



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE MASTER EN LOGÍSTICA

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA LA ESCUELA LEAN: MESA

Autor: Emilio - J. Álvarez Olea

Tutores: Ángel M Gento Muncio

Pedro Sanz Angulo

Valladolid, Septiembre 2015

Proyecto: **Desarrollo de un prototipo para la Escuela Lean: Mesa.**

No está permitida la reproducción total o parcial de este proyecto, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del autor del mismo.

*“Las personas idóneas en los ambientes
y condiciones ideales son capaces de
sacar el mayor provecho posible”*

ÍNDICE DE SIGLAS

AMFE. Análisis Modal de Fallos y Efectos [2.4.15]

DMAIC. Define - Measure - Analyze - Improve – Control [2.4.16]

JIT. Just in time [2.4.10]

MCCT. Mejora Continua hasta la Calidad Total [2.4.9]

PDCA. Plan-do-check-action [2.4.14]

QFD. Quality Function Deployment [2.4.3]

SMED. Single-Minute Exchange of Dies [2.4.6]

TFM Trabajo fin de máster

TPM Total Productive Maintenance [2.4.4.]

TT. Takt Time [2.4.1]

VSM Value-stream-mapping [2.5.1]

WC. Contenido de trabajo [2.4.1.]

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN	1
1.2. OBJETIVOS Y ALCANCE	2
1.3. ORGANIZACIÓN	3
2. LEAN MANUFACTURING	5
2.1. INTRODUCCIÓN AL LEAN MANUFACTURING	5
2.2. PRINCIPIOS DEL LEAN	6
2.3. BASES DEL LA FILOSOFÍA LEAN: 8 TIPOS DE DESPERDICIOS	6
2.4. HERRAMIENTAS LEAN	9
2.4.1. <i>Value Stream Mapping</i>	9
2.4.2. <i>5s</i>	11
2.4.3. <i>Quality function deployment</i>	13
2.4.4. <i>Total productive maintenance</i>	13
2.4.5. <i>Kanban</i>	14
2.4.6. <i>Smed</i>	15
2.4.7. <i>Heijunka</i>	16
2.4.8. <i>Estandarización</i>	16
2.4.9. <i>Kaizen</i>	16
2.4.10. <i>Just In Time</i>	17
2.4.11. <i>Jidoka</i>	18
2.4.12. <i>Células en U</i>	19
2.4.13. <i>Flujo de una sola pieza</i>	20
2.4.14. <i>Hoshin kanri</i>	20
2.4.15. <i>AMFE</i>	21
2.4.16. <i>Seis sigma</i>	22
2.5. LA ESCUELA LEAN	23
2.5.1. <i>Introcucción a la Escuela Lean</i>	23
2.5.2. <i>Metodología</i>	24
3. PROCESO DE FABRICACIÓN INDUSTRIAL DE MESAS	27
3.1. DESCRIPCION DE UNA MESA	27
3.1.1. <i>Tablero</i>	27
3.1.2. <i>Base</i>	27
3.1.3. <i>Accesorios</i>	28

3.2.	TIPOS DE MATERIALES USADOS	29
3.2.1.	<i>Madera</i>	29
3.2.2.	<i>Materiales metálicos</i>	33
3.2.3.	<i>Materiales plasticos</i>	34
3.3.	PROCESO INDUSTRIAL DE OBTENCION DE MADERA	35
3.4.	PROCESO MANUAL DE FABRICACIÓN DE UNA MESA	36
3.4.1.	<i>Proceso de producción del tablero horizontal</i>	37
3.4.2.	<i>Proceso de producción de la base</i>	40
3.4.3.	<i>Proceso de montaje de mesas</i>	41
3.5.	CATALOGO DE MESAS DE OFICINA	42
3.6.	INSTALACIONES BÁSICAS	44
4.	DESCRIPCIÓN DEL CONJUNTO MESA	47
4.1.	DEFINICION DEL CONJUNTO MESA	47
4.1.1.	<i>Tipos diferentes de mesas existentes</i>	47
4.1.2.	<i>Tipos diferentes de accesorios existentes</i>	49
4.2.	CATALOGO DE PRODUCTOS: VARIABILIDAD	52
4.3.	COMPONENTES NECESARIOS	55
4.4.	INSTALACIONES NECESARIAS Y DISTRIBUCIÓN	61
5.	MONTAJE DE MESA TIPO	63
5.1.	PUNTO DE SALIDA	63
5.2.	DIAGRAMA DE FLUJO PROPUESTO	64
5.3.	PROCEDIMIENTOS PROPUESTOS	65
5.4.	NORMAS DE CONTROL	71
5.5.	ELEMENTOS DE FIJACION	73
5.6.	FICHAS DE OPERACIÓN DE PROCEDIMIENTO	74
5.7.	PUESTOS DE TRABAJO PROPUESTOS. CONFIGURACION INICAL ESCUELA.	75
6.	ESTUDIO ECONÓMICO	83
6.1.	INTRODUCCIÓN	83
6.2.	FASES DE DESARROLLO	83
6.3.	ESTUDIO ECONÓMICO	84
6.3.1.	<i>Calculo de las horas efectivas anuales y tasas horarias de personal</i>	84
6.3.2.	<i>Calculo de las amortizaciones para los equipos informaticos usados</i>	85
6.3.3.	<i>Coste de material consumible</i>	86
6.3.4.	<i>Costes indirectos</i>	86
6.3.5.	<i>Horas de personal dedicadas a cada fase del proyecto</i>	86

6.4.	COSTES ASIGNADAS A CADA FASE DEL PROYECTO	87
6.4.1.	<i>Fase 1: Decisión de elaboración de un nuevo proyecto</i>	87
6.4.2.	<i>Fase 2: Presentación y difusión del nuevo proyecto.</i>	87
6.4.3.	<i>Fase 3: Recopilación de información.</i>	87
6.4.4.	<i>Fase 4: Análisis, búsqueda y selección.</i>	87
6.4.5.	<i>Fase 5: Escritura, difusión e implantación del nuevo proyecto</i>	88
6.5.	CÁLCULO DEL COSTE TOTAL	88
7.	CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS	89
7.1.	CONCLUSIONES	89
7.2.	FUTUROS DESARROLLOS	90
8.	BIBLIOGRAFÍA	93
8.1.	ENLACES WEB	93
9.	APÉNDICES	97
9.1.	DIAGRAMA SINÓPTICO DE FABRICACIÓN	97
9.2.	LISTA DE PIEZAS	98
9.3.	LISTA PRODUCTOS EN CURSO	100
9.4.	LISTA PRODUCTO TIPO BÁSICO TERMINADO	102
9.5.	ESQUEMA C01: PATAS	105
9.6.	ESQUEMA C02: TABLERO SUPERO PEQUEÑO	105
9.7.	ESQUEMA C03: TABLERO SUPERIOR MEDIANO (IZQUIERDA Y DERECHA)	106
9.8.	ESQUEMA C04: TABLERO SUPERIOR GRANDE	107
9.9.	ESQUEMA C05: LATERALES DERECHO E IZQUIERDO	107
9.10.	ESQUEMA C06: DIVISORIA	108
9.11.	ESQUEMA C07: PLANO TRASERO PEQUEÑO	108
9.12.	ESQUEMA C08: PLANO TRASERO MEDIANO	109
9.13.	ESQUEMA C09: PLANO TRASERO GRANDE	109
9.14.	ESQUEMA C10: BALDA ESTANTERÍA	110
9.15.	ESQUEMA C11: CAJONERA LATERAL	110
9.16.	ESQUEMA C12: CAJONERA BASE	111
9.17.	ESQUEMA C13: CAJONERA FONDO	111
9.18.	ESQUEMA C14: CAJONERA FRENTE GRANDE	112
9.19.	ESQUEMA C15: CAJONERA DELANTE FRENTE PEQUEÑA	112
9.20.	ESQUEMA C16: ESFERA	113
9.21.	FICHA DE PROCEDIMIENTO FP001: MONTAJE PATAS	114
9.22.	FICHA DE PROCEDIMIENTO FP002: MONTAJE LATERALES	116

9.23.	FICHA DE PROCEDIMIENTO FP003: MONTAR FONDO _____	118
9.24.	FICHA DE PROCEDIMIENTO FP004: ESTRUCTURA ACCESORIOS _____	120
9.25.	FICHA DE PROCEDIMIENTO FP005: MONTAJE EN MESA _____	122
9.26.	FICHA DE PROCEDIMIENTO FP006: MONTAJE 1 BALDA _____	124
9.27.	FICHA DE PROCEDIMIENTO FP007: MONTAJE 2 BALDAS _____	126
9.28.	FICHA DE PROCEDIMIENTO FP008: MONTAJE ESTRCUTURA CAJÓN _____	128
9.29.	FICHA DE PROCEDIMIENTO FP009: ACOPLAMIENTO FRONTAL GRANDE _____	130
9.30.	FICHA DE PROCEDIMIENTO FP010: ACOPLAMIENTO FRONTAL MENOR _____	132
9.31.	FICHA DE PROCEDIMIENTO FP011: COLOCACIÓN CAJÓN EN HUECO _____	134
9.32.	NORMAS DE CONTROL _____	136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Lean Manufacturign como un proceso cíclico. [Conestec. Marzo 2015].....	5
Figura 2-2: La producción tapa muchos defectos. [HEclipse. Diciembre 2012]	7
Figura 2-3: Los 7 desperdicios basicos [Muñoz. S. Enrique. Septiembre 2013]	8
Figura 2-4: Estructura lean [Katherine Acosta. 2011.]	9
Figura 2-5: Matriz de productos procesos. [Lean solutions. 2009].....	10
Figura 2-6: Mapeo de la cadena de Valor. [Lean solutions. 2009]	10
Figura 2-7: Estructura de las 5S. [Rosas D. Justo. 2011].....	11
Figura 2-8: Explicación visual de las 5s [Rosas D. Justo. 2011].....	12
Figura 2-9: Casa de la calidad. [Eproductiva. 2010]	13
Figura 2-10 Los 8 pilares del TPM. [CDI. 2012].....	14
Figura 2-11: Tablero de kanban.[Lean hoy. 2013].....	15
Figura 2-12: grafico producción nivelada. [Leanroots. 2010].....	16
Figura 2-13 Kai – Zen. [Bom group. 2008].....	17
Figura 2-14 Configuración que sustenta el jidoka [Conestec. 2015]	18
Figura 2-15: Modelo representativo de célula de fabricación en U. [Gil Bilda.2012].....	19
Figura 2-16: Ciclo PDCA. [Jimeno Bernal. 2013]	21
Figura 2-17: Etapas seis sigma. [wikipedia]	22
Figura 2-18: Distribucion escuela lean. [Renault Consulting. 2014].....	23
Figura 2-19: Beneficios escuela Lean. [Renault Consulting. 2014]	24
Figura 2-20: Perspectiva de la escuela lean.....	25
Figura 3-1: Distintas bases para una mesa. [Ofripix. 2015]	28
Figura 3-2: diferentes accesorios: Cajoneras, estanterías, books. [Ofripix 2015]	28
Figura 3-3: Distintos tipos de maderas. [wikipedia].....	29
Figura 3-4: Esqueleto de un árbol. [Juardo. 2012].....	35
Figura 3-5: Diagrama de fabricación.....	37
Figura 3-6. Flujo de la madera del tablero horizontal	37
Figura 3-7: Trazo sobre la pieza.....	38
Figura 3-8: Sierra de rasgado	38
Figura 3-9: Cepillado.....	39
Figura 3-10: Enchapado de madera	39
Figura 3-11: Tallado en madera	39

<i>Figura 3-12. Flujo de la madera de las patas.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 3-13. Flujo de la madera de la cajonera.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 3-14. Proceso de torneado manual. [Monografias].....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 3-15: Diferentes tipos de ensamble. [Monografias].....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 3-16. Productos ensamblados y almacenados. [Monografias].....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 3-17: Mesas modulares de oficina. [Ofripix 2015].....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 3-18: Mesas economicas. [Ofripix 2015].....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 3-19: Mesas modernas o de diseño. [Ofripix 2015].....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 3-20: Mesas a medida. [Ofripix 2015].....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 3-21: Mesas tipo clasica. [Ofripix 2015].....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 4-1: Sinóptico general del producto.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 4-2: Modelo P1.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 4-3: Modelo P2.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 4-4: Modelos P3 y P4.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 4-5: Modelos P5.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 4-6: Accesorio hueco mayor “M”.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 4-7: Accesorio hueco intermedio “I”.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 4-8: Accesorio hueco pequeño “P”.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 4-9: Cajonera.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 4-10: medidas interior y exterior de los cajones.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 4-11: Cajones (X) en hueco pequeño (P) e intermedio (I).....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 4-12: Posibilidades básicas.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 4-13: Codificación 2 huecos Figura 4-14: Codificación 2 huecos.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 4-15: Clasificación global.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 4-16: Modelo P5.OX.XXO.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 4-17: Componente C01. Pata.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 4-18: Componente C02. Tablero horizontal pequeño.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 4-19: Componente C03. Tablero Horizontal mediano.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 4-20: Componente C04. Tablero Horizontal grande.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 4-21: Componente C05. Plano lateral.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 4-22: Componente C06. Plano divisorio.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 4-23: Componente C07. Plano trasero pequeño.....</i>	<i>57</i>

<i>Figura 4-24: Componente C08. Plano trasero mediano.</i>	57
<i>Figura 4-25: Componente C09 Plano trasero grande.</i>	58
<i>Figura 4-26: Componente C10. Balda.</i>	58
<i>Figura 4-27: Componente C11. Lateral cajonera.</i>	59
<i>Figura 4-28: Componente C12. Suelo cajonera.</i>	59
<i>Figura 4-29: Componente C13. Fondo cajonera.</i>	60
<i>Figura 4-30: Componente C14. Frontal cajonera.</i>	60
<i>Figura 4-31: Componente C16. Esfera tirador.</i>	60
<i>Figura 5-1: Diagrama de flujo.</i>	64
<i>Figura 5-2: Procedimiento montaje P1 (FP001).</i>	65
<i>Figura 5-3: Producto en curso N°1 (PC01).</i>	65
<i>Figura 5-4: Salida de N2, estructura base finalizada (PC2)</i>	66
<i>Figura 5-5: PC03</i>	66
<i>Figura 5-6: FP005 prototipo.</i>	67
<i>Figura 5-7: Output FP007 (PC07).</i>	68
<i>Figura 5-8: FP008 finalizado (PC08).</i>	68
<i>Figura 5-9: Estructura montada básica del cajón grande PC09 en FP009.</i>	69
<i>Figura 5-10: : Estructura montada básica del cajón pequeño en FP009F</i>	69
<i>Figura 5-11: FP011 prototipo.</i>	70
<i>Figura 5-12: Producto acabado</i>	70
<i>Figura 5-13: Escuadras de control</i>	71
<i>Figura 5-14: Útil medición entra para medidas interiores.</i>	71
<i>Figura 5-15: Útil comprobar medidas exteriores.</i>	72
<i>Figura 5-16: Anexo normas de control</i>	72
<i>Figura 5-17: Diagrama "abc". [Questreta. 2015]</i>	73
<i>Figura 5-18: Barrilete de colocación</i>	73
<i>Figura 5-19: Tornillos pavonado ensamblaje madera (CHC5x50)</i>	73
<i>Figura 5-20: Ficha operación FP001: Montaje patas.</i>	74
<i>Figura 5-21: Etapa 1 fabricación P5 (PC1).</i>	76
<i>Figura 5-22: FP002 montaje prototipo</i>	76
<i>Figura 5-23: Aplicación FP004 en prototipo</i>	77
<i>Figura 5-24: Proceso de fabricación dentro del puesto de trabajo N3 (PC04)</i>	77

<i>Figura 5-25: Proceso de fabricación dentro del puesto de trabajo N4 (PC07)</i>	78
<i>Figura 5-26: FP007 prototipo</i>	78
<i>Figura 5-27: Estructura básica cajón (PC08)</i>	79
<i>Figura 5-28: FP009 prototipo</i>	79
<i>Figura 5-29: FP010 prototipo</i>	80
<i>Figura 5-30: Colocación de cajones</i>	80
<i>Figura 5-31: Cajon prototipo terminado</i>	81
<i>Figura 5-32: Prototipo finalizado</i>	81
<i>Figura 5-33: Detalle Proceso previo preparacion de componentes</i>	82
<i>Figura 6-1: Total horas – año efectivas</i>	84
<i>Figura 6-2: Precio año y precio hora</i>	85
<i>Figura 6-3: Amortizaciones</i>	85
<i>Figura 6-4: Gastos consumibles</i>	86
<i>Figura 6-5: Costes indirectos</i>	86
<i>Figura 6-6: Costes de personal</i>	86
<i>Figura 6-7: Coste total por hora</i>	87
<i>Figura 6-8: Costes totales del proyecto</i>	88
<i>Figura 6-9: Distribucion ponderada etapas</i>	88

AGRADECIMIENTOS

... y que lo más difícil, después de todo el trabajo realizado, sea escribir sea esta parte!!!

Tantas cosas, tantas personas, tantas situaciones, tantos recuerdos, tantos sentimientos encontrados y tantas cosas que querer agradecer, que una hoja, otra página de mi vida, se queda corta.

En primer lugar, por supuesto acordarse de la familia. Tanto los que están como los que no están. A los que estuvieron. A los que tienen la puerta abierta para volver. A los que no estaban y llegaron, y sobre todo a los que están por llegar. A todos ellos lo mismo hay que sentir los gajes del oficio más que agradecer, pero estuvieron, están y seguirán estando.

Por otro lado, no puedo pasar sin acordarme de toda la gente que sin ser familia, ha estado ahí, y muchas veces sin saberlo o quererlo, han hecho posible no solo a que esta etapa de mi vida sea superada satisfactoriamente, si no que han contribuido a que esa superación haya sido de la forma más llevadera y profunda.

Y por supuesto, como me voy a olvidar de mis compañeros de batalla, que han dejado huella en mí para siempre. Muchos recuerdos, algunos inolvidables. Han sido partícipes en esta etapa de mi vida.

Una piedra de las del camino es capaz de sacar un clavo. Pero con un tornillito lo va a tener mas difícil. Por todo ello, daros las gracias a todos. A todos menos a un@. (Que ya se las he dado antes, de todo corazón, y lo sabe). Si han estado en los malos momentos, como no voy a querer que estén en los buenos. Porque todo ha resultado mejor, mejor de lo que...

Pues nada, a por la siguiente etapa, la siguiente página, en la que espero que muchas personas puedan seguir siendo protagonistas. El tiempo todo lo trae, aunque alguna vez venga de rodillas y haya que ir en su búsqueda.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes y motivación

Debido a la situación actual de **globalización** en la que nos encontramos inmersos, se hace obligado la gestión eficiente de **recursos**, no tanto para poder obtener beneficio si no para poder sobrevivir dentro de un mercado con tan gran competencia impuesta por los agentes implicados.

Echando la vista atrás, en un **contexto** pasado, casi todo valía o se podía coexistir con medidas o situaciones no del todo bien gestionadas. No eran tan importantes hacer las cosas perfectas, tal vez por una saturación de la demanda de un mercado en crecimiento continuo, tal vez por unas directrices más permisivas que las actuales.

Pero la situación actual, en continua evolución y rodeada de esa competencia, hace indispensable que las organizaciones (ya no solo las empresas) necesiten herramientas de **eficiencia** que las permitan además de **reducir desperdicios**, buscar la excelencia en cuanto a gestión con miras a evolucionar, continua y paralelamente con los stakeholders.

En este sentido, nos encontramos con una vertiente, una **filosofía** denominada "**lean**," la cual aborda todos y cada uno de los puntos implicados con miras a lograr una mejora individual a la hora que también aportan consistencia global.

Actualmente, no tiene cabida la idea de no basarse en las herramientas que el proporciona, ya que la **obtención de resultados** es evidente (no se puede poner en duda) y su campo de aplicación está al alcance. Pero es necesario poner en escena.

Para ello, la **universidad** se hizo eco de este potencial, y fue **pionera** en llevar a la practica la idea de **crear una escuela lean**, con el objetivo, desde un punto de vista **formativo**, de poner en liza toda todo el potencial del lean posibilitando la **cercanía** a todos los interesados. En las organizaciones existe una **necesidad** real de aplicación de la filosofía el lean, y más importante, de concienciación para que sea interiorizado. La escuela no se trata de un paréntesis, sino de un punto de partida hacia su **asimilación**, posibilitando de esta manera que las personas puedan ser de este modo formadas.

Fruto de estos antecedes, ya no se pone en duda justificar su necesidad, si no que la propia escuela lean es víctima de la filosofía que en ella se imparte. Actualmente solo se dispone del producto inicial con el que fue diseñado (coches) lo que a priori es una virtud, pero puede entenderse según qué conceptos como un problema, ya que se entiende por ideal la posibilidad de contar con variedad de productos. A partir de aquí, se genera un **punto de partida**, nace una línea de estudio acerca de la viabilidad de implantación de una diversidad de productos de tal forma que crezca el potencial de la escuela lean.

Para ello, es necesario **crear modelos**, tanto teóricos como prácticos para poder comprobar las posibilidades de implantación real. En caso de no ser posible, darnos cuenta del problema e intentar solucionarlo (aplicar lo que es la filosofía lean en sí).

En este trabajo fin de máster (en adelante TFM) no se parte de cero, si no que se parte de un proyecto anterior de índole teórico, el cual se propone tangibilizar mediante la creación de un **prototipo real a escala**, comprobando de este modo pros y contras (que imposibilitaban llevar a cabo el prototipo) del modelo propuesto para que en futuras línea de trabajo se siga hasta llegar al objetivo que se busca de **implantación de otro tipo de producto** en la escuela lean, además de permitirnos el análisis y creación de las fichas de procedimiento específicas. Se pretende, a partir de un proyecto ya existente, realizar un prototipo real.

Dicho trabajo había sido orientado desde un punto de vista práctico, y a la hora de llevarle a efecto, nos hemos encontrado con diversas cuestiones que han sido resueltas, desde el punto de tener que rehacer gran parte del proceso ya realizado debido a la comprobación de la no viabilidad de realizar una maqueta real a partir del proyecto existente. De todos modos hemos podido contar con una base que nos ha permitido analizar lo ya existente y abordar las soluciones que generaban problemas.

Por tanto, la idea principal que tenemos que tener en mente es la **construcción de un prototipo valido** que sirva para lanzar una producción dentro de la escuela lean.

1.2. Objetivos y alcance

Como **objetivo principal**, sin olvidar lo estrictamente didáctico del proyecto hay que destacar el concepto que nos envuelve desde el principio, el **solucionar el problema** nacido a partir del **monoproducto** existente en la escuela.

Para ello es necesario definir el diseño y proceso de montaje de nuestro **prototipo** “mesa para la Escuela Lean”, definiendo como prioridad la fabricación real de dicho prototipo, con todos los aspectos que conlleva.

Se persigue **llevar a la práctica** la creación del prototipo aplicable dentro de la escuela, quedando de este modo estudiadas las diferentes etapas del proceso productivo inicial (**configuración de partida**) en las cuales se podrían observar e identificar los diferentes despilfarros, así como los problemas típicos que pudieran aparecer en un proceso de producción, detectados tras una fase puesta en práctica.

Una vez centrados en el concepto global, podemos puntualizar a la hora de definir objetivos ya más específicos, pudiendo destacar la generación de toda la información (recogida en **fichas**) como unos ellos, lo que posibilita fácilmente la reproducción del prototipo construido a partir de ellas.

Otro objetivo al que tenemos que hacer frente es a abordar de forma óptima el punto de partida con el que contamos, esto es, necesitamos **estudiar el proyecto anterior** ya existente y analizar los distintos tipos de mesa con los que cuenta para comprobar si es posible, y en caso contrario, solucionar los problemas.

Una vez definido las mejoras o cambios (por no decir construcción desde cero) tenemos que llegar al tipo de **detalle** que permita su futuro análisis y mejora (del mismo modo al que nos hemos

enfrentado nosotros mismos), describiendo las etapas, los procesos, definiendo componentes, proponiendo aspectos.

De este modo, se define el alcance del proyecto en la **construcción del prototipo** y **elaboración** de toda la **documentación** necesaria para su **reproducción**.

No se ha considerado el proceso de fabricación, teniendo en cuenta únicamente el montaje o ensamble de las piezas fabricadas a partir de la materia prima. Tampoco hemos abordado una definición exacta de los materiales más convenientes para la realización del producto final, basándonos para la elaboración del prototipo un material equilibrado en cuanto a calidad precio robustez como es el cartón.

Lo que sí que se ha definido, ha sido un proceso de montaje que puede servir como partida, en el cual se ha se han propuesto unas etapas o puestos de trabajo que pueden corresponder a una posible **configuración inicial de escuela lean**, asemejado a un proceso tipo lineal, dejando para un futuro la implementación real dentro de la escuela lea (no posible por falta de medios).

Por tanto, se han se parte **17** opciones diferentes de mesas distintas definidas, aplicando a una de ellas todo el desarrollo, evaluando pros y contras para en un futuro continuar realizando el diseño y definición de otras opciones diferentes combinando colores, materiales, dimensiones, diseños de piezas, etc. A partir de ella, y en base a la modificación de diversas características posibles dentro del catálogo de accesorios, podemos llegar a conseguir **197** modelos diferentes de productos finales terminados.

1.3. Organización

El presente TFM se ha estructurado en forma de capítulo, concretamente **9**. En el primero de ellos, en el que nos encontramos, aborda la presente introducción del TFM en Logística.

En el capítulo 2: Lean Manufacturing, se aborda desde sus orígenes la filosofía lean, abordando sus características y principios fundamentales, las herramientas de las que se compone. De este modo quedan definidos los conceptos y las herramientas propias de la filosofía Lean con el objetivo de familiarizarnos con ellos, y por tanto, tener bien presente el camino hacia la meta: La **eliminación de despilfarros**. En este mismo capítulo, se hace una introducción de la escuela lean disponible en las instalaciones de la Universidad de Valladolid.

En el siguiente capítulo, el tercero, se describe el **proceso de fabricación industrial** de una mesa, definiendo las partes de las que se compone y la forma de actuar que este tipo de industria posee. Del mismo modo se abordan los tipos de materiales existentes así como las partes de las que consta un proceso de fabricación manual.

En el capítulo 4, se realiza una detallada **descripción del conjunto mesa** que va a ser objeto de montaje en el presente TFM De este modo quedan explicadas todas las partes relevantes de dicho proceso, así como el producto con el que vamos a trabajar, permitiendo de este modo una familiarización con la nomenclatura. También se nos presenta las diferentes configuraciones que nos podamos encontrar.

Ya en el quinto capítulo, se abordan todos los **aspectos del montaje** de nuestro producto, desde la base de la explicación global de todos los procedimientos que nos podemos encontrar (siendo válida para la totalidad de productos existentes). Además de contar con esta explicación, se propone un ejemplo concreto basado en la construcción de nuestro prototipo, en el cual se desarrolla todo el proceso de montaje dentro de la configuración inicial propuesta para la escuela lean. Todo ello recogido en apartados y desarrollado posteriormente en los apéndices.

Mientras, en el Capítulo 6, se **cuantifica** mediante el estudio económico el coste total del proyecto. Está realizado a través de cinco fases en las que aparecen los profesionales, herramientas, suministros y costes indirectos en los que se incurren para llevarlo a cabo.

En el capítulo 7 se dan a conocer las **conclusiones personales** de este tfm, concluyendo de esta manera el proyecto con un análisis general del proyecto realizado y las posibles direcciones de trabajo futuro que pueden aparecer.

En el siguiente capítulo, el octavo, se muestran las **referencias**, tanto de bibliografía como de webgrafía en las que nos hemos apoyado para la realización de este trabajo, las cuales pueden servir de apoyo en un futuro.

Por último, en el capítulo 9, se sitúan todos los **apéndices** disponibles para consultar, en los cuales se recoge información útil de apoyo a la hora de estudiar y entender el presente trabajo.

2. LEAN MANUFACTURING

En este capítulo abordaremos desde un punto de vista teórico los aspectos más relevantes que a grandes rasgos se pueden destacar dentro de la filosofía lean.

2.1. Introducción al lean manufacturing

La filosofía Lean Manufacturing es un **modelo de gestión de recursos** [Rother, 1999] orientado a la creación de un flujo ajustado cuya finalidad se basa en utilizar los mínimos recursos necesarios (de una forma lo más ajustada posible) para poder de este modo hacer entregar al cliente del máximo valor alcanzable.

Esta metodología de mejora de la eficiencia tiene sus orígenes en Japón. Inicialmente fue concebida por **Taiichi Ohno (Toyota)** [wikipedia], el cual, tras la primera guerra mundial (1939 - 1945) analizó la productividad japonesa, dándose cuenta con ello de que estaba muy por debajo de la estadounidense. Esto le sirvió como base para realizar un estudio in situ de los pioneros de la productividad (Frederick Taylor y Henry Ford), en el cual quedo sorprendido de la producción en masa de grandes volúmenes en perjuicio de la variedad, comprobando de igual modo el nivel de desperdicio generado.

La visita a los supermercados estadounidenses le produjo un efecto inspirador, encontrando en ellos unas bases que acabarían por ser los cimientos de esta filosofía. Unos cimientos basados en el manejo de **inventarios reducidos**, en la **supresión** de pasos innecesarios, en el **control** de actividades primarias y en **dar control** al ejecutor el trabajo como apoyo a la cadena de valor. Refiriéndose como desperdicio a toda actividad que consume recursos y no aporta valor, se consigue de este modo que todos los desperdicios sean eliminados.

El objetivo principal, por tanto, es el de generar pautas (de una forma cíclica tal y como se muestra en la figura 2.1, con una retroalimentación o feedback constante) que ayuden a eliminar o minimizar estos “desperdicios” y estas actividades, aumentando de este modo el valor de cada actividad realizada, basada en el *activity-based costing* (generación de costos basado en la actividad) el cual busca relacionar los costos con todos los valores que el cliente percibe en el producto.



Figura 2-1: Lean Manufacturing como un proceso cíclico. [Conestec. Marzo 2015]

Además, persigue implantar una filosofía de mejora continua (véase Figura 2-2) la cual le permita, entre otras cosas, **reducir** costos, **mejorar** los procesos y conseguir **eliminar** los desperdicios, consiguiendo aumentar de este modo la satisfacción del cliente, sin olvidar que el propósito de la producción ajustada es la **mejora continua**.

