure d'obstacles com són els "cubiculs".

A la zona ampliada s'annexarà una sala oberta destinada com a sala de reunions amb els clients i el rebedor on actualment és la sala de reunions s'utilitzarà com sala d'impressores i per emmagatzemar material d'oficina.

També es planteja la instal·lació d'un servidor al qual estiguin connectats tots els ordinadors del despatx. D'aquesta manera s'aconsegueix eliminar els temps d'espera d'actualització dels arxius i ja que l'intercanvi d'informació és instantani.

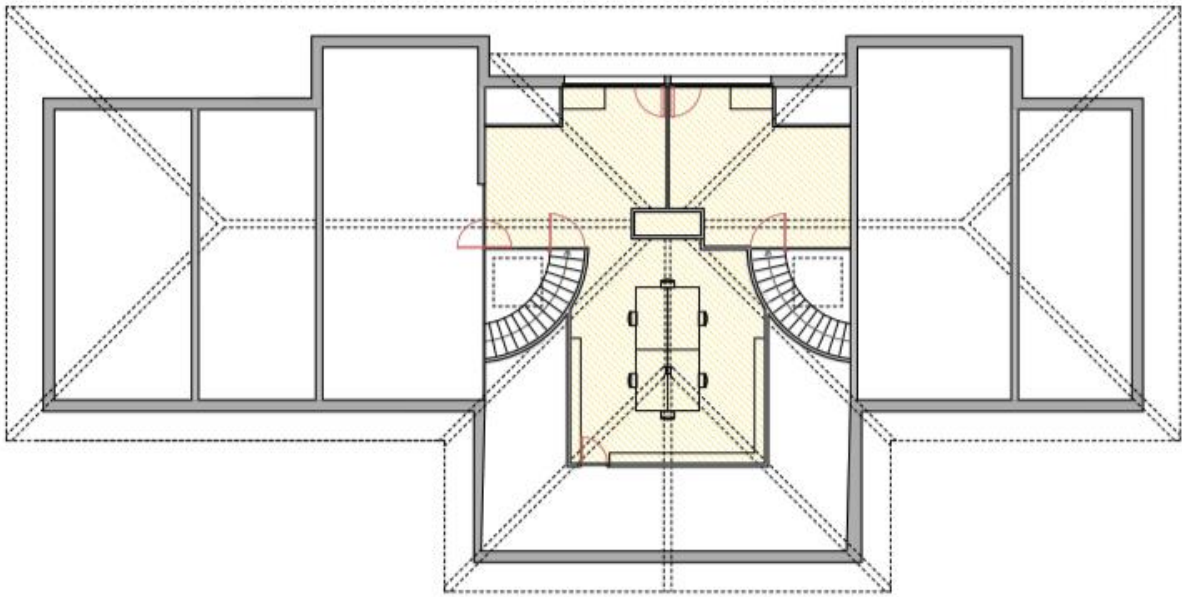


Figura 36.- Distribució actual del despatx. Font. Elaboració Pròpia

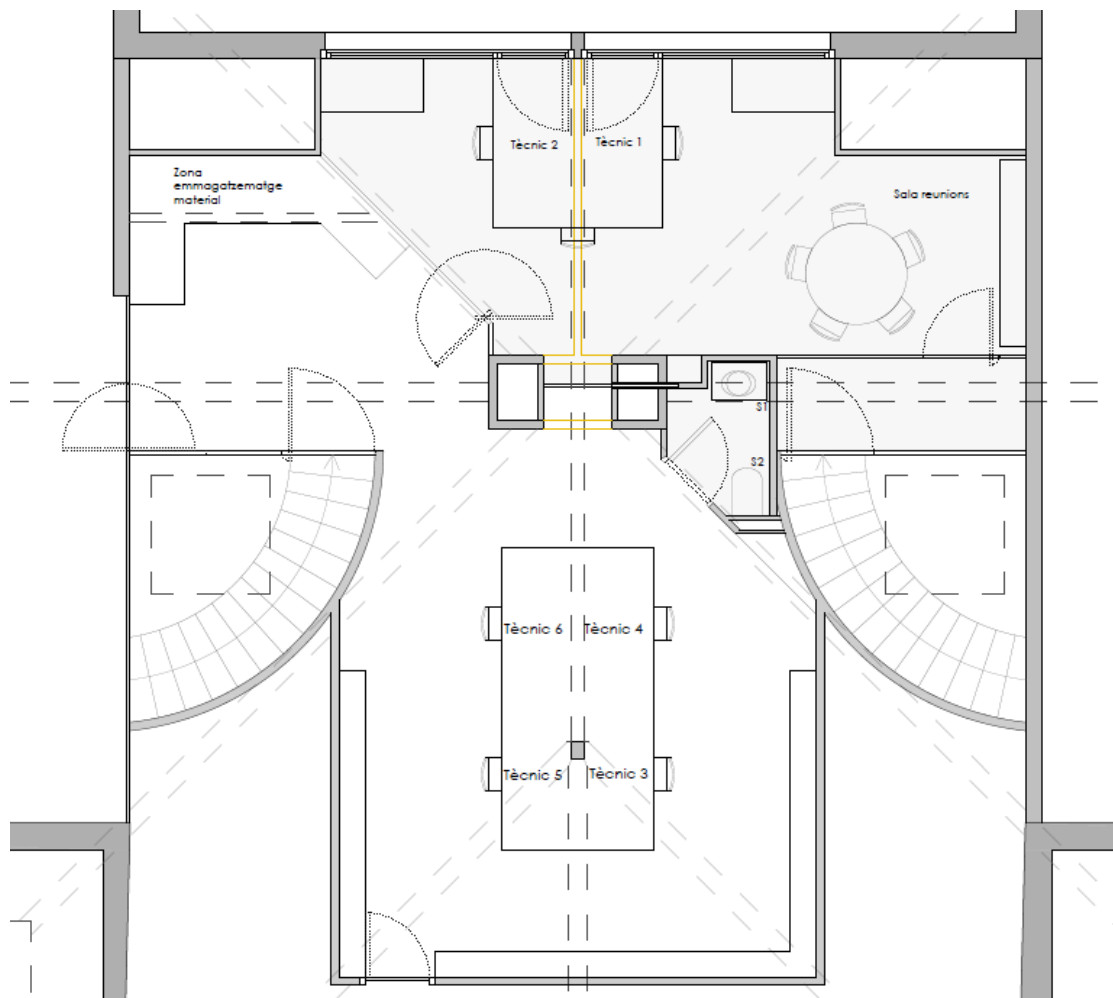


Figura 37.- de la nova distribució del despatx. Font elaboració pròpia

Implantar la Classificació (Seiri)

Es realitzarà un llista dels elements que no són necessaris per realitzar les feines. En aquesta llista s'ha d'incloure la ubicació actual de l'element, quantitat trobada, i possible causa per eliminar-la.

Com s'ha esmenta anteriorment, al despatx cada expedient té una carpeta física i una digital. Al treballar amb carpetes físiques aquestes s'acumulen a la zona de treball, conjuntament amb llibres de referència i apunts sobre diversos temes.

Una de les primeres accions a realitzar seria classificar les carpes, la documentació de referència i el apunts, per posteriorment decidir que s'ha d'eliminar.

També es proposa organitzar el arxiu físic dels expedients tancats, ja que en algunes vegades s'han de consultar, però barrejats amb documentació de caràcter econòmica del despatx. Per tant, també s'ha classificar el que són expedients antics i documentació aleatòria. Per organitzar el arxiu es decideix que una setmana abans de les vacances d'estiu tots el membres de l'equip treballaran per classificar la documentació.

Implantar l'ordre (Seiton)

S'assignarà i identificarà un lloc per cada element de la classificació anterior. És a dir, es buscarà un lloc on es col·locaran les carpetes del expedients oberts i s'arxivaran quan aquests hagin finalitzat. Es realitzarà el mateix amb la resta d'elements.

Pel que fa als documents digitals, es crearan 3 carpetes d'arxius al servidor, per que tot el personal tingui accés a aquestes. Les carpetes en qüestió seran les següents:

- Arxius temporals: on hi hauran tots el arxius oberts del despatx.
- Arxius definitius: on hi hauran tots els arxius finalitzats o tancats.
- Base de dades: on hi haurà totes les memòries i certificats tipus, a més de la base interna de preus del despatx.

Arrel d'aquesta nova organització, es generaran canvis en la nomenclatura de dels expedients, els quals actualment s'anomenen per data d'entrada. A partir de la nova organització, s'anomenaran per any i ordre d'entrada. Per exemple el primer expedient de l'any s'anomenaria de la següent manera: "20001_*descripció curta de l'expedient*"

Les primeres dos xifres es corresponen a l'any, i al altres tres a la posició d'arribada. Evitant així que dos expedients tinguin el mateix codi, com freqüentment es dona el cas amb el sistema actual.

Pel que fa als expedients tancats que es van classificar l'apartat anterior, s'ordenaran per anys en bucs i en cada buc en col·locarà un etiqueta de l'any i de dels expedients que conté. Tot això es realitzarà en la setmana que el despatx tancar de cares als clients.

Implantar la neteja (Seiso)

Actualment el despatx disposa d'un servei de neteja. Aquest servei es sol realitzar les seves tasques els divendres a la tarda quan el personal ha marxat. Tot i que és un bon sistema, es proposa que cada treballador es faci càrrec de la seva zona de treball, i si es necessari reservar un franja horària a mitja setmana per tal de mantenir la neteja. Per tant, cada dimecres a la tarda es reserva l'última mitja hora, per cada membre ordeni les carpetes que té al seu lloc de treball, classifiqui la documentació que no està arxivada i torni al seu lloc tot el material d'oficina, com són les grapadores o les eines d'enquadernar.

Implantar l'estandardització (Seiketsu)

S'ha de crear un sistema capaç de motivar als treballadors a ser constants. Els nous processos s'ha de convertir en normalitat. Per tant, es decideix formar als treballadors en aquests nous estàndards, per tal de que aquest siguin capaços de seguir-los i adoptar-los com a seus. A part de la formació que consistirà en tallers d'organització i implantació d'aquesta metodologia, com s'ha observar en l'aparat anterior, es proposa crear un carpeta digital en la base de dades del despatx on quedaran reflectits dels protocols a seguir de les noves tècniques a utilitzar.

Implantar Mantenir (Shitsuke)

Directament relacionat amb l'anterior, aquest principi depèn de la capacitat del personal d'adoptar les 4s anteriors i saber aplicar-les. En aquest sentit, una de les propostes per la seva implantació és la formació mitjançant l'entrenament de "aprenen exercitant" cadascuna de les 5s. En altres paraules formar als treballadors portant a la pràctica els cinc principis. Ja que es tracta d'un despatx amb unes característiques molt concretes, ràpidament s'identifica al membre de l'equip que implantar aquest principis es proposen les reunions de menys de 15 minuts cada dia al matí per saber quin és l'estat de l'adaptació de l'equip en aquestes noves tècniques.

Aquests conceptes poden semblar obvis, i pot semblar que ja s'estan aplicant, però analitzant el significat de cada un, es pot arribar a la conclusió de que si s'implementen seguint un sistema, els

resultats poden ser molt positius, tant és així que segons explica Christina Ayats⁴², pot millorar la eficiència de les empreses de manera considerable.

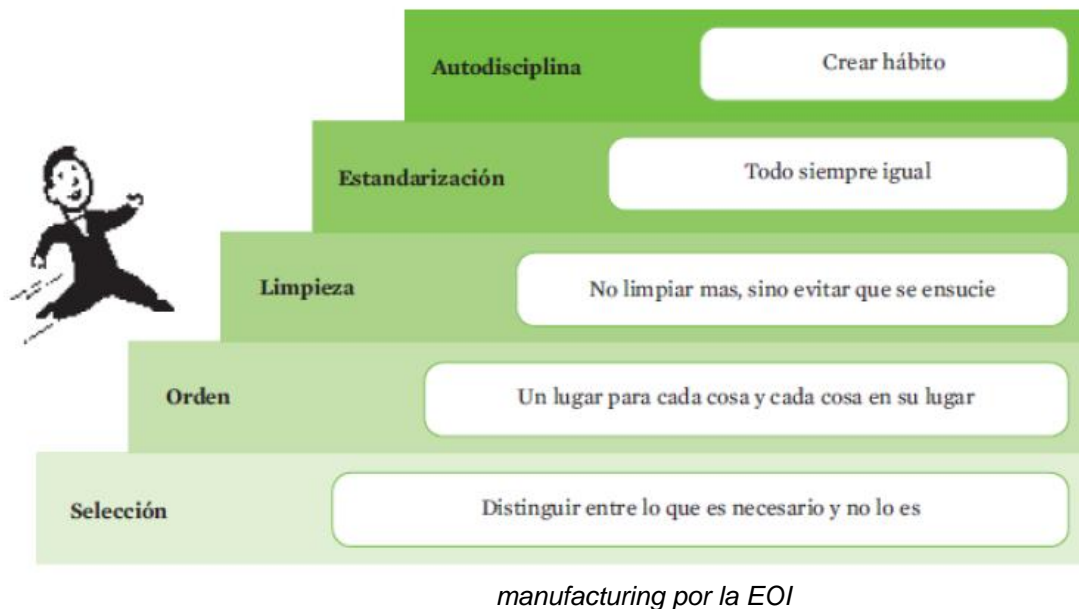


Figura 38.-
Las 5 S's
(2013)
Fuente:
Estudio
sobre lean

A continuació s'exposaran alguns dels beneficis de la implantació de les 5s

- Millora en qualitat
- Millora en la productivitat
- Millora en la seguretat
- Millorar en l'ambient de treball
- Afavoreix la comunicació de l'equip
- Desenvolupa la creativitat
- Incentiva el creixement
- Promou la motivació de l'equip
- Desenvolupa l'aprenentatge pel que fa a l'organització.

7.1.5. Implantació del mètode kanban

L'eina del kanban s'utilitza mitjançant l'elaboració d'un taulell on queden representats tots el expedients i tasques que es desenvolupen al despatx, tant si son la redacció de projectes bàsics i executius, emissions d'informes com la direcció de les obres.

⁴² Ayats, C. (2015). LEAN: *Diseño y Construcción*. Editorial Circulo Rojo. Madrid. Pàgina. 157.

Tot aquest procés de disseny i implantació estarà guiat per una consultora Lean, en aquest cas la guia serà el Tècnic 6. La qual estudiarà el processos i proposarà models de tauler que s'adaptin a la necessitat del despatx. En la següent figura es presenta un esquema del tauler que s'implementarà.

EXPEDIENTS	URGENS	PROCÉS	EN ESPERA	OBRES	FET
Exp. 1			Exp,1		
Exp. 2					
Exp. 3		Exp3			Exp. 2
Exp. 4					
Exp. 5				Exp. 5	
Exp. "n"	Exp. "n"				

Taula 4.- Esquema tauler Kanban. Font d'elaboració pròpia

En aquest tauler està format per set columnes i tantes files com expedients oberts tingui el despatx limitat el WIP per persona.

El la primera columna es farà referencia als expedients sobre els que s'està treballant. La següents columnes corresponen al flux de les activitats i es divideixen en:

- Urgents, quan el client necessita el treball realitzat en un curt termini de temps.
- En procés, són els expedients que estan en curs.
- En espera, estaran els expedients en pausa a expenses de la resolució per part de les administracions públiques o a l'espera de presa decisions dels clients.
- En obres, estaran els expedients en els quals es desenvolupi la direcció d'obra i coordinació de l'obra.

Com s'ha esmentat anteriorment, cada targeta presentarà un expedient i cadascuna d'aquestes targetes haurà de contenir la informació que el despatx consideri necessari. Per exemple, s'ha detectat que pel cas del despatx "Estudi d'Arquitectura i Enginyeria d'Edificació" són necessaris els següents ítem:

- Identificador que faciliti identificar la tasca dintre de tot el procés. En aquest cas serà amb el nombre de l'expedient.

- Nom de la persona o persones, si és més d'uns, responsables de desenvolupar la tasca
- Data de venciment en el procés que es troba.
- Sub-tasques que genera cada expedient.

Cada expedient genera una sèrie de tasques que estaran integrades al tauler. Per exemple, el contingut de les tasques d'un projecte, que estan marcades per un el diu CTE i el BOE, es correspondran a les sub-tasques o sub-apartats.

A continuació es presenten els sub-apartats que es produeixen en els expedients:

Projecte bàsic:

- Memòria descriptiva
- Memòria constructiva
- Compliment del CTE
- Plànols
- Pressupost

Projecte d'execució:

- Memòria descriptiva
- Memòria constructiva
- Compliment del CTE
- Compliment d'altres reglaments
- Annexos a la memòria
- Plànols
- Plec de condicions
- Manteniment i ús
- Amidaments
- Pressupost

Direcció d'obra i coordinació de seguretat i salut:

- Realitzar la designació de coordinador de seguretat i salut
- Aprovar pla de seguretat i salut del contractista
- Acta de replanteig
- Certificacions
- Visites d'obra (enllaçades amb el calendari de Google)

Cèdules d'habitabilitat i certificats energètics

- Visita immoble
- Realitzar formulari
- Tramitar
- Esperar resposta Generalitat

Valoracions i taxacions:

- Visita immoble
- Redactar informe
- Realitzar la valoració amb comparatius

Peritatges:

- Visita immoble
- Redactar informe
- Realitzar pressupost amb les millores
- Anar a judici si s'escau

Un cop s'ha dissenyat el tauler i s'ha concretat la informació que aquest contindrà, es procedeix a la seva creació.

Tot i que els taulers del Kanban, en un principi es van idear per que fossin físics, i no presenten cap inconvenient, actualment existeixen diverses eines digitals que permeten crear aquests taulers de forma virtual. Al despatx es va decidir que, per optimitzar l'espai i per la facilitat que presentava poder visualitzar el tauler en qualsevol lloc; crear el tauler en la aplicació digital TRELLO.

El TRELLO és una aplicació que va tenir els seus inicis l'any 2010. Es una creació del programador Federico Stella⁴³. En un principi només estava disponible per a mòbils, però entre els anys 2012 i 2014, va tenir una gran difusió entre els empresaris que van veure l'aplicació com a una oportunitat de gestionar el seus projectes tant si aquests eren de poca o gran entitat.

És una eina en la que bàsicament es pot gestionar qualsevol aspecte de la vida quotidiana. Un punt afegit de TRELLO, és que aquest es basa en el sistema Kanban.

⁴³ L'objectiu del programador Federico Stella, era crear una aplicació que ajudés a desenvolupar la gestió de projectes informàtic. La interfase base és totalment gratuïta i en l'actualitat compta amb més de 35 milions d'usuaris.

En la següent figura es pot veure quin serà el disseny del tauler en el TRELLO

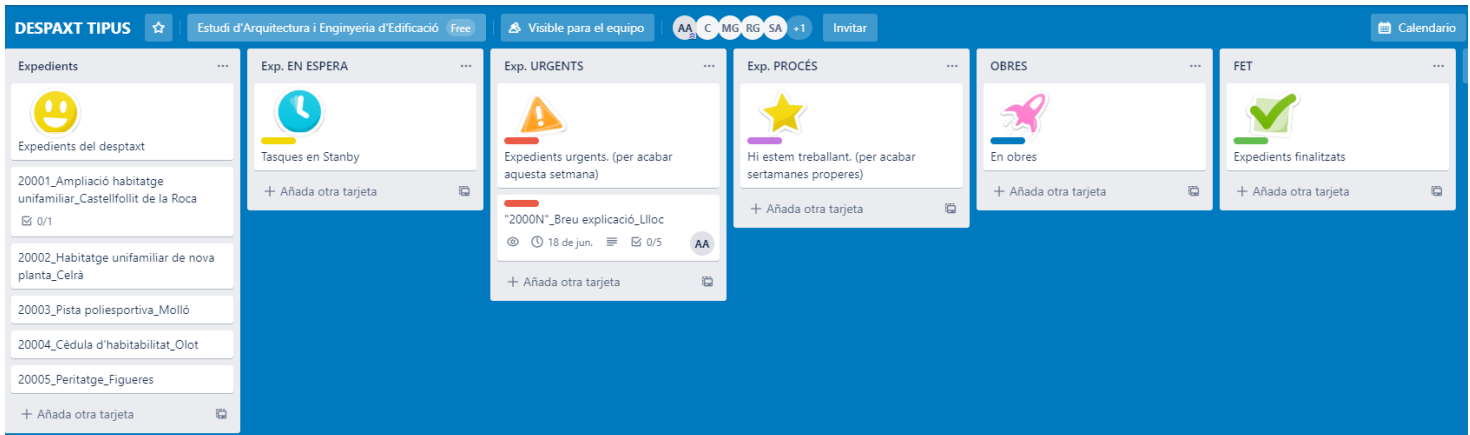


Figura 39.- Tauler Trello. Font. Elaboració pròpia.

On cada membre de l'equip esta a la part superior del tauler i s'identifiquen amb la primera lletra del nom i cognom. També es pot assignar un color diferent a cada membre o una fotografia.

Una altre de les opcions que dona aquesta aplicació, és assignar una etiqueta de color a cada columna. Aquesta possibilitat, s'ha utilitzat en el tauler del despatx per identificar més visualment quin és l'estat de l'expedient. Per exemple, quan l'expedient "2000N" passi a la columna de fets, la seva etiqueta passarà a ser de color verd.

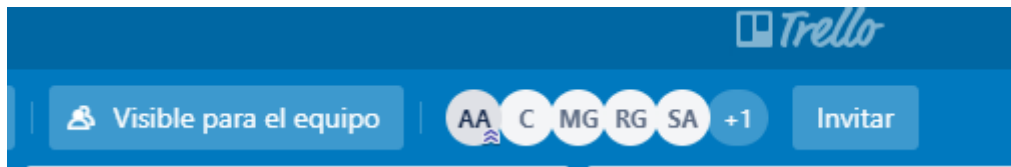


Figura 40.- Usuaris del panell kaban. Font. Elaboració pròpia.

