

Treball Final de Carrera

*Aplicació del Value Stream Map (VSM)
en un sistema de producció de feltres
insonoritzants per a l'automòbil*

Eros Robledo Moreno

Enginyeria d'Organització Industrial

Directora: Anna Bonfill Teixidor

Vic, Juny de 2013

ÍNDIX DEL CONTINGUT

MEMÒRIA

Resum

Agraïments

1.	Introducció	20
1.1	Antecedents	20
2.	Objectius del projecte.....	24
2.1	Objecte.....	24
2.2	Abast.....	25
2.3	Especificacions	26
3.	El pensament Lean Manufacturing.....	28
3.1	Orígen	28
3.2	Objectius.....	31
3.3	Beneficis.....	33
3.4	Principis.....	34
3.5	Mudes / Malbarataments.....	37
3.6	La millora continua	45
4.	Value Stream Map	50
4.1	Introducció i objectius del VSM.....	50
4.2	Metodologia	54
4.2.1	Procediment estat actual	56
4.2.2	Procediment estat futur	62
4.3	Simbologia	69
4.4	Dades necessàries	74
4.4.1	Indicadors / Ratis.....	76
5.	Cas d'estudi	82
5.1	Presentació del producte.....	83
5.2	Presentació del procés.....	92
5.3	Aplicació	125
5.3.1	Selecció del producte.....	125

5.3.2	Estat actual de la cadena de valor.....	127
5.3.3	Anàlisi i punts de millora del VSM actual.....	138
5.3.3.1	Anàlisi muda sobreproducció	142
5.3.3.2	Anàlisi muda temps d'espera	143
5.3.3.3	Anàlisi mudes transport i inventari	146
5.3.3.4	Anàlisi muda defectes.....	146
5.3.3.5	Anàlisi indicador disponibilitat.....	148
5.3.3.6	Altres consideracions per a la millora	152
5.3.3.7	Mètodes complementaris per a l'anàlisi de processos.....	156
5.3.3.8	Aplicació de les directrius <i>Lean</i>	157
5.3.4	Estat futur de la cadena de valor.....	174
5.4	Pla d'accions	181
5.5	Pressupost.....	184
6.	Síntesi.....	187
7.	Bibliografia	189

ANNEXES

Annex A.	Producte	192
Annex B.	Classificació DIN61200 STD dels feltres industrials	197
Annex C.	Mesures del temps cicle dels processos	200
Annex D.	Informes de producció diaris	204
Annex E.	Càlcul ratis i indicadors	208
Annex F.	Mètode observat en un canvi de motlle del Termoconformat.....	210
Annex G.	Six-sigma	211
Annex H.	TPM.....	215
Annex I.	Format de seguiment del pla d'accions.....	217

LLISTAT FIGURES

Figura 1. Evolució mètodes productius.....	20
Figura 2. Eines Lean.....	22
Figura 3. Fases cadena producció del producte	25
Figura 4. Autors de les diferents teories de qualitat	28
Figura 5. H. Ford precursor de la producció en cadena.....	28
Figura 6. Creadors del model de producció TPS	30
Figura 7. Logotip empresa automovilística Toyota	30
Figura 8. Llibres pioners en Lean Management	31
Figura 9. Etapes desenvolupament Lean.....	35
Figura 10. Pilars filosofia Lean	37
Figura 11. Representació aproximada del valor afegit en una cadena de producció.....	38
Figura 12. Ineficiències ocultes pel nivell d'estoc	44
Figura 13. Peces clau d'un projecte de millora	46
Figura 14. Cicle PDCA.....	47
Figura 15. Desenvolupament cicle de millora PDCA.....	49
Figura 16. Classificació dels conceptes Lean.....	51
Figura 17. Cercle dels fluxes de material i informació	51
Figura 18. Sentit dels fluxes de procés i d'informació.....	52
Figura 19. Evolució dels diferents estats amb l'ús del VSM.....	53
Figura 20. Esquema del procediment per l'aplicació del VSM	55
Figura 21. Esquema del procediment per a l'elaboració del estat actual	56
Figura 22. Matriu de la família de productes segons Rother	58
Figura 23. Marcapassos.....	64
Figura 24. Flux continu.....	64
Figura 25. Sistema Pull amb supermarkets.....	65
Figura 26. Funcionament supermarket mitjançant kanban.....	66
Figura 27. Exemple targetes kanban	66
Figura 28. Passadís FIFO.....	67
Figura 29. Selecció procés marcapassos	67
Figura 30. Distribució de la producció en el temps	68
Figura 31. Nivelació mix de producció.....	68
Figura 32. Símbols del flux de material.....	70
Figura 33. Exemple utilització símbols flux de material	71
Figura 34. Símbols del flux d'informació	71
Figura 35. Altres símbols de representació.....	72
Figura 36. Exemple utilització símbols flux d'informació	72
Figura 37. Aplicacions del feltre en l'automòbil.....	84
Figura 38. Distints tipus de feltres.....	85
Figura 39. Feltre utilitzat en la referència del cas 'estudi.....	85
Figura 40. Acabat del feltre després del procés de termoconformat.....	86
Figura 41. Diferents acabats i tractaments d'un feltre.....	87
Figura 42. Feltre amb trossos d'espuma.....	91
Figura 43. Imatge de la referència d'estudi	92
Figura 44. Layout de planta.....	93

Figura 45. Fases de la cadena de producció	95
Figura 46. Rotlle MP.....	95
Figura 47. Diferents rotlles de feltres.....	96
Figura 48. Zona no qualitat.....	97
Figura 49. Estanteries àrea recepció material	97
Figura 50. Imatge rotlles de 1600mm.....	98
Figura 51. Principi de funcionament del troquelat.....	99
Figura 52. Màquina cisallat.....	100
Figura 53. Alimentador automàtic cisalladora.....	101
Figura 54. Procés de troquelat.....	102
Figura 55. Màquina tall làser Gerber-Lectra.....	103
Figura 56. Tall sobre feltre realitzat amb làser.....	104
Figura 57. Màquina de tall làser emprada.....	104
Figura 58. Màquina tall làser amb alimentador automàtic.....	106
Figura 59. Principi de funcionament del termoconformat	107
Figura 60. Instal·lació termoconformat.....	110
Figura 61. Utilitatges instal·lació termoconformat	111
Figura 62. Imatge clip.....	112
Figura 63. Estacions transfer	113
Figura 64. Etapes de funcionament de la transfer	114
Figura 65. Contenedors Odette.....	116
Figura 66. Contenedor utilitzat per a MX41K.....	116
Figura 67. Zones porta-etiquetes	117
Figura 68. Etiqueta tipus Odette.....	118
Figura 69. Impresora Ribbon	119
Figura 70. Àrea expedicions PA.....	121
Figura 71. Etiqueta control de qualitat.....	122
Figura 72. Càrrega PA sobre camió	123
Figura 73. Classificació Incoterms	123
Figura 74. Motlles de càrrega/descàrrega material.....	124
Figura 75. Representació gràfica demanda MX41K primer semestre 2012.....	129
Figura 76. Cadena interna proveïdor-client.....	130
Figura 77. Visió global del procés.....	130
Figura 78. Organigrama departamental.....	132
Figura 79. Logotip del sistema ERP emprat.....	132
Figura 80. Pas 1 elaboració VSM (representació client i proveïdor)	134
Figura 81. Pas 2 elaboració VSM (representació fluxos productius)	134
Figura 82. Pas 3 elaboració VSM (representació estocs).....	135
Figura 83. Pas 4 elaboració VSM (representació flux de material).....	135
Figura 84. Flux de material en layout de planta.....	136
Figura 85. Pas 5 elaboració VSM (representació flux informació).....	136
Figura 86. VSM actual.....	137
Figura 87. Llegendes mudes.....	139
Figura 88. VSM amb mudes identificades	140
Figura 89. Esquema operacions internes i externes	144
Figura 90. Diagrama distribució temps de funcionament.....	146
Figura 91. Representació gràfica disponibilitat clipat primer semestre 2012.....	149

Figura 92. Diagrama distribució temps de funcionament.....	149
Figura 93. Equació il·lustrativa de Manteniment Productiu Total.....	150
Figura 94. Cronòmetre.....	157
Figura 95. Comparació TC actual i Takt Time calculat.....	159
Figura 96. Comparació dels temps de cycle dels processos	160
Figura 97. Il·lustració del supermercat d'un kanban.....	162
Figura 98. Exemple de targeta Kanban.....	163
Figura 99. Exemple de funcionament d'un kanban de transport.....	164
Figura 100. Targeta kanban de transport	164
Figura 101. Layout de planta proposat.....	170
Figura 102. Nou flux de material en el layout de planta proposat	171
Figura 103. Idees generèiques de millora	174
Figura 104. VSM actual amb les accions de millora proposades.....	176
Figura 105. VSM futur	179
Figura 106. Pla d'accions proposat.....	183
Figura 107. Anàlisi tèrmic d'una peça mitjançant software específic	194
Figura 108. Diferents peces insonoritzants.....	194
Figura 109. Retalls de feltres industrials.....	196
Figura 110. Classificació DIN61200 STD (1/3)	197
Figura 111. Classificació DIN61200 STD (2/3)	198
Figura 112. Classificació DIN61200 STD (3/3)	199
Figura 113. Diagrama flux de processos.....	211
Figura 114. Diagrama causa-efecte	212
Figura 115. Diagrama de Pareto	212
Figura 116. Histograma.....	212
Figura 117. Gràfic de control.....	213
Figura 118. Diagrama de dispersió.....	213
Figura 119. Gràfic de regressió lineal.....	213
Figura 120. Gràfica Six-Sigma	214
Figura 121. Evolució dels tipus de defectes en el temps.....	215

LLISTAT TAULES

Taula 1. Característiques i causes muda sobreproducció	39
Taula 2. Característiques i causes muda espera.....	40
Taula 3. Característiques i causes muda transport.....	41
Taula 4. Característiques i causes muda sobreprocés.....	41
Taula 5. Característiques i causes muda inventari	42
Taula 6. Característiques i causes muda moviment	43
Taula 7. Característiques i causes muda defectes	43
Taula 8. Passos per a l'estudi del estat actual.....	57
Taula 9. Criteris per a la identificació de famílies de productes.....	58
Taula 10. Passos per a l'estudi de l'estat futur	62
Taula 11. Classificació valor OEE.....	77
Taula 12. Classificació productes	83
Taula 13. Classificació feltres segons DIN61200 STD	87
Taula 14. Característiques del feltre escollit.....	92
Taula 15. Característiques màquina tall Gerber-Lectra	105
Taula 16. Selecció de la família	126
Taula 17. Selecció del producte.....	126
Taula 18. Demanda producte MX41K primer semestre 2012	128
Taula 19. Millora proposada d'estoc PA en magatzem	142
Taula 20. Temps observats en canvi d'utilatge en el conformat.....	145
Taula 21. Disponibilitat clipat primer semestre 2012	149
Taula 22. Averies clipat Març 2012	150
Taula 23. TC total actual per peça.....	158
Taula 24. Càlcul demanda mitja diària.....	158
Taula 25. Càlcul Takt Time	158
Taula 26. Càlcul del tamany de lot de kanban	166
Taula 27. Càlcul del nombre de targetes kanban.....	167
Taula 28. Càlcul del nombre de targetes kanban de transport	167
Taula 29. Millora proposada de l'estoc intermig Cisallat-Tall làser	168
Taula 30. Millora proposada de l'estoc intermig Tall làser-Termoconformat.....	169
Taula 31. Millora proposada de l'àrea d'estoc intermig.....	170
Taula 32. Millora proposada del temps de transport entre Cisallat-Tall làser.....	171
Taula 33. Millora proposada del temps de transport entre Termoconformat-Clipat.....	172
Taula 34. Llistat de les accions de millora proposades.....	177
Taula 35. Llistat millores qualitatives proposades	178
Taula 36. Millora proposada del temps de NVA	180
Taula 37. Millora proposada de les unitats d'estoc	180
Taula 38. Resum del pressupost per apartats	185
Taula 39. Resum del pressupost per projectes	186
Taula 40. Mesura del temps cicle del procés de Cisallat	200
Taula 41. Mesura del temps cicle del procés de Tall làser	201
Taula 42. Mesura del temps cicle del procés de Termoconformat.....	202
Taula 43. Mesura del temps cicle del procés de Clipat.....	203
Taula 44. Informe de producció del procés de Cisallat (18/IV/2012).....	204

Taula 45. Informe de producció del procés de Tall làser (8/V/2012)	205
Taula 46. Informe de producció del procés de Termoconformat (18/IV/2012)	206
Taula 47. Informe de producció del procés de Clipat (22/III/2012)	207
Taula 48. Càlcul ratis dels processos	208
Taula 49. Càlcul temps d'estocs intermitjos.....	208
Taula 50. Càlcul del temps invertit en el transport del material entre ubicacions	209
Taula 51. Mètode observat en un canvi de motlle del Termoconformat.....	210
Taula 52. Format de seguiment del pla d'accions.....	217

ACRÒNIMS / ABREVIACIONS

- ❖ **ATO:** Assembly-to-order
- ❖ **C/O:** Changeover time
- ❖ **EAN:** European Article Number
- ❖ **ERP:** Enterprise Resource Planning
- ❖ **FIFO:** First In First Out
- ❖ **MAMTC:** Mid-America Manufacturing Technology Center
- ❖ **MIT:** Massachusetts Institute of Technology
- ❖ **MP:** Matèria Prima
- ❖ **MRP:** Material Requirements Planning
- ❖ **NVA:** No Valor Afegit
- ❖ **ODETTE:** Organisation for Data Exchange by Tele Transmission in Europe
- ❖ **OEE:** Overall Equipment Effectiveness
- ❖ **PA:** Producte Acabat
- ❖ **PCE:** Process Cycle Efficiency
- ❖ **PDCA:** Plan-Do-Check-Act
- ❖ **PYME:** Pequeña Y Mediana Empresa
- ❖ **QRM:** Quick Response Manufacturing
- ❖ **SMED:** Single Minute Exchange of Die
- ❖ **TC:** Temps Cicle
- ❖ **TOC:** Theory Of Constrains
- ❖ **TPM:** Total Productive Maintenance
- ❖ **TPS:** Toyota Production System
- ❖ **VA:** Valor Afegit
- ❖ **VSM:** Value Stream Map
- ❖ **WIP:** Work In Process

GLOSSARI

Andon: és una llum o làmpada (generalment en forma de semàfor) per la parada i l'avís de la línia de producció en cas de la detecció d'anormalitats. Aquest sistema permet la comunicació entre els treballadors.

Defecte: un defecte és un producte que es desvia de les especificacions o no satisfà les expectatives del client, incloent els aspectes relatius a la seguretat. (UNE-EN-ISO 8402:1994).

Error: un error és qualsevol desviació respecte un objectiu fix. Tots els defectes són creats per errors.

Flux continu: és el sistema de moure un, produir un o (moure un petit lot, fabricar un petit lot).

Gemba: paraula japonesa que significa " lloc de treball". L'única forma de descobrir la Muda és cercar on es produeix en el lloc de treball. Les millores han de realitzar-se en el *Gemba*.

Gestió visual: Control visual de totes les eines, les peces, les activitats de producció i els indicadors de rendiment del sistema de producció, de manera que cada participant pugui informar-se amb un cop d'ull de la situació global del procés. Sinònim de transparència.

Heijunka: Metodologia que serveix per planificar i anivellar la demanda de clients en volum i varietat durant un dia o torn de treball. Gestionar el volum de producció en volum i varietat, anivellat per aquesta producció durant un cert període de temps en funció d'aquests factors.

Hoshin: en japonès *Hoshin* significa bombolla i es el conjunt d'activitats que tenen per objectiu l'eliminació sistemàtica del malbaratament i tot allò que resulti improductiu, inútil o que no aportí valor afegit al producte.

Jidoka: Automatització intel·ligent, que busca deslligar l'home de la màquina, i permetre que una persona s'ocupi d'un gran nombre de màquines, tot i assegurant el flux peça a peça amb una garantia de zero defectes.

Just-in- Time: Sistema que permet produir i lliurar els productes correctes, en el moment correcte i en les quantitats correctes. L'objectiu és treballar de

manera que les activitats que es desenvolupen " aigües amunt" es facin minuts o segons abans que les activitats que es desenvolupen " aigües avall", per tal que el flux d'una única peça sigui possible. Els elements del *JIT* són el flux, el sistema *Pull*, l'estandardització i el *Takt Time*.

Kaizen: Paraula japonesa que significa "Millorar". De manera que no es tracta només d'un programa de reducció de costos, sinó que implica una cultura de canvi constant per evolucionar cap a millores practiques; és el que es coneix com a " millora contínua".

Kanban: Engloba un sistema de subministrament de materials basat en el moviment d'unes targetes que es mobilitzen " aigües amunt" i funcionen com a ordres de producció i transport. És un sistema de control i programació sincronitzades basat en targetes (encara que poden ser un altre tipus de senyals), que consisteixen en que cada procés retira conjunts que necessita dels processos anteriors i aquests comencen a produir només les peces, subconjunts i conjunts que s'han retirat, sincronitzant-se tot el flux de materials. Asseguren un flux de producció *Pull*.

Kanban de producció: el *Kanban* de producció és una targeta que indica què i quan s'ha de fabricar per e procés posterior o següent. El *kanban* de producció es mou dins d'un mateix lloc de treball i funciona com una ordre de fabricació.

Lean Manufacturing: Sistema de gestió de la producció que persegueix la flexibilització de la cadena productiva a través de tres principis bàsics: assignar la prioritat al producte, crear un sistema de producció polsant el mercat i promocionar la millora ràpida. Persecució d'una millora simultània en totes les mètriques de funcionament en fabricació mitjançant l'eliminació del malbaratament, a través de projectes que canvien l'organització física del treball en línia de fabricació, en la logística i en el control de producció a través de tota la cadena de subministrament ,i en la forma que s'aplica l'esforç humà, tant en els exercicis de producció com en els de recolzament.

Malbarataments: activitats que consumeixen temps, recursos i espais, però no contribueix a satisfer les necessitats del client.

Manteniment preventiu: el manteniment preventiu és la reducció del número de parades a conseqüència dels errors imprevistos. En el seu plantejament tradicional, el manteniment preventiu es basa en parades de programes per realitzar una inspecció detallada per substituir les peces desgastades.

Muda: Malbaratament. Qualsevol activitat que consumeixi recursos sense crear valor.

One Piece Flow: Flux de peça a peça. Sistema productiu basat en lots de transferència entre estacions d'una peça. Cada producte passa d'una estació a la següent en el mateix moment en què s'acaba de fabricar, sense esperes per agrupar lots. Implica flexibilitzar la producció a través de la reducció del volum dels lots. Permet reduir al màxim les cues de les esperes i donar màxima visibilitat als fluxos de producció.

Poka Yoke: és una tècnica que ajuda a aconseguir els zero defectes, millorant la qualitat del producte i del procés. Generalment, són mecanismes o dispositius que una vegada instal·lats, eviten els defectes al 100% encara que es donin errors.

Qualitat total: la qualitat total es defineix com un compromís de millora en l'empresa en termes de fer les coses bé a la primera, per arribar a la plena satisfacció del client tant intern com extern. La qualitat total s'aconsegueix a través de mesures constants i esforç continu.

Quality Function Deployment- QFD: Tècnica de desenvolupament i disseny d'un producte o serveis que consisteix a:

- Definir, convertir i transferir correctament en especificacions del producte i dels processos les expectatives i les necessitats del client.
- Reduir la necessitat de correccions i modificacions successives dels productes i processos;
- Reduir costos i temps de desenvolupament.

5S: Campanya orientada a aconseguir un grau elevat d'ordre i neteja dins d'una organització, que permeti la visibilitat dels fluxos i animi els treballadors a detectar i corregir qualsevol anomalia. Es basa en cinc paraules japoneses que comencen per la lletra "S".

Shojinka: Variacions de producció.

Single Minute Exchange of Die (SMED): Acrònim que representa la millora del nivell de flexibilitat d'una línia de producció a través de la reducció de temps de *Set-Up*.

Takt Time: *Takt* és un terme alemany que significa compàs. S'entén per *Takt Time* la ràtio a la qual un producte acabat o servei ha de ser produït i enviat, de tal

manera que se satisfaci la demanda del client en un període donat de temps. *Takt Time* resulta de dividir el temps de treball disponible de producció per la demanda del client.

Targeta vermella: distintiu en forma de targeta vermella que s'utilitza per senyalar els objectes susceptibles de ser eliminats per obsolescència o desús.

Temps de cicle: és el temps que transcorre des de l'inici fins al final d'una operació.

Temps de cicle total: és la suma de tots els temps de cicle de les operacions individuals d'un procés.

Temps de preparació: és la suma del temps de preparació intern i el temps de preparació extern.

Temps de preparació extern: és el temps invertit per l'operari relacionat procediments de preparació independents de la màquina mentre aquesta està en funcionament.

Temps de preparació intern: és el temps durant el qual la màquina no afegeix valor a la peça.

Total Productive Maintenance (TPM): és un conjunt de tècniques orientades a relacionar un manteniment preventiu dels equips, per part de tots els empleats, per minimitzar els temps de parada per averia. Enfocament de la gestió de les instal·lacions basada en:

- Gestió de costos totals.
- Aplicació de la lògica de la prevenció sobre totes les fases del cicle de la vida.
- Implicació de tot el personal, des de l'altra direcció fins als operaris, i de tots els sectors empresarials. La implicació es dona a nivell de gestió completa de les instal·lacions, tot considerant l'automanteniment.

Valor afegit: és una activitat que transforma o forma la matèria prima o informació per satisfer les necessitats del client.

Value Stream Mapping: Tècnica que ajuda a dissenyar l'estat actual d'una línia productiva i la seva visió futura d'acord amb els principis del *Lean Manufacturing*.

RESUM

Treball Final de Carrera: *Aplicació del Value Stream Map (VSM) en un sistema de producció de feltres insonoritzants per a l'automòbil*

Carrera: *Enginyeria d'Organització Industrial*

Paraules clau: *Value Stream Map, Lean Manufacturing, Millora continua*

Autor: *Eros Robledo i Moreno*

Directora: *Anna Bonfill i Teixidor*

Actualment en el sector industrial, les organitzacions tenen el repte d'optimitzar els seus sistemes productius per a millorar en quant a preu, qualitat i nivell de servei i poder adaptar-se a les exigències dels clients (excel·lència productiva).

El present anàlisi, es basa en l'optimització d'una cadena de producció de feltres insonoritzants per a l'automòbil a través de l'eliminació de les pèrdues existents (operacions que no aporten valor afegit al producte final). Per a dur-ho a terme, la metodologia emprada és el *Value Stream Map (VSM)*.

El VSM és una tècnica desenvolupada sota el model de gestió de la producció *Lean Manufacturing*, molt visual i entenedora, permet visualitzar i entendre l'estat actual d'un procés. Aquesta, abarca a tota la organització, i té per objectiu recolzar-la en el procés de redisseny dels seus entorns productius per assolir un estat futur millor que possibiliti obtenir resultats en un període curt de temps.

L'objectiu principal de l'estudi, és aplicar l'eina VSM com a mètode per a l'eliminació de les mudes o malbarataments que impedeix la consecució d'una cadena *Lean* amb el cas concret d'un sistema productiu de feltres insonoritzants.

En la primera part del projecte s'introdueix al lector en la teoria del pensament *Lean* (quins principis té i quins són els objectius) com a marc teòric. Aquí es detalla el procediment, així com les característiques per a la correcta elaboració del VSM actual, per al seu corresponent anàlisi i per a la seva representació del estat futur.

En una segona part del projecte, s'exposen les etapes que constitueixen la cadena de producció d'estudi i es duu a terme l'elaboració del *Value Stream Map*, on es posen de manifest les ineficiències del flux que conformen la línia de producció.

Per últim s'analitzen els fluxes, s'identifiquen les pèrdues de la cadena, i a partir d'aquests, es dissenyen i es proposen projectes i accions que permetin establir línies d'actuació per a un millor estat futur.

L'estudi ha permès demostrar la validesa del VSM com a eina per a facilitar la consecució i assoliment de millores en la productivitat, competitivitat i rendibilitat dels diferents processos de l'organització en la línia de fabricació de feltres insonoritzants.

SUMMARY

Career final project: *Application of Value Stream Map (VSM) in an automobile's isolator felt production system*

Career: *Industrial Organizational Engineering*

Key words: *Value Stream Map, Lean Manufacturing, Improvement*

Author: *Eros Robledo Moreno*

Directress: *Anna Bonfill Teixidor*

Currently in a industrial sector, the organizations are challenged to optimize their production systems to improve in a terms of price, quality and service level to satisfy customer requirements.

This analysis is based on the optimization of a production chain for automobile's isolator felt through the elimination of existing losses (operations that do not add value to the final product). For to do this, the methodology used is the *Value Stream Map* (VSM).

The VSM is a technique developed under the *Lean* production management model. This tool is highly visual and understandable, permit view and understand the current state of a process. This, includes the entire organization, and their objective is to support them in the process of redesigning their production environments to achieve a better future state getting results in a short period of time.

The main objective of the study is to apply the VSM tool how a method for removing waste that prevents the achievement *Lean* chain. For instance, as the case of a automobile's isolator felt production system.

In the first part of the project, the reader is introduced on the theory of *Lean thinking* (the principles and the goals) how a theoretical framework. The procedure and the features are detailed for the correct development of the current VSM, for the corresponding analysis and for the representation the future state.

The second part of the project, present the stages that constitutes the study production and perform the *Value Stream Map*, which highlight the inefficiencies that conforms the flow of the production line.

Finally the flows are analized and identified the losses in the chain, and from these, are designed and propose projects and actions to establish future lines of action.

This study has demonstrated the validity of the VSM tool for to facilitate the achievement of productivity improvements, competitiveness and profitability of the various processes of the organization on the automobile's isolator felt production line.

AGRAIMENTS

Voldria mostrar el meu agraïment a aquelles persones que han permès el desenvolupament d'aquest projecte. A aquells que m'han ofert la seva col·laboració i ajuda. Als que m'han aportat la seva amistat, recolzament i companyerisme, ja que sense cap dels seus coneixements, aportacions i sabiduries, aquest estudi no s'hagués pogut dur a terme.

A tots ells, GRÀCIES!

Si busques resultats diferents, no sigueixis fent el mateix.

Albert Einstein (1879-1955) Físic.

1. INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents

Desde el s.XIX, la producció manufacturera ha sigut un dels principals conductors de l'economia global en els països desenvolupats. Actualment, cal destacar en especial, que a aquests països desenvolupats se'ls ha de sumar la competència dels països amb baixos nivells salarials, baixos costos del sòl, d'edificació, de tributació, ... que desde fa un temps, també aporten amb la seva producció gran part de la riquesa en el còmput a nivell mundial.

Com es lògic, des que s'inicià al segle XIX la producció industrial, els sistemes productius han anat evolucionant i millorant.

Els canvis que han propiciat el pas de un a l'altre, han vingut impulsats principalment per la necessitat d'adaptar-se als nous temps, on la demanda del mercat i l'avenç de la tecnologia han sigut els factors clau.

Una mostra molt representativa d'aquest progrés, és el fet d'haver passat per diferents mètodes productius al llarg dels dos últims segles:



Figura 1. Evolució mètodes productius

Els dos últims grans canvis en la gestió productiva han suposat una evolució molt important que ha experimentat l'indústria en tots els nivells; i més encara, desde el naixement i desenvolupament de la indústria de l'automoció, "la indústria de les indústries", segons Peter Drucker, a la qual se li associa el fet d'impulsar, desenvolupar i innovar en l'organització i producció industrial.

Avui dia, les empreses manufactureres (tant del sector de l'automoció com d'altres), es troben davant la necessitat de replantejar i redissenyar molts dels seus sistemes productius per tal d'assolir la competitivitat i eficiència que els hi permeti afrontar els reptes dels constants canvis que presenten els mercats actuals.

Dia rere dia, a aquestes, se'ls exigeix que assoleixin uns nivells de qualitat cada vegada més alts, uns preus amb tendència a la baixa, uns terminis de lliurament cada cop més curts, uns temps de resposta més ràpids, una demanda cap a la personalització, etc.

Les organitzacions que sols pretenen assolir aquests requisits minimitzant els costos sense tenir en compte totes les variables que afecten al producte o servei (qualitat, lliurament, reactivitat, flexibilitat, servei, etc.) són les que recurreixen als fenòmens coneguts de deslocalització o desindustrialització. Però no són aquests moviments els que garantitzaran la competitivitat en el sector.

El que cal per a que el sector pugui adaptar-se als continus canvis dels mercats, és establir nous models de negoci en els que:

- Existeixi una coordinació estreta entre clients i proveïdors.
- Es doni una innovació continua de tecnologies i processos en paral·lel al desenvolupament de nous productes de cara a reduir els períodes de maduració de llançament al mercat.
- S'inverteixi en tecnologies que augmentin el nivell d'automatització i productivitat que superin la desventatge del cost laboral.
- Es comparteixi el coneixement dins i entre companyies.
- Les cadenes de subministrament adquireixin la forma de col·laboracions flexibles, xarxes de PYMEs i empreses virtuals.
- S'empleïn procediments i especificacions ben definits per a maximitzar eficiències.
- Les consideracions socials, mediambientals i econòmiques tinguin igual pes en les preses de decisions.

Són aquelles empreses, les que amb l'afàn de millorar, d'anar més enllà alhora de trobar una manera, solució o alternativa, que els hi permeti obtenir alts nivells en tots els aspectes (qualitat, flexibilitat, servei, reactivitat, etc), les que es fixen en el sistema productiu *Lean management*.

El *Lean management*, no és més que un nou enfoc de la gestió productiva dels processos basat en dur a terme allò i nomès allò, que es precis per entregar al client allò que desitja, en la quantitat que ho desitja i just quan ho desitja.

Mitjançant aquesta gestió, s'evita realitzar activitats innecessaries al llarg de tot el fluxe de valor d'un producte o be d'un servei, lo qual permet assolir alts nivells d'eficiència, flexibilitat, agilitat i competitivitat.

El *Lean management* bàsicament es fonamenta sobre dos elements:

- a) L'eliminació de malbarataments
- b) L'augment de flexibilitat

I per a aconseguir desenvolupar el *Lean*, existeixen un munt de tècniques i eines (pròpies de la filosofia *Lean Manufacturing*) que utilitzant-les correctament a la pràctica, permeten implantar de forma efectiva la nova gestió de la producció.

Dentre aquestes tècniques en destaquen: 5S, Kaizen, VSM, Kanban, TPM, Cèl·lules flexibles, SMED, Heijunka, Jidoka, Poka-yoke, Andon, Kamishibai, Mizusumashi, ...



Figura 2. Eines Lean

És doncs, a partir d'aquí on s'aprofita per introduir la tècnica del VSM, *Value Stream Map*. És aquesta eina, la primera que permet dur a terme la implantació de la *Producció Ajustada* o filosofia *Lean*.

El *Value Stream Map* (VSM) o mapa de la cadena de valor, es una eina de millora continua, que va ser desenvolupada dins del Sistema de Producció Toyota (TPS) i que tracta de representar gràficament el fluxe de material i el fluxe d'informació que intervenen, juntament amb el conjunt d'accions, al llarg de tota la cadena que integra el procés productiu d'un producte o servei.

La interpretació de la informació que transmet, permet identificar les activitats que no aporten valor afegit i els punts de millora.

En el cas d'estudi que es veurà, s'ha optat per la realització del VSM, ja que esdevé com a millor solució de cares a examinar l'actual procés de fabricació d'un insonoritzant de feltre, amb l'objectiu de detectar i implantar possibles millores en tota la cadena productiva que permetin una millor gestió amb un millor rendiment.

És durà a terme el VSM en un article que per l'empresa, aquest representa el de major volum de fabricació dins de tota la línia de producció d'insonoritzants. D'aquí que sorgeixi la necessitat d'estudiar aquest amb deteniment per tal d'identificar els punts crítics del fluxe de material i informació, així com l'ús i rendiment dels recursos empleats per a eliminar les operacions que no li aporten valor afegit al producte i a conseqüència augmentar els beneficis econòmics que aquest reporten en el còmput de l'activitat.

2. OBJECTIUS DEL PROJECTE

2.1 Objecte

L'objecte d'aquest estudi, és estudiar totes les etapes que formen el procés de fabricació de feltres insonoritzants per a l'automòbil, amb la finalitat d'identificar els malbarataments i els punts de millora, per a posteriorment plantejar accions que optimitzin la gestió productiva de la cadena de producció.

Analitzar les necessitats actuals que es donen en quant a millores i adaptar-les als sistemes productius actuals de la cadena de fabricació. S'utilitzarà per a identificar les necessitats, i analitzar els fluxes de material i d'informació, amés de les operacions i recursos emprats la tècnica del *Value Stream Map* per a proposar futures millores.

Es pretén millorar el grau d'eficiència actual eliminant i/o reduint les operacions que no agreguen valor al producte, i així assolir millores en productivitat, rendibilitat i competitivitat i afavorir el cost econòmic.

Reflexar les activitats i processos que produeixen ineficiències en el fluxe idoni del producte o servei, i que innecessàriament incrementen el cost total. Tots aquests seran grafats en el mapa de la cadena de valor (VSM).

Proporcionar informació referent a diferents temàtiques importants per a l'empresa que li són de gran interès alhora de prendre decisions, com per exemple: referents al circuit logístic, al producte, als processos actuals, inversions (mètodes, instal·lacions, maquinària,...), noves estratègies (noves tecnologies, innovacions, residus,...), etc.

Examinar l'ús que en fa l'empresa dels seus recursos i materials de manera global gràcies a la visió general del procés que ens permet el VSM.

Millorar la qualitat del procés i del producte, desenvolupant accions que apliquin estàndards més eficaços i eficients.

Reduir l'impacte mediambiental, ja que mitjançant les accions de reducció els malbarataments, implicarà directament una millor gestió dels consums i de les

generacions de residus. No oblidar que cada cop és més important la consciència ecològica.

Exposar la tècnica del VSM com alternativa per a la resolució de les necessitats observades i per a assolir els objectius marcats.

2.2 Abast

El projecte abasta desde l'explicació i l'aplicació del *Value Stream Map* fins a la definició de les millores, evaluant el cost econòmic de la implementació i la seva rendibilitat.

Més concretament en l'aplicació pràctica, s'examinarà un sistema productiu concret de feltres insonoritzants per a l'automoció. En termes generals, el procés de fabricació estudiat, és el que es mostra més avall de manera esglaonada.

L'acotació establerta per a l'anàlisi va desde que es realitza la primera manipulació dins de la fàbrica, que correspon a la recepció dels rotlles de matèria prima (MP) que arriben del proveïdor, fins a l'última operació interna, l'expedició a client.

Entre aquests dos passos, el producte passa per les diferents fases intermitjtes que li proporcionaran la forma i característiques específiques.



Figura 3. Fases cadena producció del producte

Destacar en especial els punts 2, 3 i 4 del gràfic que corresponen a les fases en les quals es troba el nucli de tot el procés, és a dir, desde el troquelat dels rotlles de MP fins a disposar del producte totalment acabat i preparat per a la seva expedició a client, el número d'operacions, de manipulacions i moviments efectuats representen la major part de l'activitat i del temps invertit sobre el producte.

Queda fora de l'estudi, l'extracció de les matèries primes (MP) i tots els processos secundaris que intervenen abans i després dels processos descrits i estudiats en el present. Això vol dir, que no es consideraran els recursos associats aquests, així com també tots aquells recursos, processos i fluxes que es destinen o es requereixen per a la fabricació de la maquinària i transports que apareixen en el projecte, per la complexitat que això representa.

2.3 Especificacions

Els requisits previs preestablerts per al desenvolupament de l'estudi són:

- Que tot i que el VSM és una tècnica vàlida en una diversitat d'entorns, s'emplearà nomès dins del marc d'estudi que se'ns presenta, la producció en sèrie.
- Que l'aplicació del VSM, no és l'única manera de redefinir el sistema productiu, ja que n'existeixen d'altres solucions basades en altres models com el *TOC*, el *QRM*, l'*Agile Manufacturing*, ... I que en aquest cas concret s'ha optat per aquest, degut a que té el seu origen en la *Producció Ajustada*.
- Que els resultats extrets de l'anàlisi del VSM són suficients per a justificar el redisseny i les millores a aplicar.
- Que tot i que l'empresa disposa de sistemes d'informació i que són un recolzament molt important i permeten agilitzar la fase de recollida de dades, s'ha optat per la recollida de dades "in situ" i corroborar la fiabilitat de les dades.
- Que totes les etapes, activitats, operacions i processos als quals es faran referència al llarg de les distintes parts del projecte, corresponen als existents fins al primer semestre del 2012.

- Especificar també, que degut a la confidencialitat de les dades i la informació de l'empresa, alguns valors han sigut modificats o omitits al llarg de les explicacions, sense que això vagi en detriment de la qualitat del estudi ni de les conclusions generals.

3. EL PENSAMENT LEAN MANUFACTURING

3.1 Orígen

La producció ajustada, també denominada com a *Lean Production* o *Lean Manufacturing*, té el seu origen al Japó, on tras la segona guerra mundial els industrials japonesos van estudiar els mètodes de producció, els sistemes de control estadístic de procesos y amés van posar en pràctica les idees de W.E. Deming, J.M. Juran i K. Ishikawa.



Figura 4. Autors de les diferents teories de qualitat

Si fossim rigurosos en desciiure l'origen de la ideologia *Lean*, hauríem de retrocedir fins als anys 1450s, on el primer indici que apareix és la estandardització dels processos. Varen ser realment els arsenals de Venècia els primers predecesors que van introduir la estandardització dels processos en el montatge de vaixells estàndard, on en una petita línia de treball només es montaven i desplaaven aquells vaixells de disenys estàndards.

I si en canvi, hem de referir-nos a una persona en concret com a la precursora de l'existència del *Lean Manufacturing*, aquesta seria Henry Ford, el qual va integrar un vertader procés de producció a Highland Park (Michigan) al 1913.



Figura 5. H. Ford precursor de la producció en cadena

H. Ford, va establir el transport en moviment per crear el que es va acabar anomenant el fluxe de producció. Aquest fet va propiciar que desde el punt de vista del enginyer de fabricació, els avenços anessin més enllà de la cadena de montatge en moviment, com s'explica més nedavant.

El que també va constituir H. Ford, va ser l'alineació dels passos de fabricació en la seqüència pertinent de fabricació (en la mesura del que li va ser possible), utilitzant màquines especials per a fabricar i ensamblar components que es montaven en pocs minuts en el vehicle. Aquesta pràctica enfront dels sistemes americans on s'agrupaven màquines segons els processos, va representar també una autèntica revolució en els mètodes de fabricació.

Tot i això, el sistema presentava un problema, i no va ser el fluxe, sinó la incapacitat del sistema per a proporcionar varietat en els models. El model T no només es va limitar tant sols al color, sinó que també el xassis d'aquest model va ser idèntic fins al 1926.

Quan el mercat començava a demanar varietat, el model T semblava que després de 19 anys anava a perdre el seu camí. Altres fabricants d'automòbils van respondre a aquesta necessitat creant moltes opcions. Això però els comportava sistemes de producció, etapes de fabricació i dissenys que requerien de temps més elevats, cosa que a mesura que evolucionava la tecnologia, les màquines de fabricació reduïen els seus temps però alhora molt important, augmentaven els estocs.

Les etapes dels processos i les rutes de peces complexes van necessitar sistemes d'informació cada cop més sofisticats de gestió informatitzada que van culminar primerament en el MRP (*Material Resource Planning*) i més tard van anar evolucionant fins al ERP (*Enterprise Resource Planning*); uns sistemes de gestió que permeten disposar de tota l'informació que integra una empresa.

Va ser llavors, quan després de la segona guerra mundial, nombrosos industrials japonesos amb l'idea de reflotar l'indústria i economia del país van estudiar atentament els models de producció existents.

Shigeo Shingo, Taiichi Ohno, Kiichiro Toyoda i altres enginyers de Toyota Motor Corporation, mitjançant l'observació i apartir de la producció en cadena concebuda per H. Ford i F.W. Taylor van desenvolupar noves i varies tècniques que milloraven aquest

model de producció. El nou sistema de gestió i producció sorgit, el van denominar “TPS” *Toyota Production System*.



Figura 6. Creadors del model de producció TPS

Així doncs, *Toyota* va ser la primera empresa en adoptar un nou enfoc de producció diferent, gracies fonamentalment a dos dels seus enginyers, Taiichi Ohno i Shigeo Shingo, que van ser els artífexs d'aquest nou projecte.



Figura 7. Logotip empresa automovilística Toyota

Aquest sistema va canviar l'enfoc de la enginyeria de fabricació de les màquines, fent que *Toyota*, fos la pionera en introduir màquines d'automonitoring per a garantir la qualitat, siguent també pioners en les configuracions ràpides de canvi d'utilitatges, per a que cada màquina pogués fer petits volums de moltes peces diferents, i amés, tinguent en compte cada procés havia de notificar al seu predesecor de les seves necessitats actuals de materials.

Amb tot això era possible una reducció del cost, un augment de la varietat, una major qualitat i menor temps de producció per respondre als canvis dels clients. On més tard, es va afegir la gestió informàtica que va fer que les tasques fossin més simples i alhora, més exactes.

Durant els anys 60 i 70, després del seu èxit, el sistema es va expandir fins als Estats Units on arribà a través del sector automovilístic i tecnològic.

Més tard J. Womack i T. Jones del Massachusetts Institute of Technology (MIT) després de visitar varies empreses per tot Japó amb l'intenció d'entendre el que estaven duent a terme per a vèncer els seus competidors mundials, van descobrir l'excelent forma de gestionar els processos. Posteriorment d'analitzar-ho, van publicar-ho en diverses obres: "La màquina que va canviar el món" (1990), on va aparèixer i va ser descrit el concepte de *Producció Ajustada Lean* com al màxim aprofitament de tots els recursos i la reducció dels malbarataments i la segona obra, "Lean Thinking" (1996), on es van identificar els principis del *Lean Manufacturing*.

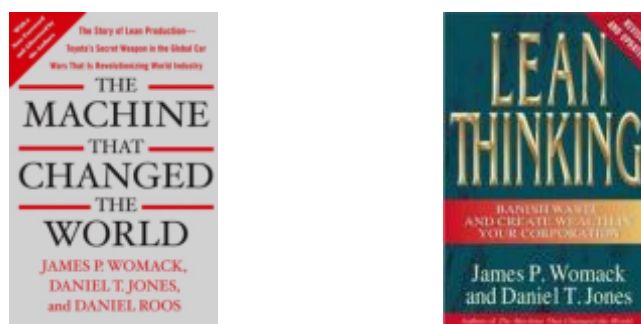


Figura 8. Llibres pioners en Lean Management

És en aquests anys, en els anys 90 on aquest sistema es va difondre en els països occidentals i Europa, on les millores en eficiència i millora continua a diferència d'altres tendències com la *TOC*, la *QRM* i l'*Agile Manufacturing* han fet que el la producció ajustada sigui el mètode de producció més divulgat i aplicat pel seu nivell de demostració en aplicacions pràctiques en tot tipus de sectors econòmics al llarg dels últims anys.

Actualment s'estima que la filosofia *Lean* ha arribat a un 25% de les indústries de EEUU i Europa, fonamentalment de l'automòvil i de l'electrònica.

3.2 Objectius

L'objectiu principal del *Lean*, és augmentar la competitivitat, millorant la producció, augmentant la eficiència del sistema (eliminant totes les activitats que absorbeixen recursos i no creen valor) i augmentant la satisfacció dels clients.

És una filosofia que pretén fomentar i establir una millora continua (*Kaizen*; 改善) en l'empresa.

Com s'ha comentat línies amunt, per tal d'aconseguir els objectius marcats, el *Lean* utilitza diverses eines pròpies que ajuden a l'eliminació, reducció o simplificació dels malbarataments.

Es podria resumir, de manera més específica, que els objectius que s'espera obtenir quan una empresa decideix aplicar el model *Lean*, són:

- Reducció del Lead-time
- Incrementació de la capacitat / producció
- Millora de la tasa de servei
- Reducció dels tamanys de lot
- Rotació dels inventaris
- Reducció d'inventaris: materies primes (MP), en-curs (WIP), productes acabats (PA)
- Millora de l'organització del lloc de treball
- Aprofitar la superfície disponible
- Millora de la qualitat: reducció de mermes i re-procesos
- Augment del marge brut
- Millora de la participació i de la moral

La característica que representa el *Lean Manufacturing* es fer que un procés produeixi estrictament el que el següent procés necessita, és a dir, que els processos estiguin interrelacionats. De tal forma que l'objectiu a termes generals, sigui crear un flux continu de material que es tradueixi en menys temps de subministre, més qualitat i menys costos.

Per a la gestió *Lean Manufacturing*, les pèrdues generades representen un enemic que limita el rendiment del sistema de l'empresa que calen ser eliminades. El resultat d'eliminar-les és una reducció en el cost total de producció i l'empresa s'ha d'enfocar en fer que el procés complet flueixi i no en millorar cada un dels processos o fixar-se en la millora d'un sol procés.

3.3 Beneficis

Dur a terme correctament les tècniques establertes en el *Lean* i continuar amb un procés de millora continua *Kaizen* (改善), pot suposar un augment de beneficis com:

- Reduir el temps de suministre 50 - 90%
- Reduir el període de maduració en un 90%
- Reduir els inventaris en un 90%
- Reduir els defectes en un 50%
- Reduir el requeriment d'espai en la planta 5 - 30 %
- Reduir el número de processos independents 60 – 80%
- Reduir els accidents laborals en un 50%
- Reduir el període de llançament en un 50%
- Increment del rendiment 50 - 100%
- Increment de la capacitat 40 - 80%
- Increment de la productivitat 75 - 125%

N'existeixen també, molts d'altres guanys no directes ni quantificables però que sorgeixen i beneficien a l'organització, com a conseqüència d'implantar i emprar la millora contínua del *Lean Manufacturing*.

El primer exemple que va evidenciar aquest fet va ser en la primera implantació del TPS a *Toyota*, on es van derivar millores més enllà de la pròpia producció:

- En la cadena de subministrament: els proveïdors es van organitzar en files funcionals, col·laboraven entre sí, participaven en el desenvolupament del producte donant solucions als requeriments, realitzaven millores en la coordinació del flux del material, etc.
- En l'enginyeria de producte: es va donar més èmfasi al treball en quip, més que si es tractés d'una àrea funcional discreta.
- En la demanda del consumidor: augmentava la venda gràcies al factor de la alta fiabilitat dels productes, a la segmentació dels mercats i a l'adaptació d'alguns productes.

- En la relació amb els clients: la fidelització s'allargava gràcies a les de diferents games de productes d'acord amb les necessitats concretes de cada client. S'iniciava la recopilació d'informació per a les bases de dades.
- Etc.

3.4 Principis

El *Pensament Ajustat* és un procés que dona sentit als models i tècniques específiques de cara a guiar a la direcció en termes de consecució de la producció ajustada.

El *Lean*, es desenvolupa en 5 etapes:

1. Especificar que s'enten per valor

“Valor”, és el concepte principal que sustenta la filosofia *Lean*. El valor únicament s'entén des de el punt de vista del consumidor final. Es el productor de qualsevol bé o servei de consum al que cal adaptar a les necessitats del client, i no a l'inversa.

2. Identificar el fluxe de valor (*Value Stream Map*)

El flux de valor el forma el conjunt de totes les activitats requerides per a dissenyar, gestionar i produir un producte o servei. Aquestes han de ser enteses per a poder detectar la “muda” associada.

3. Fer que el valor flueixi sense interrupcions

El producte ha de moure's al llarg del fluxe de valor sense cap interrupció. Una vegada determinat el valor i conegut el fluxe de valor, l'objectiu, no es altre, que aconseguir que el valor flueixi realment. Per això, cal focalitzar-se en el producte o servei que s'ofereix, fent l'exercici d'obviar els límits relatius als llocs de treball, les divisions departamentals i finalment replantejar o revisar els procediments i

tècniques utilitzades fins al moment per a poder eliminar reprocessos, esperes, interrupcions i fluxes cap enrere.

4. Deixar que el client tiri del valor, sistema *Pull*

El sistema de fabricació *Pull* es basa en que el client és el que “atrau” la producció segons les seves necessitats. Mentre que en el clàssic sistema *Push*, és el productor el que “empeny” la seva producció cap al client o consumidor. Mitjançant el sistema *Pull* es redueixen inventaris i s'augmenta la versatilitat i reactivitat enfront la demanda.

5. Perseguir la perfecció

Una de las primeres conseqüències que es deriven de l'aplicació dels quatre fonaments anteriors és el coneixement de que existeix un ampli ventall de possibilitats de millora i de reducció d'esforç, temps, espai, cost, etc. És una filosofia que estimula la cooperació i l'enteniment global del sistema productiu. La transparència dels implicats (distribuidors, subcontractistes, empleats, consumidors, etc.) resulta essencial per a poder millorar.



Figura 9. Etapes desenvolupament Lean

La comprensió de cada una de les etapes i de la interconnexió entre ells, pot mantenir i evolucionar el desenvolupament de qualsevol projecte de forma estable, si la direcció decideix fer-ne ús de les tècniques *Lean*.