2.2. Principios del lean

De este modo, el *Lean* se puede entender como básicamente todo lo concerniente a obtener los **resultados** correctos en el **lugar** correcto, en el **momento** correcto, en la **cantidad** correcta, **minimizando** el despilfarro, siendo flexible y estando abierto al **cambio**. [Liker, 2006]

Para lograr este fin, se basa en una serie de principios básicos. El primero es el constante **Suministro de soluciones**, en el cual el cliente adquiere soluciones, no productos o servicios. Como fruto de este, se presenta el segundo y no menos importante, el principio de la **mejora continua**, basado en que todo puede mejorar en cada uno de los pasos del proceso.

El tercer principio básico se podría entender como la **minimización del despilfarro**, que se traduce en que el flujo en los pasos del proceso debe ser continuo, lo más uniforme, optimizando recursos y eliminando lo que no es de valor añadido, lo que nos lleva a **buscar la calidad eliminando los defectos**, en el cual a través de la detección y solución de problemas desde su origen se busca encontrar la perfección de tal manera como consecuencia su alta calidad haga satisfacer las necesidades del cliente.

El quinto principio, basado en los **procesos “pull”**, conlleva producir solo lo necesario (bajo demanda) en base a que los productos son solicitados. Esto nos permite, en primer lugar, **diversificar riesgo**, entendido como tal ser capaces de desarrollar una relación a largo plazo con los proveedores a partir de acuerdos para compartir información y compartir el riesgo de los costos, y en segundo lugar lograr una **flexibilidad**, la cual nos lleva a lograr esa versatilidad que nos permita la posibilidad de producción de tandas de diversidad de productos otorgando de este modo la capacidad de ser flexibles y poder afrontar situaciones de necesidades de producción menores.

Todos estos principios se llevan a cabo atacando los lo comúnmente conocido como 8 tipos de desperdicios, que a continuación pasamos a abordar.

2.3. Bases del la filosofía Lean: 8 tipos de desperdicios

Considerando como **desperdicio** a todo lo adicional a mayores de los mínimos recursos (materiales, equipos, personal tecnología, etc.) necesarios para fabricar un producto o prestar un servicio, el objetivo principal de Lean se basa en su eliminación continua y sostenible. Estos desperdicios, fruto de los defectos que en los procesos de fabricación se producen, suelen estar casi siempre camuflados por la propia actividad, siendo la producción la que tapa esos defectos (figura 2-2) impidiendo que nos podamos percatar de ellos.

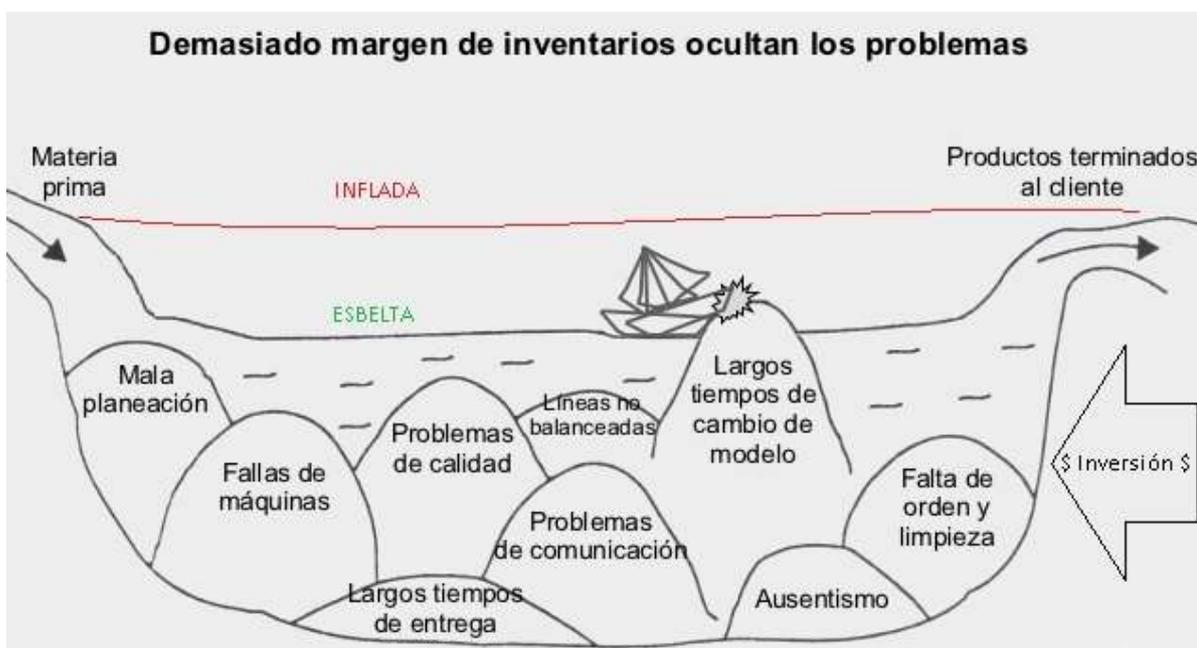


Figura 2-2: La producción tapa muchos defectos. [HEclipse. Diciembre 2012]

Dentro del concepto de Lean se identifican siete tipos de desperdicios, los cuales se presentan desde la recepción de la orden hasta la entrega del producto. Adicionalmente, se considera un octavo tipo de desperdicio especial que da origen a lo que en Lean se llama 7+1 Tipos de Desperdicios. Identificando correctamente cada uno de ellos, la creación de flujo se focaliza en su reducción [Womack, 2005].

El primero de estos desperdicios, el conocido como **sobre-producción**, es considerado como el principal desperdicio, y además es arrastrado en todo el proceso hacia la mayoría del resto de desperdicios. Procesar artículos más temprano de lo necesario o en mayor cantidad que la requerida por el cliente nos lleva a sufrir innumerables derroches.

En el tiempo de espera (considerado como el segundo desperdicio) se ven reflejados los tiempos improductivos, tales como esperas por averías de máquinas, operarios esperando por información o materiales para la producción, o clientes esperando en el teléfono.

El **transporte**, que engloban todos los movimientos de materiales, partes o producto terminado hacia y desde el almacenamiento, así como los trabajos en proceso de un lado a otro, aunque las distancias recorridas sean cortas, es fuente también del tercer tipo de desperdicios que habrá que abordar.

El cuarto desperdicio, el **sobre – procesamiento**, se entiende como la realización de procedimientos innecesarios a la hora de procesar artículos, utilización de herramientas o equipos inapropiados o proveer niveles de calidad más altos que los requeridos por el cliente.

Fruto de los anteriores se puede considerar el **exceso de inventario**, entendiendo como tal el excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado. El principal problema con el exceso inventario radica en que oculta problemas que se presentan en la empresa.

Entendemos como **movimientos innecesarios** del operario a cualquier movimiento que éste realice a mayores de los que son capaces de generar valor agregado al producto o servicio. En ellos se incluyen a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, etc. Incluso caminar innecesariamente es un desperdicio.

Todo esto es fuente de desperdicios. Por otro lado, el séptimo desperdicio, los **defectos**, repercuten en la repetición o corrección de procesos, y también incluye re-trabajo en productos no conformes o devueltos por el cliente. Unas tareas que son totalmente evitables.

Cuando los empleados no se han capacitado en estos 7 desperdicios (se encuentran resumidos de forma visual en la figura 2-3) se pierde su aporte en ideas, oportunidades de mejoramiento, etc.



Figura 2-3: Los 7 desperdicios básicos [Muñoz. S. Enrique. Septiembre 2013]

Por último, el que habíamos denominado 7+1, es el referido al talento humano. El considerado como octavo desperdicio hace referencia a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios.

Aunque la identificación de desperdicios es importante, lo fundamental es eliminarlos, ya que esta supresión presenta resultados inmediatos (como por ejemplo la reducción del costo, aumento de la productividad, organización del área de trabajo).

Para ello la dirección de la organización debe propiciar un ambiente que potencie la generación de ideas y la eliminación continua de desperdicios, consiguiendo de este modo promover que todo el personal de la organización se involucre y consiga convertirse en especialista en la eliminación de desperdicios.

Por el contrario, la realidad nos muestra que generalmente se presentan problemas en torno a la consolidación de las mejoras alcanzadas, ya que no se es capaz de implementar un sistema que en el largo plazo sea capaz de mantener y adaptar la empresa a nuevos cambios en el entorno.

2.4. Herramientas Lean

Las herramientas lean [González correa, 2007] (en inglés, ‘ágil’, ‘esbelto’ o ‘sin grasa’) incluyen procesos continuos de análisis (llamadas kaizen en japonés), de producción pull (‘disuasión e incentivo’, en el sentido del término japonés kanban), y en elementos y procesos **poka yoke** (a prueba de fallos del japonés).

Todo ello, fundamentado en el **genba** japonés o área de valor, de la cual se generan las herramientas que procederemos a desgarnar en los siguientes puntos, y que podemos visualizar, de una forma global, en la figura 2-4.



Figura 2-4: Estructura lean [Katherine Acosta. 2011.]

2.4.1. Value Stream Mapping

Se conoce como value-stream-mapping (VSM) a una técnica gráfica que permite visualizar todo un proceso, permitiendo detallar y entender completamente el flujo tanto de información como de materiales necesarios para que un producto o servicio llegue al cliente, con esta técnica se identifican las actividades que no agregan valor al proceso para posteriormente iniciar las actividades necesarias para eliminarlas. VSM es una de las técnicas más utilizadas para establecer planes de mejora siendo muy precisa debido a que enfoca las mejoras en el punto del proceso del cual se obtienen los mejores resultados.

Para realizar un VSM se deben realizar una serie de pasos de forma sistemática. El primero de los pasos es el de **Identificar la familia de productos a dibujar**. En él se tiene en cuenta que una familia de productos son aquellos que comparten tiempos y equipos, cuando pasan a través de los procesos, se puede utilizar una matriz producto-proceso, (véase figura 2-5) para identificar una familia de productos.

Producto	Maquina Operación 1	Maquina Operación 2	Maquina Operación 3	Maquina Operación 4	Maquina Operación 5
Ref. A	X	X	X	X	
Ref. B	X	X	X	X	
Ref. C	X	X	X	X	
Ref. D		X	X	X	X
Ref. E	X	X	X		
Ref. F				X	X
Ref. G		X	X	X	X
Ref. H		X	X	X	X
Ref. I		X	X	X	X

Figura 2-5: Matriz de productos procesos. [Lean solutions. 2009]

Las maquinas/equipos u operaciones que pertenecen a cada familia se deben **agrupar** para iniciar una formación por flujo del producto y poder de este modo implementar otro tipo de herramientas Lean además de poder disminuir el inventario en proceso.

Seguidamente, en el segundo paso, nos ayudamos de **herramientas graficas** como las que se pueden ver en la figura 2-6, con el fin de Dibujar el estado actual del proceso, en el cual debemos ahora hacer el grafico del VSM actual, el cual nos muestra el flujo de información y el flujo de producto.



Figura 2-6: Mapeo de la cadena de Valor. [Lean solutions. 2009]

En el tercer paso, analizamos la **visión sobre cómo debe ser** el estado futuro, etapa en la que se debe establecer como funcionara el proceso en un plazo corto, se debe analizar y responder las preguntas ¿qué procesos se integran?, ¿cuántos operarios requiere la línea?, ¿cuántos equipos?, ¿qué espacio? y ¿cuánto el stock en proceso?.

Para ello, nos pueden ser de gran utilidad conceptos tales como el **Tack Time (TT)**, el cual se defino como el tiempo en que una pieza debe ser producida para satisfacer las necesidades del cliente, o en otras palabras, es la frecuencia en la cual un producto acabado debe salir de la línea de producción.

De esta forma se indica el ritmo o paso al que se debe producir para estar en sincronía con la demanda del producto. En relación con este concepto, encontramos el **Contenido de trabajo (WC)**, que es el tiempo en el que se le dota de valor al producto.

Tras la tercera etapa deberemos **Dibujar el VSM futuro**, sin olvidarnos que el propósito del Value-stream Map (VSM) es resaltar las fuentes de desperdicios, por eso la implementación futura, a la cual queremos llegar se designa como a alcanzar.

Ya en el quinto y último paso, realizamos el **Plan de acción** con el fin de llegar al estado futuro, se deben hacer cambios los cuales deben estar plasmados en un plan de acción. Debemos realizar un seguimiento de la implementación de las acciones hasta alcanzar el estado futuro, y una vez alcanzado éste, se inicia el proceso nuevamente para alcanzar la excelencia operacional que tantas empresas persiguen a diario.

2.4.2. 5s

Las conocidas como 5S [Piqueras, 2015] son una práctica ideada en Japón en 1960 con el **conseguir una mayor productividad** en un entorno laboral. En Ingles se ha dado en llamar **“housekeeping”** que traducido es “ser amos de casa también en el trabajo”.

Estudios estadísticos en empresas de todo el mundo que tienen implantado este sistema demuestran en cifras que los resultados obtenidos rondan la **reducción** del 40% de sus **costes** de Mantenimiento y la **reducción del 70% del número de accidentes** a la vez que **umentan** en un el 10% el crecimiento de la **fiabilidad** del equipo y logran a la par un crecimiento del 15% del **tiempo medio entre fallos**. Con todo ello se consigue una mayor productividad a la vez de lograr una mejora en el lugar de trabajo.

Tras esta breve introducción, ya estamos en condiciones de ser capaces de contestar a la pregunta ¿Qué son las cinco eses? Las Cinco eses proceden de la traducción de los respectivos términos japoneses tal y como se muestra en la figura 2-7.



Figura 2-7: Estructura de las 5S. [Rosas D. Justo. 2011]

El primer término, **Seiri (Clasificación y Descarte)**, engloba la separación de los elementos necesarios de los que no lo son, manteniendo de este modo las cosas necesarias en un lugar conveniente y en un lugar adecuado.

En el término **Seiton (Organización)**, cada elemento ha de tener un único, y exclusivo lugar donde debe encontrarse antes de su uso, y después de utilizarlo debe volver a él. Todo debe estar disponible y próximo en el lugar de uso. La organización es el estudio de la eficacia. Es una cuestión de cuán rápido uno puede conseguir lo que necesita, y cuán rápido puede devolverla a su sitio nuevo. Tener lo que es necesario, en su justa cantidad, con la calidad requerida, y en el momento y lugar adecuado.

La tercera “ese”, la referida a la **limpieza (Seiso)** implica que toda persona deberá conocer la importancia de estar en un ambiente limpio. Cada trabajador de la empresa debe, antes y después de cada trabajo realizado, retirara cualquier tipo de suciedad generada. Para ello es importante que cada uno tenga asignada una pequeña zona de su lugar de trabajo que deberá tener siempre limpia bajo su responsabilidad. La limpieza la debemos hacer todos. No debe existir ninguna parte de la empresa sin asignar. Si las persona no asumen este compromiso la limpieza nunca será real.

El Seiketsu (Higiene y Visualización), se basa en que la higiene es el mantenimiento de la Limpieza, del orden. En un ambiente Limpio siempre habrá seguridad y quien no cuida bien de sí mismo no puede hacer o vender productos o servicios de Calidad. Por lo tanto, quien exige y hace calidad cuida mucho la apariencia

Resulta una técnica muy usada es el **visual management** (gestión visual), técnica que se ha mostrado como sumamente útil en el proceso de mejora continua, ya que se usa en la producción, calidad, seguridad y servicio al cliente. Consiste en grupo de responsables que realiza periódicamente una serie de visitas a toda la empresa y detecta aquellos puntos que necesitan de mejora.

Una variación mejor y más moderna es el **colour management** (gestión por colores), basada en colocar una serie de tarjetas, rojas en aquellas zonas que necesitan mejorar y verdes en zonas especialmente cuidadas. En las empresas que aplican estos códigos de colores nunca tiene tarjetas rojas, porque en cuanto se coloca una, el trabajador responsable de esa área soluciona rápidamente el problema para poder quitarla. Antes de abordar la última, se muestra en la figura 2-8 de una forma visual un grafico de todas las herramientas.



Figura 2-8: Explicación visual de las 5s [Rosas D. Justo. 2011]

Por último, la quinta, es la conocida como **Shitsuke (Disciplina y Compromiso)**, refiriéndose a disciplina como la voluntad de hacer las cosas como se supone se deben hacer. Es el deseo de crear un entorno de trabajo en base de buenos hábitos. Mediante el entrenamiento y la formación para todos se consigue romper con los malos hábitos pasados y poner en práctica los buenos, mostrando un claro ejemplo de compromiso con la Mejora Continua, ya que ha de ser asumido por todos, ya que así todos saldremos beneficiados.

2.4.3. Quality function deployment

La técnica QFD (Quality Function Deployment, Implementación de la función de la calidad) nació con el propósito de **optimizar los procesos de diseño y desarrollo de productos**, tanto en el tiempo empleado, como en la capacidad de traducir efectivamente las necesidades comunicadas por los clientes (Voice of client), pudiendo su empleo reducir en más del 70 % el tiempo para introducir un producto al mercado.

Uno de los beneficios del QFD es ofrecer un sistema estructurado de trabajo para los equipos de proyecto, estableciendo una disciplina de trabajo y documenta cada etapa en las fases de los procesos realizados. Emplea los Diagramas Matriciales como formatos de trabajo, siendo el más conocido el denominado Quality House o **Casa de la Calidad** (véase figura 2-9).

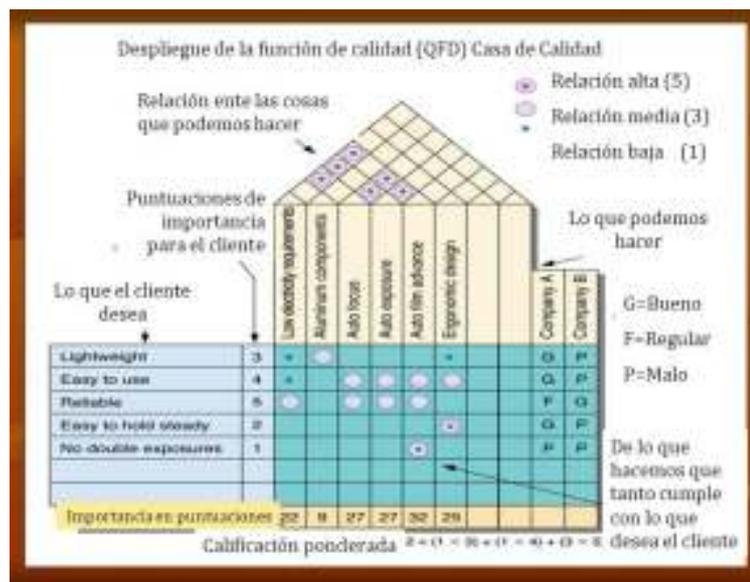


Figura 2-9: Casa de la calidad. [Eproductiva. 2010]

2.4.4. Total productive maintenance

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) se fundamenta en la **búsqueda permanente** de la **mejora de la eficiencia** de los procesos y los medios de producción, por una implicación concreta y diaria de todas las personas que participan en el proceso productivo. Cero defectos, cero accidentes, cero paradas.



Figura 2-10 Los 8 pilares del TPM. [CDI. 2012]

Los pilares que forman el TPM se sustentan sobre los cimientos conformados por la técnica de las 5S, consiguiendo mejorar de esta manera la organización, orden y limpieza de las áreas de trabajo.

Con esta herramienta se consiguen alcanzar unas series de objetivos, entre los cuales podemos destacar, la creación de una organización corporativa que **maximice la eficiencia** de los sistemas de producción, en la cual se realice la gestión de la planta con el objetivo de **evitar pérdidas** de todo tipo durante la vida entera del sistema de producción. Además, se consigue **involucrar** a todos los departamentos de la empresa en la implantación y desarrollo de un mismo proyecto, desde la alta dirección a los operarios de planta. También, somos capaces de orientar las acciones hacia las cero pérdidas, cero accidentes y cero defectos, apoyándose en las actividades de pequeños grupos de mejora.

2.4.5. Kanban

El sistema Kanban (letrero o cartel) es un sistema usado para controlar la cadena logística desde el punto de vista de la producción con horizonte JIT (punto 2,4.10). Fue desarrollado con el fin de encontrar un sistema de mejora y mantenimiento de un nivel de producción alto. No debe confundirse como un sistema de control de inventarios (lo cual no es).

Kanban se convirtió en una herramienta efectiva para el soporte de un sistema de producción en su conjunto, basada en un método “pull” donde el tirón procede de la demanda, en el cual el suministro o la producción se determinan de acuerdo con la demanda real de los consumidores.

Un sistema de kanban consigue responder rápidamente a la demanda observada, comportándose como una señal que viaja inmediatamente a través de la cadena de suministro, asegurando la reducción de los stocks intermedios que se quedan en la cadena de suministro, mejorando, por tanto, su gestión. Se establecen para ser efectivo estrictas reglas de uso que el sistema kanban debe seguir.

En los casos particulares se puede contar con unas series de reglas simples apoyadas de una exhaustiva monitorización que asegura que el kanban hace lo que se le requiere. Todo ello en un bucle continuo formando un proceso sin fin.

Dentro de esta herramienta, cabe destacar las **tarjetas kanban** (véase figura 2-11), las cuales se considera un mensaje que señala la necesidad de productos, repuestos o inventario, que en el caso de ser recibida lanza el proceso de reposición de ese producto, repuesto o inventario, siendo por tanto un componente clave que señala la necesidad de transportar materiales dentro de una fábrica o desde un proveedor externo a la fábrica.

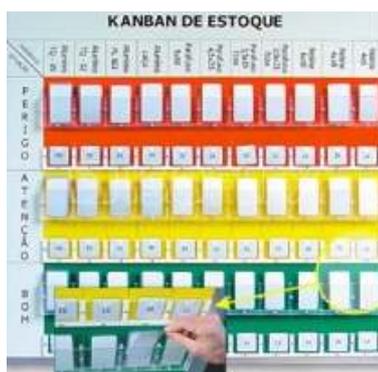


Figura 2-11: Tablero de kanban.[Lean hoy. 2013]

Las tarjetas kanban por tanto ayudan a crear un sistema dirigido por la demanda ya que de este modo el consumo dirige la demanda de más producción, y la demanda de más producto se señala a través de la tarjeta kanban señalando simplemente la necesidad de más materiales. Una tarjeta roja sobre un carrito vacío expresa que se necesitan más piezas. En los últimos años los sistemas que envían señales kanban electrónicamente se han extendido rápidamente.

2.4.6. Smed

Single-Minute Exchange of Dies (SMED) engloba una metodología o serie de técnicas que posibilitan la reducción dramática en el tiempo de cambio de referencia de una máquina, definiéndose el tiempo de cambio de referencia como el tiempo que transcurre desde que se produce la última pieza correcta del producto anterior hasta que se produce la primera pieza correcta del producto siguiente tras el cambio de referencia.

En el enfoque de SMED las operaciones de cambio de referencia se componen de actividades **internas**, aquellas que se deben realizar mientras el equipo está apagado o no se encuentra produciendo y las actividades **externas** que se pueden realizar mientras el equipo está operando. La clave del SMED está en poder identificar las actividades que son internas y externas, separarlas, convertir la mayor cantidad de actividades internas a externas y luego perfeccionarlas para optimizar la operación al máximo.

SMED persigue, por tanto, unos objetivos tales como la creación de la posibilidad de producir mediante lotes más pequeños sin afectar el costo, una reducción la cantidad e inventario, una mejora de la calidad del producto, una reducción de desperdicios (tiempo, movimientos y material), un incremento en la flexibilidad de la planta además de una mejora en el tiempo de entrega del producto entre otros.

2.4.7. Heijunka

Del concepto Heijunka (una palabra japonesa que quiere decir nivelación), nace la herramienta Lean que permite ayudar a mantener la horizontalidad en la producción, lo que se traduce en la **absorción de las desviaciones por las variaciones de la demanda**. (tal y como se muestra en la figura 2-12).

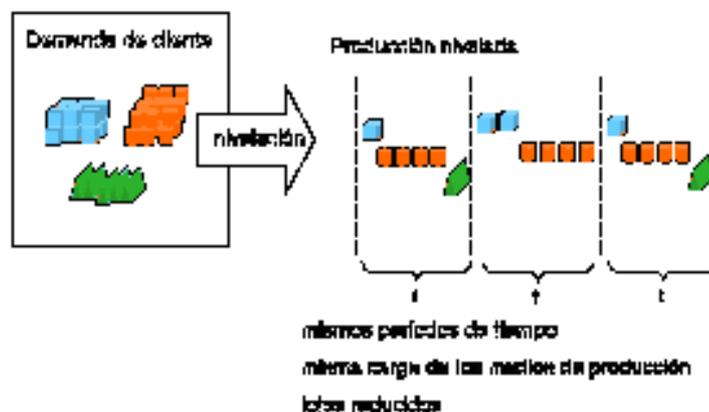


Figura 2-12: grafico producción nivelada. [Leanroots. 2010]

El sistema Heijunka no varía la producción según la demanda del cliente, sino que se basa en ella para ajustar los volúmenes y secuencias de productos a fabricar para conseguir una producción que evite los despilfarros, usando estos los dos principios de falta de uniformidad (Mura) y de uso inadecuado de los recursos (Muri), consiguiendo de este modo **compensar las variaciones en la demanda** mediante variaciones en las combinaciones de productos a fabrica.

De este modo, con la **nivelación de la producción** (Heijunka) se consigue que la carga de los medios de producción permanezca más o menos constante, logrando un manejo de lotes reducidos (espacios reducidos, mejora de la calidad), un uso equilibrado de los recursos y una alta capacidad de reacción y de adaptarse a variaciones repentinas de la demanda.

Para ello hay que estar preparado, ya que implica la necesidad de realizar cambios rápidos de referencia (**SMED**), gran flexibilidad en los medios de producción y polivalencia por parte del personal para poder fabricar distintas referencias.

2.4.8. Estandarización

La estandarización implica establecer procedimientos de trabajo normalizados para sus propios equipos humanos de trabajo (Teamwork), al mismo tiempo que se realizan las tareas de acuerdo a los estándares requeridos. Representa la revisión continua de los procedimientos de trabajo, a fin de lograr el mejoramiento de la eficiencia, calidad y condiciones del trabajo. Asimismo, permite una sólida base para mantener la **productividad** y la **seguridad** en sus más altos niveles.

2.4.9. Kaizen

En el uso común de su traducción al castellano, Kaizen significa “mejora continua” o “**mejoramiento continuo**”.

Su metodología de aplicación es conocida como la Mejora Continua hasta la Calidad Total (la MCCT). Su significado es que siempre es posible hacer mejor las cosas. “¡Hoy mejor que ayer, mañana mejor que hoy!”



Figura 2-13 Kai – Zen. [Bom group. 2008]

Se trata en el fondo de una serie metodologías o de estrategias de calidad en la empresa y en el trabajo, tanto individual como colectivo, que hoy en día toma gran relevancia ya que se trata de la filosofía asociada a casi todos los sistemas de producción industrial en el mundo. La aplicación de su metodología se basa en los procesos, siempre y cuando se conozcan todas las variables del proceso, trayendo consigo resultados concretos, tanto cualitativos como cuantitativos, en un lapso relativamente corto y a un bajo costo.

2.4.10. Just In Time

En su esencia, el Just in time (Jit) es producir los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan, en el momento en que se necesitan, una filosofía industrial de eliminación de todo tipo de desperdicios dentro del proceso de producción, desde las compras hasta la distribución.

Está basado en una serie de principios básicos, entre los cuales se puede destacar e primeramente el **igualar la oferta y la demanda**, no importando de este modo lo que pida el cliente si no que hay que producir lo que se requiera y cuando se requiera, buscando de este modo que el tiempo de entrega se reduzca al máximo. Esto se consigue reduciendo los tiempos de cambio, las esperas y los tamaños de lotes. Por otro lado, se identifica **el desperdicio** como el **peor enemigo**, por lo que se trata de eliminar los desperdicios desde la causa raíz realizando un análisis de la célula de trabajo. Otro punto importante es que el **proceso debe ser continuo y no por lotes**, lo que significa que se deben producir solo las unidades necesarias en las cantidades necesarias, en el tiempo necesario.

No debemos olvidar que la búsqueda de la mejora debe ser constante (**Mejora Continua**), tenaz y perseverante paso a paso para así lograr las metas propuestas, ni que la gente es el activo más importante (**Lo primero el ser humano**), ya que en el JIT se considera que el hombre es la persona que está con los equipos, por lo que son claves sus decisiones y logran llevar a cabo los objetivos de la empresa.

Tenemos que tener en cuenta, además, que **la sobreproducción es sinónimo de ineficiencia**. Se debe, por tanto, eliminar el “por si acaso” utilizando otros principios como son la Calidad Total, organización del lugar de trabajo, Mantenimiento Productivo Total (TPM), Cambio rápido de modelo (SMED), simplificar comunicaciones, etc. Y sobre todo no **vender el futuro**, y fijarse por el contrario que las metas actuales tiendan a ser a corto plazo, reevaluando los sistemas de medición, de desempeño, etc.

El JIT no solo implica al proceso productivo: ¡Para planificar también hay que actuar!

2.4.11. Jidoka

Con esta técnica conseguimos asegurar el control de la calidad en la fuente, ya que no permitimos que un defecto pase al proceso siguiente. Va en contraposición de los procesos tradicionales en los cuales se realiza inspección al final de la línea, lo que conlleva a tener que descartar los productos defectuosos.

Se puede entender como una automatización con un toque humano. El Jidoka consiste básicamente, según se muestra en la figura 2-14, en, primeramente, detectar la anomalía automáticamente (y parar la línea de producción si procede) seguido de encontrar la **causa Raíz** con el fin de eliminarla.



Figura 2-14 Configuración que sustenta el jidoka [Conestec. 2015]

En primer lugar el Sistema **Andon** sirve como alerta. La palabra Andon significa en japonés cuerda y hace referencia a una cuerda que al ser tensada activa el sistema de **alerta**, siendo de este modo el sistema utilizado para alertar de un problema en el proceso de producción, generalmente mediante señales visibles y/o audibles.