Tal com es pot observar a la figura 39, a simple vista, cada targeta conté la referencia de l'expedient, qui l'està desenvolupant, la data de venciment i quin tant per cent d'aquest treball s'ha realitzat.

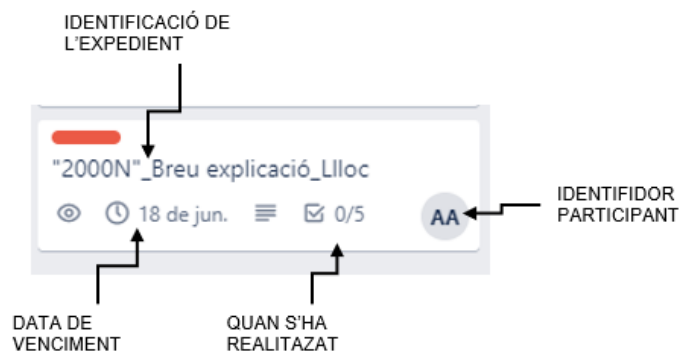


Figura 41.- Organització dels expedients. Font. Elaboració pròpia.

Per tenir més informació sobre aquest expedient, cada targeta es pot desplegar, on es trobarà la següent informació:

Figura 42.- Checklist d'un expedient. Font. Elaboració pròpia

Com es pot observar a la figura 40, les sub-tasques es poden afegir creant un “Checklist”, aquests es poden automatitzar, de manera que cada vegada que s’afegeixi un expedient nou al tauler, es poden aprofitar el checklist que ja disposa el tauler o es poden modificar a la targeta segons les tasques que genera aquell expedient.

A la part superior esquerra del desplegable de la targeta es pot veure tota la informació, que aquestes poden contenir, en concret; documents adjunts, els membres que desenvoluparan les tasques, l’etiqueta, data de venciment, imatges. A la part inferior esquerra hi han totes les opcions de les accions que es poden fer amb les targetes, la més destacada és l’opció de convertir l’etiqueta en una plantilla, la qual permet agilitzar les creació de les targetes.

Cada cop que un membre de l’equip visualitzi el tauler, aquest totes els expedients en els quals s’està treballant i quin l’estat de cada un d’aquets a més de saber qui participa, però si l’usuari només vol visualitza les tasques en que ell participa, TRELLO, dona l’opció de filtrar les targetes per usuaris, l’usuari només podrà filtrar les targetes en les que forma part, només l’administrador del tauler pot filtrar a tots el usuaris.

Funcionament del tauler

Abans de començar a utilitzar el tauler, el consultor Lean, ha d’instruir a l’equip a establir una sèrie de normes i pautes d’actuació per utilitzar correctament el tauler i aconseguir tots el beneficis que aquest aporta.

És important que tot l’equip disposi en tot moment de les normatives sense necessitat de supervisió, és per aquest motiu s’elaborarà un protocol d’actuació que estarà en la carpeta de base de dades, a la qual tot el personal pot accedir.

En aquest protocol s’inclourà la següent informació:

- Reunions diàries de 15 minuts amb l’objectiu d’avaluar el treball que en procés i planificar el treball del dia i identificar els possibles problemes.
- Actualització del tauler diari.
- Establir reunions setmanals, generalment el primer dia de la setmana, per analitzar el flux de treball, avaluar el treball realitzar la setmana anterior, assignar tasques als membres de l’equip i comprovar els expedients retinguts.
- Cada principi de més es realitzarà una reunió per analitzar el feedback i millorar els processo.
- Ajustar el límit WIP si és necessari.

- Analitzar les incorporacions de nous projectes.

Un cop establertes les pautes del tauler, s'ha de fixar un primer límit WIP. Aquest es pot establir en les persones o en els processos. És a dir, que es pot limitar el número màxim de expedients en el quals un membre de l'equip pot treballar al mateix temps o el número màxim de processos que pot haver en cada columna del tauler.

Ja que el Kanban, és una eina empírica, aquest s'ha d'anar ajustant amb l'experiència. És poc probable que l'equip sigui capaç d'endevinar el límit òptim des del principi, i segons Henrik Kniberg i Mattias Skarin⁴⁴, és recomanable que el WIP sigui generós, ja que mitjançant l'observació del flux de treball en el temps, aquest es pot anar ajustant.

El primer límit que s'utilitzarà serà el de la fórmula $WIP = 2n-1$, ja comentada anteriorment, en la que "n" fa referència número de membres de l'equip i "-1" un forma de potencia la col·laboració. Segons Henrik Knibert i Mattias Skarin, establir aquest límit és lògic i simple ja que si cada membre de l'equip només pot treballar en un màxim de dos projectes a l'hora, un activa i una altre en espera; és molt factible que aquest marc pugui ajustar amb el temps.

Seguint amb línia del pensament de Henrik Knibert i Mattias Skarin i segons les seves experiències, aplicant un límit baix, no es creen esperes i si es produeix un canvi imprevist en l'ordre de les prioritats, es poden tornar assignar les prioritats per solucionar el problema.

Tot i que el WIP depèn del tipus d'organització, s'ha optat per aplicar el mateix criteri per començar a utilitzar el tauler Kanban.

Aplicar un límit en el tauler kanban, és necessari per evitar els embussos i redueix el Lead time o cicle de temps.

Conjuntament amb el tauler Kanban, s'utilitzarà una aplicació que ajudarà a resoldre els problemes que provocar actualment el correu electrònic. Com és el cas de l'aglomeració de correus electrònics que es solen acumular a les safates d'entrada, fet que provoca que es perdi informació i temps. El portar a endarrerir tot el procés de producció dintre del despatx.

Per eliminar aquestes deficiències s'utilitzarà l'aplicació de SLACK. És una eina de missatgeria instantània que té l'objectiu d'establir una comunicació amb l'equip en temps real i poden col·laborar des de diferents llocs de manera conjunta en projectes.

⁴⁴ Knibert, H. I Skarin, M. (2010). *Kanban i Scrum – Obteniendo lo mejor de ambos*. C4Media. Estats Units d'Amèrica.

SLACK, va ser crear per Stewart Butterfield, Eric Costello, Cal Henderson i Serguei Mouranchov⁴⁵, l'any 2013.

Aquesta aplicació consisteix en una sala de chat intel·ligent en la que els usuaris poden compartir informació, adjuntar documents, fer recerques, sincronitzar amb altres aplicacions i actualitzar l'historial de les converses. És com un ecosistema de treball que augmenta la productivitat i redueix pèrdues de temps.

El seu funcionament es basa en la creació de canals on hi participen activament els membres de l'equip. Cada canal es correspon a un projecte en procés en el qual tant poden participar membres de dintre de l'organització com de fora.

El despatx utilitzarà aquesta aplicació en sincronització amb el TRELLO i el calendari de Google. De manera que crearà tants canals com expedients oberts hi hagin. En aquests canals només participaran les persones que del despatx que estiguin treballant. Per tant, s'aconseguiran eliminar les aglomeracions de correus, les pèrdues de documentació i les pèrdues de temps. Un altre aspecte a favor, és totes les comunicacions internes es podran realitzar amb aquesta aplicació, sense la necessitat d'utilitzar l'aplicació de Whatsapp, que és més per un ús privat.

A continuació es mostra com és la plataforma SLACK i els canals.

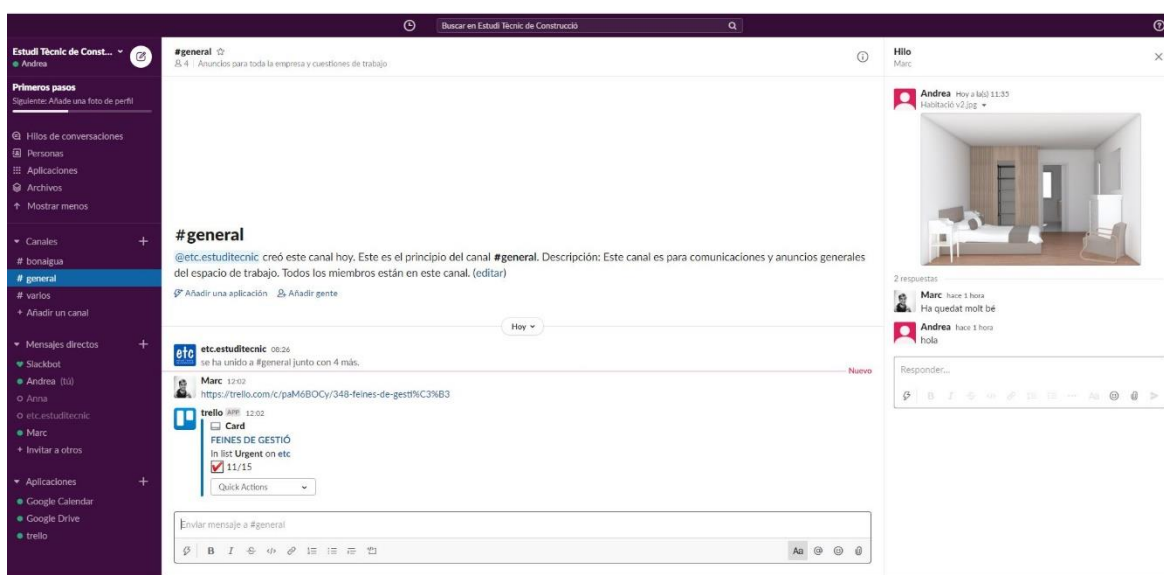


Figura 43.- Exemple de comunicació. Font. Elaboració pròpia.

Un cop realitzar el tauler i especificat les pautes que tots el membres del despatx han de seguir. La consultora Lean realitzarà un seguiment en les properes setmanes de la implantació, per tal de

⁴⁵ Grup que estava participant en la creació d'un vídeo joc. Ja que tots estaven en diferents ciutats, van crear l'eina Slack per poder comunicar-se instantàniament. En un principi es va denominar Dharma.

controlar el desenvolupament diari d'aquest mitjançant les reunions de 15 minuts estipulades en les pautes d'actuació.

Aquest seguiment i supervisió diari tindrà una durada de tres setmanes, en aquest període de temps la consultora resoldrà dubtes i assessorà a l'equip.

Passat aquest període de temps s'iniciarà un altre de 5 setmanes en les que les reunions es realitzaran el primer dia de la setmana per analitzar el funcionament de l'equip, el s'ha fet correctament i el que no, i es proposaran millores. En aquests cinc setmanes l'equip de forma independent seguirà realitzant les reunions diàries a primer hora del dia per portar una correcta gestió del tauler Kanban.

Un cop finalitzades aquestes vuit setmanes, la consultora elaborarà un informe on es detallaran tots els aspectes que s'han millorat i els resultats obtinguts, però també farà constar els aspectes en els que s'ha de continuar treballant per millorar, i explicarà aquest informe en una reunió amb tot l'equip.

Finalitzada aquesta etapa, la consultora continuarà orientant a l'equip en el sistema kanban i en la correcta implantació de les 5s, si fos necessari, però s'iniciarà la nova etapa d'implantació del sistema Lean construction en totes les fases d'un projecte de construcció.

8. APLICACIÓ DE LEAN CONSTRUCTION A TRAVÉS D'UN PROJECTE PILOT

8.1. Cas Pràctic

A través d'un cas pràctic es plantejaren i desenvoluparan un seguit d'eines de la filosofia Lean en la fase de disseny i execució d'una projecte d'un habitatge unifamiliar.

Habitatge unifamiliar aïllat al municipi d'Olot

El projecte objecte d'aquest anàlisi, és un habitatge unifamiliar aïllat, situat en el municipi de Sant de les Abadesses. L'abast del projecte, l'emplaçament i l'estètica de l'habitatge van ser factors determinats pel client, ja que la implantació es realitzarà en un projecte que ja s'està desenvolupant en el despatx objecte d'anàlisi d'aquest Treball Final de Grau.

Per poder dur a terme la implantació de l'estratègia IPD, s'han tingut en compte la documentació proporcionada pel despatx que ha sigut elaborada a través d'Autocad. També cal remarcar que el moment de l'elaboració d'aquest projecte l'obra en qüestió continua en fase d'execució.

Una altra de les qüestions que cal tenir em compte, és que la implantació de les estratègies Lean en aquest cas pràctic, és totalment fictici, és a dir, totes les fases que es desenvoluparan a continuació es basaran en la informació teòrica extreta de diverses fonts. També s'ha de remarcar que el marc legal dels contractes col·laboratius a Espanya no estan regulats per tant, la aplicació del IPD, actualment a Espanya no té una base legal.

Descripció de l'habitatge.

L'habitat es materialitzarà en un sòl urbanitzable delimitat, en l'àmbit de l'illa 10 del sector Sant Miquel, al carrer Montseny, a la població d'Olot, comarca de la Garrotxa, província de Girona.

La superfície de la parcel·la és de aproximada de 1.103 m², segons dades extretes de cadastre.

Es tracte del projecte de construcció d'un habitatge unifamiliar aïllat, situat al carrer Montseny, 9 del barri Sant Miquel d'Olot. Té una superfície construïda de 363 m² que es desenvolupa en planta semisoterrani i planta baixa i planta pis.

A la planta semisoterrani estarà distribuïda en un garatge, uns trasters i un espai per les instal·lacions. La planta baixa estarà distribuïda per un rebedor, una Sala d'Estar i la cuina formant un sol espai obert i diàfan, en aquesta planta també hi haurà un bany complet i un despatx. Pel que fa a la planta primera, serà un espai obert format per un estudi, amb forat de doble espai de la sala d'estar, a continuació 2 habitacions dobles, un petit vestidor, un bany i un safareig.

L'accés al semisoterrani es realitzarà per dos rampes, una per cada lateral de la parcel·la, en la separació de 3 metres. Les tres plantes estaran comunicades amb una escala d'un tram per planta, en la façana nord.

L'accés dels vianants de la casa es realitzarà a través d'una escala des del carrer, que té 6 graons que donen a un petit porxo d'accés al qual s'accedeix al rebedor. La part posterior de la parcel·la es destinarà com a jardí el qual estarà 6 graons per sota de la planta baixa.

A la façana sud es formarà un porxo en planta baixa i un balcó en planta primera que acabarà en terrassa a la façana posterior.

Pel que fa volumetria i cobertes, principalment es genera un sol volum compacte i rectangular, amb una coberta a dues aigües amb el carener descentrat. El rectangle es trenca per la façana posterior inclinada en planta baixa que permet generar un petit porxo lligat al de la façana sud i en planta primera que disposa d'una terrassa, des dels quals es gaudirà de la vista als camps.

L'exterior serà enjardinat i les dues rampes pavimentades només les roderes que conduiran els vehicles fins al garatge. Envoltarà la parcel·la un muret d'obra vista que a part d'1 metre serà una taca vegetal.

Tipologia constructiva

L'edifici està compost bàsicament per fonaments i murs de contenció de formigó armat. Sobre d'aquest primer sòcol que arribar fins a la planta baixa,

situada 1m sobre el carrer, arrenca l'estructura d'acer, format per pilars HEB140 i jàssera HEB240, amb un cercol de UPN240. Els Forjats i la coberta són de xapa col·laborant d'acer per anar vista en gran part. L'estructura és vista per l'exterior de la façana. L'aspecte exterior, apart de l'estructura vista, serà d'obra vista ceràmica amb totxo manual combinada amb trams de paret ceràmica arrebossada de color gris allà on hi ha obertures. A la façana Oest (carrer) i la Façana Nord, en els trams o hi ha obertures hi ha un llistonat de fusta tractada per donar intimitat. La coberta és de teula romana a dues aigües amb el carener descentrat.

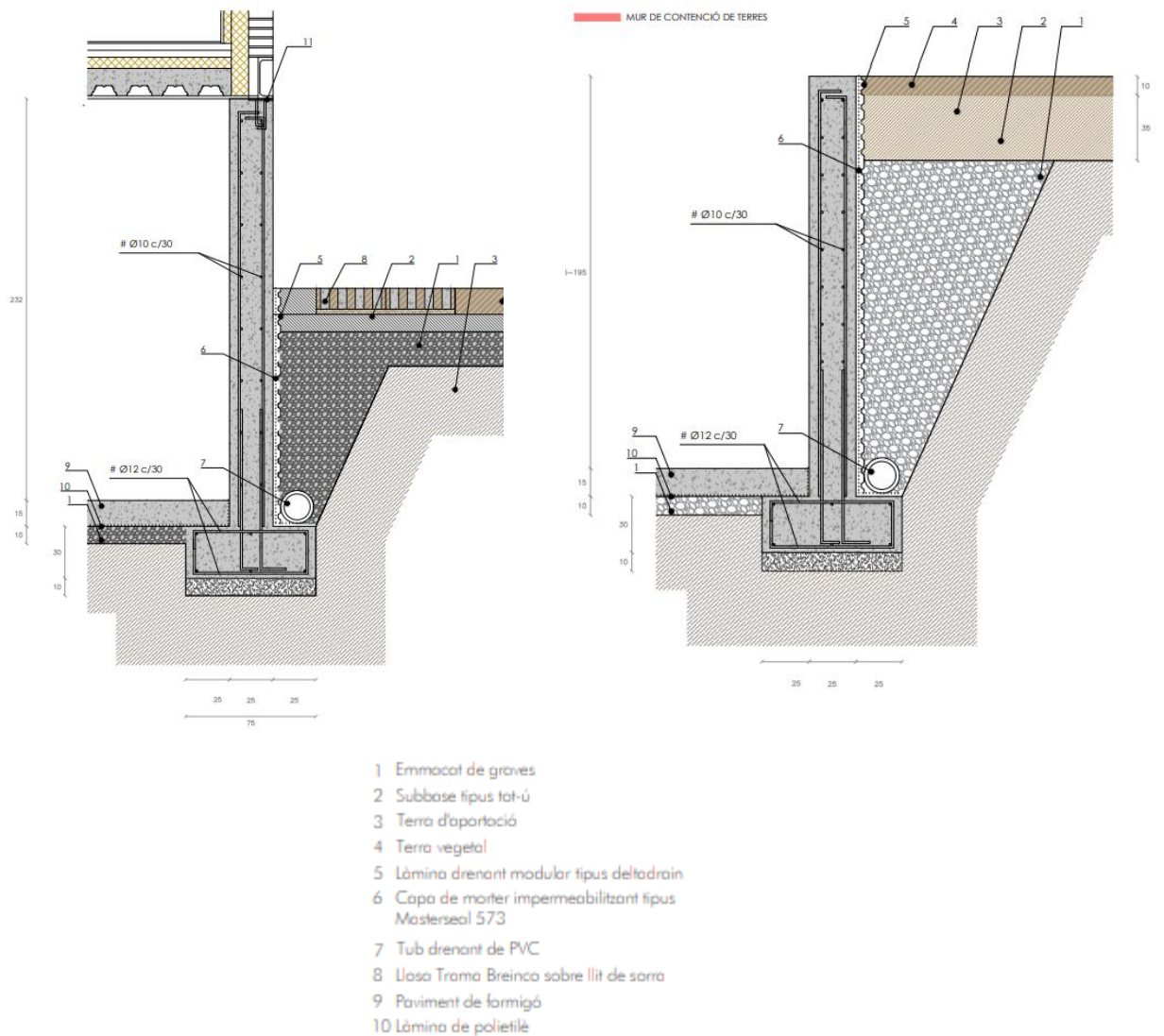


Figura 44.- Detall constructius murs. Font. Projectista

Com s'ha comentat en primer capítol d'aquest treball, generalment els sobre-cost d'un projecte gestionat de forma tradicional, provenen de les deficiències en la definició i disseny del projecte, és per això que el sistema Lean dona molta importància a un canvi d'estratègia des de les etapes inicials.

A continuació es presentarà un esquema de la nova proposta de gestió per la aplicació integrada del TVD i l'IPD, en les diferents fases del projecte de construcció d'un d'habitatge unifamiliar, fins a arribar a la seva planificació a punt per començar l'execució de l'obra. A l'esquema es podrà observar la generació de valor sobre les fases.