El *Lean Management*, es fonamenta en uns principis bàsics que el formen i que es troben sempre presents indiferentment en la etapa d'aplicació en la qual ens trobem:

- **Producció just a temps:** entregar el que el client vol en el lloc i moment adequat, eliminant tota forma de desperdici, és a dir, tot allò que no afegeix valor al producte. Per eliminar el que no afegeix valor, s'usa l'eina *Value Stream Map*. Concentrar-se en el valor per al client es el principi bàsic del *Lean*.
- **Estabilització del flux:** mentre en la producció en massa, existia la premisa d'operar a màxima velocitat (per a mantenir la productivitat en "cada operació"), Taiichi Ohno va pensar en operar a màxima estabilitat del flux. De tal manera que inclús es pot arribar a desaccelerar màquines o processos i deixar als seus operaris realitzar tasques que sota el sistema occidental corresponen a "mà d'obra indirecta".
- **Producció anivellada, equilibrada i sincronitzada:** distribuint les operacions no per departaments, sinó per cèl·lules de treball, de forma que el material flueixi intermitentment amb major transformació física.
- **Inventaris mínims:** per mantenir un flux continu de producció, s'usa el sistema *Kanban*. Lots petits de producció per mitjà d'un sistema d'ordres de treball, ajustant el lot de transferència en funció de la demanda.
- **Reducció dels temps de canvi d'utilatge (SMED):** per poder disminuir els lots de transferència de manera proporcional i mantenir la rentabilitat mínima esperada.
- **Confiança en els treballadors:** treballadors flexibles i polivalents, romandran més temps dins l'empresa, amb el que desenvoluparan al màxim les seves facultats. Els treballadors poden treballar en varis llocs de treball (rotació de tasques) i s'adapten de forma flexible a les variacions de producció (*Shojinka*). Contribueixen a la millora continua (*Kaizen*) aportant suggerències de millora, sistemes anti-error (*poka-yokes*) i participant en cercles de qualitat.

- **Estandarització del treball:** Taiichi Ohno va estandaritzar el treball de les operacions en equip i amb la participació activa dels vertaders especialistes del treball: els operaris.
- **Subcontractació:** Major flexibilitat creant vincles d'ajuda mútua i estreta relació amb els proveïdors. L'ús de la subcontractació just a temps permet disminuir inventaris, assegurant la qualitat dels components i augmentant la eficiència organitzacional. Concentració geogràfica de producció de peces amb el montatge final. Apropament i integració de la indústria auxiliar amb els ensambladors finals. Relacions de cooperació i contractes a llarg plaç amb els proveïdors.
- **Ús selectiu de l'automotització:** mentre en el sistema Ford es pretenia tenir maquinària especialitzada en funcions específiques, Taiichi Ohno va pensar que debía disposar de maquinària que executés varies funcions eficientment. Seleccionar molt bé el que era convenient automotitzar, per aconseguir que el flux total de materials es mantingués estable.

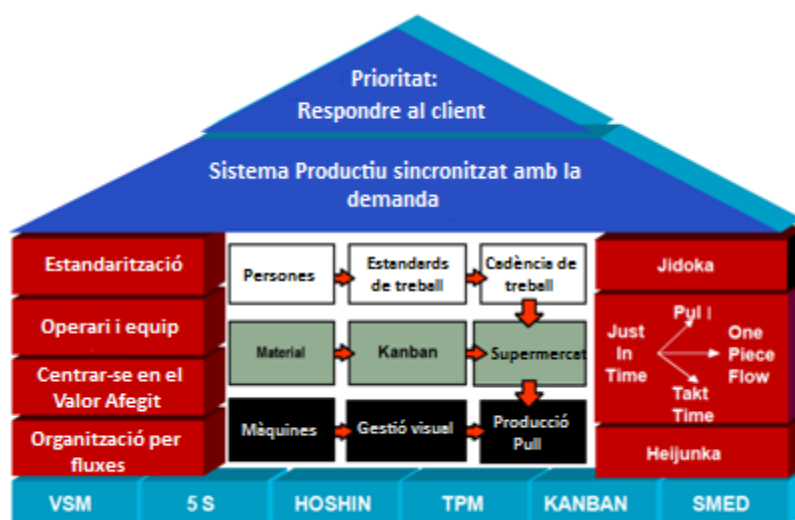


Figura 10. Pilars filosofia Lean

3.5 Mudes / Malbarataments

El fluxe de valor esta format per una sèrie d'accions específiques que es requereixen per convertir un producte i/o servei desde el concepte fins al llançament.

Identificar cada acció que intervé en el fluxe de valor per a cada producte o família de productes es el segon pas del pensament ajustat (segons les etapes enumerades en el punt anterior), i en aquesta es mostrarà:

- Les accions o activitats que s'hagin identificat i que són realment les que serveixen per crear valor en el producte i/o servei.
- Les accions que no afegeixen valor però que a dia d'avui poden ser necessàries amb les tecnologies i actius de producció existents.
- I la resta d'activitats que són clarament evitables.

Els dos últims tipus d'activitats poden ser considerades com a "muda", ja que són activitats que consumeixen recursos i no generen valor.

Una vegada identificat el fluxe de valor, es necessari fer-lo fluir. A pesar de que el ser humà tingui tendència natural cap a la divisió del treball per funcions i a la agrupació dels treballs en lots, cal afrontar el repte d'aconseguir fluxes continus amb lots de producció petits amb referències de baix volum de producció. Això serà possible en la mesura que es redueixin els temps de preparació. Existeixen experiències en les que aquesta etapa ha constatat la possibilitat de doblar la producció i d'aconseguir reduccions importants en errors i defectes.

S'entén per valor afegit, com a qualsevol activitat que augmenti el mercat o la funció del producte o servei. Aquestes són les coses que el client esta disposat a pagar.

Mentre que el no valor afegit és qualsevol activitat que no augmenta el mercat o la funció del producte o servei no es necessària. Aquestes activitats deuen ser eliminades, simplificades o reduïdes.

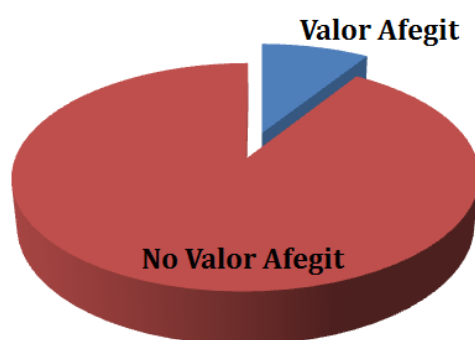


Figura 11. Representació aproximada del valor afegit en una cadena de producció

Tots els processos, operacions i activitats que no generen valor i que tenen desperdici representen un cost a l'empresa. Per regla general, en les organitzacions, és major el percentatge d'aquests que no generen valor, enfront dels que si n'aporten.

Segons Deming, el 94% de les fallades son causades per sistemes pobres i tant sols el 6% son causats per errors dels treballadors.

El termes emprats per a referir-se a totes aquestes accions que no aporten valor són "muda", "malbaratament" o "despilfarrament".

Segons l'enginyer de Toyota Fujio Cho, "muda" és tot allò que no sigui la quantitat mínima d'equip, materials, peces, espai i temps de l'operari que resulten absolutament essencials per afegir valor al producte.

Juntament amb l'executiu Taichi Ohno van establir el llistat dels 7 tipus de malbarataments:

:

1. Sobreproducció

Produir més aviat, més ràpid o en quantitats majors que la demanda del client. Apareix quan es dona el "just in case" (produir per si de cas), quan es deixa que les màquines treballin al màxim de la seva capacitat, quan existeix una mala planificació de producció, quan una distribució de la producció no està equilibrada en el temps, etc.

L'excés de producció a la demanda del mercat no genera valor.

<i>Característiques</i>	<i>Possibles causes</i>
<ul style="list-style-type: none">• Gran quantitat d'estoc• Equips sobredimensionats• Flux de producció no anivellat• Augment de l'utilització de les màquines• Insolvència dels problemes de qualitat• Tamany gran dels lots de fabricació• Excessiu material obsolet• Necessitat d'espai per emmagatzemar	<ul style="list-style-type: none">• Processos no capaços• Pobre aplicació de l'automatització• Temps de canvi i de preparació llargs• Processos poc fiables• Programació inestable• Resposta a previsions i no a demandes• Falta de comunicació

Taula 1. Característiques i causes muda sobreproducció

2. Temps d'espera

Persones o components que esperen. És un dels desperdiciis més clars i fàcils de identificar. Es genera quan hi ha descoordinació entre operacions, l'operari o la màquina ja no té a la seva disposició les peces necessàries per a l'execució de la seva tasca, pauses obligades no programades, un llarg temps d'arrencada, problemes de qualitat en els processos anteriors, etc.

<i>Característiques</i>	<i>Possibles causes</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Operari espera a que la màquina acabi • Màquina espera a que acabi l'operari • Un operari espera un altre operari • Excés de cues de material en el procés • Parades no planificades • Temps per a executar altres tasques • Temps per a executar reprocessos 	<ul style="list-style-type: none"> • Mètodes de treball poc consistents • Layout deficient • Desequilibris de capacitat • Producció en grans lots • Operacions retrasades • Temps de preparació de màquina llarg • Temps canvi d'utilatge complex • Falta de màquina apropiada • Operacions "caravana": falta personal perquè aquests processen lots en més d'un lloc de treball • Pobre coordinació entre operaris i/o entre operaris i màquines

Taula 2. Característiques i causes muda espera

3. Transport

Moviments innecessaris de persones o components entre etapes del procés. Per exemple: una mala distribució en la planta, un producte que no flueix continuament, grans lots de producció, llargs temps de suministre, grans àrees d'emmagatzematge, etc.

El mètode *Lean* proposa que els circuits logístics siguin el més curts possibles dins la fàbrica (entre el moll de descàrrega, el magatzem-supermercat i la línia de treball).

<i>Característiques</i>	<i>Possibles causes</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Els contenidors difícils de manipular 	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiències en el layout del procés

- Els carretons o traspalets circulen buits
- Excés de moviments dins del procés
- Gran tamany de lots
- Programes no uniformes
- Temps de canvi o preparació llargs
- Falta d'organització en el lloc de treball
- Excessiu estoc intermig
- Pobre eficiència d'operaris i màquines

Taula 3. Característiques i causes muda transport

4. Sobreprocés

Les tasques de fabricació han de consumir els mínims recursos i s'utilitzaran en el menor temps possible. Es deu a mètodes inadequats de treball, mala capacitat del personal, tasques duplicades, tasques innecessàries, mala comunicació, especificacions del client poc clares,... S'utilitzen més recursos (mà d'obra, màquines, materials) dels necessaris.

<i>Característiques</i>	<i>Possibles causes</i>
<ul style="list-style-type: none">• No existeix l'estandarització• Maquinària mal dissenyada• Processos redundants o inútils• Capacitat calculada incorrectament• Excessiva informació que ningú utilitza• Falta d'especificacions i exemples clars de treball	<ul style="list-style-type: none">• Canvis d'enginyeria de procés• Presa de decisions a nivells inapropiats• Procediments i polítiques no efectives• Falta d'informació dels clients

Taula 4. Característiques i causes muda sobreprocés

5. Inventari

Matèries primes, treball en curs o productes acabats. És el més comú dels desperdícis. Quan estan emmagatzemats, els productes acabats, els semi-acabats i les matèries primes no creen cap valor. Ens al contrari, els estocs excessius augmenten els costos degut a les inversions necessàries per al seu manteniment. La muda d'estoc està relacionada amb la muda de sobreproducció.

Normalment les causes d'aquesta pèrdua poden ser:

- Prevenir a l'empresa de possibles casos d'ineficiència o problemes inesperats en el procés.

- Prevenir a l'empresa de possibles casos d'ineficiència dels seus proveïdors, a causa de falta de material.
- Un producte complex que ocasiona problemes.
- Una mala planificació de la producció.
- ...

<i>Característiques</i>	<i>Possibles causes</i>
<ul style="list-style-type: none">• Rotació baixa d'existències• Grans costos de moviment• Excessiu equip de manipulació• Excessiu espai dedicat a magatzem• Containers o caixes massa grans• Excessius dies amb el producte acabat• Grans costos de manteniment d'estoc	<ul style="list-style-type: none">• Processos amb poca capacitat• Colls d'ampolla no identificats• Proveïdors no capaços• Temps de canvi de màquina llarg• Previsions de venda errònees• Decisions de la direcció general• Retreball per defectes de qualitat• Problemes i ineficiències ocults• Temps de preparació llargs

Taula 5. Característiques i causes muda inventari

6. Moviment

Moviments innecessaris de persones, components o màquines durant el procés. No creen cap valor afegit. Mitjançant la configuració dels llocs de treball amb eines i peces el més aprop possible de la mà de l'operari es redueix aquesta pèrdua. Les causes poden ser diverses:

- Falta d'ordre, neteja i organització
- Eficiència baixa dels treballadors
- Dolents mètodes de treball
- Mala distribució en la planta
- ...

<i>Característiques</i>	<i>Possibles causes</i>
<ul style="list-style-type: none">• Els contenidors difícils de manipular• Excés de moviments dins del procés• Els carretons o traspalets circulen buits	<ul style="list-style-type: none">• Deficiències en el layout del procés• Gran tamany de lots• Programes no uniformes• Temps de canvi o de preparació llargs

- Falta d'organització en el lloc de treball
- Excessiu estoc intermig
- Pobre eficiència d'operaris i màquines.

Taula 6. Característiques i causes muda moviment

7. Defectes

No fer les coses correctament a la primera, falta de control en els processos, mala planificació dels manteniments, formació insuficient als operaris, mal disseny d'un producte, etc.

Els productes defectuosos es descarten o es reprocessen, fent que això suposi costos addicionals tant de temps com d'eliminació de residus. La filosofia *Kaizen* de millora continua, l'autocontrol *Jidoka* de l'operari, la formació i entrenament redueixen els defectes. El correcte manteniment de màquines i eines gràcies al TPM (Total Productive Maintenance) contribueix a la reducció d'averies i de defectes.

<i>Característiques</i>	<i>Possibles causes</i>
<ul style="list-style-type: none">• Pèrdua de temps i recursos materials• Planificació inconsistent• Qualitat cuestionable• Flux de procés complex• Baixa moral dels operaris• Espais i eines extres per al retreball• Maquinària poc fiable• Recursos humans addicionals per a operacions d'inspecció i repetició de treball	<ul style="list-style-type: none">• Disposició de maquinària ineficient• Proveïdors o processos no capaços• Errors dels operaris• Entrenament de l'operari inadequat.• Eines o utillatges inadequats• Procés productiu ineficient

Taula 7. Característiques i causes muda defectes

Cal a dir que existeix un vuitè despilfarrament que J.Pomack i D.Jones van afegir posteriorment en temps més recents i que no figura en el llistat principal i més conegut però que cal considerar-lo:

8. Disseny de béns i serveis que no responen a les necessitats del client.

Així doncs, la majoria de pèrdues presents en una organització, es poden classificar en aquestes 8.

Destacar, de totes les pèrdues enumerades, el despilfarrament d'estoc o d'inventari, ja que ha sigut un dels motius que ha representat certa controvèrsia entre el model *Lean* i el model convencional, ja que segons com s'enfoqui, aquest representa una pèrdua o no.

Per a la gestió convencional l'estoc és un element indispensable per assegurar les existències i entregues.

Però per a la gestió *Lean* està clar que és un desperdici i que a la realitat representa un major cost del producte, risc d'obsolència, etc...

L'únic que permet l'estoc, és cobrir els problemes d'un sistema productiu, ja que una fallada en el suministrament de matèria no detindrà la producció, al igual que si existeix una fallada en una màquina.

Habitualment els problemes dels processos solen estar ocults per factors i decisions que generen despilfarraments. La reducció de l'estoc, permet aflorar els problemes, d'aquesta manera, al visualitzar-los obliga a resoldre'ls i la rapidesa en fer-ho determina la nostra capacitat de reactivitat.

Però sense cap dubte, el fet de que no es vegin els problemes, no significa que no hi siguin. Els problemes no són una altra cosa que mudes, i no tant sols existeixen, sinó que impliquen uns costos directes que sols es poden eliminar reduint el nivell d'estoc i en quant aflorixin els problemes, afrontar-los i solucionar-los.



Figura 12. Ineficiències ocultes pel nivell d'estoc

El cas ideal sempre es eliminar la pèrdua, però en molts casos a la pràctica, existeixen limitacions dins del sistema u organització que no fan possible la completa eliminació, però en canvi sempre es pot la reducció o simplificació. L'objectiu de l'empresa no ha de ser altre que tractar de perseguir-les si el que volen es disminuir el cost, el temps de sumistre i l'augment de rendiment.

En tot cas, per poder eliminar aquests punts de despilfarrament, el *Lean Management* intenta respondre la següent qüestió: Com pot l'empresa estructurar-se per a que no faci res més que crear valor i fer-ho de la manera més ràpida possible?

3.6 La millora continua

La millora continua (*Kaizen*; 改善), representa l'última de les 5 fases (com hem vist en l'apartat 3.4) i és alhora el predecessor d'iniciar el nou camí del desenvolupament *Lean*.

Les empreses manufactureres poden incrementar la seva competitivitat, mitjançant l'innovació i/o la millora continua. L'innovació tecnològica i el *Lean Management*, proporcionen grans millores, però tant l'una com l'altra depenen de la voluntat i implicació de l'empresa així com de l'ús que se'n faci per a millorar els processos productius.

Aquelles organitzacions que són seguidores d'aquesta filosofia i de l'esperit innovador, aconseguiran un ritme de millores òptim i sostingut en el temps.

Sense dubte, en aquest punt cal fer especial èmfasi per a no oblidar la importància que representa en el procés d'evolució de qualsevol organització, i que sense aquesta no es completa el projecte de millora.

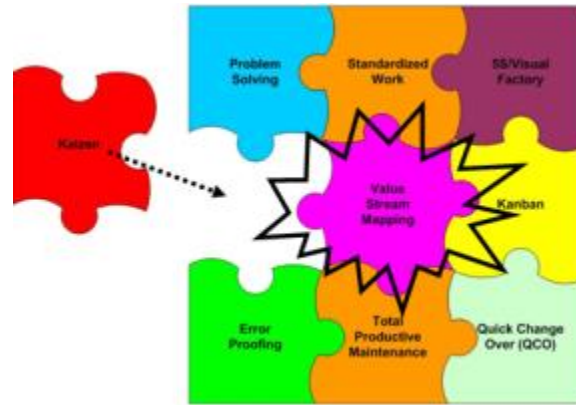


Figura 13. Peces clau d'un projecte de millora

Tota millora requereix d'un canvi. I per a canviar un procés primer s'ha d'entendre tot el procés, d'aquí la presentació del VSM.

Segons la *Mid-America Manufacturing Technology Center (MAMTC)* una empresa serà *Lean* quan hagi complert els següents principis:

1. Sigui segura, endreçada i neta.
2. Quan els productes siguin fets en *JIT* i sols en funció de la demanda.
3. Els productes són dissenyats i produïts amb qualitat *Six Sigma*.
4. Els equips estiguin autoritzats per a prendre decisions (*Empowered team*).
5. Si el *Visual Management* es el camí d'actuació.
6. El motor de l'empresa sigui la búsqueda de la perfecció.

Està clar doncs, que fins que una organització no dugui a terme fins l'últim punt, la millora contínua, no s'entendrà per establerta. I és que no es pot assegurar un correcte desenvolupament del *Lean* sense la búsqueda de la perfecció, ja que podria quedar estancat. Com per exemple en algunes de les empreses en les que s'ha implantat alguna tècnica relativa al *Lean* que tot i mostrar-se molt satisfetes algunes causes poden fer fracasar i no continuar una millora cap a la perfecció:

- Tendència cap al sistemes tradicionals de treball
- Falta de coneixement per a la implantació
- Falta de crisis per a crear una sensació d'urgència
- El sistema de comptabilitat de costos tradicional no reconeix el valor financer de les millores a nivell de planta

- Resistència dels comandaments intermitjos
- El *Lean* es veu com una moda
- Fracàs al intentar desplaçar responsables de posar frens al canvi
- Resistència dels treballadors
- Resistència dels supervisors
- Fracàs d'anteriors projectes relacionats amb el *Lean Manufacturing*

Un aspecte molt important, és saber que l'excel·lència en qualsevol procés no s'aconseguirà sense la participació de tothom i de tots els nivells de l'organització, així com la transparència en l'informació i la comunicació.

Les millores en els sistemes productius han de centrar-se en la transformació dels processos de fabricació per a que es converteixin en sistemes adaptatius. Es a dir, han de ser capaços de respondre automàticament a canvis del entorn operatiu, han d'integrar procesos innovadors, per superar les limitacions existents en processos mitjançant la combinació intel·ligent i gestionar la transferència del *Know-How* en nous mètodes relacionats amb la producció.

I és que no existeix final en el procés de reduir esforç, temps, espai, costos i averies. S'ha d'oferir un producte que cada cop s'apropi més a lo que el client demana o desitja.

Les 4 etapes anteriors a la de la millora contínua fan que l'empresa s'introdueixi en un cercle virtuos i la búsqueda de la perfecció obtingui sentit.

Una estratègia molt simple i molt eficaç alhora de desenvolupar la millora continua, és el famós cicle de *Deming*, conegut com el cicle PDCA.

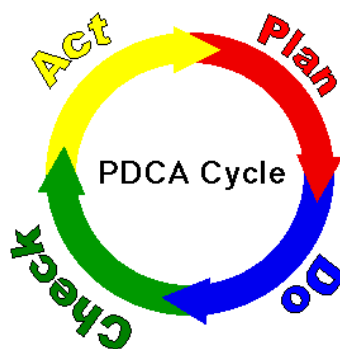


Figura 14. Cicle PDCA

El PDCA, no és una altra cosa, que una eina de qualitat que pretén millorar els productes, serveis i processos en quatre fases:

- ✓ Plan (Planificar) = Establir els objectius i processos necessaris per a obtenir el resultat esperat, mitjançant:
 - L'identificació del procés a millorar.
 - La recopilació de dades per al coneixement del procés.
 - La descripció de les especificacions dels resultats esperats.
 - La definició dels processos necessaris per a obtenir aquests objectius, verificant les especificacions del punt anterior.

- ✓ Do (Fer) = Implementar els nous processos, dur a terme el pla. Recol·lectar dades per a utilitzar en les següents etapes.

- ✓ Check (Verificar) = Tornar a recopilar les dades de control i analitzar-los, comparant-los amb els objectius i especificacions inicials, per evaluar si s'ha produït la millora passat un període de temps previst d'avançat.

- ✓ Act (Actuar) = Actuar i documentar el cicle en base a les conclusions del pas anterior escollint una opció:
 - Si s'han detectat errors parcials en el pas anterior, realitzar un nou cicle PDCA amb noves millores.
 - Si no s'han detectat errors rellevants, aplicar a gran escala les modificacions dels processos.
 - Si s'han detectat errors insalvables, abandonar les modificacions dels processos.
 - Oferir una retro-alimentació i/o millora en la planificació.

Els resultats de l'implementació d'aquest cicle permet a les empreses una millora integral de la competitivitat, dels productes i serveis, millorant continuament la qualitat, reduint els costos, optimitzant la productivitat, reduint els preus, incrementant la participació del mercat i augmentant la rentabilitat de l'empresa.

I és més, es postula que, el PDCA és una actitud general que ha de ser la base per assegurar l'estabilització del procés i la possibilitat de millora. Quan hi hagi creixement

i desenvolupament en una organització, es necessària l'identificació de tots els processos i l'anàlisi mesurable de cada pas.

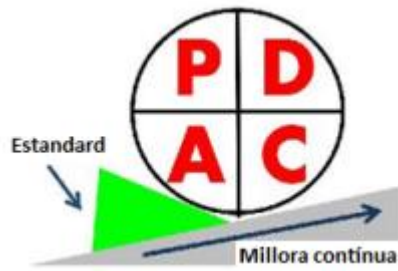


Figura 15. Desenvolupament cicle de millora PDCA

En altres eines utilitzades s'inclouen les accions correctives, preventives i l'anàlisi de la satisfacció en els membres o clients, però en el PDCA amés de formar-ne part, serveixen per a fer més efectiva la millora de la qualitat i l'eficiència en les organitzacions.

4. VALUE STREAM MAP

4.1 Introducció i objectius del VSM

Es presenta el VSM com una tècnica relacionada amb la producció ajustada que serveix com a pilar i base per al redisseny dels sistemes productius sota un enfoc *Lean*.

Es tracta d'una tècnica relativament recent que vé a donar resposta a les necessitats plantejades per les empreses manufactureres de cara a desenvolupar cadenes de valor més competitives, eficients i flexibles amb les que afrontar les dificultats de l'economia actual.

En concret, el VSM, basat en el model organitzacional de la producció ajustada per a empreses manufactureres, és una tècnica gràfica que, mitjançant l'ús d'icones normalitzats integra en una mateixa figura, els fluxos logístics de material i d'informació així com el conjunt d'accions que engloben la gestió i producció d'un producte o família de productes.

Previ a l'inici del mapejat, s'aconsella la creació d'un equip coneixedor del flux de valor de la família de productes a tractar.

En aquesta primer part, també es detallen les característiques de l'eina del VSM, tant del procediment per a la seva elaboració com de les pautes per al seu anàlisi.

El VSM va començar a emplear-se a Toyota sota el nom de "mapejat del flux de materials i d'informació". Fins als anys 90 no es va difundir fora, on finalment va ser desenvolupat per Rother i Shook en el seu llibre "Learning to see" (1998).

El VSM ha sigut adaptat i evolucionat a situacions de cada planta amb característiques més complexes com per exemple on les demandes són més aleatòries o la quantitat de referències es molt variada i de difícil agrupació, conjuntament amb gran quantitat de processos, molts d'ells compartits amb altres famílies i per tant els fluxes es tornen complicats. Avui dia, s'ha convertit en l'eina clau per a aquelles empreses que volen recórrer al *Lean*, especialment aquelles que comencen.

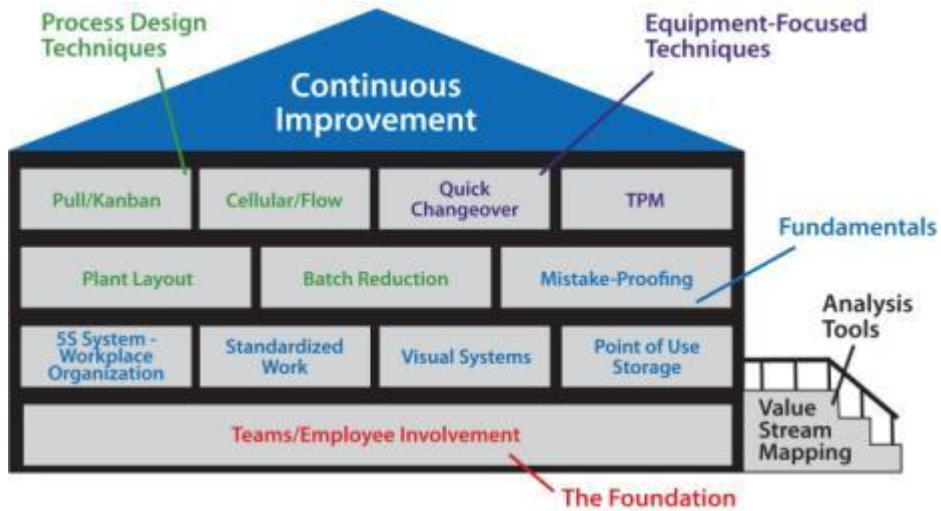


Figura 16. Classificació dels conceptes Lean

Per a posar en pràctica els conceptes del pensament *Lean* es recorre a l'utilització del mapa de la cadena de valor.

El VSM, descriu i visualitza de manera molt ràpida la següent informació:

- a) Els fluxes de material, identificant:
 - Les etapes amb diversitat de materials
 - Els punts d'estancament (stocks intermitjos)
 - El mode de desplaçament dels productes d'una etapa a una altra (medis, personal, freqüències, quantitat,...)
- b) Els fluxes d'informació, identificant:
 - L'origen i el destí de la informació
 - La naturalesa de la informació (*kanban*, programa, seqüència,...)
 - El mode de transmissió utilitzat



Figura 17. Cercle dels fluxes de material i informació

Es important conèixer la ruta dels productes al llarg de les diferents etapes del procés perquè es en aquestes on es pot reconèixer o detectar símptomes o problemes com:

- Demores en les entregues del producte acabat (PA).
- Dificultat per a identificar els colls d'ampolla al llarg del procés.
- Excés d'inventaris entre processos i al mateix temps mancances constantment.
- Dificultat per a identificar l'origen dels desperdícis.

En la cadena de valor s'inclou tant els elements de valor afegit, com els de no valor afegit, que es produeixen en un determinat producte desde la seva concepció fins a l'entrega al client.

Típicament, s'examina la cadena de valor desde les matèries primes fins als productes acabats, però també es possible mapejar els processos empresarials.

L'anàlisi parteix sempre de les necessitats del client, és a dir del final del procés. A partir de les necessitats del client, l'anàlisi va remontant el procés fins a la recepció dels materials:

- Conèixer les necessitats del client
- Conèixer el funcionament de les expedicions
- Conèixer els stocks
- Conèixer les etapes de producció
- Conèixer els aprovisionaments
- Conèixer els transports

El fluxe de materials, és el camí físic que segueixen els materials desde el proveïdor fins al client, passant per tots els processos de transformació del producte o moviment dins d'una fàbrica.

El fluxe d'informació, és el que li diu a cada procés o a cada material que ha de fer a continuació.

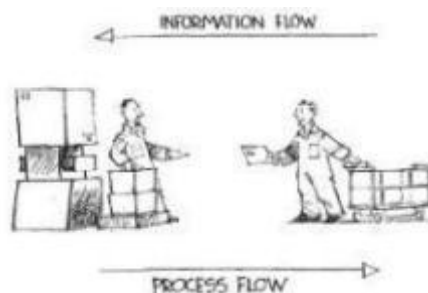


Figura 18. Sentit dels fluxes de procés i d'informació

El propòsit de l'eina es mapejar les activitats amb i sense valor afegit necessaris per a dur una família de productes desde la matèria prima fins a producte acabat, amb l'objecte de localitzar oportunitats de millora mitjançant unes pautes basades en conceptes *Lean* per a posteriorment grafiar un possible estat futur i llençar projectes de millora.

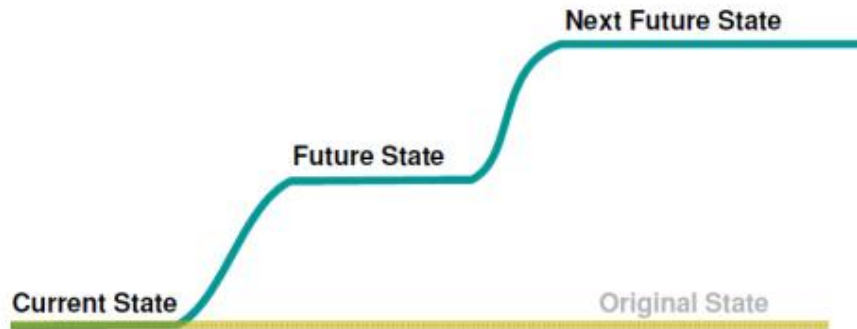


Figura 19. Evolució dels diferents estats amb l'ús del VSM

El *Value Stream Map* permet la optimització i millora dels processos. Cal destacar que l'utilització d'aquesta eina resulta de gran utilitat per posar de relleu les ineficiències del flux productiu i amés proporciona solucions aparentment sencilles però molt efectives.

Amb el VSM, podem conèixer els desperdícis, el temps d'espera, els inventaris, les dobles manipulacions, els moviments innecessaris, etc. Amés de conèixer la font o origen d'aquests desperdícis. D'aquesta manera es podrà prendre les decisions més encertades respecte de la manera que s'està treballant i les possibles millores.

La diversitat de les referències dels productes, associada a una gestió de la producció *Push*, ens condueix a disposar d'una gestió complexa. Aquesta complexitat es tradueix en estocs i en productes en curs elevats, manteniments i tasques de gestió de la producció no estandaritzades i mal optimitzades.

El VSM es l'eina d'anàlisi per a descriure aquests fets i visualitzar-los en una imatge comprensible per tothom (producció, logística, industrialització, qualitat,...).

Si existeix transparència i implicació per part dels participants que integren l'equip, el mapa pot representar un llenguatge comú per a la búsqueda de la perfecció.

Així doncs ens permet identificar els impediments d'una producció *JIT* i amés ressaltar la posició geogràfica dels diferents processos estudiats.

Adquirim també amb el *Value Stream Map* una visió global del procés productiu, més enllà de les unitats produïdes. No únicament ajuda a detectar possibles mudes, sino que amés permet conèixer la font o origen d'aquests desperdïcis.

En un VSM, es pretén també relacionar, els conceptes *Lean* amb la seva implementació pràctica i establir actuacions de millora.

4.2 Metodologia

En mode general, s'empra una metodologia definida que permet dur a terme el desplegament del VSM i del seu anàlisi amb tot el seu conjunt. Aquesta es regeix bàsicament per unes pautes que procuren fer d'una manera més sencilla, la projecció i desenvolupament del mapejat de valor.

L'elaboració del *Value Stream Map*, consta de dues parts ben diferenciades:

1) La situació actual

Situació que correspon a la que es dona en la planta en el moment d'iniciar l'estudi del producte o família de productes. En aquesta situació, es reflexarà i mostrarà en un mapa els processos i sistemes de treball que existeixen actualment. Aquest pas, és vital per a entendre les necessitats per al canvi.

2) L'estat futur

És l'estat que volem aconseguir i que pretenem perseguir mitjançant una sèrie d'accions per a eliminar o reduir malbarataments actuals per a millorar l'eficiència del procés productiu. Aquest estat, ha de lligar tots els processos desde el client fins la matèria prima en un fluxe discret sense adjacents, que generi el temps de de cicle de valor afegit més curt, la més alta qualitat i el cost més baix.

L'estat futur, és la projecció de d'un estat ideal a la realitat. I per a construir l'estat futur i poder grafïar-lo, i a posterior dur-lo a la pràctica, es solen respondre a una sèrie de preguntes (consultar apartat 4.2.2 del present estudi) relacionades amb les directrius per a assolir un bon VSM, que cal aplicar a cada empresa en particular.

Cal esmentar que no s'ha de confondre l'estat ideal, amb l'estat futur, ja que el primer serà impossible assolir-lo degut a les limitacions pròpies i intrínseques de la organització. L'estat ideal, correspon a un estat imaginari i utòpic en el que no es tenen en compte les limitacions del sistema i per tant es podria tenir el procés òptim i perfecte en termes d'eficiència i eficàcia.

Així doncs quan ens proposem iniciar la representació de la cadena, primer es reproduirà la part de la situació actual i a posteriori aquesta en conduirà a la simbolització de la part futura.

És important, en l'escenificació d'una cadena de valor, que s'estudiï i es centri en un producte o família de productes, ja que la realització de tots els productes o famílies provocaria una complexitat que impediria el correcte anàlisi de tots els fluxes que intervenen, i és per això, que es preferible estudiar-los de manera independent.

Un esquema gràfic de la sistemàtica que es comenta, és la que es presenta en la figura 20:

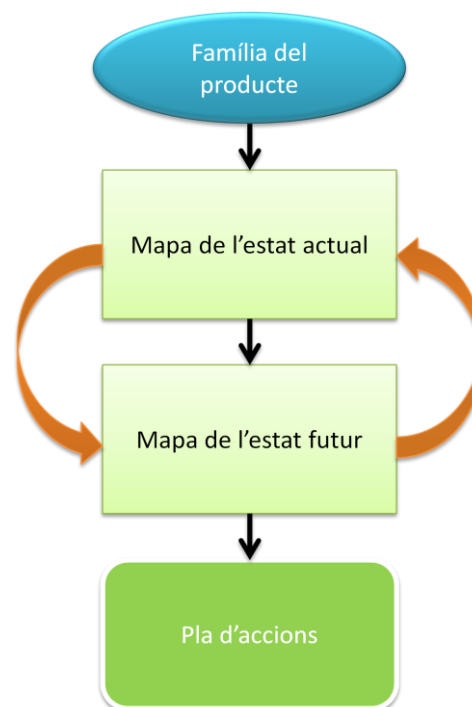


Figura 20. Esquema del procediment per l'aplicació del VSM

4.2.1 Procediment estat actual

No es pot començar a treballar el procés de millora, sinó es té clar per on s'ha de començar, de quina manera s'ha d'actuar, quins recursos es necessiten, etc.

És imprescindible definir correctament el punt de partida per a sostenir totes les accions futures sobre una base sòlida. La manera d'autoavaluar-se consisteix en realitzar un mapa de la cadena de valor que permeti arribar a conclusions que constituiran la base per a la futura millora organitzativa.

Dins del punt "Mapa de l'estat actual" de l'esquema presentat en el punt anterior (figura 20) trobariem el subprocés o pauta de treball següent:

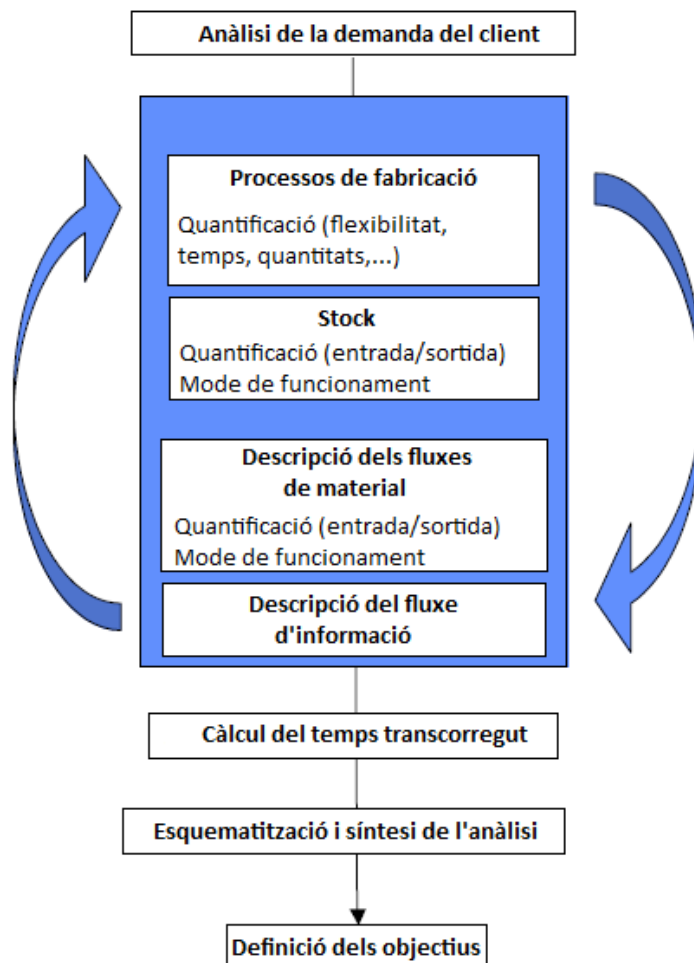


Figura 21. Esquema del procediment per a l'elaboració del estat actual

L'àrea remarcada en blau és la part més densa d'estudi que consta d'observar, entendre, quantificar, representar i analitzar tots els processos productius que afecten al producte.

Seguint la lògica i com es mostrarà més endavant (i de manera més detalla en el cas pràctic), la demanda del client s'analitza en funció de les famílies de productes o productes i serà a partir del client on s'anirà desenvolupant la cadena de valor.

Per a dur a terme l'estudi de l'estat actual, existeixen unes fases principals per al mapejat que es resumeixen en els següents punts:

Pas 1	Seleccionar la família de productes
Pas 2	Estudiar la demanda del client
Pas 3	Mapejar el flux de processos
Pas 4	Mapejar el flux de material
Pas 5	Mapejar el flux d'informació
Pas 6	Calcular el temps de cycle total del producte

Taula 8. Passos per a l'estudi del estat actual

1. Elecció d'una família de productes.

Es necessari focalitzar el procés de mapejat en una única família de productes, grafiar totes les referències que es produeixen en la planta resultaria complicat i no condueix a desenvolpar de manera adequada les pautes del *Lean*.

El mapejat s'enmarca en el fluxe de valor d'una família de productes en concret, i per tant les millores que es proposin a partir de l'estudi aniran orientades a agilitzar el fluxe de dita família.

Cal escollir un producte que interesi en funció de les necessitats que es tinguin, com el temps de procés en cas de ser elevat, sobreproducció, *Lead time* alt, etc.

En el nostre exemple, la família de productes defineix un grup de productes que passen per similars processos d'operació i equipament o instal·lacions.

Cal a fer esment, que el criteri per a definir una família de productes pot basar-se en diferents punts de vista, com mostra la classificació de la següent taula:

Diferents criteris per a identificar famílies de productes	
a) Tipus de producte	Cada família la compon productes del mateix tipus o funció.

b) Mercat	Geogràfic, o tipus de client: final, distribuïdor o altre.
c) Clients	Família de productes que es venen a un o varis clients.
d) Grau de contacte amb el client	Agrupar productes pel grau d'influència del client en el producte final.
e) Volum de venda	Agrupar productes amb similar volum de vendes.
f) Patrons de comanda	Agrupar productes en base als diferents patrons alhora de rebre les comandes.
g) Base competitiva	Agrupar productes en base als seus arguments de vendes
h) Tipus de procés	Productes amb similars processos en la mateixa família
i) Característiques dels productes	Productes amb similars característiques físiques o matèries primes.

Taula 9. Criteris per a la identificació de famílies de productes

La literatura bàsica referent al VSM exposa la denominada matriu de família de productes (veure figura 22) com a eina que ajuda a la detecció de famílies, amb les que en alguns casos a simple vista, o mitjançant l'aplicació d'un senzill algoritme, es poden trobar possibles famílies de productes. Per sort, en els casos pràctics no hi ha necessitat de recórrer a tècniques molt sofisticades tot i que la búsqueda de la família de productes no resulti una tasca fàcil.

	Assembly Steps & Equipment							
	1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUCTS	A	X	X	X		X	X	
	B	X	X	X	X	X	X	
	C	X	X	X		X	X	X
	D		X	X	X			X
	E		X	X	X			X
	F	X		X		X	X	X
	G	X		X		X	X	X

Figura 22. Matriu de la família de productes segons Rother

Però quan el nombre de referències és alt, es aconsellable centrar prèviament l'estudi en aquelles referències de major volum de producció, que no vol dir facturació.

Es pot centrar l'elaboració de la matriu en els primers processos de la cadena de valor, ja que en molts casos seran aquells que més fàcilment es plantejaran per a assignar-los específicament a la família de productes definida.

2. Estudiar la demanda del client

Recopilar la informació necessària del client que permeti respondre i satisfer la seva demanda. La demanda és per on comença el mapeig de la cadena de valor. És de vital importància conèixer com a mínim el volum mig i la distribució de venda que se'n fa per client. Per tant es deixarà escrita aquesta informació en la caixa de dades del mapa.

3. Mapejar el fluxe de processos de la situació actual

Una vegada fets els passos 1 i 2, s'inicia la representació del fluxe. El procés de mapejat del fluxe (ja sigui de processos, de material o d'informació) requereix i es basa principalment en la recol·lecció de les dades.

En referència al fluxe de processos productius aquests primer es plasmaran gràficament mitjançant els símbols adaptats a la informació recolectada. De manera que primer s'identificaran les actiitats principals que intervenen en el procés de producció, després es col·locaran en el mapa seguint la seqüència en la que es dona en la fàbrica, i per últim s'interrelacionen. El mapejat del fluxe de processos es comença desde el final del procés, és a dir, en l'entrega al client i es va grafiant aigües amunt.

4. Mapejar el fluxe de material de la situació actual

Es tracta de representar en aquest cas, tots els moviments que sofreixen els materials al llarg del seu cicle de producció. Al realitzar el VSM, es grafiarà la ruta, processos i moviments de la família de productes escollida en el punt 1.

Es fonamental dibuixar tots els punts de la trajectòria així com inspeccions d'entrada, reubicacions, transferències i altres activitats que impliquen transport. No oblidar afegir els moviments externs del material és a dir, la MP des del proveïdor a

la planta i els PA desde la fàbrica al client.

5. Mapejar el fluxe d'informació de la situació actual

Mapejar el fluxe d'informació és de la mateixa manera que els fluxos de processos i de material, però tinguent en compte com és i quin tipus d'informació hi ha entre les diferents activitats.

Cal que per a les diferents àrees de producció, es documenti:

- Les ordres de fabricació associades al procés.
- El sistema de planificació i seguiment de les peces existent, a mesura que avancen a través de la cadena productiva.
- El sistema de comunicació entre la planta i el client i la planta i el proveïdor
- Mètode en que s'emet, s'envia, es rep i es reuneix la informació, és a dir, de forma manual, electrònica,...

6. Calcular el temps de cicle total del producte

El temps de cicle total del producte, és la quantitat total de temps que es requereix per a completar tots els processos. Això no tant sols inclou la quantitat de temps que es necessita per a realitzar el treball, sino que també el temps que es dedica a transportar-lo, emmagatzemar-lo, estocatge, esperar-lo, revisar-lo, ...

El temps de cicle total és la suma de tots aquests temps, i que inclouen tant els temps de valor afegit com els temps de no valor afegit.

Aquest temps de cicle és conegut també amb el nom de *Lead time*. El *Lead time* està definit com el temps que transcorre des de que s'inicia un procés de producció fins que aquest es completa, incloent el temps requerit per a entregar el producte fins al client.

En termes més específics es podria descomposar el *Lead time* en varis temps definits:

- El temps de cua: temps d'espera del producte fins que es introduït en un centre de treball.
- El temps de preparació: temps dedicat a la preparació en el centre de treball
- El temps d'operació: el temps propi de l'execució manufacturera.

- El temps d'espera: el temps que un producte espera fins a ser passat a un altre centre
- El temps de moviment: el temps de trasllat del producte entre centres de treball.

El temps de cicle es un aspecte fonamental en tots els processos crítics de l'empresa. La reducció del temps total del cicle allibera recursos, redueix costos, i això millora la qualitat de la gestió (al haver eliminat malbarataments) i que com a conseqüència pot incrementar les vendes. La reducció del *Lead time*, passa per reduir els *Work In Process* (WIP) i l'inventari que es genera durant el procés de fabricació d'un article. D'aquesta manera es disminuirà el cost de fabricació.

S'ha de calcular el temps real del cicle del procés. Aquest temps probablement serà totalment diferent del temps teòric del cicle, definit en els procediments o suposats per l'organització.

Finalment, per a dibuixar el VSM que defineix la situació actual del sistema, convé tenir present les següents consideracions:

- S'ha d'entendre quina és la situació inicial abans de poder decidir cap a on es desitjar anar.
- L'informació que es representa, ha de ser precisa (prenent dades quantificables) i útils de manera que s'han d'evitar les dades rellevants.
- L'informació s'ha de recollir en la planta (*gemba*), ja que obviament no s'han d'usar dades de tipus estandard. Durant la fase de recollida de dades s'ha d'aprofitar l'oportunitat d'escoltar les opinions i preocupacions dels operaris, perquè la conversió a una empresa *Lean* inclou l'integració en el procés dels coneixements i la creativitat de tots.
- Per a la representació gràfica han d'utilitzar-se els símbols establerts i es recomanable usar llapis, pisarra o software especialtat, ja que durant l'execució s'aniran produint nombrosos canvis.
- Cal anotar les solsament les operacions normals i habituals que es donen en el procés, i no les excepcions o operacions que es podrien arribar a ocòrrer.

4.2.2 Procediment estat futur

Un cop representat el mapa de la cadena de valor actual, cal dibuixar el mapa futur, és a dir, la situació a la qual es vol arribar per a obtenir un nivell més alt d'eficiència. Per això cal haver detectat i identificat els punts on es veuen oportunitats de millora i que no tenen perquè ser necessàriament problemes.

En base al mapa actual, es dissenyarà un mapa sense malbarataments i si són irremediabls, seran els mínims necessaris per al desenvolupament de les operacions, com les alimentacions de les màquines, la descàrrega de camions,... En aquest mapa s'apreciarà un flux continu durant el transcurs de totes les operacions i els nivells d'estoc tant de materials en curs (WIP) com de productes acabats, seran mínims.

S'aconsella començar el mapa de l'estat futur, per aquell procés regulador o marcapasos, o també per aquell procés que pogui tenir un èxit i impacte garantitzat sobre el producte, al solventar-lo o millorar-lo.

Per a dur a terme l'estudi de l'estat futur, les fases principals per grafiar-lo, són les que es resumeixen en els següents punts:

Pas 1	Validar la demanda del client
Pas 2	Mapejar l'estat futur del flux de processos
Pas 3	Mapejar l'estat futur del flux de material
Pas 4	Mapejar l'estat futur del flux d'informació
Pas 5	Calcular el temps de cicle total del producte
Pas 6	Definir un pla de millora i implantar-lo

Taula 10. Passos per a l'estudi de l'estat futur

El desenvolupament de cada pas, és exactament d'igual manera que s'ha detallat en el procediment de l'estat actual, però en aquest cas amb la condició d'establir un temps de futur.

La consecució del mapa futur aprovat, requerirà d'una detallada planificació que caldrà que un responsable lideri juntament amb el recolzament de l'alta direcció de l'empresa.

Així com la planificació es un punt importantíssim, també cal combinar en alguns casos amb sistemes de prova i error amb els quals anar aprenent i obtenint resultats i conclusions.