Tras alertar de ese problema, se daría paso a la **parada**. Éstas pueden ser manuales en el caso de las personas tienen la autoridad de parar la línea de producción tras activar los sistemas Andón, o paradas automáticas si se tiene instalados dispositivos, sensores y/o mecanismos. Todo ello aplicado a procesos en los cuales intervienen máquinas o personas, en las operaciones que detectan alguna anomalía.

Por este motivo se ve necesaria una **separación hombre – máquina**, en la que el operario cuida de las maquinas sin necesidad mientras estas hacen su trabajo, un ejemplo es el operario esperando que una maquina CNC termine su trabajo.

Por el contrario, el **análisis de causa raíz** [Rajadell, 2010] es en sí un esfuerzo para que el problema nunca aparezca nuevamente, el método más usado para este análisis es preguntarse **5 veces por qué**, de una forma estructurada y confirmado cada porqué antes de pasar al siguiente; el resultado del proceso es, generalmente, la razón escondida del problema.

Es en ese momento cuando se puede pasar a diseñar un **poka joke** (a prueba de errores), un dispositivo destinado a evitar errores; algunos el cual garantiza la seguridad de la maquinaria ante los usuarios, proceso o procedimiento, en el cual se encuentren relacionados, ya que la causa de los errores están en los trabajadores y los defectos en las piezas fabricadas se producían por no corregir aquellos.

2.4.12. Células en U

Dentro de las directrices del Lean Manufacturing, el establecer un **flujo continuo alineando** la demanda del cliente con la capacidad disponible nos permite reducir desperdicio. En el caso de contar con alto volumen y baja variación de referencias, se suele establecer la clásica línea de producción en línea o montaje automatizada, particularidad que no es viable en caso de contar con un menor volumen y una mayor alternancia de modelos.

De este modo, aparece una alternativa intermedia, la configuración en **células de Fabricación Flexibles** (como la mostrada en la figura 2-15), donde para determinados supuestos es posible establecer un sistema intermedio entre la disposición funcional y la línea automatizada que permite establecer un flujo de producto.

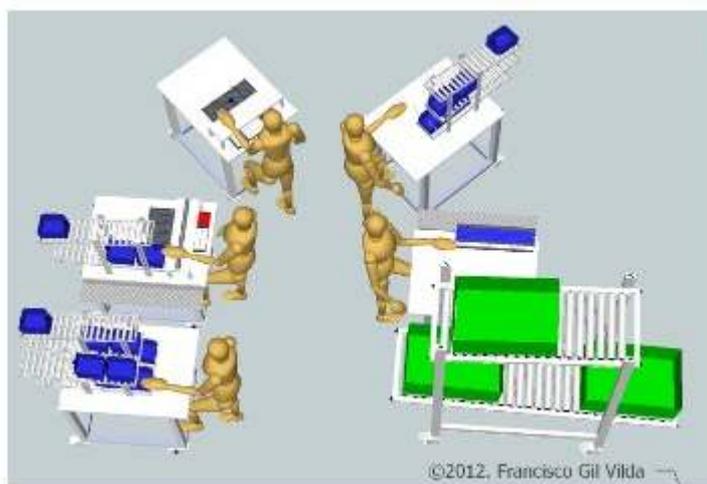


Figura 2-15: Modelo representativo de célula de fabricación en U. [Gil Bilda.2012]

Entendiendo como célula a una línea de montaje manual semi-automatizada con el fin de permitir ensamblar o procesar productos terminados o componentes. Esta semi-automatización es lo que le permite ser flexible y adaptarse a la variación de la demanda tanto en volumen como en variedad de modelos/productos.

Este tipo de disposición se **adapta bien a variaciones de la demanda** ya que se pueden introducir más o menos operarios en función de ello. Asimismo con una adecuada Nivelación-Secuenciación la célula permite de la misma forma trabajar a la vez con diferentes modelos.

Normalmente la forma de distribución en planta (**lay-out**) está dispuesta en forma de U, ya que esta disposición evita desplazamientos y permite compartir procesos. La disposición de los puestos de trabajo en la célula debe ser desde adentro hacia afuera, de forma que los puestos permitan aprovisionar los componentes a ensamblar desde fuera a dentro de la célula.

2.4.13. Flujo de una sola pieza

El flujo de una sola pieza (one-piece-flow) consiste en que una única pieza, pasa de operación en operación, en vez de ser el lote de piezas el que se desplaza. Una situación en la que los productos avanzan de uno en uno, por las diversas etapas sin interrupción.

Con respecto a la producción de lotes y colas, conseguimos **mejoras** tales como que los problemas suelen quedar ocultos por la acumulación de piezas, o la disminuir la acumulación una vez procesado, que en el caso de tener problemas de calidad, no nos obligaría a las tradicionales masivas revisiones por un lado y re-procesamiento y chatarreo por otro.

Otra mejora que nos encontramos es evitar las Esperas en procesos con operaciones no equilibradas y con falta de comunicación entre puestos correlativos, consiguiendo además dar un enfoque interno con respecto hacia el cliente, al mismo tiempo que reducimos los Plazos de entrega excesivamente largos.

2.4.14. Hoshin kanri

Esta metodología puede ser traducida por diversidad de maneras: “Administración por Políticas”, “Planeación Hoshin”, “Despliegue de políticas”, o de forma más completa “**despliegue de medios para alcanzar los objetivos**”. Basándonos en su traducción, Hoshin en japonés significa metal brillante; brújula o simplemente señalar una dirección; mientras que Kanri significa administración o control.

La dirección Hoshin es una herramienta que integra consistentemente las actividades de todo el personal de la empresa de modo que puedan lograrse metas clave y **reaccionar rápidamente** ante cambios en el entorno. Esta disciplina parte de la idea que en toda empresa se enfrentan fuerzas que se orientan en diferentes direcciones, surgiendo entonces el desafío de reorientarlas hacia un mismo objetivo.

Hoshin Kanri no es simplemente una herramienta para alcanzar targets anuales, sino que, tal como sugiere la definición, Hoshin Kanri es un sistema “para **crear una organización** capaz de lograr una alta performance sostenida”.

A través de la constante implementación de reformas y continuos KAIZEN para alcanzar los targets deseados, se espera crear una empresa capaz de producir resultados continuamente.

Dentro los **tipos de sistemas Hoshin existentes** (dependientes de cada caso particular concerniente) cabe destacar el trazado el Hoshin Anual, orientado a alcanzar los objetivos de mediano a largo plazo, clarificando de este modo un año de actividades concretas.

Por otro lado, el Kanri se basa en el **ciclo PDCA** (véase figura 2-16: Plan-do-check-action), en el cual se entiende como *plan* la elaboración de estrategias y planes de acción, como *do* a la implementación de los planes, al *check* a la evaluación de resultados y *action* a tomar las acciones apropiadas.

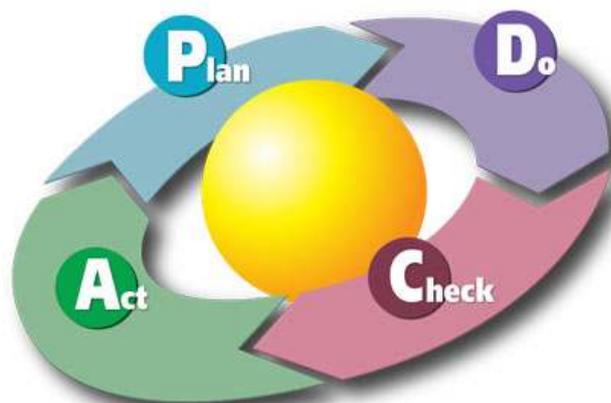


Figura 2-16: Ciclo PDCA. [Jimeno Bernal. 2013]

Es el método para alcanzar los objetivos de manera eficiente, mediante la **elaboración de estrategias** para resolver problemas y planes de acción (Plan), implementando estos planes constantemente (Do), y confirmando si los resultados son como los planeados haciendo una evaluación (Check). Si los resultados esperados no se alcanzaron, se establecen las medidas para no volver a su recurrencia. Si se alcanzan los resultados esperados, se procede a la estandarización de los mismos (Action).

2.4.15. AMFE

El Análisis Modal de Fallos y Efectos es una metodología que se aplica a la hora de diseñar nuevos productos, servicios o procesos, cuya finalidad es **estudiar los posibles fallos futuros** (“modos de fallo”) de nuestro producto para posteriormente clasificarlos según su importancia.

A partir de ahí, obtendremos una lista que nos servirá para priorizar cuáles son los modos de fallo más relevantes que debemos solventar, (bien por ser más peligrosos, más molestos para el usuario, más difíciles de detectar o más frecuentes) y cuáles son los menos relevantes, de los cuales no nos debemos preocupar (bien por ser poco frecuentes, bien por tener muy poco impacto negativo o bien porque son fáciles de detectar por la empresa antes de sacar el producto al mercado).

Los tipos de Análisis AMFE existentes básicamente funcionan igual, teniendo en común las **etapas** en las que están basados. La primera de ellas, la de **enumerar todos los posibles** modos de fallo, en la cual se comienza por crear un grupo de trabajo de 4 ó 5 personas que tengan conocimientos sobre el producto/servicio/proceso que se está desarrollando

Con el grupo reunido, procederemos a enumerar los “modos de fallo” del diseño: los fallos que podría tener el producto acabado, y que pueden ser desde defectos estéticos, funcionales, de seguridad, problemas relacionados con el mal uso, etc.

En la segunda, se establece su **índice de prioridad**, en la cual se clasifica según su importancia, asignando ello a cada modo de fallo tres valores, S, nivel de severidad (gravedad del fallo percibida por el usuario), O, nivel de incidencia (probabilidad de que ocurra el fallo) y D, nivel de detección (probabilidad de que NO detectemos el error antes de que el producto se use).

A cada modo de fallo le **asignaremos un valor** de S, O y D entre 1 y 10. Y una vez estimados S, O y D, los multiplicamos para obtener el NPR (Número de Prioridad de Fallo), que dará un valor entre 1 y 1000 de forma que $NPR=S*O*D$. Este valor nos dirá la importancia del modo de fallo que estamos analizando.

La tercera, es la de **priorizar los modos de fallo** y buscar soluciones, y cuando hayamos calculado el NPR para todos los modos de fallo estudiados, los clasificaremos de mayor a menor siendo los modos de fallo con mayor NPR los que antes debamos solventar.

2.4.16. Seis sigma

Seis sigma es una metodología de mejora de procesos, centrada en la **reducción de la variabilidad** de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de 6 Sigma es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón.

Para ello utiliza **herramientas estadísticas** para la caracterización y el estudio de los procesos, siendo sigma la desviación típica la cual nos transmite una idea de la variabilidad en un proceso. El objetivo de la metodología seis sigma es reducir ésta de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente.

El proceso Seis Sigma (six sigma) se caracteriza por **5 etapas** (Figura 2-17) concretas (DMAIC, Por sus siglas en inglés: Define - Measure - Analyze - Improve - Control).



Figura 2-17: Etapas seis sigma. [wikipedia]

La primera de ellas, definir, consiste en concretar el objetivo del problema o defecto y validarlo, a la vez que se definen los participantes del programa. Tras ella, medir, consistente en entender el funcionamiento actual del problema o defecto.

La tercera, analizar, pretende averiguar las causas reales del problema o defecto para después dar paso a mejorar, que permite determinar las mejoras procurando minimizar la inversión a realizar. Por último, controlar, que se basa en tomar medidas con el fin de garantizar la continuidad de la mejora y valorarla en términos económicos y de satisfacción del cliente.

2.5. La Escuela Lean

Dentro del gran auge que se está produciendo el Lean dentro de las organizaciones, la formación respecto a esta herramienta está cobrando cada vez más importancia. Fruto de ello, como mejora (aplicación propia del propio Lean) nace la figura de las escuelas Lean. [Renault Consulting, 2014].

2.5.1. Introcucción a la Escuela Lean

La Escuela Lean representa un **entorno industrial de 500m²** (véase figura 2-18) en el cual nos podemos encontrar simulando un ambiente formativo único para la enseñanza de Lean, conformando un espacio prometedor, **secreto del éxito**, cuyo fruto es la integración practica de todas las dimensiones del lean.



Figura 2-18: Distribucion escuela lean. [Renault Consulting. 2014]

Ubicada en la Sede **Francisco Mendizábal** de la Escuela de Ingenieros Industriales, los usuarios podrán encontrar en ella los medios técnicos y pedagógicos necesarios para garantizar el mejor de los aprendizajes, entre los que se pueden destacar los puestos de trabajo manuales, los útiles y las herramientas, los simuladores de máquinas semiautomáticas, además de una serie de medios, los de mantenimiento, de transporte, de almacenamiento y embalaje.

Podemos contar también con aplicaciones informáticas, pudiendo practicar la toma de datos, sin olvidar, dentro del ambiente didáctico, una sala de formaciones La unión de todo ello propicia un entorno real, ya que se logra la integración practica de todas las dimensiones del lean en un entorno muy próximo a la realidad empresarial.

Basándose en herramientas actualizadas, se logra apoyar sobre el terreno el **aprendizaje** de las herramientas lean y la transferencia de competencias técnicas (Figura 2-19) más allá de los conceptos teóricos, correctamente orientado debido a la experiencia docente del equipo instructor, con una sólida experiencia adquirida y contrastada en multitud de sectores y empresas de todo el mundo tanto dentro como fuera de la alianza Renault – Nissan.



Figura 2-19: Beneficios escuela Lean. [Renault Consulting, 2014]

Se consigue de este modo superar el reto de presentar de forma práctica y dinámica los conocimientos y **herramientas lean** que permitan convertir a los usuarios de la escuela lean en verdaderos agentes del cambio dentro de sus organizaciones, poniendo a disposición de responsables y agentes del cambio un útil pedagógico innovador real y eficaz para la obtención de resultados, además de ayudar a las empresas en su transformación hacia la excelencia operacional otorgando a los managers y agentes del cambio todas las competencias lean necesarias. A la vez, mejora y refuerza la enseñanza práctica del lean con objeto de incrementar la eficiencia de las organizaciones además de aportar ganancias reales y rápidas en las organizaciones en las que trabajan nuestros alumnos.

Paralelamente, se obtienen los recursos necesarios para **adquirir autonomía** en la puesta en marcha del lean en las organizaciones para hacerlas más competitivas y rentables, así como un aumento de competencias (liderazgo, gestión del cambio y trabajo en equipo por enumerar alguna) con las cuales poder expandir los conocimientos y competencias en el sector mediante una experiencia práctica la cual permite adquirir habilidades necesarias para hacer frente a los retos de un entorno cada vez más global y competitivo a través de la participación en proyectos reales.

2.5.2. Metodología

Las formaciones impartidas en nuestra escuela lean son especialmente ricas dado que permiten practicar, reflexionar, intercambiar impresiones y experimentar las buenas prácticas lean en el terreno, a través de la metodología **learning by doing**, lográndose diversos objetivos, entre los que se puede destacar la lucha por aumentar la competitividad de las organizaciones. Gracias a ella, el lean se sitúa (y más concretamente el lean manufacturing) en el centro de la diana como la mejor de las soluciones.

Con el entorno ya existente, se pone a disposición una serie de **módulos de formación**, los cuales se construyen sobre diferentes configuraciones del taller, permitiendo así a los participantes visualizar las etapas sucesivas de la transformación lean e integrar progresivamente los principios de la eficiencia operacional mediante la experiencia práctica y permitiendo las sucesivas configuraciones observar y corregir todos los despilfarros del lean.

En los **programas de formación** existentes todos los participantes deberán realizar un proyecto real en su organización que les permita aplicar de manera inmediata los conceptos aprendidos en la escuela. Tanto los trabajos realizados como los resultados obtenidos en las jornadas de intersección, son presentados tanto al formador como al resto de participantes.

Un **equipo docente** con alta capacidad pedagógica y dilatada experiencia tiene como misión compartir en base a su experiencia práctica al servicio del alumno, garantizar de este modo el mejor de los aprendizajes y acreditar su capacitación como recursos clave para dirigir un verdadero cambio cultural en sus empresas.

Ofertas formativas, completos programas de formación, del más alto nivel que permitan al alumno alcanzar un gran dominio del lean (herramienta, metodología, claves para la puesta en marcha, pilotaje de un proceso de transformación...) Apuntar que, como ejemplo, los módulos incorporados especializados tales como tpm, kaizen, kanban, vsm...

Con todo ello, se considera la escuela Lean (véase figura 2-20) como una fábrica de experiencias, en la cual los participantes son conducidos a fabricar un imaginativo producto diseñado bajo unos exigentes requisitos pedagógicos, en la cual, y a través de ejercicios prácticos y de simulaciones, se posibilita el enfrentarse a las problemáticas típicas de los procesos, aprendiendo progresivamente a observar identificar los diferentes despilfarros a resolver problemas y a mejorar los procesos de fabricación.



Figura 2-20: Perspectiva de la escuela lean

3. Proceso de Fabricación industrial de mesas

En este capítulo abordaremos las **partes teóricas** que giran en torno a las mesas y su fabricación. Desde sus elementos constituyentes y partes principales, fruto de su funcionalidad, hasta sus materiales más comunes y los procesos de fabricación.

3.1. Descripción de una mesa

Entendiendo como mesa a un mueble formado por un tablero horizontal, sostenido por uno o varios pies, con la altura conveniente para poder realizar alguna **actividad sobre ella** o dejar cosas encima, nace a partir de esa descripción diversidad de tipos de mesa, como la mesa camilla (Mesa redonda provista de una tarima en la que se puede colocar un brasero; normalmente, está cubierta con una tela que llega hasta el suelo.), mesa de hall (mesa pequeña y baja que se coloca en el centro de un salón o living.), mesa de luz o mesa de noche (mesa auxiliar pequeña que se pone junto a la cabecera de la cama) o incluso una mesa de billar (mesa rectangular rodeada de unas bandas elásticas y recubierta de un fieltro, generalmente verde, que se emplea para este juego).

3.1.1. Tablero

La zona superior de la mesa, comúnmente conocida como tablero, tiene como función principal **albergar en su superficie** elementos del tipo según haya sido orientada la utilidad concreta. Las características del tablero dependerán de dicha función, ya que no es lo mismo una mesa de operación de un hospital (de carácter metálico) que la de una cocina sobre la que vamos a comer. Además de su material de construcción, el cual viene definido por la utilidad que va a tener la mesa, otro de los puntos a tratar para definir las características del tablero será sus dimensiones, las cuales pueden variar en función de las necesidades. Este tablero horizontal, a su vez podrá estar decorado.

La altura del tablero al suelo ira definida por las patas, pudiendo oscilar comúnmente entre los 75 y 80 centímetros.

3.1.2. Base

La función de una base para mesa es la de cumplir la función de **estructura**, separando el tablero del suelo a la vez que la proporciona de altura, dotar de estabilidad a todo el conjunto, y en algunos casos, alojar en su propia estructura los accesorios (estanterías o cajoneras por poner un ejemplo). Lo más común son 4 patas, una en cada extremos de la mesa, pero nos podemos encontrar con diversidad de estructuras (consultar figura 3.1), como 2 patas centrales entrelazadas en forma de equis o también de Planos laterales de sujeción.



Figura 3-1: Distintas bases para una mesa. [Ofiprix. 2015]

Su construcción es muy variopinta, y al igual que los tableros, tanto el material como las dimensiones y formas dependen de la utilidad y funcionalidad particularmente requerida.

3.1.3. Accesorios

Como complemento a la función principal, las estructuras de mesas suelen ir acompañadas de **elementos superfluos** (consultar figura 3.2) que les confiera cierta versatilidad de uso. El caso más común es encontrarnos cajoneras o estanterías, las cuales suelen ir anexas a la propia estructura.

Además de éstas, nos podemos encontrar soluciones a casos más particulares, como pueden ser recogedores de cables, soportes para ordenadores de sobremesa, archivadores portátiles con ruedas que permiten su movilidad.



Figura 3-2: diferentes accesorios: Cajoneras, estanterías, books. [Ofiprix 2015]

Veamos a continuación los diversos tipos de madera usados en la construcción de mesas.

3.2. Tipos de materiales usados

A continuación vamos a analizar los tipos de materiales usados para la fabricación de mesas. Comenzaremos con las maderas, luego hablaremos de los materiales metálicos para finalizar con los derivados de los polímeros.

3.2.1. Madera

Basándonos en los materiales, vamos a destacar los diferentes tipos de madera que nos podamos encontrar (consultar figura 3.3), ya que este material es el comúnmente más utilizado en la fabricación (tanto artesanal como industrial) de las mesas, existiendo de igual modo, otro tipo de materiales que no son objeto de este estudio (tales como el cristal, los polímeros, metálicos,...).



Figura 3-3: Distintos tipos de maderas. [wikipedia]

Comencemos con el tipo, **MDF**, también conocido como **DM** o tablero de fibra de **densidad media**. Está fabricado a partir de elementos fibrosos básicos de madera prensados en seco. Se utiliza como aglutinante un adhesivo de resina sintética.

Presenta una estructura uniforme y homogénea y una textura fina que permite que sus dos caras y sus cantos tengan un **acabado perfecto**. Se trabaja prácticamente igual que la madera maciza, pudiéndose fresar y tallar incluso los cantos. La estabilidad dimensional, al contrario que la madera maciza, es óptima, pero su peso es muy elevado. Constituye una base excelente para las chapas de madera. Es perfecto para lacar o pintar. También se puede barnizar. Se encola (con cola blanca) fácilmente y sin problemas.

Su uso está recomendado para construir todo tipo de **muebles** (funcionales o artísticos) en los que el peso no suponga ningún problema. Son una base óptima para lacar. Excelente como tapas de mesas. Se puede utilizar como lienzo para pintar, como base para maquetas, como trasera y fondo de cajones en muebles y como trasera de portafotos, posters y puzzles. También se usa para hacer formas, peanas, para tallar e incluso para hacer esculturas (pegando varios tableros para obtener un grosor adecuado). No es apto para exterior ni condiciones húmedas.

Sus densidades aproximadas están en torno a los 750 Kg/m³, lo que da una equivalencia en peso aproximado a un tablero DM que varía desde los 2kg/ m² para un grosor de 3 mm hasta los 16kg/m² para un grosor de 30 mm pasando por los 6kg/m² para un grosor de 10 mm.

Otro tipo de madera usado es el conocido como **Aglomerado sin cubrir**. Se trata de un tablero fabricado con pequeñas virutas de madera encoladas a presión y sin ningún acabado posterior.

Existen principalmente tres tipos de aglomerado según su fabricación: de una capa, de densidad graduada y de tres capas. En el de una capa las virutas son de tamaño semejante y están distribuidas de manera uniforme, resultando una superficie relativamente basta por lo que no admite bien ningún acabado. El de densidad graduada tiene virutas muy finas en las superficies y más bastas en el núcleo siguiendo una transición uniforme. Su superficie es más suave y permite ciertos acabados.

El de tres capas tiene el núcleo formado por virutas dispuestas entre dos capas exteriores de partículas muy finas de alta densidad y con alta proporción de resina, lo que da lugar a una superficie muy suave y apta para recibir la mayor parte de los acabados y recubrimientos.

Suele ser de color marrón claro moteado y sus cantos son más bastos que la superficie (aglomerado de tres capas). Como consecuencia, los cantos no admiten bien el fresado ni el pintado. Sin embargo su superficie se puede pintar sin problema y admite perfectamente ser chapada o plastificada. Se comercializa en grosores de 10, 16 19 y 30mm La medida normal es de 244 x 122 cm, pero algunos grosores se fabrican también en 366 x 183 cm Es el tablero más barato.

Es recomendable para cualquier función en el que **no quede visto** (partes ocultas de mobiliario, tablero para encima del somier, cabeceros forrados, etc.) o para mobiliario muy barato, provisional o de almacén. Los niños lo utilizan también para secar hojas de árboles entre dos tableros. En construcción se utiliza el aglomerado sin cubrir en división de interiores, como base de cubiertas, enfoscados, montaje de stands, bases para suelos, etc.

No se puede utilizar en condiciones de humedad (exteriores, cuartos de baño, etc.) pues tiende a hincharse y no se recupera con el secado. Para estas condiciones existe el aglomerado hidrófugo que es un tipo de aglomerado al que se le añaden productos químicos que repelen la humedad. Sus densidades aproximadas están en torno a los 550 Kg/m³, lo que da una equivalencia en peso aproximado a un tablero aglomerado que varía desde los 5kg/ m² para un grosor de 10 mm hasta los 12,5kg/ m² para un grosor de 30 mm.

Por otro lado, el **Aglomerado Plastificado** es un aglomerado (de 3 capas) que recibe en sus caras un recubrimiento de melanina (es un tipo de plástico) en colores lisos o de imitación de maderas, granitos, etc. Durante el plastificado se produce la polimerización de la melanina introduciéndose en los poros del tablero y proporcionando un agarre perfecto. La melanina es una barrera contra la humedad, el vapor, los agentes químicos, la erosión y el rayado.

Las **imitaciones de madera** de la melanina son cada vez más perfectas, pues actualmente se utilizan para su fabricación fotos reales de maderas transformadas mediante programas de ordenador, y en algunos casos es difícil distinguirla de una madera barnizada. La melanina puede ser lisa, con acabado poro o catedral, o con acabado lluvia.

El acabado poro o catedral consiste en grabar suavemente la veta de la madera para que sea perceptible a la vista y al tacto. El acabado lluvia es un grabado de pequeñas rayitas a modo de lluvia. El grosor de la melanina determina la calidad del tablero.

Durante el proceso de fabricación se produce la proliferación de la melanina, introduciéndose ésta en el tablero, proporcionando un agarre perfecto. También debido a la proliferación de la melanina, se provoca que ésta fluya en la superficie, proporcionando un cerramiento y un acabado excelente. Debido a estos procesos, el tablero de melanina adquiere unas características propias, que lo hacen más resistente a la acción de agentes externos como el vapor de agua, los agentes químicos, la erosión, el rayado, las altas temperaturas, etc.

No admite ningún tipo de acabado y es necesario rematar los cantos vistos con cinta de cantar o moldura. Se limpia con un trapo húmedo y jabón neutro, por lo que se considera un tablero. Se utiliza principalmente para la construcción de muebles funcionales, económicos y de muy fácil mantenimiento. Ideal para hacer interiores de armarios incluyendo el forrado. No soporta condiciones extremas de humedad y no es resistente al exterior principalmente porque al cantearlo no se produce un sellado perfecto de los mismos.

En el **aglomerado chapado** nos encontramos un aglomerado (de tres capas) al que se le ha pegado en sus caras chapa de madera natural. Viene ya lijado para permitir darle el acabado directamente, aunque siempre conviene pasarle antes una lana de acero 00 ó 000 en el sentido de la veta. Se puede teñir, barnizar, encerar, pintar y lacar. Los cantos vistos hay que rematarlos con cinta de cantar o moldura. No es un tablero muy barato y su precio es muy variable dependiendo del tipo de madera usada en la chapa.

Este tipo de aglomerado es utilizado principalmente para hacer todo tipo de muebles de calidad pudiéndose combinar con listones o partes de madera maciza. Los muebles modernos utilizan este tipo de tablero debido a su belleza y estabilidad dimensional. Tampoco soporta mucha humedad (depende del acabado que se le dé) y no es apto para exterior.

Por el contrario, el **Tabex** es un tablero fabricado a partir de fibras de madera húmedas sometidas a gran presión y elevada temperatura. Para unir las fibras se utilizan resinas naturales contenidas en las mismas. Tiene una cara lisa y otra rugosa y se caracteriza por su extremada dureza. Su color es marrón oscuro y se comercializa en grosor de 3,2 mm. La medida del tablero es de 244 x 122 cm. Existe también perforado para permitir la aireación. Es un tablero barato, con un peso aproximado de 2,5 kg/ m² para un grosor de 3,2mm.

Una variante que nos podemos encontrar es el **Tablex Plastificado**, un tablex al que se le ha recubierto su cara lisa con melanina de colores lisos o de imitación de maderas, granitos etc. Es un complemento de los tableros aglomerados plastificados.

Se utiliza principalmente como traseras de muebles y fondos de cajones a juego con los tableros plastificados. También puede utilizarse como revestimiento decorativo de paredes y forrado de armarios pegándose directamente con masilla de fijación.

Existen diferentes tipos de **contrachapados** según los diferentes usos y en función de la especie de madera utilizada, el tipo de encolado y la calidad de las chapas. La construcción de todos ellos se basa en la superposición de placas o chapas estructurales de madera alternando el sentido de la fibra y pegadas entre sí.

Deben ser simétricos con respecto a la placa o placas centrales (alma). Esta disposición alterna de las fibras (en ángulo recto) es lo que le da una gran estabilidad dimensional, una gran resistencia al alabeo y una no dirección natural de ruptura.

Existe también el **contrachapado al hilo** (las fibras de cada chapa van en la misma dirección) que se utiliza principalmente como sustitutivo de la madera maciza en los laterales de cajones. La calidad de un contrachapado viene dada por la calidad de sus chapas y el tipo de adhesivo empleado en su fabricación.

Entre las clases de contrachapado que nos podemos encontrar, destacando el Contrachapado de interior, al que se le da una utilidad para aplicaciones de interior no estructurales y normalmente tiene una cara de mayor calidad que la otra. Si queremos una utilidad de exterior, hay que escoger un contrachapado de exterior o fenólico. Los hay para exposición total o parcial al exterior y sirve para aplicaciones no estructurales.

Por otro lado podemos trabajar también con **contrachapado náutico**, que son unos contrachapado fenólico estructural de alta calidad con las dos caras de calidad fabricado principalmente para usos náuticos y con los contrachapados estructurales, indicados para usos industriales en los que la resistencia y durabilidad son las características primordiales. Las caras suelen ser de peor calidad.

El **contrachapado de interior** es un tablero muy ligero y no es muy barato debido a su proceso de fabricación. Sus principales usos son la carpintería de interior, traseras y fondos de cajones en muebles de calidad, marquetería, maquetas, manualidades, armazones y embalajes. También puede servir para el forrado decorativo de paredes e interiores de armario. Su peso aproximado oscila entre 1kg/ m² para un grosos de 3 mm hasta 7 kg/ m² para un grosor de 20 mm.