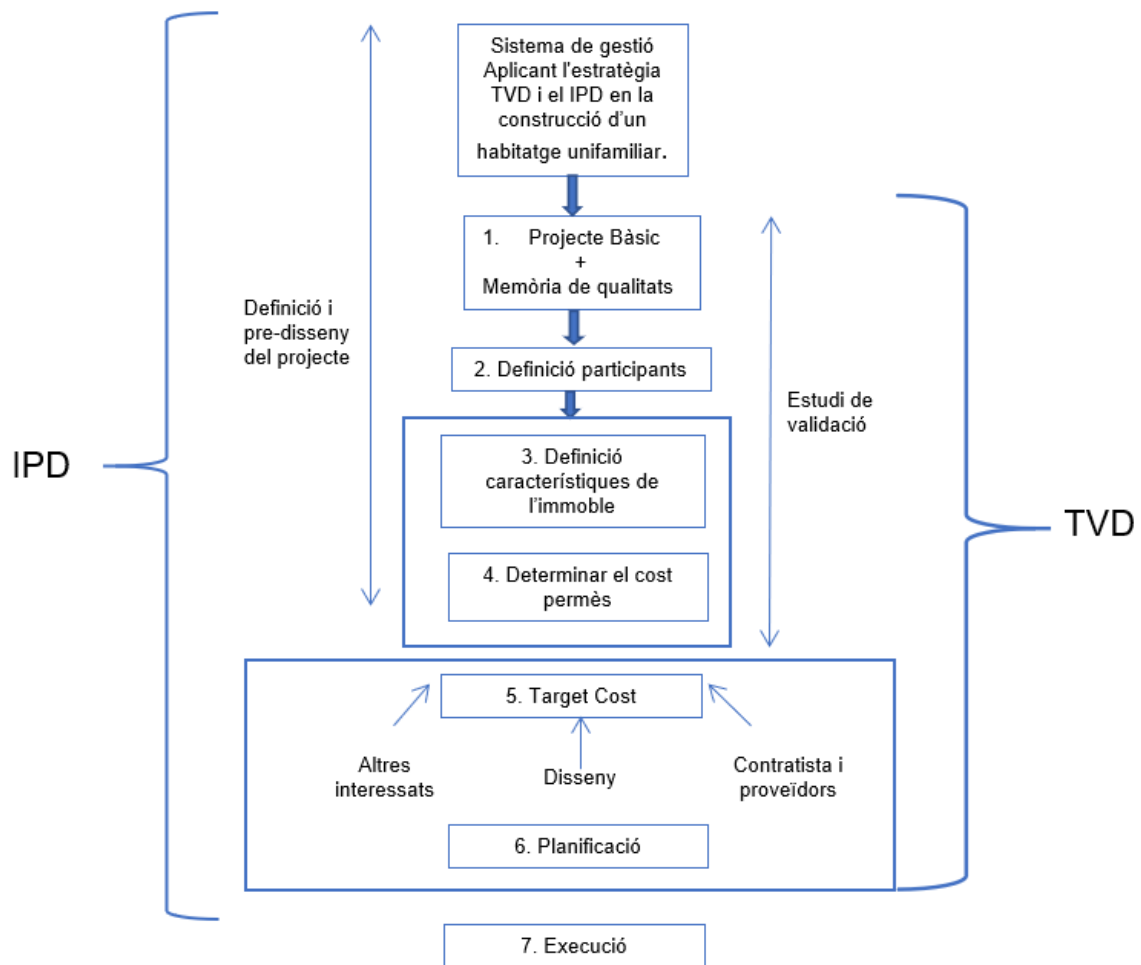


Figura 45.- Sistema de gestió utilitzant IPD i TVD. Font. Elaboració pròpia.

Tot seguit, es desenvoluparan cadascuna de les fases proposades en l'esquema de la figura 43, adaptant i exemplificant el seu ús des de la concepció del projecte de construcció d'un habitatge unifamiliar, fins la fase d'execució d'aquest, amb la finalitat de representar les eines a utilitzar.

8.1.1. Definició del projecte

En aquesta fase, el sistema de gestió proposat, s'utilitzaran diferents eines i processos similars al sistema tradicional. Per poder visualitzar millor tots els sub processos que es duran a terme, es

realitzarà una digrama de flux on es representaran tots els processos fins a la confirmació o negació del finançament de l'estudi de validació.

Pel procés de propostes inicials es realitzarà un anàlisi estratègic del client par part del despatx objecte d'aquest treball, s'explicarà a l'apartat següent. En l'annex 1, s'explicarà la primera part de l'anàlisi estratègic on s'identificarà la missió, visí, valors interns i anàlisi FODA del client, que formarà part de la definició de valor pel client, identificant les necessitats actuals i reconeixement del entorn del client.

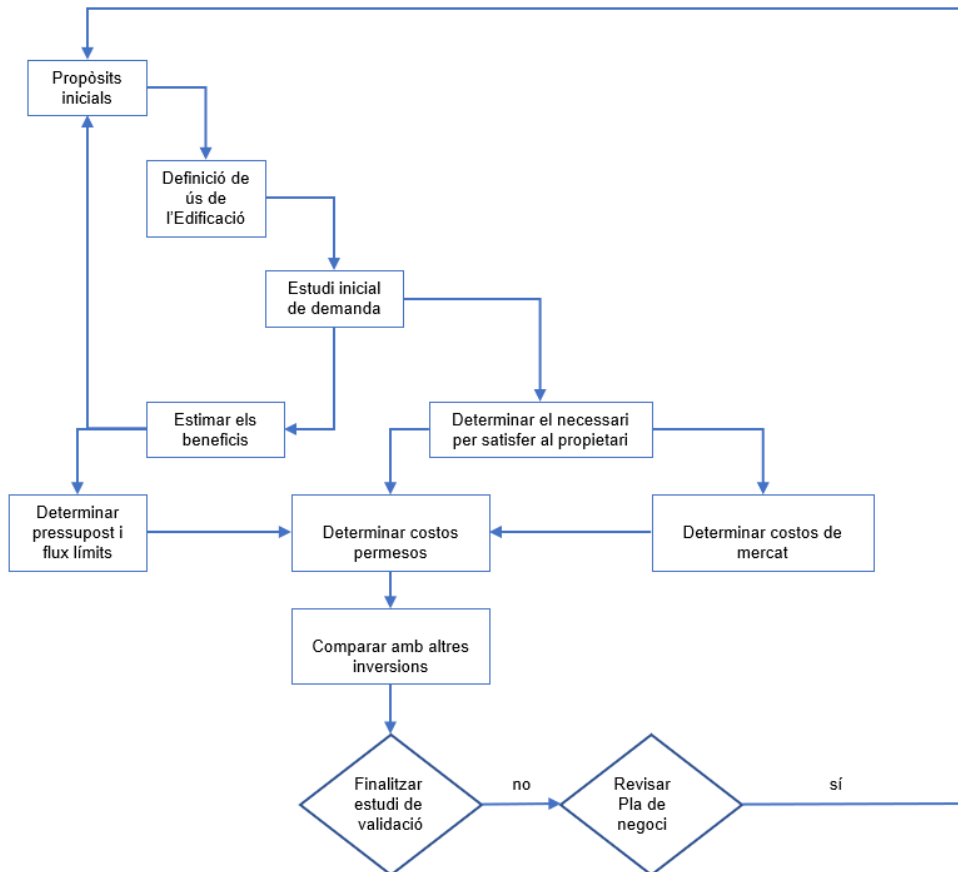


Figura 46.- Adaptació d'esquema de pla de negoci. Font. Ballard, 2013

8.1.2. Necessitat i valors del client

Primerament el promotor o propietari del projecte contacte amb el despatx Estudi d'Arquitectura i Enginyeria en l'Edificació, SL. En aquest primer contacte el promotor posa en situació al Tècnic 1. Li explica que disposa d'una parcel·la edificable al municipi d'Olot, en la comarca de la Garrotxa, i que té la intenció de construir un habitatge unifamiliar, però que no prou clara seva inversió, més en la situació actual del sector de la construcció els encarregar establir un cost aproximat.

En aquest primer contacte, el promotor va establir a grans trets els seus objectius i necessitats i partir d'aquestes primeres determinacions l'equip del despatx va elaborar el Projecte Bàsic i una memòria de qualitats.

En la taula següent queden reflectides a partir de l'anàlisi FODA realitzat, a partir de la qual es generen els objectius estratègics i específics a la taula 5.

<p>Fortaleses</p> <p>Organització oberta al canvi</p>	<p>Organització oberta al canvi per aplicar nous sistemes i eines de gestió amb la finalitat de reduir costos de producció.</p>	<p>Organització amb adaptabilitat al canvi de normatives amb el Leasing immobiliari i ús de noves propostes de sistemes de gestió que donin lloc a obtenir major rendibilitat en projectes immobiliaris.</p>
<p>Debilitats</p> <p>Falta de socis estratègics</p>	<p>Cerca de nous socis entre contractistes i proveïdors amb noves propostes de constructibilitat i sistemes de gestió de construcció per reduir els seus costos sense afectar la rendibilitat.</p>	<p>Cerca de nous socis amb la finalitat de formar aliances estratègiques per poder fer front a la situació actual del mercat.</p>
	<p>Amenaces</p> <p>Disposició pocs recursos econòmics per dur a terme el projecte</p>	<p>Oportunitats</p> <p>Reducció del costos de producció o obtenció de un benefici més gran</p>

Taula 5.- Taula de fortaleses i debilitat. Font. Elaboració pròpia.

Per tant, els objectius i les estratègies queden definides de la següent manera:

Objectius estratègics:

- Captar les necessitats i valors del client
- Valorar la qualitat de la seva inversió

Objectius específics:

- Captar les necessitat del client
- Dissenyar un projecte amb les prestacions requerides

Posteriorment a la determinació dels objectius es procedeix a realitzar l'estudi de la demanda dintre del qual, es recomana realitzar una enquesta a l'usuari final sobre els principals característiques de l'habitatge unifamiliar. En l'annex 2 es mostrarà una proposta d'enquesta del qual és possible obtenir les necessitats i definició de valor pels usuaris finals amb la ubicació, tipus d'acabats i altres.

Després de la definició de les característiques principals com a resultat de l'enquesta, la taula 6, representa una sèrie de categories importants en temps i cost pel client i que dona valor afegit per aquest.

Interessat	Categoria	Quantitat	mètrica
Client	Pressupost disponible	350.000,00 €	
	Termini d'execució	12 mesos	5
	Ubicació estratègica		5
	Disseny		5
	Distribució		4
	Accessos		4
	Tècnologia		4
	Comoditat		4
	Sostenibilitat		4

Taula 6.- Categories de demandes del client. Font. Elaboració pròpia

Cal remarcar que es poden afegir categories d'acord al tipus de projecte així com les necessitats del client. En aquest cas s'observa el finançament de que disposa per l'execució del projecte, aquesta quantitat és important en el càlcul del màxim cost permès i per continuar amb l'estudi de validació. D'una banda, el termini d'execució màxim important en l'elaboració del flux de caixa; i per determinar les categories següents es mesuren de la següent manera: 5 = Imprescindible i alt estàndard, 4= Important, 3= Execució amb menys costos, 2= Indiferent i 1= Pèrdua.

L'annex 3, es veurà un taula amb les funcions requerides per satisfer les categories demandes pel client.

Pel propòsit del present treball final de grau, es suposen els preus de mercat, extrets del despatx a través d'una consultor externa en funció a pressupostos de projectes d'habitatges unifamiliars similars, situats també en zones similars.

En aquesta fase no es desenvoluparà la proposició de valor directa del treball d'investigació, però s'explicarà una seqüència de passos que permeten conèixer les principals necessitats i generació de valor dels clients.

8.1.3. Desenvolupament de l'estudi de validació

En aquesta fase s'estableixen els participants de l'acord contractual que permet la aplicació de la filosofia i eines proposades pel sistema de gestió TVD y IPD, la implantació de la definició inicial de les característiques de l'habitatge unifamiliar i establir el cost objectiu.

Abans de seleccionar als licitadors del projecte, primerament és separa el pressupost en 3 grups de treballar en funció de la seva repercussió en aquest.

Ja que l'obra es vol dur a terme no és un projecte de gran envergadura, es decideix que els participants de l'Equip IPD, seran els que tinguin un pes més gran dintre del pressupost. De manera que la selecció es realitzarà pels següents grups:

- Contractista principal
- Estructura
- Instal·lacions
- Fusteria

En el següent apartat s'explicarà el repartiment del benefici en funció de la seva participació en el pressupost.

Selecció i formació de l'equip IPD

El primer participant és el promotor que intervindrà en tot el procés amb. El segon a definir és la gerència de projectes, que en aquest cas serà el despatx, amb la participació del tècnic 1 i 3, que mitjançant la seva experiència en el sector de la construcció definiran la resta de participants mitjançant una sèrie de requisits i processos de selecció on predomina la motivació pel treball col·laboratiu des de l'inici dels projecte i la seva disposició a participar en un contracte no tradicional

de beneficis i riscos compartits. En l'annex 4 es mostra l'avaluació, a través d'una sèrie de preguntes per a la seva selecció. En la taula següent queda reflectida la selecció dels participants

EMPRESA	ROL A DESENVOLUPAR	PARTICIPACIÓ CONTRACTUAL
G3 Fusteries	Fusteries	Sí
Estructures SA	Estructura	Sí
David Sala, SLP	Instal·lacions	Sí
Construccions Pallàs SA	Paletaeria	Sí

Taula 7.- Equip IPD. Font. Elaboració pròpia

Per poder realitzar aquesta selecció es van utilitzar els criteris en l'annex 5, cal destacar que la puntuació es va realitzar en funció de les percepcions de l'annex 4 i es va donar especial importància a les preguntes sobre l'experiència en el sector de la construcció i la seva participació o disposició a la participació de projectes integrats. A la figura 45 es mostra com tots el processos a seguir en aquesta etapa.

Aquest sistema d'avaluació està basat en la matriu elaborada per Orihuela, 2011⁴⁶. On la puntuació és el resultat és la suma dels productes del ítem ponderats pel valor extret de cada ítem.

⁴⁶ Orihuela, J. (2011). Conferència celebrada a Lima per part de International Group For Lean constructions, concretament es debatién el Target Value Desing.

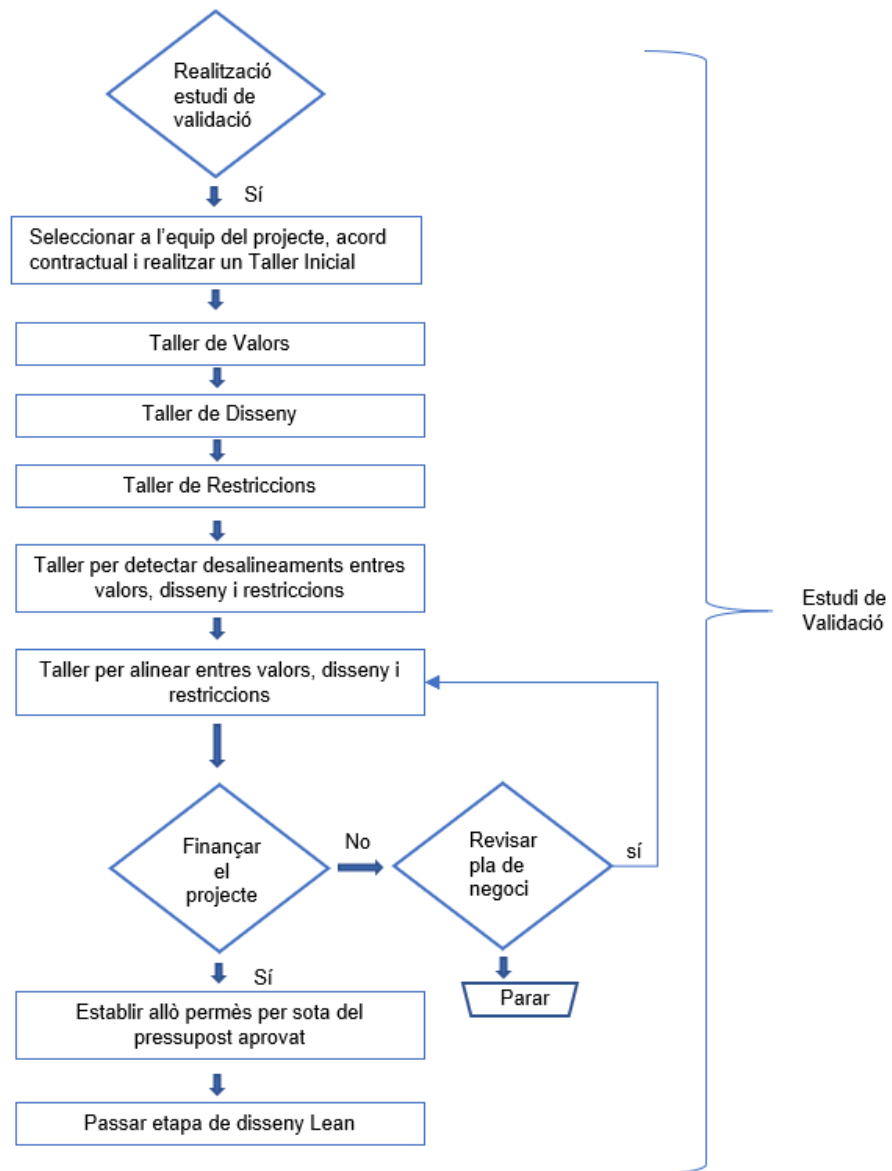


Figura 47.- Adaptació de diagrama de flux en etapa de validació. Font. Ballard 2013

8.1.4. Definició del contracte IFOA entre l'equip IPD

Per poder desenvolupar projectes IPD, existeixen un sèrie de contractes associats a aquest sistema de gestió, els quals varien segons el nivell de col·laboració entre els interessats i el sistema de costos que hi haurà entre els mateixos. Entre els diferents contractes es poden distingir els següents:

- Integrated Form of Agreement for Lean Project Delivery (IFOA)
- AIA C191 – 2009 Standard Form Multi-Party Agreement for IPD
- ConsensusDOCS300

- PPC2000 y PPC2000 International

No obstant això pel desenvolupament de projectes amb la implantació d'estratègies TVD i IPD, no és estrictament necessari utilitzar uns d'aquests models de contractes. El contracte IFOA és el que té consideracions bàsiques i clàusules associades a la col·laboració de tots els participants des de la definició del projecte, cerca del cost objectiu, beneficis i riscos compartits. En l'annex 6 es poden observar una sèrie de consideracions bàsiques i clàusules d'aquest tipus de contracte on destaca els beneficis i riscos compartits entre els interessats del projecte. A la figura 46 queda reflectit la repartició en funció del cost màxim estimat.

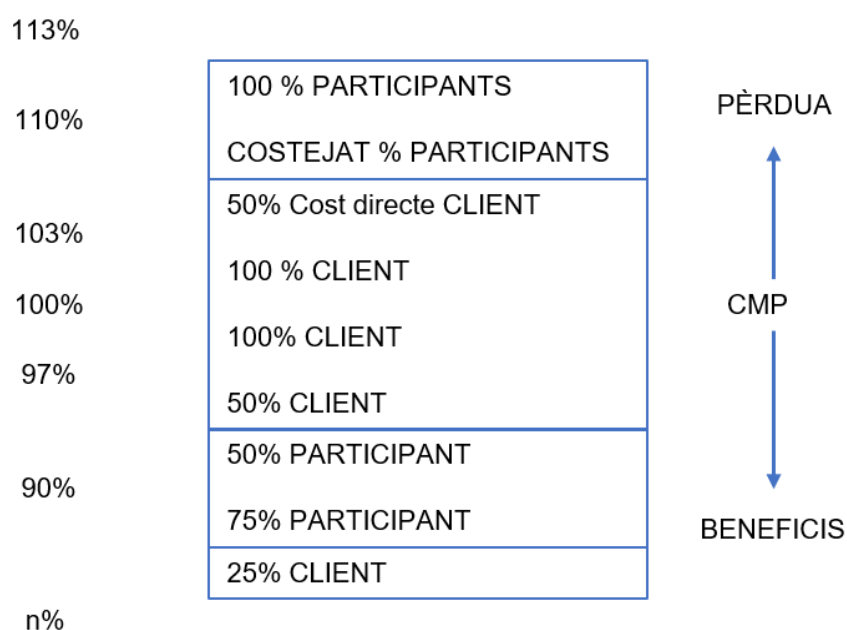


Figura 48.- Diagrama de pèrdues i beneficis compartides entre els participants i el client del projecte. Font. Elaboració pròpia basat en el projecte ICHMA.

Repartiment del risc i el benefici

EQUIP	% DEL EMP	€ DEL EMP	%beneficis 10%	Benefici Equip 85%	Benefici Projecte 15%
Contractista principal	68	276.920,81	27.692,08	23.538,27	3.530,74
Instal·lacions	18	73.302,57	7.330,26	6.230,72	934,61
Estructura	14	57.013,11	5.701,31	4.846,11	726,92
Fusteria	16	65.157,84	6.515,78	5.538,42	830,76

Taula 8.- Repartiment benefici. Font. Elaboració pròpia basat en llibre Cristina Ayats.

8.1.5. Tallers de propòsits i valors, disseny i restriccions del projecte

Un cop s'ha realitzat la definició dels interessats i el contracte, es procedeix a celebrar les reunions de pre-disseny on es desenvolupen diferents punts que es poden agrupar en els tres tallers següents:

- Taller de propòsits i valors del client
- Taller de disseny del projecte
- Taller de restriccions del projecte

En l'annex 7 es poden observar tres actes de reunions realitzades on queden definits els punts a tractar en cadascuna. Cal ressaltar que les reunions es realitzaran únicament entre el client, gerència de projecte – Arquitectes i representants dels industrials.

8.1.6. Establiment del Cost Màxim Permès

En l'última reunió d'aquesta fase com es pot observar a l'annex 7, es realitza la presentació i establiment del Cost Màxim Permès, sota el qual es regirà el sistema de beneficis i pèrdues del projecte descrit en l'annex 6. Aquest cost s'ha d'aprovar pel client i la gerència de projectes. El càlcul del cost es pot observar a l'annex 8, el qual es va calcular tenint en compte les diferents necessitats, restriccions i criteris de disseny aportades pel client. A la figura 47 es pot observar el nivell de desenvolupament del projecte en Autocad en cada fase.