Una producció esbelta, és aquella que té un procés que únicament produeix el que el següent procés necessita, quan ho necessita i com ho necessita. Per poder dur a terme l'estat futur, és indispensable començar per les tècniques bàsiques que cal aplicar per a assolir una cadena de valor *Lean*:

- Takt time
- Supermercats
- Distribució producció (Heijunka)
- Kanban
- SMED
- 5S
- TPM
- Jidoka
- etc.

El mapa de l'estat futur de la cadena de valor, ajuda a desenvolupar l'estratègia de l'empresa. Es convenient alhora de fer-lo tenir coneixements de les altres eines del *Lean Manufacturing* (*kanban, SMED, poka-yoke,..*) però no és indispensable, ja que l'únic que es busca es establir que és el que sí que es necessita i quan ha de ocórrer per a que el procés actual millori.

Per a fer l'estat futur cal, a part de respondre les preguntes plantejades que es troben a continuació, i de tenir clares les directrius que cal seguir per a millorar la productivitat, és identificar el/s coll/s d'ampolla/es i les limitacions del sistema.

Com menciona el *Lean Manufacturing*, cal aconseguir que els processos estiguin interrelacionats de tal forma que existeixi un flux continu de material que es tradueixi en menys temps de suministre, més qualitat i menys costos.

Per a que una empresa assoleixi aquestes fites, normalment es segueixen le següents directrius:

1) Adaptar el ritme de producció al *Takt time*

El *Takt time* és la freqüència amb la qual hauria de ser produït un producte, basant-se en la demanda d'unitats del client. L'ecuació per a calcular el *Takt time* és:

$$Takt\ time = \frac{Temps\ de\ treball\ disponible\ al\ dia}{Unitats\ demandades\ pel\ client\ al\ dia}$$

El *Takt time*, s'usa per a sincronitzar la producció amb el ritme de vendes, i dona amés una idea de a quina velocitat s'hauria de estar produint idealment per a evitar la sobreproducció.



Figura 23. Marcapassos

La consecució d'aquest *Takt time*, exigeix capacitat per a reaccionar amb rapidesa davant d'incidències, eliminar o minimitzar les causes d'interrupcions imprevistes i eliminar els temps de canvi entre processos.

2) Crear un flux continu sempre que sigui possible on sigui possible

El flux continu pretén que el pas d'una unitat de procés a una altra, es realitzi en el menor temps o sense cap temps d'espera. Són els processos aigües avall del sistema productiu els que estableixen amb quina freqüència han de subministrar als processos anteriors, assegurant que els clients interns disposin d'allò que necessiten en el moment que ho necessiten.

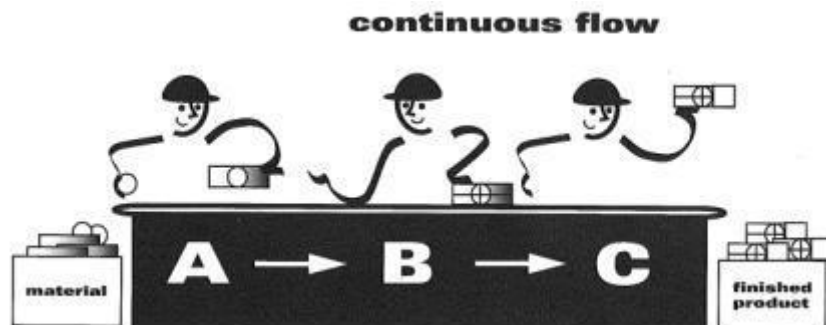


Figura 24. Flux continu

Un flux continu significa produir un producte d'una vegada, és a dir, que el producte passi d'un procés a un altre sense inmovilitzar-se com a inventari. El flux continu transforma varis

processos que treballen de forma independent (com illes aïllades) en una cèl·lula de treball conjunta on els processos van lligats un rere l'altre.

Aquest mode de producció més eficient que existeix, i les empreses haurien d'invertir recursos i esforç en aconseguir-lo.

3) Usar “supermarkets” en mode “pull” i passadissos FIFO per a controlar la producció, allà on no es possible un flux continu.

Existeixen casos on el flux continu és inviable com per exemple:

- Processos dissenyats per a operar a molt alts o molt baixos temps de cicle i amés necessiten canvis d'utilatges per a servir múltiples famílies de productes.
- Processos amb temps de cicle molt llarg o amb poca fiabilitat per a col·locar-los junt a un altra procés en temps continu.
- Processos que es troben separats una distancia considerable.
- Processos en els que els proveïdors es troben allunyats de la fàbrica.

La solució en aquests casos es crear “supermarkets” que funcionin mitjançant un sistema “Pull”. El funcionament seria:

- Es disposa de 2 processos contigus A i B entre els quals no es pot crear un flux continu.
- El procés B anirà al supermercat i agafarà el material que necessiti.
- El procés A veurà visualment la falta de material en el supermercat i l'omplirà.

Com s'observa no cal realitzar un pla de producció específic per al procés A, ja que aquest es limitarà a produir el que el procés B hagi recollit del supermercat. Per tant, es conclou que el procés B estira (*Pull*) la producció.

D'aquesta metodologia s'assegura que únicament es produeix allò que es necessita en el moment que es necessita.

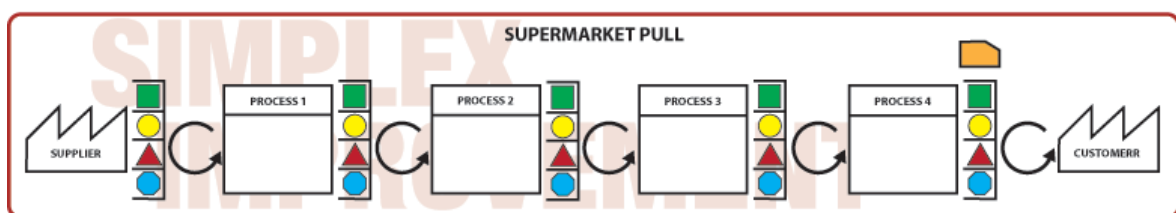


Figura 25. Sistema Pull amb supermarkets

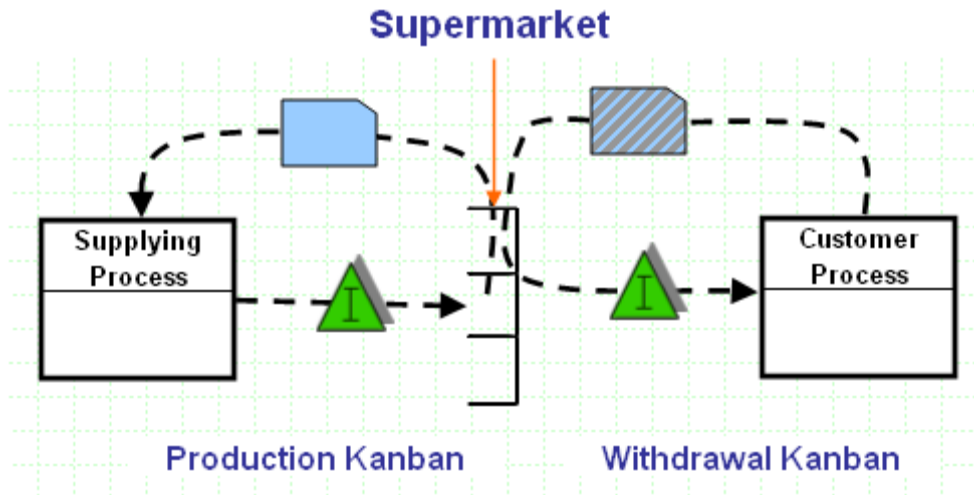


Figura 26. Funcionament supermercat mitjançant kanban

L'element fonamental que vehicula els supermercats, és la targeta anomenada *Kanban* que funcionen de la següent manera:

- Les targetes Kanban de retirada ordenen que s'ha de transferir les peces.
- Les targetes de producció donen l'ordre de producció. Aquestes van incorporades al producte del supermercat.

Quan l'operari encarregat de la manipulació de materials rep una targeta *Kanban* de retirada per part de l'operari del procés posterior, el primer ha d'anar al supermercat i retirar allò amb la quantitat que la targeta li indica.

Quan l'operari que manipula els materials recull el producte, retornarà la targeta de producció al procés anterior i d'aquesta forma, s'iniciarà la producció d'aquell material que s'ha retirat en la quantitat demandada.

El kanban és un indicador que diu què s'ha de produir, en quina mesura i quan.

Purchased Kanban Example		Manufactured Kanban Example	
Kanban Ticket ID	ABC-012345	Kanban Ticket ID	XYZ-000001
Item Number & Descr	PART #1A	Item Number & Descr	PRODUCT #1
Quantity & UM	10 Ea	Quantity & UM	10 Ea
Required Date	07/07/2007	Required Date	07/07/2007
To Location	Warehouse #1	To Location	Warehouse #1
Vendor	ACME01	Cell	FINAL-ASSY

Figura 27. Exemple targetes kanban

Pot succeir que una gran varietat de peces a subministrar faci que els supermercats no acabin sigent del tot pràctics. En aquests casos, existeix la opció dels passadissos FIFO. Un passadís FIFO no és més que un espai físic limitat en el que s'hi col·loquen les peces entre dos processos desconnectats. El procés de subministre no ha de produir fins que part de l'inventari existent en aquest passadís hagi sigut consumit per part del procés client.



Figura 28. Passadís FIFO

4) Insertar la programació del client en un sol procés de producció (marcapassos)

Gràcies als “supermarkets”, és possible planificar la producció en un sol punt, aquest punt és anomenat “pacemaker process” o el que és el mateix, procés marcapasos. Aquest marcapasos és el que fixa la velocitat de tots els processos anteriors i tots els processos per sota del marcapasos funcionen en flux continu mentre que aigües amunt funcionen en mode *Pull*.

El pla de producció per a aquest procés ha de ser exactament els requeriments ordenats pel client en quant a unitats per model.

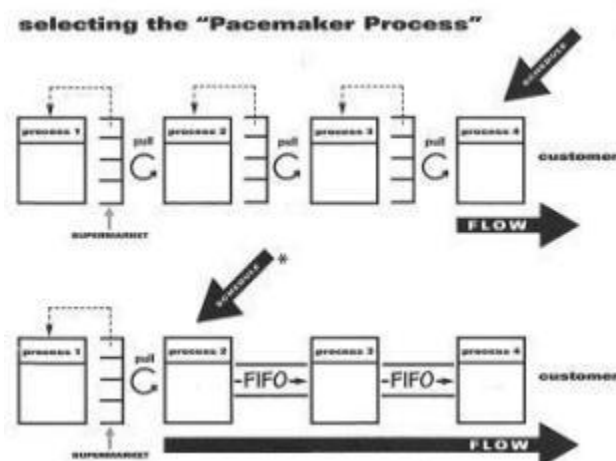


Figura 29. Selecció procés marcapassos

Usualment aquest procés marcapasos sol ser un dels que es trobin més proper al client i aquest ha d'estar seqüencialment darrera de qualsevol supermercat o passadís FIFO.

5) Distribuir la producció de diferents productes uniformement en el temps (anivellar el mix de producció)

Per a la majoria de processos productius és més fàcil planificar llargues produccions d'un mateix tipus de producte i evitar els canvis de format. Però es fa difícil servir als clients que volen un format diferent del que s'està produint en aquell mateix moment. Això implica tenir molt d'estoc de producte acabat per a garantir que el client tingui allò que vol en tot moment.

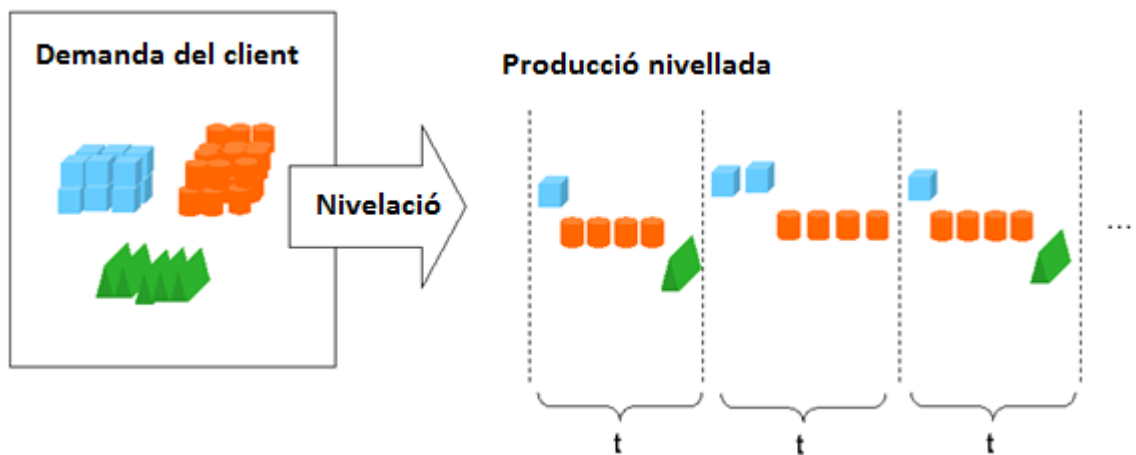


Figura 30. Distribució de la producció en el temps

Anivellar el mix de producció significa distribuir la producció de diferents productes o formats uniformement en el temps. Quant més s'anivelli el mix de producció, més capacitat de reacció tindrà la fàbrica per a reaccionar davant les exigències dels seus clients amb menor temps de subministre i menor inventari de producte acabat. Això però, suposa augmentar el nombre de canvis de format, amb lo que aquests caldrà optimitzar-los i realitzar-los en el menor temps possible.



Figura 31. Nivelació mix de producció

Així doncs, un cop conegudes les directrius que marcaran la millora, cal que responguem a les preguntes associades a aquestes tinguent en compte el cas particular que ens ocupa.

- Pregunta #1: Quin és el *Takt time* del producte?
- Pregunta #2: On es pot introduir un flux continu?
- Pregunta #3: On seran necessaris sistemes de “supermarkets” en mode *Pull*?
- Pregunta #4: On s’hauran d’emmagatzemar els productes, en un supermercat de producte final per a que sigui el client qui els retiri o bé en un supermercat on siguin directament per a enviaments?
- Pregunta #5: Com s’hauria de nivellar el mix de producció?
- Pregunta #6: En quin punt es planificarà la producció o quin procés s’ha d’escollir com a marcapassos?

Un cop s’hagin respost les qüestions, queda per indicar les millores relatives als processos per a arribar a l’estat futur. És aquí on sorgeixen els *Kaizens* o millores continues progressives d’una activitat per a crear més valor.

El camí més senzill per apropar-se a l’estat futur, es començant a modificar el mapa de l’estat actual.

Recordar que l’últim pas del procediment corresponia a definir un pla de millora i implantar-lo, així que si es dona la implementació d’accions però sense un pla de millora el resultat obtingut no serà un altre que un desastre.

4.3 Simbologia

Els signes presenten la particularitat de que ofereixen un missatge simple de rellevància immediata i de manera molt directa. Així que la simbologia que s’usa en els VSM, persegueixen identificar (de manera clara i sencilla) totes les activitats que esdevenen al llarg d’un flux de valor per a un producte o família de productes utilitzant un únic llenguatge.

Per a grafiar el mapa tant de la situació inicial com futura, és útil conèixer la iconografia que s’utilitza i què representa cada símbol.

Els símbols que existeixen, no són estàndards i per tant existeix una gran varietat de possibles simbologies a emplear en el mapejat de la cadena de valor, i cada empresa pot disposar de la seva pròpia, poguent utilitzar qualsevol sempre i quan reuneixi les característiques de ser senzilla, pràctica i reflexi tots els possibles passos que es requereixin, sense confondre als usuaris.

La simbologia que es mostra tot seguit, és la més generalitzada, i cobreix perfectament les activitats de qualsevol tipus d'empresa, no obstant sempre es pot complementar amb algun altre símbol que pugui millorar un procés específic.

Es evident que en funció de les particularitats del procés es pot dissenyar la pròpia simbologia i recopilar l'informació que l'empresa consideri més adequada i útil.

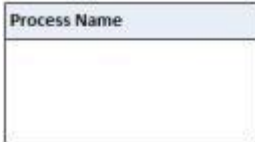
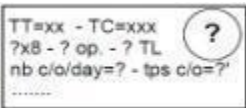
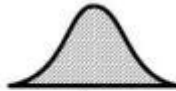





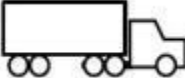




		 Name ? ref ? days	
Operació	Dades de procés	Stock	Proveïdor / Client
			 Name ? ref ? days
Moviment de materials "Push"	Moviment de materials "Pull"	Passadís FIFO	Supermarket
	Fréq: Nb réf: Durée circuit: 		
Transport per camió	Transport intern Fàbrica Tren "Mizusumashi"	Transport intern Fàbrica carretilla elevadora	Transport intern Fàbrica traspallet manual
			
Àrees de preparacions per a expedicions amb camió			

Figura 32. Símbols del flux de material

Un exemple representatiu (a mode general i sense valors), que pot aclarir l'utilització dels símbols per a grafiar el fluxe de material, podria ser el següent:



Figura 33. Exemple utilització símbols flux de material

Un cop definides i enteses les icones respecte al flux de materials, cal observar els referents al flux d'informació, ja sigui entre els clients, la planta i els proveïdors.

Caldrà prendre nota de si s'utilitza un sistema de comunicació electrònic o manual, si existeix un sistema dels anomenats *kanban* o un sistema de programació de la producció, etc.

La llegenda estàndard que s'utilitza per a la identificació d'aquest flux, és:

Manual	Electrònic	Document	Ajust informal de producció
Kanban de lot de producció	Kanban de moviment	Kanban de producció	Moviment de kanban en lot
Estació Kanban	Seqüenciador	Cua d'espera	Pla de producció

Figura 34. Símbols del flux d'informació



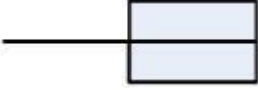

			
Temps de Valor Afegit	Temps de Valor No Afegit	Suma de temps VA i Lead time	Oportunitats de millora Kaizen

Figura 35. Altres símbols de representació

Si en l'exemple mostrat anteriorment (de l'utilització de la simbologia del fluxe de material), se li afegeix ara la simbologia del flux d'informació, tindriem l'exemple complet de manera que es composaria dels dos tipus de fluxes:

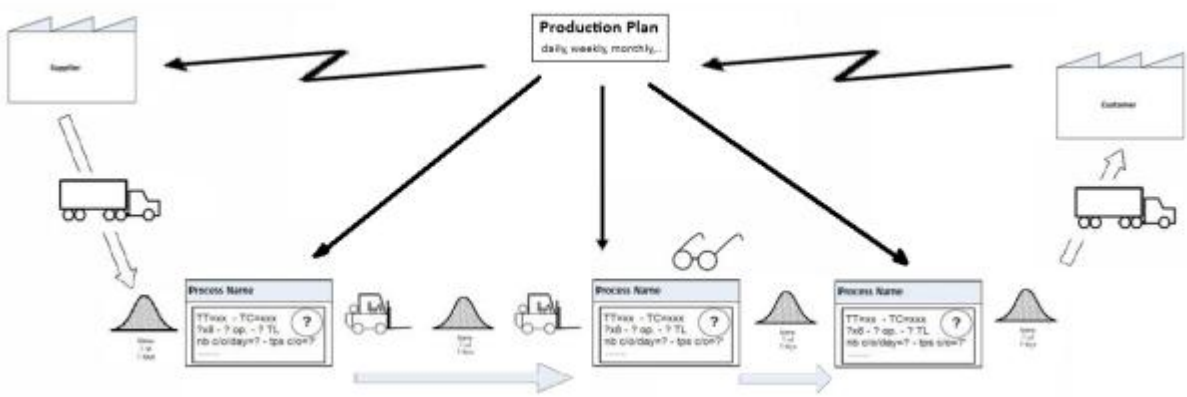


Figura 36. Exemple utilització símbols flux d'informació

L'ordre en que aquests símbols, seran insertats en el mapa, segueixen una forma endreçada i coherent, que és la següent:

1- Els clients incloent els seus requisits

S'indicaran les necessitats del client, és a dir, la demanda. La icona del client sempre es situa a la dreta del mapa i a sota d'ell s'escriuran els requeriments del client traduït en peces per setmana o peces per dia com volum promig.

2- Els processos productius amb la producció diària, nº d'operaris, ...

El següent pas es dibuixar els processos de producció juntament amb la incorporació d'una caixa de procés que inclourà les dades del procés. Aquestes caixes es situen normalment a sota de la icona del procés en concret i s'escriurà la informació necessària per a definir i entendre cada procés, com per exemple, el temps de cycle, temps de canvi de format, el nombre d'operaris, productivitat, etc.

3- Els punts d'estoc indicant l'equivalència en dies

Normalment entre els processos existeixen uns punts on s'acumula inventari i per tant, punts on el material s'estanca i deixa de fluir.

4- L'entrada i sortida de material i les seves freqüències

Per a la representació del flux de materials ja sigui des de el proveïdor cap a la planta o bé ja sigui des de la planta fins al client, es representa el camió, juntament amb la freqüència de l'enviament.

5- Els fluxes d'informació

Un altre aspecte del *Value Stream Map* es el flux d'informació. Per a representar-lo s'utilitzen diverses fletxes. Si l'informació flueix electrònicament, la fletxa fa un petit zig-zag. Per a descriure les diferents fletxes d'informació s'usen les caixes de dates on s'especifiquen les freqüències o la via per la que flueix dita informació.

6- La relació entre els processos

La representació de la relació entre els diferents processos va en funció de si el mètode de treball es en mode "Pull" o en mode "Push". Treballar en mode "Push" significa que un procés no es preocupa de les necessitats del procés posterior si no que produeix i empeny els materials cap endavant, creant inventari. Mentre que en mode "Pull" es el procés posterior el que estira la producció del procés anterior, pel que es produeix estrictament el que es necessari, sense crear estoc.

7- Les línies del temps

L'últim pas per acabar de dibuixar el mapejat, són les línies del temps. Sota els processos es col·loquen els temps de cicle i sota els estocs, els temps d'inventari de cada un. Sumant tots els temps, aconseguim el "Lead time" o temps de subministre, que és el temps que es necessita un material per a transportar-se a través de tota la cadena de valor, desde el principi fins al final.

Com s'ha esmentat, alhora de situar totes les operacions del procés de fabricació, cal incloure a sota, les dades numèriques que obtindrem directament d'aquests com es detalla en el següent punt.

4.4 Dades necessàries

Per dur a la pràctica el VSM és necessari recopilar totes les dades de la planta, referents al procés d'estudi, que ens pogui dotar d'informació útil per a l'anàlisi.

Normalment, no es confia en informes publicats i es procedeix a l'obtenció de les dades directament a planta. Aquest fet, és també una manera d'involucrar als participants en el desenvolupament del projecte d'implantació dels sistemes *Lean*.

No obstant, la informació recollida serà posteriorment contrastada amb els sistemes d'informació dels que disposa l'empresa com a comparativa entre les dades.

La presa de dades es durà a terme en aquells processos i punts inclosos en els límits interns dels sistema productiu de la planta, és un estudi que s'efectuarà seguint la ruta de de la família de productes seleccionada desde la seva entrada en planta com a material prima fins fins a la seva sortida com a producte acabat, és a dir, un anàlisi porta a porta.

En el *Lean Manufacturing*, el fet de situar-se allà on ocorren els fets, com el cas de dirigir-se fins a la cèl·lula de treball i situar-se per a observar i recollir dades, s'anomena *Gemba* que en japonés significa "el lloc real". El *Gemba* representa un punt bàsic en la recol·lecció de l'informació.

La fotografia de l'estat actual i la revisió del procés, no pot fer-se sense conèixer i comprendre perfectament els processos existents que intervenen i tenen relació amb el fluxe del producte a estudiar. En el nostre cas totes les fases que constitueixen la fabricació dels insonoritzants es troba detallat en l'apartat 5.2.

Cal anotar totes les dades referents a la línia de producció, com per exemple, la cadència de treball, el temps de cicle, el nombre d'operaris, ... i no sols ens limitarem a les dades quantitatives sinó que també es consideraran les qualitatives. S'ha d'anotar tot allò que succeeix en l'àrea de treball, com si es fes una fotografia en aquell moment, l'objectiu es observar i poder analitzar amb les dades a la mà. No s'han de realitzar suposicions ni pensar en com es fa habitualment, sinó veure que ocorreix en aquell instant, ja que sinó ens podríem desviar perjudicialment del desenvolupament i de la prioritització de les activitats de millora.

Com a observació s'entén el registre del objecte, event o comportament, tal i com està succeint, es un mètode directe de recollida de dades. Aquest procediment permet obtenir una relació molt pròxima amb el fenomen a estudiar per part de l'observador, aquest fet comporta que es puguin generar comprensions i perspectives del procés. Tot i que donada la diversitat de circuits físics i d'informació, sovint es bastant difícil disposar d'una representació clara i detallada.

El responsable de la recollida de dades, es responsabilitza de la correcta recollida de l'informació i reflexar aquesta en el mapa. Cal aprovar i revisar la veracitat de les dades recolectades.

Com s'ha dit, el primer pas per a identificar les possibles pèrdues, és conèixer bé tots els processos i disposar de la informació necessària, però també és de vital importància dur a terme diferents reunions i sessions de treball amb distints departaments de la planta per a definir quina és i serà l'informació rellevant a obtenir de cares al desenvolupament del projecte.

En cada un dels centres productius pels que passa el recorregut o fluxe, s'estudia el sistema d'informació i amés es registraran les dades que s'enumeren línies avall. I totes les variables que s'observaran en totes les etapes del procés disposaran dels mateixos atributs, poder realitzar una comparació entre ells.

Pel que respecta al nostre cas en particular, alhora de reunir les dades, s'ha utilitzat els formats adjunts als annexos C i D i s'ha efectuat recollides periòdiques, per tal d'extreure'n un petit històric de dades. Que es comprén en un període determinat, que com ja s'ha detallat en l'apartat 2.3 (Especificacions) aquest va desde el mes de gener fins al mes de Juny del 2012.

Totes les dades recollides s'han considerat com a valors orientatius que ofereixen un ordre de magnitud i una base per a l'anàlisi de fluxes.

Destacar que una de les majors dificultats alhora de realitzar un VSM, és la recollida de dades. Més especialment en aquells processos en els que els centres presenten inconvenients com:

- La no uniformitat
- L'absència de control

Per sort, no ha sigut així en el cas que es presenta en el present projecte.

Esmentar també que alhora de recollir les dades *insitu*, per naturalitat pròpies del sistema, existirà la variabilitat intrínseca del procés, fa que existeixi variacions en les mesures.

No obstant existeixen múltiples factors que poden alterar les dades:

- Disparitat en els reports/informes
- L'absència de control continu en alguna de les cèl·lules de treball
- Transcripcions de un suport a un altre manualment (error humà)
- Etc.

4.4.1 Indicadors / Ratis

Així doncs, sota cada casella de procés, dins d'un quadre de dades, s'ha considerat anotar les variables estàndards:

- Temps de Cicle (TC)

És el temps que triga un producte en ser completat per un procés. També és el temps que necessita un operari per completar totes les seves tasques abans de repetir-les.

- Temps de canvi de format (Changeover Time – C/O)

Temps que es necessita per passar de produir un format de producte, a un altre. Durant aquest temps, la producció romana parada.

- Temps disponible

És el temps de treball disponible per a dedicar a produir.

- N° d'operaris

Nombre d'operaris existents en la cèl·lula de treball destinats a fabricar el producte d'estudi.

- N° de torns

Nombre de torns disponibles per a dedicar a produir.

- N^o unitats WIP (*work-in-process*)

Nombre d'unitats treballades en procés o en curs de fabricació. Aquestes unitats són peces parcialment acabats a l'espera de finalització que representen un estoc.

- N^o de referències fabricades en la cèl·lula de treball

Nombre de peces diferents que es poden fabricar en la mateixa cèl·lula en la que es fabrica la peça d'estudi.

- Tamany de lot entrada / sortida del procés

Nombre peces que conformen el conjunt d'un lot. S'observaran les quantitats a l'entrada i sortida de tots els processos.

A partir d'aquestes dades bàsiques, en podem obtenir d'altres que ens aportaran ratis i taxes de treball referents als llocs de treball, màquines, ... Els considerats són:

- Eficiència de l'equip (OEE)

És un percentatge que serveix per a mesurar l'eficiència de la maquinària. El valor de la OEE permet classificar una o més línies de producció.

$$\text{Eficiència} = \text{Disponibilitat} \times \eta \times \text{Index qualitat}$$

Valor OEE	Significat
< 65%	Inacceptable. Es produeixen importants pèrdues econòmiques. Molt baixa competitivitat.
65% < OEE < 75%	Regular. Acceptable sols si es troba en procés de millora. Pèrdues econòmiques. Baixa competitivitat
75% < OEE < 85%	Acceptable. Continuar la millora per a superar el 85 %. Lleugeres pèrdues econòmiques. Competitivitat lleugerament baixa
85% < OEE < 95%	Bona competitivitat
OEE > 95%	Excel·lent competitivitat

Taula 11. Classificació valor OEE

○ Disponibilitat

La disponibilitat resulta de relacionar el temps que la màquina ha estat produint entre el temps que la màquina podria haber estat produint. La disponibilitat inclou les pèrdues de temps generades per parades i per configuracions i ajustos.

$$\text{Disponibilitat} = \frac{\text{Temps total de treball} - \text{Temps de parades planificades} - \text{Temps de parades no planificades i averies}}{\text{Temps total de treball} - \text{Temps de parades planificades}} \times 100$$

○ Productivitat ó Rendiment (η)

La productivitat o rendiment, resulta de dividir el temps teòric de fabricació utilitzant el temps de cicle ideal per les unitats a produir, entre el temps real trigat en produir aquesta mateixa quantitat d'unitats.

$$\text{Productivitat} = \frac{\text{Temps teòric de fabricació per satisfer la demanda diària del client}}{\text{Temps real empleat en la fabricació de la demanda diària del client}} \times 100$$

$$\text{Temps teòric de fabricació} = \text{Temps de Cicle ideal} \times \text{Nombre d'unitats a produir}$$

○ Index de qualitat

L'index de qualitat representa el valor de qualitat total del producte, tinguent en compte aquelles pèrdues generades per qualitat. El càlcul d'aquest index s'obté de la ratio entre peces bones produïdes entre el total de peces produïdes incloent les peces retreballades, rebutjades i defectuoses.

$$\text{Index de qualitat} = \frac{\text{Nombre de peces bones produïdes}}{\text{Nombre total de peces produïdes}}$$

- Eficiència del cicle del procés (Process Cycle Efficiency - PCE)

L'eficiència del procés de cicle, és una de les mesures més útils per a evaluar lo bé que opera qualsevol procés i que permet fer comparacions entre diferents processos.

$$PCE = \frac{\text{Temps de Valor afegit del procés}}{TC \text{ del procés}}$$

Temps de Valor afegit del procés = TC - Temps d'operacions sense valor afegit del procés

Les operacions de no valor afegit dins d'un procés s'entén com les pauses o esperes (es poden extreure dels formularis adjunts en l'annex, per a cada procés). Això no exclou el fet de que en cas que una instal·lació o màquina es trobi pausada o aturada, no s'estiguin efectuant altres accions de valor afegit sobre el producte. No confondre el valor afegit del procés amb el valor afegit sobre el producte.

- Takt time

Takt time és el ritme amb el que s'hauria de produir un producte, basant-se en la demanda d'unitats del client.

$$\text{Takt time (seg.)} = \frac{\text{Temps de treball disponible al dia (seg.)}}{\text{Unitats demandades pel client al dia}}$$

- Temps d'inventari

És el temps que inverteix un producte per romandre quiet sense activitat durant un cert període de temps en una ubicació, esperant ser processat o enviat a la següent fase.

$$\text{Temps inventari (dies)} = \frac{\text{Nº d'unitats en estoc}}{\text{Unitats demandades pel client al dia}}$$

Client és refereix en aquest cas, tant a client com a client intern. Client intern és aquella fase posterior que demandarà peces al procés anterior.

Altres dades que no s'extreuen de les cèl·lules de treball, però que són necessàries per a completar la cadena i importants a incloure en el gràfic del VSM, són:

- Demanda al proveïdor:

$$\text{Demanda al proveïdor} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ unitats demanades a la setmana}}{\text{N}^{\circ} \text{ de dies de treball a la setmana}}$$

- Demanda del client:

$$\text{Demanda del client al dia} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ unitats demanades a la setmana}}{\text{N}^{\circ} \text{ de dies de treball a la setmana}}$$

- Freqüència de les entregues

$$\text{Freqüència entregues} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ d' entregues al mes}}{\text{N}^{\circ} \text{ de setmanes del mes}}$$

- Tamany de lot proveïdor / client

- N^o de bultos

Per últim, un cop obtingudes totes les dades anteriors, podem extreure 3 valors referents al temps invertit en la fabricació que són el reflex del funcionament actual de la cadena, els quals caldrà millorar sense dubte en el VSM futur:

- Valor Afegit (VA)

Suma dels temps corresponents a les activitats o operacions que donen valor afegit. És el temps dels processos de treball que transformen el producte de tal manera que el client està disposat a pagar per allò.

- No Valor afegit (NVA)

Suma dels temps corresponents a les activitats o operacions que no donen valor afegit. És el temps dels processos de treball que no transformen ni aporten al producte res pel qual el client estigui disposat a pagar.

- Lead Time (LT)

És el temps de subministrament. Temps que necessita un material per atravesar tota la cadena de producció, desde l'arribada de matèria prima, fins a la sortida com a producte acabat.

Per regla general, es compleix abans d'iniciar un VSM, que $VA < NVA < LT$.

5. CAS D'ESTUDI

Abans de començar el *Value Stream Map*, és imprescindible presentar el producte o família de productes escollits així com els processos que intervenen en la fabricació d'aquests i que per tant, es pretenen analitzar.

Cal a dir, que els processos que formen la línia de producció d'insonoritzants seran diferents segons la família d'insonoritzants escollida, degut a que cada una d'elles presenta un flux de processos diferent per les particularitats pròpies del material així com de les especificacions que requereix el client per a cada una d'elles (geometria, color, acabat,...).

De tota la família de productes que componen la línia d'insonoritzants, s'ha seleccionat un producte dels feltres insonoritzants, perquè no tindria sentit abordar aquest exercici dibuixant tots els fluxos possibles de tots els feltres i insonoritzants perquè es donaria lloc a un mapa excessivament complicat i difícil de avaluar.

Per observar el criteri de selecció d'un producte concret d'una família, observar el procediment efectuat en el punt 5.3 (aplicació) seguint els passos detallats en l'apartat de metodologia (4.2). D'aquesta manera s'ha escollit el producte que marcarà el present estudi.

Normalment, l'ús del VSM s'aplica en processos productius senzills i lineals on tant sols existeix una única família de productes que passa per les mateixes etapes de transformació de material i d'informació.

En el cas que es presenta, el procés productiu no presenta grans dificultats ni especificacions extravagants, però si en canvi el que succeeix es que existeix una gran varietat de productes de diferents famílies que també passen per les etapes de transformació per les quals passa el nostre producte escollit. Aquest fet però no altera ni repercuteix en la fabricació del feltre però si alhora dels canvis d'utilatge, el desgast de la maquinària,...

En el projecte que ens ocupa, tant el producte com els processos que es presenten, formen part d'una cadena de fabricació real amb les úniques consideracions que les ja esmentades en l'apartat d'especificacions del present projecte.

5.1 Presentació del producte

La família de productes escollida per a l'aplicació i estudi del VSM és la família de feltres industrials pertanyent a la línia d'insonoritzants que es troba en la planta de fabricació, en la que s'enmarca el present projecte.

Production Line	Family	Product	Reference
ISOLATOR	FELT	MX41K	IAF1536IC001
			IAF1536IC002
			IAF1536IC003
			IAF1536IC004
			IAF1536IC005
			IAF1536IC006
			IAF1536IC007
			IAF1536IC008
			IAF1536IC009
			IAF1536IC010
		TM49	IAF1536IA001
			IAF1536IA002
			IAF1536IA003
			IAF1536IA004
			IAF1536IA005
			IAF1536IA006
			IAF1536IA007
			IAF1536IA008
		KSE11B	IAF1636SS001
			IAF1636SS002
			IAF1636SS003
			IAF1636SS004
			IAF1636SS005
			IAF1636SS006
			IAF1636SS007
			IAF1636SS008
			IAF1636SS009

Taula 12. Classificació productes

Dins d'aquesta família de feltres industrials, s'ha seleccionat un producte concret de l'amplia gama de variants existents en la línia de producció d'insonoritzants. D'aquest feltre concret se'n detallen totes les característiques al final d'aquest apartat.

En l'automòbil, els insonoritzants es poden trobar en múltiples opcions com mostra la imatge següent, ja que eviten la propagació de sorolls i temperatura (així com també en la mesura de lo possible, del foc, en cas dels feltres amb additius ignífugs) a l'interior de l'habitacle.

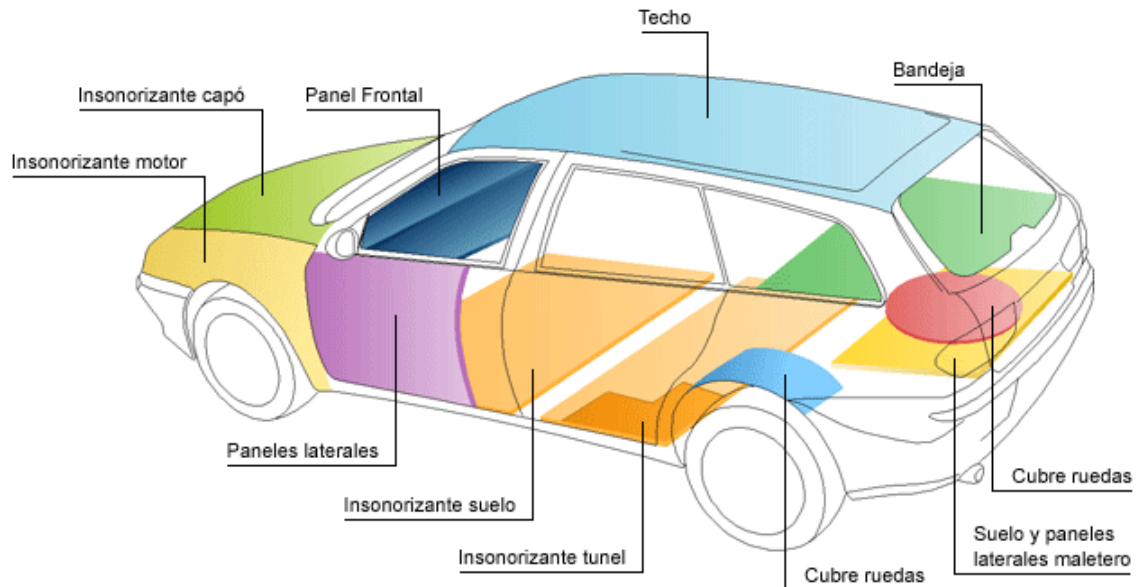


Figura 37. Aplicacions del feltre en l'automòbil

Els feltres s'utilitzen en l'indústria de l'automoció degut a les seves característiques, amés de la possibilitat de poder-los fabricar en petits espessors i amb diferents gramatges. Això fa que el feltre, sigui un material perfecte per a aquells espais reduïts.

Els feltres que es poden utilitzar per al vehicle, aniran en funció de la seva aplicació:

- Decorativa
 - Sostres
 - Safates maleter
 - Pilars laterals
 - Revestiments maleter
 - ...
- Auxiliar
 - Barreres d'injecció
 - Barreres a adhesius
 - Reforços
 - Antivibradors
 - ...

Un primer pas per a introduir una mica el feltre industrial, és definir i explicar que és un insonoritzant, de quins tipus existeixen, quins materials els componen, quines són les seves funcions, etc. Tota aquesta part es troba inclosa en l'annex A.

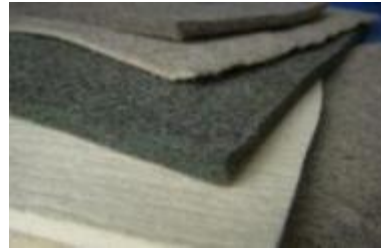


Figura 38. Distints tipus de feltres

En aquest projecte, quan es menciona a l'insonoritzant d'estudi, es refereix en el nostre cas a un feltre que compleix amb l'aïllament acústic i amb l'aïllament tèrmic al mateix temps. Recordar que un aïllament acústic no comporta un aïllament tèrmic, i viceversa, però si que es poden complementar.

Els feltres del present, amés d'una funció d'aïllament acústic, aporten també una molt bona protecció anticorrosiva sense sobrecarregar el pes del vehicle.

Els feltres que són materials aptes per a aïllaments acústics i tèrmics estan basats en materials naturals i 100% reciclables (ecològics). La composició i estructura dels feltres escollits, poden garantir que són una òptima solució per a aïllaments termo-acústics.

En termes generals, les principals característiques bàsiques del feltres són:

- Base constituïda a partir de cotó i fibres vegetals
- Materials reciclables totalment
- Excel·lents aïllants acústics i tèrmics
- Transpirables (segons els tipus d'acabats)
- Sense productes tòxics ni perillousos



Figura 39. Feltre utilitzat en la referència del cas 'estudi

El compromís amb el medi ambient, és palpable en l'estratègia de l'empresa on es dur a terme aquest estudi, ja que els projectes s'encaminen cada dia més a afavorir el manteniment

del medi ambient. Un fet d'això, és que un 80% de les matèries primes que formen els feltres són matèries reciclades, amb el que també quan surten com a producte acabat de la fàbrica són reciclables.

Per a fer el feltre, es necessita conglomerar mitjançant vapor i pressió varies capes de fibres, usant la propietat que tenen d'adherir-se entre si (per això també es conegut com a conglomerat). El mètode de compactació es fa mitjançant l'efecte direccional de la fricció que fa que s'obtinguin la densitat i duresa desitjades.

Quan el feltre està fabricat amb una mescla de fibres de llana, la textura resulta més suau. El procés de fabricació d'aquests feltres es basa en calor i pressió únicament. En canvi, quan es tracta d'un feltre termoconformable o termofusible, requereix d'un procés afegit com la impregnació o la posterior termoconformació.



Figura 40. Acabat del feltre després del procés de termoconformat

Els feltres termoconformables, són productes que han estat estabilitzats a través de la polimerització de fibres, resines o impregnacions amb fibres naturals, químiques o minerals. Aquests poden ser de baixa o d'alta densitat. És especial els de baixa densitat ja que són els més adequats com a aïllant en l'automoció.

En el nostre cas, els feltres recepcionats estan estabilitzats química o mecànicament per a tal de que els poguem tractar, manipular i transformar en noves peces.

Les possibilitats d'acabats o tractaments per dotar al feltre de propietats especials per a aplicacions específiques són:

- Ignifugat
- Hidrofugat
- Anti floridura
- Anti pilling
- Anti estàtic
- Anti taques
- Anti arna

Més endavant, al final de l'apartat, es pot observar els diferents acabats/tractaments possibles que s'utilitzen en la fàbrica d'estudi.

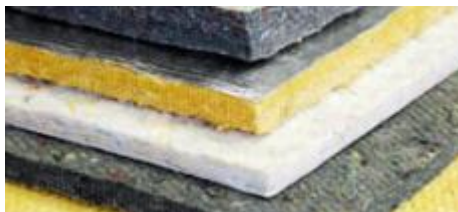


Figura 41. Diferents acabats i tractaments d'un feltre

El feltres industrials estan formats per diferents grups de productes, segons la classificació de la norma SAE o de la norma DIN61200 Standard. La més utilitzada i amb més adeptes a nivell internacional, és aquesta última.

En cas de voler consultar més detalladament la classificació DIN61200 STD, així com les especificacions tècniques de cada tipus, consultar l'annex B.

RESUM CLASSIFICACIÓ DIN61200 STD			
Tipus	Densitat (gr./cm³)	Ample (mm.)	Espessor (mm.)
W4	0,13 0,15	1950	2 a 10
W5	0,16	2000	2 a 20
M1	0,19	2000	2 a 27
M2	0,21	1620 1800	1,5 a 27
M4	0,25	1600	1,5 a 25
M5	0,28	1600	1,5 a 20
F2	0,36	1600	1,5 a 25
F3	0,4 0,42	1500	1,5 a 16 1,5 a 15
F4	0,44 0,46	1300 1500	1,5 a 15

Taula 13. Classificació feltres segons DIN61200 STD

El grau d'absorció dependrà sempre dels espessors i de la densitat del feltre. Els feltres es troben disponibles en diferents densitats segons cada necessitat.

Cal tenir en compte que a major duresa, major capacitat d'absorció i retenció. Així que els tipus més tous absorbeixen i retenen menys quantitat de fluid i millor autolubrificació.

Segons les característiques del feltre en quant a densitat (entre 0,18 i 0,40 gr/cm³), els amples, la composició, color i aspecte, aquets es poden adaptar allà on s'utilitzaran, depenent de les funcions a complir.

Una classificació més pràctica i útil que s'utilitza en la fàbrica d'estudi per a distingir els diferents filtres, es basa en la tipologia de fibres amb les quals estan fabricats:

- Feltres amb fibres de resines termoendurents
 - Feltres amb resines curades (productes curats)
 - Feltres amb base de fibres tèxtils unides amb resina termoendurents
 - Feltres amb base de fibres tèxtils unides amb resines termoendurents d'origen termoplàstic
 - Feltres amb resines prepolimeritzades (productes pre-curats)
 - Feltres amb prepolimeritzat fenòlic
 - Feltres amb prepolimeritzat no fenòlic
- Feltres amb fibres
 - Feltres termoplàstics amb fibres (productes curats amb fibres termofusibles)
 - Feltres amb fibres sintètiques termoplàstiques (PES, BICO,...)
 - Feltres amb trossos d'espuma

De tots ells, tot seguit se'n fa una petita introducció, on precisament es començarà amb la tipologia de fibres que constitueixen el feltre escollit de cares a l'aplicació del *Value Stream Map*.

Feltres amb base de fibres tèxtils unides amb resina termoendurents

Feltres compostos per fibres tèxtils, amb un mínim del 80% de la base, de cotó. Les fibres s'aglomeren amb una resina termodurent de tipus fenòlic normalment ignífugada. Aquest tipus de feltres s'utilitza com a insonoritzant, allà on es necessita un material ignífug per a aportar un grau de resistència al foc al sistema constructiu. Material

d'origen vegetal al qual durant la seva fabricació se li afegeix un agent ignífug. Es poden fabricar peces totalment conformades, adhesivades, amb fiselines o troquelades.

Pes: 600-2500 gr./m²

Recepció: fardots de plaques o en rotlles.

Feltres amb base de fibres tèxtils unides amb resines termoendurents d'origen termoplàstic

Són feltres com els anteriors, amb l'única diferència que les fibres s'aglomeren amb una resina termodurent de tipus fenòlic normalment ignifugada que provenen de materials termoplàstics.

Pes: 600-2500 gr./m²

Recepció: fardots de plaques o en rotlles.

Feltres amb prepolimeritzat fenòlic

Feltres compostos normalment per fibres tèxtils, encara que en aquest tipus de feltre se li pot afegir fibres minerals i/o fibres de fusta. S'anomena feltre prepolimeritzat per que la resina que s'usa per a la unió de les fibres, no està curada. Les fibres, siguin de l'origen que siguin, es poden aglomerar amb una resina termoendurent. Les resines en aquest cas són fenòliques a diferència dels feltres que porten resines no fenòliques i al mateix temps poden contenir o no agents ignífugs neutres o expansibles. El feltre prepolimeritzat té entre les seves principals aplicacions, que pot ser moldejat o conformat posteriorment en un motlle calent.

Pes: 600-2500 gr./m²

Recepció: fardots de plaques.

Feltres amb prepolimeritzat no fenòlic

Feltres compostos normalment per fibres tèxtils, encara que en aquest tipus de feltre se li pot afegir fibres minerals i/o fibres de fusta. S'anomena feltre prepolimeritzat per que la resina que s'usa per a la unió de les fibres, no està curada. Les fibres, siguin de l'origen que siguin, es poden aglomerar amb una resina termoendurent. En aquest cas, les resines són no fenòliques i al mateix temps poden contenir o no agents ignífugs neutres o expansibles. El feltre prepolimeritzat té entre les seves principals aplicacions, que pot ser moldejat o conformat posteriorment en un motlle calent.

Pes: 600-2500 gr./m²

Recepció: fardots de plaques.

Feltres amb fibres naturals i fibres sintètiques (PES, BICO,..)

Aquest feltre s'utilitza bàsicament com insonoritzant i allà on es requereix d'un material simple i sense cap mena d'especificació relativa a la ignifugació. Les fibres vegetals (cotó, yute, canya,...) són lligades per l'aportació del fusible que en aquest cas són les fibres de PES. Es poden fabricar peces totalment conformades, adhesives, amb fuselines i troquelades.

Pes: 600-2500 gr./m²

Recepció: fardots de plaques i en rotlles.