Por último, podemos irnos a **tableros Macizos** tanto de pino como de cualquier otra madera se fabrica a listonado, es decir, pegando listones a tope entre sí. Esto es necesario para obtener tableros anchos y de mayor estabilidad, así como para conseguir un mejor aprovechamiento del tronco. Un tablero macizo de una pieza aparte de no poder ser muy ancho tenderá a arquearse o alabearse a no ser que se obtenga cortándolo radialmente del tronco.

Existen muchas calidades de **tablero macizo** dependiendo de la madera utilizada y de los defectos que tenga. Uno de los tipos utilizado es el Pino Insignis de 1ª calidad (una cara limpia sin nudos y la otra con algún nudo). El Pino Insignis es originario de la costa de California (EE.UU.), pero actualmente se encuentra difundido por muchas partes del Mundo, incluyendo la Cordillera Cantábrica en España.

El tablero listonado de pino macizo es relativamente ligero y tiene mucha más resistencia en la dirección de sus fibras que en la transversal. Para que tenga buena estabilidad es necesario un correcto proceso de secado. Se puede fresar, tallar y su encolado (con cola blanca) no presenta problemas. Se fabrica en multitud de grosores y no es un tablero muy barato debido principalmente al coste de la materia prima. Es de color claro pardo-amarillento y se oscurece relativamente rápido con la exposición a la luz. Aunque viene lijado de fábrica, conviene lijar con lija suave y lana de acero previamente al acabado, para conseguir un resultado óptimo. Se puede teñir, barnizar, encerar, pintar y lacar.

Es recomendable para cualquier tipo de mueble de calidad, aunque se utiliza mucho más para mueble rústico donde el movimiento de la madera tiene menos importancia. La Densidad aproximada del pino insignis es de unos 500 Kg/m³, con un peso aproximado de 9 kg/ m² para un grosor de 18 mm o de 11 kg/ m² para un grosor de 30 mm.

3.2.2. Materiales metálicos

Se consideran **metales** aquellos materiales que son buenos conductores del calor y la electricidad, poseyendo alta densidad y teniendo una elevada capacidad de reflexión de la luz, siendo sólidos en temperaturas normales (excepto el mercurio). Se extraen a partir de los minerales de las rocas, siendo muy importantes en la Tecnología.

Nos referimos a **materiales metálicos** a aquellos cuyo componente principal es el **hierro** (llamándose ferrosos). Ejemplo de Materiales Metálicos son el acero, la fundición, el bronce, el latón, etc. Los materiales metálicos son metales **transformados mediante procesos** físicos y/o químicos a partir de otros metales que podemos encontrar en la naturaleza mezclados con otros elementos, es por eso que necesitamos someterlos algún proceso de limpieza antes de su utilización.

Los principales minerales de los que se extrae el hierro son del a **mena**, y sus variantes. La hematita (mena roja), con un 70% de hierro. La Magnetita (mena negra) con un 72.4% de hierro. La siderita (mena café pobre) con un 48.3% de hierro y la limonita (mena café) con un 60% de hierro

El hierro por sí solo no se suele utilizar como material, es por eso que se le añade carbono para darle mayor dureza y mejorar sus propiedades. El hierro puede aceptar determinadas cantidades de carbón diluidas (carbono), estas cantidades nunca son superiores al 4%. En los casos en los que se rebasa el 4% de carbono el hierro es de muy baja calidad.

De **estas mezclas surgen los metales ferrosos**. El acero es una aleación de hierro y carbono donde la cantidad de carbono no supera el 2% de la cantidad en la aleación. Es un material dúctil, tenaz, maleable, se puede soldar fácilmente, conductor térmico y eléctrico. Su mayor problema es que se corroe y oxida fácilmente, por eso se le suele añadir una capa protectora de cromo y/o níquel. Por ejemplo un acero 18/10 es un acero con 18% de Cromo y el 10% de níquel.

Mientras, la **fundición**, es una aleación de hierro y carbono con un porcentaje en carbono superior al 2% del total de la aleación, pero sin superar el 4%. Es un material muy duro, con gran resistencia al desgaste, de color gris oscuro, resistente a la corrosión. Los principales problemas de la fundición es que no es ni dúctil ni maleable y no se puede soldar, solo se les puede dar forma fundiendo el material en un molde y luego dejándolo enfriar. La ventaja frente al acero es que es más barato.

También nos podemos encontrar el **Hierro Forjado**, también llamado hierro dulce, es hierro con un porcentaje muy bajo en carbono (entre el 0,05% y el 0,025%) siendo una de las variedades de uso comercial con más pureza en hierro. Es un material poco tenaz y puede soldarse mediante forja (dar forma al metal mediante fuego y el martillo, como los herreros). Es duro, maleable y fácilmente y fácilmente maleable con otros metales, sin embargo es un material relativamente frágil.

Además de los materiales con base férrica, nos podemos encontrar los que no la tienen (no ferrosos). Por ejemplo, el **aluminio** se extrae únicamente del mineral conocido con el nombre de bauxita. Es un mineral muy abundante en la naturaleza, de color blanco plateado. Presenta una alta resistencia a la corrosión, es muy blando, muy maleable, dúctil, soldable y tiene baja densidad. También es conductor eléctrico y térmico.

Todos estos materiales y sus variantes nos los podemos encontrar formando parte de las mesas, o en algún caso, formando su estructura integra.

3.2.3. Materiales plasticos

Otro tipo de materiales que nos podemos encontrar en la industria de la fabricación de mesas son los polímeros y sus variantes. Veamos a continuación los 6 tipos de plásticos que nos podemos encontrar.

El ET (**Polietileno tereftalato**) es el plástico más habitual de envases de alimentos y bebidas. Por ejemplo, botellas y botellines de agua mineral. Tarda 150 años o más en descomponerse. Una vez reciclado, se puede utilizar en **muebles**, alfombras, fibras textiles, piezas de automóvil y, ocasionalmente, en nuevos envases de alimentos.

Otro tipo de la familia de los plásticos es el HDPE (**Polietileno de alta densidad**) es versátil y resistente. Se emplea sobre todo para envases de productos de limpieza del hogar, champús, detergentes. Igualmente, se puede ver en envases de leche, zumos, yogur y bolsas de basura. Su tiempo de descomposición supera los 150 años. Si se recicla se puede emplear para obtener tubos, botellas de detergentes, muebles de jardín, etc.

También nos podemos encontrar el PVC (**Cloruro de Polivinilo**) es muy resistente, pero está en desuso en los últimos años. Se puede ver en botellas de agua y de champús. Puede tardar hasta 1.000 años en descomponerse. En caso de que se recicle, se emplea para hacer canalones de carretera, forro para cables, entre otros materiales.

Por otro lado, el PS (**Poliestireno**) es empleado en platos y vasos de usar y tirar, hueveras, bandejas de carne, frutas, envases de yogures etc. Su bajo punto de fusión hace posible que se derrita en contacto con el calor. Incluye el poliestireno expandido, también denominado corcho blanco o poliespán. Puede llegar a tardar en descomponerse hasta 1.000 años.

El LDPE (Polietileno de baja densidad) es un plástico fuerte, flexible y transparente, que se pueden encontrar en algunas botellas o bolsas de plástico de un solo uso. También es el papel film y los envases de yogures. Puede tardar en descomponerse más de 150 años. Si se recicla se puede utilizar de nuevo en contenedores, papeleras, sobres, tuberías o baldosas.

Por último, el PP (**Polipropeno**) tiene un alto punto de fusión, lo cual permite envases capaces de contener líquidos y alimentos calientes. Se suele utilizar en envases médicos, pajitas, botes de ketchup, tapas, champús, etc. Puede tardar en descomponerse entre 100 y 1.000 años. Si se recicla se pueden obtener material para fabricar señales luminosas, cables de batería, escobas, cepillos, bastidores de bicicletas, entre otros.

3.3. Proceso industrial de obtención de madera

La madera es una sustancia dura y resistente (consultar figura 3.4) que constituye el tronco de los árboles; se ha utilizado durante miles de años como combustible, **materia prima** para la fabricación de papel, mobiliario, construcción de viviendas y una gran variedad de utensilios para diversos usos.

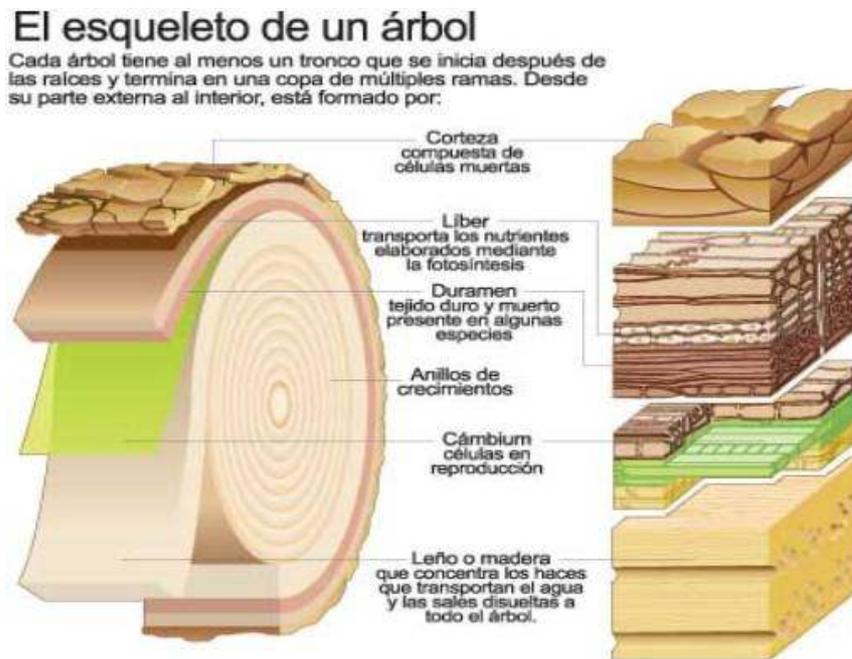


Figura 3-4: Esqueleto de un árbol. [Juardo. 2012]

La madera está compuesta de forma general por dos sustancias, la **celulosa** (aprovechada para fabricar pasta de papel) y la **lignina**. En general cualquier tronco está formado por una serie de partes que se aprecian perfectamente si hacemos un corte transversal a este, siendo las partes del tronco, desde la capa más externa a la capa más interna la Corteza, el Líber, el Duramen, el Cámbium y la propia madera (O leño).

Por tanto, La madera, este noble material, **fabricado por la naturaleza** con un elevado grado de especialización, debe sus atributos a la complejidad de su estructura, estando atravesado por una red de células longitudinales (desde las raíces a la copa) y transversales (desde la médula a la corteza) de distintas características, que dan forma a sus tres componentes químicos básicos: celulosa, semi celulosa y lignina, más otros compuestos secundarios como taninos, gomas, aceites, colorantes y resinas.

El **proceso productivo** de la madera, se divide en varias etapas, comenzando por el cultivo de los propios árboles. En las plantaciones, se considera una edad media de crecimiento para su aprovechamiento de unos 20 años. Una vez llegada la edad adulta, el árbol ya está preparado para su tala, proceso en el cual intervienen los operarios encargados de de cortar el árbol, y de proceder a su limpieza mediante las tareas de quita de ramas, raíces y corteza con el fin de que empiece su secado. Es recomendable que los árboles se los corte en invierno u otoño. Actualmente es obligatorio **replantar** más árboles que los que hayan sido cortados.

Tras ello, en la segunda fase, se realiza el **transporte** desde su lugar de corte al aserradero. Normalmente se hace tirando con maquinaria pero existen casos en los que se aprovecha la existencia de un río cercano para su transporte aguas abajo.

Ya en los **aserraderos**, se procede a su procesamiento, en el cual se comienza con una clasificación automática de los trozos según su diámetro, a fin de asegurar un mayor rendimiento en las líneas de aserrío. Dependiendo de las demandas de los productos (vigas, tablas) y las características de cada trozo, un programa de software especializado permite aprovechar el trozo de madera en forma óptima, de acuerdo a las especificaciones requeridas por los mercados nacionales e internacionales.

La madera aserrada (tablas), tras un proceso de secado, tiene la posibilidad de tres destinos, la exportación a otros países, la re manufactura, en la cual la madera es llevada a otras plantas de procesamiento, donde se obtienen piezas y diversos tipos de molduras, y el mercado Nacional, en el que la madera es comercializada directamente en todo el país (sin secado).

Los subproductos generados en este proceso industrial son **aprovechados**, ya sea como astillas, para abastecer las plantas de celulosa, o como astillas combustibles para abastecer a los secadores de madera de los mismos aserraderos. De igual modo, el serrín y otros despuntes pueden ser utilizados por una empresa termoeléctrica, para generar electricidad.

En el proceso, en una primera etapa de **preparación de materia prima** se optimizan los anchos, el cepillado y la clasificación en distintos grados de calidad para dar paso a una segunda fase en la que la madera es trozada en líneas manuales y automáticas, con el fin de eliminar los defectos, para, a continuación, separar las piezas libres de nudos de largura de hasta 6 metros de largo.

Tras ella, se procesa en distintas líneas orientadas a los productos finales, tales como las moldureras, para el caso de las molduras, o las líneas de encolado de canto o línea de encolado de cara, para los productos laminados. Las principales máquinas para estos últimos productos son procesadoras de líneas de colas, prensas tanto frías como de radio frecuencia, escuadradoras y lijadoras.

Por último, antes de estar lista para su uso, se procede al control de calidad, etiquetado, empaquetado, y despacho, tanto a puerto para los productos de exportación, como directamente a las instalaciones de los clientes en el mercado nacional.

3.4. Proceso manual de fabricación de una mesa

La fabricación de mesas puede constar de elementos de distinta naturaleza, ya que existe multitud de materiales para formar un mismo conjunto. Esto es debido a que dependiendo de cada caso particular, las pautas o pasos a seguir serán bien distintos. Para particularizar, nos vamos a centrar en la producción de mesas que tiene como base el material de la madera, ya que en el ámbito industrial es el que más funcionalidad aporta y el que menor grado de tecnificación en cuanto a herramientas para tratar necesita.

Según hemos visto con anterioridad, partimos de que la mesa está formada por el tablero horizontal y por la base (patas, estanterías, cajones, etc.) vamos a dividir nuestro proceso de fabricación según figura 3.5.

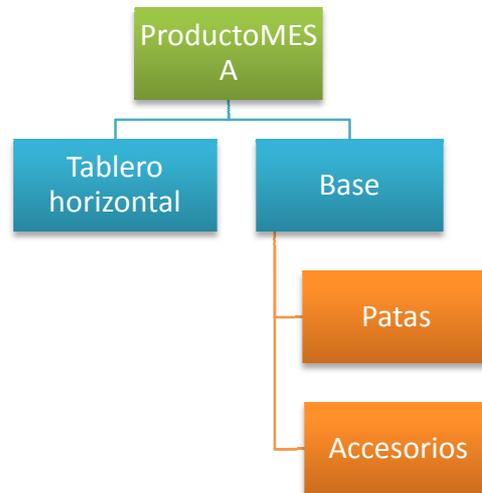


Figura 3-5: Diagrama de fabricación

3.4.1. Proceso de producción del tablero horizontal

Los pasos a seguir dentro del proceso productivo del tablero siguen en la mayoría de los casos el mismo patrón (consultar flujo representado en la *Figura 3.6.*). Como vista general, cabe apuntar que en primer lugar se recepciona y se almacena la madera que más tarde formará parte del tablero horizontal, para posteriormente realizar el trazado que servirá de referencia para realizar el corte y el cepillado. En caso de ser necesario, se realiza un proceso de enchapado. Posteriormente la madera se pule y se desbasta. Ya, por último, se almacena como producto en curso.



Figura 3-6. Flujo de la madera del tablero horizontal

La primera etapa a considerar es la **recepción de la madera**, en la cual se recibe la materia prima (madera) que formará parte del tablero horizontal y se verifica que cubra las especificaciones marcadas (que no esté rota, pandeada, con excesivos nudos o grietas, etc.) Además, se debe verificar el grado de humedad de la madera (deberá ser bajo), con el fin de no tener defectos o inconvenientes en el proceso de fabricación.

Posteriormente se procede al **almacenamiento de la materia prima** en la cual la madera recibida se almacena en el almacén de materia prima a la espera de su posterior procesamiento.

Una vez preparada, y teniendo ya definidas y elaborados los patrones de las piezas que serán cortadas, se **transporta al área de trazado**, etapa en la cual se procede a realizar el trazo (consultar figura 3.7.) de las piezas sobre la madera. En este paso se debe verificar la precisión de su medida, ya que un defecto se arrastraría, lo que provocaría un fallo difícilmente subsanable.



Figura 3-7: Trazo sobre la pieza.

De este modo, la madera, previo **transporte al área de corte** en la cual la madera se transporta al área de corte, ya está en condiciones de poder ser **cortada o aserrada**, paso en el cual se procede a realizar el corte dimensionado de la madera una vez que ya han sido con anterioridad trazados adecuadamente la longitud, el ancho y el espesor de las piezas de los muebles, con el objetivo de que sin llegar a precisar aun la forma exacta de las piezas, se tenga ya una pieza más manejable. Comúnmente, y para evitar torcerse, suelen utilizarse sierra de corte circular.

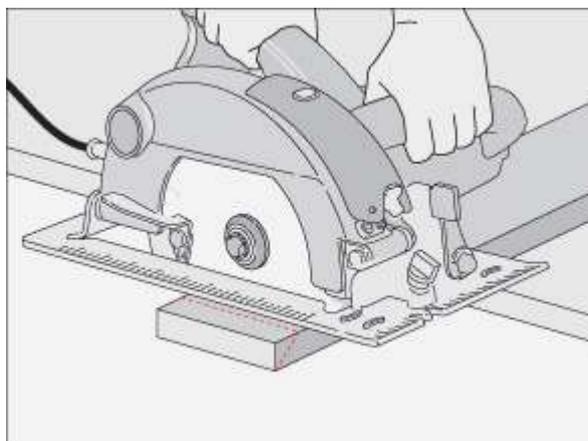


Figura 3-8: Sierra de rasgado

Tras este paso previo, la madera dimensionada es cortada con una forma precisa de las piezas mediante una sierra de rasgado (Ver figura 3.8). En este paso además, una vez cortadas las piezas en las dimensiones precisas, se aprovecha para elaborar sobre las piezas todos los procesos necesarios en un futuro, tales como agujeros necesarios para el ensamble. Con el fin de darle un buen acabado, se procede al **cepillado** mediante un cepillo de superficie simple o de doble superficie (figura 3.9). La pieza queda perfectamente preparada para **transporte al área de enchapado** (en caso de ser necesario) o **al área de pulido o alisado**.



Figura 3-9: Cepillado

El **enchapado** solamente se realiza cuando se usan paneles de madera (ver figura 3.10), es decir cuando la parte superior de la mesa es de fibra de madera o de paneles contrachapados. Los paneles de madera pueden ser encolados por los bordes para aumentar su longitud o por los lados para aumentar su espesor. Cuando la parte superior de la mesa está fabricada adecuadamente y su encolado se ha preparado y aplicado correctamente, la unión es tan resistente como si fuera de madera sólida.



Figura 3-10: Enchapado de madera

Alrededor del 60% de la producción de las partes de una mesa se termina en el proceso de **pulido**. En esta fase la madera se procesa mediante innumerables técnicas (por rasgado, corte transversal, aserrado radial, aserrado en surcos, trabajo con dados, aserrado acanalado, tallado, perforado, esmerilado, lijado y entallado de espigas,) de forma tal que se consigue dar forma a las distintas partes de la mesa de acuerdo al tipo de diseño y aplicación.

Tras este proceso un poco intrusivo, la madera necesita ser procesada mediante un proceso de **Desbastado**, en el cual una vez que las piezas han sido cortadas, ajustadas, chaflanadas, biseladas y talladas (ver figura 3.11), es necesario eliminar completamente las huellas del cepillo y las marcas del aserrado mediante un proceso de lijado.



Figura 3-11: Tallado en madera

Este proceso requiere de una técnica correcta, así como de muchas máquinas (tales como afiladoras, sierras eléctricas, sierras radiales, sierras manuales, cepillos, taladros y máquinas lijadoras).

Una vez realizado todo esto, solo nos queda **Transportar al almacén de producto en curso**, en el cual los tableros horizontales se almacenan como producto en curso.

3.4.2. Proceso de producción de la base

Antes de fabricar la base de una mesa debemos saber si ésta está formada por patas o por una cajonera o estantería, ya que el proceso de producción será diferente.

En el caso de que la base esté formada por patas se seguirá el siguiente proceso. En primer lugar se recibe y se almacena la madera que más tarde formará parte de las patas. Posteriormente se hace el trazado sobre dicha madera y se realizan el corte y el cepillado. Una vez realizado el corte y el cepillado, la madera se tornea y se desbasta. Por último se almacena como producto en curso. El flujo de la madera que formará parte de las patas de la base queda representado en la Figura 3.12.

Si la base está formada por una cajonera (estanterías, cajones, etc.) el proceso a seguir será ligeramente diferente. En primer lugar, al igual que con las patas, se recibe y se almacena la madera que más tarde formará parte de la cajonera.



Figura 3-12. Flujo de la madera de las patas

Posteriormente se hace el trazado sobre dicha madera y se realizan el corte y el cepillado. Una vez realizado el corte y el cepillado, la madera se pule y se desbasta. Una vez que las piezas están listas, se realiza el montaje de la cajonera. Por último, la cajonera se almacena como producto en curso. El flujo de la madera que formará parte de la base queda representado en la Figura 3.13.

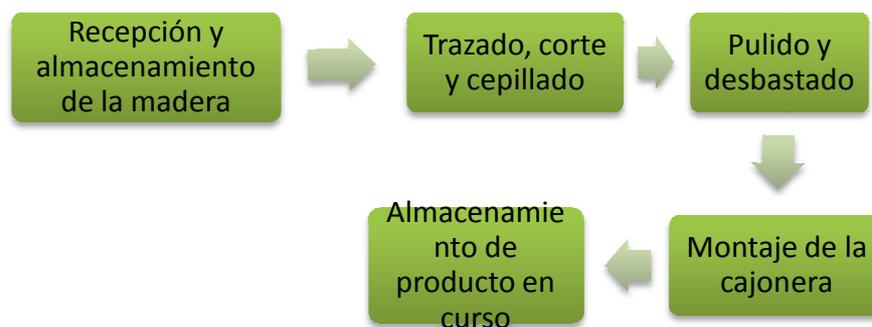


Figura 3-13. Flujo de la madera de la cajonera

Las diferentes operaciones que debemos realizar para conseguir la base de la mesa comienzan, al igual que con el tablero, con la **recepción de la madera** en la cual se recibe la materia prima (madera) que formará parte de la base de la mesa, verificando en esta etapa que cubra las especificaciones marcadas en cuanto a calidad (que no esté rota, pandeada, con excesivos nudos o grietas, etc.) y humedad. La madera recibida se almacena en el **almacén de materia prima**, desde el cual es **transportada al área de trazado** donde se procede, previa elaboración de los patrones de las piezas que serán cortadas (los cuales deberán verificar la precisión de su medida) a realizar el trazo de las piezas sobre la madera.

Una vez trazadas adecuadamente las dimensiones, se **transporta al área de corte** donde se procede a realizar el corte dimensionado de la madera. En esta etapa de corte la madera dimensionada es cortada con la forma precisa de las piezas mediante sierra circular. Una vez cortadas las piezas en las dimensiones precisas se deberán elaborar sobre las piezas los agujeros de sección circular o rectangular necesarios para el ensamble. Tras su corte, se procede al posterior **cepillado** con el fin de darle un buen acabado.

Con la pieza ya **pulida o alisado**, las piezas que proceden del área de corte, y que formarán parte de las patas, se **transporta al área de torneado**, donde mediante esta técnica se modelan las patas de la mesa mediante el proceso básico del torneado consistente en trabajar y pulir la madera mientras gira en una plataforma para conseguir figuras curvas (ver Figura 3.14).



Figura 3-14. Proceso de torneado manual. [Monografías]

Tras este paso, y al igual que sucedió con el tablero, se procede al posterior **desbastado** donde recordemos que las huellas del cepillo y las marcas del aserrado son eliminadas completamente por un proceso de lijado y su posterior **transporte al almacén de producto en curso**, para su posterior **Ensamble** en el cual las piezas que forman parte de la cajonera se ensamblan mediante pegamento, tornillo y/o clavos.

3.4.3. Proceso de montaje de mesas

Una vez que tenemos las diferentes partes de la mesa listas para ser montadas, el siguiente paso será realizar el montaje de la mesa. Las diferentes operaciones que debemos ejecutar para realizar el montaje de la mesa son, partiendo del **transporte al área de ensamble** donde las piezas cortadas y pre acabadas que formarán parte de la mesa (tablero horizontal y patas) se transportan para proceder a su **ensamble** mediante pegamento, tornillos y/o clavos (ver figura 3.15), asegurando la firmeza de los muebles.



Figura 3-15: Diferentes tipos de ensamble. [Monografías]

Una vez ensambladas, las piezas se transportan al área de **Acabado** superficial en el que se requiere una técnica altamente desarrollada consistente en la aplicación de protectores en la superficie de la mesa, que además le aportan belleza. Las piezas ensambladas posteriormente se liján para eliminar las imperfecciones que pudiera tener la madera.

Tras esta operación solo queda el **Transporte y almacenamiento en el almacén de producto terminado**, donde antes de proceder al almacenamiento de los muebles se deberán proteger con cartón las aristas y las partes susceptibles de roce. Para ello se utilizan flejes plásticos que fijan el cartón al mueble. Finalmente las mesas se almacenan para su distribución (Figura 3.16).



Figura 3-16. Productos ensamblados y almacenados. [Monografías]

En el apéndice 9.32 se muestra el diagrama sinóptico del proceso de fabricación de mesas de madera [Serrano, 2014].

3.5. Catalogo de mesas de oficina

Dentro del ámbito comercial, nos encontramos un amplio abanico de modelos de mesas. Si atendemos a catálogos comerciales, nos encontramos una gran variedad de modelos, y una clasificación por categorías que se repite. El primer tipo de mesas (véase en figura 3-17) son las conocidas como modulares de oficina, que nos permite aprovechar el espacio ya que se de acuerdo a nuestro espacio.



Figura 3-17: Mesas modulares de oficina. [Ofripix 2015]

Existe también una clasificación referida a mesas baratas o económicas, en las cuales prima el precio sobre las demás características, permitiéndonos soluciones asequibles a la vez que provechosas. Un ejemplo lo podemos observar en la figura 3-18.



Figura 3-18: Mesas economicas. [Ofripix 2015]

Las mesas modernas o de diseño están últimamente instalándose en el mercado debido a su pincelada de exclusividad. En la siguiente figura (3-19) se pueden ver un ejemplo.



Figura 3-19: Mesas modernas o de diseño. [Ofripix 2015]

Con fin de solucionar las exigencias particulares de cada cliente, también están a nuestra disposición las mesas a medida. Un tipo particular de estas soluciones adaptadas son, como las de la figura3-20, las mesas de tipo en L.



Figura 3-20: Mesas a medida. [Ofripix 2015]

Ya por último destacar las mesas de tipo clásicas como la de la figura 3-21.



Figura 3-21: Mesas tipo clasica. [Ofripix 2015]

3.6. Instalaciones Básicas

Las instalaciones necesarias para una empresa de fabricación y montaje de mesas incluyen, de forma generalizada tanto aéreas genéricas, tales como almacén de materia prima, almacén de producto en curso, almacén de producto terminado, oficina administrativa, área de descanso, aseos, enfermería y área de mantenimiento; como aéreas específicas de los trabajos concretos que se requieran (área de trazado, área de corte, área de enchapado, área de pulido o alisado, área de ensamble, área de acabado,...).

A grandes rasgos, y sin entrar en detalle ya que no es objeto de este proyecto, vamos a comentar algunas generalidades en cuanto a las instalaciones más comunes. Comenzamos con el **almacén de materia prima**, destinado a almacenar la madera que será posteriormente transformada en los tableros y Planos necesarios en el proceso.

Para dicha preparación, en cada caso concreto (no se puede generalizar, si no que particularmente habría que conocer necesidades) serán necesarios unos pasos o acciones intermedias concretas específicas, como pueden ser los realizados en la **zona** destinada a realizar el **trazado** de las piezas sobre la madera antes de ser procesadas (siguiendo los patrones de las medidas requeridas para cada caso).

Tras la delimitación de las características dimensionales de cada pieza, se procede a realizar los tajos en el **área de corte** para posteriormente procesar la madera mediante un tratamiento necesario (tal como puede ser un cepillado de las piezas) en el **área de preparación** de madera (tratamiento), la cual es una zona reservada para realizar las tareas específicas que sean requeridas para cada concreto (enchapado, pulido, alisado, tratamiento superficial...).

Dichas piezas una vez estén preparadas, pasan al **almacén de producto en curso** donde están aguardando en condiciones óptimas de conservación hasta el momento de ser ensamblados.

Estando las piezas ya preparadas para ser montadas, pasarán por la zona de fabricación o **área de ensamble**, en la que se realizan los procesos necesarios para llegar a formar el producto terminado. Una vez que el proceso ha finalizado correctamente, el producto terminado se guarda en el **almacén de producto terminado**. Almacén donde se guardan las mesas terminadas.

Pueden tener cabida otro tipos de espacios, tales como **áreas de retoques** en los cual se ubican las piezas no conformes a la espera de su tratamiento final, o bien de reacondicionamiento, o bien de desecho para su reutilización.

4. Descripción del conjunto mesa

A continuación, y tras haber tratado correctamente todos los aspectos teóricos concernientes, vamos a definir las pautas de funcionamiento prácticas para conseguir satisfactoriamente la fabricación de nuestro producto.

4.1. Definición del conjunto mesa

El producto que ha sido diseñado, y el que va a ser objeto de estudio en este trabajo, es una **reproducción a escala** de una mesa de estudio real. Como ya ha sido comentado con anterioridad, el conjunto concerniente está compuesto por tres partes: el tablero (3 tamaños), la base (2 tipos diferentes) y los accesorios (baldas y cajones).