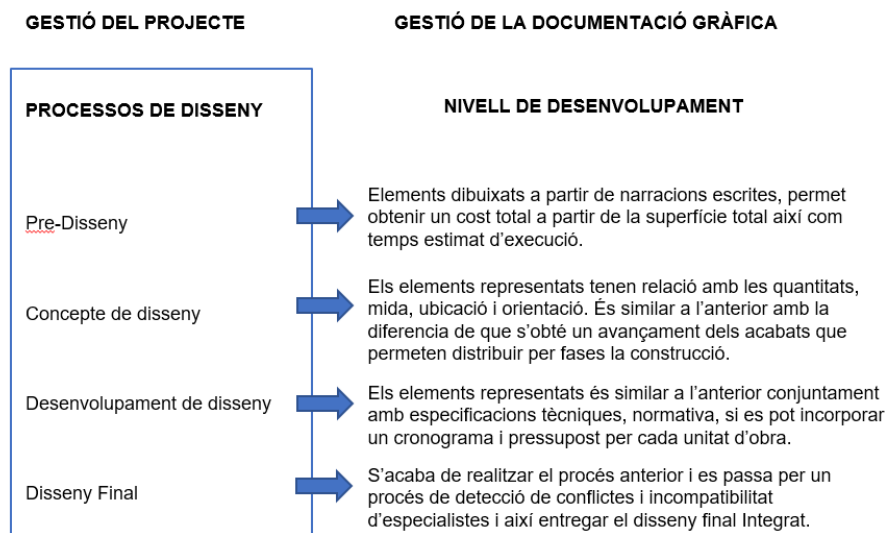


Figura 49.- Diagrama del nivell de desenvolupament de la documentació gràfica per fases. Font. Elaboració pròpia.

8.1.7. Establiment del Cost Objectiu i formació de l'equip integrat

Un cop establert el Cost Màxim Permès, es procedeix a la formació de l'equip integrat i a establir el Cost Objectiu (Target Cost). Generalment l'equip integrat està format per un nombre de clústers d'acord a la distribució del projecte desenvolupat per la gerència i els principals especialistes d'acord al model inicial d'arquitectura i estructura de la fase d'avaluació. Però en aquest cas, sent un obra de poca envergadura, es decideix que no hi haurà clúster i per tant el desenvolupament de l'obra la desenvoluparan els membres de l'equip IPD.

Per tant el grup de treball que serà també l'equip IPD que da conformat de la següent manera:



Figura 50.- Confirmació Equip Integrat. Font. Elaboració pròpia

Per determinar el Cost Objectiu, es parteix del Cost Màxim Estimat, calculat l'annex 8. Un formalitzat l'equip IPD, aquest procedeix a estudiar la validació per detectar possibles errors i per tal de promoure la innovació en el disseny i eficiència del mateix es procedeix a calcular un Target Cost:

Al CMO s'aplica un baixa del 5% i el cost objectiu queda definit amb el càlcul següent:

$$95\% * (325.789,19 \text{ €}) = 309.499,73 \text{ €}$$

Cal remarcar al Cost Màxim Estimat si li han de resta el 10% de contingències i 10% de benefici. Per tant s'obté el Cost Real

Aquest percentatge se li demana a tots els membres de l'equip, on s'han estudiat les diferents alternatives per reduir costos de cada especialitat. A la figura 49 queda reflectit l'esquema del cost objectiu proposat pel projecte, en el que destaca que la primera fita és arribar a un 95% del CMP, tot i que en la fase d'execució s'ha de seguir intentant millorar el cost objectiu del projecte sense afectar les necessitats del client i valor de l'habitatge unifamiliar aïllat.

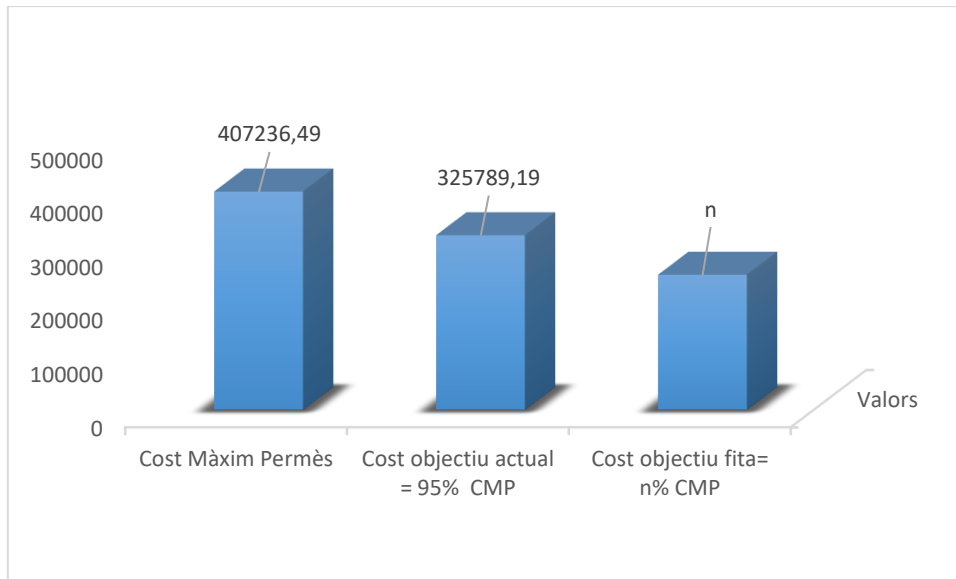


Figura 51.- Assignació de Target Cost del projecte. Font. Elaboració pròpia.

8.1.8. Disseny i planificació del projecte

Finalitzada la formació dels equips es pot iniciar la fase de disseny, en la qual es col·loca als clústers en el Big-Room. En l'annex 9 es pot observar el digrama de Big-Room proposat d'acord a les característiques de conformació d'equips, desenvolupada pel projecte. La col·locació dels diferents industrials en una sala permetrà l'estalvi de temps i de resposta a consultes i transferència d'informació com es pot observar a la figura 50

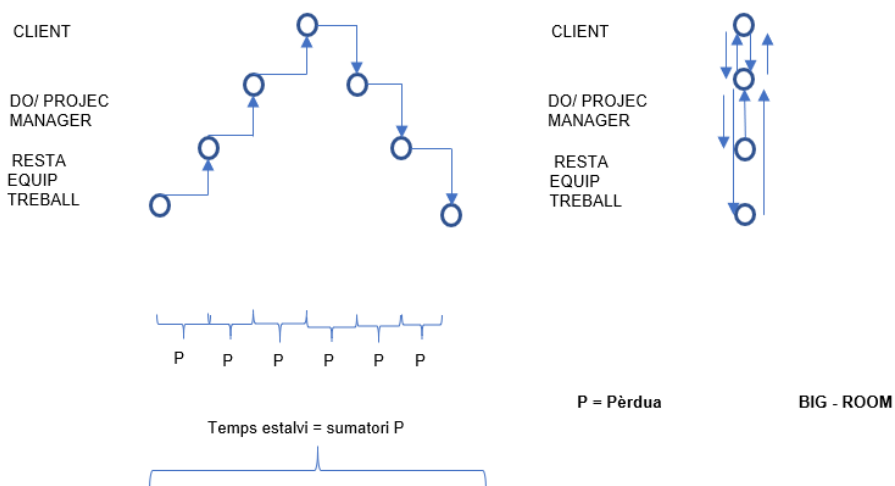


Figura 52.- Comunicació del temps de comunicació entre clúster. Font. Elaboració pròpia basat el projecte ICHMA.

Després de la distribució del Big-Room es procedeix a la primera reunió de disseny on es realitza l'elaboració del cronograma mestre de la fase de disseny, el qual es mostra a l'annex 10 i esta classificat en (5) fases. A continuació es descriuen cadascuna de les fases:

- Fase 1: ingrés dels industrials en la fase de disseny en diferents temps degut a que es tracta d'un projecte amb un enfoc de disseny vertical. Es realitza el disseny de totes les especialitats en funció del cost objectiu (fita).
- Fase 2: es realitza la cerca de possibilitats de reducció de costos a través de criteris de constructibilitat i enfoc de enginyeria de valor, els quals seran presentats al director del projecte i el client per la seva aprovació.
- Fase 3: les innovacions i propostes de reducció aprovades se apliquen en el projecte i es realitzen els entregables per partides. Es presenta el model final a la gerència per la seva aprovació.
- Fase 4: es realitza la presentació del cost objecte fita a aconseguir en la fase de construcció per cada industrial, el qual es aprovat pel client.
- Fase 5: s'entrega la planificació de logística i proveïment, en funció del Cost Objectiu aprovat.

El cronograma, és una proposta realitzada pel treball d'investigació pel seu ús en l'elaboració de cronogrames integrats i amb un enfoc de cost objectiu.

Existeix retroalimentació i anàlisis d'informació entre clústers de treball. A la taula 9 es representa el temps de reunions entre equips integrats designats pel projecte així com les reunions diàries assignades entre els membres de cada clúster.

	EQUIP INTEGRAT
Nivell de planejament	Macro
Freqüència de reunions	1 per setmana
Fites provinents de	Cronograma Mestre
Compensació entre	Tots els membres
Sessions de reflexió	Cada 3 setmanes

Taula 9.- Nivell de control. Font. Elaboració pròpia.

Cal donar especial importància que durant la fase 1 del cronograma mestre proposat, també es realitza la cerca de innovació tecnològica i aplicació de constructibilitat, tot i que en les fases posteriors es realitza una aplicació més intensa en funció del primer cos objectiu obtingut en la fase 1. A la figura 51 es mostra dos diagrames de selecció de criteris de constructibilitat i proposició de valor en la selecció d'una alternativa amb menor cost. Si es tenen dos alternatives amb igual satisfacció de valor del client, s'opta per la de menor cost; no obstant, sí dos alternatives tenen igual cost, s'opta per la de major satisfacció.

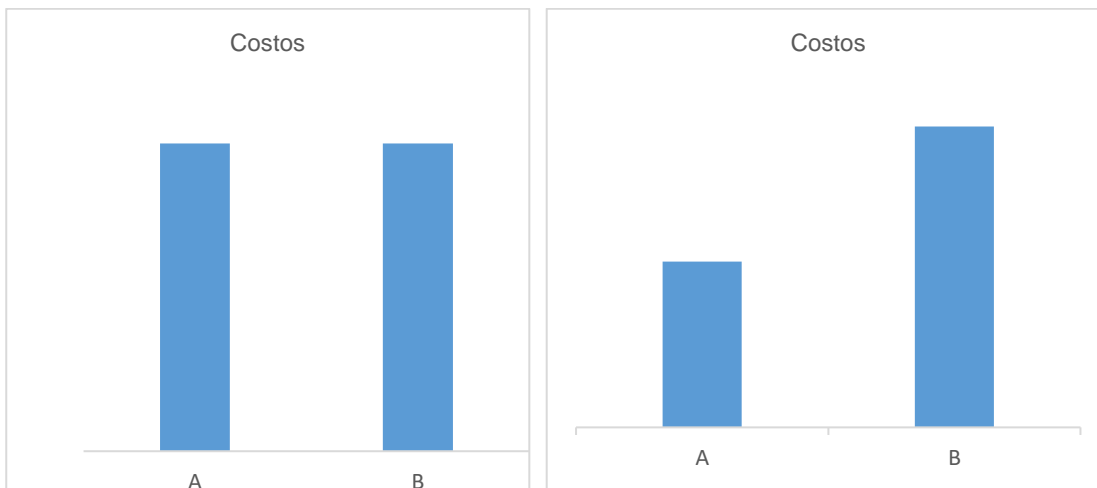


Figura 53.- Selecció d'alternatives en funció del cost y el valor. Font. Elaboració pròpia.

Després de la finalització de la fase 5 del cronograma de l'annex 10, en la qual s'entrega els paquets de treball, que inclouen el disseny i planificació per cada capítol del pressupost, es procedeix a la fase d'execució on es segueix optimitzant el desenvolupament del projecte a través del compliment del cost objectiu fita proposat al final de la fase de disseny i planificació.

Per aconseguir el cost objectiu en la fase d'execució es proposa l'ús del Sistema de l'últim planificador o Last Planner System. Tot i que en aquest projecte no s'entrarà en detall sobre la fase d'execució si s'explicaran quines eines s'utilitzaran per controlar la gestió de l'obra.

8.2. Control de producció

Per tal gestionar el control de la producció en la fase d'execució es proposa utilitzar el sistema de l'últim planificador o Last Planner System, com s'ha esmentat anteriorment. S'utilitzaran diferents nivells de planificació, conjuntament amb l'eina Takt time per estabilitzar el sistema.

Primerament mitjançant un secció pull de com a màxim una hora i mitja, s'elaborarà un planejament general com es pot observa a l'annex 11, on queden reflectides totes les activitats que s'han de realitzar per completar el projecte.

Un cop establert el planejament general es planteja realitzar una reunió per elaborar un planejament a sis setmanes vista. Aquesta reunió també té una durada aproximada d'una hora i mitja.

Abans del començament de l'obra es realitzarà una tercera reunió per detallar els treballs setmanals de les sis setmanes que es van plantejar a la reunió anterior.

Durant tota l'execució de l'obra es planteja realitzar reunions setmanals de l'Equip IPD amb l'estructura següent:

- Revisió de la setmana actual i anàlisi de les tasques, la seva realització o no. En cas de que no s'hagin realitzar s'anota el motiu d'incompliment
- Anàlisi de l'incompliment si té un impacte en el camí crític.
Si no té impactes negatius només s'apunta la causa del no incompliment.
Si té afectacions, s'ha d'estudiar si es pot rectificat prenen un solució ràpida, o si pel contrari és necessari una reunió de reestructuració.
- Revisió del planejament de les sis setmanes
Estudi de les pròximes 6 setmanes
Anàlisi de l'estat de les restriccions
Identificació del Workable Backlog perquè en cas de sorgir un restricció ningú es quedés sense treball.

8.2.1. Compatibilitat del projecte

Per tal de controlar la comptabilitat de l'obra, tots el industrials que formaran part d'aquesta es comprometran a portar una gestió de llibres oberts. És a dir la comptabilitat ha de ser transparent i tot despesa ha d'estar justificada, per tant les factures que cada industrial emeti s'han de correspondre amb les despeses del client.

Per poder portar un bon control d'això es proposa des del despatx juntament amb el promotor, realitzar un llibre de comptabilitat, que consistirà en un fulla d'Excel on per una banda quedaran reflectides totes les despeses del client i per l'altre totes les factures emeses per les empreses, de manera que al final de l'obra els dos valors han de coincidir. Es reflecteix un exemple a l'annex 12.

Per tal de millorar la comunicació entre tots el membres es planteja realitzar un quadern de disseny.

8.2.2. Base de dades

Per agilitzar el continu canvi del pressupost de projecte es proposa crear una base de dades on hi hauran totes les dades dels recursos del mercat, és a dir un catàleg de materials, proveïdors, fitxes tècniques, pressupostos, etc., que ajudin a tenir alternatives de recursos a tots el membres de l'equip. També és necessari conèixer les restriccions del projecte per tant a la base de dades es trobaran documents com:

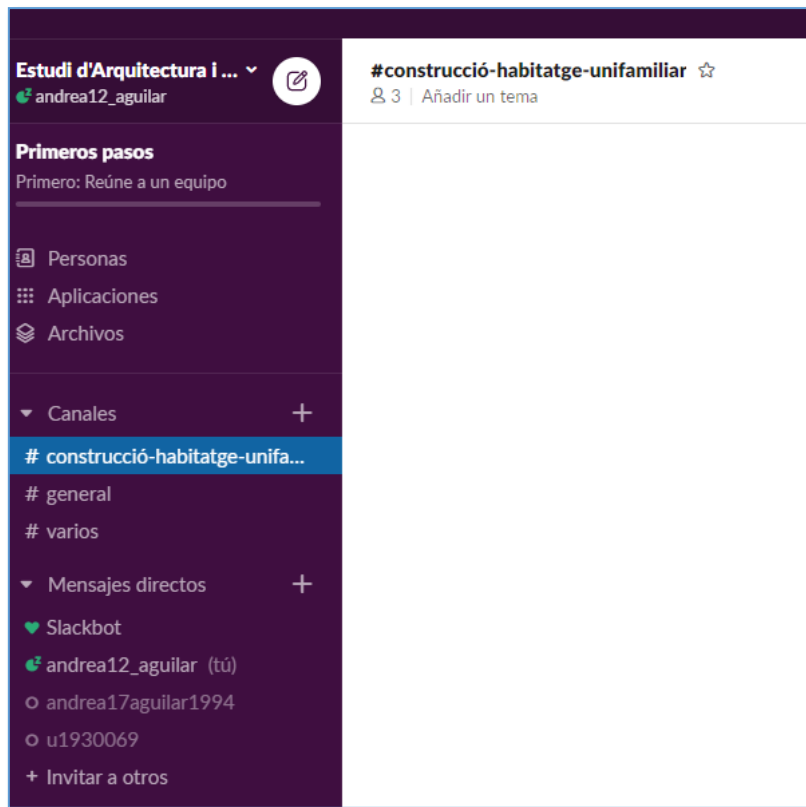
- Codi Tècnic de l'edificació
- POUM d'Olot
- Requeriments dels participants
- Ratis de construcció

Aquesta base de dades s'ha d'actualitzar constantment per evitar re-treballs.

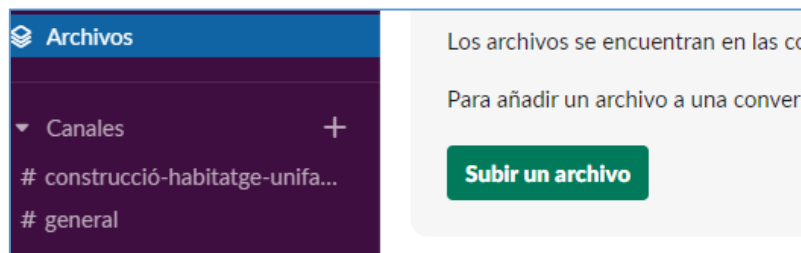
Un exemple d'aplicació és el següent:

Cada empresa pot dissenyar la seva pròpia base de dades, amb les característiques que cregui convenientes, en el cas d'estudi es proposa que els involucrats disposin d'un correu electrònic. Slack és una aplicació actualment gratuïta que permet emmagatzemar els arxius en un sol lloc i poder accedir a ells des de qualsevol dispositiu amb connexió a internet. A més si es realitza qualsevol canvi, per exemple, ratis de construcció, serà vist en temps real per tots el involucrats, ja que permet fer equips de treball on poder compartir les capetes amb les persones que es requereixi, si no es vol que els arxius siguin alterats, permet restringir l'arxiu i només compartir-lo per ser vist.

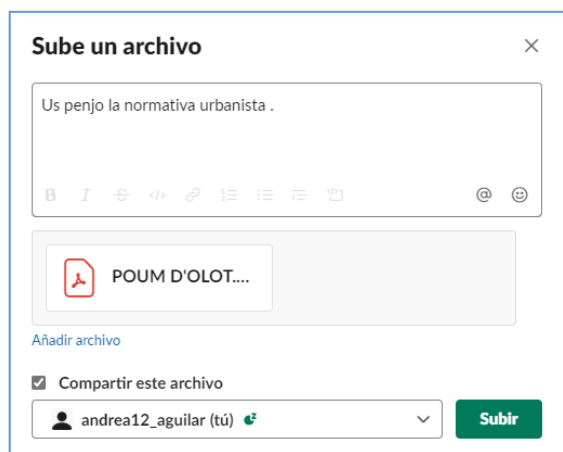
Pantalla de benvinguda de Slack



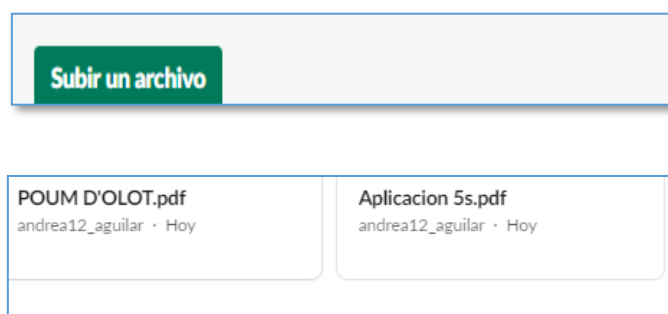
Es penja la carpeta dels arxius que es vulguin compartir



Es penja la carpeta, per exemple amb les normes tècniques



Arxius penjats



Possibilitat de compartir els arxius amb les persones seleccionades

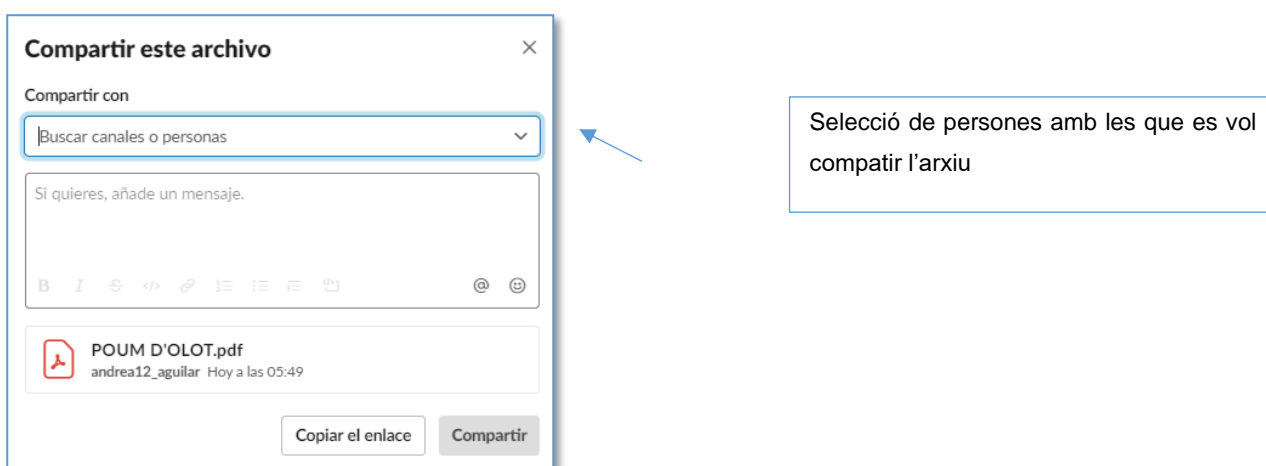


Figura 54.- Exemple de base de dades. Font. Elaboració pròpia.