Feltres amb trossos d'espuma

Són feltres compostos per fibres tèxtils als quals se'ls hi afegeix trossos d'espumes. Les fibres, siguin de l'origen que siguin, poden ser aglomerades amb una resina termoendurent o bé amb fibres termoplàstiques. Les resines poden ser fenòliques o no fenòliques així com fibres termoplàstiques. Les resines al mateix temps poden contenir agents ignífugs. Aquest tipus d'insonoritzant, s'utilitza com a insonoritzants i es poden fabricar peces totalment conformades, adhesiveades, amb fiselines i troquelades. Gràcies al seu contingut de fibres termoplàstiques, aquestes peces poden ser acabades tant en processos de moldeig en fred tan com en calent.

Pes: 600-2500 gr./m²

Recepció: fardots de plaques i en rotlles.

Els materials més utilitzats en els feltres són: les espumes de polièster (bon comportament davant dissolvents i olis) i de polièter (adequats a la filtració d'aigua) i els no teixits (per a la filtració d'aire). Les gammes de solucions en espumes plàstiques juntament amb les avançades tècniques per a la seva transformació dependran de l'ús al qual serà destinat el feltre, i per tant a les condicions específiques que requereix per a complir la seva funció de manera eficaç.



Figura 42. Feltre amb trossos d'espuma

Els diferents acabats/tractaments possibles en la fabrica d'estudi són:

- Sense cap tipus d'acabat especial
- Amb teixit no teixit (20-40 gr./m2)
- Amb teixit no teixit (> 40 gr./m2)
- Amb additiu ignífug
- Amb alumini

No confondre l'acabat superficial o estructural del llistat anterior, amb el procés d'acabat que s'explicarà en el següent punt.

Per últim, i com s'havia indicat a l'iniciar el punt 5.1, les característiques i/o especificacions del feltre escollit, al qual a partir d'ara és farà referència al llarg del present projecte són les següents:

Composició	80 – 95% llana 5 – 20% fibres varies
Ample rotlle	1600mm.
Longitud rotlles	32m.
Espessor inicial	15mm.
Espessor final	10mm.
Densitat	0,36 gr./cm ³ (± 10%)
Classificació s/ DIN 61200 STD	F2
Tractament	Ignífug
Acabat	Clipat

Referència	IAF1536IC009
-------------------	--------------

Taula 14. Característiques del feltre escollit



Figura 43. Imatge de la referència d'estudi

5.2 Presentació del procés

En aquest apartat es pretén presentar i introduir quins són els processos que abasta el producte del nostre estudi. És evident que cada producte, comporta els seus processos corresponents i que cada un presenta connotacions diferents per a cada peça.

Tots els processos que es presenten, es troben sota un entorn de màxima qualitat, el qual disposa de les certificacions de qualitat ISO/TS 16949 i ISO 9001. És un fet, el compromís amb la qualitat dels productes com a un dels principals objectius, així com també la millora contínua.

La maquinària de la que es disposa en la planta, està dissenyada per a fabricar el millor material aïllant que pugui satisfer i així donar el més alt grau de satisfacció a tots els clients, alhora que puguin beneficiar-se de les excel·lents propietats i característiques de les que consta el material.

L'empresa té dos aspectes definits molt importants: el sistema de producció i l'estratègia de producció. La manera de producció és el sistema de producció i la manera de satisfer la demanda específica del client és l'estratègia de producció.

El sistema de producció és continu amb configuracions intermitents. És a dir, existeix un flux continu, en el qual s'obtenen productes diferents en les mateixes instal·lacions. Existeix una seqüència establerta entre les operacions i s'adecuen els recursos per poder obtenir diferents tipus de productes.

Pel que fa a l'estratègia de producció, la definida és l'ATO (Assembly-to-order) o el que es el mateix, muntatge contra comanda, ja que el *Lead time* del client és menor i per tant cal disposar dels components del producte final preparats per al muntatge que s'ha de realitzar una vegada arriba l'ordre del client.

Els factors crítics que intervenen en l'estratègia de producció són: el *Lead time* del client, el *Lead time* del fabricant, la relació entre el client i fabricant, les fases de fabricació del producte i la flexibilitat de producció.

La distribució en planta o *Layout* dels diferents centres de treball, depenen de l'estratègia de producció per la qual ha optat l'empresa. En el nostre cas, es disposa de la distribució híbrida o més coneguda com a cèl·lules flexibles.

Com es podrà observar en *Layout* que es mostra a baix, les màquines es distribueixen en diferents cèl·lules de treball per operar en diferents productes de característiques molt similars. Cada cèl·lula genera productes semielaborats, a excepció de la última per a cada producte.

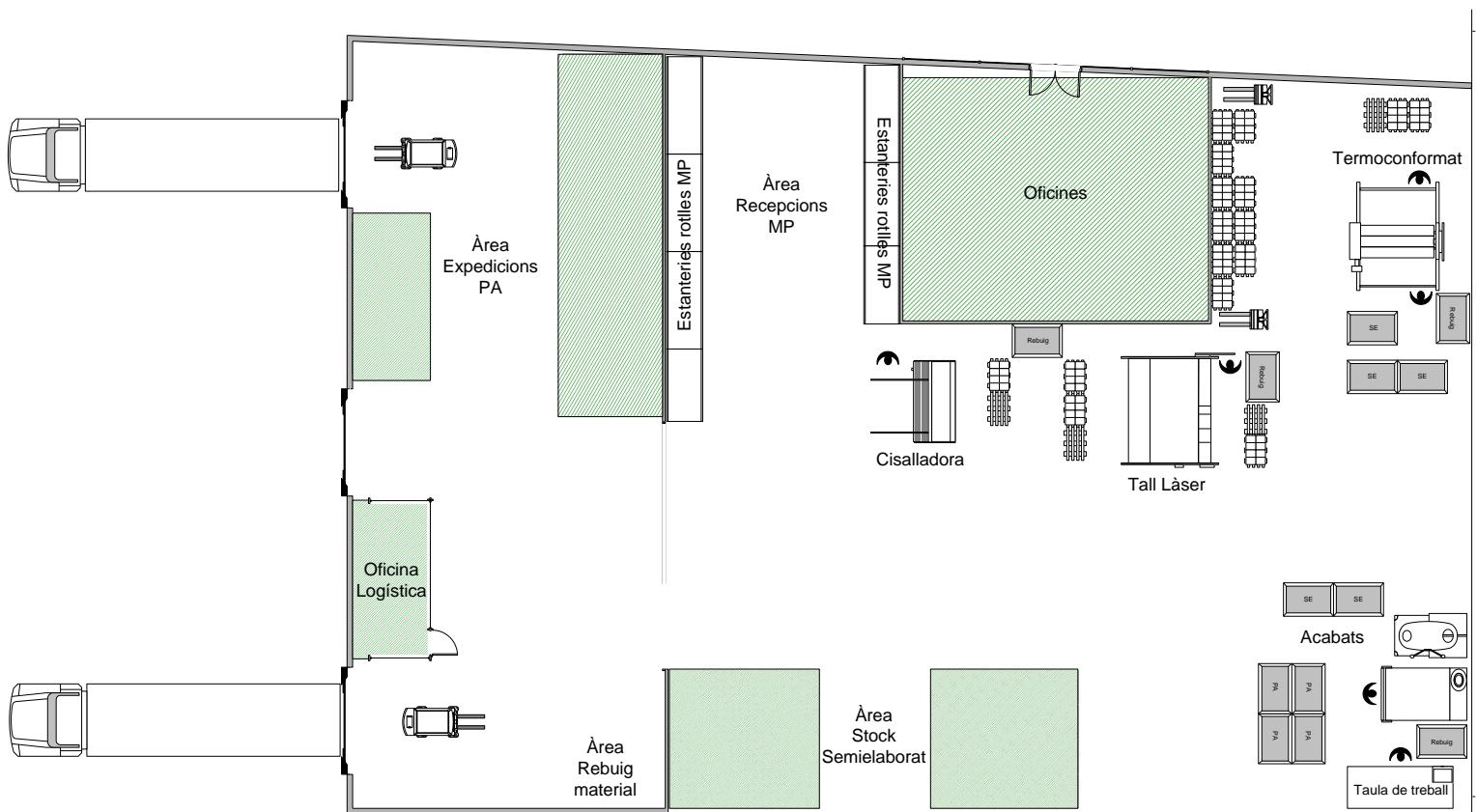


Figura 44. Layout de planta

Aquesta distribució presenta les següents avantatges:

- Molta flexibilitat
- Canvis de producció relativament ràpids
- Millora de la qualitat dels productes fabricats (al poder ser rebutjats després de cada operació sense que arribin a la següent operació).
- Millora de l'experiència i capacitat de l'operari.

Així com també presenta els següents inconvenients, entre d'altres:

- Menys productivitat (menys utilització de la maquinària)
- Mes espai ocupat

En la fabricació s'utilitza tecnologia d'última generació que permet controlar rigurosament els valors per a garantir la màxima qualitat i fiabilitat. Aquests, estan automatitzats i a través d'un sistema informàtic amb el que es poden obtenir dades en temps real del funcionament del procés.

Com ocorre en la majoria de processos productius, el flux no queda sota la responsabilitat d'un sol departament, sinó que incumbeix a varis, de manera que resulta imprescindible tenir coneixement de la part que implica a cada departament al llarg del flux per a poder entendre la cadena actual y millorar-la.

En l'anterior apartat 2.2 Abast, s'ha presentat les diferents fases que corresponen al procés de fabricació dels feltres insonoritzants descrits.

- Recepció MP
- Troquelatge del rotlle de fibres segons dimensions referència
- Tall làser
- Termoconformat de les plaques de fibra
- Clipat (acabats)
- Embalatge i etiquetatge final
- Expedició PA

Entre aquests passos, el producte passa per les diferents fases intermitjtes que li proporcionaran la forma i característiques específiques.

Destacar en especial els punts que corresponen a les fases en les quals es troba el major nombre d'operacions, de manipulacions, moviments efectuats i temps empleat sobre el producte, que són: troquelat/cisallat, tall làser, termoconformat, clipat, embalatge i etiquetat final. La seqüència dels principals processos de fabricació que es distingeixen és:

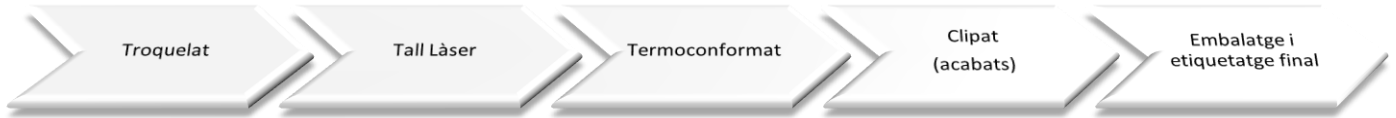


Figura 45. Fases de la cadena de producció

Per a fer més entenedor el funcionament i característiques de tota la cadena, es fa a continuació una breu introducció a tots als processos participants en la fabricació del feltre insonoritzant d'estudi.

Recepció de la Matèria Prima

Un punt anterior a rebre la matèria prima, és el procés de validació per a cada un dels feltres i components. S'ha de realitzar unes proves de validació i factibilitat industrial. Per això, una vegada es té coneixement del tipus de teixit a processar, es sol·liciten als proveïdors una mostra de 10 metres de longitud. Aquests juntament amb els teixits han de presentar la Fitxa Tècnica del material, la qual haurà homologat. Amb aquestes fitxes, el proveïdor, garanteix que el teixit compleix les normatives que li són d'aplicació i les demandes del client.



Figura 46. Rotlle MP

Un cop processat per primera vegada el teixit en les nostres instal·lacions, caldrà prendre una altra mostra per dur a terme els diferents assaigs segons les normes del client, amb l'objectiu de validar-lo satisfactòriament. Els assajos tenen lloc sota les condicions controlades, segons el que marca la normativa.

Tot i això, es necessari que quan s'hagi validat i ja estigui en producció, que s'observi cada 2 rotlles el comportament d'aquest i analitzar les desviacions que es donen.

Seran els enginyers, els que a partir de les indicacions realitzades, definiran i ajustaran les màquines, útils de treball i paràmetres apropiats per a produir les peces.

El proveïdor ha de garantir el subministre de les matèries primes sol·licitades alhora que ha de satisfer els termes de qualitat, quantitat i compliment de les normatives aprovades que li són d'aplicació.

Així doncs un cop la matèria prima del proveïdor es validada i aprovada segons els requeriments especificats, es procedeix a la comanda del material i al processat de diferents teixits en funció de les demandes dels nostres clients.



Figura 47. Diferents rotlles de feltres

Aquest material, com s'observa en el punt 5.2 (on es mostra un *Layout* de la planta) s'ubicarà en un espai físic disponible i habilitat per a emmagatzemar-lo un cop es rebí del proveïdor.

A posterior, de descarregar el material rebut del proveïdor, es comunica al departament de qualitat la recepció de la càrrega, amb lo que el corresponent responsable de qualitat ha de realitzar el respectiu mostreig del material rebut, alhora que col·loca etiquetes autoadhesives de color groc sobre el material a verificar per tal d'indicar que aquest es troba sota control i no podrà ser tractat fins que no hagi sigut inspeccionat positivament.

El material emmagatzemat estarà en observació fins a rebre el resultat dels anàlisi realitzats a les mostres de material pel control de qualitat.

Un cop analitzat i verificat, si el material, si aquest és apte, cal substituir les etiquetes de control de color groc per etiquetes de color verd que indiquen que el material ha estat aprovat i controlat amb èxit. En cas de no ser aprovat, cal identificar els materials amb

etiquetes vermelles que indiquen que aquests no han superat els requisits sol·licitats i per tant no són aptes per a ser tractats. En aquests casos, el responsable de qualitat ha d'informar al departament de compres, de la devolució que cal fer del material. Aquest es conservarà apartat de la resta de material apte, fins que s'efectui la seva recollida per part del proveïdor.



Figura 48. Zona no qualitat

Si el material està conforme, es preserva i es deixa disponible en l'àrea habilitada (estanteries) fins a que es requereixi per a ser processat.



Figura 49. Estanteries àrea recepció material

Quan sigui necessari, es carregarà el material i es traslladarà fins a les unitats requerides, un cop al seu destí, serà l'operari encarregat el que procedirà al seu desembalatge i preparació per a transformar-lo. Igualment aquests realitzen un nou control i inspecció dels materials a fi de controlar i evitar el processament de material no conforme.

Els feltres com ja s'ha vist en la presentació del producte poden ser recepcionats, en rotlles o bé en fardots de plaques. En el nostre cas, la recepció del feltre es fa mitjançant rotlles de 32m de longitud i de 1600mm d'ample.



Figura 50. Imatge rotlles de 1600mm

Un cop rebuda la matèria prima en rotlles, es procedeix a iniciar el procés de fabricació. Aquest es pot dividir en diverses activitats o subprocessos depenent del producte final que es desitgi.

La matèria prima que es rep, arriba amb una longitud i espessor determinada, que ha estat establerta a l'inici del projecte, amb el fi d'optimitzar el consum de material. Aquests rotlles seran tallats en plaques, que tindran la longitud concreta, depenent de les dimensions finals que es desitgen obtenir.

Troquelat / Cisallat

Després de la recepció i verificació, el primer pas de la cadena de transformació, és el troquelat o cisallat. El troquelat, que es presenta, es un procés mecànic en fred, relativament senzill amb reduïda aportació tecnològica i de escassa complexitat.

El procés de cisallat es fa mitjançant una premsa de gran pressió que monta una fulla de tall, i per mitjà d'una matriu, estampa la fulla contra la peça obtenint així el tall.

La premsa, exerceix una pressió sobre el material, que supera el límit elàstic i actua amb força per tallar-lo (encara que també seria possible doblegar-lo o conformar-lo en altres instal·lacions). La funció del troquelat bàsicament es tallar el material, ja sigui material de composició rígida o semirígida.

La base superior del troquel, on es troba el punxó, s'hi col·loca el martell o carener de la premsa, mentre que en la taula de treball s'hi subjecta la base inferior, i enmig, s'hi ubica el material. El punxó (una fulla de tall) penetra la matriu quan aquest baixa impulsat per la potència que li proporciona la premsa i amb un cop sec i contundent es produeix el tall.

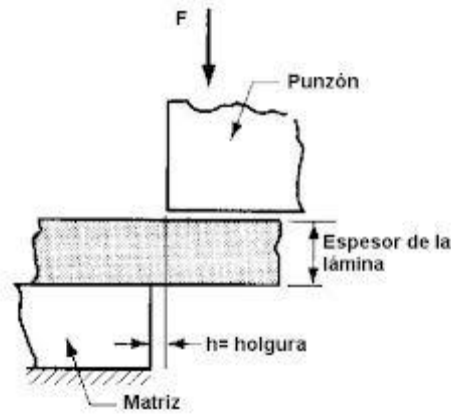


Figura 51. Principi de funcionament del troquelat

El cisallat també es anomenat guillotina en certes activitats, i perquè l'acció bàsica de tall es fa baixant la fulla fins a la taula per a produir la fractura o ruptura del material. És especialment útil per a la fabricació de productes en sèrie. El troquel permet amés del cisallament, realitzar altres opcions com: doblegat, picat, perforat, estampat, embutit, marcat, rasurat, ...

Aquest tot i que podria perfilar la silueta, fer semitalls (pretallat que facilita el posterior tallat) o talls parcial (no sobrepassa l'espessor del material), s'utilitza per a tallar el rotlle en plaques quadrades (longitud = ample del rotlle).

Cal utilitzar la cisalladora sempre amb el calibre que es tallarà. Utilitzar aquests per a diferents espessors, provoca un desgast molt més ràpid i irregular, amb el que cal tenir cura del manteniment preventiu i del manteniment de primer nivell que cal dur a terme segons dates/períodes establerts pel proveïdor. Pot ser que sigui necessari la rectificació periòdica i per tant cal coneixer les toleràncies per l'afilat que recomana el fabricant, en cas contrari disminuirà la seva vida útil.

El joc entre el punzó i la matriu depenen del espessor del feltre i determinant el joc correcte, s'augmenta la vida útil de l'eina.

El desgast de la matriu a causa de l'esforç de tall que pateix, afecta a la fulla de la ganiveta, que després de produir una gran quantitat de peces es va deteriorant, amb el que s'obtenen rebabes, desfilaments, contorns poc definits,... per tant, es necessari realitzar un correcte manteniment.

L'eficiència de l'eina de tall depèn en gran mesura del material i de la qualitat superficial de les matrius. Ja que la qualitat superficial de la peça tallada dependrà en gran mesura

de la qualitat superficial de l'eina. La base principal per a la duració de la cisalladora es el seu adequat ús i bon manteniment, i el secret per a eliminar o reduir els possibles problemes, es tenir-los controlats i identificats.

Dels 2 tipus de troquels (pla o rotatiu), el que observarem, correspon a un troquel pla, on el seu perfil es pla i la base contra la que actúa, és metàl·lica i el seu moviment es perpendicular a la placa aconseguint així un tall sec.



Figura 52. Màquina cisallat

Pel que fa al tipus d'operació, els troquels poden ser de 3 tipus (simples, compostos i progressius) i el més senzill, el simple, és el del cas que ens ocupa, ja que permet realitzar solament una operació en cada cop. Aquests són de baixa productivitat i normalment es necessari l'ús d'altres troquels per a poder concloure una peça i considerar-la acabada.

En referència al tipus de tall, com s'ha especificat línies amunt, dels 2 tipus de tall (selectiu o semi-tall), la cisalladora que tenim s'englobaria dins del tall selectiu.

Amb aquest procés de cisallat, es pretén adequar les plaques de feltre per als processos posteriors, tot aprofitant al màxim el material i poder elaborar la major quantitat de peces en el menor temps i cost possible.

Cal a dir, que només es disposa d'una cisalladora per a tallar totes les tipologies de feltres a fabricar, i per tant el paper que juga aquesta instal·lació és de suma importància per al correcte funcionament de la cadena productiva.

La cisalladora en qüestió, és un troquel hidràulic i de moviment vertical. El fet de que sigui una premsa hidràulica, presenta l'avantatge de que pot desenvolupar major força

(amb el que permet tallar peces amb autoadhesius, espumes o protectors que poden presentar alguns tipus de feltres), però pel contrari, la seva velocitat de treball és més lenta respecte els altres tipus de premses.

La premsa, que és la que es mostra en la següent il·lustració, pot arribar a exercir una força de 15 Tn.



Figura 53. Alimentador automàtic cisalladora

Un important punt que complementa la premsa, és l'alimentador automàtic del que disposa, ja que aquest assegura la seqüència en el procés i aconseguir l'avanç requerit, que permet detenir o avançar el rotlle de feltre segons es vulgui. Aquest té una velocitat de sincronització establerta, que va en funció de la velocitat vertical de la fulla.

Existeixen també uns rails o guies disposats en els extrems de la troqueladora que permeten el correcte posicionament i centratge de l'ample del rotlle en la taula correctament.

El material tallat té tendència a adherir-se a la matriu, per a evitar-ho es imprescindible la presència d'uns petits ressorts en la part superior del troquel que impedeixen que la peça es mantingui enganxada a la part superior, enviant aquesta literalment cap baix en direcció de la matriu.

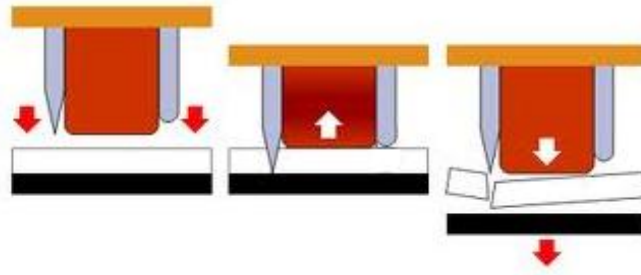


Figura 54. Procés de troquelat

Amb el procés de troquelat, obtenim peces amb talls i toleràncies dimensionals ajustades que es donen gràcies al perfecte esmolat de les ganivetes.

No es realitza un troquelat total de la peça en aquesta fase degut a que es treballen diferents gruixos i espessors de materials diferents, el que provocaria constants canvis en la fulla de tall, amés de la pressió, el recorregut, l'angle d'incisió, etc.

Un cop fet el troquelat, cal garantir la qualitat de les peces resultants i així poder certificar que són aptes per a ser processades per la següent fase. L'encarregat de realitzar el mostreig és el verificador de qualitat del torn present.

Les peces després de ser tallades restaran a l'espera d'aquesta validació de qualitat. No estaran disponibles per a la següent operació, fins que el verificador marqui l'etiqueta del lot amb una senyal i doni així l'alliberació del material. Aclarir que les etiquetes que duen els lots de producció, són etiquetes de procés (indiquen referència, lot de producció, i quantitat).

En cas d'observar qualsevol anomalia o defecte, es separarà el lot de producció alhora que es comunicarà al departament de producció de les incidències detectades i es duran a terme les accions necessàries a fi de solventar-les.

Tall làser

En primer lloc, abans d'iniciar el procés de tall per làser, es necessari, apart d'haver tallat les peces a les dimensions requerides, disposar del disseny a tallar en format digital. Una vegada això, es podrà iniciar el procés de tall de la peça.

La forma i dimensions de la geometria final de la peça, s'extreu a partir de la digitalització dels paràmetres definitius que obté l'enginyer/a després de diversos assaigs/errors estudiats.

La talladora làser recull com a entrada, un fitxer on es troba el contorn a tallar, que ha estat creat mitjançant un programa de diseny CAD. Aquesta peça digitalitzada serà l'element que llegirà la màquina de tall (Gerber-Lectra) per a obtenir la geometria desitjada.



Figura 55. Màquina tall làser Gerber-Lectra

El funcionament de la màquina de tall és similar al d'una impresora, un cop obtingut el fitxer a tractar, amb els valors dels paràmetres, aquesta ho reproduceix mil·limètricament.

Aquestes màquines de tall ofereixen la possibilitat de graficar il·lustracions o imatges d'alta qualitat i precisió sobre el feltre, donat que el seu feix de llum casi invisible pot arribar a punts on altres eines no ho aconsegueixen.

La distinció del tall làser vers altres mètodes és el fet de que poden oferir talls i gravats d'un alt grau de complexitat i precisió que no són possibles amb els sistemes més convencionals.

El procés de tall làser és la tècnica més avançada amb la que compta la indústria, en termes de tall. Aquest sistema es considera en l'actualitat com el millor existent per al tall especialitzat i sense defectes. El tall amb làser pot realitzar-se avui dia d'una forma més senzilla i ràpida, el qual permet la seva fàcil aplicació en nombrosos processos i sectors industrials.



Figura 56. Tall sobre feltre realitzat amb làser

Quan es dona el cas, com el nostre, en el que es necessari tallar diversos materials, moltes vegades no es bona l'opció del tall mecànic, ja que aquest pot causar deformacions en el material i deixar els cantells amb un mal acabat.

Aquest tipus de tall presenta els següents grans avantatges respecte els troquelats tradicionals:

- Talls nets, de geometries complexes i amb cantells vius
- Altes velocitats de tall
- No es produeixen desfilaments en la peça
- Millor qualitat
- Més seguretat (els operaris mai entren en contacte amb peces mòvils o obertes de la màquina)
- No sofreixen desgast de l'eina
- No perden precisió (no hi ha contacte mecànic amb la peça)
- Baix percentatge de pèrdues de material o distorsions
- ...

Un altre dels factors que afavoreixen tall amb làser vers el tall amb troquelat, és l'espessor variable de la làmina de matèria prima de la peça.



Figura 57. Màquina de tall làser emprada

Aquests equips són ràpids, productius i de gran valor qualitatiu. El que els hi permet esdevenir rentables ràpidament si el volum de fabricació és alt.

Una altra característica important és que són eines d'aplicació flexible i fàcilment ajustables, ja que poden adequar-se amb gran facilitat a diferents requisits d'aplicació.

El tall per làser, del que es disposa en planta, és un procediment intel·ligent mitjançant el qual capta punts de referència i controla la posició del làser de forma automàtica amb la màxima precisió, inclús encara que la plantilla hagi estat girada o desviada.

Els factors que determinen la possible aplicació del làser en el tall de material són en la majoria, propietats òptiques, tèrmiques, elèctriques i mecàniques del propi material.

El procés de tall que es dona en el nostre cas, és l'anomenat, tall per sublimació. El tall per sublimació làser consta d'un feix làser d'alta densitat que vaporitza el material directament en el punt de treball. Després, s'usa un gas inert per a tallar i expulsar el material i generar així la fisura del tall. Un feix de llum que literalment vaporitza les fibres.

El tipus de làser utilitzat en aquest tipus de materials és de CO₂ treballant en mode pulsat, per tal de disminuir al màxim la concentració de calor que podria arribar a provocar microfisures o fins i tot arribar a trencar la peça en cas de peces de molt poc espessor.

Les característiques bàsiques d'aquesta instal·lació es resumeixen en el següent quadre:

DADES BÀSIQUES	
Nom	Gerber-Lectra
Model	CJG-180200
Potència làser	400 – 1200W
Velocitat de tall	0 – 6000mm/min.
Formats d'entrada arxius	AI, BMP, PLT, DXF, DST, ...
Tipus de làser	CO ₂
Font d'alimentació	CA 220V ± 5% a 50Hz

Taula 15. Característiques màquina tall Gerber-Lectra

Cal comentar que la disposició de totes les peces sobre una placa tenen l'objectiu d'aprofitar al màxim el material i reduir el temps de procés així com dels sobrants.

Un cop insertada la placa a tallar sobre la taula de la màquina, l'operari selecciona l'arxiu prèviament preparat i carregat en la memòria de la Gerber-Lectra i es procedirà al tall.

Els paràmetres bàsics per a aquest procés són:

- La longitud
- L'ample o espessor
- La velocitat de desplaçament
- Sentit de marxa

Altres paràmetres com els radis de curvatura, venen donats per la pròpia geometria de la peça.

Les geometries estan programades en el sistema amb lo que solament s'ha de seleccionar el programa de la referència concreta que es vol tallar en aquell precís moment.

Es molt important, la correcta disposició de les peces sobre la bancada, no solament per a aprofitar al màxim l'aprofitament dels teixits, reduint al màxim el consum i temps, sinó també per a garantir la correcta manipulació dels teixits i peces per part dels operaris.

El fet de que la màquina de tall no disposi d'alimentador automàtic (com succeeix en el cisallat), no permet un flux continu de tall. Això representa la necessitat de carregar la taula de treball amb plaques de feltre cada cop que s'inicia el cicle de tall.



Figura 58. Màquina tall làser amb alimentador automàtic

Aquesta limitació operativa, penalitza també amb el fet de recorre a un troquelat previ dels rotlles, per tal de poder utilitzar el tall làser.

D'igual manera que en el procés anterior, un cop obtingudes les peces del tall, cal la corresponent validació de qualitat sobre les etiquetes de procés. La metodologia de control es realitza del mateix mode esmentat anteriorment amb la diferència dels elements de control que es verifiquen.

Termoconformat

En aquest procés, les peces que es treballen són les provinents del procés de tall.

El termoconformat, és un procés de transformació que es basa en l'aplicació de calor i de pressió. De processos de conformació existeixen varis i que cada un utilitza una metodologia però amb la mateixa finalitat (donar forma) com: l'extrusió, l'injecció, el bufat, l'immersió, el rotomoldeig, la compressió, el doblegat,... i el termoconformat.

El termoconformat és empleat generalment per a processos de producció d'articles formats a partir d'una base/motlle amb l'ajuda de pressió i temperatura.

En la seva forma més elaborada, els productes obtinguts poden arribar a assolir toleràncies exigents, amb molt bons detalls i acabats i especificacions precises. Els termoconformats d'alta tecnologia poden obtenir resultats similars a productes obtinguts a través de moldeig per injecció.

El principi del termoconformat es basa en escalfar els motlles i el material (depenent del cas) fins a la temperatura de deformació ideal durant un temps requerit, per a després superposar-lo en el motlle específic, que li donarà la forma desitjada.

Més específicament, el nostre procés és l'anomenat conformat per motlle i contramotlle, ja que es baixa la part superior del motlle (mascle) un cop calent sobre la base inferior (femella) donant forma al material que hi es deposita al mig d'ambdós. La peça prendrà la forma del motlle, sobre el qual es col·loqui.

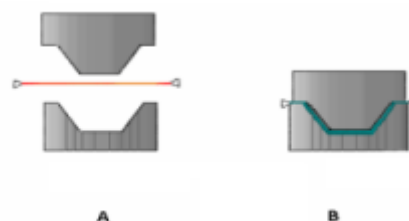


Figura 59. Principi de funcionament del termoconformat

Aquest és un dels mètodes més utilitzats en la indústria, tot i que presenta la dificultat del control d'espessor en peces complexes que presenten radis reduïts, cavitats profundes, ...

Aquestes limitacions tècniques d'aquest tipus de conformat cal que li sumem les següents que calen tenir present en el moldeig de les peces:

- L'angle de desmoldeig (els motlles solen incloure angles de sortida entre 2 i 7°, per tal d'extreure fàcilment la peça) i els radis
- L'espessor de parets
- Textura del motlle

Amés a més, en termes de procés:

- Els temps de construcció són llargs.
- Es necessita escalfar prèviament el motlle en aquells casos que siguin d'alumini (com el que es disposa).
- Cal disposar d'un termòstat per evitar fluctuacions de temperatura.

Tot i això, presenta uns grans avantatges:

- Utilització de poques eines
- Bon acabat superficial
- Baix cost de manteniment
- Baixos costos d'enginyeria
- Baix cost de l'útilatge
- Canvis d'útilatges (flexibilitat)
- Estabilitat dimensional
- Posta en servei ràpid
- Apte per a grans produccions

Els paràmetres que intervenen en la correcta conformació de la peça són:

- Temperatura de conformat: que depèn del material a transformar, de la complexitat geomètrica i de l'espessor. La resistència de la peça serà major si disposa de cantells redondeigats.

- Temperatura d'escalfament: que depèn sobretot de l'espessor del material, encara que també del coeficient de transmissió del mateix.
- Temps de refredament: que depèn dels mateixos factors que el temps de escalfament, i ha de ser suficient per a que l'elaborat final sigui resistent i no es deformi al desmoltlar-lo.
- Pressió: depèn especialment de l'espessor de la peça encara que també de la complexitat de la geometria. Ha de controlar-se ja que si es insuficient no s'obtidran tots els detalls i en cas de ser excessiva es poden produir forats o marques no desitjats.

Els materials que s'utilitzen en el termoconformat son nombrosos i depenen de l'aplicació i les propietats que es necessiten.

En la nostra aplicació, Els material utilitzats són sempre termoplàstics amb baix calor específic, és a dir, de ràpid refredament i escalfament, i que amés compten amb una bona transmissió de calor (alta conductivitat tèrmica). Aquestes característiques són de gran importància, ja que permeten una important reducció del cicle de producció de cada peça, al disminuir el temps d'escalfament i refredament del material.

És obvi que depenent del tipus de forma a realitzar, els motlles a utilitzar per a aconseguir-ho així com els temps d'operació seran diferents.

Per a dur correctament el procés de conformat, és molt important la distribució equilibrada dels temps entre els operaris així com d'ells amb la maquinaria per tal d'aconseguir una bona sincronització i evitar els temps d'espera. El que s'anomena equilibrat de mètodes i temps.

L'estació de conformat que hi ha a la planta, inclou tots els elements necessaris per a la deformació i extracció de la peça. Per exemple, l'estructura de la màquina és de tipus premsa amb barres de suport per a que així en l'accionament hidràulic, aquest sigui uniforme en tota la superfície en aquelles peces majors de 600mm de longitud.

Les forces de termoconformat, d'aquest procés imita als processos de deformació metàl·lica amb pressions d'ordre d' 1,75MPa o més depenent de l'espessor i tipus de material de la peça, fins poguent arribar a uns 14 MPa.



Figura 60. Instal·lació termoconformat

D'aquesta manera, es permet fabricar peces molt exactes amb toleràncies mínimes, aconseguint gran precisió en les dimensions i detalls. Els motlles cal protegir-los i mantenir-los adequadament i així també evitar reproduir qualsevol defecte que es pugui presentar.

Les bases del motlle són de fundició en alumini que presenten una molt bona conductivitat tèrmica però que fa necessari del alumini fa necessari disposar d'un circuit d'aigua per escalfar els motlles.

La temperatura del motlle ha d'arribar a la temperatura òptima, amb una tolerància de 5°C durant la fase de conformat.

Un excés de temperatura pot fondre les fibres de la peça mentre que la manca de calor pot esdevenir una peça defectuosa sinó presenta les característiques i detalls ben definits.

L'acabat de la superfície es llis, no disposa de cap mena de decoració (simplement el gravat estil "malla" pròpi que presenten les dues bases la superior i la inferior. Existeixen multitud de matrius amb diferents gravats o textures que poden variar desde una suau fins a una més aspre depenent de l'acabat desitjat.

Un cop conformada la peça, el motlle superior expulsa aire desde unes petites cavitats per tal d'evitar que les peces quedin enganxades a la part superior del motlle, ja que la peça calent al refredar-se s'encongeix i podria quedar aferrada a la superfície. L'aire que s'expulsa és a baixa pressió.

Les peces obtingudes poden realitzar-se amb uns espessors d'entre 1 i 30 mm i poden presentar amés, diferents corbatures (com el cas d'alguna referència), diferents acabats superficials, etc.

En el cas de la referència d'estudi, el dos motlles són plans amb la única distinció particular del grabat en forma de malla que ja s'ha comentat línies amunt.

Per a donar corbatures als feltres, s'utilitzen uns motlles especials dotats de la forma en qüestió. Un fet molt important, és aquesta flexibilitat de producció que permeten aquestes maquinàries al poder intercanviar els utillatges. Permeten així la fabricació de múltiples referències en la mateixa estació de treball.

Com s'observarà més endavant, el canvi d'utilatge juga un paper molt important en la reducció del temps de cicle i en la millora del procés productiu.

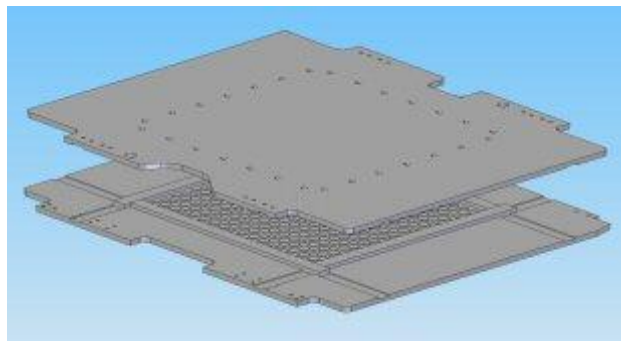


Figura 61. Utillatges instal·lació termoconformat

Com succeix en tota màquina, és tenir cura del manteniment preventiu i del manteniment de primer nivell que necessita per a reduir el desgast inadequat i allargar la vida útil de l'aparell. L'eficiència productiva vé marcada per el manteniment que se li realitza, i més en aquest tipus de instal·lacions que disposen de parts intercanviables (útils) i parts mòvils.

De nou, al finalitzar el procés de termoconformat es revisaran una certa quantitat de peces que permetin indicar si les especificacions i característiques que presenten es troben dins dels límits de control. Si aquestes no presenten cap irregularitat, es marcarà l'etiqueta de procés conforme poden ser treballades, però en cas de no ser així, s'efectuarà el procediment corresponent per a mantenir i garantir els criteris de qualitat exigits.

Clipat (acabats)

L'últim procés de transformació de la peça, és el procés de clipat. Aquest procés dona l'acabat final al producte, i és el més senzill de tots els processos de transformació.

La cèl·lula d'acabats on s'hi ubica el clipat, es compon d'una estació automàtica composta per quatre mòduls d'acabats diferents, els quals 2 corresponen a transfers de montatge.

Per a realitzar aquest tipus d'acabat (clipat) s'utilitza un dels 2 transfers. El funcionament principal del transfer en qüestió és basa en l'aplicació d'una força a compressió sobre el feltre, per la part superior del feltre s'introdueix una part del clip mentre que per la part inferior s'hi col·loca l'arandela que permetrà el correcte clipat.

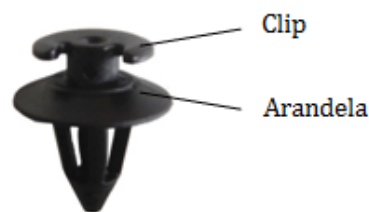


Figura 62. Imatge clip

El clipat es realitza hidràulicament amb un pistó i amb una contramatriu. D'aquesta manera es permet practicar una compressió al material mitjançant una força en sentit vertical per ambdues bandes, que executa el clipat d'aquell element desitjat en una sola operació. Aquest procés és bastant similiar al procés de termoconformat, on també es requereix d'una matriu i una contramatriu, a diferència però, de que en el clipat s'hi afegeix un component a la peça i evidentment no s'executa ni la mateixa força ni de la mateixa forma.

El transfer disposa com a eix i centre d'operacions, un plat rotatiu, que gira en 4 passos seqüenciats. En el primer pas, el feltre es deposita sobre el plat, en la segona, s'hi efectua el clipat, en la tercera un element de control verifica la correcta sujecció del clip i en l'últim, es retira la peça acabada.

És tracta d'una màquina robotitzada a la qual mitjançant el display que disposa, es pot indicar quins paràmetres configurats s'han d'utilitzar per a cada referència de peça. Els paràmetres (força, temps, recorregut pistó,...) varien segons el tipus de clip a inserir i del material del feltre.



Figura 63. Estacions transfer

La força que actua sobre la peça fent-la comprimir, i que realitza el clipat, s'ha estudiat prèviament en funció de la geometria, espessor de material, tipus de material i de clip a anclar.

La funció i procediment del clipat, durant el muntatge de la peça sobre el feltre s'explica més detalladament tot seguit.

Una vegada les peces estan tallades i conformades, s'introdueixen dins d'una bolva carregadora on després passaran una a una a la primera fase del plat rotatiu i després a la fase on el transfer procedeix al seu clipat.

Al disposar-se la peça sobre el plat, existeixen uns punts d'anclatge, que permeten immobilitzar la peça al llarg del pas per les diferents fases, i que en especial és de vital importància quan s'exerceix la força per a clipar la peça, ja que aquesta no es desplaça i per tant es garanteixi així la correcta posició del clip.

Quan el sensor detecta la presència de la peça sobre el plat, aquest dona una senyal per a indicar que pot iniciar la següent fase. En la fase de clipat, baixa un pistó de manera automàtica amb la peça a introduir i executa una força de compressió que garanteix el clipat. Un cop feta l'operació de clipat i quan el pistó es troba en la posició de repòs, s'executa un gir de 90° i entra en funcionament la tercera fase. En aquesta, una matriu de tracció efectua una petita força vertical en sentit contrari al de clipat per a controlar si ha quedat clipat correctament o no. Si la matriu executa la força i no detecta resistència, la peça serà estimada com a peça defectuosa i la deixarà caure en la zona

de rebuig, mentre que si la peça és correcta, el plat realitzarà de nou un gir i la deixarà lliscar fins al contenidor.

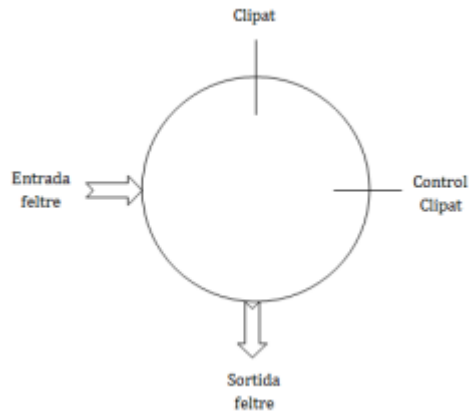


Figura 64. Etapes de funcionament de la transfer

Si en una de les fases succeeix qualsevol anomalia, l'equip emet una senyal visual i acústica per avisar a l'operari encarregat i aquest pugui inspeccionar i solventar el problema.

La força necessària a exercir per a obtenir el clipat de la referència a estudiar, és una força vertical de l'ordre de 28 N.

Una avantatge important d'aquest equip, és que al ser operacions d'alta sencillesa mecànica, disposen d'un fàcil manteniment. Les característiques que requereix per a ser controlades es basen en certes funcions i paràmetres que garanteixen la seva correcta productivitat.

Amb l'objectiu d'impedir passar peces defectuoses als processos següents, el control de qualitat final que s'hi realitza, serà l'encarregat de donar conformitat o no a la peça final obtinguda. La identificació visual que permet distingir l'aprovació o desaprovació de les peces és la senyal identificativa que realitza el verificador de qualitat sobre l'etiqueta de procés.

Embalatge i etiquetatge final

L'embalatge final que conté les peces per a enviar al client, és la part que ha de permetre la protecció de les peces i garantir així el bon estat i les condicions de qualitat d'aquestes durant el transport i manipulació fins al client.

L'embalatge dels productes es vital, per a que les peces mantinguin les condicions de qualitat obtingudes al final de la cadena de fabricació. Si aquestes no arriben en bon estat al client, el producte en conjunt, no disposarà del mateix valor que l'aconseguit, amb les conseqüències que aquest fet pot comportar.

La missió de l'embalatge és la de contenir i la de protegir els béns durant qualsevol procés que impliqui la manipulació del producte, com podria ser la càrrega, descàrrega, emmagatzematge i transport.

En l'embalatge de les peces d'estudi, es presenten els tres tipus d'embalatges diferenciats:

- El primari, que correspon al contenidor utilitzat (veure paràgrafs següents) i tracta de protegir el producte de manera directa.
- El secundari, que és film protector que envolta els contenidors, a fi de garantir la compactació dels contenidors. Aquest film serà retirat i llençat un cop el client necessiti la manipulació de les peces.
- El terciari, el pallet on s'hi ubiquen els contenidors i que permet el transport de les peces fins al client.

Segons la qualitat exigida pel consumidor, l'ús que aquest li donarà al seu producte, la susceptibilitat del producte als diferents tipus d'esforços mecànics i els mitjans de transport que s'utilitzaran, es definirà el tipus d'embalatge a utilitzar.

En aquest sector i en aquest tipus d'activitats és normal la utilització de fitxes d'embalatge per a definir quin tipus s'utilitza, quines característiques disposa, quina quantitat de peces hi van, amb quina distribució, etc. De manera que cada producte disposa de la seva fitxa d'embalatge.

També indicar que al igual que en tots els productes, l'embalatge utilitzat i la quantitat de material, vé determinat segons les necessitats d'emmagatzematge i logística dels clients.

El contenidor determinat per a albergar les peces d'estudi, és un contenidor de tipus sèrie *Odette* (Organisation for Data Exchange by Tele Transmission in Europe) el qual s'utilitza en el sector automobilístic. N'existeixen d'altres com el *Galia* o el *Codex*, però és les característiques de la sèrie *Odette* les que millor s'adeqüen a la funció de la peça contenida.



Figura 65. Contenedors Odette

Aquests contenidors *Odette*, són uns contenidors estàndards ideals per a l'automoció, ja que permeten ser reutilitzats amés de la practicitat de ser apilats entre ells reduint l'espai físic ocupat.

Són contenidors de polipropilè que compleixen els estàndards mínims de qualitat exigits i que en el cas que ens ocupa, disposa de les dimensions: 600x400x220mm.



Figura 66. Contenedor utilitzat per a MX41K

Amb l'utilització d'aquest embalatge s'assegura que les peces produïdes són acomodades dins d'aquest per al seu trasllat des de el seu lloc de producció fins al seu lloc de consum sense que sofreixi cap mena de danys, ja siguin riscos físics i/o ambientals que es presenten al llarg de l'emmagatzematge i el transport.

Aquest contenidor es compatible amb aquest tipus de producte, ja que l'embalatge no afecta al producte i el producte no afecta a l'embalatge.

Avantatges:

- Possibilitat de ser automatitzat.
- Nanses robustes i ergonòmiques
- Favorable relació entre volum extern i volum de càrrega útil
- Fons reforçat i particularment estructurat per a lliscar fàcilment sobre tot tipus de rodets.
- Flexibilitat de paletització i apilat, també en contenidors de distintes dimensions
- Porta-etiquetes per a format A5 en estàndard *Odette*
- Òptim coeficient de seguretat (=3) obtingut en varis tests de crash.

Una altra avantatge d'aquest contenidor, és la practicitat de maneig i de buidat que presenta. Això es important, ja que la majoria de vegades aquest tipus de contenidors aniran col·locat sobre estanteries dinàmiques, amb lo que interessa que el seu buidat i manipulació sigui el més fàcil possible. Permeten la manipulació tant manual com automàtica.

Els contenidors porten de sèrie un espai porta-etiquetes normalitzat per a identificar el producte contingut. Aquest espai es troba en tots els laterals de la caixa per a que sigui el productor el que posi l'etiqueta en el/s lateral/s que millor li escaigui al client.



Figura 67. Zones porta-etiquetes

En aquest espai habilitat a tal efecte s'hi adhesion l'etiqueta que li correspon a cada cas.

Pel que fa a l'etiquetatge final, que es realitza sobre l'embalatge dels feltres acabats, aquest segueix els estàndards definits per la sèrie *Odette*, on més avall s'especificaran les seves característiques i que es pot observar el seu format en l'exemple següent:







RECEPTOR	MULLEPLAUSTA 234
Nº. DE DOCUMENTO (N)	DIRECCIÓN DE PROVEEDOR
2345	PESO NETO (KG) PESO BRUTO (KG) NÚMERO DE Cajas
PIEZA Nº REFERENCIA (P)	 
CANTIDAD (Q)	DESCRIPCIÓN
	REFERENCIA PROVEEDOR (R)
PROVEEDOR (P)	4566788888
1236	
	FECHA
NÚMERO DE SERIE (S)	11/03/2007
984593344485555555	MÓD. DE INGENIERIA
	345222222222222222
	LOTE Nº (L)
	ODETTE Ver. 1 Rev. 4

Figura 68. Etiqueta tipus Odette

L'etiqueta en qüestió, és un imprés adhesiu que s'adhereix als contenidors de producte en el porta-etiquetes.

La utilitat de l'etiqueta, és conèixer i detallar les identitats dels productes per a informar al client i assegurar la qualitat en ells. A vegades fins i tot, serveixen també per a proporcionar informació addicional i alguns productes poden amés dur varies etiquetes.

Bàsicament realitzant l'etiquetat en els productes es permet garantir la traçabilitat i assegurar el bon desenvolupament de les operacions. No confondre les etiquetes de procés que proporcionen informació dins la gestió interna productiva, a aquesta etiqueta que es col·loca per al client.

L'informació sobre les etiquetes es relativa a les mercaderies (productes, quantitat,...), el client i el fabricant .

Aquestes etiquetes *Odette* estan conformes amb els requeriments del client o les normes del sector de l'activitat com és el cas. Més concretament, el tamany de les etiquetes que s'hi col·loquen correspon a un format DIN-A5 (210x148mm.) i totes les dades que hi presenta es troben codificades mitjançant codis de barres.

El codi de barres empleat, és el EAN 128. Els codis de barres no deixen de ser una eina comercial i logística, que permeten identificar automàticament els articles, a través de la

lectura òptica de l'escàner. D'aquesta manera, permet conèixer tot tipus d'articles, productes, unitats d'expedició i localitzacions al llarg de la cadena de subministrament, de forma única i no ambigüa, ja que cada referència té assignat el seu propi codi únic i individual.

Si observem l'estructura de la que consta, veurem que es constitueix per:

- La zona d'adhesió: que és la cara per la qual s'enganxa sobre el contenidor.
- La cara principal: denominada així perquè és la encarregada d'il·lustrar la informació el producte. Totes les parts de l'etiqueta són importants.
- I les petites zones o àrees explicatives que contenen cada una, certa informació referent a la peça que es troba en l'interior.