Fruto de la combinación de estos tres elementos, se obtienen la **diversidad de productos** finales. De todos los modelos posibles, únicamente uno será objeto de un análisis pormenorizado, siendo las conclusiones extrapolables al ámbito global de la diversidad de productos. Cabe resaltar que todas las cotas están condicionadas a un grosor utilizado de madera de 5 cm. A continuación, en el siguiente sinóptico (figura 4.1), veamos un ejemplo inicial de las partes con el fin de tener una idea global antes de adentrarnos a analizar cada parte una por una.

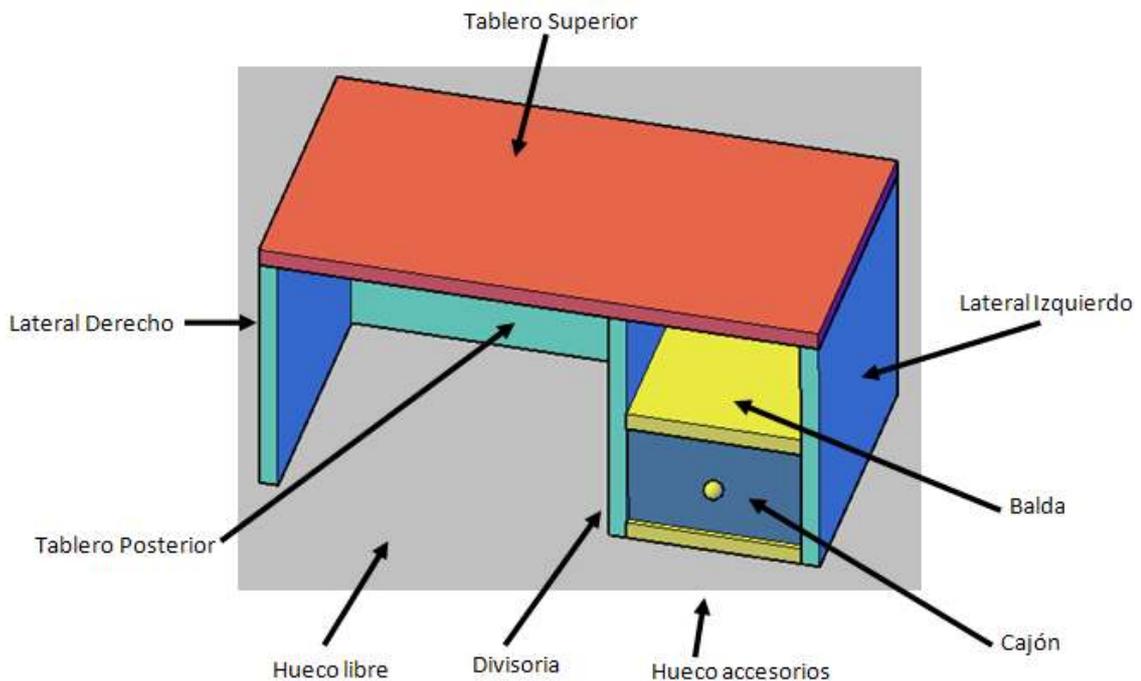


Figura 4-1: Sinóptico general del producto

4.1.1. Tipos diferentes de mesas existentes

Nuestra clasificación de los tipos diferentes de mesas que nos podemos encontrar se construye fundamentalmente a partir de los **tres tamaños diferentes** de tableros superiores existentes (cuya profundidad es la misma, variado la anchura total). En base a dicho aspecto, surgen los distintos tipos de mesas existentes según el tipo de soportes o accesorios seleccionados.

Teniendo como base el **tablero pequeño**, nos encontramos con dos tipos de mesas existentes. Cabe destacar que ambas tienen unas idénticas medidas totales (1,30 x 0,80 x 0,85). La primera configuración resultante (mostrada en la figura 4.2) es la mesa con patas (Modelo P1).

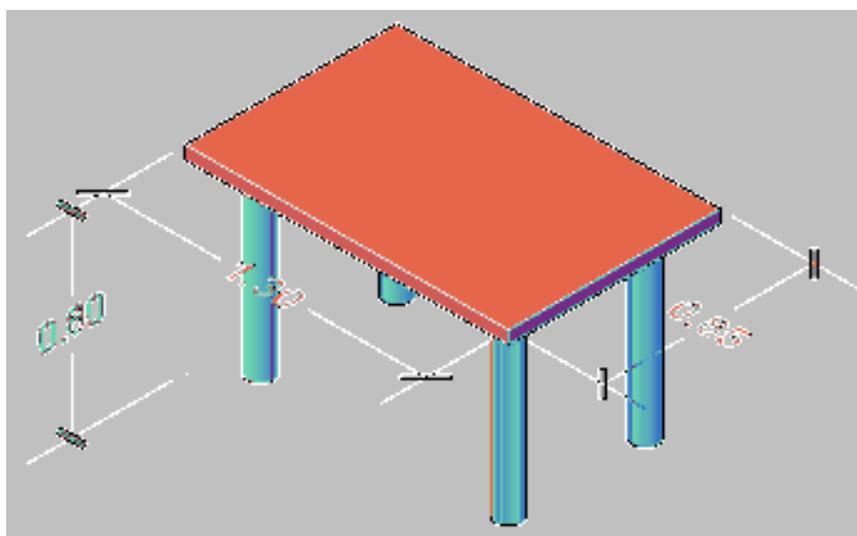


Figura 4-2: Modelo P1

Existe además, con esta misma configuración de tamaño de tablero (la pequeña), otra mesa más robusta cuyo soporte está basado en tres Planos (dos laterales más uno posterior). A continuación se muestra en la siguiente figura (4.3) una visión global de este tipo de mesa, el cual constituye nuestro modelo P2.

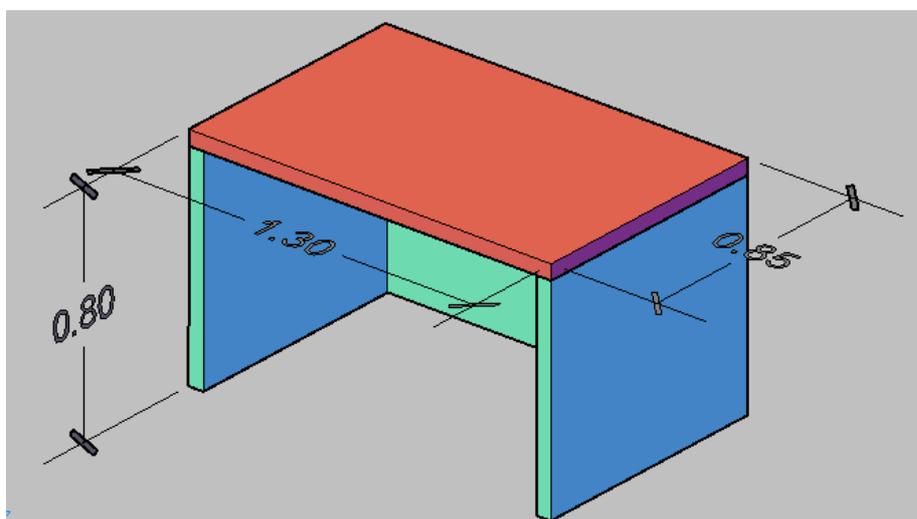


Figura 4-3: Modelo P2

El siguiente modelo está fabricado a partir de un tablero superior de **tamaño medio**, lo cual nos posibilita tener cabida en su interior capacidad para alojar bien a un lado, o bien al otro, un conjunto de accesorios. En la siguiente figura (4.4) se muestran ambos tipos de modelos existentes. El modelo P3 con accesorio a la izquierda, y el modelo P4 con accesorios a la derecha.

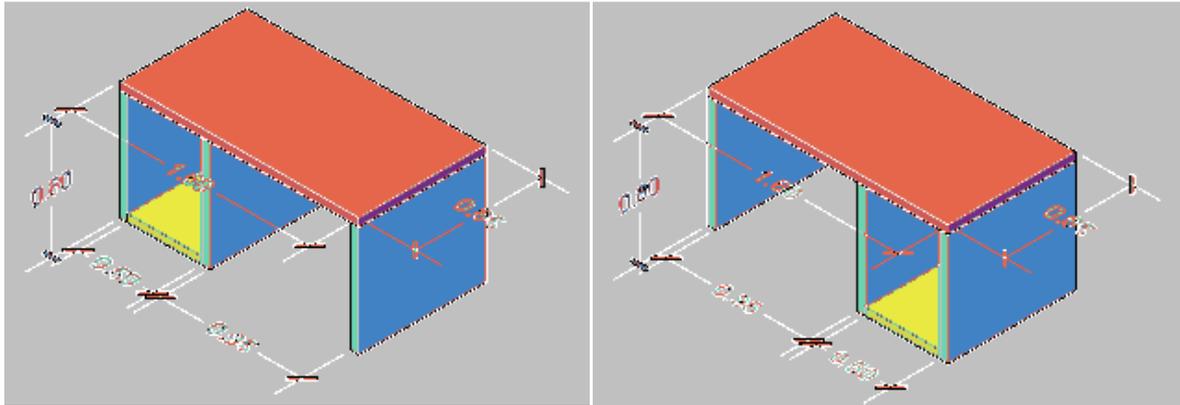


Figura 4-4: Modelos P3 y P4

Los diferentes tipos de accesorios existentes serán tratados en el punto 4.1.2., lo cual confiere a nuestra configuración una gran variedad de posibilidad de elementos constructivos. Se puede resaltar en este tipo de mesa, que, manteniendo la altura y la profundidad de los modelos anteriores, nos permite un reparto de anchura total de 0,95 m para la zona de trabajo y de 0,50 m destinada a la zona de accesorios.

La **tercera posibilidad** existente dentro de nuestro espacio de trabajo es la denominada mesa grande (ya que su tablero superior es el de máximas dimensiones posibles, en este caso de 2,15 de anchura total). Manteniendo constante la anchura de trabajo (hueco libre de 0,95 para un espesor de madera de 5 cm) se han habilitado ambos lados con el fin de albergar accesorios. A continuación (figura 4-5) se muestra el sinóptico de este modelo de mesa, el modelo P5.

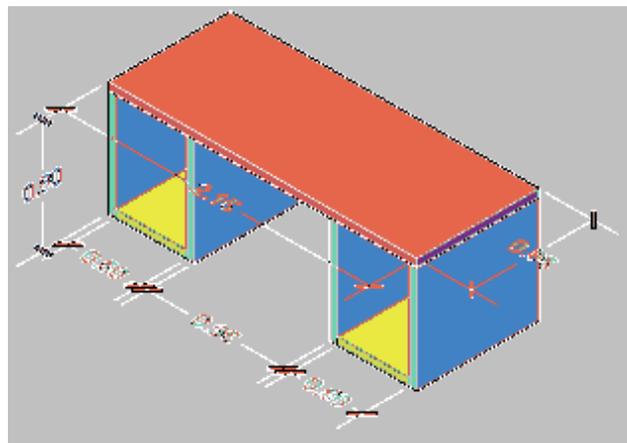


Figura 4-5: Modelos P5

A partir de estos tres tipos de modelos básicos, (a excepción de los modelos P1 y P2 que no permiten accesorios) nace una multitud de posibilidades de modelos diferentes a fabricar.

4.1.2. Tipos diferentes de accesorios existentes

En cuanto los **huecos** orientados a albergar **accesorios**, nos encontramos la posibilidad de contar con un hueco grande, dos medianos o tres pequeños. Dentro de estos huecos, además de la posibilidad de simplemente constar de las baldas, se posibilita a albergar en su interior unos cajones (ya sea bien de tamaño pequeño o grande), de tal forma que sean fácilmente intercambiables además de extraíbles en su totalidad.

En cuanto a los accesorios de **baldas**, cabe destacar que se apoyan sobre, por un lado, los laterales de la mesa y, por otro, sobre una divisoria; por detrás, sobre el tablero posterior, lo que le confiere al sistema una gran robustez y estabilidad, por lo que es posible alojar en su interior elementos de gran peso.

El modelo de **hueco mayor** (definido en la figura 4.6) está constituido (más adelante codificado con "M") únicamente por la balda inferior y la balda divisoria, arrojando unas medidas interiores máximas de 0,7 por 0,5 m. En su interior no tiene cabida ningún elemento diseñado a tal efecto, si bien es cierto que puede albergar tantos elementos como sean compatibles en base a una funcionalidad concreta requerida.

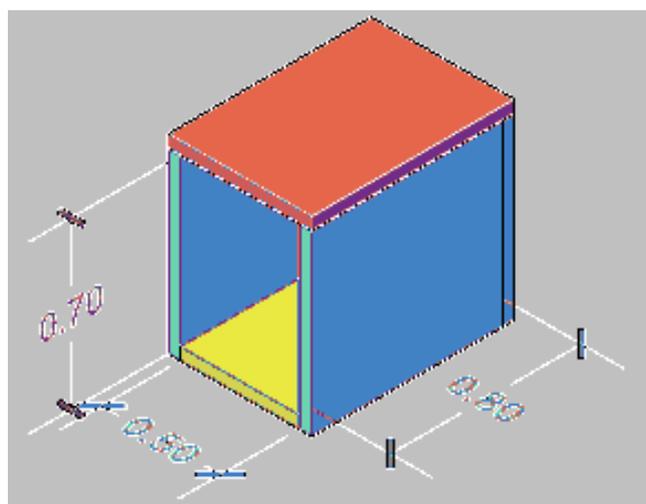


Figura 4-6: Accesorio hueco mayor "M"

El modelo **intermedio** (figura 4.7), a mayores de la divisoria y la balda inferior, consta de una balda intermedia. Para este modelo sí que ha sido diseñado un tipo de cajón específico. Estos elementos están centrados con respecto su fijación en los laterales y divisoria, lo que permite que tengan un idéntico hueco interior

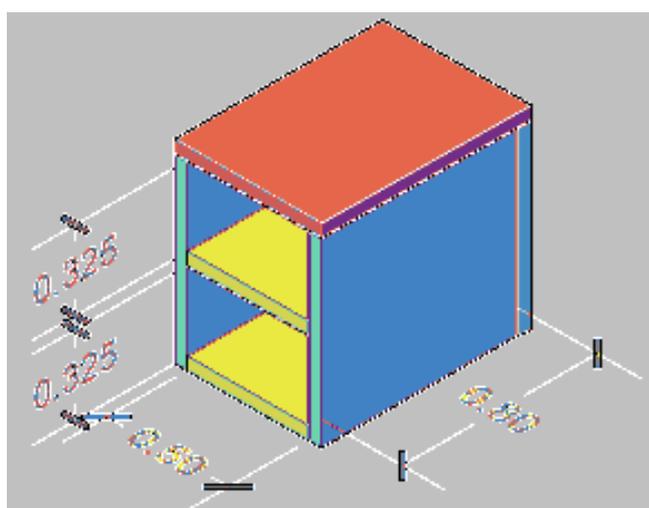


Figura 4-7: Accesorio hueco intermedio "I"

En el caso del modelo intermedio (al que le corresponderá posteriormente la codificación “I”) se sacrifica un poco el espacio ganando en versatilidad. Posee dos huecos de 0,325m por 0,5m de distancia libre, sin olvidar de una profundidad de 0,8 m.

El último caso posible de accesorio propuesto es el de **tres huecos**, cada uno de ellos con una altura libre de 0,2m y una anchura libre de 0,5m con una profundidad de 0,8m (Recordar que estos datos son válidos para el grosor establecido de trabajo de 5 cm).

Este tipo de accesorio existente será codificado con la nomenclatura “P”. No nos tenemos que olvidar que dentro de los huecos libres de los accesorios intermedio y pequeño, pueden tener cabida los **cajones**. Dichos cajones, tanto los alojados en el hueco de 0,2m como los alojados en el hueco de 0.325, tienen las mismas medidas internas libres (descritas en la figura 4.8).

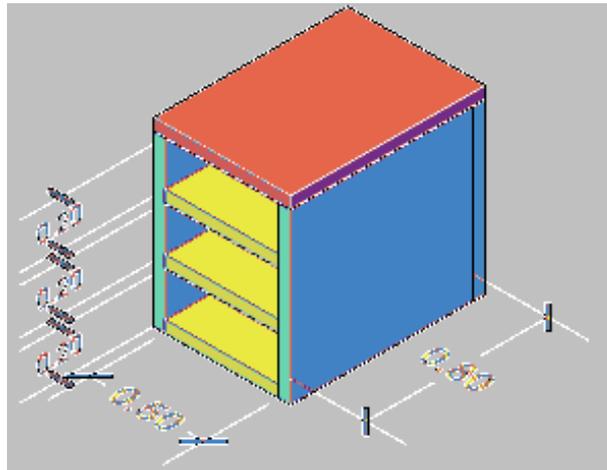


Figura 4-8: Accesorio hueco pequeño “P”

Dichos cajones están formados en su conjunto por un suelo, dos laterales, un frontal y un fondo, tal y como se muestra en la figura 4.9.

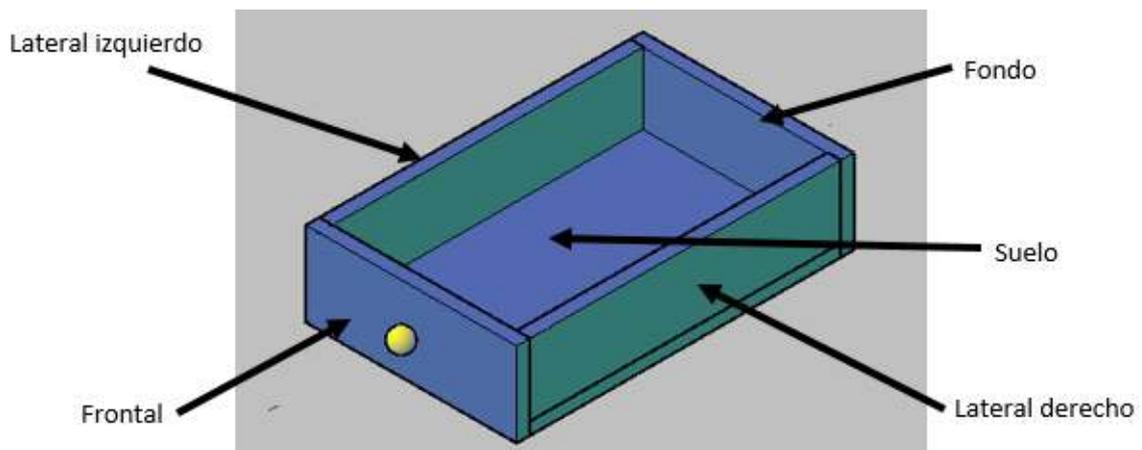


Figura 4-9: Cajonera

Para un espesor de trabajo de 0,03m a la hora de fabricar el cajón, nos encontramos con unas medidas de hueco libre de 0,17m x 0,74m x 0,44m Dichas medidas se pueden consultar en la figura 4-10. A la hora de codificar los cajones, nos vamos a encontrar con la letra “O” para el hueco de balda libre y con la letra “X” para el hueco ocupado por cajón.

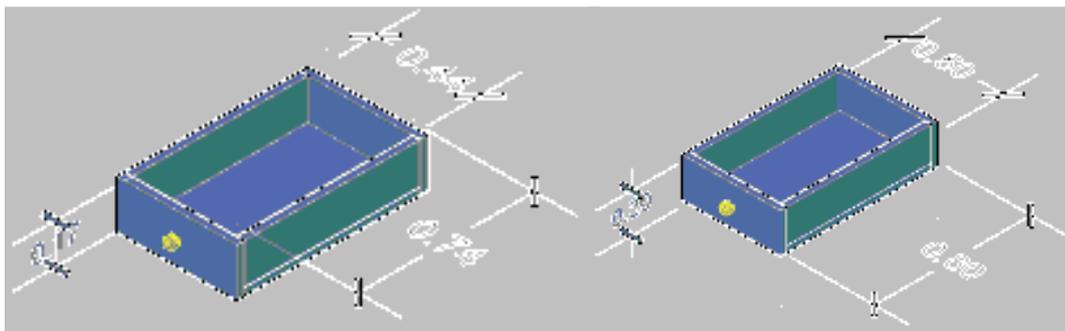


Figura 4-10: medidas interior y exterior de los cajones

La diferencia existente entre los cajones para hueco “I” y los cajones para hueco “P” son la tapa frontal del cajón, tal y como se puede comprobar en la figura 4-11.

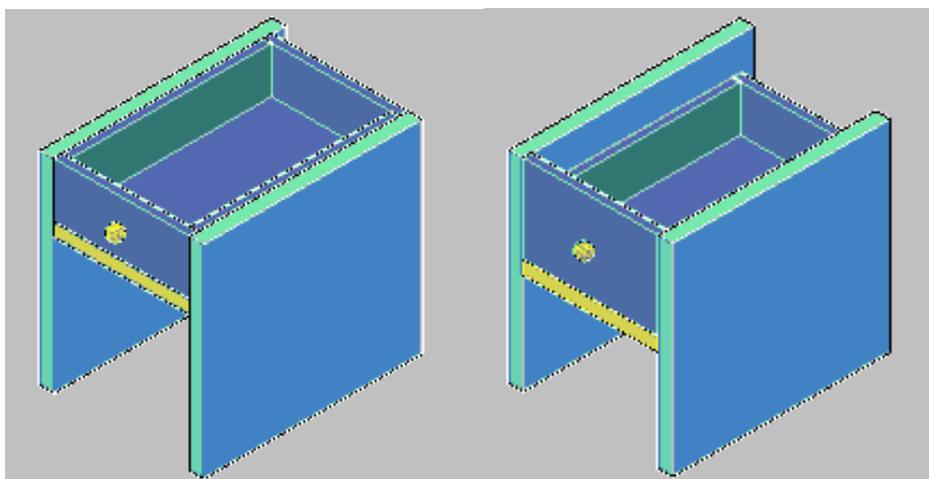


Figura 4-11: Cajones (X) en hueco pequeño (P) e intermedio (I)

4.2. Catalogo de productos: Variabilidad

Ya con todas las características de los componentes descritos, vamos a conocer las **diferentes posibilidades** que nos podemos encontrar.

Dichas posibilidades, tal y como se han descrito anteriormente, están codificadas con la finalidad de poder resumir en una única línea de código el tipo de mesa con el que estamos trabajando, evitando de este modo muchos problemas a la hora de la descripción del tipo de nuestro producto.

Recordemos que nuestras posibilidades, comienzan con el tipo de configuración de mesa. P1, mesa pequeña con patas; P2, mesa pequeña con tablas; P3, mesa mediana con accesorios a la izquierda; P4, mesa mediana con accesorios a la derecha y P5, mesa grande. Por otro lado, dentro de los accesorios disponibles, tenemos huecos “M” (mayores, los grandes) huecos intermedios (“I”, de 0,325m) y huecos pequeños (“P”, de 0,2 m).

e la combinación de todas las posibilidades existentes (figura 4-12), obtenemos un resultado de 17 configuraciones básicas de mesa.

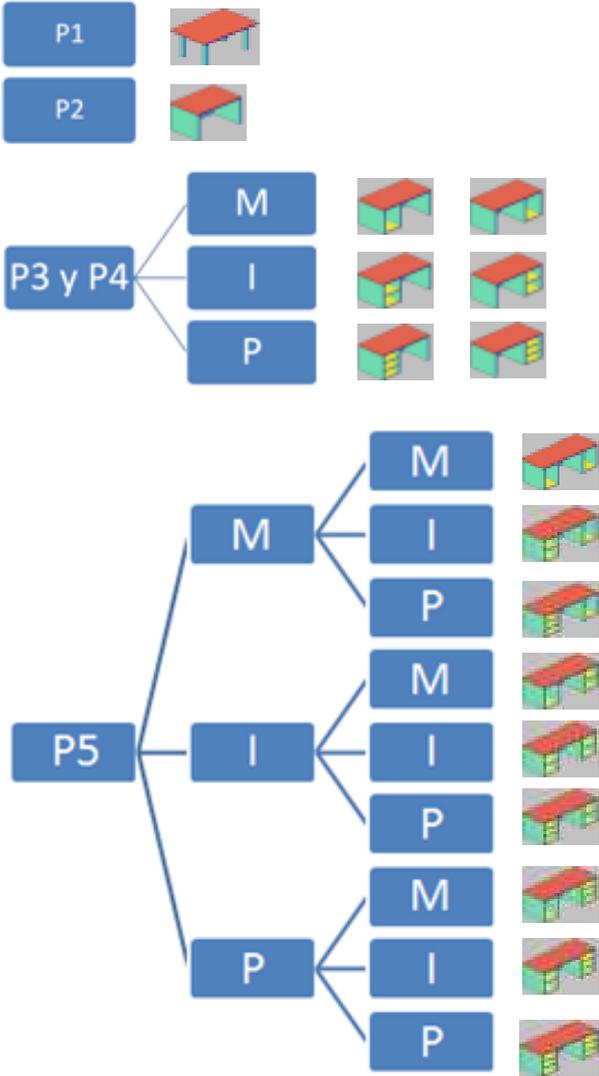


Figura 4-12: Posibilidades básicas

Estos productos tipos básicos terminados pueden ser consultados en el apéndice 9.3 con sus respectivas representaciones gráficas incluidas.

No nos olvidemos que en estos huecos, codificamos con un “O” cuando está vacío, y con una “X” cuando contiene cajón. Todo ello se puede consultar resumido en las siguientes figuras (4.13. y 4.14.).

Hueco 2				
Superior	O	O	X	X
Inferior	O	X	O	X
Codificación	OO	OX	XO	XX

Figura 4-13: Codificación 2 huecos

Hueco 3								
Superior	O	O	O	X	O	X	X	X
Intermedio	O	O	X	O	X	O	X	X
Inferior	O	X	O	O	X	X	O	X
Codificación	OOO	OOX	OXO	XOO	OXX	XOX	XXO	XXX

Figura 4-14: Codificación 2 huecos

Teniendo en cuenta todo lo anterior, podemos obtener la siguiente tabla resumen (Figura 4.15), en la cual se ven resumidas todas las configuraciones y sus respectivas codificaciones básicas.

Núm.	Configuración	Balda		Codificación	Combinaciones
		Izda	Dcha		
1	P1	-	-	P1	1
2	P2	-	-	P2	1
3	P3	M	-	P3	1
4	P3	I	-	P3.OO	4
5	P3	P	-	P3.OOO	8
6	P4	-	M	P4	1
7	P4	-	I	P4.OO	4
8	P4	-	P	P4.OOO	8
9	P5	M	M	P5	1
10	P5	M	I	P5.M.OO	4
11	P5	M	P	P5.M.OOO	8
12	P5	I	M	P5.OO.M	4
13	P5	I	I	P5.OO.OO	16
14	P5	I	P	P5.OO.OOO	32
15	P5	P	M	P5.OOO.M	8
16	P5	P	I	P5.OOO.OO	32
17	P5	P	P	P5.OOO.OOO	64
					197

Figura 4-15: Clasificación global

En ella podemos destacar que nuestra variabilidad es de 197 modelos diferentes de producto. Como ejemplo, veamos el modelo P5.OX.XXO (Figura 4-16). P5, tablero grande; OX, 2 accesorios a la izquierda, arriba vacío, abajo con cajón, y XXO, accesorios derecha, dos de arriba cajón, abajo libre.

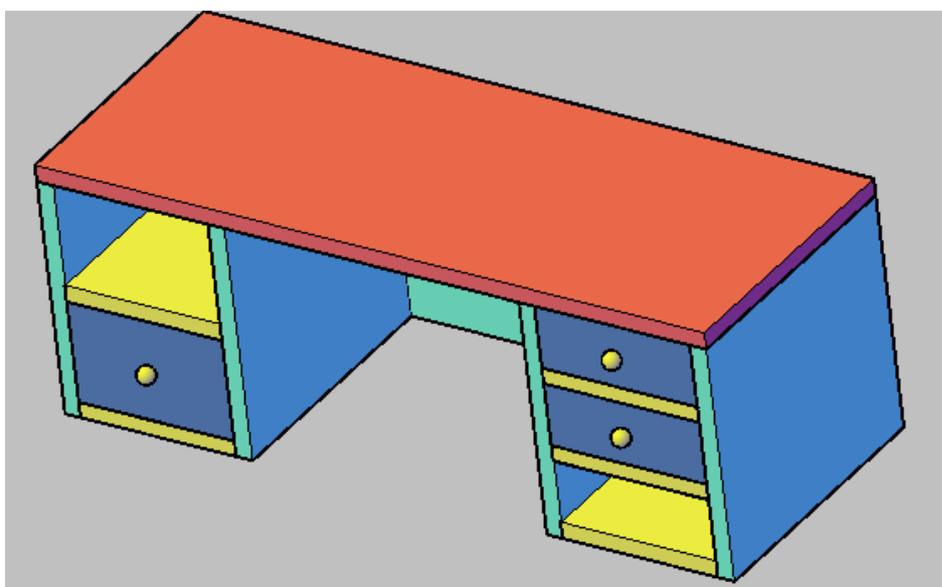


Figura 4-16: Modelo P5.OX.XXO

4.3. Componentes necesarios

Con el fin de que la fabricación de la mesa sea factible, vamos a proceder a describir todas las **piezas necesarias** en su conjunto con el fin de elaborar una breve pero concisa descripción con el fin de tener definidos todos los aspectos concernientes a todos y cada uno de los elementos existentes. Realizaremos una definición global tanto de la descripción de cada pieza como de su cometido y sus puntos clave, recordando que en el apéndice 9 están los Planos acotados para la fabricación de las piezas. Todas las piezas comparten unas tolerancias de fabricación preestablecidas, tanto a nivel geométrico en cuanto a planicidad, paralelismo, perpendicularidad como a nivel de acabado superficial tras el proceso de lijado.

Un punto importante es el comprobar que tras la fabricación, todos los Planos que forman todos los vértices existentes están totalmente perpendiculares ($90^\circ \pm 0,1^\circ$), ya que de ello depende que el resultado a la hora del montaje sea conforme, debido que de esta característica depende que todos los componentes queden totalmente perpendiculares y paralelos, posibilitando por ejemplo, que dentro del hueco de accesorios se pueda alojar el cajón.