Com s'ha esmentat anteriorment cada empresa pot utilitzar la base de dades que consideri més oportuna, però en el cas d'estudi es proposa utilitzar Slack.

8.2.3. Presa de decisions

La presa de dedicions es realitzarà amb un informe A3 + CbA

Es realitzarà un informe A3 utilitzant l'eina CbA, per prendre decisions. Aquest informe que presentarà la persona que ha detectat el problema o que vol plantejar un canvi del disseny per aconseguir millors resultats tant de qualitat com de quantitat, permetrà determinar de manera optima quina és la millor decisió per la selecció de les alternatives. L'informe ha de contenir la informació següent

- L'avaluació qualitativa, comparació de costos i rendiments
- L'avaluació quantitativa, comparació basada en criteris d'acord a la alternativa a avaluar, a les quals se'ls assigna una ponderació, a més s'estableix el nivell de acompliment de cada alternativa avaluada respecte als criteris
- L'avaluació final, basada en la avaluació quantitativa i qualitativa; per la avaluació quantitativa s'utilitza la normalització inversa de costos i per la qualitativa la normalització directa. De la suma de les ambdues normalitzacions es determina l'alternativa més adequada pel projecte.

Exemple d'aplicació:

En la fase de disseny es va decidir utilitzar encofrats metàl·lics corbats per fer els murs de del garatge, però l'empresa encarregada de fer els encofrats i formigonats va estudiar com es podia reduir el cost sense afectar a la qualitat.

Van proposar a l'equip IPD tres alternatives, la primera que era la que ja tenien consistia que utilitzar els encofrats corbats per trams per aconseguir el radi que necessitaven de 6.50 m. La segona proposta consistia en fer els encofrats amb llistons de 0.2 m d'ample i aconseguir la curvatura a mesura que s'anés encofrant, la tercera proposta consistia en fer l'encofrat en trams de 1 m d'ample i aconseguir la curvatura de la mateixa manera que als llistons.

Com es mostra a l'annex 13, es va decidir per l'opció tres, ja que reduïa el pressupost d'encofrats un 10%, 4000 € i la qualitat era pràcticament la mateixa ja que pràcticament es depreciaven les cantores entre tram i tram d'1 m.

8.2.4. Controlar l'evolució del les tasques

Standardized Word Combination Table o Quadre de Treball Combinat Estandarditzat proposat per Nakawa i Shimizu ⁴⁷(2004), És una eina que determina el rang de treball i la seqüència de treball que cada membre és responsable.

Aquesta taula és una eina poderosa per comunicar el ritme esperat als treballadors i per controlar l'avaluació de les feines, proporcionar l'exposició de problemes a curt termini i la seva solució.

Ús del quadre estandarditzat:

- Com a eina d'entrenament, proporciona un estàndard que pot ser fàcilment comunicat als treballadors durant el procés d'entrenament. Els treballadors revisen el seu quadre per verificar que estan realitzant el procés correctament.
- Com a eina de qualitat, si es troba un problema, el primer pas seria confirmar si el procés ha sigut com l'indicat. El Quadre Combinat de treball Estandarditzat fa que sigui fàcil auditar una operació.
- Com a eina de gestió, permet als enginyers manegen les operacions diàries, mantenir tot en funcionament, conèixer el lloc exacte on es troben els treballadors.
- Com a eina de millora continua permet identificar les pèrdues
- Cada empresa pot tenir el seu propi disseny de quadre combinat de treball estandarditzat, generalment es col·loca una columna vertical el nombre del treball i la feina a realitzar, i en la fila horitzontal el temps de treball (ex. Hores), després s'assenyala el temps designat per cada tasca.

Exemple d'aplicació:

Es presenta un exemple senzill de Quadre Combinat de treball Estandarditzat per una quadrilla d'enrajolat de banys i cuines.

Com es pot observar en l'annex 14, en aquest quadre s'ha determinat les hores que ha d'estar cada treballador realitzar les seves tasques, d'aquesta manera permet el control i seguiment dels treballs realitzats.

⁴⁷ Nakawa, N. I Shimizu, Y. (2004). A Review of the Standardized Word Application in Construction.

Com s'ha esmentat prèviament, cada empresa pot tenir el seu propi disseny d'un quadre Combinat de Treball Estandarditzat, al quadre presentat se li poden afegir els ítems següents:

- Nombre de l'empresa: per donar-li formalitat
- Plànol d'ubicació del lloc de treball, per que sigui fàcil trobar el lloc
- Nom persona responsable de l'elaboració del quadre Combinat de Treball Estandarditzat
- Nom de la persona responsable de supervisar les fines assignades.

8.2.5. Manuals de processos constructius

Es proposa disposar de manuals constructius, en els quals es reflecteixi el funcionament intern de les tasques, ubicació, requeriments i responsables de l'execució de les diferents activitats.

D'aquesta manera s'aconsegueix estandarditzar la manera de procedir i també serviran de suport per les persones encarregades de controlar la qualitat del procés constructiu.

Aquest manual haurà de tenir les característiques següents:

1. Identificació

- Nom de l'empresa o persona que realitza el manual
- Nom del procés constructiu
- Lloc i data d'elaboració
- Núm. De revisió
- Àrea responsable de la seva supervisió.

2. Índex: relació de les pàgines que conformen el document

3. Introducció

4. Objectius: breu explicació dels objectius que es pretenen complir amb el procediment

5. conceptes: relació de paraules tècniques que s'utilitzin en el procediment

6. Recursos: llista de maneta rials, equips i eines necessaris en el procés constructiu. Si és possible amb un anàlisi de costos de cada un d'ells.

7. Mà d'obra: llistat de la mà d'obra necessària per realitzar el procés constructiu. Si es possible un anàlisi de rendiment i costos.

8. Procés constructiu: presentació de forma escrita i visual (imatges) de cada una de les activitats que es realitzen en el procediment, explicant en què consisteix, com es realitzen, temps que s'ha d'invertir i els responsables de dur-la a terme.

9. Recomanacions que pot donar l'empresa en base a la seva experiència.

Es pot observar un exemple en l'annex 15, sobre la instal·lació de plaques solars

8.3. Resultats esperats

Tota la proposta d'implantació de les eines de la filosofia Lean, és un nivell fictici, per tant, no s'han obtingut resultats sobre quina ha estat la millora de tot el procés constructiu, però si que es poden establir els resultats que s'esperen obtenir després en aquest cas pràctic, els quals queden definits a continuació:

- Satisfacció del client: s'espera que el client estigui satisfet després d'haver fet entrega de l'obra acabada i que aquest complexi amb totes les seves expectatives.
- No sobrepassar el marge establert com a contingència: s'espera que el disseny estigui en una millora continua que no comprometi la qualitat del projecte i no comporti la utilització de les contingències.
- Integració total de tots els agents proposats i el compris d'aquest es vegi reflectit en tot el procés des de la fase de disseny fins a obtenir l'obra totalment acabat.
- Optimitzar el temps amb l'elaboració del cronograma mestre, d'aquesta manera es pretén eliminar esforços innecessaris en l'actualització d'un cronograma al detall i evitar els retards.
- Millorar la confiabilitat de la planificació amb la utilització de la planificació intermèdia o Look Ahead, planificant els treballs 4 setmanes d'anticipació, el que ajudarà tenir més clares les activitats que es realitzaran en les setmanes següents i lliurar les restriccions. S'espera que d'aquesta manera el personal sigui capaç d'identificar els recursos necessaris tant de mà d'obra com de material per aconseguir l'estimació fixada.
- S'espera que tots els equips de treball en obra o es quedin sense feina.
- No utilitzar més recursos dels que inicialment es van plantejar en la planificació.

9. CONCLUSIÓ

En Aquest Treball Final de Grau s'han estudiat els principis, tècniques i eines de la filosofia Lean Construction, amb la finalitat de implantar algunes d'aquestes eines en el despatx Estudi d'Arquitectura i Enginyeria de l'Edificació, i atenent a la situació actual del sector, segons els informes de múltiples agències de qualificació, és un bon moment per implantar un canvi de paradigma.

Tot i que la implantació de la filosofia Lean Construction no és una feina fàcil; és un requisit indispensable conscienciar a tots el involucrats en el procés, començant per la gerència, tècnics i tot el personal que forma part del despatx i que intervindrà a l'obra, els quals han d'estar compromesos en els objectius bàsics del projecte en cost, qualitat, temps i seguretat.

S'ha comprovat que implantar a algunes de les eines que proposa la filosofia Lean Construction, no suposen una gran inversió o grans trastorns dintre d'una organització, com és cas del Kanban i les 5s, ideals per millorar la gestió d'un petit despatx d'arquitectura.

La realització d'Aquest estudi suposat grans reptes, s'ha trobat poca informació pel que fa a la aplicació de les eines i pràctiques d'aquesta filosofia, degut a que es un tema encara nou a Espanya.

La informació que hi ha disponible és molt dispersa i sobretot molt teòrica. Els casos pràctics que s'han pogut estudiar, no s'aprofundia en la manera de procedir a la pràctica, a més de ser tots casos fora d'Espanya, majoritàriament d'Estat Units d'Amèrica.

Un altre dels reptes d'aquest Treball, ha estat l'adaptació d'aquestes eines a una escala més reduïda. Tots els casos pràctics que s'han publicat i en general la teoria, fan referència a obres de gran magnitud; per tant, s'ha arribat a la conclusió de que algunes d'aquestes eines, depenen de l'abast del projecte, no són viables, tot i que hi ha algunes com és el cas del TVD, que es poden adaptar aprofitant les seves virtuts.

S'ha pogut adquirir una sèrie de coneixements, que han provocat la reflexió de que existeix una altre forma de procedir en un despatx d'arquitectura, amb la convicció de que en el futur la aplicació d'aquesta filosofia s'estandarditzarà.

Tal és la convicció per aquesta nova filosofia, que el despatx d'arquitectura objecte d'aquest estudi, va començar a implantar el kanban a través de la aplicació TRELLO.

De la mateixa manera, amb l'elaboració del present estudi, s'ha pogut conèixer que la filosofia Lean Construction ofereix una panoràmica de possibilitats, en les que s'ha de saber seleccionar, quines de les seves pràctiques i eines són les adients d'acord amb el tipus de projecte, ja que, no és recomanable ni viable utilitzar totes les eines de que disposa en sol projecte.

Aquest Treball Final de Grau, també és un començament que em pot servir com a una nova línia de formació que puc emprendre en el futur per aprofundir en l'aplicació d'altres eines que ofereix aquesta filosofia.

10. BIBLIOGRAFIA

10.1. Llibres i Tesis

- Pons, J.F. (2009). *Introducción a Lean Constructions*. Madrid: Fundación Laboral de la Construcción.
- Judez, P. (2009). *Ensambladora de Edificios*. Terrasa: Le Corbusier.
- Alarcón, L.F., Diethelm, S., Rojo, O. i Calderón, R. (2008). *Assessing the impacts of implementin Lean Construction*. Revista Ingenieria de Construcción. Vol. 23.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Sacle Production*. Londres: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Womack, J.P., Jones, D.T., Roos, D. (2007). *Machine that Changed the World: The story of Lean Production – Toyota’s Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now*. Nova York, Londres, Toronto i Sydney: Lliure publicació.
- Liker, J.K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the Word’s Greatest Manufacturer*. McGraw Hill.
- Deming, W.E. (1982). *Out of the Crisis*. The MIT Press.
- Shonberger, R.J. (1982). *Building a Chain of Customers: Linking Business Fuctions to Create the World Class Company*. Random House Business Books. Regne Unit
- Womack, J.P. i Jones, D.T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Revised and Updated*. Lliure publicació.
- Alarcón, L. (1997). *Lean Construction*. Chile: Taylor & Francis Group
- Ayats, C. (2015). *LEAN: Diseño y Construcción*. Madrid: Editorial Circulo Rojo.
- Kokela, L. (1992). *Application of the new Production Philosophy to Construction*. Stanford, CA: Stanford University.
- Oltra, F. (2008). *Dirección de recursos humanos*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Kniberg, H., Skarin, M. i Anderson, D. (2010). *Kanban y Scrum – Obteniendo lo mayor de ambos*. Estats Units d’Amèrica: C4Media Inc.
- Anderson, D.J. i Carmichael, A. (2016). *Essential Kanban Condensed*. Lean Kanban University.
- Goldratt, E.M. (2010). *La Meta*. Ediciones Granica SA.
- Alfaro, D.D. (2014). *Método de Valor Ganado como herramienta Lean Construction*.
- Pons, J.F. i Rubio, I. (2019). *Colección guías prácticas de Lean Construction. Lean Construction y la planificación colaborativa. Metodología del Last Planner System*. España: Consejo General de la Arquitectura Tecnica de España.

- Ballard, G. (2000). *Lean Project management*. Lean Construction Institute. University of California, Berkeley.
- Matthew, O. i Howell, G.A. (2005). *Integrated Project Delivery: An Example of relational Contracting*. Lean Construction Journal
- Orihuela, P. i Orihuela, J. (2014). *Needs, Values and Post-occupancy Evaluation of Housing Project Customers: A Pragmatic View*. Procedia Engineering.
- Toledo, M. (2013). Mapa de Cadena de Valor: herramienta Lean para la construcción. Conferència. Chile.
- Rother, M. i Shook, J. (1999). *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Brookline: The Lean Enterprise Institute.
- Ballard, G. (2011). *Target Value Design: Current Benchmark*. Lean Construction Journal.
- Ballard, G. (2012). *Should Project Budgets be based on worth or cost*. Conferència anual International Group for Lean Construction. San Diego.
- Bronitsky, J. (2013). *Innovation in The AEC industry: Target Value Design*. Texas: Beck Technology.
- Macomber, H., Howell, G., i Barbeiro, J. (2007). *Target Value Design: Nine foundational practices for delivering surprising client value*. The American Institute of Architects.
- Matthews, O. i Howell, O.A. (2005). *Integrated Project Delivery an exemple of relational contractin*. Lean Construction Journal.
- Cohen, M.B. (2010). *Integrated Project Delivery: Case Studies*, AIA National.
- Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of Production control*. Dissertation, Univesitat de Birmingham.
- Ballard G. (1994). *The Last Planner*. Mèxic: Lean Construction Institute.
- Fishes, M. i Howard, W. (2017). *Integrating Project Delivery*. Wiley

10.2. Webgrafia

- Sumari de l'informe d'Euroconstruc. Segon semestre 2019. Recuperat:
<https://itec.es/servicios/estudios-mercado/euroconstruct-2019s2/>
- Marcadors de la contribució del sector de la construcció en el PIB espanyol. Recuperat:
<https://www.ine.es/>
- Toyota Motors. Toyota Motor Corporation Global. Recuperat:
<https://global.toyota/en/>
- Santa, J. Kanban adoptando el WIP. Recuperat:
<https://jrgsanta.com/2015/03/22/kanban-adoptando-el-wip/>
- Lean Kanban services. Recuperat:
<https://dja.com/>
- Juan Felipe Pons, Lean Management. Recuperat:
<http://www.juanfelipepons.com/>
- The American Institute of Architects. Recuperat
www.aia.org
- Centro de Excelencia en Gestión. Universidad Católica de Chile. Recuperat:
www.gepuc.cl
- Spanish Group for Lean Construction. Recuperat:
www.leanconstruction.es
- Lean Enterprise Institute. Recuperat:
www.lean.org
- Construcción Lean. Recuperat:
www.construcciónlean.org
- Metodologies Àgils. Vídeos. Fundación Laboral de la Construcción.

11. ANNEXOS

ÍNDEX DE TAULES

Tabla 1.- Funcions de categories demandades pel client. Font. Elaboració pròpia

Tabla 2.- Ponderació criteris qualitius. Font. Elaboració pròpia

Tabla 3.- Ponderació de criteris qualitius. Font. Elaboració pròpia

Tabla 4.- Ponderació de criteris qualitius. Font. Elaboració pròpia

Tabla 5.- Format actes reunions. Font. Elaboració pròpia

Tabla 6.- Càlcul Cost Màxim Estimat. Font. Elaboració pròpia

Tabla 7.- Plànol de Big-Room. Font. Elaboració pròpia basat en la llibre de la Cristina Ayalts.

Tabla 8.- Plànol de Big-Room. Font. Elaboració pròpia basat en la llibre de la Cristina Ayalts.

Tabla 9.- Cronograma de Fase de disseny i planificació. Font eleboració pròpia

Tabla 10.- Planejament mestre. Font. Elaboració propia.

Tabla 11.- Exemple comptabilitat del projecte. Font. Elaboració pròpia.

Tabla 12.- Exemple informe A3 + CbA. Font. Elaboració pròpia.

Tabla 13.- Exemple del quadre combinat del treball estandaritzat. Font elaboració propia.

ÍNDEX D'IL·LUSTRACIÓ

Il·lustració 1.- Plantejament del planning mestre. Font. Elaboració pròpia basat en les jornades Lean impartides a l'Universitat de Girona per Victor Roig.

ÍNDEX

ANNEX 1: DEFINICIÓ DE PROPÒSITS INICIALS DEL CLIENT

ANNEX 2: PROPOSTA D'ENQUESTA PER DEFINIR LES NECESSITATS DEL CLIENT

ANNEX 3: FUNCIONS DE LES CATEGORIES DEMANDES PER EL CLIENT

ANNEX 4: AVALUACIÓ PER SELECCIÓ DE INTERESSATS

ANNEX 5: QUADRE DE SELECCIÓ DE INTERESSATS

ANNEX 6: CONSIDERACIONS I CLÀUSULES TÍPIQUES DEL CONTRACTE IFOA

ANNEX 7: ACTES DE REUNIONS DE TALLERS DE PROPÒSITS I VALORS, DISSENY I RESTRICCIONS DURANT L'ETAPA D'AVALUACIÓ DEL PROJECTE.

ANNEX 8: CÀLCUL DEL COST MÀXIM PERMÈS

ANNEX 9: ESQUEMA DE LA BIG-ROOM PROPOSADA

ANNEX 10: CRONOGRAMA DE FASE DE DISSENY I PLANIFICACIÓ DEL PROJECTE

ANNEX 11: PROPOSTA DE PLANEJAMENT MESTRES

ANNEX 12: EXEMPLE DE LA COMPTABILITAT DEL PROJECTE

ANNEX 13: EXEMPLE D'APLIACIÓ DEL L'INFORME A3+ CBA PER LA PRESA DE DECISIONS.

ANNEX 14: EXEMPLE UTILITZACIÓ EL QUADRE COMBINAT DE TREBALL ESTANDARITZAT

ANNEX 15: EXEMPLE D'INSTRUCCIONS PER LA COL·LACIÓ DE PLAQUES SOLARS

ANNEX 16: ENQUESTA REALITZADA A PROVINCIA DE GIRONA PER VALORAR EL NIVELL DE CONEIXEMENT DE LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓ.

ANNEX 1: DEFINICIÓ DE PROPÒSITS INICIALS DEL CLIENT

Missió

Poder atorgar valor al bé immoble de que disposa, en aquest cas el terreny. Obtenir un habitatge que compleixi amb totes les seves expectatives sense sobrepassar els seus costos màxims de que disposa i fins i tot reduint-los sense reduir l'estàndard de qualitat que requereix.

Visió

Obtenir un experiència d'excel·lència donant especial atenció a la productivitat compartida, participant en totes les decisions del projecte, reunint als especialistes per assegurar l'èxit del seu projecte.

- **Valors**
- **Participació:** La passió per participar i incrementar constantment el coneixement que permetrà a tot l'equip tenir un enfocament fresc i enginyós en tot el que desenvolupin.
- **Responsabilitat:** Estar profundament compromesos amb el seu projecte, per tal de donar la màxim qualitat en tot el procés.
- **Alegria:** Valorar el fet de que l'entorn de treball sigui optimista, amb energia i dinàmic, el qual fomenta la interacció entre tots el participants. Són exitosos perquè gaudeixen amb el fan.

Realitzant un anàlisi d'aquesta primera etapa de coneixement sobre la cultura del client-inversionista, s'arriba a la proposta següent per la implementació del IPD i el TVD.

- El client inversionista es un promotor privat, que no disposa d'experiència en la gerència de projectes de construccions, i per tant, contracta a Estudi d'Arquitectura i Enginyeria en l'Edificació, el quals a la vegada compten amb la experiència d'una consultora Lean, amb la finalitat de gestionar el projecte utilitzant les eines ja esmentades.
- Dintre la missió del client, es va observar que ell valorava molt el compliment de les previsions de costos i terminis d'execució, per tant, s'incentiva a la millora continua per tal de superar les expectatives i complir amb les fites marcades.

- Anteriorment es va esmentar la importància de les necessitats ètiques per la implementació de l'estratègia IPD en un projecte de construcció, per tant, els valors que té el client es complementen amb els valors de IPD.

Anàlisi DAFO

Fortaleses:

- Capacitat de innovació tecnològica i tècnica constant
- Organització oberta al canvi
- Personal altament qualificat

Debilitats:

- No compta amb l'experiència en el sector de la construcció
- Falta de contractistes i industrials confiables (socis estratègics)

Oportunitats:

- Participar en tots els processos de construcció del seu immoble
- Aconseguir un producte final que compleixi amb les seves necessitats
- Poder reduir costos dels inicialment plantejats

Amenaces:

- Desacceleració de l'economia del país
- Entrebancs en el finançament de l'obra
- Gestió poc coneguda

ANNEX 2: PROPOSTA D'ENQUESTA PER DEFINIR LES NECESSITATS DEL CLIENT

A continuació es presenta una proposta d'enquesta, la qual es recomana que sigui pública per el director del projecte, ja que aquest mitjançant la seva percepció del dia a dia ajudaran a definir les principals necessitats i de que manera es pot afegir valor a l'habitatge. Tot seguit s'exposen les possibles preguntes a realitzar.