Aquestes etiquetes que identifiquen les peces, estan classificades d'acord a la forma dels contenidors dels productes com a etiquetes frontals, ja que funcionen com a una unitat autònoma en la presentació del producte per la seva pròpia informació.

En funció del tipus de producte a etiquetar, les etiquetes poden ser autoadhesives, tèrmiques protegides/no protegides i de codis de barres. Existeix una completa gama d'adhesius, segons els diferents tipus d'estampació, troquelat, material i impressió.

Totes aquestes etiquetes es realitzen mitjançant una màquina etiquetadora que efectua el procés d'identificació de productes de forma automàtica o semiautomàtica. Les que trobem en els contenidors de la referència d'estudi, són etiquetes tèrmiques adhesives que han estat impreses mitjançant una cinta tèrmica (ribbon).



Figura 69. Impresora Ribbon

Esmentar que com a informació addicional a l'etiqueta, existeix la fitxa tècnica del producte. Aquesta s'hi reporta al client, i en ella apareixen les denominacions de les

fibres i les indicacions necessàries, seguint la Directiva 96/74/CE del Parlament Europeu i del Consell del 16 de desembre de 1996 relativa a les denominacions tèxtils que s'aplica als productes tèxtils compostos exclusivament per fibres tèxtils i als productes els quals el seu pes estigui constituït, almenys en un 80 %, per fibres tèxtils entre d'altres.

S'indiquen les denominacions de les fibres utilitzades juntament amb el seu percentatge respecte el total del producte.

D'aquesta manera es garanteix l'informació adequada per al client. És més, sols els productes tèxtils conforme a la Directiva són els que es poden comercialitzar en la Comunitat europea.

Expedició dels Productes Acabats

L'expedició i entrega, es l'objecte central d'aquest procés. Sempre s'efectua després del procés de preparació de la comanda i generalment correspon a l'últim procés operacional del magatzem.

Aquest procés es un dels processos crítics de la cadena logística perquè influeix en la satisfacció dels clients, en la fiabilitat de les existències i de les entregues.

Es podria resumir que s'entén que el procés d'expedició es compona generalment per diverses etapes:

1. Control qualitatiu i quantitatiu
2. Agrupació dels productes preparats
3. Documentació d'expedició
4. Càrrega de la mercaderia sobre el transport
5. Entrega de la documentació de transport firmada al xófer

I dins de l'àrea d'expedició, les funcions que s'inclouen són les següents:

- Supervisió dels terminis de les comandes pendents
- Creació i gestió d'entregues
- Planificació i supervisió de les activitats d'expedició
- Supervisió de la disponibilitat del material i tractament de comandes

- Recolzament a la planificació del transport mitjançant informació
- Impressió i transmissió de documents d'expedició (albarans)
- Modificació de la base de dades en la sortida de les mercaderies

És quan s'inicia una entrega, que es controlen les activitats d'expedició com la programació de l'entrega, el registre de les dades generades durant la gestió, etc.

En aquest cas, el responsable de logística tindrà la funció d'indicar, definir i ajustar la planificació de totes les activitats del magatzem. Ell mateix autoritzarà i es farà càrrec de la correcta càrrega del material sobre el camió i de la seva gestió tant operativa com documental.



Figura 70. Àrea expedicions PA

Amb la finalitat d'assegurar el millor servei limitant les pèrdues de productivitat, és interessant posar en marxa una planificació de l'activitat, definint franges horàries segons el tipus d'expedició, planificació,... Això permet assegurar-se una òptima utilització dels recursos disponibles, anivellar la càrrega i si es dona el cas, anticipar les necessitats futures.

Cal garantir els recursos i eines necessaris per a manipular correctament el material, la protecció correcta dels pallets o unitats de manipulació respectant el nombre de caixes permeses en l'apilació...

El primer pas alhora d'una expedició, és realitzar la preparació de la seva o seves comandes i tot el que això comporta (planificació, control de qualitat, gestió documental,...)

En les preparacions de les comandes, es pretén reunir els productes demanats per un client en una comanda. Un cop es disposi de la preparació, després els pallets i/o bultos seran carregats sobre el mateix mitjà de transport, en el nostre cas, sobre el remolc del camió.

La comprovació i el control de qualitat de les mercaderies durant el procés d'expedició permet verificar la quantitat i qualitat dels productes demanats pel client. Poden ser realitzats sistemàticament o per mostreig.

Abans de la expedició i preparació del material, es comunica al departament de qualitat per a que realitzi el corresponent mostreig del material a preparar a fi de garantir que es mantenen les bones condicions de l'embalatge, de la correcta identificació dels productes, així com d'altres aspectes a considerar.

El material emmagatzemat en l'àrea de producte acabat, romandrà en observació fins a rebre la corresponent validació per part del verificador del control de qualitat.

El responsable de qualitat realitzarà un registre de la verificació i en cas d'observar qualsevol anomalia, i per tant no ser aprovat, s'avisarà al departament de logística per a que ho tingui en compte en la seva planificació i amés poguer solventar i cobrir la comanda.

Si el material esta conforme, es preserva i es deixa disponible en l'àrea habilitada fins a que es requereixi la seva preparació segons la planificació establerta.

Aquests controls, es realitzen de cares a inspeccionar tots els materials a fi de controlar i evitar l'enviament de material no conforme.



Figura 71. Etiqueta control de qualitat

Així doncs un cop els productes acabats són revisats, validats i aprovats segons els requeriments especificats en el pla de control, es procedeix a la preparació d'aquelles comandes més prioritàries dels nostres clients.

Tot el material a preparar per a ser expedit, com s'observa en el punt 5.2 (on es mostra un *Layout* de la planta) s'ubicarà en un espai físic disponible i habilitat per a emmagatzemar-lo a falta de ser processat.

Normalment, es refereix al terme expedició, quan es pretén carregar físicament els productes preparats per a respondre a la comanda d'un client, sobre el mitjà de transport definit per contracte, però també no s'ha d'oblidar que cal assegurar-se de la conformitat qualitativa i quantitativa de la mercaderia preparada.



Figura 72. Càrrega PA sobre camió

Quan es realitza la càrrega sobre el camió, es produeix una transmissió de la responsabilitat. La càrrega un cop en el camió passa a ser el punt d'intercanvi de responsabilitat sobre els productes entre l'empresa i el transportista. No oblidar que la transmissió de responsabilitats anirà en funció de les condicions acordades en el contracte de lliurament de la mercaderia amb el client. Les responsabilitats seran atorgades al venedor o comprador en funció de l'incoterm acordat:

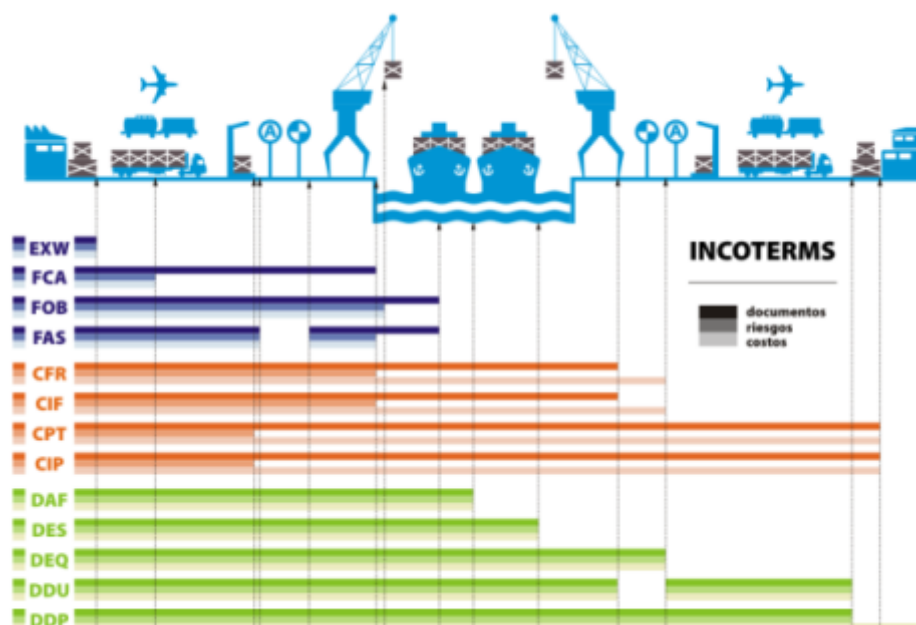


Figura 73. Classificació Incoterms

De mateixa manera, també es poden arribar a acords amb els clients sobre les entregues totals o parcials, o pot combinar diferents comandes al mateix temps.

En el moment de l'expedició, es fa entrega de l'albarà. Aquest és produït pel departament de logística i que precisa la mercaderia a entregar. Es detallen les referències i quantitats dels productes, el número de la comanda corresponent, les dades del proveïdor i del client.

Els feltres com ja s'ha vist en l'explicació d'embalatge, poden ser expedits de múltiples maneres, amb diversos contenidors, unitats, tamanys,.... però més específicament, en el nostre cas, l'expedició del feltre acabat es fa mitjançant pallets de mida europea (800 x 1200mm.) que alberguen 16 contenidors *Odette* tal com s'ha especificat en el punt d'embalatge final.

Els feltres acabats s'envien segons les condicions d'enviament i embalatge definits pel client a l'inici del projecte, i aquest dependran de les especificacions que cada un desitgi obtenir.



Figura 74. Motlles de càrrega/descàrrega material

5.3 Aplicació

El present apartat, es dedica a exposar el desenvolupament d'un cas real complet en el que es duu a la pràctica el *Value Stream Map*.

Es posarà en pràctica aquesta eina, seguint les etapes principals ja definides en l'apartat de metodologia, en el que es mapejarà la cadena de valor i conjunt d'accions que engloben la gestió i producció del feltre seleccionat.

5.3.1 Selecció del producte

La cadena de valor que estudiarem està basada en un sol producte. Intentar estudiar diferents productes al mateix temps implica un alt grau d'esforç i complexitat que no farà res més que dificultar-ne l'anàlisi. Primer de tot doncs alhora de crear el VSM, és identificar-ne el producte que es representarà en el mapa.

De tots els productes que formen la línia d'insonoritzants, s'ha seleccionat un producte concret d'acord al criteri citat en apartats anteriors, la matriu de les famílies de productes, emprat en la majoria de casos del *Lean Management*.

Destacar que aquest estudi es basa en una necessitat ja detectada per la pròpia empresa, al ser una peça que interessa degut al ser la que representa un major volum de producció dins de la línia d'insonoritzants. De totes maneres s'ha volgut corroborar aplicant l'eina citada en aquest exercici per a remarcar que aquest producte requereix ser objecte d'observació i anàlisi.

Aquesta eina ajuda a determinar on cal concentrar els recursos en la recopilació de dades i observació per crear un mapa de flux amb el mínim temps i esforç. Es farà mitjançant un llistat dels processos i de les famílies, marcant els processos que utilitza cada família.

Com es veurà en la matriu, el producte escollit pertany a una família de productes que és la que comporta major quantitat de processos i operacions. S'aprofita doncs l'estudi, no sols per a una referència qualsevol de les existents, sinó per a una referència que repercuteix en un alt grau dins de tot el conjunt productiu.

Les famílies de productes representades corresponen a aquelles que travessen processos de fabricació similar i que el seu flux de material i d'informació representa un camí que s'espera millorar a través del seu estudi.

Així doncs, seguint l'estructura de la graella i emplenant-la, aquesta permetrà ajudar a identificar de totes les famílies, aquelles que disposen de més fases i/o etapes. En el cas que es presenta, la matriu és de relativa sencillesa.

		ASSEMBLY STEPS & EQUIPMENT									
		Foaming	Cutting	Laser cutting	Waterjet cutting	Forming	Thermoforming	Press finishing	Finish assembly	Packaging reconditioning	TOTAL
FAMILIES	ISOLATOR FELT		X	X			X	X		X	5
	ISOLATOR FOAM	X							X	X	3
	ISOLATOR ROOF	X			X					X	3
	CARPET FORMING		X			X			X	X	4
	SIMPLE CARPET		X		X		X			X	4
	MOTOR ISOLATORS					X		X		X	3
	TRUNCK ISOLATORS	X		X					X	X	4

Taula 16. Selecció de la família

S'ha decidit realitzar dues matrius, la primera amb intenció de detectar en una primera fase la família, i una segona matriu, per esbrinar quin és el producte d'aquesta família que és interessant observar i estudiar.

		ASSEMBLY STEPS & EQUIPMENT											
		Cutting	Laser cutting	Simple thermoforming	Welding TNT thermoforming	Thermoforming with fireproof	Thermoforming with aluminium	Gluing finishing	Press finishing	Finish assembly	Packaging reconditioning	TOTAL	Average production volume monthly
PRODUCTS	MX41K	X	X			X			X		X	5	16085
	TM49	X	X	X							X	4	3824
	KSE118	X	X	X				X			X	5	15368
	L1TP	X	X		X						X	4	10980
	W205A	X	X				X				X	4	5216
	C5P3	X	X		X					X	X	5	9776
	VU64	X	X			X					X	4	2376
	NB77I	X	X		X			X			X	5	12389
	MSP11	X	X			X		X			X	5	1324

Taula 17. Selecció del producte

En aquesta segona, tot i existir productes amb el mateix nombre d'operacions, s'ha seleccionat el producte MX41K, al considerar també com a factor clau, el volum de producció (tot i que es poden considerar altres factors). Amb aquesta connotació, clarament s'observa que la peça d'estudi és la que presenta una mitjana mensual d'unitats superior a la resta de productes dins de la mateixa família.

El feltre d'estudi seleccionat serà la referència IAF1536IC009 corresponent al tipus de producte MX41K, ja que és la que presenta una major part de la demanda d'aquest feltre insonoritzant.

5.3.2 Estat actual de la cadena de valor

El segon pas alhora de representar l'estat actual, és conèixer la demanda del client respecte el producte escollit. Cal doncs, recopilar la informació necessària de la demanda per saber-ne de quina manera es respon actualment les necessitats del client.

El procés actual ha de satisfer la necessitat del client, però el procés que volem millorar no tant sols ha de satisfer la necessitat del client en quantitat sinó també en varietat i amb el mínim estoc.

A vegades i en funció del sector i tipologia del producte, la demanda pot arribar a ser previsible i bastant encertada, però en el cas del sector i producte d'estudi, tot i disposar de previsions de vendes existeixen desviacions significatives (positives i/o negatives) respecte les vendes reals.

Pel que fa a la demanda, el client transmet unes previsions de compres mensuals de manera que informa al proveïdor en aquest cas nosaltres. La previsió mensual permet a l'empresa tenir una visió de futur i així poder-se preparar i anticipar a prevenir-se de qualsevol canvi o variació. És molt important considerar aquestes a nivell informatiu, ja que les demandes poden variar sobtadament i de manera significativa.

Totes les previsions de venda del client, així com les comandes, es recopilen i es troben guardades en una base de dades on es conté totes les línies i detalls de cada demanda de cada client. Amb aquesta informació es poden obtenir històrics i alhora futures tendències.

Els elements de la demanda del client que es guarden i es tenen en compte són:

- La quantitat entregada per dia o per setmana.
- El nombre de referències i la quantitat entregada per a cada una (mix).
- El nombre de peces per caixa o contenidor.
- Nombre de caixes o contenidors per bulto o unitat de manipulació (UM).

Una altra de les particularitats d'aquest sector, és que la demanda del client sempre es realitza en unitats de cotxes. Això quan trobem una relació 1:1 (1 peça per a 1 cotxe) no suposa cap inconvenient, però diferent és el cas quan trobem relacions diferents a 1 i són n:1 (n peces per a 1 cotxe) en les que la demanda ha de ser convertida a la relació pertinent.

Referent a la demanda per al MX41K cal una conversió intermijta, ja que la relació és 2:1, amb lo que caldrà subministrar 2 peces de MX41K per a cada cotxe i doblar així la demanda que es fa arribar. El fet de necessitar 2 peces del producte és perquè una anirà montada sobre el lateral esquerre del cotxe i l'altre en la part dreta del cotxe. Aquestes dues peces tot i mantenir la mateixa base igual, no són completament iguals ja que el clipat que si realitza s'efectua en una cara o altra depenent de la ubicació final d'aquesta, d'aquí a que cada una d'elles disposi d'un codi distint.

La referencia IAF1536IC009 corresponent al filtre del lateral esquerre i la referencia IAF1536IC010 corresponent al lateral dret. Això simplifica la conversió de la demanda, ja que seran tantes peces esquerres i tantes peces de dretes com unitats de cotxes demandades.

A continuació es recullen i recopilen les demandes reals de MX41 enregistrades durant el primer semestre de 2012.

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Mitjana
Cotxes/mes	6144	7248	9056	6308	8176	11324	8043
Cotxes/dia	361	426	533	421	430	708	480
MX41K/mes	12288	14496	18112	12616	16352	22648	16085
MX41/dia	723	853	1065	841	861	1416	960
IAF1536IC009/mes	6144	7248	9056	6308	8176	11324	8043
IAF1536IC009/dia	361	426	533	421	430	708	480

Taula 18. Demanda producte MX41K primer semestre 2012

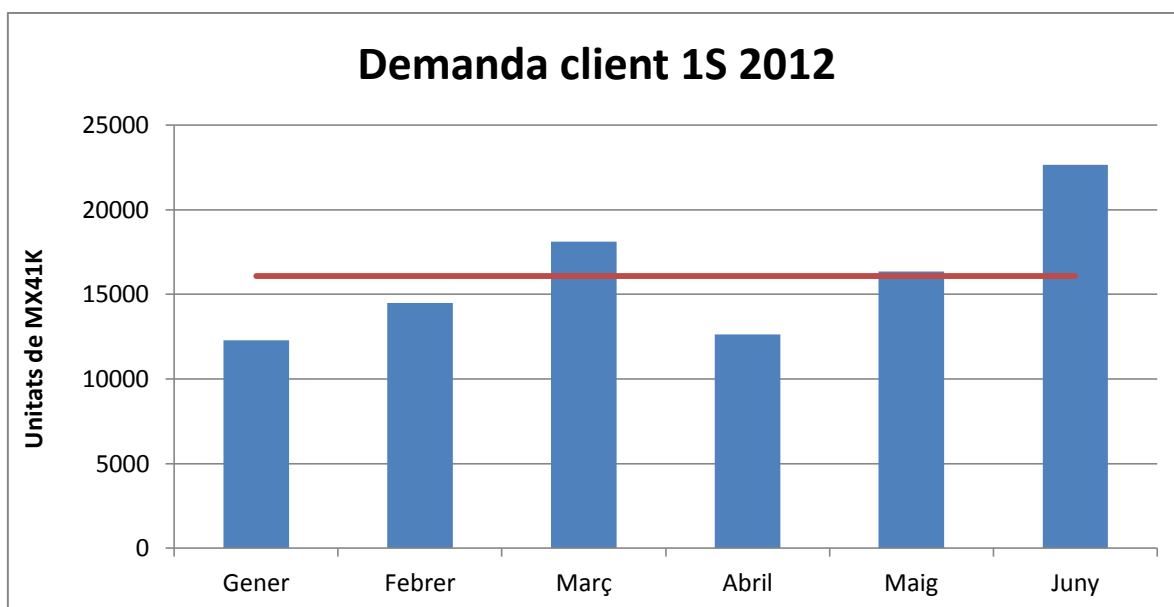


Figura 75. Representació gràfica demanda MX41K primer semestre 2012

La demanda del client és manté de forma més o menys estable existeixen puntes i valls que serien els mesos amb volum de vendes major i els mesos de vendes menor. Destacar doncs, el mesos de Gener i de Juny, on es produeixen les demandes mínima i màxima respectivament.

Tot i la relativa estabilitat dins de la demanda, s'estudiarà aquesta en base a la demanda mitja. L'empresa però, ha de ser flexible als canvis de demanda, disposant d'eines que li permetin una bona adaptabilitat com podrien ser la flexibilitat dels operaris amb jornades laborals, la polivalència dels operaris, etc.

La demanda és per on comença el mapeig de la cadena de valor i és de vital importància conèixer la variabilitat de la demanda així com el seu consum mig.

Un cop escollit el producte i vista la seva demanda, procedirem a plasmar la situació que presenta l'organització per a la fabricació d'aquest producte.

Seguint el procés descrit per a traçar un VSM, l'anàlisi del fluxe de materials i d'informació sempre en un procés existent, es comença amb la demanda a nivell de les expedicions, per això es traçarà el fluxe partint des del magatzem de producte acabat i fins a continuar aigües amunt.

S'ha registrat des de la càrrega del camió per a client, la preparació del material en l'àrea d'expedicions, el transport des del magatzem fins la zona de preparació, fins a arribar als proveïdors.

Dins del cadena productiva es consideren com a clients (interns) els centres de consum i com a proveïdors, els centres de generació. Des dels diferents centres de consum, s'han analitzat les unitats que aquests consumeixen i d'on provenen les seves matèries primes amb intenció de seguir físicament el seu recorregut fins a arribar al centre de generació i successivament fins a l'inici de la cadena.

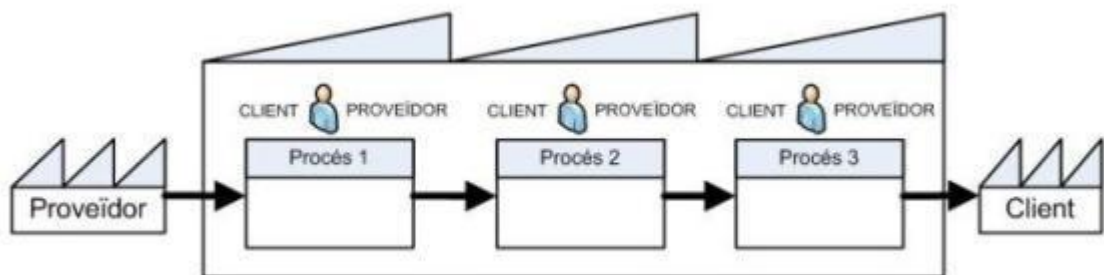


Figura 76. Cadena interna proveïdor-client

Amb l'objecte de que la comprensió dels diferents fluxes sigui més senzilla, tot seguit s'explica el recorregut registrat que realitza la peça desde l'expedició fins a la recepció.

Abans però de que el material arribi al client, aquest es preparat en l'àrea d'expedicions segons client per a la posterior càrrega en el camió.

Anterior a la preparació, els productes acabats són embalats i empaquetats. Les característiques de l'embalatge s'adeqüen a cada tipologia de format, per a que la peça compleixi els requisits d'apariència desitjats pel client.

Més enrere es troben ja el diferents centres productius que són els que transformen i donen les característiques corresponents al feltre.

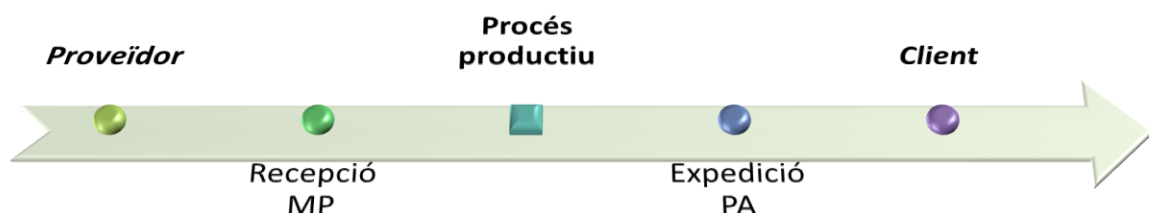


Figura 77. Visió global del procés

Per a que els diferents processos es puguin iniciar i puguin produir, cal que prèviament un carretiller col·loqui material suficient en la cèl·lula de treball. El carretiller és l'encarregat de subministrar el material a cada centre de treball, a excepció del centre de termoconformat, on el pròpi operari s'abasteix de matèria prima amb un transpallet manual. Si en el centre de treball no es disposa de suficients peces disponibles, existeix la possibilitat de produir un impacte negatiu en la producció (parada de producció per falta de material).

Més tard un cop finalitzat el lot de producció, aquest romandrà en espera fins a que el carretiller el reculli i el porti a la zona d'estoc corresponent. L'únic procés on no és el carretiller el que retira el material del centre de treball, és en el tall làser, on l'operari mitjançant transpallet el porta fina a la zona d'estoc pertinent.

Els estocs intermitjos es situen en unes àrees denominades buffers. On el carretiller desarà i recollirà material segons les especificacions del coordinador de l'àrea.

Si durant la manipulació de les peces es produeix alguna incidència, ja sigui durant l'elaboració, en el transport o en l'emmagatzematge, que puguin donar lloc a ruptures o deterioraments dels mateixos, cal comunicar-ho al departament de qualitat de l'empresa a fi de valorar l'afectació de l' incidència sobre el producte.

Si durant la producció es produeix alguna altra incidència, les peces en qüestió seran considerades com a rebuig i aquestes seran ubicades en els contenidors vermells de *Scrap*.

Cada lot de producció serà marcat, i de cada un s'extrauran diferents dades i paràmetres que permetran generar un històric i realitzar informe o reports quan sigui necessari.

Pel que fa a l'informació de la producció, és el departament de planificació junt amb el departament de producció els que s'encarreguen de la distribució i planning de la càrrega de treball. S'emet setmanalment en funció de les comandes, el pla de producció per a cada procés: cisallat, tall làser, termoconformat i acabats.

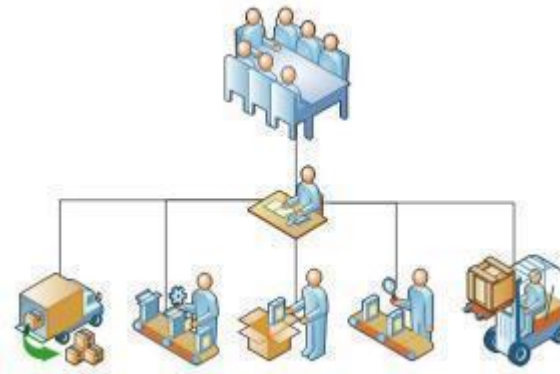


Figura 78. Organigrama departamental

Abans però de poder transportar el material i treballar-lo en cada centre, cal haver recepcionat aquest com a matèria prima. Aquest es recepciona quan una vegada el camió s'ha ubicat en el moll de descàrrega adequat i s'ha comprovat la documentació pertinent (l'albarà), es procedeix a la descàrrega del material i col·locació per part del carretiller en la zona habilitada a tal funció, l'area de recepció de MP.

Si es produeix algun error de subministrament o bé canvi de necessitats de client o productes defectuosos, etc. els materials poden ser retornats o rebutjats. Aquest material caldrà ser senyalitzar per a poder facilitar el seu control.

De tots aquestes operacions i fases s'han registrat les dades més importants que ens han de permetre el correcte anàlisi de la situació que hem observat.

Una de les dificultats més importants trobades per traçar el mapa de la situació actual, ha sigut justament la recollida de dades. Per exemple, en cada un dels centres es destaca com a inconvenients la falta d'uniformitat en els procediments seguits per alguns operaris. I tot i que les màquines són automatitzades i disposen d'un sistema de recollida de dades que es bolquen al sistema ERP de l'empresa, cal indicar que aquest no detalla o no desglossa el temps per a cada operació, ni el temps addicional que emplea l'operari en adequar la càrrega o descàrrega del material del centre de treball, entre d'altres.



Figura 79. Logotip del sistema ERP emprat

Les dades recollides es troben en els diferents formularis omplerts durant l'observació i que es troben adjunts en els annexos.

Alguns informes són reportats i introduïts en el sistema ERP pel coordinador de l'àrea un cop finalitza el seu torn de treball. S'ha aprofitat la figura del coordinador per a completar dades de les produccions diàries que es requereixen en alguns dels càlculs dels indicadors. Aquests registres també es poden consultar en l'annex.

Les dades registrades són totalment fiables al ser d'observació i mesura directa, però no obstant existeixen factors que poden alterar la bondat de les dades. Aquests factors que produeixen valors dispersos o no tant homogenis, queden compensats amb el fet de que en el VSM es treballa amb el promig de tots els valors recollits, més de que aquests valors queden reflectats i acotats amb les variàncies que presenta cada procés.

En les caselles de dades que apareixen en el VSM i que representen cada un dels centres, s'hi indica el temps de cicle, de canvi d'utilitatge, disponible,... així com alguns indicadors. Tots ells es basen en el càlcul del promig efectuat de tots els valors recollits.

Precisar que pel càlcul dels ratis es consideren algunes especificacions importants, com el fet de disposar de 4 dies laborables per setmana, envers de 5 degut als fets existent en la realitat. Això si, especificar que existeixen 3 torns, cada un de 8 hores i en el que en cada un existeix una pausa de descans total de 30 minuts.

Es prenen les dades com a valors orientatius que ofereixen un ordre de magnitud i una base si més no bastant sòlida de cares a l'anàlisi dels fluxes actuals.

Per a que les dades de cada centre siguin comparables, s'ha considerat el mateix període temporal, de gener a juny del 2012 com ja s'ha esmentat en l'apartat d'especificacions.

La peça seleccionada anteriorment, serà en la que exclusivament es basarà el mapa de la cadena de valor així com els anàlisis posteriors que s'en faran. Tots el valors que s'indiquen han sigut observats directament sobre la planta, per a l'extracció d'informació específica referent a la peça IAF1536IC009.

En l'annex es mostra els formularis omplerts de l'observació i recollida de dades de cada una de les fases del procés. Amb aquests valors s'ha procedit al càlcul de certs indicadors que

ens ajudaran a l'extracció d'informació. Els resultats obtinguts s'exposen tots en el mapa, especialment en les caselles de dades dels processos, mentre que els càlculs realitzats es troben adjuntats en l'annex pertinent.

El següent mapa de l'estat actual, ens mostra els sistemes i processos que existeixen actualment. Recordar, que això es vital per a entendre les necessitats del canvi i per entendre on es troben les oportunitats de millora.

Començarem grafiant el fluxe d'operacions que es realitza per a obtenir el feltre insonoritzant d'estudi, tal com es deia en el punt de metodologia. Posteriorment afegirem el fluxe de material i més tard el d'informació.

Com també es mencionava en l'apartat de simbologia, els símbols que conformen el VSM es va representant de forma lògica.

Primer representem el client junt amb la seva demanda i afegim la icona del proveïdor.



Figura 80. Pas 1 elaboració VSM (representació client i proveïdor)

Seguidament insertem els diferents processos productius amb la seva respectiva informació i dades característiques.

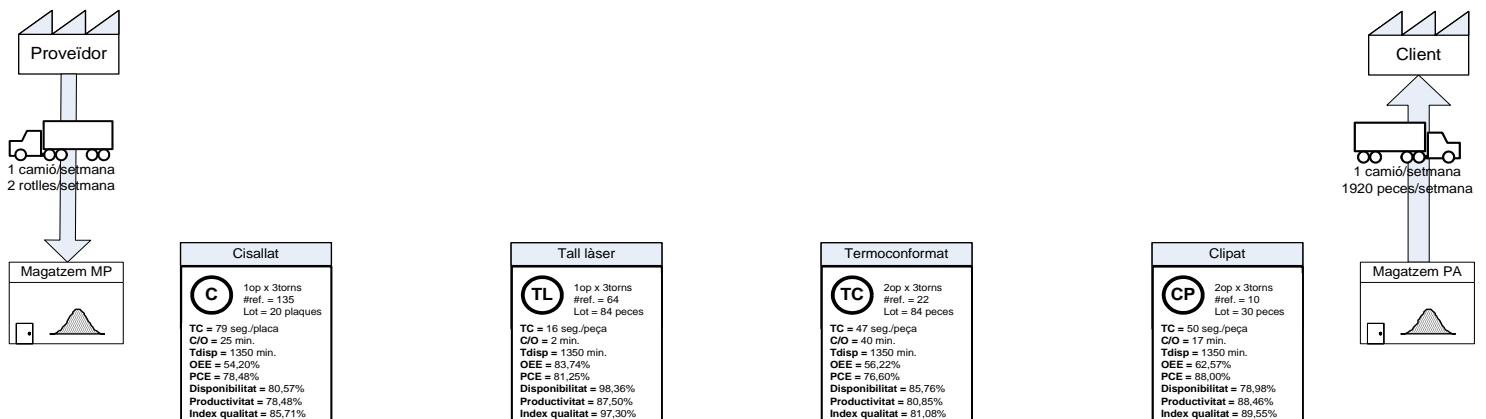


Figura 81. Pas 2 elaboració VSM (representació fluxos productius)

Assenyalar, que d'una placa se n'obté 84 peces.

Entremig d'aquests, es situen els punts d'estoc intermitjos o buffers com s'anomenen en l'organització. D'aquests es important indicar la quantitat o l'equivalència en dies que romandrà en inventari les peces. Són punts essencials per a observar on els fluxes es detenen.

El temps de cada estoc intermig, és a dir el temps que es trigarà en consumir-los, es calcula mitjançant l'expressió següent:

$$\text{Temps d'estoc} = N^{\circ} \text{ peces en estoc} \times \text{Temps de cycle del procés següent}$$

Pel que respecte als temps d'estoc en el magatzem de MP i de PA són els observats i no els calculats, observant així la planificació existent referent a l'aprovisionament per part del proveïdor i a les vendes per part de la fàbrica.

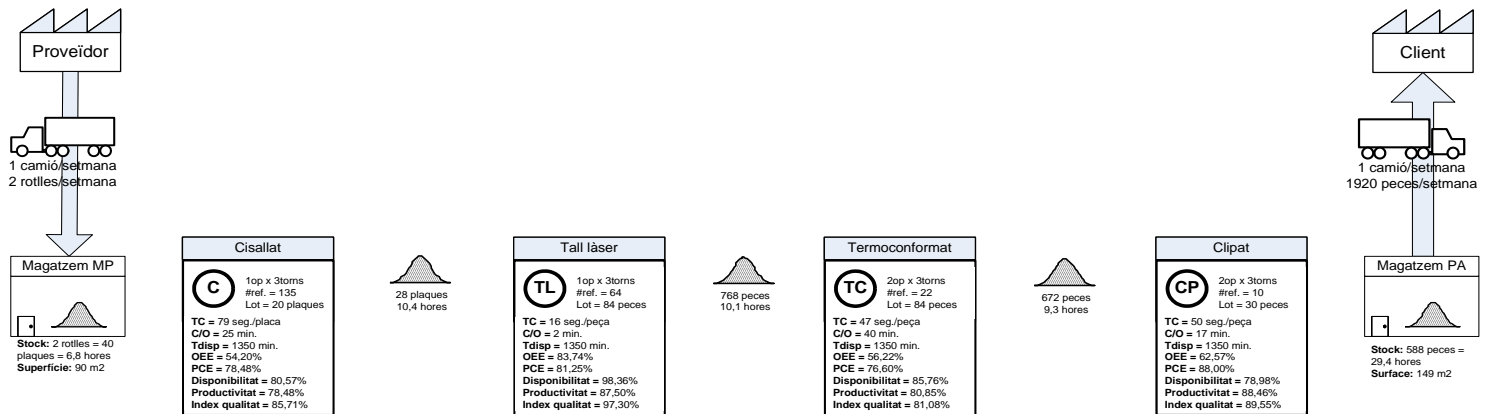


Figura 82. Pas 3 elaboració VSM (representació estocs)

Un cop això, es representa el fluxe de material mitjançant la senyalització d'entrades i sortides del material juntament amb les seves distàncies. El temps empleat en el moviment de tot el material, s'afegeix al temps d'estoc al ser temps que no aporten valor. Els diferents càlculs es trobaran en l'annex pertinent.

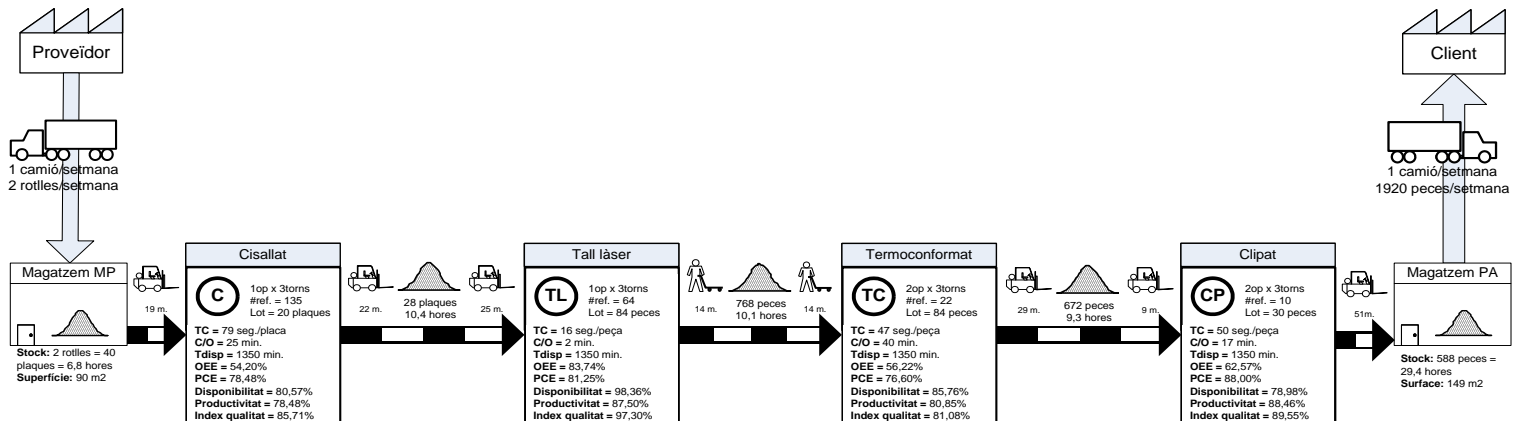


Figura 83. Pas 4 elaboració VSM (representació flux de material)

El flux del material, és útil grafiar-lo també, sobre el layout, i obtenir així una idea més gràfica.

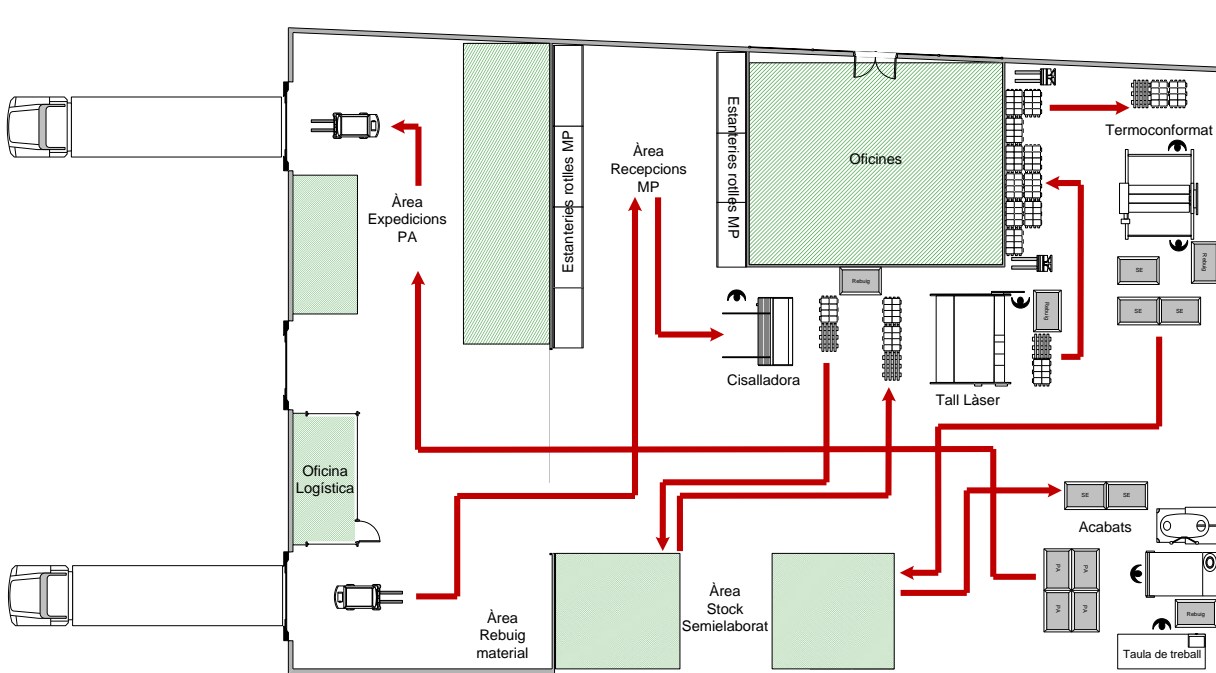


Figura 84. Flux de material en layout de planta

A continuació, sobre el VSM, incorporarem el fluxe d'informació:

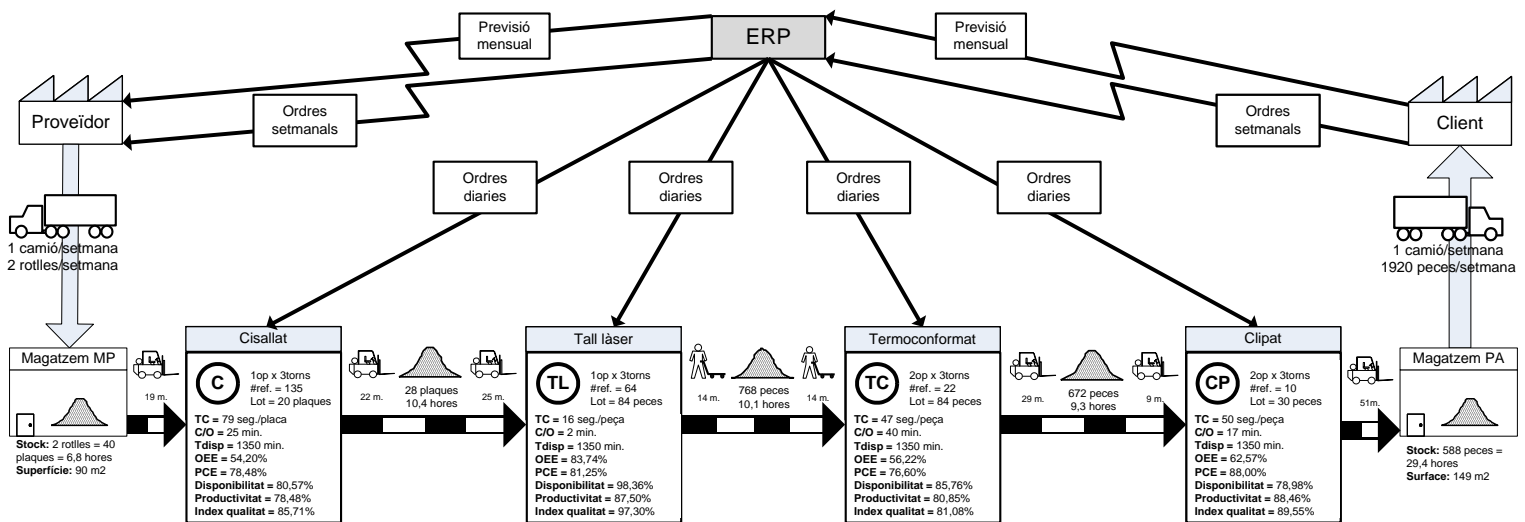


Figura 85. Pas 5 elaboració VSM (representació flux informació)

I per últim tant sols queda agregar les línies referent al temps de tot el conjunt de la cadena productiva. Obtindrem el temps que necessita un material desde que arriba a les nostres instal·lacions en forma de matèria prima, fins que aquest es expedit per arribar al client. Aquest temps serà el temps de subministre o "Lead time". En els temps parcials d'aquest total podrem diferenciar dels temps que aporten valor al producte (VA) que són els situats sota els processos, dels temps de no (NVA), la resta.

El resultat final obtingut és el VSM actual:

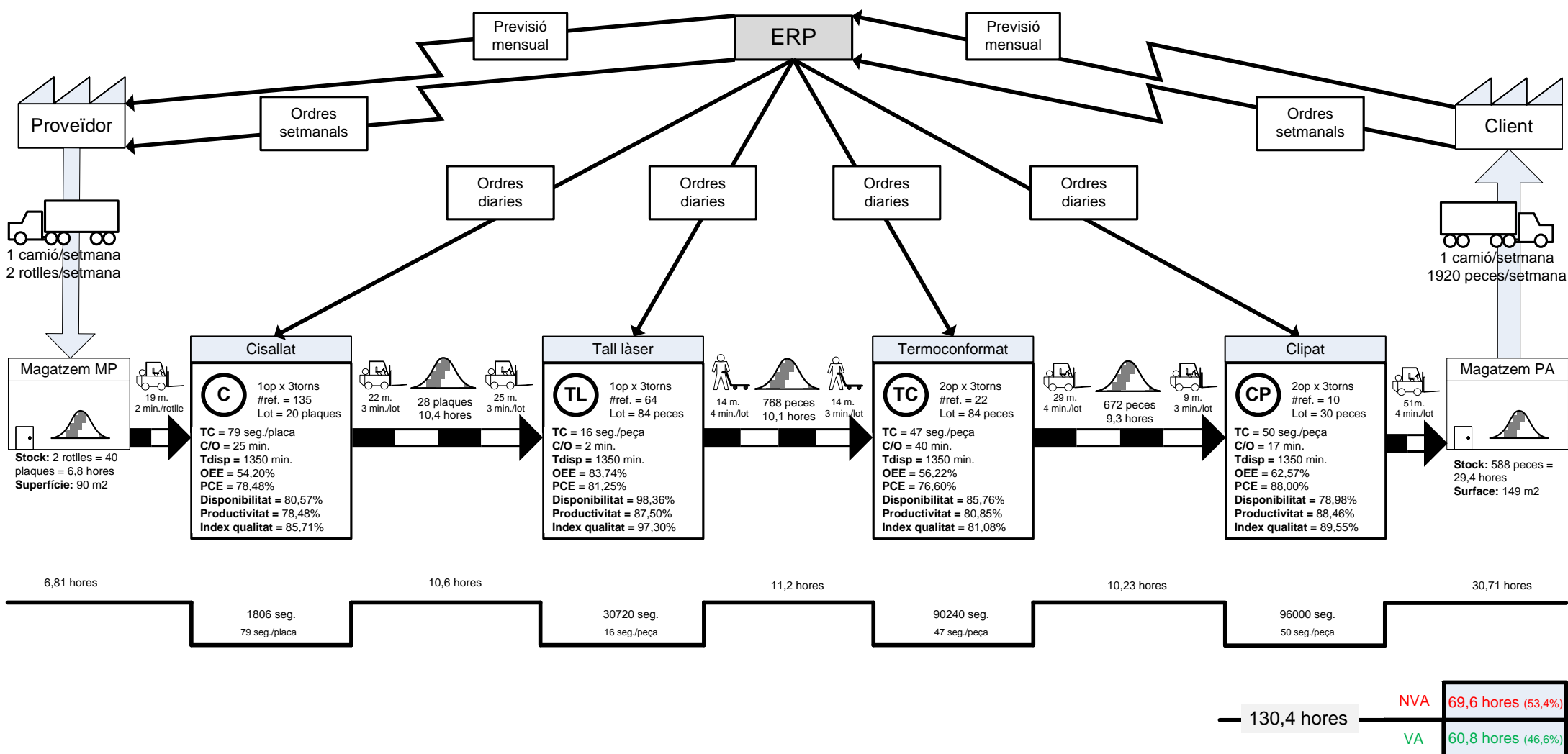


Figura 86. VSM actual

El temps NVA calculat i mostrat en el mapa, és el temps empleat sense valor per a manipular tot el material observat desde l'inici fins al final. En canvi, el temps VA, a diferència del NVA, és aquell temps pel qual el client està disposat a pagar (s'entén que només voldria pagar per aquells processos o fases que li aporten quelcom al producte). Aquest temps és per tant el que ens aportarà beneficis i per això aquest està basat en la demanda del client.

Observar que els temps situats sota els processos, un correspon al temps de cicle i el major d'ells, correspon al temps de cicle multiplicat pel nombre de peces demandades.

En el còmput global, obtenim que actualment s'inverteix un temps de 130,4 hores per a tot el cicle productiu, del qual més de la meitat (53,4%) aporten despeses i malbarataments. L'objectiu del present estudi no és altre que reduir al màxim aquest temps i obtenir com a conseqüència l'augment percentual (i no de temps) del de valor afegit.

5.3.3 Anàlisi i punts de millora del VSM actual

Al llarg de l'anàlisi, s'identificaran els diferents problemes que impedeixen produir en un *JIT* (just-in-time), és a dir, el que es necessita, quan es necessita.

De tots els problemes que s'identifiquen en un VSM, cal escollir els principals o prioritaris de cares a afrontar-los amb noves o millors solucions. El nombre de problemes tractats ha de quedar limitat per tal de poder-se concentrar en les prioritats. Aquells problemes secundaris, caldrà registrar-los i abordar-los a part.

L' identificació i clarificació dels problemes es essencial, ja que serviran de base per a l'elaboració del pla d'accions que permeti a l'organització assolir els objectius marcats.

Així doncs, si ens decidim a identificar els problemes existents, caldrà conèixer els punts on es produeixen mudes o malbarataments. Tot i que aquests ja s'han presentat i explicat en el punt 3.5, a continuació s'enumeren de manera recordatòria:

- Sobreproducció
- Temps d'espera
- Transport
- Sobreprocés

- Inventari
- Moviment
- Defectes

No sempre es trobaran tots els tipus de malbarataments en un VSM. Un exemple d'això és el *Value Stream Map* d'estudi que es pot observar línies avall.