Comenzaremos con las **patas** que conforman el soporte del modelo P1. Están compuestas por 4 patas por mesa de forma cilíndrica, con unas medidas (características en la figura 4-17) de 0,75m de alto por 0,1m de diámetro.

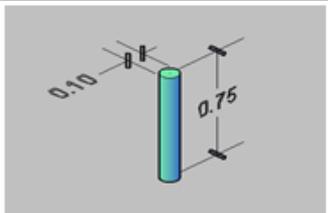
Referencia	Denominación	Representación	Medidas	
			Altura	Diámetro
C01	Patatas		0,75	0,1

Figura 4-17: Componente C01. Pata.

Las patas, unidas al tablero pequeño (figura 4-18) conformarían la estructura básica de montaje del producto P1.

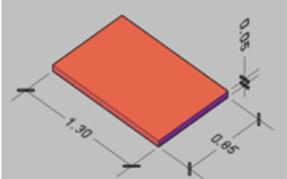
Referencia	Denominación	Representación	Medidas		
			Longitud	Anchura	Altura
C02	Tablero arriba pequeño patas		1,30	0,85	0,05

Figura 4-18: Componente C02. Tablero horizontal pequeño.

Los **diferentes tablero existentes**, el ya mencionado C02 y los que a continuación se detallan (el C03 y el C04) tienen todos ellos la misma profundidad (0,85m) y grosor (recordemos que en este caso genérico estamos usando 0,05m). La diferencia radica en la anchura de la mesa para el tablero mediano (C03 en la figura 4-19) es de 1,6m.

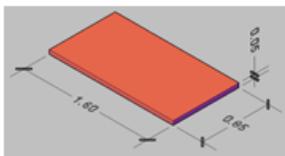
Referencia	Denominación	Representación	Medidas		
			Longitud	Anchura	Altura
C03	Tablero arriba mediano		1,60	0,85	0,05

Figura 4-19: Componente C03. Tablero Horizontal mediano.

Por el contrario, para el tablero de mayores dimensiones, estamos usando una anchura de 2,15 m (mostrado en la figura 4-20).

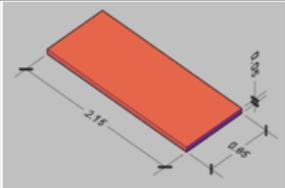
Referencia	Denominación	Representación	Medidas		
			Longitud	Anchura	Altura
C04	Tablero arriba grande		2,15	0,85	0,05

Figura 4-20: Componente C04. Tablero Horizontal grande.

Como habíamos visto con anterioridad, la base del resto de las mesas (dejando aparte la P1 cuya base constituida por patas) está formada mediante tres Planos, los laterales (derecho e izquierdo) y el trasero, cuya anchura va en función del tipo de tablero horizontal usado para la construcción de nuestro producto mesa.

Ambos **planos laterales** (figura 4-21), son intercambiables, teniendo ambos las medidas de 0,85m por 0,75m con un grosor de 0,05m Cabe destacar que la profundidad corresponde con la de los tableros, por lo cual es fácil deducir que tienen por tanto la misma profundidad.

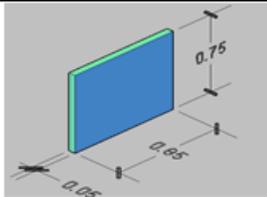
Referencia	Denominación	Representación	Medidas		
			Longitud	Anchura	Altura
C05	Planos derecho e izquierdo		0,85	0,05	0,75

Figura 4-21: Componente C05. Plano lateral.

En cambio, la diferencia de profundidad (correspondiente a la medida de longitud de nuestra descripción) entre los Planos laterales que conforman la base y la **divisoria** es el grosor (en nuestro caso particular 0,05m) por lo que nuestro componente C06 (figura 4-22), consta de una profundidad de 0,80m, coincidiendo en altura (0,75m) con el resto de los Planos.

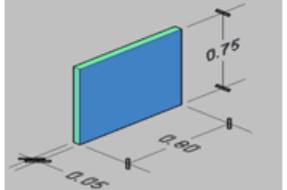
Referencia	Denominación	Representación	Medidas		
			Longitud	Anchura	Altura
C06	Divisoria		0,80	0,05	0,75

Figura 4-22: Componente C06. Plano divisorio.

Para conformar la estructura de la base, ya solamente nos falta el **tablero posterior** o trasero. Al igual que los tableros horizontales superiores, existen tres medidas. La más pequeña, la concerniente al componente C07 (figura 4-23) es de 1,20m de longitud (anchura en una vista frontal) por 0,75m de altura; esta medida coincide con la largura de las patas C01 y del resto de Planos (laterales y divisoria).

Por tanto, todas las piezas que conforman la estructura de la base están por igual en contacto tanto con la pieza superior del tablero como del suelo.

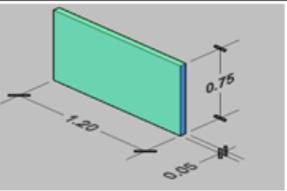
Referencia	Denominación	Representación	Medidas		
			Longitud	Anchura	Altura
C07	Plano trasero pequeño		1,20	0,05	0,75

Figura 4-23: Componente C07. Plano trasero pequeño.

El componente C08 (figura 4-24) corresponde a la medida media del tablero superior (C03). Hay que connotar que la componente de la medida catalogada como longitud de una y otra pieza tiene una diferencia de dos veces el grosor (correspondiente a los dos lados), por lo que en este caso, y manteniéndose la altura semejante a 0,75m estamos en el caso de 1,50m.

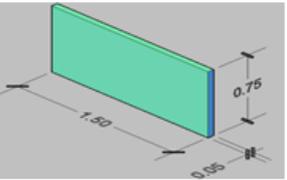
Referencia	Denominación	Representación	Medidas		
			Longitud	Anchura	Altura
C08	Plano trasero mediano		1,50	0,05	0,75

Figura 4-24: Componente C08. Plano trasero mediano.

Ya como último Plano trasero, mostrado en la figura 4-25, nos encontramos al correspondiente al componente C04, medida de longitud a la cual si la quitamos dos veces el grosor, quedando un resultado de 2.05m con una medida de la altura que permanece sin modificarse con respecto a sus homologas en 0,75m.

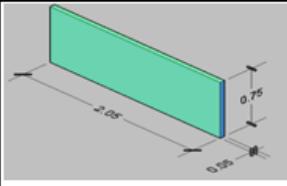
Referencia	Denominación	Representación	Medidas		
			Longitud	Anchura	Altura
C09	Plano trasero grande		2,05	0,05	0,75

Figura 4-25: Componente C09 Plano trasero grande.

En este caso, la medida seleccionada ha sido 0,5m Este componente (figura 4-26) es común tanto a la ubicación inferior de los accesorios (está en contacto con el suelo) como a la separación de los huecos cuando se trata de accesorios del tipo intermedio (“I”) como pequeño (“P”). El hueco del accesorio queda por tanto delimitado inferiormente por la balda, a ambos lados por los paneles laterales de la base y la divisoria, superiormente por el tablero horizontal y en profundidad por el Plano trasero.

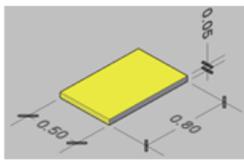
Referencia	Denominación	Representación	Medidas		
			Longitud	Anchura	Altura
C10	Balda estantería		0,50	0,80	0,05

Figura 4-26: Componente C10. Balda.

Con la estructura básica compuesta por el tablero superior y la estructura que compone la base ya definida, vamos a proceder a desgranar los **accesorios**. El elemento que le confiere de anchura al hueco de accesorio es la balda.

Para terminar con la descripción detallada de los componentes falta adentrarse a lo correspondiente al cajón, el cual está formado por un conjunto de componentes que incluyen dos laterales, un fondo, un frontal (de dos tamaños diferentes, para hueco pequeño y para hueco intermedio) y un suelo. Antes de comenzar la descripción, recordar que para este caso particular, el grosor escogido para la fabricación del cajón ha sido de 0,03m.

Por otro lado, la forma constructiva del conjunto que conforma el **cajón** está definido de tal forma que tanto la parte frontal como el fondo tengan el mismo tamaño, coincidiendo (con la salvedad de las tolerancias de fabricación y montaje) con el hueco libre que queda en el accesorio. Esta característica condiciona el diseño del resto de las piezas, ya que si bien es cierto que el hueco tiene una profundidad de 0,8m hay que restar dos espesores (en nuestro caso 0,03m) para obtener la profundidad del resto de las piezas, estableciendo la premisa de que el cajón, una vez introducido en el hueco, quede a ras (sin sobresalir ni quedar espacio).

A la hora de facilitar el alojamiento del conjunto montado del cajón en el interior de la zona de accesorios, se ha establecido un criterio por el cual, aun teniendo las mismas medidas nominales, algunas cotas de fabricación de partes del cajón cuentan con tolerancias negativas de -0,5 cm.

Nos referimos concretamente las alturas que atañan a la piezas C11 (17cm – 0,5cm), C13 (20 cm – 0,5cm), y C14 (32,5 cm – 0,5cm) y a las anchuras (0,5 a cada lado) de las piezas C12 C13 y C14 (todas ellas con 50cm – 1cm).

Por último, destacar que se ha tenido en cuenta que el suelo del cajón sea de la anchura total del hueco, estableciendo de este modo que los laterales vayan por encima del suelo. Dicho todo esto, comenzamos la descripción de la primera de las piezas (componente C11, figura 4-27), los laterales necesarios (dos por cada cajón) para la fabricación del cajón. Evaluando lo anteriormente descrito, lo cual condiciona las medidas del cajón, obtenemos un resultado de 0,74m de profundidad (medida longitud en nuestra descripción) que no es más que el resultado de la profundidad total del hueco (0,80m) menos dos espesores (0,06m, 0.03m por cada una) por 0,17m de altura (nos olvidemos de la tolerancia de fabricación), resultado de substraer de la altura total del hueco pequeño (0,2m), una vez el espesor (0,03m).

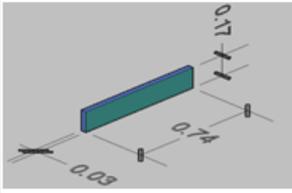
Referencia	Denominación	Representación	Medidas		
			Longitud	Anchura	Altura
C11	Cajonera lateral		0,74	0,03	0,17

Figura 4-27: Componente C11. Lateral cajonera.

La parte inferior del cajón, sobre el que irán apoyados los laterales, el componente C12 (descrita en la figura 4-28) tiene unas medidas cuyo ancho coincide con la anchura del hueco (0,50m, tolerancia de fabricación aparte) y una longitud de 0,74m (la profundidad total del hueco menos dos veces el espesor).

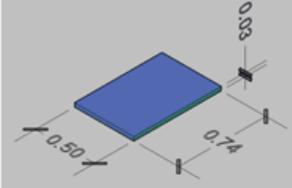
Referencia	Denominación	Representación	Medidas		
			Longitud	Anchura	Altura
C12	Cajonera base abajo		0,74	0,50	0,03

Figura 4-28: Componente C12. Suelo cajonera.

Una vez conformado tanto en suelo como los laterales del cajón, que son comunes en las dos configuraciones de cajón, tanto para el hueco intermedio como para el pequeño, ya solo nos queda para poder conseguir la funcionalidad requerida de poder albergar objetos, un frente y una parte de atrás. En el caso del hueco pequeño, los dos componentes C13, las piezas son iguales (salvo el detalle del tirador), con unas medidas descritas en la figura 4-29, coincidentes con las medidas del hueco (en este caso 0,50m por 0,20m tolerancias de fabricación aparte).

Descripción del conjunto mesa

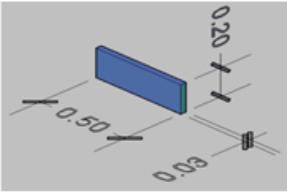
Referencia	Denominación	Representación	Medidas		
			Longitud	Anchura	Altura
C13	Cajonera fondo atrás		0,50	0,03	0,20

Figura 4-29: Componente C13. Fondo cajonera.

En el caso particular de hueco intermedio, la única diferencia existente es el cambio de la pieza delantera, medidas que vienen condicionadas por las medidas del hueco intermedio. En este caso, según se describe en la figura 4-30, el componente C14 es un poco más alta, concretamente sin tener las tolerancias de fabricación en cuenta de 0,325m (por los 0,20m que tenía su homóloga para hueco pequeño) mientras que el ancho sigue coincidiendo (0,50m menos la tolerancia)

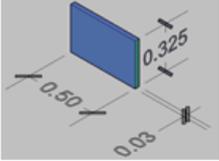
Referencia	Denominación	Representación	Medidas		
			Longitud	Anchura	Altura
C14	Cajonera delante frente grande		0,50	0,03	0,33

Figura 4-30: Componente C14. Frontal cajonera.

Por último, se ha escogido una **esfera** (Componente C15) de 0,05m de diámetro (según se muestra en la figura 4-31) con el fin de cumplir la función de tirador, facilitando de este modo la extracción del cajón.

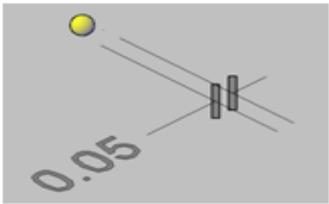
Referencia	Denominación	Representación	Diámetro
C15	Esfera		0,05

Figura 4-31: Componente C16. Esfera tirador.

Cabe destacar que el hueco del accesorio con respecto al tamaño externo del cajón tiene que ser compatible en cuanto a tamaño, ya que un cajón más grande que el hueco imposibilitaría la posibilidad de alojar en su interior la cajonera. Tanto estos detalles, como otros reseñables serán tratados en el capítulo correspondiente de normas de control.

De esta forma, estamos ya en condiciones de fijar unas pautas de funcionamiento a la hora de llevar a cabo la fabricación del producto. En el siguiente capítulo, por tanto, se abordara esta cuestión.

4.4. Instalaciones necesarias y distribución

Dentro de nuestras instalaciones, vamos a contar con las zonas específicas que a continuación pasamos a detallar. Comenzamos con el **almacén de materia prima**, lugar en el cual se almacena la madera (materia prima) sobre la que posteriormente se realizarán todas las acciones necesarias para conformar nuestros componentes, que debidamente ensamblados, conformarán el producto final. En sí, y propiamente dicho, cabe destacar que esta zona no aporta valor y nos incurre en unos gastos de mantenimiento y conservación.

Partiendo del almacén de materia prima, nuestros materiales inician el camino hacia el **área de preparación** de madera (y/o de tratamiento), una zona reservada para realizar las tareas específicas que sean requeridas para cada concreto a la hora de convertir la materia prima en producto intermedio en condiciones de poder ser ensamblado. En nuestro caso concreto, se tratará de un **corte** a las medidas necesarias anteriormente definidas en el proceso de **trazado** además de un proceso de **perforación** el cual permite a los elementos de ensamble realizar su función. También se pueden realizar en esta área tareas de conformidad, tales como enchapados de la zona cortada o cepillado para eliminar restos y virutas.

Una vez preparada, la materia prima se convierte el producto en curso, el cual temporalmente y hasta el momento de ser ensamblado, permanece en el **almacén de producto en curso**, que al igual del almacén de materia prima, es un lugar destinado a almacenar los componentes intermedios antes de ser ensamblados.

Teniendo ya todas las piezas ya preparadas y acondicionadas, están en disposición de poder pasar al **área de fabricación o producción**, en la cual los componentes son ensamblados acordes a los criterios necesarios con el fin de conformar el producto final acabado.

Una vez el producto haya salido de la zona de fabricación, en el caso de estar conforme es trasladado al **almacén de producto terminado**, donde se guardan las mesas terminadas, mientras que si no es conforme se puede habilitar una zona de no conformidad, incluso en ese mismo almacén, con el fin de tratar o solucionar las anomalías.

5. Montaje de Mesa tipo

Una vez definidas ya las características técnicas de los componentes, para conseguir satisfacer y cumplir de este modo con los objetivos de realización de un prototipo y de una configuración inicial de la escuela lean, ya solo nos queda definir unas pautas de fabricación.

Nos referimos tanto a los puestos de trabajos definidos como los procedimientos necesarios para la fabricación de la mesa.

5.1. Punto de salida

Partiendo de unas características ya anteriormente pre-establecidas y **definidas** en cuanto a número de componentes como a productos terminados se refiere, se pretende (y se logra) definir una estructura de trabajo que haga realidad las intenciones iniciales, posibilitando de este modo alcanzar, lograr y superar los objetivos iniciales a los que nos enfrentábamos.

Tenemos que recordar, para tener bien fijados los criterios y conseguir una óptima concurrencia hacia la solución exigida, que necesitamos dar solución al planteamiento inicial de hacer realidad el montaje de **197 tipos diferentes de mesas**, compuestas por **15 piezas**, de la forma más eficiente posible, y logrando una versatilidad que aporte flexibilidad a nuestro proceso.

De esta manera, llegar a ser en un futuro implantado en la escuela lean, pudiéndose de este modo ser susceptible de poder poner en práctica y de este modo poder aplicar las herramientas lean existentes.

A partir de todo ello, hemos propuesto una serie de procedimientos (11 en total) en los cuales todas las tareas necesarias para la fabricación de nuestro producto mesa se van realizando. Dichos procedimientos, son abordados con especial tipo de detalle con el fin de que todos los puntos queden bien definidos. Los citados procedimientos, han sido diseñados de tal forma que permitan una fabricación lineal del producto.

Dicha organización puede ser consultada en la (Figura 5-1), en la cual vienen definidos los aspectos representativos de todos y cada uno de los procedimientos con fin de abordar de una forma completa.

De forma paralela, han sido establecidos los 5 puestos de trabajo en los cuales las operaciones serán realizadas, de tal modo que se aporta al conjunto una gran versatilidad y potencia de aplicación futura de herramientas lean para mejorar el proceso, logrando así converger en otro de los objetivos iniciales.

Veamos, pues, el diagrama de flujo propuesto. A continuación pasemos a explicar lo concerniente a la fabricación de nuestro producto mesa.

5.2. Diagrama de Flujo propuesto

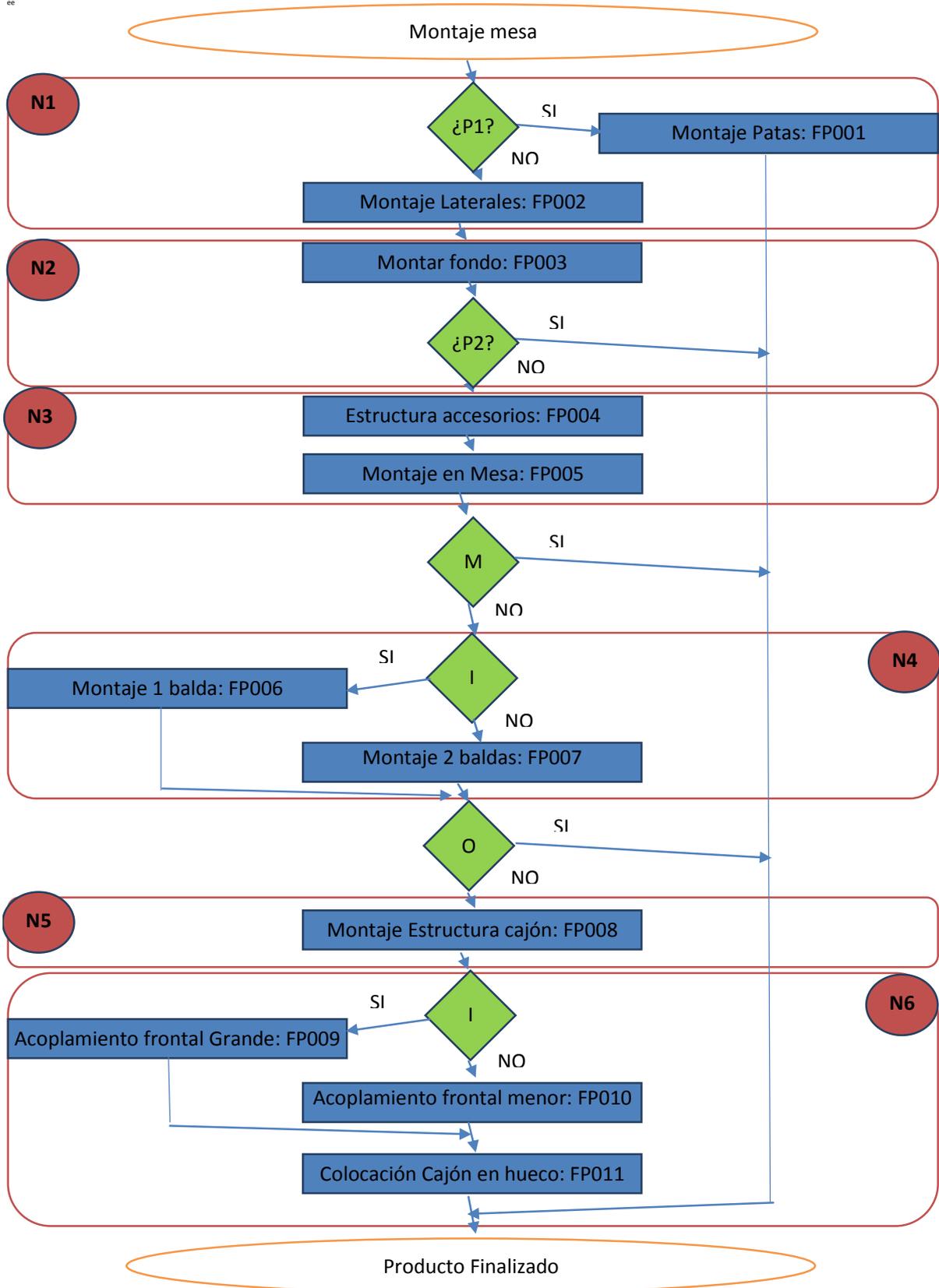


Figura 5-1: Diagrama de flujo

5.3. Procedimientos propuestos

Nuestro proceso de fabricación comienza teniendo definida a priori el tipo de producto que vamos a fabricar. De este modo, cabe destacar que se ha tomado como referencia prioritaria el **tamaño de la mesa**, mejor dicho, el tipo de tablero horizontal superior (recordemos, dentro de los 3 existentes). Por tanto, lo primero que nos preguntamos es estamos ante el caso de fabricación de una mesa del tipo P1 (tablero pequeño, patas cilíndricas).

En caso afirmativo, a partir de 4 patas cilíndricas (4xC01) y un tablero de inferior tamaño (1xC02), pasamos a fabricar nuestro P1 (figura 5-2) según ficha de procedimiento “**FP001: Montaje de patas**” (apéndice 9.21). Tras este proceso, el producto ya sería un producto final acabado (**P1, producto finalizado**).

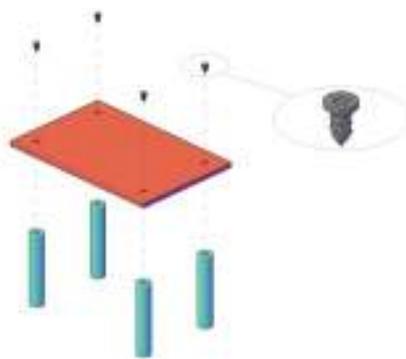


Figura 5-2: Procedimiento montaje P1 (FP001)

En caso negativo, de no tratarse de una mesa P1, seleccionaremos el tablero en concreto (C02, C03 o C04) al cual uniremos los laterales correspondientes (2xC05) según procedimiento “**FP002: Montaje Laterales**” (apéndice 9.22).

Tras efectuar la colocación de los laterales, obtenemos el producto en curso N°1 (PC01). Aplicando producto concreto que se está fabricando (en este caso el P5), la codificación resultante es una combinación de ambos términos anteriores (PC01P5) (Figura 5-3).

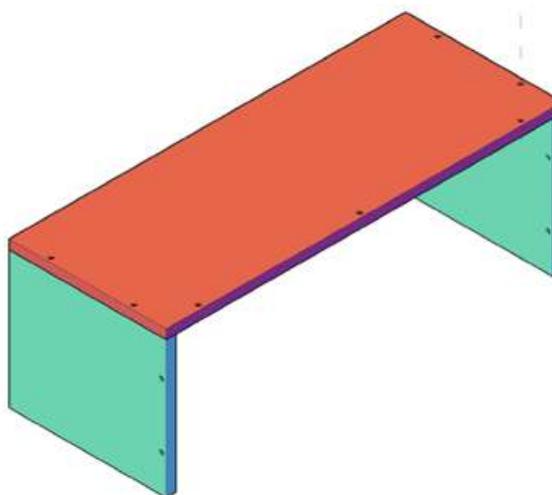


Figura 5-3: Producto en curso N°1 (PC01)

El siguiente paso necesario para dar por finalizada la realización de la estructura base es el de la colocación de la parte trasera (1xC07, 1xC08 o 1xC09) correspondiente al modelo en curso.

Dicho procedimiento, "**FP003: Montar fondo**", se encuentra desarrollado en el apéndice 9.23. y arroja como output el producto en curso PC (PC02P5, figura 5.4).

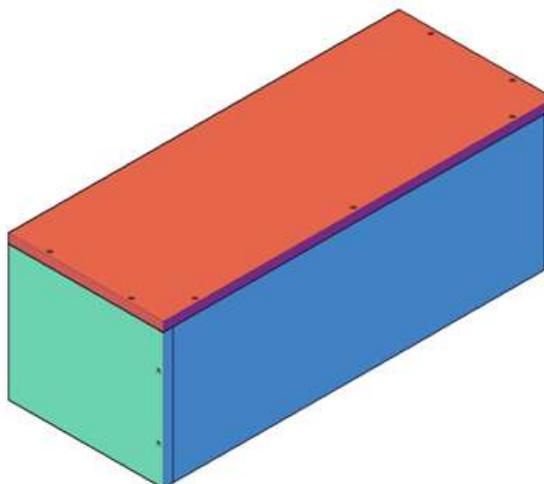


Figura 5-4: Salida de N2, estructura base finalizada (PC2)

Una vez montada toda la estructura de la base (producto en curso 02), en el caso de estar ante la situación de producto P2 (tablero pequeño, estructura base formada por tableros), el producto ya sería un producto final acabado (**P2, producto acabado**). En caso contrario (de no tratarse de tamaño de tablero inferior menor) nos podemos hacer a la idea de que va a llevar accesorios. Bien sea a un lado, al otro o a los dos, pero la mesa estará dotada con accesorios.

La preparación de la estructura que albergara los accesorios (el hueco de accesorios, anteriormente descrito) ha sido dividido en dos pasos. En el primer paso, las piezas divisorias (C06) y balda (C10, que constituirá el suelo) se unen según procedimiento "**FP004: Estructura accesorios**" (apéndice 9.24.) conformando el producto en curso (PC03, figura 5-5) un paso preparativo antes de añadir al producto en curso de fabricación (compuesto por el tablero, los laterales y el fondo). En nuestro prototipo, contamos con dos lados dotados de accesorios, por lo que debemos fabricar 2 x PC03P5 con el fin de poner a alimentar el siguiente paso.

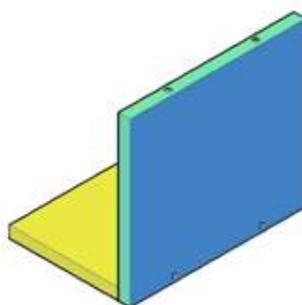


Figura 5-5: PC03

Cabe destacar que en este paso hay que tener en cuenta tanto el número de accesorios como el lado de ubicación. Si la mesa es mediana, llevara solo una estructura de accesorios (a un lado, conformando el P3 o a otro, el P4) mientras que si por el contrario, la mesa es del tipo P5 llevará dos accesorios, uno a cada lado.

El desarrollo inicial plantea una simetría con respecto a todos estos puntos clave, lo que no origina problemas de colocación, pero puede ser muy útil conocer esta información para evitar problemas que pudieran surgir en un futuro.

Con la estructura ya montada (PC03, C06 unida con C10), estamos en condiciones de montar la estructura de accesorios al producto en fabricación PC02 (estructura base con tablero horizontal) sobre el tablero superior (C02,C03 o C04) y sobre el lateral (C05). El resultado de dicho proceso viene se puede comprobar en figura 5-6, siendo recogido en el procedimiento “**FP005: Montaje en mesa**”, desarrollado en el apéndice 9.25.

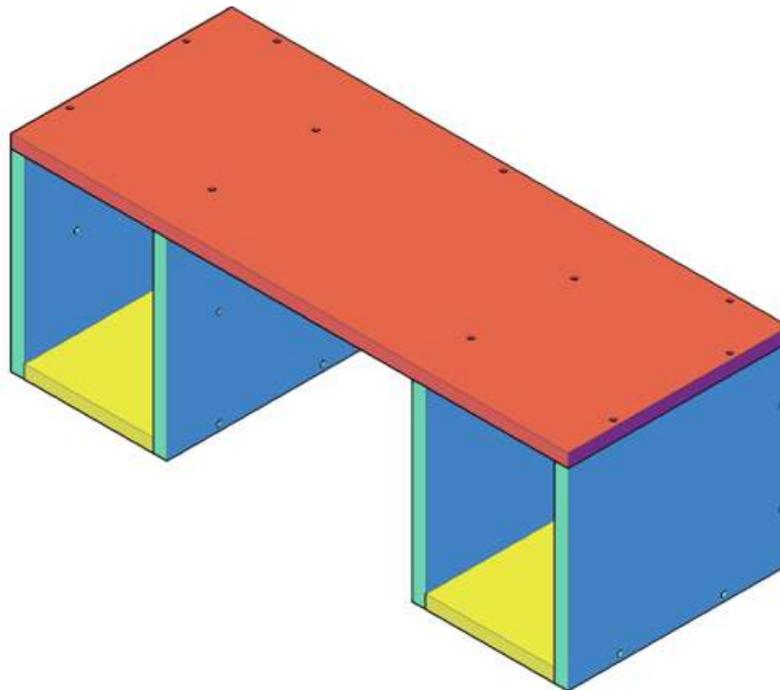


Figura 5-6: FP005 prototipo

En este punto tenemos que evaluar la posible situación en el cual la mesa ya estuviera finalizada, circunstancia que se produce cuando el tamaño de los accesorios es mayor (**tamaño M, producto terminado**), lo que imposibilita albergar cajonera. De este modo nos cercioraremos de que sea o no producto finalizado. En caso contrario, habría que seguir aun con el proceso de fabricación en cuanto a baldas o cajones se refiere. En nuestro caso, Ahora mismo contamos con el PC04P5.