Número de plantes

- a. Planta baixa
- b. PB i PP
- c. PS + PB+PP

Nombre d'habitacions

- a. 1
- b. 2
- c. 3 o més

Nombre de Banys

- a. 1
- b. 2
- c. 3 o més

Distribució de l'espai

- a. Diàfan
- b. Tancat
- c. No l'he considerat

Tipus d'acabats (Paviments)

- a. Ceràmic
- b. Porcellànic
- c. Terratzo

Tipus d'acabats (paraments verticals interiors)

- a. Enguixat i pintat
- b. Arrebossat i pintat
- c. No l'he considerat

Tipus d'acabats (Paraments horitzontals interiors)

- a. Enguixat i pintat
- b. Arrebossat i pintat
- c. Fals sostre

Tipus d'acabats exteriors

- a. Arrebossat i pintat
- b. Aplacat pedra
- c. SATE

Tipus de coberta

- a. Teula
- b. Panell Sandwich
- c. No l'he considerat
- c.1 Fusta
- c. Metàl·lica

Tipus d'estructura

- a. Formigó armat
- b. Mixta
- c. Fusta
- d. No l'he considerat

Fusteria Exterior

- a. Fusta
- b. PVC
- c. Metàl·lica

Fusteria Interior

- a. Fusta
- b. Vinil
- c. No l'he considerat

Importància de la innovació tecnològica

- a. Alta
- b. Mitja
- c. Baixa

Instal·lació d'ascensor

- a. Sí
- b. No
- c. No l'he considerat

Coneixement de certificació LEED

- a. Sí
- b. No
- c. –

Si la resposta anterior és afirmativa, desitjaria obtenir la certificació per el seu habitatge.

- a. Si
- b. No
- c. No l'he considerat

Amb les respostes obtingudes per el client ja poden començar a definir les seves necessitats i requeriments.

ANNEX 3: FUNCIONS DE LES CATEGORIES DEMANDES PER EL CLIENT

CATEGORIA	FUNCIONS
Ubicació estratègica	Zona residencial d'Olot
Disseny/estètica	Disseny de espais moderns
	Disseny de la zona exterior de jardí
	Disseny d'àrees de circulació exteriors per entrar a l'habitatge
Distribució espacial	Estructura funcional d'acord a l'ús d'habitatge
	Possibilitats d'ampliació
	Flexibilitat a canvis proposats per el client
Accés	Accessibilitat de les persones
	Seguretat
Tecnologia	Domòtica
Comoditat	Confort acústic
	Telecomunicacions (Connectivitat en qualsevol part de l'edifici), Red comunicació optima
	Confort visual
	Confort tèrmic - Calefacció
	Refredament / Ventilació
	Automatització
Sostenibilitat	Arquitectura sostenible
	Certificació LEED (estalvi d'energia, reducció d'emissions de CO2, reducció del consum d'aigua i altres)

Tabla 1.- Funcions de categories demandades pel client. Font. Elaboració pròpia

ANNEX 4: AVALUACIÓ PER SELECCIÓ DE INTERESSATS

1) Quin és la seva posició d'interès en el projecte?

- Director projecte
- Arquitectura
- Estructures
- Contractista
- Instal·lacions

2) Quin és seu temps d'experiència en la posició seleccionada?

- < 1 any
- $1 < x < 5$ anys
- $5 < x < 10$ anys
- $10 < x < 20$ anys
- Més de 20 anys

3) Quants anys d'experiència té en la participació en altres fases d'un projecte, en altres fases s'entén per etapa de planificació i disseny?

- < 1 any
- $1 < x < 5$ anys
- $5 < x < 10$ anys
- $10 < x < 15$ anys
- Més de 15 anys
- No aplica per la meva posició

4) Quants anys d'experiència disposa específicament en la construcció d'habitatges unifamiliars aïllats?

- < 1 any
- $1 < x < 5$ anys
- $5 < x < 10$ anys
- $10 < x < 15$ anys
- Més de 15 anys
- No aplica per la meva posició

5) Quin és el seu nivell de familiaritat la filosofia Lean Construction? (Selecció múltiple)

- Desconeguda.
- Coneixement del concepte a nivell teòric .
- Comprendre la aplicació de la construcció Lean en el disseny.
- Comprendre la aplicació de la construcció Lean en la fase de execució .
- He treballat anteriorment amb Lean Construction.

6) Si ha participat en projectes on s'han aplicat eines de la filosofia Lean, quin va ser el nivell d'esforços en la implementació? (Selecció múltiple)

- Arquitecte / Contractista.
- Arquitecte / Contractista / Industrials.

7) El projecte a executar ha implantar la filosofia Lean?

- Sí
- Neutral
- No

8) En cas de ser afirmativa la pregunta anterior? Quin és la raó?

- Lean redueix els possibles conflictes que surten durant l'execució (per exemple, detecció d'incompatibilitat, reducció de re-treballs, etc.)
- Lean ajuda als interessats a prendre decisions.
- Lean ajuda a supervisar l'execució de la construcció.

9) Si és neutral en la pregunta 7, quin és la raó?

- Lean Construction és una bona filosofia de treball, no obstant això, el seu ús no és imprescindible.
- Lean Construction no necessàriament millorarà la qualitat de disseny o la productivitat del contractista.

10) Si la resposta a la pregunta 7 és no, quin és la raó?

- Moltes reunions innecessàries i molt llargues.
- Pèrdues de temps per capacitar al personal en la nova filosofia.
- Lean no és necessari. Els projectes de construcció s'estan executant força amb el sistema tradicional.
- Els contractes actuals de construcció no estan preparats per la correcta implantació de Lean Construction.

11) Ha sentit a parlar del contracte IFOA?

- Sí
- No

12) Si la seva resposta anterior és afirmativa i sap que la principal característica del contracte IFOA és complir amb el Cost Objectiu contractual, provocaria aquest fet un efecte positiu o negatiu sobre el desenvolupament del contractista?

- Sí. El contractista es veu obligat a optimitzar els costos en el projecte.
- No. El Contractista es centraria més en la reducció del cost, provocant la reducció de la qualitat.
- Altres...

13) Els contractes IFOA proposen un sistema de costos caracteritzat per una repartició de beneficis i pèrdues, les quals depenen en gran mesura de la innovació dels estàndards tradicionals i el desenvolupament de cada un dels interessats. Es convenient aquest sistema?

- Sí. El contractista excedirà els estàndards per buscar la reducció del cost i major valor a l'edifici.
- No. El contractista proposarà innovacions que podran resultar en un major cost del producte final.

14) Té coneixements del sistema d'entrega de projectes integrats IPD?

- Sí
- No

15) Si es afirmativa la resposta anterior, que sistema de gestió proposa vostè per el desenvolupament del projecte?

- Disseny-Construcció (tradicional)
- Sistema Integrat IPD

16) Si ha seleccionat el Sistema Integrat IPD, per què?

- El contractista adopta major risc que el sistema de gestió tradicional.
- Estalvi de temps perquè hi ha una participació en fases inicials dels participants.
- Seguiment ràpid del disseny.

- Estalvi de costos per constructibilitat degut a la col·laboració de contractistes en la fase de disseny.
- Qualitat millorada.
- Major innovació en projectes.
- Compensació de la visió de client per part de la resta d'interessats.

17) Si ha seleccionat el sistema tradicional disseny-construcció, indiqui perquè.

- És un sistema tradicional, el qual permet que els interessats puguin treballar amb comoditat degut a la seva experiència en aquest enfocament.
- Quan comença la fase d'execució el projecte exacte està completament dissenyat i és conegut.

18) Que valor afegeix Lean Construction a la construcció tradicional?

- La construcció Lean maximitza la productivitat en la fase d'execució.
- La construcció Lean maximitza el valor en tots els nivells del projecte.
- La construcció / disseny convencional es suficient.
- No. La construcció Lean no optimitza el rendiment del projecte.

19) Coneix el terme Big-Room o sala de col·laboració efectiva entre especialistes?

- Sí
- No

20) Si la resposta anterior és afirmativa, creu és una bona pràctica?

- Sí. Proporciona un entorn idoni per la presa de decisions, molt efectiva.
- Sí. Permet la resposta ràpida a les RFIs, i la integració a la documentació gràfica.
- Sí, permet intercanvi proactiu que col·labora amb la finalitat del projecte.

21) Si va respondre que no a la pregunta 19, qui és la raó?

- És una despesa innecessària ja que la comunicació es pot realitzar mitjançant correus o reunions.
- Es poden contractar els servicis d'empreses consultores o especialistes de treball en camp per recomanacions en la fase de disseny.

22) Qualsevol comentari que vostè vulgui fer sobre qualsevol tema que li han realitzat en aquesta avaluació.

ANNEX 5: QUADRE DE SELECCIÓ DE INTERESSATS

La selecció de les participants es realitzarà mitjançant la puntuació obtinguda en funció del qüestionari de l'annex 3, i es donarà especial importància al criteri qualitatiu, on 1= menys important i 5= més important). També es tindran en compte altres criteris addicionals sobre la posició actual dels participants en el mercat on 1= molt baix i 5= molt alt. Es realitza un quadre com el que es presentarà a continuació per a cada participant. En aquest cas en concret només es seleccionaran el constructor principal, l'empresa d'instal·lacions i la d'estructures; ja que la gerència o direcció del projecte i els arquitectes o equip de disseny, van ser seleccionats directament per el client des del començament. Aquesta funció la desenvoluparà Estudi d'Arquitectura i enginyeria en l'edificació SL.

Interessat	Empresa	PONDERACIÓ DE CRITERIS QUALITATIUS								Puntuació total	SELECCIÓ
		Cost total proposat	Experiència amb Lean Construction	Experiència en contractes Integrats	Flexibilitat al canvi de gestió del sistema tradicional	Interès en participar de contractes IPD	Capacitat financera	Imatge de l'empresa/ industrial en el sector	Experiència de professional proposats per l'empresa		
		4	5	4	5	5	4	3	4		
		Pes de cada criteri qualitatiu									
		Puntuació assignada									
Contractista principal	Estructures 1	4	1	1	5	5	4	3	4	23	✓
	Estructures 2	4	1	1	5	4	4	3	3	22	
	Estructures 3	4	1	1	3	4	2	3	4	18	
	Estructures 4	3	1	1	5	3	4	3	3	20	
	Estructures 5	3	1	1	5	5	2	1	2	18	

Tabla 2.- Ponderació criteris qualitius. Font. Elaboració pròpia

Interessat	Empresa	PONDERACIÓ DE CRITERIS QUALITATIUS								Puntuació total	SELECCIÓ
		Cost total proposat	Experiència amb Lean Construction	Experiència en contractes Integrats	Flexibilitat al canvi de gestió del sistema tradicional	Interès en participar de contractes IPD	Capacitat financera	Imatge de l'empresa/ industrial en el sector	Experiència de professional proposats per l'empresa		
		4	5	4	5	5	4	3	4		
		Pes de cada criteri qualitatiu									
		Puntuació assignada									
Empresa /industrial instal·lacions	Instal·lador 1	4	2	2	4	5	4	3	4	24	
	Instal·lador 2	4	5	4	5	5	4	3	4	30	✓
	Instal·lador 3	3	1	1	3	4	2	3	4	17	
	Instal·lador 4	4	3	3	5	5	3	3	3	26	
	Instal·lador 5	2	1	1	5	5	2	1	2	17	

Tabla 3.- Ponderació de criteris qualitius. Font. Elaboració pròpia

Interessat	Empresa	PONDERACIÓ DE CRITERIS QUALITATIUS								Puntuació total	SELECCIÓ
		Cost total proposat	Experiència amb Lean Construction	Experiència en contractes Integrats	Flexibilitat al canvi de gestió del sistema tradicional	Interès en participar de contractes IPD	Capacitat finacera	Imatge de l'empresa/ industrial en el sector	Experiència de professionals proposats per l'empresa		
		4	5	4	5	5	4	3	4		
		Pes de cada criteri qualitatiu									
		Puntuació assignada									
Empresa /industrial Estructures	Estructures 1	4	2	2	4	5	4	3	4	24	
	Estructures 2	4	3	3	5	5	3	3	4	26	
	Estructures 3	3	1	1	3	4	2	3	4	17	
	Estructures 4	4	5	4	5	5	4	3	3	30	✓
	Estructures 5	2	1	1	5	5	2	1	2	17	

Ponderació de criteris qualitatius. Font. Elaboració pròpia

Tabla 4.-

ANNEX 6: CONSIDERACIONS I CLÀUSULES TÍPIQUES DEL CONTRACTE IFOA

A continuació s'exposen una sèrie de clàusules tradicionals i consideracions bàsiques d'un contracte IFOA per un sistema de projectes integrat. Es presenta cada punt exemplificat per el projecte objecte d'aquest anàlisi.

1. Consideracions bàsiques: Es defineixen els paràmetres del projecte a nivell general per el coneixement dels participants i el tipus de sistema de gestió que es desenvoluparà per el projecte.

1.1. Paràmetres de projecte: El projecte consisteix en el disseny, la construcció i funcionament d'un habitatge unifamiliar aïllat.

1.2. Integrated Project Delivery (IPD): El propietari i la direcció de projectes consideren que per aconseguir que es compleixen tots les necessitats requerides per el client s'utilitzarà el sistema de gestió integrat de projectes, el qual té les característiques següents: Definició dels principals interessats previ al contracte, els quals col·laboraran mitjançant el disseny i la construcció amb tots els membres de l'equip IPD optimitzant el projecte en tot el seu conjunt, en lloc d'una optimització per cada fase, promovent la millora continua a través de l'aprenentatge entre equips.

1.3. Abast del contracte: El contracte tindrà dos parts diferents: La primera part tindrà un abast que es desenvoluparà a la fase de validació i d'acord, i si el projecte és factible, es procedirà a passar a l'etapa de disseny, el qual es regirà sota la segona part del contracte, conjuntament a les etapes de planificació, construcció i entrega de projectes.

2. Estàndards de relació entre equips formats del projecte: la formació d'equips integrats és una característica típica d'aquest tipus de sistema de gestió, i és una requisit important per aconseguir el Cost Màxim Permès. A continuació, es presenten una seguit de consideracions que han de desenvolupar per aquest tipus de contractes.

- 2.1. Formació d'equips IPD:** Les parts acorden formar un equip IPD per facilitar el disseny, construcció i posada en funcionament del projecte. El mateixos membres de l'equip, inclosos arquitectes, dissenyadors, constructor, subcontractistes i proveïdors col·laboren en el benefici del projecte. Les empreses i industrials participants, hauran d'assignar personal a temps complet per la formació d'equips per el disseny del projecte, no es permetrà professionals que estiguin interessats en més d'un projecte. la formació d'equips es desenvoluparà de la següent forma:
- 2.2. Propòsits de formació d'equips IPD:** Mitjançant la formació d'equips integrats, les parts tenen la intenció d'obtenir els benefici en un entorn d'aprenentatge obert i creatiu, on s'anima als membres de l'equip a compartir idees amb total llibertat en un entorn de respecte mutu i tolerància. Els membres de l'equip hauran de treballar conjuntament per aconseguir un intercanvi transparent i cooperatiu de la informació en tot els assumptes relacionats amb el projecte. L'equip IPD estarà format per una sèrie de clústers, el quals constaran d'un clúster líder (professional que participa en la etapa de validació, el conjunt de clústers líders sumat a la direcció del projecte, contractista i client formaran el que es denomina com EQUIP INTEGRAT.
- 2.3. Col·locació dels equips i Big-Room:** Es desenvoluparà una col·locació física dels equips de treball (clústers) en una sala amb la finalitat de generar la col·laboració entre tots i la transparència de informació ràpida i cartera.
- 2.4. Reunió de membres de clúster:** Les reunions del clúster líder es realitzarà un cop a la setmana. La resta de membres de cada clúster de treball realitzarà reunions diàries d'acord a les necessitats on tractaran temes com selecció de materials, processos constructius i equips, recomanacions sobre viabilitat de construcció, estacions i elaboració de cronogrames que seran més concretats en les reunions de clúster líder.
- 2.5. Substitució de participants:** la direcció de projectes i el client, no pot substituir cap participant sense abans haver decidit una reunió sota l'opinió de la resta de l'Equip Integrat.

3. Manipulació de la informació i aprovació de canvis en la fase de disseny

3.1. Innovacions i criteris de constructibilitat: Les innovacions i millores continues que es proposen per part dels diferents membres ha de ser sustentat i comunicada als clúster líder per la seva presentació i aprovació durant la reunió d'Equip Integrat.

3.2. Sol·licitud de criteris de disseny del client: El membre innovador haurà de comunicar a director d'obra (Tècnic 1), que forma part de cada clúster, aquest últim haurà de transmetre i processar la sol·licitud durant la reunió d'Equip Integrat per sol·licitar-la al client. Per la selecció d'aquest criteri, els clústers líders han d'aconsellar al client en la seva decisió.

3.3. Restriccions legals de projecte: El client i el director del projecte, a través de cada clúster líder han de transmetre les restriccions legals del projecte per la seva consideració a la resta de membres en la elaboració del disseny del projecte. les restriccions han de ser processades i treballades en conjunt amb el client abans d'iniciar el disseny, per assignar un cost de contingència al projectes.

4. Control de costos del projecte: A continuació es presenten les consideracions del cost màxim permès, les causes de modificació del CMP i el programa d'incentius proposat mitjançant el benefici i riscos compartits.

4.1. Estimació del Cost Màxim Permès: En l'etapa de validació mitjançant les reunions de recol·locació de propòsits i valors del client, reunions de pre-disseny i de restriccions del projecte, s'estimarà el Cost Màxim del projecte, el qual inclourà preus proposats per els diferents participants conjuntament amb el director d'obra. Aquests costos inclouran els costos directes, costos indirectes i les despeses generals dels propis participants. El director aprovarà l'estimació del Cost Màxim Permès.

Aquest haurà de ser menor al cost de mercat definit en l'estudi de mercat, per poder continuar amb el desenvolupament del projecte.

- 4.2. Estimació del valor objectiu en funció del disseny:** Els principals interessats encarregats del projecte (els clústers líders) hauran d'estimar un cost objectiu basat en el pre-disseny requerit per el client, sense afectar els requeriments d'aquest amb la finalitat de promoure una millora continua i reduir els costos.
- 4.3. Modificació del Cost Màxim Permès:** El Cost Màxim Permès es convertirà en un altre valor per sol·licitud addicional del client o reducció sol·licitada per algun canvi en algun criteri de valor de disseny.
- 4.4. Beneficis i riscos compartits / incentius i premis:** Amb la finalitat de motivar la reducció de costos del projecte, sense afectar la qualitat del projecte, el client a través de la gerència de projectes proposa un programa de beneficis i riscos compartits, els quals queden definits de la manera següent.
 - a. Si el cost final de l'obra estigues entre el 97% i 103% del Cost Màxim Permès, no hi haurà cap bonificació ni penalització per el participants contractuals.
 - b. Si el cost final de l'obra fos menor al 97% però o igual o major al 90% del Cost Màxim Permès, l'estalvi es partirà 50 % per el participants contractuals i 50% per el client-promotor.
 - c. Si el cost final de l'obra fos menor al 90% del Cost màxim permès, s'aplicaria l'indicat en l'apartat b) del repartiment de l'estalvi corresponent al rati comprès entre menys de 97% i fins al 90% d'aquest cost màxim permès; i l'estalvi per sota del 90% serà el 25% per el client-promotor i el 75% per els participants contractuals.
 - d. Si el cost final de l'obra fos major al 103% però inferior o igual al 110% del Cost Màxim Permès, el sobrecost serà assumit 50% del cost directe per el client-promotor i la resta per els participants contractuals.
 - e. Si el cost final de l'obra supera el 110% del Cost Màxim Permès, serà aplicable l'apartat d), per el rati comprès entre més de 103% i fins al 110% del Cost Màxim Estimatiu; i el sobrecost per excés del 110% serà assumit per els interessats contractuals fins al límit del 103 %,

superant aquest límit s'activarà el cobrament de les fiances sol·licitades a l'inici del projecte que són:

- Fiança de fidel compliment 10% del CMP
- Fiança per avançament 20% CMP

4.5. Target Value Design: L'equip IPD designaran un cost objectiu. Aquest cost ha de ser inferior al CMP amb la finalitat de promoure la innovació, millora continua i col·laboració entre totes les especialitats per afegir valor al projecte sense afectar la qualitat del projecte i les necessitats del client.

ANNEX 7: ACTES DE REUNIONS DE TALLERS DE PROPÒSITS I VALORS, DISSENY I RESTRICCIONS DURANT L'ETAPA D'AVALUACIÓ DEL PROJECTE.