El fet de que es detecti l'existència de pèrdues o malbarataments, no és motiu d'alarma, ja que és del tot normal però si un avís d'aquells punts que cal estudiar detalladament.

Una tipologia de muda que es pugui presentar dins d'un mapa de valor, més d'una vegada, no implica que aquesta provingui de la mateixa font, ja que les raons poden ser tan àmplies com variades i més quan depèn del cas en particular en el qual ens trobem.

Si observem i analitzem el VSM grafiat, es poden identificar de totes les mudes, les següents:

- Sobreproducció
- Temps d'espera
- Transport
- Inventari
- Defectes

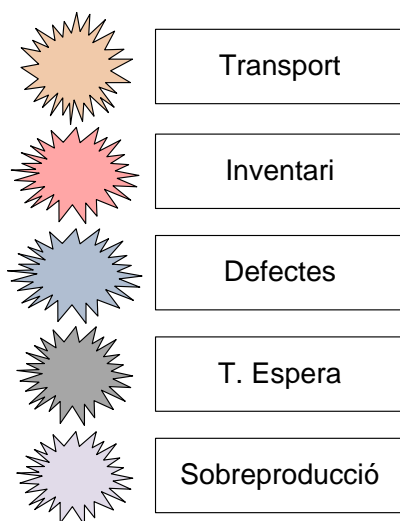


Figura 87. Llegenda mudes

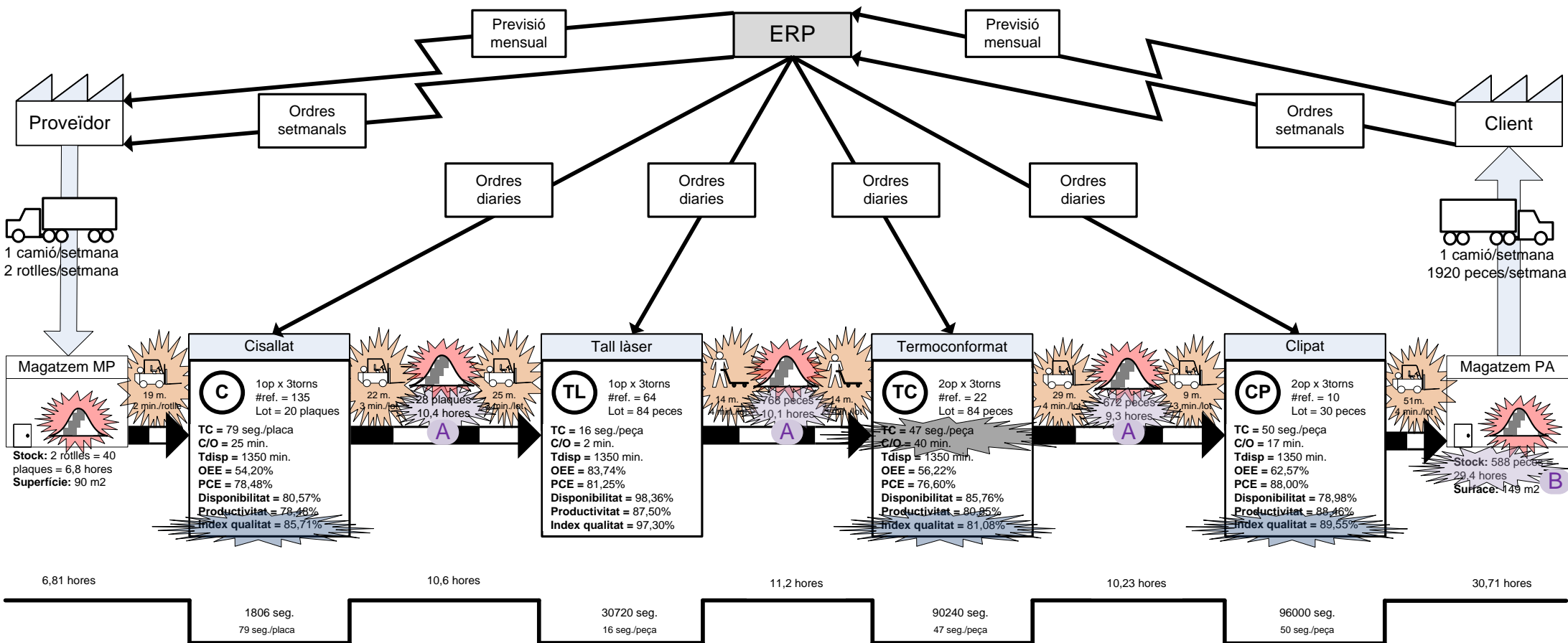


Figura 88. VSM amb mudes identificades

En termes de sobreproducció, s'han marcat varis punts al llarg del mapa. Aquests punts han estat distingits i identificats amb una de les dues lletres (A o B) en funció del motiu que provoca aquesta muda o malbaratament. Les dues causes són:

A = Quan es produeix més quantitat de la necessària.

B = Quan es produeix més aviat del que es necessari. Produït per una mala planificació de la producció o per una distribució de la planificació no ben equilibrada en el temps.

Per altra banda, existeix i per partida doble, un temps d'espera en el procés de Termoconformat, ja que es dona les següents situacions:

- L'operari espera a que la màquina acabi l'operació.
- El temps de canvi d'utilitatge per aquesta és llarg i complex.

Pel que fa a l'inventari, s'observa que tant matèries primes, productes semielaborats i productes acabats es troben emmagatzemats sense crear valor, però sí costos.

Una altra malbaratament que es detecta fàcilment, és el del transport, ja que si es visualitza el flux de material dibuixat sobre el *layout* que es troba en el punt 5.3.2, s'observa la quantitat de moviments innecessaris entre processos (tots aquells que traslladen producte desde o cap als estocs). Això es sintoma d'una mala distribució en planta, perquè el producte no flueix continuament i a més existeixen grans àrees d'emmagatzematge.

L'índex de qualitat, indica la ratio entre les peces bones produïdes d'entre totes les fabricades. Amb aquest, podem detectar quins processos són menys eficients i per tant a on no es realitzen correctament les coses ja sigui per falta de control en els processos, poc o mal manteniment de les instal·lacions, formació insuficient dels operaris, etc.

Un cop s'han detectat punts concrets de pèrdues en el VSM actual, el següent pas, que és el que es tractarà d'aquí en endavant, és proposar millores sobre aquests llocs de la cadena de fabricació, que permetin una millor gestió d'aquesta reduint el temps empleat en operacions de no valor afegit.

Els principals problemes identificats poden ser tractats amb una acció, mitjançant el mètode adaptat al tipus de problema (5S, SMED, TPM, Standard work, 6σ ,...) com es veurà en les propostes que es presenten.

5.3.3.1 Anàlisi muda sobreproducció

Per tal d'atacar i eliminar al màxim els malbarataments de sobreproducció, es presenten dues propostes, una per al tipus de sobreproducció A i l'altre per a la tipus B, ja que els orígens de les dues sobreproduccions (com s'ha vist línies amunt) que es donen a planta, són diferents.

La sobreproducció A, es dona fonamentalment per la producció d'unitats/peces majors de les que realment són necessàries, amb el que a posterior aquestes romandran emmagatzemades, fent que aparegui una nova pèrdua, la d'inventari.

Per a corregir aquesta situació, el més adequat seria:

- No produir més peces de les demandades o de les especificades en les ordres de producció i regir-se estrictament per aquestes. Evitar el produir per si de cas ("just in case").
- Calcular la quantitat d'estoc mínim a disposar. Si aquest estoc fos menor a l'actual permetrà que es redueixi l'inventari generat per sobreproduccions passades. Més endavant es realitzarà aquest càlcul.

Pel que fa al fet de produir més aviat del que es necessari (muda classificada com a sobreproducció B), s'observa que el que succeeix actualment en el magatzem de PA, és que les peces passen una mitjana de 29,4 hores en estoc fins a ser expedides a client. Aquest malbaratament està molt relacionat amb el d'inventari, amb el que una millora en la reducció d'aquesta sobreproducció implicaria una millora en l'inventari.

Per millorar-ho, es proposa redistribuir la planificació de la producció fent que la fabricació del producte s'iniciï els dimarts de cada setmana, envers de començar la fabricació el dilluns com es realitza actualment. Amb això es reduirien 24 hores i es traduiria en que al final de la cadena, les peces es mantindrien al voltant d'unes 5,4 hores de mitjana al magatzem. Això suposa una reducció d'un 81,6% del temps d'emmagatzematge, que recordem, no aporta valor al producte. Es reduïxen directament els costos d'inventari i d'aquesta manera s'ajusta i s'equilibra millor la planificació en el temps.

Temps d'estoc actual	Temps de reducció proposat	Temps d'estoc final esperat	Millora
29,4 hores	24 hores	5,4 hores	81,6%

Taula 19. Millora proposada d'estoc PA en magatzem

5.3.3.2 Anàlisi muda temps d'espera

La pèrdua per temps d'espera, observada en el procés de termoconformat pot ser reduïda en gran mesura si es treballen els dos aspectes que provoquen aquests temps sense valor.

Per exemple, el temps que l'operari espera a que la màquina finalitzi, es podria invertir en altres tasques productives com el muntatge d'algun component (d'altres productes), la realització de retreballs, la neteja del lloc de treball o eines, Un altre punt que es podria considerar seria el de mirar de redefinir el mètode de treball amb la finalitat de poder-lo sincronitzar millor amb el temps de treball de la màquina.

El temps del canvi d'utilatge del Termoconformat, és molt elevat (arriba a doblar el temps de canvi d'alguns altres processos), per tant suposa un temps de màquina aturada bastant significatiu. Mitjançant l'acció SMED (*Single Minut Exchange Die*), es garanteix la reducció d'aquest temps de canvi fent que el temps d'espera així com el temps de màquina parada siguin els menors possibles.

Una màquina rentable, és aquella que passa el seu temps fabricant les peces necessàries parant el menys possible. I per tant, contra menys temps es tardi en realitzar el canvi de format, més peces bones sortiran.

El mètode del SMED, es redueix bàsicament a l'observació. Observar un canvi de format desde l'inici fins al final i entendre el perquè de cada operació realitzada. És interessant la realització d'una filmació del procés per a:

- Autocrítica del responsable del canvi
- Conèixer la duració de cada operació
- Explicar els passos seguits als no iniciats

Imprescindible en el desenvolupament d'aquesta acció, la participació de tots els afectats durant els canvis d'utilatge: manteniment, supervisors/coordinadors, operaris,...

Quan es saben totes les duracions de cada operació realitzada, es coneix doncs també el temps total invertit en el canvi. Després d'això, el següent pas, és diferenciar les operacions fetes durant el canvi en internes o externes:

Internes: Totes les accions que sols es poden dur a terme durant el canvi. L'objectiu és

minimitzar aquest temps.

Externes: Totes les accions que es poden realitzar abans o després del canvi.

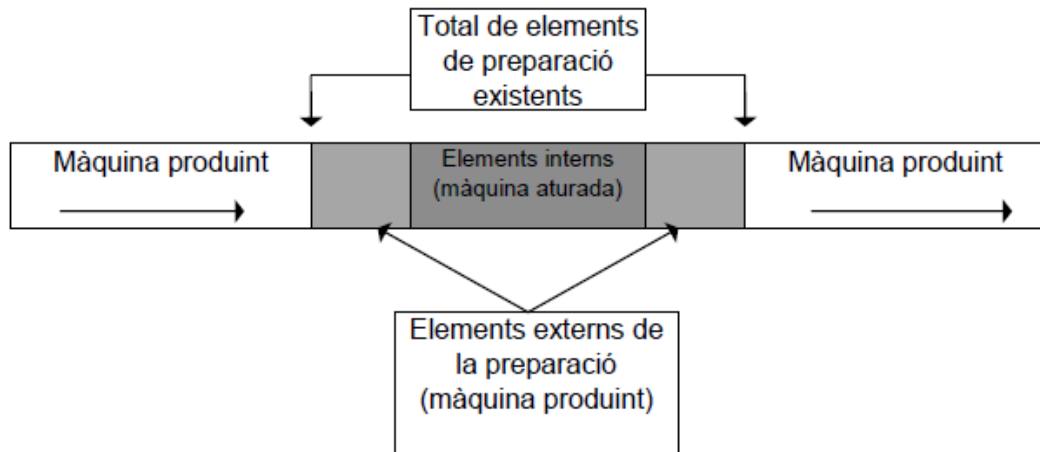


Figura 89. Esquema operacions internes i externes

El més recomanable, és intentar transaformar el major nombre d'operacions internes en externes. Amb aquesta operació d'identificació, es redueix el temps entre peces bones de 2 lots seguits. El punt principal per millorar són els punts interns. Tots els elements i eines necessàries per a la preparació haurien d'estar el més proper possible i perfectament a punt.

És bàsic, eliminar tant com sigui possible la realització d'ajustos perquè el temps d'ajust gairebé sempre són una part significativa del temps intern. En eliminar aquestes activitats d'ajustament s'elimina tot el malbaratament que representa. Els ajustos generen variabilitat, ja sigui pels operaris o perquè la màquina no és estàndard, però de tota manera aquesta variabilitat afecta a la qualitat dels productes. De manera que les mesures a aplicar es basen en el fet d'estandaritzar els diferents posicions o eines a utilitzar.

Com sempre, el tercer pas és, millorar. Cal tractar d'analitzar cada pas realitzat (tant intern com extern), per esbrinar si es poden excloure operacions, realitzar-les més ràpidament o fàcilment, si es pot automatitzar,...

Per millorar s'ha de practicar i refinar els procediments de canvi. Aquest és un tema organitzatiu, on un cop definits els procediments de preparació cal definir-los amb detall i formar als responsables del canvi. El procediment ha de ser renovat periodicament per acollir noves millores.

Moltes ocasions es suficient amb endreçar algunes operacions, per optimitzar el procés de canvi. Aquest fet es corrobora amb el mètode actual que s'aplica en el termoconformat i el mètode proposat (veure mètode detallat en l'annex).

És important en aquest esforç d'optimització, la estandarització, és a dir, assegurar-se de que tothom es coneixedor del mètode a seguir (el nou procés definit):

- Plasmar el nou mètode per escrit (incloent el check-list)
- Col·locar aquesta pauta estandard sobre la màquina de manera visible
- Formar a tots els usuaris
- Tractar de seguir el nou mètode.

No oblidar mantenir la millora (tercer pas), fent que el nou temps obtingut passi a ser un temps més baix cada cop.

Tot seguit s'aplica la teòrica a la pràctica en el cas d'estudi, on es mostra a continuació el temps actual i el temps que es podria obtenir en un primer anàlisi ràpid. En els annexes consta al detall totes les línies del mètode actual que es segueixen alhora d'un canvi d'utilatge en el Termoconformat.

TOTAL TEMPS DE CANVI	44,00
Total temps esperes	16,00
Total temps verificació	11,00
Total temps canvi tècnic	17,00

Taula 20. Temps observats en canvi d'utilatge en el conformat

Es pot observar clarament que tant sols eliminant el temps d'esperes que es produeixen durant el canvi i sense entrar excessivament ni en els passos emprats ni en la estructura tècnica de la instal·lació, s'aconseguiria passar d'un temps de canvi de 44 minuts (el temps mig de canvi del termoconformat són 40 minuts) a 28 minuts. Això suposa una reducció del 36% del temps actual sense haver modificat res (ni mètode ni característiques de la màquina).

Els temps de preparació es pot doncs retallar simplement reorganitzant les fases fent que es disposi amb antel·lació d'allò necessari per a quan calgui executar el canvi. El temps de canvi, és el temps en què la màquina està parada a causa del canvi d'una part del producte o bé a un altre producte i cal per això, eliminar el desaprofitament en aquesta etapa.

5.3.3.3 Anàlisi mudes transport i inventari

Les pèrdues de transport així com les d'inventari s'analitzen més endavant (veure pàgines de la 168 a la 172), ja que s'estudia amb detall la interrelació entre els processos així com les quantitats mínimes d'inventari. Clar està, que es definirà un nou flux de material que minimitzi els moviments de material i de transport i un nou punt d'estoc diferent a l'actual, ja que recordem que no es troba definit.

5.3.3.4 Anàlisi muda defectes

Una altra pèrdua important identificada, és la referent a l'índex de qualitat, tant d'aquest mateix procés com dels processos de cisallat i clipat. La intenció o propòsit és aplicable a tots els processos, és però en aquest tres en els que es vol millorar la qualitat del producte per ajustar els seus índexs al del procés de tall làser, si pogués ser.

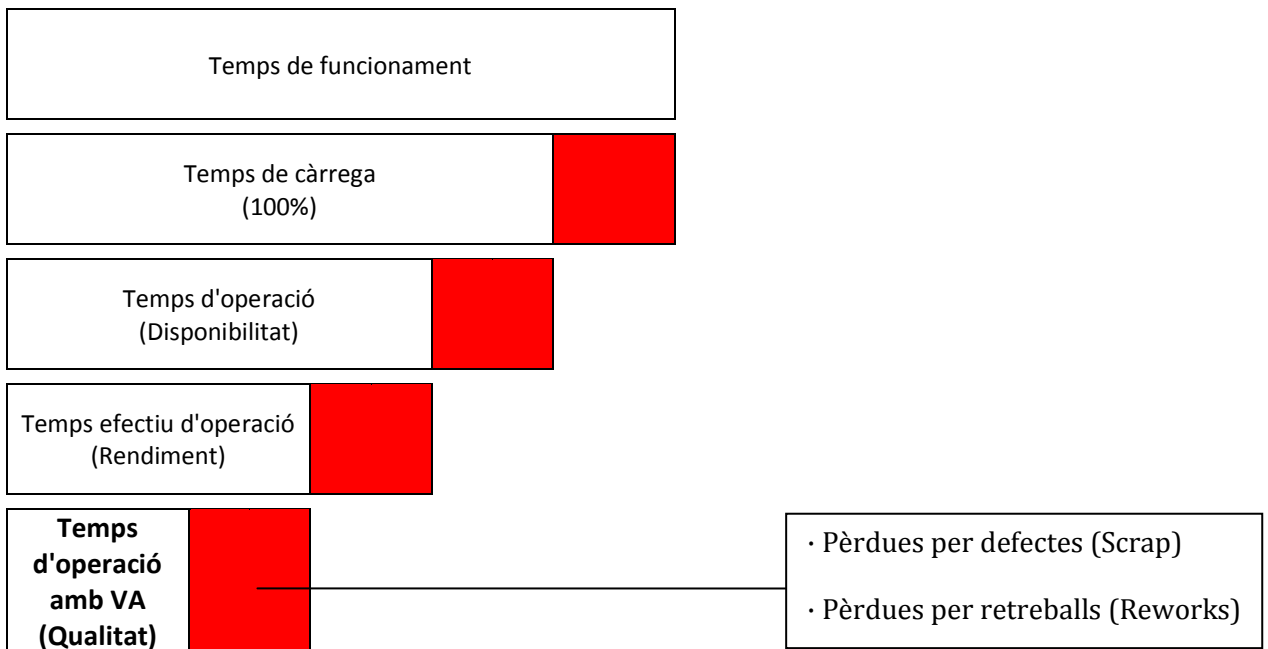


Figura 90. Diagrama distribució temps de funcionament

Disposar d'una taxa de qualitat per sota del nivell òptim (90%), provoca desigulatats de qualitat al llarg del sistema, fent-se més crítics en alguns processos en concret. Com menor sigui el valor de l'índex de qualitat, significa que més peces dolentes surten del procés, amb lo que caldrà fabricar-ne més quantitat, per tal de garantir el nombre de peces bones i això suposaria recórrer a la sobreproducció, situació que com ja s'ha esmentat provoca un gran impacte negatiu en una cadena de producció que busca aconseguir implantar la filosofia *Lean*.

Està clar que amb la informació que ens proporciona el VSM, a simple vista es pot veure que el procés de Termoconformat és el que presenta major nombre de peces defectuoses per nombre de peces fabricades.

Una taxa de qualitat baixa es tradueix en:

- Costos directes
- Pèrdua de capacitat
- ...

L'acció que hauria de permetre incidir en la millora de la qualitat és la Six-sigma la qual un dels seus objectius és la reducció de mermes en el procés.

De les metodologies que existeixen per a ajudar en la prevenció d'errors en els processos industrials, la metodologia 6σ (sigma) és la metodologia de qualitat més usada. Aquesta, es basa en en la corba de la normal per a conèixer la variació d'una activitat concreta i consisteix en elaborar una serie de passos (mencionats en el llistat següent) per al control de la qualitat i optimització dels processos.

1. Definir el producte i servei que ha de ser evaluat
2. Identificar els requisits dels clients (característiques i paràmetres clau)
3. Comparar els requisits amb els productes (anàlisi dades)
4. Descriure el procés (documentar els controls i el rangs operacionals de les variables)
5. Implementar el procés
6. Mesurar la qualitat

Es decideix usar aquesta eina amb la finalitat de prevenir els costos de baixa qualitat (típicament poden representar el 20 o 30% de les vendes) i així obtenir processos, productes i serveis més eficients. La missió del 6σ és la de proporcionar l'informació adequada per a ajudar a l'implementació de la màxima qualitat del producte o servei.

En l'annex G, s'exposen les eines estadístiques que emprava la metodologia 6σ a fi de conèixer els problemes de producció de la peça d'estudi i esbrinar-ne el perquè dels defectes.

Un cop observat el comportament del procés, es procedeix a reduir al màxim els defectes en els productes per aconseguir la satisfacció del client. No oblidar que internament dins la fàbrica d'estudi, els processos de producció utilitzen el sistema proveïdor-client, amb lo que

cada etapa del procés es responsable de la seva activitat i ha d'entregar el producte amb bona qualitat i sense defectes.

El fet d'augmentar la qualitat del procés, fent que els controls siguin millors i/o majors, es tradueixen en una millor qualitat dels productes obtinguts i per tant el nivell de rebutjos i volum de residus disminueixen considerablement.

Els resultats dels projectes 6 σ s'obtenen per dos camins. Per un costat els projectes aconseguixen millorar les característiques del producte amb el que s'aconseguiran majors ingressos, i per altra banda, l'estalvi de costos que se'n deriva de la disminució de fallades i errors.

Com s'ha esmentat al parlar del temps d'espera, el procés de termoconformat presenta un temps d'espera que es podria invertir en la realització de retreballs en aquelles peçes que poden ser recuperades. D'aquesta manera tant sencilla, suposaria que el recuperar algunes peçes rebutjades, la ratio de qualitat del procés augmentés sense realitzar cap tipus de modificació en el procés o en el producte.

En el cas concret del Termoconformat, cal a dir que al ser un procés potser més complex de tots i el que presenta majors variables que afecten al producte (temperatura, pressió, temps, additius,...) és lògic que presenti els valors més crítics.

5.3.3.5 Anàlisi indicador disponibilitat

Les millores que es pugin donar al analitzar el mapa, no només s'han d'enfocar en els punts marcats en el VSM, sinó que no tenen perquè disposar de cap marge o límit (a excepció dels propis del sistema). Per aquest motiu, tot seguit es preten aportar i proporcionar més idees de cares a millorar tot allò que sigui possible.

Per exemple, en el cas del procés de Clipat, si s'observa l'indicador de disponibilitat, aquest és el més baix de tots els 4 processos, trobant-se amés per sota del 80%. És necessari primer de tot esbrinar-ne el motiu per a poder-ne analitzar la situació i buscar una possible solució.

Al llarg del primer semestre, els valors de la disponibilitat per a aquest procés han estat:

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Mitjana
Disponibilitat	80,12%	79,06%	77,88%	78,15%	79,32%	79,34%	78,98%

Taula 21. Disponibilitat clipat primer semestre 2012

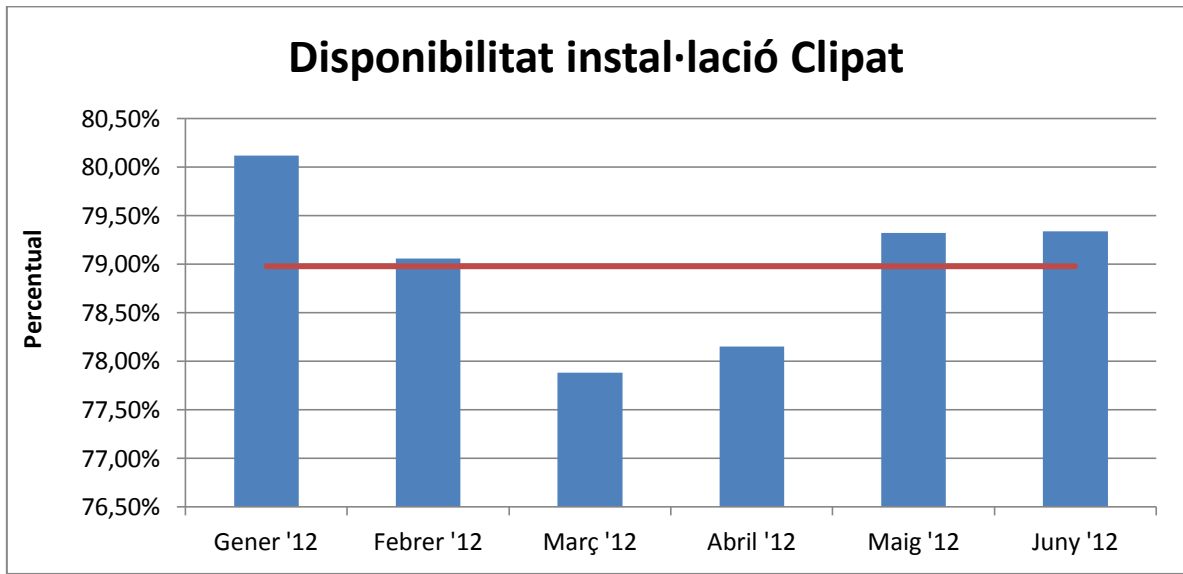


Figura 91. Representació gràfica disponibilitat clipat primer semestre 2012

I se sap que la disponibilitat correspon a:

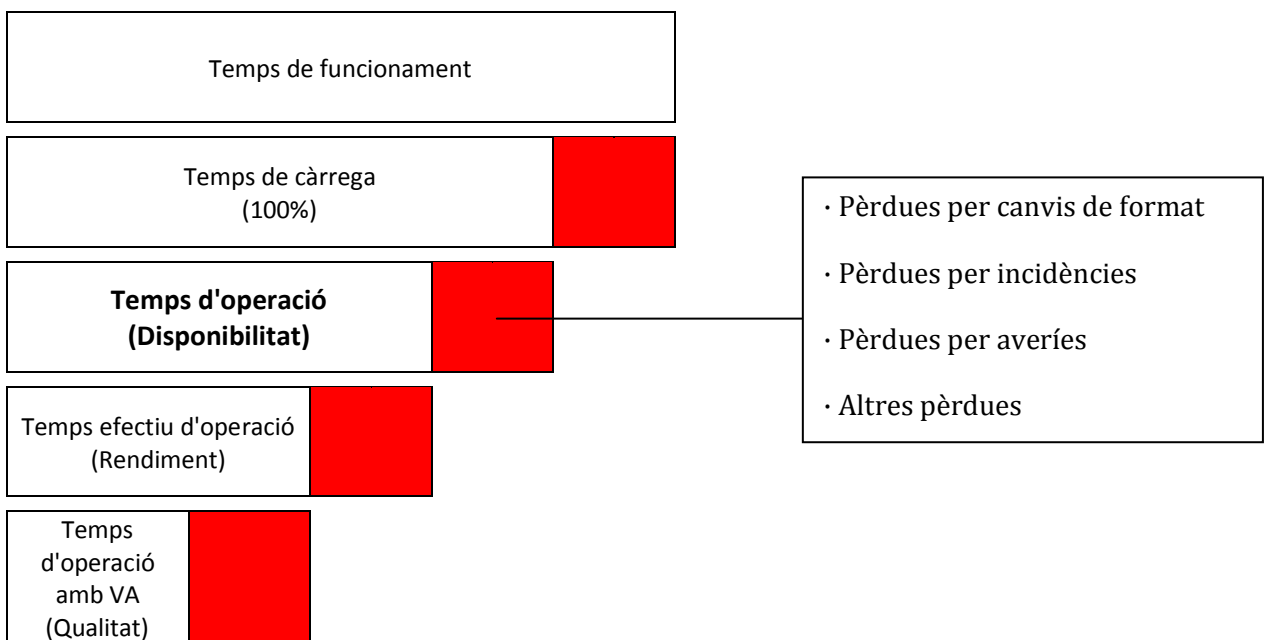


Figura 92. Diagrama distribució temps de funcionament

En el cas del Clipat, ens trobem que el nombre de canvis de format no es significatiu, o que el temps de canvi sigui bastant alt, etc però en canvi si que s'ha observat que en aquest procés influeixen de manera important, el temps perdut per diverses averies. Per exemple si s'extreuen del sistema AS400, com a exemple orientatiu, les dades del mes de Març 2012 (les més desfavorables del període Gener-Juny):

Març 2012	Clipat
Hores totals d'averia	32
Nº total d'averies	18
<i>Temps mig per averia</i>	<i>1,77</i>

Taula 22. Averies clipat Març 2012

Tenir un alt nombre d'hores per averies provoquen una planificació de la producció i dels canvis de format més complexe. Això com a conseqüència es tradueix en:

- Pèrdues de flexibilitat
- Costos de màquina parada
- Costos directes (recanvis)
- Pèrdua de capacitat
- ...

De manera que es proposa dur a terme l'acció de TPM (*Total Productive Maintenance*), amb la finalitat de realitzar un correcte manteniment preventiu i de primer nivell que permeti reduir considerablement el nombre d'averies i per tant augmenti el temps d'operació (disponibilitat). El desenvolupament del TPM és donar un objectiu per a l'eliminació de les pèrdues i millorar les capacitats de producció i manteniment:



Figura 93. Equació il·lustrativa de Manteniment Productiu Total

El TPM pretén:

- Augmentar els rendiments de les màquines al màxim
- Reducció dels costos de manteniment
- Millora de la salut de les màquines
- Millora la salut de l'empresa

- Automatitzar cada cop més les instal·lacions
- Reduir les toleràncies de errors o productes defectuosos
- La creació d'un sistema integral de manteniment preventiu al llarg de tota la vida de la maquinària
- La participació de tots els departaments

Per assolir-ho, aquesta tècnica es basa en 8 pilars. Tant aquests pilars com una explicació més àmplia del TPM es troba en els annexos.

En aquest tipus de mètode, la figura de l'operari és de vital importància ja que és la persona encarregada de dur a terme correctament les accions definides per al manteniment, en certa mesura, cal que es torni especialista.

És més, l'operari ha de saber descobrir anomalies i jutjar el que és anormal en les inspeccions diàries i fer visibles els problemes. Ha de comprendre l'estructura i funcionament de la màquina per a que a posterior, l'organització prengui les mesures correctives i de reparació oportunes per a la seva optimització.

Els set passos a seguir en el manteniment autònom:

Pas 1: Inspecció de neteja, eliminació de residus i brutícia, lubricació, ajust i descobriment d'anomalies.

Pas 2: Eliminar les fonts de contaminació.

Pas 3: Preparació de neteja i lubricació estàndard.

Pas 4: Inspecció General.

Pas 5: Realitzar check-list dels fulls de comprovació de la autoinspecció

Pas 6: Control de la normalització dels punts d'inspecció, sistematització completa del manteniment. Comprovant l'ausència de fuites i projeccions, sobrecàrrega, mals resultats, vibracions, sorolls, fallades, altes temperatures,...

Pas 7: Aplicar objectius/accions de millora.

El rendiment global de l'instal·lació de Clipat, es troba en un 62,57% condicionat per el factor amb valor més baix que com ja s'ha vist correspon a la disponibilitat. El fet d'augmentar el temps d'operació per exemple fins a una disponibilitat del 90% aportaria un augment

proporcional del rendiment d'eficiència de la màquina, poguent arribar aproximadament al 70% depenent de les accions determinades.

5.3.3.6 Altres consideracions per a la millora

Altres consideracions per a tenir en compte i poder aplicar millores en la planta, poden ser aspectes com els que es cuestionen tot seguit. Són punts que tot i no ser als que més atenció se'ls hi presta, poden ajudar en el camí de confeccionar una millor operativa de la cadena de producció.

a) Alguns processos poden ser integrats o reduïts?

No es poden reduir cap dels processos ja que tots són necessaris per a la fabricació del feltre, i tampoc integrar-los per què tots són precisament cèl·lules flexibles que permeten fabricar en el mateix lloc de treball diferent referències. En canvi com s'analitzarà més endavant, es pretén que tot i aquestes limitacions, existeixi sincronització i interacció entre cada un d'ells.

Dins dels processos no es descarta que es pugui integrar o reduir operacions. Per això caldria estudiar el mètode de treball empleat en cada procés.

b) Els nivells d'estoc estan clarament marcats?

Actualment, pel que fa els nivells mínims d'estoc entre processos, no estan fixats de manera precisa, a diferència dels estocs de magatzem MP i PA, on sempre es tracta de garantir unes quantitats mínimes fixades tant per poder produir com per poder cobrir una variació de la demanda.

No oblidar però, que el estocs entremitjos són aquells estocs que aporten i creen un impacte econòmic negatiu a l'empresa, al ser bens produïts als quals se'ls ha invertit uns recursos i que no estan produint benefici sinó més al contrari, un cost d'inventari.

c) Els lots de producció són constants, és a dir, fixes?

Si, tant els lots interns de la cadena productiva de la fàbrica, com els lots de proveïdor i de client. És important saber que el tamany de lot de venda, vé fixat pel propi client, això provoca que en aquest aspecte no es pugui reconsiderar el tamany de lot, al ser un requisit propi del client a satisfer.

d) Són necessàries els desplaçaments per a accedir a les eines de treball?

En termes generals, degut al tipus de fabricació que es realitza, es disposen de poques eines de treball en cada procés que l'operari hagi de manipular. Per exemple, en el Cisallat, en el Tall làser així com en el Clipat, les úniques eines de treball requerides són els útils i els plans de control els quals es troben al final de la mateixa cèl·lula de treball i per tant no suposa un desplaçaments extra. En el Termoconformat a més de l'útil de control s'usen les pistoles d'additius i d'aire comprimit que es troben just a cada costat de la instal·lació, de manera que tampoc existeixen distàncies importants.

Altres eines com són les necessàries per a la realització dels canvis d'utilatge, també es troben guardades en les cèl·lules de treball, però en canvi, són els motlles del termoconformat, del clipat o les fulles del cisallat les que si que requereixen d'un desplaçament necessari per a obtenir-les. Aquest desplaçament però es realitza pel torero de torn corresponent el que s'encarrega de desplaçar-se fins a recollir-los, portar-los i desmar-los. Podria ser un punt a considerar, el fet de disposar dels utilatges més propers als centres de treball.

e) Les peces, components o materials són fàcils de manipular?

A excepció del primer pas en el procés de Cisallat, on es tracta de col·locar el rotlle de feltre en l'alimentador de la màquina, en la resta de processos, les peces que es manipulen són petites, lleugeres i sense acabats punxeguts.

Pel que fa als contenidors de producte semielaborat com de producte acabat, aquests són contenidors petits i de fàcil manipulació (veure els contenidors *Odette* emprats en l'apartat 5.2 del projecte).

Per a la manipulació dels pallets s'usa el toro a excepció d'entre les operacions de Tall i Termoconformat, on els operaris s'ajuden de traspallets per al desplaçament dels contenidors.

f) On estan localitzades les peces rebutjades?

Aquelles peces no aptes, es dipositen en els contenidors vermells (*red bins*) habilitats en cada cèl·lula de treball (veure *Layout* presentat en l'apartat de "Presentació del procés"). Sempre els contenidors es trobaran en ubicats en el mateix lloc, dins de la zona delimitada també en vermell (gestió visual) amb la identificació "Zona de rebuig". Com es pot observar en el *Layout*, es trobaran a certa distància dels contenidors de producte OK, afí de prevenir errors en la classificació final del producte.

Sempre la peça rebutjada haurà d'anar acompanyada de l'etiqueta vermella corresponent.

- g) Poden els operaris parar la línia de producció, en cas de detectar-se qualsevol problema?

Sí. Sempre hi quan existeixi motiu que ho justifiqui. En el cas de detectar més de 3 o 5 (depenent del procés) peces consecutives errònies, és d'obligat compliment aturar la producció i notificar el fet de la situació així com l'anomalia trobada al supervisor corresponent.

- h) Les màquines, les instal·lacions o els equips estan bruts?

No, perquè es procura realitzar accions de neteja i ordre en les instal·lacions per a mantenir-les en les millors condicions i afavorir un millor lloc de treball. En cas d'aplicar-se l'acció TPM descrita paràgrafs amunt, aquest punt es convertiria en una de les prioritats de cara a la reducció d'averies.

- i) Es pot dir que hi ha un lloc per a cada cosa i cada cosa està en el seu lloc?

Sí. Anteriorment, en la resposta de la qüestió "d", s'ha descrit aquelles ubicacions referents a les eines de treball.

- j) Els operaris cometen errors en les operacions?

Per regla general no. Els operaris es regeixen pel mètode definit per a cada lloc de treball. Això no exclou, com és lògic, possibles errors esporàdics deguts a que l'operari no ha seguit tots els passos correctament del mètode estandarditzat. Mencionar que segons Deming, els errors comesos pels operaris poden suposar només el 6% del total d'errors dins d'una organització.

- k) S'apliquen mètodes de prevenció d'errors?

Sí. Totes les màquines del procés de fabricació del feltre insonoritzants consten de sistemes *Poka-yoke* (sistema anti-error en japonés), a fi d'evitar errors abans d'iniciar la fase de producció. Els sistemes a prova d'error es basen en detectors, sensors i motlles d'una sola posició amb els que la peça a col·locar només pot ser insertada d'una disposició única. Les màquines estan configurades per a que no iniciïn el cicle de producció si detecten mitjançant algun sensor o detector, la falta o mal posicionament de la peça a treballar.

- l) Els operaris coneixen les màquines (ajustos, eines,...)?

Sí. La importància que influeix l'operari sobre el procés requereix uns mínims d'ajustos i eines per a que pugui desenvolupar correctament les seves tasques. Després

d'observar l'explicació de les accions SMED i TPM, en cas de desenvolupar-les, seria convenient l'augment de formació en ells, per a garantir que no tant sols coneixen els ajustos sinó el funcionament d'aquests i com poder actuar en cas de necessitat.

m) S'aprofita la capacitat de proposar millores per part dels operaris?

No. I seria molt convenient aprofitar les idees i propostes dels treballadors. Al fi i al cap, són ells els que passen i coneixen de primera mà el procés de transformació. Recollir pluges d'idees (*brainstorming*) referents a la cadena de producció sigui o no específiques del lloc de treball, és a dir, no limitar-se a les pròpies de la instal·lació i contemplar idees de planificació i organització. Més idees, és sinònim de més alternatives i possibles solucions per a la millora de la gestió operativa de la planta.

n) Existeix una estandarització dels processos?

Sí. En cada màquina es disposa de la fulla d'operacions estàndard pertinent, amb els passos a seguir per a cada producte. En aquetes fulles es defineixen i es detallen, per ordre d'acció, les diferents operacions a realitzar amb especial menció i indicació sobre aquelles que cal una atenció o concentració afegida. S'hi adjunten fotografies indicatives.

o) Es disposa d'indicacions visuals de treball, prevenció i perill? Són fàcils d'entendre?

Si. L'aspecte més fonamental i més important a l'hora del treball és la seguretat de les persones. En tots els punts on existeix un probabilitat de risc, s'indica mitjançant indicacions visuals (segons pictogrames normalitzats) i fins i tot sonores en cas de desobeir els sistemes de seguretat. Les condicions de treball i la prevenció de riscos laborals, són revisades constantment per a garantir les millors condicions.

En les indicacions de la producció, destacar l'existència dels sistemes *Andon* disponibles que alerten mitjançant senyal lluminoses de problemes en un procés de producció.

p) Es disposa d'indicadors de producció?

Existeixen taulers repartits al llarg de les diferents línies de fabricació de la planta on es mostren indicadors de planta com per exemple nombre de reclamacions, percentatge de rebuig, consums, absentisme,... altres indicadors més específics de cada procés no consten en aquests, sinó que es mostren en els taulers de cada cèl·lula de treball, afí d'informar del nombre de peces produïdes a la hora, el nombre de peces defectuoses, el temps d'aturades, etc.

5.3.3.7 Mètodes complementaris per a l'anàlisi de processos

Per revisar un procés i analitzar quines són les operacions que aporten valor i les que no, existeixen múltiples eines. Per exemple entre d'altres:

- Filmació de tots els passos que constitueixen els procediments.
- Gràfica de fluxe del procés (mitjançant símbols específics).
- Diagrama home-màquina o Gantt, en el que s'indica mitjançant segments les operacions i la seva durada.
- Gràfic de viatges, instrument gràfic que representa en un mapa el lloc de treball i a on es reflexen tots els moviments que es realitzen per a dur a terme una activitat.
- Taula From/to, en la que s'indiquen les unitats (materials, elements, etc.) que s'intercanvien entre dos processos consecutius o no.
- 5W + 1H: expressió que prové de la primera inicial de les següents paraules en anglès What, Who, Where, When, Why, How.
- ERCS, anàlisi que el seu nom resumeix els objectius respecte les activitats de no valor afegit (Eliminar, Reducir, Combinar i Simplificar).
- ...

A nivell global i en termes generals sense assenyalar un procés concret, existeixen també aspectes o factors importants a millorar que poden esdevenir a altres millores del procés, com per exemple podrien ser:

- La seguretat i higiene en el lloc de treball
- El mètode de treball
- L'organització, l'ordre i la neteja
- L'automanteniment
- Etc.

Si s'analitza més enllà dels fluxos interns de la fàbrica, es podrien identificar més pèrdues que poden existir al llarg de la cadena productiva, com el nivell d'aprovisionament o *Supply chain*, on es podrien donar situacions com:

- L'ús de diferents softwares per al tractament de l'informació
- Operacions manuals de control d'inventari i traçabilitat
- Materials immovilitzats

- Excés de manipulacions
- Sobrecostos
- ...

No oblidar de mencionar, que en la part organitzativa de qualsevol empresa, també intervé en una part important de tot el procés de transformació, les tasques i/o operacions administratives. No obstant aquestes no es troben lliures de pèrdues, ja que poden haver-hi processos i/o tasques que no generin valor afegit. Uns exemples d'aquests:

- Operacions repetitives en les actuacions
- Entrades i revisions de comandes
- Operacions manuals en suport paper que més tard han de ser actualitzades en suport digital
- Etc.

5.3.3.8 Aplicació de les directrius *Lean*

Per a fer un estat futur seguint la metodologia *Lean* cal enfocar l'estat actual a unes directrius, (aquestes han estat explicades en el punt 4.2.2 "Procediment estat futur" del present estudi) que a continuació s'intentarà aplicar al cas particular que ens ocupa, amb l'intenció de reduir el temps de subministre i els costos, alhora que augmenti la qualitat.

1) Adaptar el ritme de producció al *Takt time*

Primerament abans d'adaptar el ritme de producció al *takt time*, és necessari conèixer el temps de cicle total actual d'una peça, i saber-ne així, si aquest es troba per sobre o per sota del *takt time*.



Figura 94. Cronòmetre

El fet de que el temps de cicle es trobi per sobre del *takt time* (TC > TT) significa que la cadena de producció no és capaç de servir la demanda al nivell òptim i per tant es veu forçada a recórrer i a tirar d'unitats d'estoc si no vol quedar-se sense servir la comanda al complet. Un temps de cicle menor al *takt time*, permetrà cobrir la comanda del client, però també té el risc de crear sobreproducció, pel fet de produir abans del que es necessari i més del que és necessari.

Del VSM actual, es pot extreure que el TC actual per a una peça, és:

	Cisallat	Tall làser	Termoconformat	Clipat	Total TC
Temps de cicle (seg./peça)	0,94	16	47	50	114

Taula 23. TC total actual per peça

Sabent que per la procés de cisallat són 79 seg/placa i d'una placa en surten 84 peces.

Per al càlcul del *takt time*:

$$Takt\ time = \frac{Temps\ de\ treball\ disponible\ al\ dia}{Unitats\ demandades\ pel\ client\ al\ dia}$$

Tinguent en compte que es treballen 4 dies a la setmana, significa que cada dia estan disponibles 81.000 segons. I pel que fa a la demanda mitja diària aquesta és de 480 unitats. S'obté doncs, un temps determinat de 169 segons.

		DE CLIENT
Unitats demanades	(Nº unitats/setmana)	1920
Dies laborables	(Dies/setmana)	4
Demanda	(Nº unitats/dia)	480

Taula 25. Càlcul demanda mitja diària

		IAF1536009IC
Temps de treball disponible	(seg./dia)	81000
Unitats demanades pel client	(Nº unitats/dia)	480
Takt time	(seg./unitat)	169

Taula 24. Càlcul Takt Time

Si doncs, es compara la velocitat actual de la línia amb la velocitat necessària per a satisfer les necessitats del client, observem que:

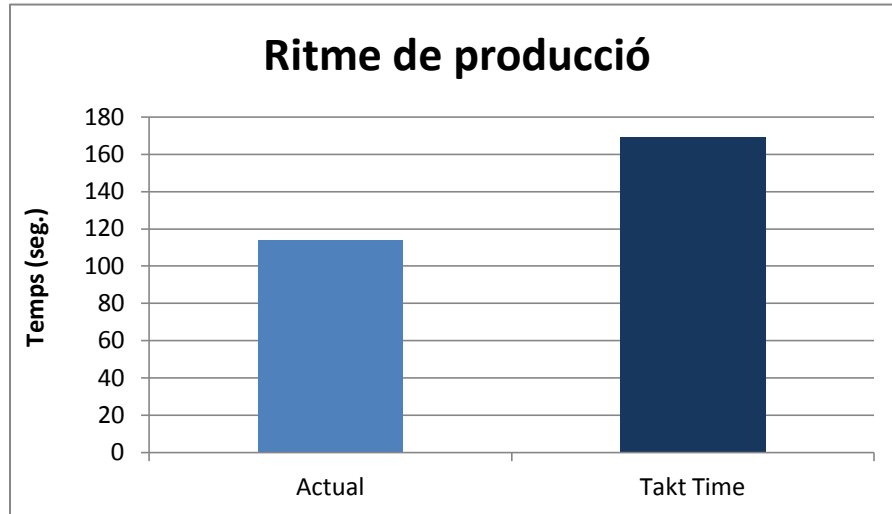


Figura 95. Comparació TC actual i Takt Time calculat

En conclusió, s'observa que existeix certa sobreproducció, ja que es produeix més ràpid del que es necessari. Recordar que es fa referència al terme "sobreproducció" quan es dona el fet de que es treballa abans de que el client ho necessiti. Caldria reduir el temps de treball disponible que s'hi dedica a la producció de la peça, i així aconseguir ajustar el temps del Takt Time al temps actual.

2) Crear un flux continu sempre que sigui possible on sigui possible

El concepte de crear "flux continu" es refereix a una producció de peça en peça, és a dir, produir una peça, i moure'n una peça (o bé fabricar un petit lot, moure un petit lot) conegut també aquest fluxe com a *one piece flow*.

Es fonamental el paper del flux continu dins de la filosofia *Lean*, en la que cal assegurar que una operació anterior mai processa més del que requereix una operació posterior, de manera que un flux de valor mai produeix més del que sol·licita un client. També es pot definir com a treballar de mode que el producte flueixi de forma continua a través de les corrents de valor, des de el proveïdor fins al client, amb el menor plaç de producció possible i amb una producció de despilfarrament mínima.

Els fluxos de producció existents en la producció són els presentats en l'apartat 3.4 del present estudi, el *Pull system* i el *Push system*.

En el context de un “pull system”, la producció és més ràpida que en la producció “push” (empenyar els lots) elimina amés la necessitat de la programació de la producció tradicional.

Seguint una lògica *Push*, la producció s'organitza a partir d'un programa provisional que té en compte la demanda del client i els nivells d'estocs fixats.

La millora de la situació actual a la planta, passa per la posada en marxa d'un verdader sistema de producció *Pull*. Això afectarà als fluxos físics de material i als fluxos d'informació dels productes acabats, en-curs i de les matèries primes.

A pesar de que l'estratègia de producció és la de muntatge contra comanda (*assembly-to-order*) la gestió dels fluxos i estocs intermitjos no s'ajusten a un bon flux continu. En l'estat actual, els distints processos de producció són independents i per això existeix un stock de producte intermig entre ells. El temps i quantitat d'estoc per a cada un, són els que es mostren en el VSM (pàgina 137).

Per a intentar eliminar l'estoc intermig entre dos processos, es pot introduir un flux continu sempre i quan els dos processos disposin d'un temps de cicle similar per tal d'evitar acumulacions de peces *WIP (Work In Process)* que actuarien d'estoc. En el nostre cas, existeixen 2 processos en els quals es podria integrar un flux continu entre ells, sense risc de crear un coll d'ampolla.