Con la estructura base montada y los huecos de los accesorios ya preparados, existen dos posibilidades existentes, bien albergar 1 balda (tamaño de accesorio mediano) o bien albergar dos baldas (tamaño de accesorio pequeño).

Esta puntualización va a condicionar tanto la ubicación de los elementos de fijación (las cotas o distancias dependen de esta opción) como el tamaño del cajón que es susceptible de alojar (en caso que le hubiere). Las baldas irán unidas a los laterales C05 y C06.

El primero de los casos viene explicado en el procedimiento “**FP006: Montaje 1 balda**”, desarrollado en el apéndice 9.26, dando como resultado el producto en curso N°5 de P5 (PC05P5) en el cual necesitamos únicamente una balda (1xC10), mientras, en el caso de contar con dos baldas (2xC10) por cada hueco habría que basarnos en el procedimiento “**FP007: Montaje 2 baldas**” (apéndice 9.27).

Este proceso es aplicable cíclicamente para ambos lados en caso de contar con el tablero superior de máximas dimensiones, comenzando con el izquierdo y prosiguiendo con el derecho. En todos estos casos, se toma el producto en curso saliente de esta etapa como el N°7 de (en nuestro prototipo PC07P5), pudiendo coincidir con el PC05 y/o el PC06 (véase figura 5-7).

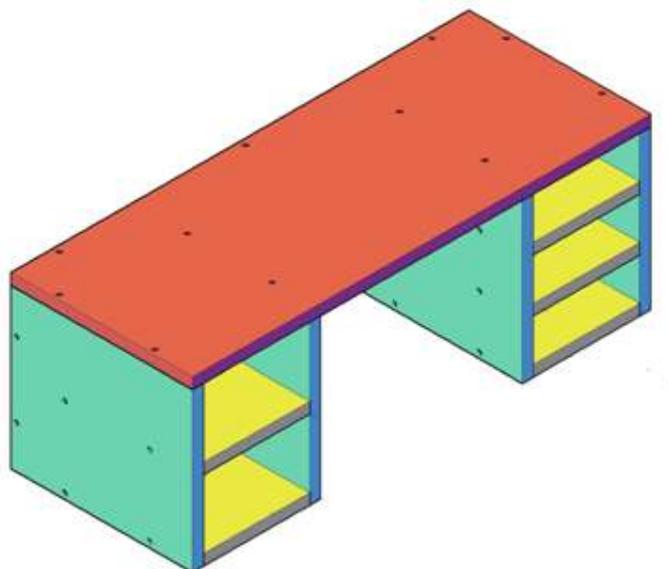


Figura 5-7: Output FP007 (PC07)

Llegados a este punto, si nuestro producto no consta de cajones (característica codificada como O) estaríamos de nuevo ante el caso de que el producto sería ya producto terminado (**sin cajones, O, producto terminado**).

En el caso contrario, nos quedaría el paso correspondiente a los cajones, el cual ha sido dividido, al igual que los accesorios, en dos esta vez uno preparativo de conformación de la estructura básica y otro posterior de acondicionamiento o de adecuación al tamaño del hueco del accesorio (mediano o pequeño).

El primero de estos pasos, el de la fabricación del conjunto base de la cajonera, es común para ambos tamaños de hueco según especificaciones del procedimiento **“FP008: Montaje Estructura cajón”**, ficha ubicada en el apéndice 9.28, (Ver figura 5-8) paso en el cual fabricamos la citada estructura mediante las piezas laterales, un fondo trasero y un suelo inferior (2xC11, C12, C13). En el caso particular de nuestro prototipo, la salida de procedimiento es el producto en curso PC08P5.

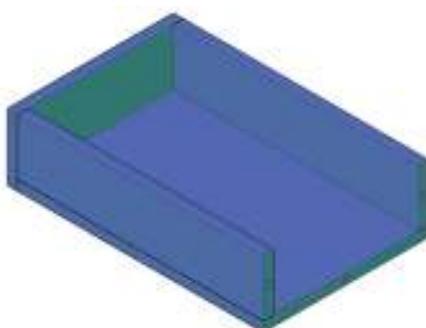


Figura 5-8: FP008 finalizado (PC08)

Para finalizar el proceso de montaje del cajón y que éste esté listo para su acople a la estructura previa en proceso de fabricación, quedaría solo la colocación del frontal y del tirador esférico.

En este paso hay que discernir el tamaño del frente, de tal manera que si estamos antes el caso de hueco intermedio (“I”) el componente seleccionado para su montaje será el frente grande (1xC14) descrita en el procedimiento **“FP009: Acoplamiento frontal Grande”** (apéndice 9.29).

El producto en curso generado en este proceso tendrá la codificación de Producto en curso N°9 (PC09), que en el caso concreto de nuestro prototipo P5 tomara la codificación (PC09P5, figura 5-9).

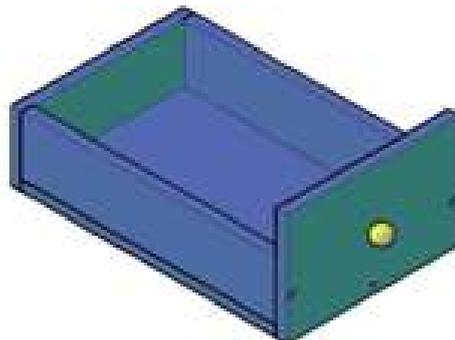


Figura 5-9: Estructura montada básica del cajón grande PC09 en FP009

En el caso de no tratarse de hueco intermedio, la pieza a usar como frontal sería la C15 (1xC15), cuyas medidas coinciden con la tapa trasera C13, pero la cual hemos decidido asignarle otra codificación debido a que las características técnicas podrían no ser las mismas.

Dicha pieza se monta al igual que la grande, pero se ha decidido dejar reservado un procedimiento específico, el **“FP010: Acoplamiento frontal pequeño”** (apéndice 9.30).

Una vez montada conforma el Producto en curso N°10 (PC10), PC10P5 para nuestro prototipo, pudiéndose observar el Figura 5-10.

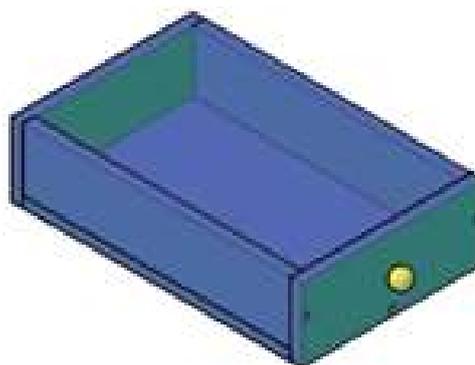


Figura 5-10: : Estructura montada básica del cajón pequeño en FP009F

Cabe destacar, que dentro de ambos procedimientos (el FP009 y FP010) se contempla la unión al conjunto de la esfera que cumple con las especificaciones de tirador (1xC16).

Ya por último, para finalizar lo que se podría conocer como un proceso completo de fabricación, únicamente falta el introducir el cajón dentro del conjunto fabricado con anterioridad, mediante el procedimiento **“FP011: Colocación Cajón en hueco”**, descrito en el apéndice 9.31.

El mismo se puede observar en la siguiente figura (5-11).

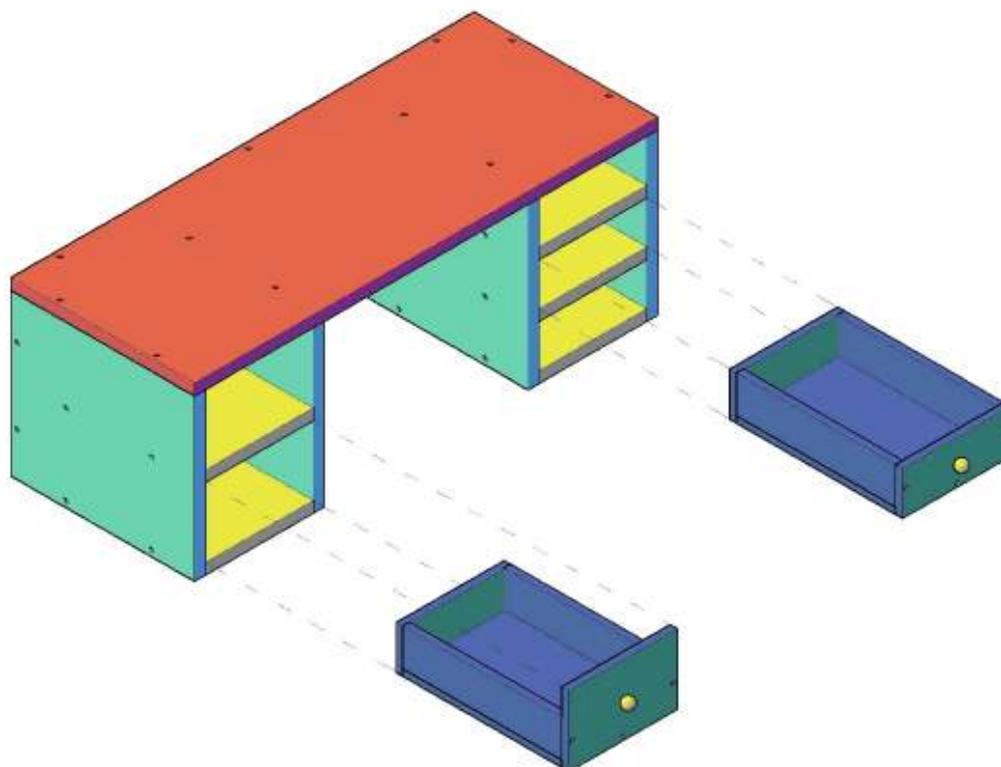


Figura 5-11: FP011 prototipo

Y con todos los pasos realizados, nuestro producto ya es un producto terminado (en caso de ser conforme y cumplir todos los estándares). En la figura 5-12 se puede ver el resultado final.

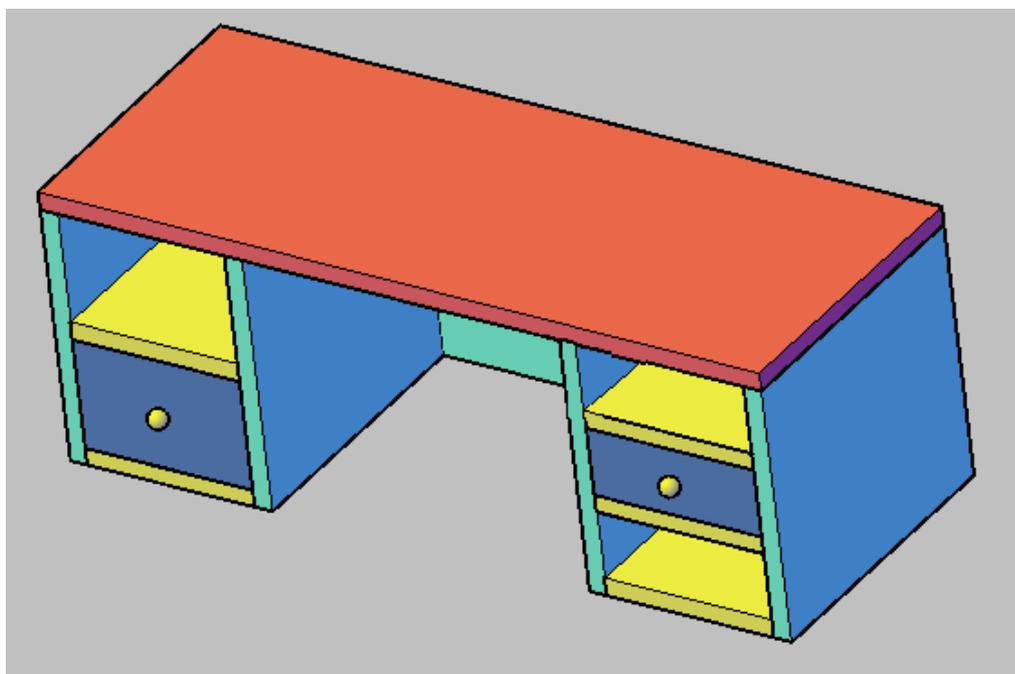


Figura 5-12: Producto acabado

5.4. Normas de control

Una vez explicados los procedimientos, vamos a fijar las normas de control que se deben de controlar con el fin de que el producto final sea conforme, para así, de este modo, según se va desarrollando el proceso de montaje o fabricación se pueda tener un control en tiempo real, identificando y solucionando los problemas con la máxima rapidez posible, avistando de este modo no conformidades que afecten de forma negativa a nuestro proceso.

Vamos a dar por supuesto que en todo momento las calidades de fabricación de los componentes ya están validadas en el área de preparación, por lo que todas los ángulos forman una perpendicularidad conforme ($90^\circ \pm 0,1^\circ$). Además, las tolerancias geométricas de paralelismo cumplen las especificaciones de calidad y los acabados superficiales presentan las rugosidades adecuadas.

Partiendo de todo esto, primeramente tendremos que resaltar el control que se hace en el montaje de que efectivamente las piezas unidas formen 90° (tanto en el exterior como en el interior). Este procedimiento de control se lleva a cabo mediante escuadras de control (tanto de interiores como de exteriores) como las mostradas en la figura 5-13.



Figura 5-13: Escuadras de control

Del mismo modo, y con el mismo útil, tenemos que comprobar el enrasado de ambas piezas con el fin de que no sobre salga una más que la otra, no permitiendo que no se produzcan bordes en la unión de ambas.

Debido a que en nuestro modelo existen componentes que una de las funciones que tienen que cumplir es la de poder albergar a otros (el cajón tiene que entrar en el hueco de accesorios) tenemos que verificar que tanto las medidas interiores como exteriores cumplan especificaciones. Para ello nos apoyamos en útiles cuya misión es comprobar si los huecos interiores son correctos, mediante un entra – no entra (símil pasa no pasa). Un ejemplo de un elemento usado es el que en la figura 5-14 se muestra.



Figura 5-14: Útil medición entra para medidas interiores

A la hora de la aplicación práctica, nos encontramos con tres de estos útiles (0,20m para hueco de accesorios pequeño y 0,325 para hueco accesorios grandes). Dos de ellos para medidas verticales y otro para medidas horizontales (tamaño superior al menos de 0,50). Todos ellos correspondientes a verificar que el tamaño que posteriormente alojara el cajón esta conforme, permitiendo cierta holgura que permita su introducción y extracción. En la siguiente figura, la figura 5-15, se puede ver el útil usado.



Figura 5-15: Útil comprobar medidas exteriores

El anexo correspondiente al apéndice 9.32 (figura 5-16) está disponible para consultar estos puntos.

Codificación	Puntos clave	Tipo "ABC"	Criterio escogido	Medida y criterio	Nota
NCA	Alineación correcta ambos planos $d < \text{Galga de } 0,16$	A	Perpendicularidad	Pasa - no pasa luz	
NCB	Enrasado $d < \text{Galga de } 0,08$	B	No permitidos bordes ni salientes	Pasa - no pasa luz	
NCC	Hueco Vertical $> 0,20\text{m}$.	C	Medidas interiores del conjunto correctas	Entra - no entra	
NCD	Hueco Vertical $> 0,325\text{m}$.	C	Medidas interiores del conjunto correctas	Entra - no entra	
NCE	Hueco horizontal $> 0,50\text{m}$.	C	Medidas interiores del conjunto correctas	Entra - no entra	
NCF	Exterior horizontal $< 0,495\text{m}$.	C	Medidas exteriores del conjunto correctas	No entra entra	
NCG	Exterior horizontal $< 0,195\text{m}$.	C	Medidas exteriores del conjunto correctas	No entra entra	

Figura 5-16: Anexo normas de control

Cabe añadir, que para todos estos tipos de errores existen normativas de calidad al respecto, usados en el análisis de control de calidad. Dentro de todas las herramientas utilizadas, los gráficos "abc" (o diagrama de pareto) tienen gran importancia.

El diagrama de Pareto, por tanto, constituye un sencillo y gráfico método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales).

En ellos, tabulamos o diferenciamos (tal y como se muestra en la figura 5-17) los tipos de errores existentes que nos podamos encontrar, de tal manera que sesgamos los que se pueden tolerar. De este modo nos encontramos muchos errores que se pueden dar de paso (hasta un 80%) y luego otros que no podemos pasar (un 20%).

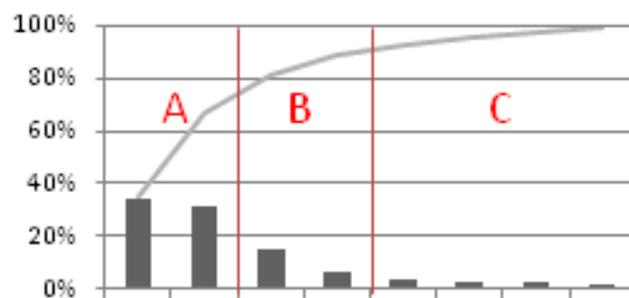


Figura 5-17: Diagrama "abc". [Questreta. 2015]

5.5. Elementos de fijación

Hasta ahora no habíamos hablado de elementos de fijación. De una forma práctica, industrial, nos decantaríamos por barriletes como los que se muestran en la figura 5-18. Esta solución es muy usada en la actualidad, ofreciendo de una forma muy práctica la posibilidad de montaje.

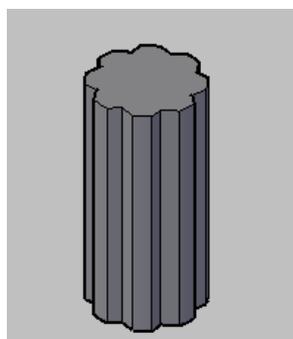


Figura 5-18: Barrilete de colocación

Dichos elementos de unión suelen ir unidos a elementos de fijación que impiden su desbloqueo, o bien con pegamentos de contacto (que imposibilitan su desmontaje) o bien con tornillos pavonados de ensamblaje (tales como los de la figura 5-19), especialmente preparados para madera con cabeza hexagonal embutida (CHC), no roscados en su zona inicial y de paso grande (5x50) para facilitar su avance.



Figura 5-19: Tornillos pavonado ensamblaje madera (CHC5x50)

De una forma educativa orientada a escuela lean, y dado que los barriletes presentan problemas de consistencia en cuanto a fatiga en ciclos de montaje desmontaje (no están diseñados para un uso repetitivo), nos hemos decantado únicamente por los tornillos pavonados de ensamblaje como elementos de unión desmontables orientados a una alta durabilidad y consistencia a largo plazo.

5.6. Fichas de operación de procedimiento

Con todos los puntos e informaciones previas bien definidas, pasamos a recopilar toda la información en las fichas de operación de procedimientos, elementos claves para interpretar la totalidad del proceso y que están a disposición de los operarios de montaje con el fin de servirles de guía, recogiendo todos los aspectos tanto necesarios como significativos para que el resultado sea el óptimo.

Habiéndose ya enumerado y localizado en puntos anteriores, a continuación, mostraremos un ejemplo de una de ellas (figura 5-20), cogiendo como base una de las fichas existentes, concretamente la FP001: “Montaje patas” con el fin de explicar cómo se generan e interpretan.

Ficha Operación Proceso "A"					
				Aprobación Fecha: 04/08/2013 Elaborado por: ast195	
				Explicación Pasos 1- Fijar las 4 patas C03 al tablero superior pequeño C02 mediante el elemento de unión CHC3x50	
				Puntos clave 1- Seleccionar correctamente la posición de las patas sobre el tablero == posibilidad confusión con el modelo sin talla. 2- Comprobación final en final de línea (no cases) antes de darle como conforme	
Nombre ficha operación proceso		Observaciones			
Montaje de patas					
Número ficha operación proceso		Modelo producto mostrado		Página	
FP001		P1		1 de 1	
				Fecha	Modificado por
				Validado por	
				Modificaciones	
Ficha Operación Proceso "B"					
Nombre ficha operación proceso				Número ficha operación proceso	
Montaje de patas				FP001	
Material necesario empleado					
Entradas			Salidas		
Denominación	Referencia	Cantidad	Denominación	Referencia	Cantidad
Pata	C03	4	Mesa con patas	P1	1
Tablero superior pequeño patas	C02	1	Producto terminado		
Tornillos pavonados ensamblaje	CHC3x50	4			

Figura 5-20: Ficha operación FP001: Montaje patas

Las Fichas de Operación de los Procedimientos (FOP) tienen la función de describir de forma detallada toda la información concerniente y necesaria para la realización correcta y óptima del proceso al que se refiere.

En nuestro caso concreto se refiere a las pautas y puntos necesarios a la hora de realizar el montaje de todas las partes que a la postre acabarían conformando nuestra mesa.

En dichas fichas de operaciones se muestra toda la **información** concerniente a los procesos de montajes. Las fichas están divididas en dos partes, una con la zona central en blanco (“A”) y otra con la parte central impresa (“B”).

La parte “A” (en la zona superior de la figura) muestra información gráfica donde se muestran los procesos a realizar (zona superior izquierda), otra, en la zona superior derecha con información explicativa en la (pasos) y puntos clave (normas de control) en texto y por último, una zona inferior con información, tanto para futuras modificaciones como de los componentes necesarios en el procedimiento.

Por otro lado, la ficha “B”, muestra los materiales necesarios para la superación de esta etapa. De esta forma hemos visto la forma de cómo realizar e interpretar una ficha de operación de procedimientos.

El resto de las FOP’s están a disposición en los **apéndices 9**, siendo introducidas sus especificaciones en el siguiente punto (5.4).

5.7. Puestos de trabajo propuestos. Configuración inicial escuela.

Una vez definido todo el proceso de fabricación y las características a tener en cuenta, se nos plantea la necesidad de llevar a cabo física y realmente un prototipo. Para ello, se ha pensado en estructurar el proceso de fabricación en 6 puestos de trabajo, lo que podría suponer una primera configuración inicial dentro de la escuela lean.

Para hacerlo más intuitivo, vamos a realizar dicha explicación en base a la fabricación real del prototipo, una mesa Modelo P5.OX.OXO.

Se puede comprobar en el diagrama de flujo (figura 5-1) la estructura definida escogida con el fin de aglutinar o englobar los diferentes procedimientos existentes necesarios para la realización del proceso de fabricación, desde su comienzo hasta su fin, teniendo en cuenta todos los posibles pasos intermedios.

De este modo, se han agrupado los diversos procedimientos de fabricación en 6 etapas o puestos de trabajo, de tal modo que cada paso lleva consigo unas actuaciones que van modificando el producto hasta llegar a estar acabado.

En el primer puesto de trabajo, denominado **puesto de trabajo N1**, están agrupadas los procedimientos FP001 (Montaje de patas) y FP002 (Montaje Laterales).

En este puesto de trabajo, los elementos de entrada son los componentes descritos en ambos procedimientos, mientras que como salida podemos tener el producto P1 ya acabado, o, como es nuestro caso particular práctico, una estructura básica compuesta por el tablero horizontal y los dos Planos laterales que conforman la estructura de la base tal y como se muestra en la figura 5-21.



Figura 5-21: Etapa 1 fabricación P5 (PC1).

En el siguiente **puesto de trabajo**, el **N2**, en caso de ser necesario (ya que si el modelo a fabricar fuera el P1, ya habríamos acabado en el anterior) se realiza únicamente el procedimiento FP003 (Montar fondo). Existe la posibilidad (P2), en la cual la salida desde este puesto de trabajo sea el producto ya terminado.

En nuestro prototipo, el output de este paso sería la estructura base totalmente montada (figura 5-22).



Figura 5-22: FP002 montaje prototipo

En el **tercer puesto de trabajo** (N3), se une al output del anterior las piezas que conformarán la estructura del hueco de accesorios. Primeramente se fabrica el Producto en curso 03 (PC03, compuesta por C06 y C10, figura 5-23) según y conforme se ha explicado con anterioridad, lo cual viene recogido en el procedimiento FP004 (estructura accesorios).



Figura 5-23: Aplicación FP004 en prototipo

Después, mediante FP005 (Montaje en mesa). En este puesto, existe la posibilidad de que si los huecos de accesorios son los de mayor tamaño, (P3, P4 o P5), el producto ya estaría acabado, dicho producto (ya terminado) los output de nuestro sistema.

Mientras, en nuestro caso particular (Figura 5-24), es necesario montar a ambos lados, primero la estructura de la base para a continuación ensamblarle con el resultado obtenido del puesto N2. De este modo, tenemos la estructura de la base con el tablero ya montado, junto con los huecos de accesorios ya en su sitio.



Figura 5-24: Proceso de fabricación dentro del puesto de trabajo N3 (PC04)

Nos encontramos ya en el **puesto de trabajo 4 (N4)**, en el cual se efectúan los procedimientos de montaje de baldas. El caso de una balda está contemplado en el procedimiento. En la siguiente figura (5-25) se muestra la parte izquierda de nuestro prototipo, en la que se puede comprobar el hueco es intermedio (“I”) mientras que al otro.

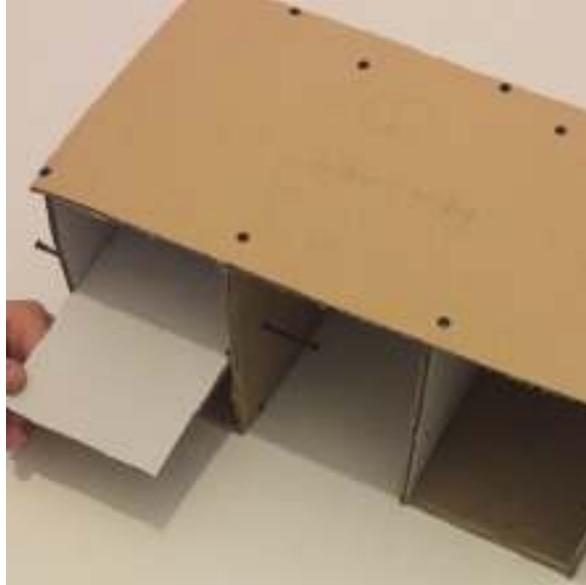


Figura 5-25: Proceso de fabricación dentro del puesto de trabajo N4 (PC07)

El caso que se trate de hueco de accesorios es pequeño (“P”) viene recogido en el FP007 (montaje 2 baldas), paso el cual se puede ver en la siguiente figura (figura 5-26).

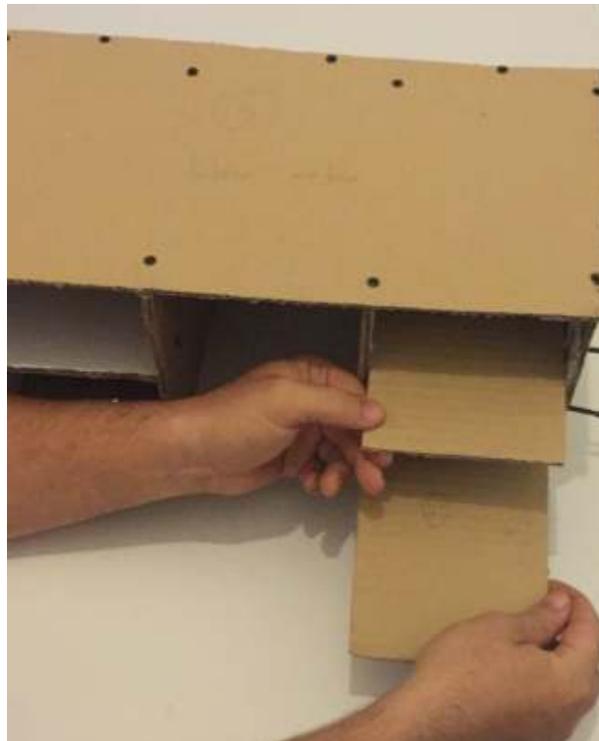


Figura 5-26: FP007 prototipo

En el caso de que los accesorios seleccionados no cuenten con la especificación de llevar cajones, el producto ya estaría terminado. En el caso contrario, en el siguiente **puesto de trabajo 5** (N5) se procede a realizar la estructura básica del cajón según viene marcado en el procedimiento FP008 (Montaje Estructura cajón). En nuestro caso, dos han de ser las estructuras (tal y como muestra la figura 5-27) a fabricar en este puesto de trabajo, ya que contamos con cajones a ambos lados de nuestro hueco de accesorios.

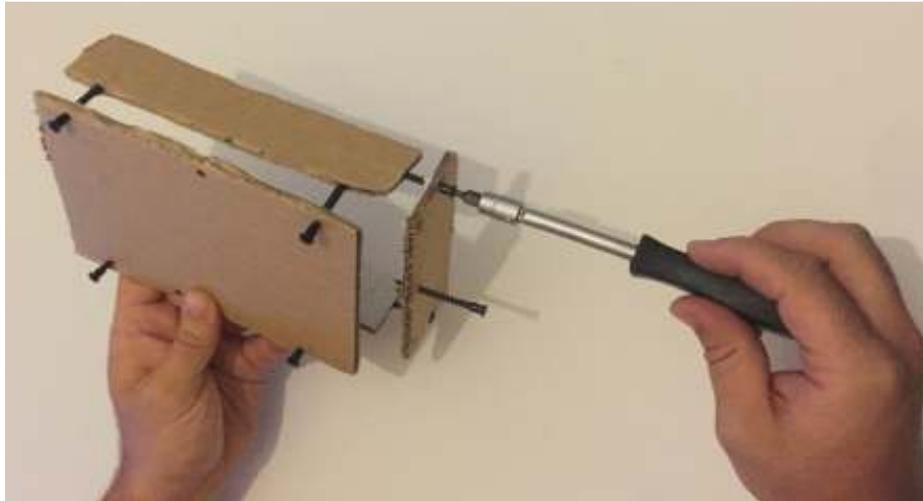


Figura 5-27: Estructura básica cajón (PC08)

Ya por último, en el **sexto puesto de trabajo** (N6) se añade a la estructura obtenida en N5 los frontales del cajón (C14 o/y C15 según requiera el modelo). En el caso de que el frontal sea el de mayor tamaño, hay que seguir procedimiento especificado en FP009 (Acoplamiento frontal Grande), resultado el cual se muestra en la figura 5-28.