Taula 1. Acta de Reunió N°1

PROYECTE	Habitatge unifamiliar	FASE	Avaluació de projecte
DATA	xx-xx-xxxx	TEMA	Propòsits i valors, criteris de disseny
LLOC	Estudi d'Arquitectura i Enginyeria	CLIENT	Promotor privat
MODALITAT CONTRACTUAL	Integrated Project Delivery	Nº	1

I. PARTICIPANTS		
NOMBRE	INICIAL	EMPRESA
Tècnic 1	T1	Estudi d'Arquitectura i Enginyeria en l'Edificació SL
Tècnic 3	T3	Estudi d'Arquitectura i Enginyeria en l'Edificació SL
Antonio Martínez	AM	Promotor privat (client)
David Gomez	DG	Electricista
Jordi Sala	JS	Estructura
Carles Nieto	CN	Contractista principal

II. AGENDA	
Objectiu del taller	PUNTS DE REUNIÓ
Propòsits i valors	1. Presentació del participants al grup
	2. Revisió del contracte (clàusules i consideracions bàsiques)
	3. Introducció de sistema integrat IPD i Target Value Design
	4. Definició de "que" és valor per el client
	5. Jerarquització de propòsits i valors per el client
Restriccions del projecte	7. Presentació de terreny i paràmetres de disseny de la zona
	8. Acotació de fons màxim d'inversió del client
	9. Temps màxim d'entrega de projecte
	10. Presentació de flux de caixa i indicadors econòmics
	11. Presentació de restriccions de la zona del terreny (Normativa urbanista)
Propòsits y valors	1. Criteris d'obtenció de certificació LEED
	2. Distribució d'espais
	3. Àrees comunes i la seva relació entre elles
	4. Anàlisi de tipus d'il·luminació i estalvi energètic
	5. Anàlisi tèrmic
	6. Anàlisi acústic
	7. Accessibilitat
	8. Tecnologia d'espais per la xarxa de telecomunicacions
	9. Requeriments i anàlisi conceptual de propostes dels participants per el disseny del projecte
	10. Data d'entrega i presentació de la proposta inicial (distribucions de l'espai)

Tabla 5.- Format actes reunions. Font. Elaboració pròpia

Taula 2. Acta de Reunió N°2

PROYECTE	Habitatge unifamiliar	FASE	Avaluació de projecte
DATA	xx-xx-xxxx	TEMA	Propòsits i valors, criteris de disseny
LLOC	Estudi d'Arquitectura i Enginyeria	CLIENT	Promotor privat
MODALITAT CONTRACTUAL	Integrated Project Delivery	Nº	2

I. PARTICIPANTS			
NOMBRE	INICIAL	EMPRESA	
Tècnic 1	T1	Estudi d'Arquitectura i Enginyeria en l'Edificació SL	
Tècnic 3	T3	Estudi d'Arquitectura i Enginyeria en l'Edificació SL	
Antonio Martínez	AM	Promotor privat (client)	
David Gomez	DG	Electricista	
Jordi Sala	JS	Estructura	
Carles Nieto	CN	Contractista principal	

III. AGENDA			
Objectiu del taller	PUNTS DE REUNIÓ	Objectiu del taller	PUNTS NOUS A TRACTAR
Disseny	1. Presentació de la proposta inicial (distribució de l'espai interior i exterior) en funció de les característiques per part dels participants en arquitectura i estructures)	Disseny	1. Presentació de Cronograma inicial proposat
	2. Anàlisi en funció dels requisits de la resta de participants		2. Presentació de Cost màxim Permès (CMP)
	3. Avaluació financera del projecte		
	4. Aprovació de desenvolupament de projecte		

Taula 3. Acta de reunió N° 3

PROYECTE	Habitatge unifamiliar	FASE	Avaluació de projecte
DATA	xx-xx-xxxx	TEMA	Propòsits i valors, criteris de disseny
LLOC	Estudi d'Arquitectura i Enginyeria	CLIENT	Promotor privat
MODALITAT CONTRACTUAL	Integrated Project Delivery	Nº	3

I. PARTICIPANTS			
NOMBRE	INICIAL	EMPRESA	
Tècnic 1	T1	Estudi d'Arquitectura i Enginyeria en l'Edificació SL	
Tècnic 3	T3	Estudi d'Arquitectura i Enginyeria en l'Edificació SL	
Antonio Martínez	AM	Promotor privat (client)	
David Gomez	DG	Electricista	
Jordi Sala	JS	Estructura	
Carles Nieto	CN	Contractista principal	

III. AGENDA			
Objectiu del taller	PUNTS DE REUNIÓ	Objectiu del taller	PUNTS NOUS A TRACTAR
Disseny	1. Presentació de cronograma inicial proposat	Disseny	1. Elaboració del Target Cost per els participants del projecte
	2. Presentació de Cost Màxim Permès		2. Formació d'equips integrats de treball
	3. Avaluació de desenvolupament de projecte		3. Ubicació del Big-Room
	4. Aprovació de desenvolupament de projecte		4. Distribució de informació de clúster líders a la resta de professionals als diferents equips

ANNEX 8: CÀLCUL DEL COST MÀXIM PERMÈS

	Projecte tipus A	Projecte tipus B
Ubicació	Olot	Olot
Àrea de terreny (m2)	305,41	305,41
Àrea de superfície cosntruida (m2)	258,76	258,76
FUNCIONALITAT	No utilització de sistemes de control domòtic	Espais oberts amb incorporació de tecnologia dominica
TIPUS D'ACABAT (Segons les característiques de sistema de gestió sol·licitats)	taulers de banys i cuines de xapats, parets enguixades i pintades, envans ceràmics	Taulers de banys i cuines de granit, paviment de parquet de fusta natural, envàs de cartró guix i parts traspostades
Fons màxim d'inversió (fora de terreny) Rati de disseny €/m2 - inclou cotos de despeses generals	Gestió del producte IPD, certificació LEED	
professionals des de l'etapa de disseny	5	5
Rati de construcció €/m2 (costos disseny)	26	213
Rati de construcció €/m2	1.400,80	1.360,80
Costos de projecte (Disseny + construcció)	6.727,76	55.115,88
	362.471,01	352.120,61
Selecció del tipus de projecte a desenvolupar	369.198,77	407.236,49

Tabla 6.- Càlcul Cost Màxim Estimat. Font. Elaboració pròpia

Pel que fa al valor de €/m² de enginyeria, són preus extrets del mercat, en funció de la seva aplicació en el projecte sent el tipus b més alta. El valor de €/m² de construcció, són valors extrets segons les alterativa que va desenvolupar l'equip IPD.

El client va aprovar l'alternativa B, per tant, és calcula que el Cost Màxim Permès, és de 407.236,49 € ja que no és important no quedar seleccionat el valor límit per el risc a sobre passar el Fons màxim de la inversió.

A partir del valor seleccionat es pot arribar al Cost Objectiu del projecte.

ANNEX 9: ESQUEMA DE LA BIG-ROOM PROPOSADA

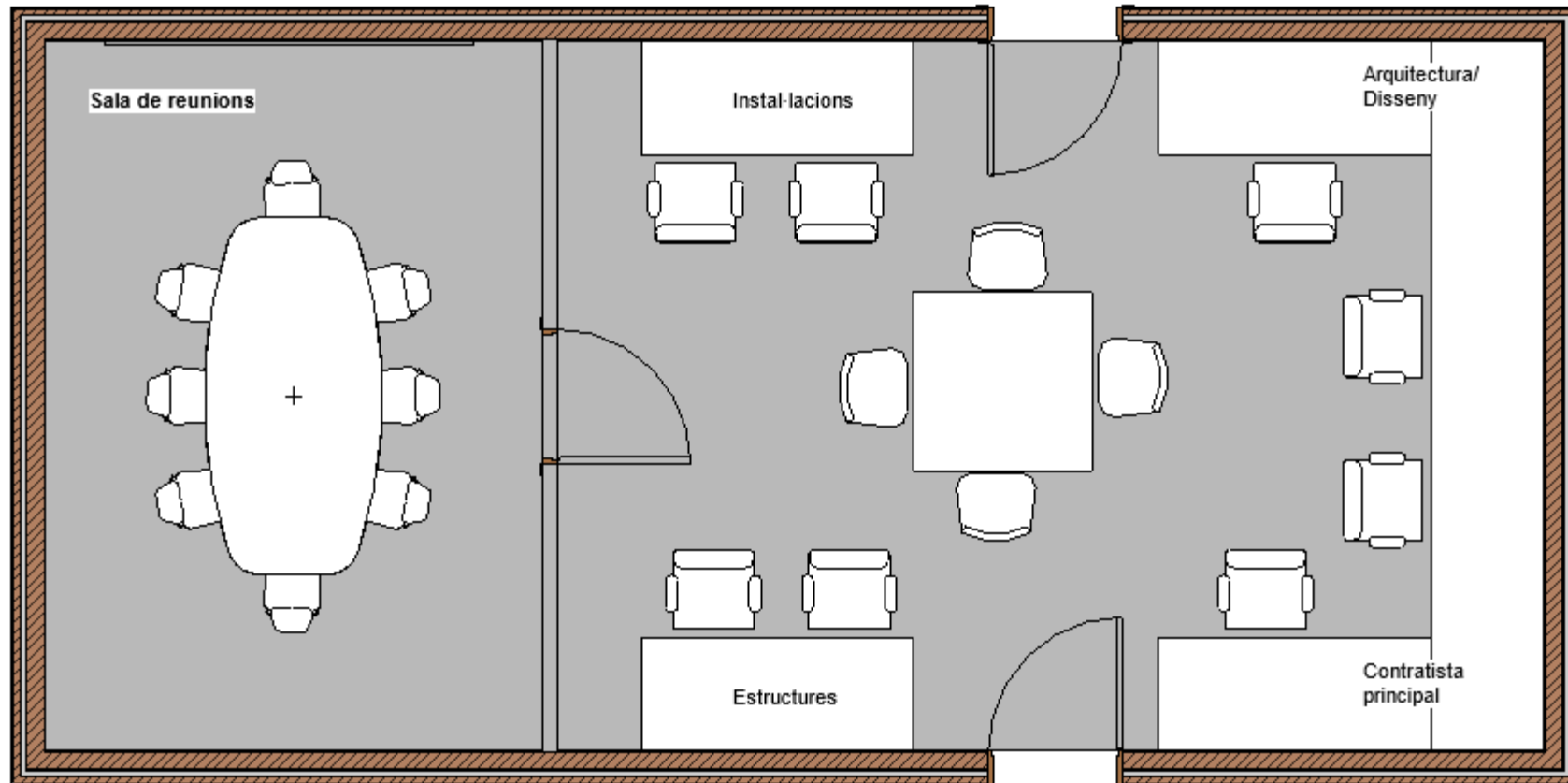


Tabla 7.- Plànol de Big-Room. Font. Elaboració pròpia basat en la llibre de la Cristina Ayalts.¹

¹ Ayats, C. (2015). *LEAN: Diseño y Construcción*. Madrid. Editorial Circulo Rojo. Pàg. 133

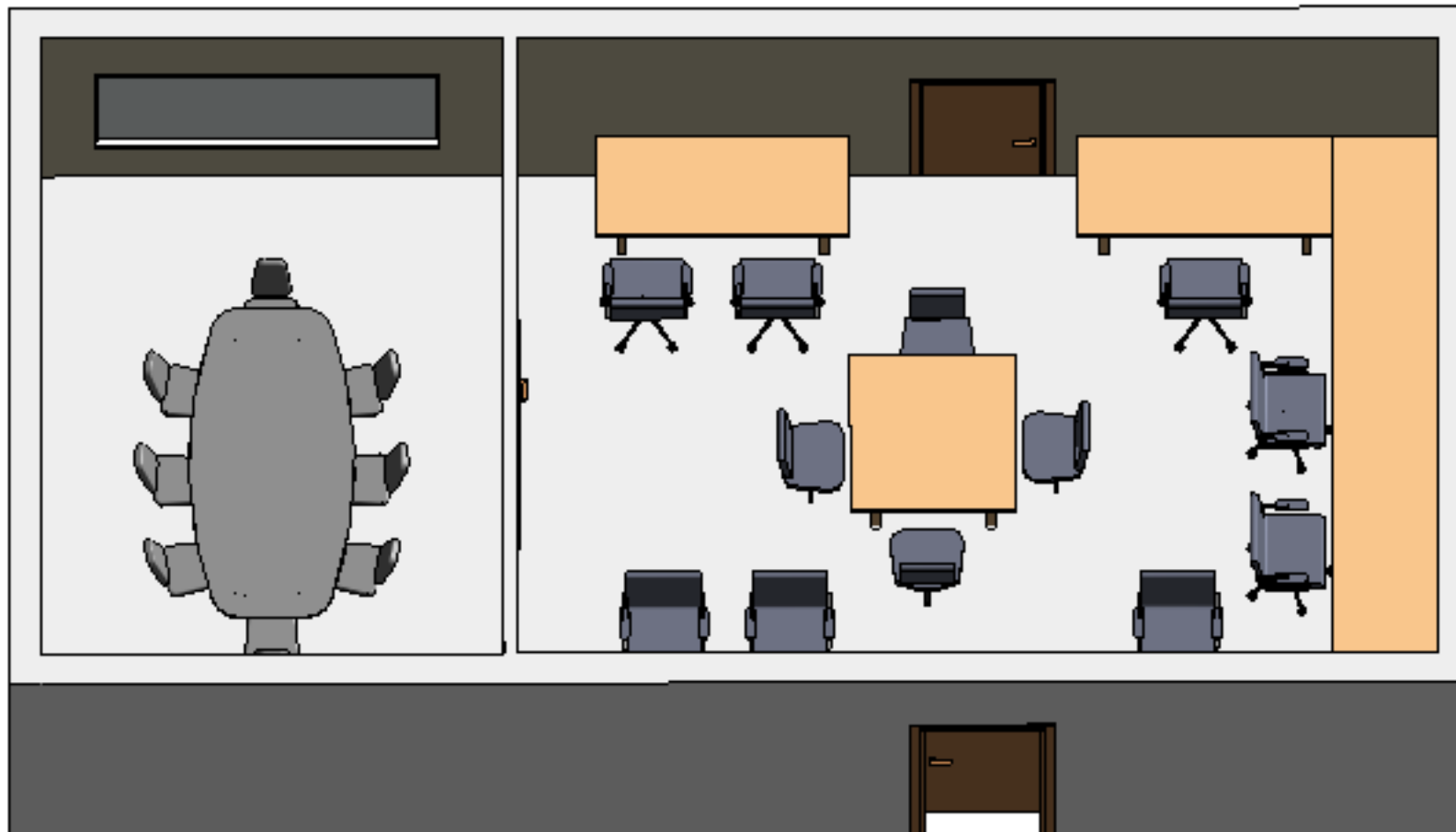


Tabla 8.- Plànol de Big-Room. Font. Elaboració pròpia basat en la llibre de la Cristina Ayalts.

ANNEX 10: CRONOGRAMA DE FASE DE DISSENY I PLANIFICACIÓ DEL PROJECTE

	MES 1		MES 2		MES 3		MES 4	
	15 DIES	30 DIES	45 DIES	60 DIES	75 DIES	90 DIES	105 DIES	120 DIES
TREBALLS PREVIS	EQUIP DESPATX PERALITZA ELS PRIMERS DISSENY	L'EQUIP DEL DESPATX CONSTINUA I ENTREN ELS CONTRACTISTA PRINCIPAL, EQUIP INSTAL·LACIONS, ESTRUCTURES I FUSTERIA	TEMPS PROGRAMAT PER LA APLICACIÓ DE CRITERIS DE CONSTRUCTIBILITAT I CERCA DE LA REDUCCIÓ DEL COST INICIAL. (TOT L'EQUIP IPD)	TEMPS EFECTIU DE TREBALL DE L'EQUIP	PRESENTACIÓ DE COST OBJECTIU PER LA FASE DE CONSTRUCCIÓ I APROBACIÓ DEL CLIENT	ENTREGA DE PLANEGAMENT DE TREBALL APUNT PER COMENÇAR L'EXECUCIÓ	SOLICITUD DE LLICENCIES A L'AJUNTAMENT I CONTRACTACIÓ DE LES ASSEGURANCES DE RESPONSIBILITAT CIVIL I ASSEGURANCES DESENALS	
MOVIMENT DE TERRES								
FONAMENTS								
MURS								
ESTRUCTURA D'ACER								
FORJATS								
IMPERMEABILITZACIÓ								
ESCALES EXTERIORS I BARBACANA								
PAVIMENTS DE FORMIGÓ								
PAVIMENTS TERRASSES								
COBERTA								
PARETS DE TANCAMENTS								
AÏLLAMENTS								
EMMARCATS I PREMARCS								
PLADUR								
ELECTRICITAT								
CALEFACCIÓ I AIGUA								
TERRA RADIANT								
SANEJAMENT								
BARANES I ESCALES								
FUSTERIA EXTERIOR								
FUSTERIA INTERIOR								
PARQUET								
PINTURA								
CUINA								
MURETS EXTERIORS								

Tabla 9.- Cronograma de Fase de disseny i planificació. Font eleboració pròpia

ANNEX 11: PROPOSTA DE PLANEJAMENT MESTRES

FITES, RISCOS I SUBMINISTRAMENTS

Relació de fites principals

- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1. Murs | 7. Envans |
| 2. 1er Sostre | 8. Terra radiant |
| 3. 2on forjat | 9. Aluminis |
| 4. Coberta | 10. Parquet |
| 5. Tancaments ext. | 11. Mobles de cuina |
| 6. Trasdossats | 12. Acabats |

Cronograma

Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8
Mov. de terres i fonamentació	Estructura i pav. exteriors	Coberta i treballs de tancament ext. i inter.	Instal·lacions i parquet interior	Fusteries interiors i exteriors.	Vacances personal Agost	Pintura i acabats	

Riscos del projecte

1. Coordinat als agents
2. Estructura metàl·lica
3. Realització de la barbacana
4. Replè rampa (per poder accedir a l'obra)
5. Terra radiant

Relació subministraments crítics

1. Formigó
2. Teula especificada planejament (difícil de trobar a la zona)
2. Xemeneies
3. Plaques solars
4. Encofrats del Mur Corbat
5. Antena (anclatge)

Il·lustració 1.- Plantejament del planning mestre. Font. Elaboració pròpia basat en les jornades Lean impartides a l'Universitat de Girona per Victor Roig.

	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre
TREBALLS PREVIS								
MOVIMENT DE TERRES								
FONAMENTS								
MURS								
ESTRUCTURA D'ACER								
FORJATS								
IMPERMEABILITZACIÓ								
ESCALES EXTERIORS I BARBACANA								
PAVIMENTS DE FORMIGÓ								
PAVIMENTS TERRASSES								
COBERTA								
PARETS DE TANCAMENTS								
AÏLLAENTS								
EMMARCATS I PREMARCS								
PLADUR								
ELECTRICITAT								
CALEFACCIÓ I AIGUA								
SANEJAMENT								
BARANES I ESCALES								
FUSTERIA EXTERIOR								
FUSTERIA INTERIOR								
PARQUET								
PINTURA								
CUINA								
MURETS EXTERIORS								

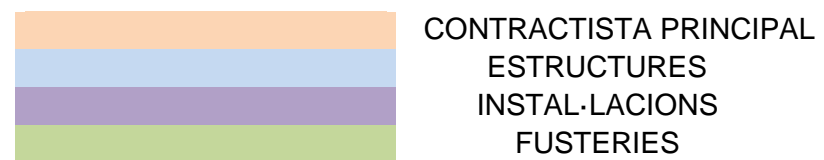


Tabla 10.- Planejament mestre. Font. Elaboració pròpia.

ANNEX 12: EXEMPLE DE LA COMPTABILITAT DEL PROJECTE

COMPTABILITAT DEL PROJECTE (EMPRESA DE ESTRUCTURES)			
DESPESES CLIENT		FACTURES EMESES PER L'EMPRESA	
kg d'acer de Perfil metàl·lic HEB 140	4.251,75 €	FAC 0001	4.251,75 €
kg d'acer per Perfil metàl·lic HEB 240	17.354,06 €	FAC 0002	17.354,06 €
kg d'acer per Cèrcols	13.296,26 €	FAC 0003	13.296,26 €
kg d'acer per jau	1.216,05 €	FAC 0004	1.216,05 €
Total despesa	36.118,12 €	Total import facturat	36.118,12 €

Tabla 11.- Exemple comptabilitat del projecte. Font. Elaboració pròpia.

ANNEX 13: EXEMPLE D'APLIACIÓ DEL L'INFORME A3+ CBA PER LA PRESA DE DECISIONS.

CANVI DEL SISTEMA D'ENCOFRAT DELS MURS PER REDUIR COSTOS					
Descripció: La subcontracta va comunicar al contractista principal que el sistema d'encofrat proposat en la fase de disseny es pot millorar.	Factor/criteri	Alt. 1	Alt.2	Alt.3	
		Cost	12.543,47€	7.898,23€	11.782,3€
		Estètica	Òptim	bo	Molt bo
Situació: Murs garatge.	Constructibilitat	Molt bona	Bona	acceptable	
La primera alternativa és la que ja esta definida al projecte. La segona i la tercera són les proposades per l'empresa d'encofrats i ells aposten per la segona opció.	residu de material	No	No	Sí	
	Els encofradors recomanen la segona opció				
	L'equip IPD decideix, en una de les reunions setmanals selecciona l'opció 2				

Tabla 12.- Exemple informe A3 + CbA. Font. Elaboració pròpia.

ANNEX 14: EXEMPLE UTILITZACIÓ EL QUADRE COMBINAT DE TREBALL ESTANDARITZAT

Planta Semisoterrani, P. Baixa i P. Pis		Dia 07/05/20							
Treballador	Tasca	1	2	3	4	5	6	7	8
Operari 1	Enrajolat paret banys PB								
	Enrajolat paret bany PP								
Operari 2	Enrajolats cuina								
	Col·locació Sòcol bany PSS								

Tabla 13.- Exemple del quadre combinat del treball estandaritzat. Font elaboració propia.

ANNEX 15: EXEMPLE D'INSTRUCCIONS PER LA COL·LACIÓ DE PLAQUES SOLARS

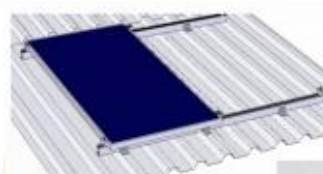
Guía rápida de conexión a red



1

Sujeciones mecánicas

Fijar firmemente el inversor y la estructura siguiendo las instrucciones de cada equipo. Los módulos fotovoltaicos han de instalarse en un lugar libre de sombras y preferiblemente entre 30° y 50° con orientación SUR.