A continuació, es compara els temps de cicle dels distints processos que aquests consten el Value Stream Map:

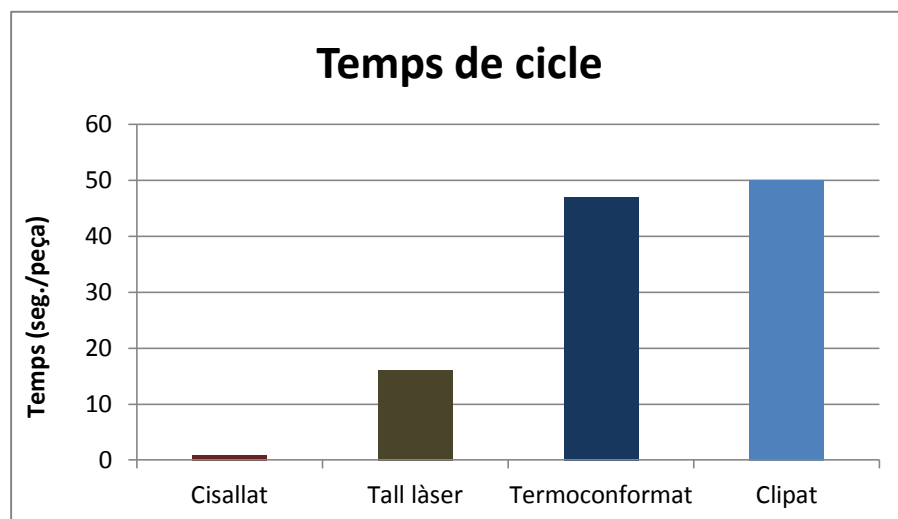


Figura 96. Comparació dels temps de cicle dels processos

Es pot observar que són els processos de Termoconformat i Clipat on les velocitats per peça són similars, de manera que és factible la introducció un flux continu entre ambdós.

Entre els procés de Cisallat-Tall i Tall-Termoconformat, el funcionament és distint ja que en aquests casos degut a la diferència de temps, es crearia estoc entre les cèl·lules de treball. En tot cas, s'avança que els estocs referents aquests processos seran analitzats a fi d'intentar reduir la quantitat d'estoc que es troba acumulada entre ells.

3) Usar “supermarkets” en mode “pull” i passadissos FIFO per a controlar la producció, allà on no es possible un flux continu.

En aquells casos on no es possible un flux continu, (com s'ha mostrat en el punt anterior), es pot adaptar l'estoc intermig a mode d'un “supermercat” de manera que existeixi un major control de la producció.

Per exemple entre els procesos de Cisallat-Tall i Tall-Termoconformat hi ha estoc de producte semielaborat, el qual no pot ser eliminat. En aquests dos casos es tractarà d'usar el sistema *Kanban*.

El sistema *Kanban* (introduït en els punts 3 i 4 del projecte), és l'element que vincula el procés anterior, el supermarket i el procés posterior.

Les bases del *Kanban* són: la garantia de l'alta qualitat i la producció de les parts precises en les quantitats necessàries en temps curts i fiables en cada procés. S'aplica una idea sencilla, un sistema de fluxe sincronitzat, continu i en lots petits, mitjançant l'utilització de *Kanbans*.

Kanban, en japonés significa senyal o targeta i que en aquest cas marca la necessitat de produir.

Els objectius de l'implantació de senyals *Kanbans*, són les següents:

- Simplificar les tasques administratives de l'organització de la producció.
- Regular i reduir el nivell d'estocs, aconseguint que la producció en cada moment coincideixi amb les necessitats reals d'aquell moment.

- Estimular la millora de mètodes i reducció d'estocs per a que la disminució d'inventaris de productes intermitjos faciliti la localització de problemes (colls d'ampolla, averies, defectes de qualitat, ...) contribuint d'aquesta manera a la seva resolució.
- Implantar un sistema de control visual que ajudi a la localització de problemes de la producció.
- Facilitar el flux continu de la producció i aconseguir l'anivellació i l'equilibrat dels processos.

Es distingeixen 2 tipus de *kanban*:

- El kanban de producció: indica el què i quantes unitats cal fabricar per al procés posterior.
- Kanban de transport: indica què i quantes unitats de material es retiraran del procés anterior.

El funcionament del *Kanban*, es basa en un supermercat:

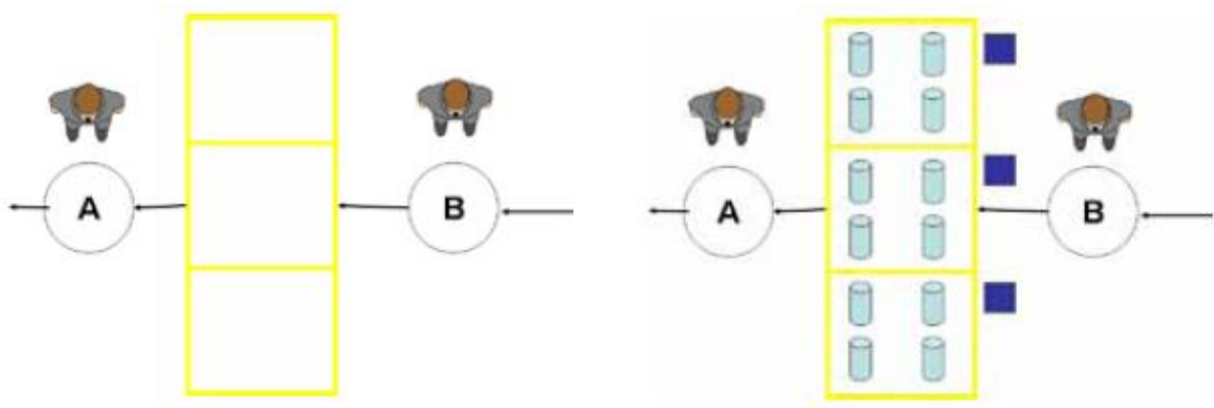


Figura 97. Il·lustració del supermercat d'un kanban

- L'espai entremig de A i B, emmagatzema peces ja processades per A. Els petits espais actuen com a una senyal, informant al procés A quan ha de processar més peces per al client B. Aquesta senyal s'anomena *Kanban* de producció. En l'operació normal de B, aquest anirà retirant peces de l'espai, les processarà i les enviarà al procés posterior C.
- Quan l'espai entre A i B es troba ple, el procés A para la producció. A només processarà peces quan B les precisi i en la quantitat que B hagi usat.

Aquest flux de material s'ha d'interpretar com una ordre de fabricació per a aquesta mateixa estació (A) i aquest mecanisme es propaga cap a les altres estacions anteriors.

La comunicació de les ordres de fabricació entre les diferents estacions de treball es realitza mitjançant l'utilització de targetes plastificades denominades *Kanban*. Aquestes targetes recullen informació com la denominació i el codi de la peça a fabricar, la denominació i l'emplaçament del centre de treball de procedència de les peces, l'ubicació on es fabricarà, la quantitat de peces a produir, el lloc on s'emmagatzemaran els articles elaborats, etc.



Figura 98. Exemple de targeta Kanban

Altres avantatges d'un sistema *Kanban*:

1. Els processos consumidors escullen directament els articles i prenen aquells que desitjen.
2. Envers d'utilitzar un sistema d'aprovisionament estimat, es reaprovisiona solsament els productes venuts, reduint així els estocs excedents.
3. Els punts 2 i 3 possibiliten la reducció de preus, augmentant les vendes i els beneficis.

En cas de que dues línies de producció no es trobin contigües i el primer procés no pot veure que succeeix amb l'estoc del supermercat. En aquestes circumstàncies s'introdueix l'operació de transport, que consisteix en transportar les peces d'un procés a l'altre.

El contingut del *Kanban de transport*, indiquen quan i en quina quantitat cal transportar d'un lloc a l'altre. Aquestes *Kanbans* indiquen les quantitats de quin component han de retirar del procés anterior.

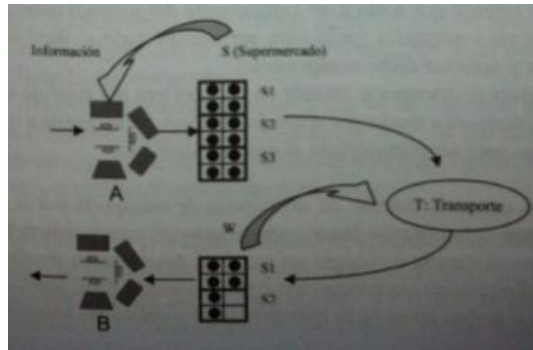


Figura 99. Exemple de funcionament d'un kanban de transport

Per a l'implantació del sistema han de col·locar-se tant al principi com al final, uns contenidors o altres elements per a emmagatzemar les peces i poder-les transportar des de el final d'un procés fins al principi d'un altra o viceversa.

Aquest contenidors tindran el seu corresponent *kanban*, que contindrà les dades del subministrament (codi de la peça, capacitat, nombre de *kanban*, procés d'origen, procés de destí,...) de manera que la quantitat especificada serà la capacitat del contenidor. Al principi i al final de cada procés, en alguns casos, al costat dels contenidors hi haurà uns casillers on s'hi depositaran les tarjetes. D'aquesta manera, cada tarjeta compleix una funció distinta segons el casiller que ocupa:

- Una tarjeta de transport situada en el casiller de l'inici del procés indica que haurà de ser col·locada en un contenidor buit per a ser transportat al final del procés anterior i per tant sol·licitar aquest producte.
- Una tarjeta de transport situada en el casiller del final del procés haurà de ser assignada a un contenidor ple per a ser transportat al procés següent.



Figura 100. Targeta kanban de transport

El mecanisme del *Kanban* al retrocedir cap enrere al llarg de la cadena de producció, fa que cada cop el treball sigui més senzill i eficient i el sistema pugui desenvolupar-se més fàcilment a la resta de la fàbrica

També es redueix el cost al disposar sols de l'inventari que es necessita per a un flux equilibrat.

Càlcul de les peces del *Kanban*

Per a calcular el nombre de peces per lot del *kanban* d'un article, s'usa la següent expressió:

$$K = \frac{(D \times Q) \times R}{H \times P}$$

D = N° de peces que necessiten a produir al dia.

Q = Quantitat total de components per a fabricar 1 peça.

R = Temps de reposició (hores que es triga en disposar del subministrament de les peces demandades).

H = N° d'hores de treball disponibles al día.

P = El nombre de peces per paquet o contenidor. Tamany de lot.

Consideracions per al càlcul:

- El temps de reposició que es calcula per a cada procés, equival al temps de fabricació (diferent en cada procés anterior, Cisallat i Tall) de les peces demandades.
-
- El nombre d'hores de treball disponibles al día es consideren 10. De les 12 hores diàries disponibles per a la fabricació d'aquesta referència (la resta de 12 hores serien per a la fabricació de la parella de la referència) es desconta un 15% a les 12 hores diàries, per a possibles variacions del temps disponible que es pugui donar.

		Cisallat - Tall làser	Tall làser - Termoconformat
D	(Nº peces/dia)	480	480
Q	(Nº components/peça)	1	1
R	(hores)	0,51	8,53
H	(hores/dia)	10	10
P	Unitats/lot	20	84
Tamany lot Kanban	(Nº unitats Kanban)	1,22	4,87
		2,00	5,00

Taula 26. Càlcul del tamany de lot de kanban

Càlcul del nombre de tarjetes Kanban en circulació

Es obvi que el càlcul del nombre de tarjetes *Kanban* facilita la mesura de l'estoc entre dos processos. El procediment empleat per a calcular el nombre de tarjetes es una aplicació del clàssic mètode "del punt de comanda". El nombre de *kanbans* ha de ser suficient per a cobrir la demanda durant el plaç d'entrega més un cert estoc de seguretat, en previsió de petites variacions.

$$N^{\circ} \text{ de kanbans} = \frac{U \times T \times (1 + P)}{C}$$

U = Nº de peces produïdes a la hora per l'estació client.

T = Temps necessari per a que 1 tarjeta recorri tot el cicle (retorni buida, s'empleni i es torni a subministrar).

P = Taxa d'eficiència. 0 correspon a eficiència perfecta mentre que 1 correspon a la ineficiència pura.

C = Capacitat del contenidor o nombre d'unitats *kanban*.

Consideracions per al càlcul:

- En la taxa d'eficiència s'usa el valor complementari del percentual de l'indicador OEE disponible en el VSM.

		Cisallat - Tall làser	Tall làser - Termoconformat
U	(Nº plaques o peces/hora)	2,68	76,6
T	(hores)	10,6	11,2
P	s/u	1,458	1,1626
C	(Nº peces o kanban/contenedor)	20	84
Nº targetes Kanban	(Nº targetes Kanban)	2,07	11,87
		3,00	12,00

Taula 27. Càlcul del nombre de targetes kanban

Càlcul del nombre de tarjetes Kanban de transport

Per al càlcul del nombre de tarjetes *kanban* de transport s'utilitza la següent fórmula:

$$N^{\circ} \text{ de kanbans} = \frac{(NL + NT)}{E}$$

$$NT = \frac{TT}{T_{cc}}$$

NL = Tamany de lot mínim (en cas que existeixi)

TT = Temps de transport entre àrea estoc i procés.

Tcc = Temps de cicle d'una peça en el procés de consum

E = Nombre de peces de cada contenidor

Consideracions per al càlcul:

- El nombre de peces per contenidor referent al procés de cisallat, es converteixen el nombre de plaques a peces, sabent que d'una placa s'extreuen 84 peces.

		Cisallat - Tall làser	Tall làser - Termoconformat
NL	(Nº peces/kanban)	2	5
TT	(seg./lot)	360	360
Tcc	(seg./peça)	16	47
E	(peces/lot)	168	5
Nº targetes Kanban transport	(Nº targetes Kanban)	0,15	2,53
		1,00	3,00

Taula 28. Càlcul del nombre de targetes kanban de transport

Com bé s'ha reiterat diverses vegades al llarg de l'estudi, el *kanban* és una eina que permet reduir considerablement els estocs. Aprofitant que en l'actualitat els nivells d'estoc intermitjos no estan fixats a diferència dels magatzems de MP i PA, s'ha decidit fixar els nivells mínims d'estoc entre els processos Cisallat-Tall i Tall-Termoconformat (aquells on s'ha estudiat la implantació del *kanban*) a fi de controlar les unitats emmagatzemades en els supermercats *kanban* i prevenir així de possibles variacions en la demanda.

L'estoc mínim entre processos s'ha prefixat en un valor mig de 2 hores, que equival a un 15% del temps de treball màxim disponible per a la referència IAF1536009IC. És a dir, les 2 hores serviran per a permetre al procés posterior continuar consumint durant aquest marge de 2 hores mentre el procés anterior es troba aturat a causa per exemple d'una averia.

Això correspon a que en el cas del cisallat, serà suficient realitzar a una producció de 6 plaques ja que el procés de tall làser a una velocitat de 16 seg./peça consumiria màxim en 2 hores, 5,4 plaques. Mentre que en el cas del tall làser, es cobrirà l'estoc mig amb 152 peces ja que el termoconformat en 2 hores a 47 seg./peça consumiria 152 peces.

Si es contrasta el valor actual d'estoc (exposat en el VSM) i l'estoc considerat, s'observa que la reducció en els dos estocs intermitjos es molt important i considerable com es mostra tot seguit.

Estoc Cisallat-Tall làser:

Estoc actual	Estoc final esperat	Estoc reduït	Millora
10,4 hores	2 hores	8,4 hores	78,6%
28 plaques	6 plaques	22 plaques	

Taula 29. Millora proposada de l'estoc intermig Cisallat-Tall làser

Estoc Tall làser-Termoconformat:

Estoc actual	Estoc final esperat	Estoc reduït	Millora
10,1 hores	2 hores	8,1 hores	80,2%
768 peces	152 peces	616 peces	

Taula 30. Millora proposada de l'estoc intermig Tall làser-Termoconformat

Recordar que una reducció d'estoc implica directament una reducció del cost d'inventari, en el mateix grau i proporció.

Un pas més en la búsqueda de millores a nivell d'estoc podria expandir-se fins al l'estoc de producte acabat en magatzem. Si aquest estoc es pogués organitzar com un supermarket de producte acabat de manera que tots els processos productius treballés en mode pull segons les necessitats del client, sols es produiria allò que el client demana i l'estoc de PA no seria tan gran.

Si es consideren les idees aportades en la primera directriu, juntament amb les millores proposades en aquesta segona, el resultat d' ambdues permet:

- Redefinir un nou layout
- Redefinir un nou flux de material

El nou layout aconseguit gràcies a la reducció d'estocs i a la nova gestió de la producció permet una compactació dels elements de la cadena productiva que com a conseqüència habilita un nou espai que pot ser aprofitar per a optimitzar el funcionament de l'organització.

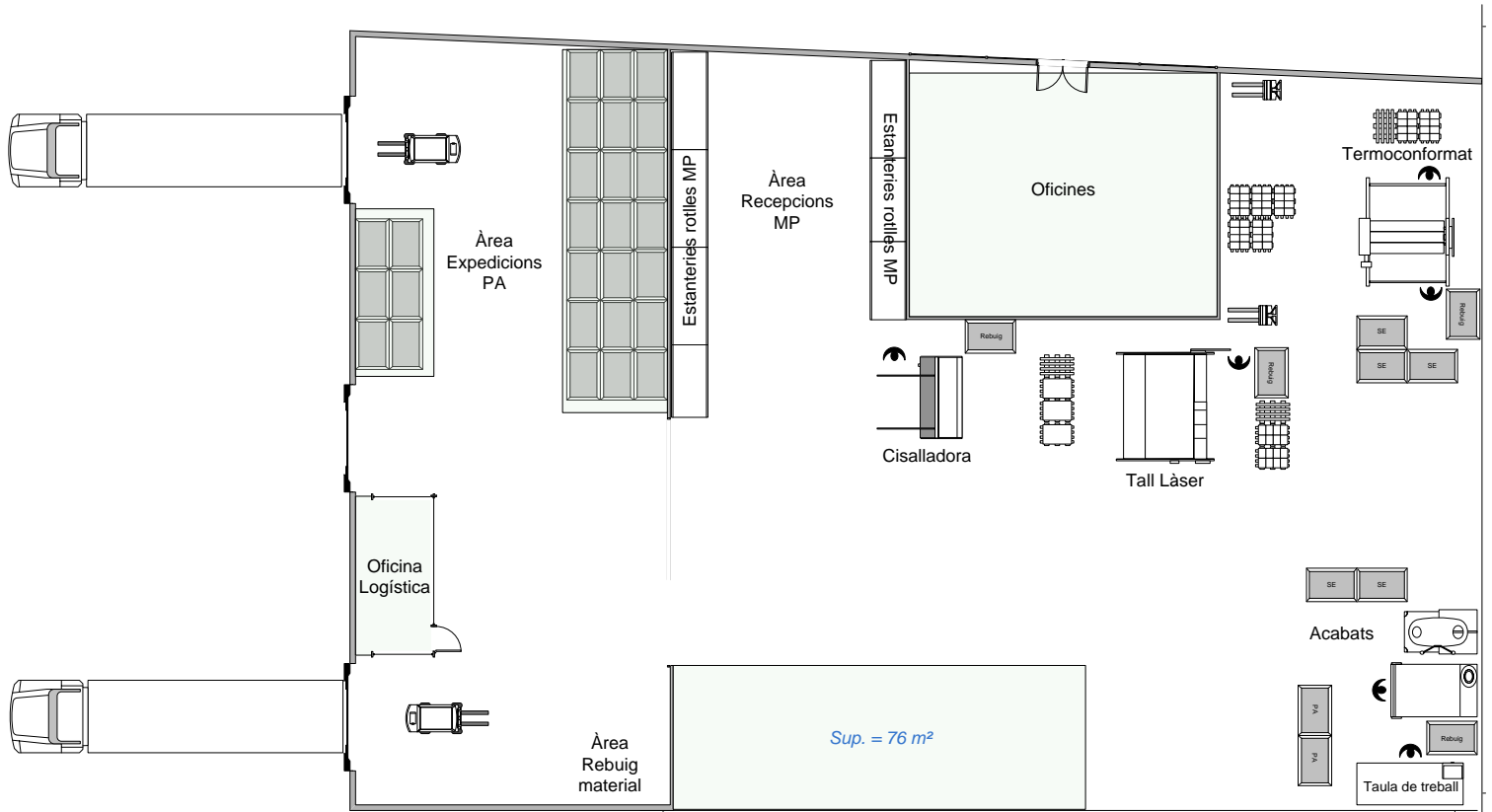


Figura 101. Layout de planta proposat

Àrea total d'estoc intermig actual	Àrea total d'estoc esperada	Àrea d'estoc reduïda	Millora
81 m ²	24 m ²	57 m ²	70,4%

Taula 31. Millora proposada de l'àrea d'estoc intermig

En aquesta nova àrea disponible es podria utilitzar per exemple, per a emmagatzemar els utilatges o motlles de les màquines, que com s'havia exposat anteriorment ara es troben a una distància considerable del seu lloc d'ús permeten així la reducció dels temps de canvi de format.

Una adequada distribució dels espais és de vital importància, ja que per mitjà d'ells s'aconsegueix un apropiat ordre, una millor manipulació, una millor àrea de treball i equips, disminució de la congestió i confusió, disminució de riscos en quant a la qualitat del material, ... entre d'altres avantatges diverses.

Així mateix el nou layout va acompanyat d'un nou fluxe de material que seria molt més lineal, directe i continu.

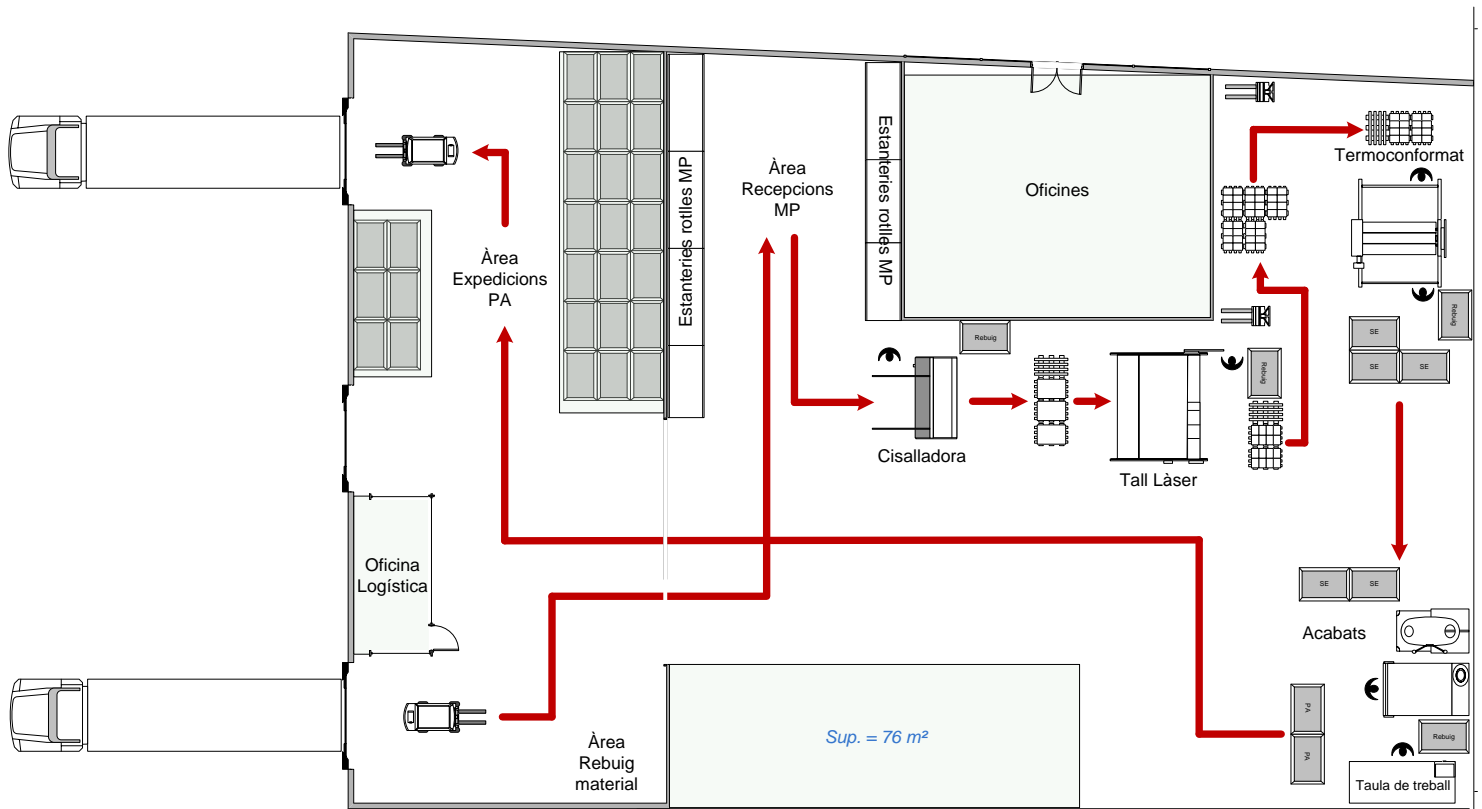


Figura 102. Nou flux de material en el layout de planta proposat

Aquest nou flux es tradueix també en una millora de transport/moviment de material, on es redueixen el temps de transport de les peces entre estacions. Especialment aquesta reducció del temps de transport es fa més evident entre les estacions de Cisallat-Tall i Termocoformat-Clipat.

Temps de transport Cisallat-Tall làser:

Temps de transport actual	Temps de reducció proposat	Temps de transport final esperat	Millora
6 min/lot	5 min/lot	1 min/lot	83,3%

Taula 32. Millora proposada del temps de transport entre Cisallat-Tall làser

Temps de transport Termoconformat-Clipat:

Temps de transport actual	Temps de reducció proposat	Temps de transport final esperat	Millora
7 min/lot	5 min/lot	2 min/lot	71,4%

Taula 333. Millora proposada del temps de transport entre Termoconformat-Clipat

4) Insertar la programació del client en un sol procés de producció (marcapassos)

Actualment el departament de Planificació envia setmanalment el pla de producció a cada estació. El més òptim com s'ha exposat en la resposta de la pregunta 3 seria planificar un sol punt. Aquest punt ha de ser el procés que marqui el ritme de producció dels altres processos, d'aquí que se li anomeni procés marcapassos (*pacemaker process*).

Planificar la producció de cada un dels processos per separat és innecessari i alhora engorros. Aquest fet sols provoca problemes de compenetració i interacció entre els processos i departaments.

Segons la teoria del *Value Stream Map*, el procés marcapassos hauria d'estar ubicat el més proper al client, de manera que aquest determinaria les necessitats i informaria al procés anterior de les necessitats de producció i aquest al seu predecessor i així fins a l'inici de la cadena productiva. Això s'aconsegueix mitjançant la implantació del *kanban*.

En el nostre cas, i partint de la base que es considera el desenvolupament del *kanban* a la planta, es podria plantejar planificar la producció només per a una de les dues últimes cèl·lules de treball de la cadena.

Seria possible determinar la producció sols en el procés de Clipat ja que a partir d'aquest aigües amunt es disposaria del flux continu juntament amb el *kanban* i per tant les necessitats de producció s'anirien comunicant en la mesura que correspon per a cada procés. El que succeeix és que al planificar la producció en aquest punt, el procés no podria començar a treballar fins que no ho fes el seu predecessor al qual hauria d'informar, és per aquest fet que es descarta fer-ho en l'últim procés.

El més correcte seria establir el procés de Termoconformat (però tinguent en compte que el temps de cicle Clipat és major i cal donar marge) com a procés marcapassos, ja que aquest últim disposa d'un *kanban* el qual li permetria iniciar la producció on se li comunica el pla de producció. Desde aquest procés es transmetria les produccions necessàries als processos que el precedeixen i que el segueixen. Amb això s'aconseguiria assegurar la planificació més òptima.

5) Distribuir la producció de diferents productes uniformement en el temps (anivellar el mix de producció)

La paraula clau és flexibilitat. La flexibilitat és la capacitat de canvi d'un producte a un altra.

Es tracta de fabricar diversos articles en la mateixa línia, però repartits en el temps, de manera que la planta produeixi d'acord amb la mateixa combinació de productes que es demana el client. Això es possible en la línia d'estudi, ja que en cada cèl·lula es poden fabricar diferents referències de productes.

Les característiques més importants d'una línia que permeti el mix de producció són:

- La maquinària és de tipus general i estàndard a fi de facilitar la fabricació de diversos models i la realització de canvis de format curts.
- Els treballadors són capaços de dur a terme diverses tasques diferents en una línia o movent-se a diferents línies en la mateixa planta.
- Els temps de preparació han de ser curts alhora que milloren la qualitat en el procés. Aspecte a millorar en alguns processos vistos.
- El *layout* ha de permetre als treballadors realitzar més d'un treball.
- La línia produeix al ritme de les vendes al mercat. Els treballadors s'afegeixen o es sostreuen de la línia i les tasques de fabricació es reassignen quan són necessàries.

Donat que els recursos s'equilibren amb les necessitats, els recursos han de tornar-se a equilibrar si les necessitats augmenten o disminueixen. Els sistemes de fabricació flexible inclouen la capacitat de realitzar tals ajustos.

Un sistema de senyals com el *kanban* permet la flexibilitat per utilitzar seqüències de models mixtes i canviar de model o mix.

Aquest aspecte serà un tema a treballar en cas que es decideixi l'utilització del *kanban*, ja que el mix de producció suspedita en funció de l'estoc calculat mitjançant el *kanban*.

Que es disposi de més o de menys estoc de producte dependrà de la demanda del client, la qual caldrà vetllar per garantir. Si s'anivella la producció es redueix l'estoc però alhora és tindrà més cura del manteniment de les instal·lacions, ja que s'efectuaran nombrosos canvis d'utilitatges.

Tot i que aquest punt en particular no s'aplica al cas d'estudi degut a que es requeriria l'estudi de la producció de varies referències i en el present es centra en una de sola, és molt important a tenir-lo en compte de cares a futures situacions. Més encara en aquells processos i línies on es produeixen diverses referències de productes com succeeix en la planta del projecte.

5.3.4 Estat futur de la cadena de valor

Un cop es té coneixement sobre la situació actual, es necessari plasmar les accions proposades, a fi d'esbrinar quina seria la situació futura mitjançant la qual es minimitzarien o s'eliminarien les fonts de malbarataments.

Traçar el mapa de la situació futura no resulta trivial. Per a que aquest procés no es realitzi de forma desendregada i es perdi la visió del conjunt que s'ha obtingut amb el dibuix de la situació actual, s'utilitza el mapa de la cadena de valor actual i sobre aquest es van introduint els diferents canvis.



Figura 103. Idees generiques de millora

Després d'obtenir una primera visió de la situació en la que es troben els fluxes d'estudi, així com els punts que són susceptibles de ser analitzats i millorats, es procedirà a dissenyar el mapa de la situació futura, on s'intentarà corregir el funcionament i operativa de treball d'alguns procediments i processos que aporten mudes a la fabricació del producte. També caldrà rebutjar aquells hàbits pel simple fet de que s'han fet sempre de la mateixa manera.

Destacar que avegades en funció de les persones i de l'empresa, és difícil optar per un grau d'ambició alt en la implantació del VSM futur degut a diferents causes:

- Resistència al canvi.
- Falta de coneixement per a la implantació
- Falta de crisi per a crear una sensació d'urgència
- Resistència per part de directius, supervisors o operaris
- Fracas d'anteriors projectes relacionats amb la producció ajustada
- ...

Tot i això, l'empresa ha de buscar la major implantació possible d'aquelles accions escollides. En base a les propostes de millora que s'han anat exposant al llarg de l'estudi a fi de solventar les pèrdues i problemàtiques més destacades que presenta actualment la planta, s'ha procedit a assenyalar en el VSM actual, totes les accions de millora en els punts on si durien a terme. L'idea és indicar de manera ràpida i fàcil, on es situen les accions de millora proposades.

L'eina més adequada és optar per grafiar-ho de manera visual:

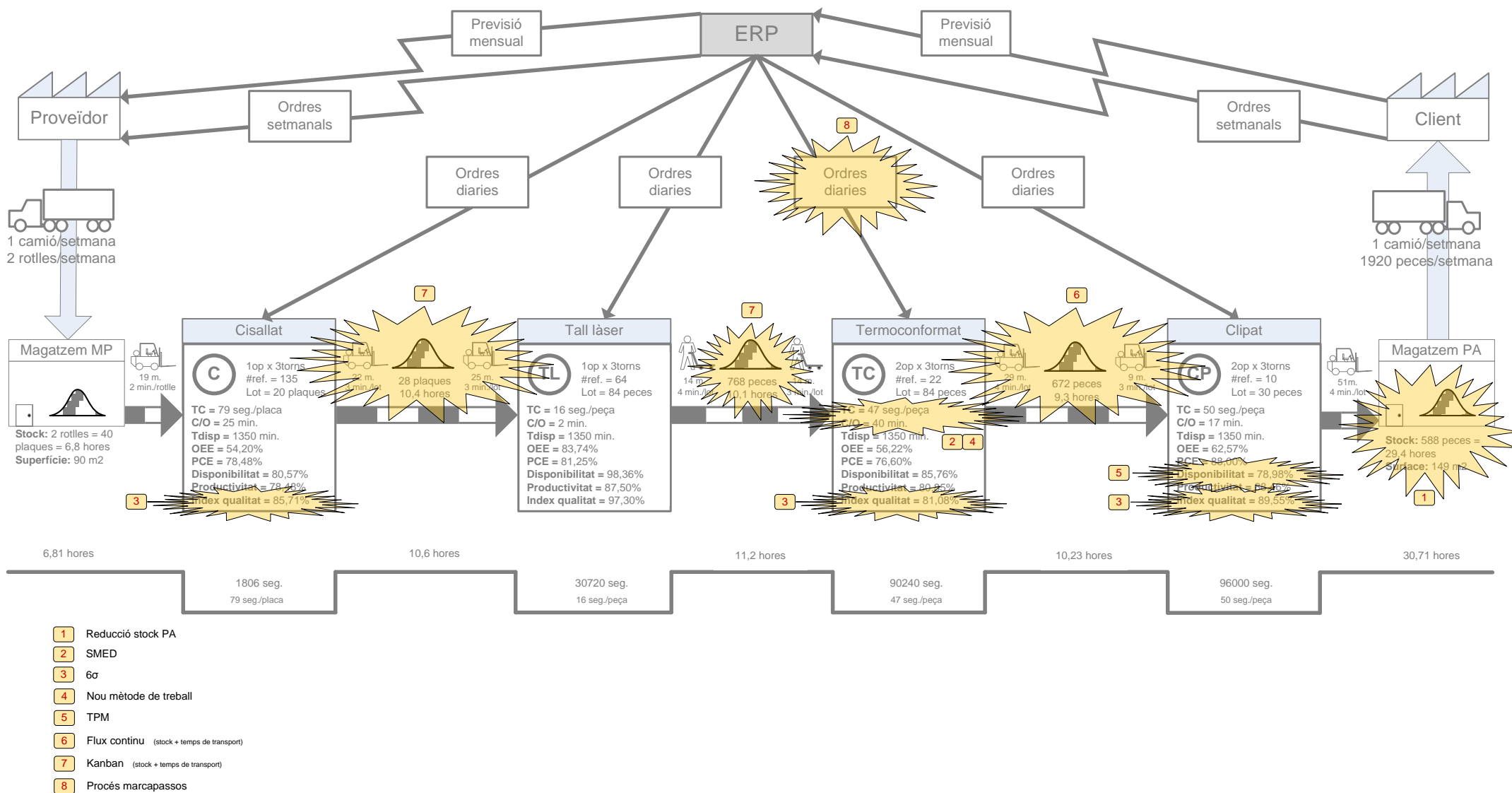


Figura 104. VSM actual amb les accions de millora proposades

A continuació, es mostren més detalladament dos llistats resum tant de les accions vistes en el VSM anterior com altres millores proposades anomenades en diverses fases al llarg de l'estudi.

Classificades en un primer quadre, les accions vistes junt amb les pèrdues o malbarataments que es pretenen reduir i indicant els valors actuals d'aquestes i els valors que s'esperen assolir:

Pèrdua	Unitat de mesura	Valor Actual	Acció	Valor Objectiu
Estoc magatzem PA	Hores equivalents	29,4	Iniciar producció més tard	5,4
Temps de canvi format Termoconformat	Minuts	44	SMED	28
Àrea estoc intermig	m ²	81	Nou layout	24
Temps transport material entre Cisallat – Tall làser	Min./lot	6	Nou flux material	1
Temps transport material entre Termoconformat - Clipat	Min./lot	7	Nou flux material	2
Index qualitat Cisallat	%	85,71	6σ (Six-sigma)	90
Index qualitat Termoconformat	%	81,08	6σ (Six-sigma)	85
Index qualitat Clipat	%	89,55	6σ (Six-sigma)	92
Temps espera procés Termoconformat	Segons	240	Redefinir mètode de treball	20
Disponibilitat Clipat	%	78,98	TPM	90
Estoc semielaborat Termoconformat - Clipat	Hores equivalents	9,3	Flux continu	0
Estoc semielaborat Tall làser – Termoconformat	Hores equivalents	10,1	Kanban	2
Estoc semielaborat Cisallat – Tall làser	Hores equivalents	10,4	Kanban	2
Planificació producció	Nº processos a planificar	4	Procés marcapassos	1

Taula 344. Llistat de les accions de millora proposades

En aquest segon llistat s'enumeren aquelles propostes qualitatives que no es troben grafades en el VSM però que també són importants de cares a desenvolupar les accions esmentades:

Millores qualitatives
Formació operaris en tècniques Lean (SMED, TPM, 6σ, Kanban, 5S, ...)
Implantar sistema recollida propostes de millora operaris
Millorar seguretat en el lloc de treball
Mantenir una bona organització, ordre i neteja
Millora contínua

Taula 35. Llistat millores qualitatives proposades

En cas que es decidís l'implementació de totes les accions enumerades en el primer quadre, s'obtidria un nou mapa de la cadena de valor, aquest correspon al VSM futur.

En el nou mapa s'observarà un sistema d'informació més senzill i una reducció significativa de l'inventari i del període de maduració.

El mapa futur reflexarà un salt qualitatiu respecte a la situació inicial.

El mapejat de la situació futura, es basa rere un anàlisi i unes propostes per les quals s'opta per desenvolupar. L'exposició de les seves principals característiques es realitzarà seguint les pautes d'actuació del VSM.

El nou mapa no té perquè ser un element rígid, sinó que podrà modificar-se segons les característiques dels fluxes i les millores que es vagin aplicant, tant al mapa futur com l'actual han de retroalimentar-se.

El resultat final que s'obtidria seria:

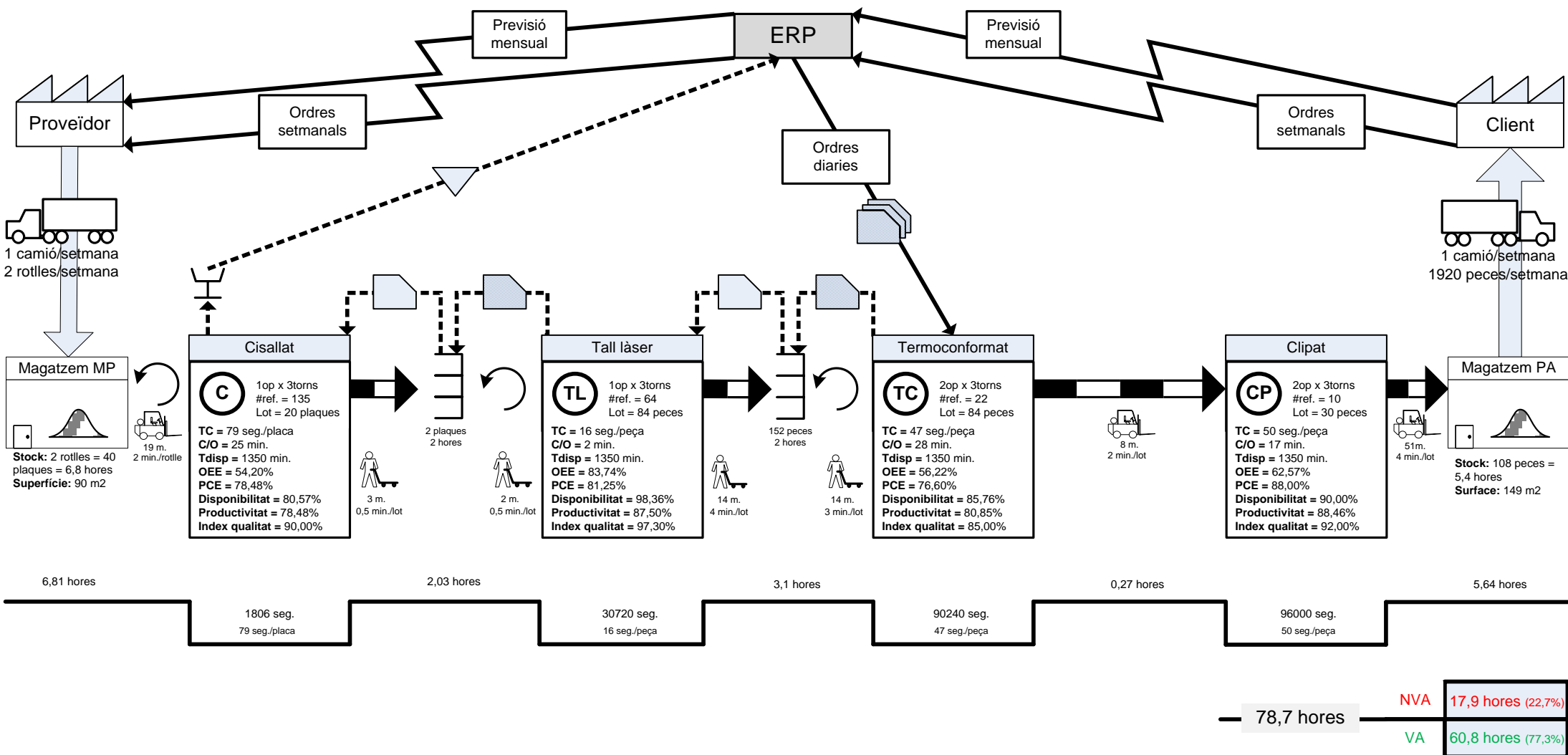


Figura 105. VSM futur

Si es contrasta el VSM actual amb el VSM futur plantejat, s'observa de forma general dos grans canvis i/o diferències.

Una que fa referència al temps de no valor afegit el qual es redueix en un grau notable:

Temps NVA actual	Temps de reducció proposat	Temps de NVA final esperat	Millora
69,6 hores	51,7 hores	17,9 hores	74,3%

Taula 36. Millora proposada del temps de NVA

I l'altre referent a les unitats d'estoc, el qual també pateix una reducció molt significativa:

Total unitats estoc actual	Unitats de reducció proposades	Total unitats estoc esperades	Millora
7740 peces	3952 peces	3788 peces	51,1%

Taula 37. Millora proposada de les unitats d'estoc

Una reducció del 51,1% en les unitats d'estoc significa una reducció dels costos d'inventari del mateix valor.

Aquesta gran reducció es deu a l'eliminació d'estoc entre el Termoconformat i Clipat, a la reducció d'estoc en el magatzem de PA i també a l'implantació del *kanban* que millora el control d'unitats entre Cisallat – Tall i Tall – Termoconformat.

Esmentar que es pot discutir molt sobre l'implementació i viabilitat de les diferents opcions plantejades, no obstant, l'objectiu de l'estudi és establir una viabilitat de la visió global total del procés i del sistema sense decidir ni incidir en cada detall del disseny existent.

Una vegada es posi en marxa el nou sistema productiu, s'haurà d'iniciar una dinàmica de millora continua, sobretot orientada a augmentar les eficiències dels diferents medis productius que implicaran una reducció directe sobre el cost del producte final.

L'organització serà responsable de definir els indicadors que permetran seguir el procés de la resolució del problema i els beneficis que genera la posta en marxa de les accions escollides. Els objectius marcats deuran ser quantificats en base a aquests indicadors definits.

El mapejat de l'estat futur, ajuda a donar idees de cares a desenvolupar l'estratègia de producció de la cadena. Es convenient comptar amb coneixements de les eines *Lean* tot i que no es indispensable, ja que l'únic objectiu es buscar d'establir allò que cal dur endavant per a que el procés actual de l'empresa millori.

Les millores relatives als processos que caldria aplicar per a assolir un estat futur bastant complet serien totes aquelles que se'n deriven d'aplicar les actuacions mencionades en el punt anterior, ja que com s'ha justificat donen lloc a importants canvis en la gestió operativa que permeten un millor ajust a la demanda del client. Està clar però, que és la directiva de l'organització la que prendrà les decisions oportunes en funció de l'estratègia de futur.

Tot i que s'han esmentat i proposat varies millores, encara manca una part important d'un projecte *Lean*, la implantació, seguiment i millora constant (*Kaizens*) de les accions que es pretenen realitzar per a la creació de major valor.

5.4 Pla d'accions

Existeixen molt punts proposats que alhora de desenvolupar-los a la pràctica es convenient dur-los a terme en diferents fases per a assegurar una correcta implantació a planta. Es recomenable dividir les accions del mapa futur en segments amb els que anar abordant paulatinament les diferents etapes del projecte de millora.

Per a la consecució del mapa futur, s'elaborarà i s'aprovarà un cronograma de les accions que mitjançant una planificació detallada. Serà el coordinador del grup de treball o bé la direcció qui desenvoluparà la planificació de les fases.

En cada acció existirà un responsable, així com un responsable de seguiment i de l'aprovament de l'alta direcció.

En tot cas, es podrà debatre les dates previstes i les responsabilitats assignades per a dur a terme aquests projectes.

Durant l'exercici de les accions establertes en el pla d'accions, es convenient realitzar una observació, seguiment i avaluació de l'evolució de les millores efectuades periòdicament. D'aquesta tasca se'n carregarà el responsable de seguiment assignat.

Cal combinar la planificació que es realitzarà, amb casos de prova-error amb els que anar aprenent, obtenint resultats i extraient conclusions.

El mapa futur, mostra la direcció on es vol encaminar, ara bé, es necessari crear un pla d'accions que mostri:

- Exactament les fases en que es dividiran i quan es preveu l'implantació
- Els objectius
- Responsables

És recomanable iniciar per aquell procés que es adequadament entés per el personal de l'empresa i per aquell que tingui èxit i impacte garantitzat.

Es desenvolupa un pla d'accions orientatiu, que es mostra en la pàgina següent en base al mapa futur per als pròxims mesos amb la intenció d'encaminar i orientar cap a l'objectiu previst, sempre i quan s'optés per a la realització de totes les propostes esmentades.

Per a un cop iniciat el pla d'accions, s'adjunta a l'annex un possible document de suport que permet realitzar correctament el seguiment i l'evaluació del desenvolupament de les accions, per part del responsable de seguiment.

PLA D'ACCIONS DE LA CADENA DE VALOR																		
Producte:		IAF1536009IC		PROGRAMA MENSUAL												Data:		
Nº	Acció	Objectiu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Responsable (Dept.)	Observacions		
1	Reducció stock magatzem PA	5,4 hores	■												Producció			
2	SMED Termoconformat	28 minuts		■											Manteniment			
3	Reducció espera operaris Termoconformat	20 segons			■										Mètodes			
4	TPM Clipat	90%				■									Manteniment / Producció			
5	6σ Cisallat	90%					■	■							Manteniment / Producció / Qualitat			
6	6σ Termoconformat	85%					■	■							Manteniment / Producció / Qualitat			
7	6σ Clipat	92%						■							Manteniment / Producció / Qualitat			
8	Flux continu Termoconformat - Clipat	0 hores							■						Producció			
9	Nou flux de material Termoconformat - Clipat	2 min./lot							■						Producció / Logística			
10	Kanban Tall - Termoconformat	2 hores								■	■				Producció			
11	Kanban Cisallat - Tall làser	2 hores									■	■			Producció			
12	Nou flux de material Cisallat - Tall làser	1 min./lot										■			Producció / Logística			
13	Nou layout (àrea estoc intermig)	24 m²											■		Logística / Mètodes			
14	Planificació producció procés marcapassos (Termoconformat)	1												■	Producció			
15	Formació operaris tècniques Lean	---		■		■	■			■					RRHH			
16	Implantació sistema recollida propostes millora operaris	---	■												RRHH			
Firmes									<i>Resp. (Dept)</i>			<i>Resp. (Dept)</i>			<i>Resp. (Dept.)</i>		<i>Resp. (Dept.)</i>	
<i>Director</i>		<i>VSM Manager</i>		<i>Resp. seguiment PDA</i>														

Figura 106. Pla d'accions proposat

5.5 Pressupost

Tot seguit es mostra un resum aproximat del pressupost per a l'estudi i implantació de les accions proposades. El valor aproximat ascendeix a un total de quinze mil sis-cents trenta-dos euros.

Per al pressupost d'aquest treball final de carrera s'ha considerat els 4 apartats que es presenten:

- *Desenvolupament del projecte*: comprén les hores invertides en l'estudi, disseny i desenvolupament dels projectes per part de l'equip tècnic (enginyeria, manteniment, producció, mètodes, qualitat, logística, RRHH,...). Es té en compte, el temps i l'esforç dedicat en l'elaboració del present estudi, per part dels departaments implicats de l'empresa així com l'esforç dedicat pel mateix autor.
- *Instal·lacions*: comprén les modificacions i moviments físics dels elements definits en el projecte necessaris per a les implantacions de les millores. Noves situacions de maquinària, millores de mètodes, implantació del kanban, ...
- *Formació personal*: es centra en les hores de formació necessàries per al correcte desenvolupament de les diferents eines mitjançant sessions informatives, sessions de formació en l'aplicació de tècniques *Lean*, seguiment i alguna altra sessió posterior que pogués sorgir. També es considera tot el que comporta el desenvolupament de les mateixes així com la nova metodologia de treball.
- *Materials*: centrat en tots els materials necessaris per a dur a terme els canvis proposats i adaptar les instal·lacions.

	Quantitat	Unitats	Preu/unitat	Total €
1. Desenvolupament del projecte				
Reunions	30	Hores	30,50	915,00
Recull d'informació	74	Hores	14,00	1036,00
Estudi	136	Hores	14,00	1904,00
Anàlisi	124	Hores	14,00	1736,00
Redacció	148	Hores	8,50	1258,00
2. Instal·lacions				
Mà d'obra personal tècnic	120	Hores	25,50	3.060,00
Mà d'obra personal no qualificat	230	Hores	10,00	2.300,00
3. Formació personal				
Formació de personal qualificat	40	Hores	17,00	680,00
Formació de personal no qualificat	65	Hores	12,50	812,50
4. Materials				
Ordinadors i material d'oficina	---	---	---	2120,00
Elements Lean	---	---	---	679,00
Dispositius de transport	---	---	---	1400,00
Aparells per a qualitat	---	---	---	840,00
Eines varies de fabricació	---	---	---	974,50
TOTAL				19.715,00

Taula 38. Resum del pressupost per apartats

De les dades exposades en el pressupost, els preus hora que s'adjunten en la taula són els corresponents al personal que duria a terme les accions. Puntualitzar que totes les accions que es durien a terme i les hores invertides en aquest projecte, es realitzarien de forma interna, és a dir, es durien a terme per personal en plantilla. Tot i que les millores proposades per a optimitzar la cadena de producció dels feltres insonoritzants, no es subcontracta cap servei per disposar de departaments especialitzats com manteniment o enginyeria, si que ha s'ha considerat necessària la possible compra d'eines per a la fabricació així com altres materials.

Pel que fa al primer punt del pressupost (desenvolupament del projecte), comentar que s'han destinat entre tots els subpunts, uns 4 dies aproximadament per a cada acció. El que fa un total de 512 hores destinades en el còmput global.

Aclarir també que el subpunt d' "Elements Lean" de l'apartat 4, s'entenen com aquells elements que ajuden al correcte desenvolupament del mètode *Lean* com serien: panells per a indicadors i/o comunicacions, senyals per a la gestió visual, accessoris per a la protecció de la seguretat, elements per al kanban (targetes, seqüenciadors, llançadors,...) o TPM o 5S, etc.

Un altre tipus de pressupost que podria resultar interessant, es el que es mostra a continuació on es desglossa el pressupost ja vist anteriorment, en una altra taula en funció dels diversos projectes. Per a aquest, s'ha considerat diferents ponderacions que van en funció de

la complexitat de cada projecte així com del nombre de recursos que necessita per a la seva posada en pràctica. El nombre de recursos es l'equivalent al nombre de conceptes de la taula anterior que cal emprar. Cal distingir i tenir en compte que no representa el mateix cost, una acció que sols requereix del concepte per exemple de "Formació" que aquella que requereix "Desenvolupament", "Instal·lacions" i "Materials".

El numeros que apareixen en el camp de concepte, corresponent amb la numeració de les 4 classificacions utilitzades en el pressupost anterior on:

1. Desenvolupament del projecte
2. Instal·lacions
3. Formació personal
4. Materials

Projecte	Cost (€)	Concepte
Reducció stock PA	591	1,4
SMED Termoconformat	1893	1,2,3,4
Nou mètode de treball Termoconformat	690	1,2,4
TPM Clipat	1735	1,2,3,4
6σ Cisallat	1380	1,2,3,4
6σ Termoconformat	1439	1,2,3,4
6σ Clipat	1203	1,2,3,4
Flux continu Termoconformat - Clipat	1222	1,2,4
Nou flux de material Termoconformat - Clipat	946	1,2,4
Kanban Tall – Termoconformat	1932	1,2,3,4
Kanban Cisallat - Tall laser	1814	1,2,3,4
Nou flux de material Cisallat - Tall laser	1419	1,2,4
Nou layout (àrea estoc intermig)	1104	1,2,4
Planificació producció procés marcapassos (Termoconformat)	532	1,4
Formació operaris tècniques Lean	1025	3
Implantació sistema recollida propostes millora operaris	789	4
TOTAL	19.715	

Taula 399. Resum del pressupost per projectes

6. SÍNTESI

Arribats a aquest punt, és hora de resumir tot el que s'ha exposat, i tractar de plasmar les conclusions més significatives i representatives respecte els objectius inicials de l'estudi.

En la present secció, es respon als propòsits inicials de l'investigació, afirmant el fet d'haver complert els objectius proposats a l'inici de l'estudi:

- Estudiar les diferents etapes del sistema de producció.
- Reflexar i identificar les activitats sense valor, els malbarataments, els punts crítics del flux de la cadena de fabricació, ...
- Plantejar un gran nombre de projectes i accions per a la millora de la gestió productiva.
- Examinar els recursos utilitzats al llarg de tot el flux per tractar d'optimitzar-los.
- Millorar la qualitat general del sistema i per tant, del producte.
- Reduir l'impacte ambiental, mitjançant la reducció de rebuig, rendiment d'instal·lacions i consums, reduint el trajecte logístic intern, ...
- Augmentar l'eficiència, la productivitat, la rendibilitat i competitivitat de l'empresa aconseguint una reducció del cost de fabricació.
- Impulsar una millor gestió productiva en el sistema de fabricació.

En definitiva, s'ha pretés millorar la situació actual mostrant el grau d'eficiència del flux actual de la cadena de valor referent al producte IAF1536009IC de la família MX41K pertanyent a una línia d'insonoritzants, desde la recepció de matèria prima, fins a la expedició com a producte acabat per a que mitjançant el correcte anàlisi, identificar els punts crítics per a definir accions i establir nous objectius amb el que poguer ser més eficients.

Tot i aquests propòsits, el principal, n'era mostrar l'eina del VSM com a tècnica perfectament apte per al diagnòstic i desenvolupament de millores, en el cas que ens ocupa, ens ha permés evaluar les diferents fases d'un sistema productiu d'una línia de feltres insonoritzants.

La conclusió més rellevant és, que el VSM és una eina que permet analitzar i redefinir un nou enfoc de gestió productiva mitjançant l'adaptació dels sistemes productius com es mostra en el pla d'accions desenvolupat, que permetran assolir un millor estat futur i per tant, millores en beneficis econòmics.

Es pot afirmar que el VSM serveix com a base per al desenvolupament del mapa i plans de futur, però això no implica ni garanteix la correcta implantació dels projectes de millora aprovats per la direcció.

La realització d'aquest exercici ha aportat altres conclusions no proposades com:

- La promoció de les tècniques i eines *Lean* per a una gestió més eficient.
- L'establiment d'uns recursos mínims en temps i en equip humà.
- L'aportació de línies futures d'estudi per a completar algunes carències de la tècnica.
- L'experiència adquirida a través del present exercici.

Destacar que ha sigut necessària una prioritització de l'informació per a grafiar de forma sencilla la realitat en els mapes. que ens han proporcionat posteriorment les actuals conclusions.

El nivell de detall en algunes fases del projecte han estat limitades al requerir de major recursos, eines i temps que els disponibles, fet que limita la millora global del mètode productiu i probablement les conclusions, així com el llistat de millores proposades que probablement haguessin sigut més àmplies en cas d'estudiar més profundament cada aspecte de la cadena de producció actual.

A pesar d'aquest fet, es creu haver mostrat i solventat amb suficient argumentació diferents problemàtiques detectades en la planta i haver proposat un sistema productiu més senzill que l'inicial.

L'element clau per a l'elaboració d'aquest estudi, ha sigut la implicació de l'alta direcció, dels diferents departaments així com els operaris de línia. Si l'alta direcció, continua en aquesta mateixa línia i aposta per canvis basats en l'autoexigència i millora continua, fent partícip a tot el personal i utilitzant el *know-how*, es podrà mantenir que aquesta presenta motivació per adaptar-se als factors canviants del mercat.

És important remarcar que l'eliminació de tasques que no aporten valor és un treball diari i constant que està en mans de tots i que mai arribarà a la seva fi, ja que sempre es trobaran maneres d'optimitzar encara més els processos. L'objectiu ha de ser la millora continua en tots els aspectes (qualitat, cost, residus,...). Recordar que la millora continua es un pilar fonamental del *Lean Manufacturing*.

7. BIBLIOGRAFIA

- CASADESÚS, Martí, DE CASTRO, Rudi i FERRER, Inés. *Organització de la producció*. Girona: Documenta Universitaria, 2005.
- CHASE, Richard B., AQUILANO, Nicholas J. i JACOBS, F.R.. *Administración de producción y operaciones*. Columbia: McGraw-Hill, 2000.
- *Col·lecció de Guies i Eines de suport a la innovació. Eines de progrés*. Barcelona: CIDEM, 2005.
- CRESPO, A. (1993). *Técnicas PUSH-PULL de fabricación: caracterización, análisis y alternativas. Tesis doctoral*. Universidad de Sevilla.
- CUATRECASAS ARBÓS, Lluís. *Claves de Lean Management*. Barcelona: Gestión 2000, 2006.
- CUATRECASAS ARBÓS, Lluís. *Volver a empezar*. Barcelona: Gestión 2000, 2005.
- GALGANO, Alberto. *Las tres revoluciones*. Madrid: Díaz de Santos, 2004.
- GEORGE, Michael L., ROWLANDS, David, PRICE, Mark i MAXEY, John. *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook*. New York: McGraw-Hill, 2005.
- GOLDRATT, Eliyahu M. (1993). *La Meta: un proceso de mejora continua*. Madrid: Díaz de Santos, 2006.
- GOLDRATT, Eliyahu M. (1993). *No es cuestión de suerte*. Madrid: Díaz de Santos, 1995.
- LIKER, Jeffrey K.. *Las Claves del Éxito de Toyota*. Barcelona: Gestión 2000, 2005.
- *Manufature, a visión for 2020. Assuring the future of manufacturing in Europe*. Luxemburgo: European Commission, 2004.
- MONDEN, Yasuhiro (1983). *Toyota Production System: Practical approach to management*. Boca Raton: CRC press, 2012.

- OCHOA, C. (1991). *El flujo de materiales como aspecto determinante en el diseño e implementación de sistemas de gestión de la producción en plantas industriales. Tesis doctoral*. Universidad del País Vasco.
- OHNO, Taichi (1991). *El sistema de producción Toyota*. Barcelona: Gestión 2000, 2005.
- RAJADELL, M. i SÁNCHEZ, J.L.. *Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de santos, 2010.
- ROTHER, Mike i SHOOK, John (1999). *Learning to see*. Massachusetts: The Lean Enterprise Institute, Inc., 2003.
- ROTHER, Mike i HARRIS, Rick. *Creating continuous flow*. Massachusetts: The Lean Enterprise Institute, Inc., 2001.
- SHINGO, Shigeo. *A revolution in manufacturing: The SMED system*. Massachusetts: Productivity press, 1985.
- *Sistema de producción: Lean Manufacturing*. Barcelona: CIDEM, 2007.
- WOMACK, James P., JONES, Daniel T. i ROOS, D. (1990). *La Máquina que Cambió el Mundo*. Madrid: McGraw-Hill, 1992.
- WOMACK, James P. i JONES, Daniel T.. *Lean Thinking*. Barcelona: Gestión 2000, 2005.
- WOMACK James P. i JONES, Daniel T.. *Soluciones Lean*. Barcelona: Gestión 2000, 2007.
- <http://www.forumcalidad.com> (Consulta: 22 de febrer de 2013)
- <http://www.galgano.es> (Consulta: 4 de novembre de 2012)
- <http://www.gestiopolis.com> (Consulta: 9 d'octubre de 2012)
- <http://www.grupoitemsa.com> (Consulta: 12 d'octubre de 2012)
- <http://www.institutolean.org> (Consulta: 15 de desembre de 2012)
- <http://www.isixsigma.com> (Consulta: 7 de març de 2013)
- <http://www.lean.org> (Consulta: 13 d'octubre de 2012)

- <http://www.leanmanufacturing.es> (Consulta: 5 de novembre de 2012)
- <http://www.leanuk.org> (Consulta: 10 de novembre de 2012)
- <http://www.lean-6sigma.com> (Consulta: 18 de febrer de 2013)
- <http://www.mamtc.com> (Consulta: 15 de desembre de 2012)
- <http://www.strategosinc.com> (Consulta: 15 de desembre de 2012)
- <http://www.theflowfactory.com> (Consulta: 19 de març de 2013)
- <http://www.valuebasedmanagement.net> (Consulta: 4 d'abril de 2013)

ANNEX A. PRODUCTE

Un insonoritzant, és un aïllament acústic format per un conjunt de materials, tècniques i tecnologies desenvolupades per aïllar o atenuar el nivell sonor en un determinat espai. Aïllar suposa impedir que un so penetri en un medi o bé que surti d'aquest, i per això s'utilitzen materials aïllants com els polietilens, cautxú i poliuretans d'alta densitat. No existeixen aïllants acústics específics a diferència amb el que si passa amb els aïllants tèrmics.

Un aspecte important que cal diferenciar o no confondre és l'aïllament acústic de l'absorció acústica.

- L'aïllament acústic permet proporcionar una protecció a un espai contra la penetració del soroll, al temps que evita que el so surti cap a l'exterior.
- En canvi, l'absorció acústica, el que pretén es millorar la pròpia acústica d'un espai, controlant el temps de reverberació. A aquesta tècnica se la coneix també com a condicionament acústic.

Els materials aïllants són dolents en l'absorció. La missió d'un aïllant, si es troba col·locat a l'interior d'un recinte pot absorbir el soroll que li arriba, però col·locat en l'exterior, reflexarà la major quantitat d'energia sonora que percebi, per a impedir que penetri cap al recinte.

La capacitat d'aïllament acústic d'un determinat element constructiu, és la seva capacitat d'atenuar el soroll que el travessa. L'atenuació o pèrdua de transmissió sonora es defineix com la diferència de potència acústica incident i el nivell de potència acústica que travessa el material. La pèrdua de transmissió sonora depèn de la freqüència així com de l'espessor i l'absorció de l'entorn (recinte).

Per últim, dir que la capacitat d'aïllament s'expressa en decibels i sempre es fa referència a un espessor concret, ja que l'aïllament de l'espessor depèn de la massa constructiva de l'element en qüestió (db/mm).

En l'automoció, els insonoritzants, són aquells productes i dispositius empleats per a millorar l'aïllament acústic en l'interior de l'automòbil, i n'existeixen diverses classes que difereixen tant pel sistema d'aplicació com pel sistema empleat.

L'altre tipus d'aïllament que trobem en aquests insonoritzants, és l'aïllament tèrmic, que es aportat per la composició de materials així com dels additius que permeten una major resistència als contrastos de temperatura.

L'aïllant tèrmic, estableix una barrera al pas de la calor entre dos medis que naturalment tendeixen a igualar-se en temperatura, impedit que entri o surti calor del sistema que ens interessi.

S'utilitzen com a aïllament tèrmic, materials porosos i fibrosos perquè aconseguen immobilitzar l'aire sec i confinar-lo. Cada material reacciona de manera distinta davant de diferents transmissions de calor: radiació, convecció, conducció, calor latent/calor sensible,... i també segons a la temperatura a la que es trobi.

Per comparar els materials, s'utilitza habitualment el coeficient de conductivitat tèrmica, que mesura la conducció. Aquesta ha de comparar-se a la mateixa temperatura per ambdós.

Els aïllants tèrmics més concorreguts són:

- Llana mineral o de roca
- Polistirè expandit
- Polistirè extruït
- Espuma de poliuretà
- Espuma de resina fenòlica
- Espuma de vidre o llana de vidre
- Llana de fusta
- Perlita expandida
- Suro
- Fibres de fusta

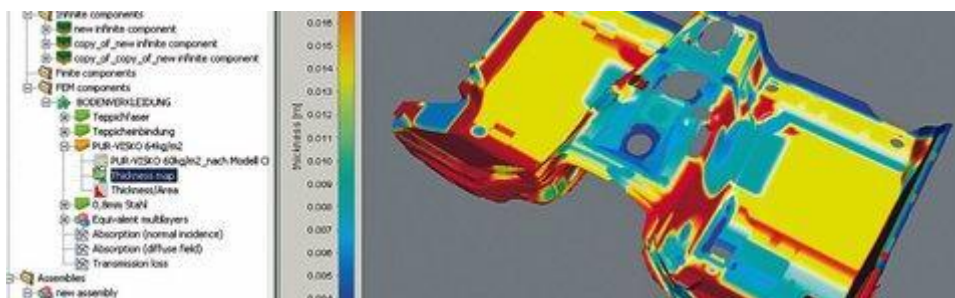


Figura 107. Anàlisi tèrmic d'una peça mitjançant software específic

Els feltres actuals presenten grans canvis dels feltres utilitzats en els inicis de l'automoció. On aquests primers insonoritzants que es trobaven dins dels cotxes, estaven formats per productes bituminosos, amb fibres d'amiant.

Avui dia, en canvi en els vehicles moderns, es tendeix a la reducció d'insonoritzants amb base bituminosa ja que aquests, perden adherència amb la xapa perjudicant la insonorització així com de la protecció general del cotxe a més de que les fibres d'amiant estan totalment prohibides per les seves propietats cancerígenes.

L'insonoritzant també s'aplica en l'exterior del vehicles com a aïllant, per exemple en els aïllaments de les rodes (passos de roda) aquests però, són diferents als productes disposats en l'interior de l'habitacle, on desenvolupen també una acció antivibradora. En quant al sistema utilitzat per a la reducció del soroll, els materials moderns, poden classificar-se en amortidors de soroll i fono absorbents.



Figura 108. Diferents peces insonoritzants

Els materials amortidors de sorolls comprenen una ampla categoria de productes, que aprofiten l'amortització elàstica per a filtrar i reduir el pas de les vibracions. Del mateix mode, els productes insonoritzants i les plaques de material amortidor de soroll de tipus encolat o termofonent absorbeixen les vibracions de la xapa.

Els materials de varies capes amortitzen les vibracions aprofitant un principi físic, ja que solen estar compostos d'una o varies capes de material lleuger i porós, com és el feltre, format per fibres naturals o sintètiques (retingudes per adhesius especials) i per una capa de laminat compost per productes bituminosos, denominat Septum. Aquests productes s'apliquen sobre la superfície de la xapa pel costat del feltre i les vibracions són amortitzades per efecte del treball de compressió exercit per la xapa sobre les cavitats del material porós.

Tenir en compte, que els insonoritzants amortidors de soroll, no poden mai ser encolats per la banda que té contacte amb la xapa de la carrosseria, ja que la fricció que es genera provoca una pèrdua d'absorció.

Tots aquests materials amés de garantir un bon aïllament acústic, permet també obtenir un notable aïllament tèrmic, això es especialment important en les zona del canvi i del túnel de transmissió, on moltes vegades s'allotja part del tub d'escapament.

En els últims anys, els materials de varies capes estan construïts amb plaques de poliuretà o polietilè expandit, eventualment acoblades amb capes de material pesat Septum. Aquestes capes poden estar estampades per conformació, amb lo que prenen forma molt fàcilment la forma de la xapa sobre la qual s'instal·larà.

A part dels productes insonoritzants que s'utilitzen en la part exterior de l'automòbil, els amortidors també s'instal·len en l'allotjament del motor, sobre la paret divisòria de l'habitacle i el motor, així com d'altres zones on dins de l'habitacle es usual trobar-los generalment per exemple en el terra sota les moquetes, en l'interior de les portes, en el sostre, la zona del tablier portainstruments, etc.

Aquest tipus de material, allà on realitza la seva funció, amaga la tecnologia que té al darrera i solament quan aquest és absent, és quan realment es valora la funció que exerceix. Els feltres augmenten l'índex de confort i seguretat i suposen per tant, un recurs bàsic en la composició de qualsevol vehicle actual.

Són peces que degut a la seva composició química, no produeix cap tipus de picors ni irritacions en la pell ni en els ulls i la seva composició estructural, permet que utilitzant la combinació de d'altres tècniques constructives, puguin adaptar-se perfectament a altres tipus de solucions.

La sostenibilitat del medi ambient està garantitzada amb aquests tipus de feltres, ja que són aïllants d'origen vegetal que permeten, la recuperació total o parcial d'aquests, puguent ser reciclats per a la fabricació de nous aïllants o d'altres materials que disposin d'una composició igual o similar.

El feltre és un tèxtil no teixit, en forma de llàmina, que la seva característica principal és que per a fabricar-lo, no es teixeix, és a dir, no sorgeix del encreuament entre fibres. Normalment presenta un revestiment que li proporciona certes propietats com la impermeabilitat, resistència al d'esgarriament, resistència al foc,...

La queratina que conté la llana, permet que el feltre sigui molt resistent a l'abradió, al desgast, al deteriorament i a l'ús, alhora que permet ser un material elàstic i flexible. El feltre està a prova de substàncies àcides, hidrocarburs i demés productes químics.

El feltre industrial no es deteriora amb el temps, la seva elasticitat, resistència i demés característiques, es conserven durant anys. Mantenen les seves dimensions a pesar d'estar tensats al màxim de la seva resistència i solament sofreixen elongacions al estar sotmesos a altes tensions de manera continuada i per períodes llargs de temps.



Figura 109. Retalls de feltres industrials

Els teixits no teixits tenen l'avantatge que són materials molt lleugers i modelables amés de que poden ser tallats en qualsevol direcció sense perill, lo qual permet que s'adapti a tot tipus d'usos diferents. El feltre posseeix propietats especials i insubstituïbles que el mantenen en grans indústries com la electromecànica, aeronàutica, electrodomèstica, electrònica, automotriu, metal·lúrgia,...

ANNEX B. CLASSIFICACIÓ DIN61200 STD DELS FELTRES INDUSTRIALS


Nombre artículo Article name	Calidad muestras Quality samples	Norma DIN 61200 Standard	Composición Composition	Densidad Density g./cm ³	Ancho piezas Width rolls cm.	Espesores Thickness mm.
SUELA NEGRA		M5	90% LANA-WOOL 10% FIBRAS VARIAS OTHER FIBRES	0'280	160	1'5 2/3 to 20
DURO GRIS		F2	90% LANA-WOOL 10% FIBRAS VARIAS OTHER FIBRES	0'360 *	160	1'5 2/3 to 25
DURO GRIS		F3	90% LANA-WOOL 10% FIBRAS VARIAS OTHER FIBRES	0'400	150	1'5 2/3 to 16
DURO 2ª BLANCO		F2	90% LANA-WOOL 10% FIBRAS VARIAS OTHER FIBRES	0'360 *	160	1'5 2/3 to 25
DURO 2ª BLANCO		F3	90% LANA-WOOL 10% FIBRAS VARIAS OTHER FIBRES	0'400	150	1'5 2/3 to 16
DURO 1ª BLANCO		F2	90% LANA-WOOL 10% FIBRAS VARIAS OTHER FIBRES	0'360 *	160	1'5 2/3 to 25
DURO 1ª BLANCO		F3	90% LANA-WOOL 10% FIBRAS VARIAS OTHER FIBRES	0'400	150	1'5 2/3 to 16

Figura 110. Classificació DIN61200 STD (1/3)

Nombre artículo Article name	Calidad muestras Quality samples	Norma DIN 61200 Standard	Composición Composition	Densidad Density g./cm ³	Ancho piezas Width rolls cm.	Espesores Thickness mm.
BOATA ORTOPEDICA		W4	100% LANA-WOOL	0'130/0'150	195	2 1/2 to 10
BOATA BLANCA		W5	50% LANA-WOOL 50% VISCOSA	0'160	200	2 1/2 to 20
C-200 BLANCO		M1	85% LANA-WOOL 15% FIBRAS VARIAS OTHER FIBRES	0'190	200	2 1/2 to 27
L/C. GRIS		M2	75% LANA-WOOL 25% FIBRAS VARIAS OTHER FIBRES	0'210	180	1'5 1/2 to 27
L/C. VERDE		M2	85% LANA-WOOL 15% FIBRAS VARIAS OTHER FIBRES	0'210	162/160	2 1/2 to 20
L/C. NEGRO		M2	90% LANA-WOOL 10% FIBRAS VARIAS OTHER FIBRES	0'210	180	1'5 1/2 to 20
SEMICARDAS		M4	70% LANA-WOOL 30% FIBRAS VARIAS OTHER FIBRES	0'250	160	1'5 1/2 to 25

Figura 111. Classificació DIN61200 STD (2/3)

Nombre artículo Article name	Calidad muestras Quality samples	Norma DIN 61200 Standard	Composición Composition	Densidad Density g./cm ³	Ancho piezas Width rolls cm.	Espesores Thickness mm.
DURO 1ª BLANCO		F3	90% LANA-WOOL 10% FIBRAS VARIAS OTHER FIBRES	0'420 *	150	1'5 4to 15
DURO 1ª BLANCO		F4	90% LANA-WOOL 10% FIBRAS VARIAS OTHER FIBRES	0'440/0'460	130/150	1'5 4to 15
Nombre artículo Article name	Calidad muestras Quality samples	Norma SAE-J 314 b Standard	Composición Composition	Densidad Density g./cm ³	Ancho piezas Width rolls cm.	Espesores Thickness mm.
DURO 1ª BLANCO		F1	98% LANA-WOOL 2% FIBRAS VARIAS OTHER FIBRES	0'340 *	153	3 7to 25
SEMICARDAS		F5	98% LANA-WOOL 2% FIBRAS VARIAS OTHER FIBRES	0'260 *	153	3 7to 25
C-200 BLANCO		F 10	98% LANA-WOOL 2% FIBRAS VARIAS OTHER FIBRES	0'180 *	183	3 7to 25
DURO 1ª BLANCO		F 50	100% LANA-WOOL	1'6 : 0'330* 2'0 : 0'325* 2'4 : 0'320*	153	16 20 2'4

Figura 112. Classificació DIN61200 STD (3/3)

ANNEX C. MESURES DEL TEMPS CICLE DELS PROCESSOS


MESURA DEL TEMPS CICLE										
Producte/Referència <i>MX41K / JAF15360001C</i>						Lloc estudiat: <i>OPERARI 1/1</i>				
Procés <i>CISALLAT</i>						Analitzat per: <i>E. ROBLEDO</i>				
Data <i>09/II/2012</i>			Hora <i>10:31 am</i>							
Nr.	Operació elemental	1	2	3	4	5	Mitjana	m	M	V%
1	<i>Comprovar correcta col·locació del feltre entre les guies</i>	6	6	6	6	6	6	6	6	0
2	<i>Desplaçar-se a part posterior màquina i comprovar que el rotlle arribi a la part final</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	<i>Desplaçar-se a part anterior de la màquina</i>	6	6	6	6	5	5,8	5	6	16,7
4	<i>Pujar botó inici cisallat + botó de seguretat</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	0
5	<i>Temps tall màquina</i>	20	20	20	20	20	20	20	20	0
6	<i>Desplaçar-se a part posterior màquina</i>	6	6	6	6	6	6	6	6	0
7	<i>Recollir placa tallada</i>	4	4	4	5	4	4,2	4	5	20
8	<i>Comprovar dimensions del tall amb 110ml de control</i>	15	15	15	15	14	14,8	14	15	6,7
9	<i>Apresiar placa en contenidor</i>	6	5	5	5	5	5,2	5	6	16,7
TOTALS		81	79	78	80	77	79			
Notes										
$V\% = \frac{M-m}{m} \cdot 100$										

Taula 40. Mesura del temps cicle del procés de Cisallat


MESURA DEL TEMPS CICLE										
Producte/Referència MX44K / IAF 1536009 IC						Lloc estudiat: OPERARI 1/1				
Procés TALL LASER						Analitzat per: E. ROBLEDÓ				
Data 15/III/2012			Hora 09:51 am							
Nr.	Operació elemental	1	2	3	4	5	Mitjana	m	M	V %
1	Obtenir placa de contenidor (84 peces)	4	4	5	5	4	4,4	4	5	20
2	Col·locar placa en taula de treball (84 peces)	4	5	4	4	5	4,4	4	5	20
3	Centrar placa en contenedors (84 peces)	5	5	6	5	5	5,2	5	6	16,7
4	Pulsar botó inici seqüència tall (84 peces)	2	2	2	2	2	2	2	2	0
5	Desplasar a part posterior vàmpira (84 peces)	6	6	6	6	6	6	6	6	0
6	Esperar operació tall (7 peces)	80	80	80	80	80	80	80	80	0
7	Retornar 7 peces tallades de taula	6	6	6	5	6	5,8	5	6	16,7
8	Comprovar qualitat tall peces obtingudes (7 peces)	19	19	19	21	19	19,4	19	21	9,5
9	Repositar peces en contenidor (7 peces)	6	6	5	6	6	5,8	5	6	16,7
TOTALS		15	16	16	17	16	16			
Notes										
<ul style="list-style-type: none"> Cal dividir els temps d'operació entre els nombres de peces per a obtenir els resultats totals. 										

Taula 41. Mesura del temps cicle del procés de Tall làser

ANNEX D. INFORMES DE PRODUCCIÓ DIARIS

REPORT DIARI PRODUCCIÓ				
Dia		18/IV/2012		
Estació de treball		CISALLAT		
Producte/Referència		UX41K/ JAF1530009 IC		
DADES	Unitat	Torn 1 (6-14h)	Torn 2 (14-22h)	Torn 3 (22-6h)
Total peces fabricades	Nº unitats	7		
Totals peces defectuoses	Nº unitats	1		
Total peces OK	Nº unitats	6		
Temps disponible de treball (pauses no incloses)	min.	450		
Temps de treball empleat	min.	11		
Temps de parades planificades	min.	37,5		
Canvi d'utilatge	min.	25		
Manteniment	min.	12,5		
Altres (formació, proves,...)	min.	0		
Temps de parades NO planificades	min.	255		
Averies	min.	54		
Altres (falta de material, falta mà d'obra, ...)	min.	201		
Operaris assignats a l'estació de treball	Nº persones	1		
Nom coordinador				
Notes				
T1	s'han empleat 146 minuts en la fabricació de plaques d'una altra referència.			
T2				
T3				

Taula 44. Informe de producció del procés de Cisallat (18/IV/2012)

REPORT DIARI PRODUCCIÓ				
Dia	8/V/2012			
Estació de treball	TALL LASER			
Producte/Referencia	MAXANK / IAEAS36009IC			
DADES	Unitat	Torn 1 (6-14h)	Torn 2 (14-22h)	Torn 3 (22-6h)
Total peces fabricades	Nº unitats	518		
Totals peces defectuoses	Nº unitats	14		
Total peces OK	Nº unitats	504		
Temps disponible de treball (pauses no incloses)	min.	450		
Temps de treball empleat	min.	140		
Temps de parades planificades	min.	10		
Canvi d'utilatge	min.	2		
Manteniment	min.	0		
Altres (formació, proves,...)	min.	8		
Temps de parades NO planificades	min.	22		
Averies	min.	22		
Altres (falta de material, falta mà d'obra, ...)	min.	0		
Operaris assignats a l'estació de treball	Nº persones	1		
Nom coordinador				
Notes				
T1	Al finalitzar la producció de les peces, es para la instal·lació			
T2				
T3				

Taula 45. Informe de producció del procés de Tall làser (8/V/2012)

REPORT DIARI PRODUCCIÓ				
Dia	18/IV/2012			
Estació de treball	TERMOCONFORMAT			
Producte/Referència	MX4AK / IAF15360091G			
DADES	Unitat	Torn 1 (6-14h)	Torn 2 (14-22h)	Torn 3 (22-6h)
Total peces fabricades	Nº unitats	453	139	
Totals peces defectuoses	Nº unitats	76	36	
Total peces OK	Nº unitats	377	103	
Temps disponible de treball (pauses no incloses)	min.	450	450	
Temps de treball empleat	min.	354	110	
Temps de parades planificades	min.	22	43	
Canvi d'utilatge	min.	0	43	
Manteniment	min.	22	0	
Altres (formació, proves,...)	min.	0	0	
Temps de parades NO planificades	min.	73,2	109,8	
Averies	min.	21,9	86,8	
Altres (falta de material, falta mà d'obra, ...)	min.	51,3	23	
Operaris assignats a l'estació de treball	Nº persones	2	2	
Nom coordinador		M. S. Per.		
Notes				
T1				
T2	S'atura la fabricació al finalitzar les peces			
T3				

Taula 46. Informe de producció del procés de Termoconformat (18/IV/2012)

REPORT DIARI PRODUCCIÓ				
Dia	22/III/2012			
Estació de treball	CLIPAT			
Producte/Referència	MXAAK / IAF1536009 IC			
DADES	Unitat	Torn 1 (6-14h)	Torn 2 (14-22h)	Torn 3 (22-6h)
Total peces fabricades	Nº unitats	375	161	
Totals peces defectuoses	Nº unitats	39	17	
Total peces OK	Nº unitats	336	144	
Temps disponible de treball (pauses no incloses)	min.	450	450	
Temps de treball empleat	min.	312	135	
Temps de parades planificades	min.	42	26	
Canvi d'utilatge	min.	17	0	
Manteniment	min.	0	16	
Altres (formació, proves,...)	min.	25	0	
Temps de parades NO planificades	min.	96	173,5	
Averies	min.	89	173,5	
Altres (falta de material, falta mà d'obra, ...)	min.	7	0	
Operaris assignats a l'estació de treball	Nº persones	1	1	
Nom coordinador		Atala	Coma	
Notes				
T1				
T2				
T3				

Taula 47. Informe de producció del procés de Clipat (22/III/2012)

ANNEX E. CÀLCUL RATIS I INDICADORS

CÀLCUL INDICADORS EFICIÈNCIA - PRODUCTIVITAT					
		CISALLAT	TALL LÀSER	TERMOCONFORMAT	CLIPAT
Temps disponible de treball	(min./dia)	1350	1350	1350	1350
Temps de parades planificades	(min./dia)	37,5	10	65	68
Temps de parades no planificades	(min./dia)	255	22	183	269,5
Disponibilitat	%	80,57	98,36	85,76	78,98
Temps de cicle ideal	(seg./unitat)	62	14	38	46
Peces a produir per a satisfer la demanda del client	(Nº unitats/dia)	6	480	480	480
Temps teòric de fabricació per a satisfer la demanda del client	(seg./dia)	372	6720	18240	22080
Temps real empleat per a satisfer la demanda del client	(seg./dia)	474	7680	22560	24960
Productivitat	%	78,48	87,50	80,85	88,46
Nombre de peces bones produïdes	(Nº unitats/dia)	6	504	480	480
Nombre total de peces produïdes	(Nº unitats/dia)	7	518	592	536
Index de qualitat	%	85,71	97,30	81,08	89,55
Eficiència de l'equip (OEE)	%	54,20	83,74	56,22	62,57
TC del procés	(seg./unitat)	79	16	47	50
Temps d'operacions sense valor afegit	(seg./unitat)	17	3	11	6
Temps de valor afegit del procés	(seg./unitat)	62	13	36	44
Eficiència del cicle del procés (PCE)	%	78,48	81,25	76,60	88,00

Taula 49. Càlcul ratis dels processos

		ESTOC CISALLAT	ESTOC TALLAT	ESTOC TERMOCONFORMAT
Unitats en estoc	(Nº unitats)	2352	768	672
TC client intern	seg./peça	16	47	50
Temps inventari	hores	10,45	10,03	9,33

Taula 48. Càlcul temps d'estocs intermitjos

Moviment	Mitjà	Inici	Final	Distància	Temps trajecte	Unitats mogudes	Peces/lot	Temps TOTAL empleat
1	Carretilla elèctrica	Magatzem MP	Cisallat	19 m.	2 min./rotlle	2 rotlles	40 plaques	0,01 hores
2	Carretilla elèctrica	Cisallat	Estoc SE	22 m.	3 min./lot	28 plaques	84 peces	0,10 hores
3	Carretilla elèctrica	Estoc SE	Tall làser	25 m.	3min./lot	28 plaques	84 peces	0,10 hores
4	Transpallet manual	Tall làser	Estoc	14 m.	4 min./lot	768 peces	84 peces	0,61 hores
5	Transpallet manual	Estoc	Termoconformat	14 m.	3 min./lot	768 peces	84 peces	0,46 hores
6	Carretilla elèctrica	Termoconformat	Estoc SE	29 m.	4 min./lot	672 peces	84 peces	0,53 hores
7	Carretilla elèctrica	Estoc SE	Clipat	9 m.	3 min./lot	672 peces	84 peces	0,40 hores
8	Carretilla elèctrica	Clipat	Magatzem PA	51 m.	4 min./lot	588 peces	30 peces	1,31 hores

Taula 50. Càlcul del temps invertit en el transport del material entre ubicacions

ANNEX F. MÈTODE OBSERVAT EN UN CANVI DE MOTLLE DEL TERMOCONFORMAT

MÈTODE CANVI MOTLLE			TERMOCONFORMAT		
MOTLLE / MÀQUINA / INSTAL·LACIÓ					
HORA inici	Hora Final	Duració	Operació		
	8:38h		Última peça bona sèrie anterior		
8:38h	8:40h	2,00	Màquina parada		
8:40h	8:43h	3	INICI CANVI. Inici Film		
8:43h	8:44h	1	Pausa de film. Espera de l'operari (busca eines)		
8:44h	8:46h	2	Inici film. Continuació del canvi		
8:46h	8:50h	4	Pausa de film. Operari deixa màquina per demanar que portin motlle a col·locar		
8:50h	8:55h	5	Inici film. Continuació del canvi		
8:55h	8:57h	2	Pausa de film. Instruccions supervisor a operari		
8:57h	9:02h	5	Inici film. Continuació del canvi		
9:02h	9:04h	2	Pausa filmació. Canvi tècnic finalitzat a l'espera de la revisió de les peces per Qualitat		
9:04h	9:07h	3	Operari avisa a verificadora + supervisor		
9:07h	9:08h	1	Verificadora obté les 12 peces i realitza comprovació.		
9:08h	9:09h	1	Inici filmació (6.8) 1min. Neteja de motlle (efectuat mentre es comproven peces)		
9:09h	9:13h	4	Pausa de film. Verificadora dona el NO OK (peces fora de toleràncies). Operari neteja motlle segons instruccions de qualitat.		
9:13h	9:15h	2	Inici filmació (7.8) 2min. Canvi paràmetres premsa (temperatura i pressió)		
9:15h	9:17h	2	Pausa film. Qualitat inicia verificació.		
9:17h	9:20h	3	Qualitat verifica i dona OK		
9:20h	9:22h	2	Espera ordre de posada en marxa		
	9:22h		INICI PRODUCCIÓ .		
	TOTAL TEMPS DE CANVI	44,00			
	Total temps esperes	16,00			
	Total temps verificació	11,00			
	Total temps canvi tècnic	17,00			

Taula 51. Mètode observat en un canvi de motlle del Termoconformat

ANNEX G. SIX-SIGMA

El Six-sigma bàsicament és un mètode basat en dades per augmentar la qualitat. Les possibilitats de millora i d'estalvi de costos són importants, però requereix d'un compromís de temps, dedicació, persistència i inversió econòmica.

El Six-sigma és un programa que es defineix en dos nivells: operacional i gerencial.

- a) El nivell operacional usa eines estadístiques per a elaborar la medició de variables del procés a fi de detectar els defectes.
- b) El nivell gerencial, analitza els processos utilitzats pels empleats per augmentar la qualitat.

La metodologia 6σ utilitza eines estadístiques. Aquestes eines són per a conèixer els problemes en l'àrea de producció i esbrinar-ne el perquè dels defectes. Les principals eines que s'utilitzen són:

- Diagrama de flux de processos: per tal de conèixer les etapes dels processos per mitjà d'una seqüència de passos, així com d'etapes crítiques.

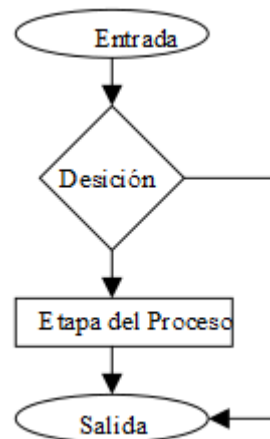


Figura 113. Diagrama flux de processos

- Diagrama de causa-efecte (anomenat també *Fishbone diagram*): utilitzat com a pluja d'idees per a detectar les causes (les 6 M's: Materia prima, Mà d'obra, Maquinària, Medi ambient, Medició i Mètodes) i conseqüències dels problemes en el procés.

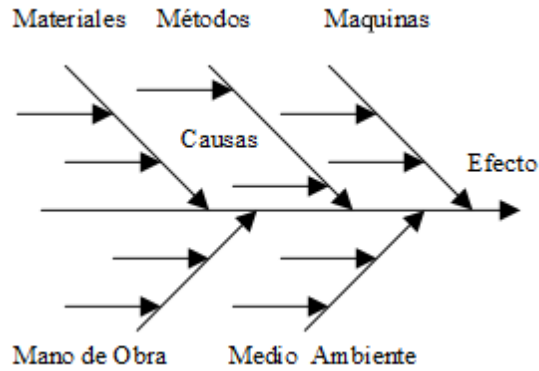


Figura 114. Diagrama causa-efecte

- Diagrama de Pareto: s'usa per a identificar les causes principals dels problemes, de major a menor i amb això reduir-les, una per una (de la major a la menor).

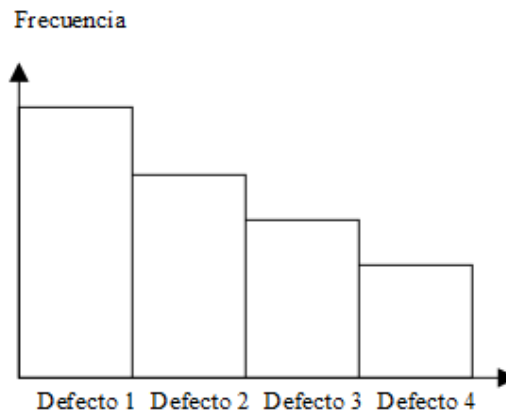


Figura 115. Diagrama de Pareto

- Histograma: per tal d'observar les dades (defectes i fallades) i s'agrupen en forma gaussiana disposen de límit inferior i superior a més d'una tendència central. Valors discrets.

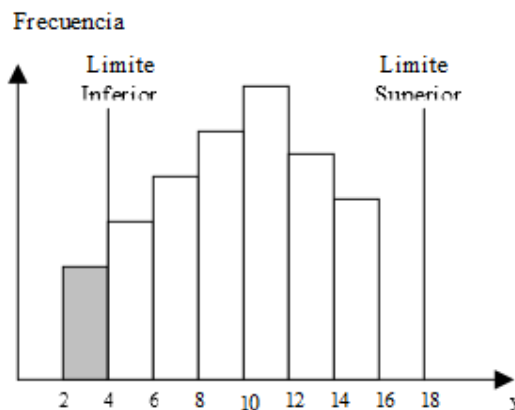


Figura 116. Histograma

- Gràfic de control: utilitzat per a representar els valors del procés i observar si el procés es manté d'acord amb un valor mig i uns límits superior i inferior.

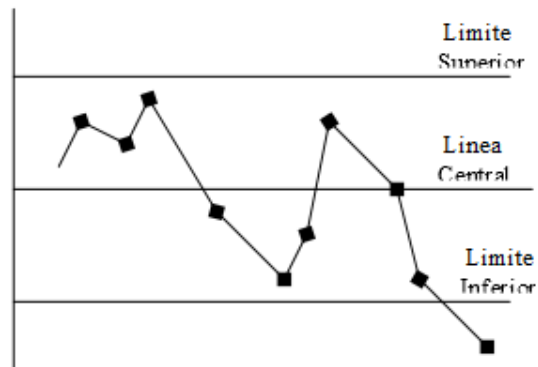


Figura 117. Gràfic de control

- Diagrama de dispersió: permet relacionar dues variables i obtenir un estimat del coeficient de correlació.

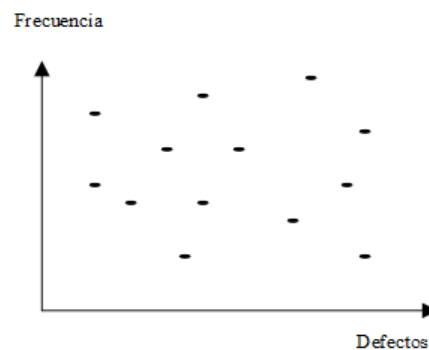


Figura 118. Diagrama de dispersió

- Model de regressió: és utilitzat per a generar un model de relació entre una resposta i una variable d'entrada.

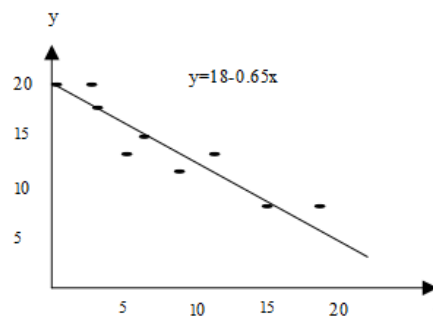


Figura 119. Gràfic de regressió lineal

La gràfica 6σ es utilitza per demostrar el nivell de defectes registrats durant el procés de variació i la mitja que se n'obté. En la gràfica es mostra que el procés de variació està situat en el lloc de la mitja, seguint el lloc on el procés varia. L'objectiu del gràfic és obtenir la menor quantitat de defectes. La mitja és l'indicador que permet conèixer el punt central del procés de variació.

Els nivells de millora del Six-sigma indiquen el percentatge d'error d'un procés. Els processos són evaluats en base a criteris que es representen en nivells (desde 1σ fins a 6σ), obtenint la distribució de les dades i dels percentatges d'error en la gràfica.

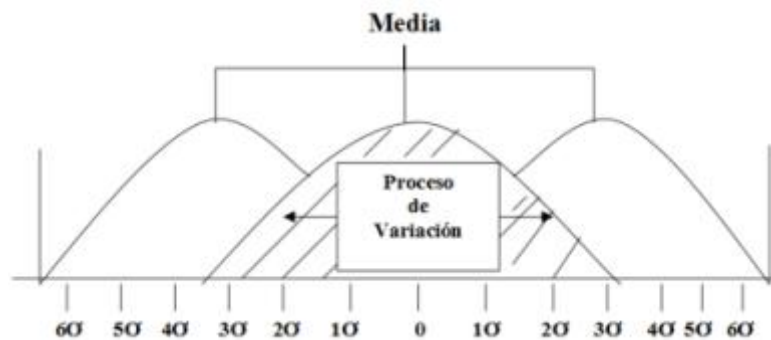


Figura 120. Gràfica Six-Sigma

La major part dels criteris d'evaluació estan estandaritzats. L'àrea sota la corba, indica els nivells i el valor de la mitja de les dades (amb percentatges) i les desviacions cap a esquerra i dreta (que depenen de la variació del procés en qüestió).

Els nivells Six-sigma, estan ubicats en la part dreta i esquerra de la mitja, indicant el rang de distribució de les dades i s'analitzen en ambdós costats de la gràfica.

Aquesta representació de la distribució de la normal, és analitzada, i en base a aquesta s'obtenen els resultats del procés i es prenen les decisions adequades per a les millores del procés.

ANNEX H. TPM

Els 8 pilars del TPM són:

1. Eliminació de les causes de pèrdues, resolució cas per cas
2. Manteniment autònom
3. Manteniment planificat
4. Formació i entrenament
5. Manteniment orientat a la màquina
6. Manteniment de la qualitat
7. Rendiment administratiu: funcions de suport
8. Seguretat i medi ambient

Segons el TPM, existeixen 6 grans pèrdues que impedeixen el rendiment adequat d'un equip. Aquestes són:

1. Pèrdues degudes a errors
2. Pèrdues degudes a canvis de format
3. Pèrdues degudes a les micro parades
4. Pèrdues degudes a la desacceleració de la velocitat
5. Pèrdues degudes a defectes i retreballs
6. Pèrdues per material

Existeixen dos grans famílies de falles:

- Les causades al detendre una funció (parada de la màquina o pausa inesperada).
- Per la degradació d'una funció (productes defectuosos, micro parades, velocitats reduïdes,...)



Figura 121. Evolució dels tipus de defectes en el temps

Els requisits mínims per millorar i protegir la maquinària/instal·lació:

- Eliminar els micro-defectes
- Identificar totes les tipologies d'anomalies i fer el diagrama de Pareto (explicat en l'acció 6 sigma)
- Eliminar els petits residus
- Definir i realitzar les neteges a fons de manera regular per a descobrir les anomalies.
- Inspeccionar i mantenir la lubricació, ajust, engrassat o apretat adequat.
- Complir amb les condicions d'ús del fabricant.

ANNEX I. FORMAT DE SEGUIMENT DEL PLA D'ACCIONS

REVISIÓ SEGUIMENT ACCIONS FLUX DE VALOR							
Producte:					Data:		
Nº	Acció	Objectiu	Status	Evaluació	Responsable (Dept.)	Observacions	
Firmes				<i>Resp. (Dept)</i>	<i>Resp. (Dept)</i>	<i>Resp. (Dept.)</i>	<i>Resp. (Dept.)</i>
<i>Director</i>	<i>VSM Manager</i>	<i>Resp. seguiment PDA</i>					

Taula 52. Format de seguiment del pla d'accions