Comprobar que las sujeciones no entorpezcan el futuro conexionado eléctrico



2

Conexiones eléctricas 1

Conectar la estructura, paneles y la carcasa del inversor a tierra según normativa. (EN 50178). Asegurándose de que el inversor está en la posición "off", conectar a corriente alterna siguiendo las instrucciones del inversor.



Asegúrese de comenzar los trabajos en ausencia de tensión tanto de CC como de CA hacia el inversor

3

Conexiones eléctricas 2

Conectar los paneles en serie, utilizando sus conectores dejando un positivo libre en un lado del string y otro negativo en el lado opuesto. En el caso de tener que alargar los cables utilizar la sección acorde y realizar conexiones estancas hasta llegar al inversor.



4

Puesta en marcha

Seguir las instrucciones del fabricante del inversor y asegurarse de que todo está bien conectado y fijado antes de poner el interruptor en "on".



Guía rápida de instalaciones pequeñas de fotovoltaica aislada.

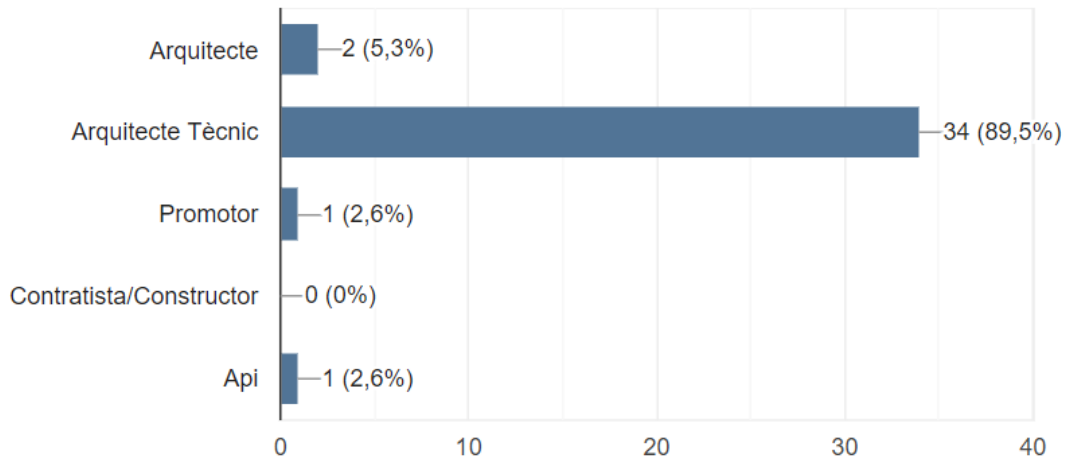
Para conservar la garantía de los equipos es necesario que la instalación sea realizada por un técnico cualificado.

No sustituye las instrucciones de montaje de cada equipo, las cuales son necesarias leer antes de realizar cualquier conexión.

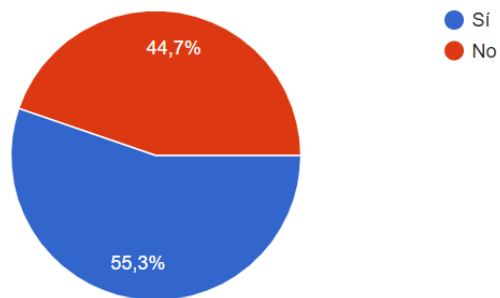
Ante cualquier duda o consulta póngase ANTES en contacto con Fusión energía solar. Un técnico le resolverá su consulta. tecnico@fusionenergiasolar.es

ANNEX 16: ENQUESTA REALITZADA A PROVINCIA DE GIRONA PER VALORAR EL NIVELL DE CONEIXEMENT DE LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓ.

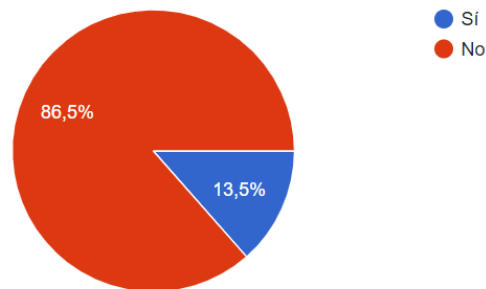
1. 1. Indica quin és el teu perfil professional.



2. I de Lean Construction?



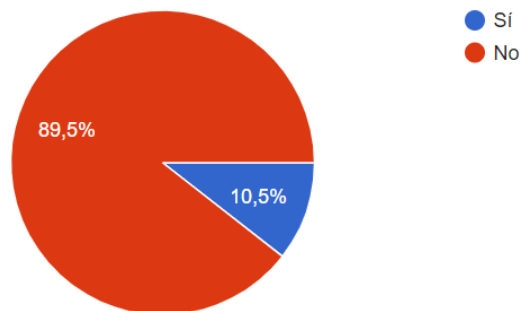
3. Tens coneixement de alguna obra on s'hagi implementat aquesta filosofia en la província de Girona? I a nivell estatal?



En cas afirmatiu, indica quina.

La major dels han respòs que sí, coincideixen en van participar en la reforma de l'hospital Santa Caterina a Salt, Girona.

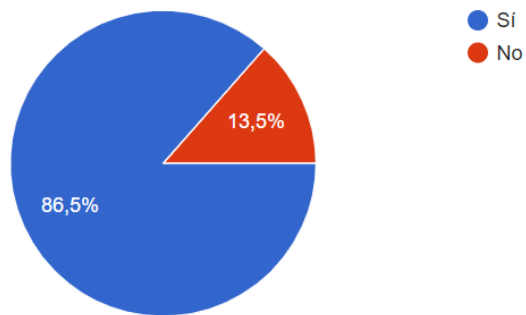
4. Has participat mai en una obra on s'hagin implementat algunes de les eines del sistema Lean?



Si és que sí, quina de les eines vau implementar?

La majoria que ha respòs que sí coincideix en van utilitzar l'eina de Last Planner System.

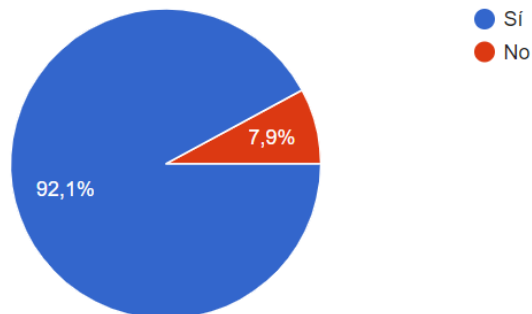
5. Creus que és necessari un canvi en el sistema de construcció tradicional, pel que a fa a la gestió de l'obra?



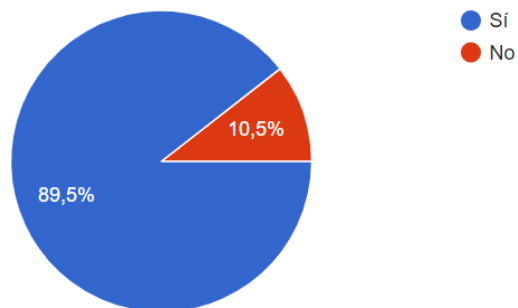
Justifica la teva resposta.

La majoria creu que el sistema tradicional és poc eficient, que cal optimitzar els processos, millorar la relació cost-qualitat-temps.

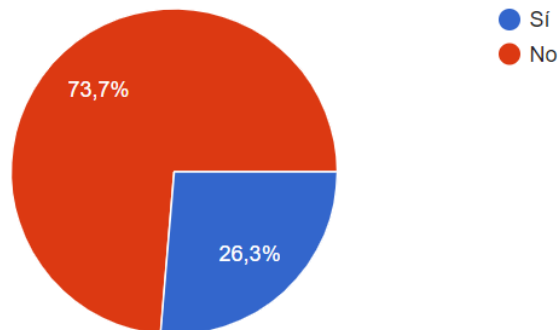
6. T'agradaria saber més d'aquesta sobre aquesta nova filosofia de treball?



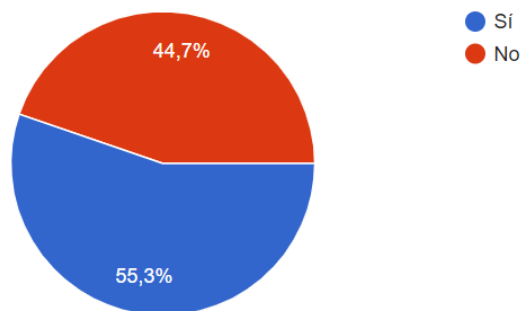
7. Estaries disposat a realitzar formacions per aprendre més sobre la implantació del la Filosofia Lean Construction en la teva organització, obra o inversió?



8. Sabies que molts països d'Amèrica com és el cas de Xile i els Estats Units, ja fa unes quantes dècades que utilitzen Lean Construcció?



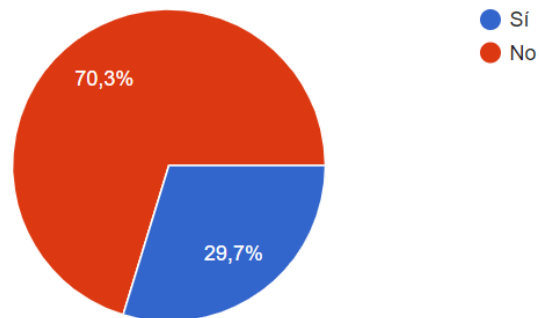
9. Creus que Espanya es sumarà a aquesta nova filosofia o per el contrari continuarà amb el sistema tradicional?



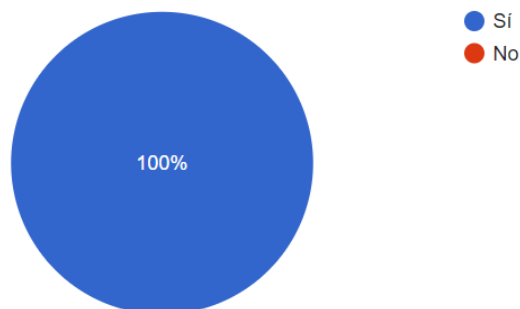
Justifica la teva resposta

La majoria dels enquestats considera que la aplicació d'aquesta nova filosofia serà difícil a Espanya, ja té molt arraïmat el sistema tradicional i consideren que la mentalitat dels professionals a Espanya és molt tancada.

10. Un dels principis bàsics de la filosofia de treball Lean, és la confiança entre tots els agents que intervenen en l'obra, creus que el sistema tradicional potencia aquesta confiança?



11. Si et donessin la possibilitat d'intervenir en una obra on s'hagi d'implantar el sistema Lean i prèviament has rebut formació, estaries disposat a participar.



Justifica la teva resposta

Tots el enquestats van estar d'acord en que seria una bona experiència participar en una obra on s'utilitzin eines de Lean Construction, i el considerarien una oportunitat de canvi.

A partir de les respostes rebudes s'ha arribat a la conclusió de que la majoria professionals del sector a la província de Girona, no tenien coneixement de la filosofia Lean Construction i que l'obra de referència que va implementar aquesta filosofia és l'ampliació de l'Hospital Santa Caterina.

La majoria dels professionals consideren que el sector de la construcció necessita un canvi, i consideren que la construcció tradicional no és eficient i que si tinguessin l'oportunitat participarien en una obra en la que poguessin posar en practica les eines de que disposa la filosofia Lean.

Universitat de Girona. Escola Politècnica Superior.

IMPLANTACIÓ DE LA FILOSOFIA LEAN EN UN DESPATX D'ARQUITECTURA.

RESUM.

Andrea Aguilar
3-9-2020

El present treball final grau es centra en l'aplicació de la filosofia Lean Construction, mitjançant algunes de les seves eines, en un despatx d'arquitectura i enginyeria amb la finalitat de millorar la gestió del despatx i tot el procés de producció d'un projecte.

Per desenvolupar aquest treball s'ha estructurat formalment en tres parts.

En el primer bloc, es realitza un breu anàlisi de la situació de la construcció tant a nivell europeu com a nivell estatal, basat en el sumari que publica l'ITec, extret de les convencions que celebra l'Euroconstruc. En aquest sumari es preveu que el creixement dels pròxims anys sigui negatiu, a això s'ha de sumar l'afectació de la pandèmia COVID19, que ha originat una situació d'incertesa provocant un augment del decreixement previst pels propers anys.

En aquest apartat també es posa en situació el marc teòric de la filosofia Lean Construction, explicant els seus principis bàsics i les seves tècniques més característiques.

Així com també s'explica els inicis de la filosofia Lean a la companyia automobilística Toyota Motors, que es desenvolupa després de la Segona Guerra Mundial. Neix de la necessitat de millorar la producció i superar el model proposat per Ford o General Motors, als Estats Units d'Amèrica.

És important conèixer els inicis de la filosofia Lean perquè a la dècada dels 80 es quan es va començar a estudiar la possibilitat d'adaptar aquesta filosofia al sector de la construcció, de la mà de Lauri Koskeli. Posteriorment amb l'aportació d'altres arquitectes com Glenn Ballard, entre altres, es va desenvolupar el que avui es coneix com la filosofia Lean Construction.

En el segon bloc de treball s'explica amb detall les eines de la Filosofia Lean que es proposen implantar al despatx Estudi d'Arquitectura i Enginyeria en l'Edificació. Concretament es desenvolupen les següents eines:

- 5s (cinc esses)

És una eina de gestió visual que permet organitzar la zona de treball. Amb la seva aplicació s'obtenen zones visuals estructurades, ordenades i netes, que dona lloc a un increment de la productivitat, la seguretat, la qualitat i el nivell global de millora del entorn laboral.

- Kanban

És un eina que permet controlar el flux de treball mitjançant l'elaboració d'un tauler visual format per diferents columnes segons les necessitats, les tasques o les activitats que es

representen amb targetes, les quals poden contenir tota la informació de la tasca que l'usuari desitgi. Les targetes es van movent entre les columnes segons l'estat de la tasca, i d'aquesta manera es pot identificar el flux de treball i els embussos que es puguin produir.

- Informe A3

És un informe que s'utilitza per presentar de forma estructurada i visual un problema que pugui sorgir durant tot el procés productiu. L'objectiu és que, amb una fulla de paper A3, el destinatari de l'informe sigui capaç d'entendre la situació i poder, en cas de ser necessari, prendre les mesures oportunes per solucionar-lo.

- Choosing by advantages

És una eina que s'utilitza per prendre decisions en la fase de disseny del projecte. Consisteix en valorar diferents opcions i analitzar els avantatges d'aquestes. La principal característica d'aquesta eina és que no valora els inconvenients de les opcions a estudiar, ja que considera que s'estaria analitzant el mateix concepte dues vegades.

- Last Planner System o sistema de l'últim planificador (LPS)

És una eina de planificació per desenvolupar el projecte de forma col·laborativa, amb un sistema "Pull". Es realitza una planificació en cascada (amb graus de definició segons la proximitat). Treballant des de l'objectiu cap a enrere. D'aquesta manera són els que realitzaran el treball els que determinaran els seus compromisos, adquirint un major grau de fiabilitat.

- Integrated Project Delivery o gestió de projecte integrat (IPD)

És un sistema d'administració, on les persones, els grups i les estructures treballen de forma col·laborativa. D'aquesta manera, s'aprofiten els punts de vista de tots per augmentar el valor i reduir les pèrdues.

Des del principi, es reuneixen promotor, projectista, consultors, constructora, sub-contractistes principals i tècnics, amb l'objectiu de crear una visió de conjunt i que tots siguin capaços de gestionar el projecte aplicant la metodologia Lean.

Es pretén augmentar la implantació i la compressió del projecte per part de tots els participants, resolent un dels principals problemes de la construcció. Per poder dur a terme aquesta col·laboració, els participants comparteixen els riscos i els beneficis i també participen en la presa de decisions.

- Target Value Design o disseny a valor objecte (TVD)

Es tracta d'una eina social per dissenyar i redissenyar el projecte des de la seva concepció fins la seva execució. S'incorpora a la discussió, en al fase de disseny, a tots els participants en la seva construcció. En tot moment es coneix quin és el cost del projecte i es treballa amb interdisciplinarietat (promotor, projectista, constructora i tècnics) en l'evolució del disseny. D'aquesta manera es treballa per obtenir el millor valor sense augmentar el cost. En paral·lel al desenvolupament del projecte, es desenvolupa la constructibilitat i el pressupost. En tot el procés els equips multidisciplinaris s'encarreguen d'innovar el projecte.

En el darrer bloc, es fa una proposta d'implantació de les eines explicades al bloc anterior, estructurades en tres nivells:

- En el primer nivell, es presenta la metodologia a seguir per la implantació de les eines Kanban i les 5s, amb l'objectiu de millorar la gestió i organització del despatx d'arquitectura i enginyeria.
- En el segon nivell, es proposa implantar les eines Target Value Design i Integrated Project Delivery, en tota la fase de disseny d'un projecte executiu per la construcció d'un habitatge unifamiliar; dut a terme per el despatx objecte d'aquest Treball Final de Grau, amb l'objectiu d'identificar el valor pel client, amb un projecte més detallat que busca la millorar continua integrant els agents en una etapa inicial.
- El darrer nivell, és l'execució de l'obra, aquesta fase en concret, no es desenvolupa a fons en el present treball, ja que és una obra en curs del despatx i no s'han obtingut dades reals, però si que s'enumeren un seguit d'eines de Lean Construction per dur a terme el control de la producció, com són el Last Planner System, A3 + CbA, i quadres de control diari.

A la figura següent queden representades totes les eines comentades de la filosofia Lean que es proposen implantar, classificades en les diferents fases d'implantació.

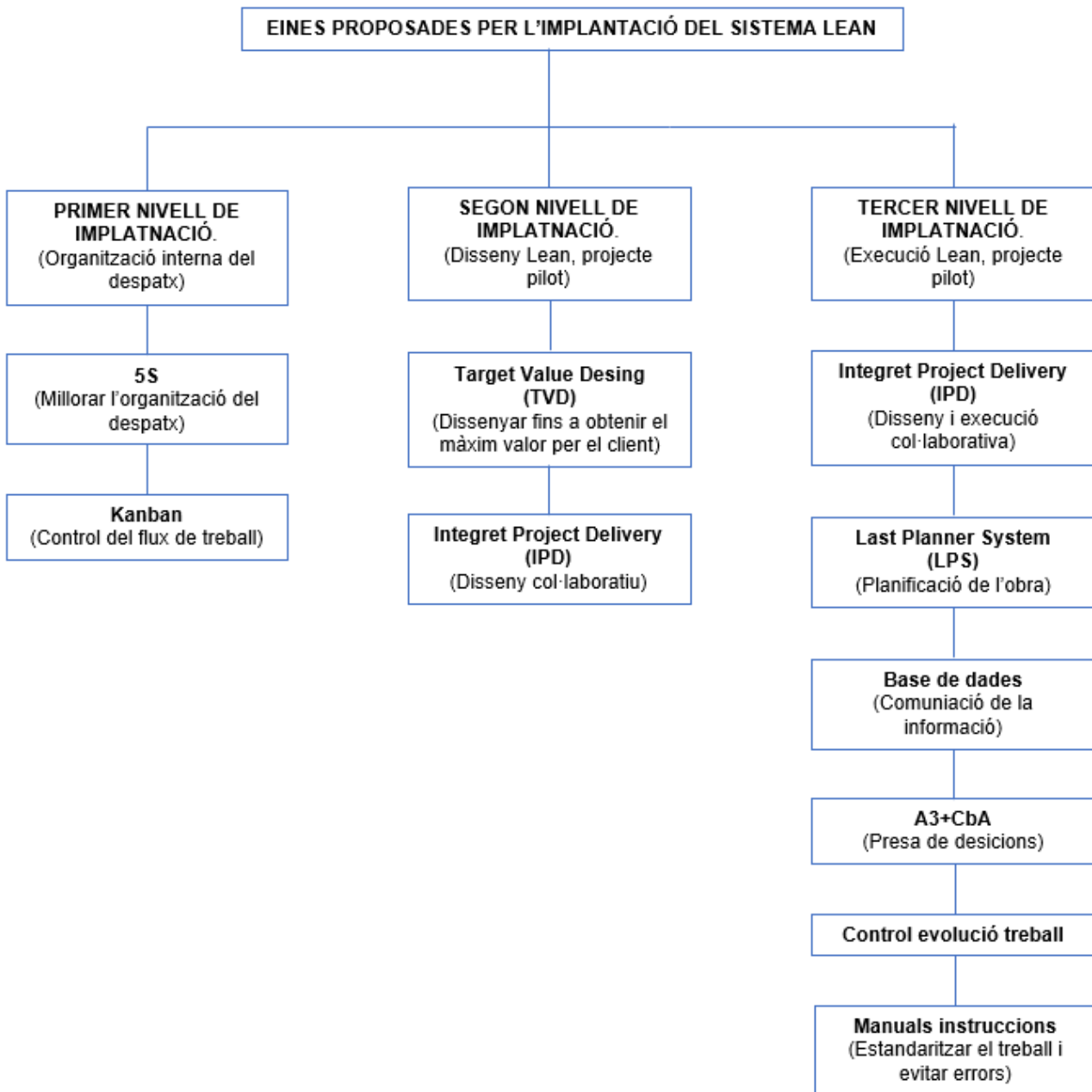


Figura 1.- Esquema de les eines utilitzades per fases. Font. Elaboració pròpia.

La finalitat és que l'empresa sigui altament competent i eficient, per oferir un millor servei i aconseguir la satisfacció dels clients, però també adquirir coneixements sobre aquesta filosofia de treball.