Figura 5-28: FP009 prototipo

En caso de que el tamaño del frontal sea el inferior, debemos seguir FP010 (Acoplamiento frontal Grande) con sus respectivos tiradores. En la siguiente figura (figura 5-29), se puede ver la aplicación práctica de este procedimiento.



Figura 5-29: FP010 prototipo

Siguiendo aún en el mismo puesto de trabajo, y teniendo una vez ya montado completamente el cajón, se procede a introducir el cajón (véase figura 5-30) dentro de su respectivo hueco según marca el procedimiento FP011 (Colocación Cajón en hueco). De este modo, el output de N6 es el producto finalizado, en nuestro caso concreto, el modelo P5.OX.OXO.



Figura 5-30: Colocación de cajones

Llegados a este punto, el producto ya se puede considerar un producto final, acabando el proceso de esta manera en el puesto N6. Véase a continuación nuestro prototipo terminado.

En la figura 5-31 podemos comprobar un detalle del cajón prototipo realizada.



Figura 5-31: Cajon prototipo terminado

En la figura 5-32 se muestra el prototipo ya finalizado que ha sido creado en este trabajo y el cual nos ha servido de puesta en valor de todos los estudios previos.



Figura 5-32: Prototipo finalizado

Al margen del ensamblaje objeto de estudio en este trabajo, cabe destacar que la realización del prototipo ha llevado implícito una gran componente técnica de manufactura. Cabe dar un detalle gráfico (figura 5-33) del proceso de preparación previo de componentes, independiente del montaje propuesto de escuela lean, pero reseñable desde el punto de vista técnico.



Figura 5-33: Detalle Proceso previo preparacion de componentes

6. Estudio económico

6.1. Introducción

En este capítulo se realizará el estudio económico para la realización de un prototipo que sirva de base para la implantación en la escuela lean. Para el cálculo de los costes del proyecto se ha presupuesto que este proyecto ha sido realizado por un titulado en el Máster de Logística trabajando por cuenta ajena prestando servicios mercantiles directamente a la Universidad de Valladolid, aportando sus propios medios en todo lo necesario. Ello no conlleva vinculación laboral con la citada Universidad ni permite usar los medios de esta entidad.

De todos modos, al tratarse de un proyecto tanto de diseño como de elaboración, se los costes que conlleva la **realización del modelo** prototipado correrán **a cargo de la universidad**. A la hora de evaluar los costes de desarrollo se considerara el coste de los materiales y de las horas empleadas en el diseño y elaboración de cada una de las fases de estudio y diseño. A mayores, se cuantificará el coste de producir físicamente el prototipo a partir de los diseños realizados.

6.2. Fases de desarrollo

La determinación de las fases que conlleva el desarrollo de un proyecto de este tipo puede variar según el punto de vista de la persona que lo esté analizando. Nosotros hemos tenido en cuenta primeramente la toma de **decisión de elaborar el nuevo producto para la Escuela Lean**. Para ello hemos llevado a cabo un análisis general de la Escuela Lean, decidiendo la creación de una variante del producto ya existente, con la finalidad de ampliar la oferta educativa de dicha Escuela. En este primer momento se analiza la viabilidad del proyecto, y tras modificarse los puntos que se consideraban problemáticos, se toma la decisión de avanzar, evitando de este modo una detección de su no-viabilidad en etapas posteriores que aumentaría los costes considerablemente.

Tras la etapa de decisión, se opta por una **puesta en común** del proyecto directamente a los Responsables de los Departamentos, solicitando su asesoramiento en el presente proyecto, dando a conocer el objetivo fijado y la forma de trabajar propuesta.

Una vez definidos todos los aspectos relevantes, entramos en la fase de recopilación de información de todas las secciones involucradas en el diseño de un nuevo producto. Conjuntamente, se procede a la **recopilación de datos** tales como bibliografía, y la existencia de otros diseños de productos similares con el fin de poder converger satisfactoriamente a una solución que cumpla los requisitos propuestos para este proyecto. A partir de todos estos datos, que son analizados y estudiando en profundidad, se procede a **diseñar el nuevo producto**, fase en la cual se abordan todos los puntos conflictivos encontrándoles una solución viable y **generando el prototipo**.

Con el producto ya diseñado, se procede a generar los informes con los cuales es posible tanto reproducir los modelos propuestos como su ensamblaje.

Dichos **informes son entregados** a la vez que se explica todo el trabajo realizado, poniéndose de este modo a disposición de cuantas dudas, comentarios alusiones o sugerencias pudieran generarse.

6.3. Estudio económico

En este punto vamos a desarrollar el **estudio económico** propiamente dicho, relacionándolo con las diferentes etapas de la realización del proyecto. Para ello realizaremos el cálculo de todas las secciones, desglosando cada una de ellas más adelante. Llevaremos a cabo una contabilidad por actividades, valorando los costes de cada actividad realizada hasta obtener del producto final. De esta forma se nos posibilita analizar la influencia de cada uno de los procesos que intervienen con relación al coste total del producto.

Para realizar el estudio, se comienza con el cálculo de las horas efectivas anuales y de las tasas por hora de los salarios, en base a los días reales trabajados en horario estándar, y el desarrollo de todas las tareas realizadas.

Posteriormente, seguimos con el cálculo de las amortizaciones del equipo, en las cuales se calculara la parte proporcional de los equipos informáticos utilizados en la elaboración de la totalidad del proyecto.

También tenemos que tener en cuenta los costes por hora y por persona de los materiales calificados como consumibles, sin olvidarnos de los costes por hora y por persona de los costes indirecto, abordando por último las horas de personal dedicadas a cada una de las etapas.

6.3.1. Calculo de las horas efectivas anuales y tasas horarias de personal

Para este punto necesitamos un cálculo de los **días efectivos trabajados** (Cálculos disponibles para consulta en figura 6-1). Par ello se tienen en cuenta los fines de semana, las vacaciones, los días festivos, los contratiempos como puedan ser bajas laborales y los cursos de reciclaje necesarios para la realización de la actividad.

Horas efectivas por año	
Días por año	365 días
Días de vacaciones	-31 días
Sábados y Domingos $((365-31)*2/7)$	-95 días
Días festivos	-13 días
Días de petición extraordinarios	-6 días
Total días efectivos/año	220 días/año
Horas trabajo/día	8 horas/día
Total horas/año efectivas	1760 horas

Figura 6-1: Total horas – año efectivas

Para el desarrollo del proyecto se ha considerado un titulado en máster de logística en régimen de autónomo, el cual realiza independientemente todas las tareas necesarias para la realización de este proyecto.

Se calcula un total anual de coste asociado en base a su **escala salarial** y las cotizaciones a la seguridad social en régimen de autónomos (teniendo en cuenta el mínimo la base mínima de cotización de 884,40 euros a la cual le corresponde una cuota mínima de 264,44 €).

Dicho coste, se puede repartir en las horas efectivas de cada año, obteniendo (tal y como se puede comprobar en la figura 6-2) un precio hora de 14,50 €.

Coste de personal	
Concepto	Euros
Sueldo bruto + incentivos	22 300.00 €
Seguridad social (aut.)	3.173,28 €
Total coste persona/año	25 473,28 €
Total coste persona/hora	14,50 €

Figura 6-2: Precio año y precio hora

6.3.2. Cálculo de las amortizaciones para los equipos informáticos usados

En este apartado deberá realizarse el cálculo de la amortización lineal una vez conocida la inversión inicial. Como aconseja la ley, se dividen por un lado los costes de la amortización del material de oficina y por el otro los costes de amortización del equipo, para poder discernir entre ambos conceptos.

Se han aplicado los **mismos periodos de amortización** al software que al resto de equipo, debido a que se ha considerado la misma vida útil para ambos.

Para el cálculo de los costes derivados del equipo, con una estimación de la vida útil de los equipos es de cuatro años, el factor de amortización será de 0.25, que ha sido el factor tomado en cuenta para la realización de este cálculo.

Particularmente hemos empleado como herramienta de trabajo un Ordenador portátil ASUS X51RL, con sistema operativo Windows Vista y paquete informático de Office 2010 (que integra Office, Excel, Power point y visio). Como herramienta de CAD (computer assisted design) ha sido escogida el paquete Autocad 2010 con sus respectivas licencias de trabajo. Veamos a continuación, en la figura 6-3, el desglose de las amortizaciones correspondientes.

Amortización		
Concepto	Importe	Proporción
ASUS X51RL	960 €	240 €
Windows Vista	130 €	33 €
Office 2010	210 €	53 €
Autocad 2010	5.950 €	1.488 €
Total / año		1.813 €
Total / hora		1,03 €

Figura 6-3: Amortizaciones

6.3.3. Coste de material consumible

Se contabilizan en esta partida, repartida en la figura 6-4, los **gastos necesarios** para el estudio y desarrollo del proyecto por parte del ingeniero, así como gastos del informe final y presentación del mismo.

Consumibles	
Concepto	Importe
Papel	5 €
Fotocopias y encuadernación	381 €
Consumibles informáticos	39 €
Total costes otros materiales	171 €
Total proyecto	596 €

Figura 6-4: Gastos consumibles

6.3.4. Costes indirectos

Aquí se toman en consideración los denominados como **gastos de infraestructura**, los cual hacen referencia a consumos de electricidad, teléfono, calefacción, alquileres, etc. Todos ellos se pueden consultar en la tabla 6-5.

Costes indirectos	
Concepto	Importe
Gastos administrativos	155 €
Consumo estimado electricidad	80 €
Consumo telefonía + internet	125 €
Gastos de transporte	395 €
Alquiler oficinas	450 €
Total / mes	1.205 €

Figura 6-5: Costes indirectos

6.3.5. Horas de personal dedicadas a cada fase del proyecto

Mediante la realización de un estudio de tiempos y la revisión de otros estudios de tiempos para proyectos realizados en la Escuela Lean con características similares al presente, se determinó que la **dedicación personal** en cada una de las etapas fue como se reseña en la siguiente figura (6-6).

Dedicación personal	
Etapas	Horas
Etapas 1	24
Etapas 2	30
Etapas 3	50
Etapas 4	65
Etapas 5	45

Figura 6-6: Costes de personal

6.4. Costes asignadas a cada fase del proyecto

Asignaremos en este punto los costes calculados para los recursos que corresponden a cada fase del proyecto. Para ello se tendrán en cuenta las horas dedicadas a cada etapa y todos los costes que estas horas conllevan (costes horarios, amortización, material consumible e indirectos)

Resumiendo en la figura 6-7 todo los datos calculados con anterioridad, estamos en condiciones de definir el **coste total por hora**, en **23,06 €**.

Total Coste hora	
Concepto / hora	Euros
Total coste persona/hora	14,50 €
Coste amortización	1,03 €
Costes indirectos	7,53 €
Total Coste hora	23,06 €

Figura 6-7: Coste total por hora

6.4.1. Fase 1: Decisión de elaboración de un nuevo proyecto

En esta etapa se definen las líneas de actuación que se van a realizar, los caminos que se deben tomar con la preparación por escrito de un documento inicial donde vengán recogidos todos los aspectos requeridos en esta etapa. El tiempo empleado correspondiente a esta etapa obtenido fue de 24 horas. Con un coste de 23.06 €/h, el coste correspondiente a este apartado asciende a **553,44€**.

6.4.2. Fase 2: Presentación y difusión del nuevo proyecto.

En esta etapa se realiza una presentación a los responsables de los departamentos, solicitando su colaboración en el proyecto. Se da a conocer la forma de trabajar además de un planteamiento del proyecto. Recordar que el tiempo empleado correspondiente a esta etapa obtenida fue de 30 horas. Con un coste de 23.06 €/h, el coste correspondiente a este apartado asciende a **691,83 €**.

6.4.3. Fase 3: Recopilación de información.

En esta etapa se recopila toda la información aplicable a la Escuela Lean. Corresponde a esta etapa un tiempo empleado de 50 horas. Con un coste de 23.06 €/h, el coste correspondiente a este apartado asciende a **1.153,05 €**.

6.4.4. Fase 4: Análisis, búsqueda y selección.

Estamos ante la etapa en la que se toman todas las decisiones acerca del diseño del nuevo producto, y por tanto, es imprescindible la colaboración de todo el personal involucrado en el desarrollo del proyecto para superarla satisfactoriamente. En este caso, esta etapa obtenida tiene una asignación de 65 horas. Con un coste de 23.06 €/h, el coste correspondiente a este apartado asciende a **1.498,97 €**.

6.4.5. Fase 5: Escritura, difusión e implantación del nuevo proyecto

En esta etapa se procede a la escritura de la memoria en la que se recoge el diseño del nuevo producto. Una vez realizada la memoria se procederá a la revisión y aprobación final de los documentos. Esta tarea la realizarán el responsable de la Escuela Lean y el director. Los costes asignados ascienden a **1.037,75 €** para esta fase correspondientes a 45 horas.

6.5. Cálculo del coste total

El coste total se obtiene como suma de los costes totales de cada una de las cinco fases del proyecto, que se detallaron en el anterior apartado. Estos costes mostrados en la figura 6-8, ascienden a un total de **4.935,07 €**.

Hay que destacar que esto son costes, por lo que a estos costes, a mayores se les debe aplicar el Beneficio industrial, el Margen Comercial y los Impuestos Indirectos (IVA, recargo de equivalencia, etc.).

Costes por etapa		
Etapa	Horas	Importe
1	24	553,47 €
2	30	691,83 €
3	50	1.153,05 €
4	65	1.498,97 €
5	45	1.037,75 €
Total Proyecto		4.935,07 €

Figura 6-8: Costes totales del proyecto

A continuación, en el siguiente gráfico, podemos comprobar el reparto de pesos que cada etapa tiene (tanto en horas como en costes económicos) en el global del proyecto. Se puede ver de esta manera, que la etapa inicial, la uno, es la que menos carga horaria tiene y la 4, la crítica, la que más.

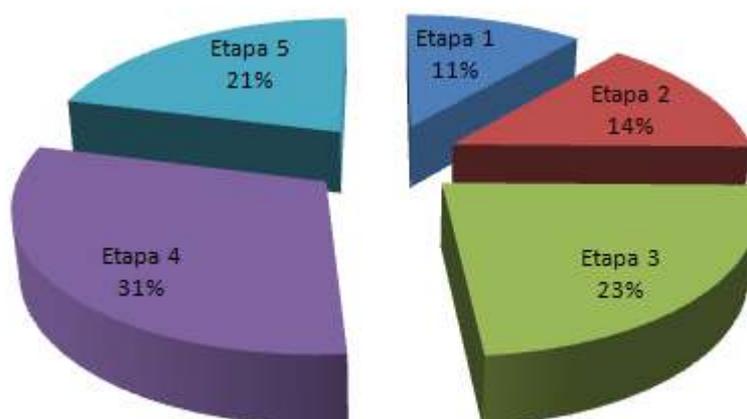


Figura 6-9: Distribucion ponderada etapas.

7. Conclusiones y futuros desarrollos

7.1. Conclusiones

Hay que ser conscientes que en la actualidad todo el mundo vive pendiente de la incertidumbre de la actual situación que nos rodea. Es, por ello, por lo que las pequeñas cosas que nos hacen dar un gran paso hacia adelante cobran mucha importancia, ya que vivimos rodeados de una **exquisita eficiencia**, lo que confiere de mucha competencia a todo el ámbito que nos rodea.

Del mismo modo, hay que darse cuenta que la baraja con la que jugábamos ha cambiado y ya no es posible esperar el futuro como resultado de una **extrapolación** de resultados del pasado, sino que hay que construir un futuro en base a las mejoras del presente. Esto nos hace redimensionar y re calcular todos los aspectos que interfieren en nuestros procesos. Se hace necesario unas pautas de funcionamiento que nos confieran, desde el punto de vista organizacional, una excelente eficiencia con la cual poder gestionar nuestros recursos de la forma más óptima posible.

No sin ello olvidarnos que hay que tener en cuenta que en los días en los que hoy vivimos existe una gran relación entre tecnología, ciencia, innovación, desarrollo, economía y cohesión social. Fruto de esta **simbiosis** conceptos como el de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) necesitan de una convergencia global que potencie satisfactoriamente su resultado.

A mayores, nos encontramos con el reto de afrontar la gran **competitividad** existente entre las organizaciones, surgiendo filosofías de eficiencia como es el caso del lean como una prueba de superación en el cual se interrelaciona todos los conocimientos existentes con el fin extraerles todo su potencial, sacando de este modo partido de ello, confiriendo a la organización una ventaja competitiva con respecto a sus competidores, y, además, una vez implantado, con muy poco esfuerzo.

Podemos asegurar, una vez llegados a este punto, que los **objetivos presentados** al principio no han sido solo alcanzados, sino que han sido superados. Se ha conseguido generar toda la estructura que posibilite hacer factible la realización de un nuevo producto para la escuela lean.

Hemos conseguido realizar un **prototipo**, el cual ha sido diseñado y mejorado según conforme se iba avanzando el trabajo. Partiendo de un trabajo inicial, hemos servido de nexo de unión entre el pasado y el futuro, ya que las líneas futuras de desarrollo cogen fuerza gracias a asegurar una viabilidad dentro de esta línea de trabajo.

Pero no sólo nos podemos basar en los objetivos para llegar a una conclusión ya que, a mayores de lo que propiamente el trabajo tenía asignado, con este proyecto hemos ido más allá. Se ha logrado una ganancia de **valor añadido**, no por el desarrollo en sí, sino por todo lo que ha involucrado: desde recordar el uso de programas cad (desempolvando viejos manuales) hasta el afrontar nuevos desafíos, los cuales han sido convenientemente superadas en miras a la superación y logro del éxito.

Volviendo a lo que el trabajo propiamente es, nos satisface haber conseguido crear un modelo de con hasta **197** variantes, real, que se puede implementar en un futuro en la escuela lean.

Se ha propuesto, de igual modo, una configuración inicial, base de la aplicación futura de las herramientas existentes, y que cumpla el cometido docente de transmitir valor a los futuros usuarios de la escuela lean.

Por tanto, cabe destacar que se ha sobrepasado con creces los objetivos tanto a nivel personal como profesional.

7.2. Futuros desarrollos

Se puede afirmar que hemos sido los partícipes de continuar una nueva línea dentro del trabajo ya existente, lo que asegura una base para **afianzar** el punto de partida el trabajo futuro que en este sentido pueda acontecer. Se ha conseguido afianzar gran parte del trabajo previamente realizado, de tal modo que ya se cuenta con unos cimientos sólidos para seguir avanzando que permitan continuar (a la vez que mejorar) lo existente.

De igual modo, hemos sido capaces de **ampliar el campo actuación** dentro del potencial de la escuela lean, lo cual aporta mucho valor al mundo de la mejora continua. Desde este punto de vista, podemos tratar una **integración** con los productos que están siendo diseñados paralelamente, lo cual cree una simbiosis que sea beneficiosa para todas las partes.

En el Tfm objeto del presente estudio, se han establecido los puntos de partida hacia la implantación completa de un nuevo producto (a mayores del existente) orientado a la puesta en práctica dentro del entorno de la escuela lean. Por ello, no nos podemos olvidar de las mejoras que este propio trabajo pueda sufrir, de tal forma que puede ser objeto del *feedback* constante. Todo ello encaminado a complementar y mejorar el camino que desde este punto de vista se inició y que ha sido continuado, adaptando de una forma constructiva todo lo que en el futuro pueda, ya que en el fondo de lo que se trata es de **aportar valor de forma constructiva**.

Por tanto, queda aún camino por recorrer, de tal modo que quedan abiertas para el futuro gran parte de líneas futuras de desarrollo que pueden valer como punto de partida para otros proyectos, o bien para seguir complementando el existente con miras a hacer real el objetivo global de implementación de otro tipo de producto.

De este modo, se puede definir la **implementación real** en la escuela lean (una vez consolidado el prototipo y de la realización de réplicas) como una meta a conseguir. Para ello, será necesario **un análisis y mejora de la configuración inicial**, de tal modo que se pongan en práctica las **herramientas lean** que están a nuestra disposición

Complementando lo anterior, y ya teniendo realizada la fabricación real de las piezas, se procedería a la implantación del proceso de montaje dentro de la Escuela Lean, con sus diferentes configuraciones para el proceso de montaje. Una de las configuraciones finales que optimice de una forma eficiente todo el proceso (la cual es recomendada dado el tipo de producto) puede ser una **célula de fabricación en U**. Para llegar a este extremo final, se deja para un futuro el análisis de las posibles distribuciones en planta (**layout**) posibles y todo lo que a ellas concierne, evaluando pros y contras de cada una de ellas de tal forma que se logre una puesta en práctica real de todo lo relacionado con la filosofía lean.

Además, una vez consolidado, se puede tener en cuenta para un futuro continuar realizando el diseño y **definición de otras opciones** diferentes combinando colores, materiales, dimensiones, diseños de piezas, etc. aparte de las actualmente sugeridas.

El prototipo ya está definido, solo queda aprovechar todo el potencial que nos aporta y consolidar en un proceso de **feedback** constante su implementación.

8. Bibliografía

Escuela Lean – Renault Consulting (2014). Lean Doing. Aprender Lean Haciendo. Catálogo 2014. Valladolid.

González Correa, F. (2007). Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales herramientas. *Revista Panorama Administrativo*. Nº 2, 85-112.

Liker, Jeffrey K. (2006). Las claves del éxito de Toyota. Barcelona: Ediciones Gestión 2000.

Piqueras Gómez, César (2015). 5S Aplicado a tu vida. Lean Manufacturing

Rajadell, M.; Sánchez, J. (2010). Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad. 1ª ed. Madrid: Díaz de Santos

Real Academia Española. Diccionario de la lengua española. Madrid.

Rother, M.; Shook, J. (1998). *Learning to See. Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Massachusetts: Lean Enterprise Institute.

ROTHER Mike y John Shook. Observar para Crear Valor. *The Lean Enterprise Institute*. Brookline, Massachusetts, USA. Versión 1.2. Junio 1999.

Serrano Mateos, Lucía (2014). Tfm Definición de un producto para la escuela lean: Mesa. Valladolid. Universidad de Valladolid

Womack, J. P.; Jones, D. T. (2005). Lean thinking. Como utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa. Barcelona: Ediciones Gestión 2000.

Workplace Management Hardcover , Taiichi Ohno's 2007

Catalogo Ikea (visitado en agosto 2015).

8.1. Enlaces web

Bom consulting group. 2008. Kaizen.

<http://es.slideshare.net/bomconsulting/kaizen-mejoramiento-continuo-lean-manufacturing>

CDI Lean Manufacturing S.L. 2012. TPM: Mantenimiento productivo total.

<http://www.cdiconsultoria.es/metodo-tpm-mantenimiento-productivo-total-valencia>

Conestec. Marzo 2015. Lean y sus herramientas.

<http://conestec.com/lean-manufacturing-herramientas-iv-smed-jidoka-andon-poka-yoke-tpm/>

Eproductiva Colombia. 2010. Despliegue de la función de calidad (QFD).

- <http://www.eproductiva.com/content/despliegue-de-la-funci%C3%B3n-de-calidad-qfd>
Gil Bilda, Francisco. 2012. Células de fabricación en U.
- http://theflowfactory-shop.es/product.php?id_product=43
HEclipse. Diciembre 2012. Desperdicios del lean.
- <http://corazoneneltrabajo.bligoo.com/los-7-desperdicios-tema-de-lean-manufacturing>
Jimeno Bernal, Jorge: Febrero 2013. AMFE: Análisis modal fallos y efectos.
- <http://www.pdcahome.com/3891/amfe-guia-de-uso-del-analisis-modal-de-fallos-y-efectos/>
Juardo. Enero 2012. Madera.
- <http://es.slideshare.net/juardocand/madera-2899900>
Katherine Carolina Acosta. Oviedo 2011.
- <http://www.eoi.es/blogs/katherinecarolinaacosta/2011/12/18/lean-manufacturing/>
Lean manufacturing hoy. 2013. Kanban.
- <http://www.leanmanufacturinghoy.com/kanban/>
Lean solutions.2009. VSM, Value Stream Mapping.
- <http://www.leansolutions.co/conceptos/vsm/>
Leanroots. 2010. Heijunka.
- <http://leanroots.com/heijunka.html>
Monografías
- <http://www.monografias.com>
Muñoz. S. Enrique. Septiembre 2013. Los 8 desperdicios del lean manufacturing.
- <http://blog.enrimusa.com/los-8-desperdicios-del-lean-manufacturing/>
Ofripix 2015. Catalogo de productos.
- <http://www.ofripix.com/muebles-de-oficina/mesas-de-oficina/?gclid=CKyruJ-q6McCFQmdGwodA3QHLg>
Ortega Fabian. Octubre 2008. Tecnología SMED.
- <http://lean-esp.blogspot.com.es/2008/10/qu-es-smed.html>
Questreta. 2015. Herramientas de calidad.
- <http://www.questetra.com/es/glossary/seven-quality-control-tools/>
Rosas D. Justo. 2011. Las 5s como herramienta básica
- http://www.paritarios.cl/especial_las_5s.htm
Toyota. 2010. Hoshin kanri.

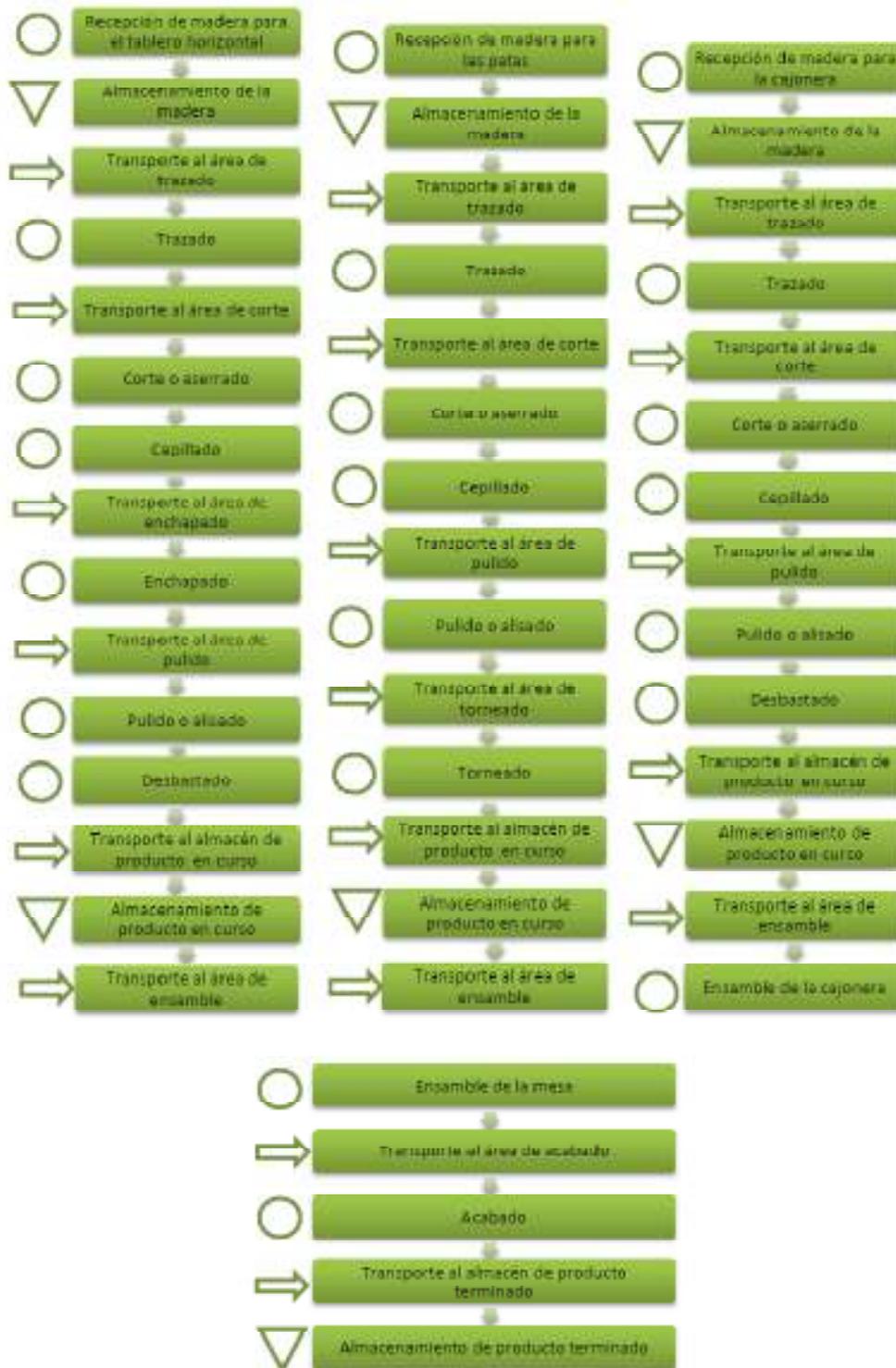
http://www.toyota.com.ar/experience/the_company/hoshin.aspx

Wikipedia

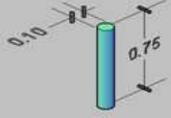
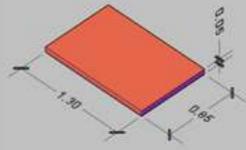
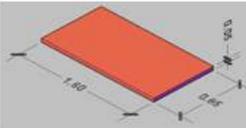
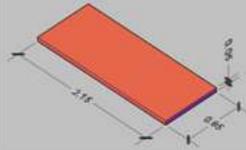
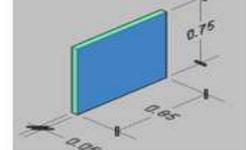
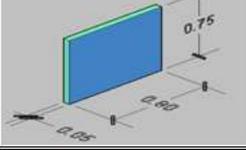
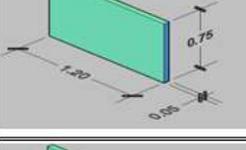
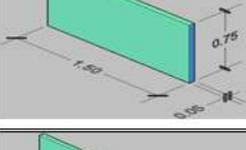
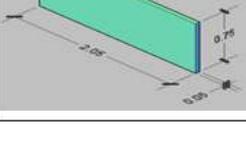
<https://en.wikipedia.org/>

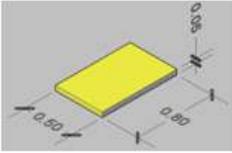
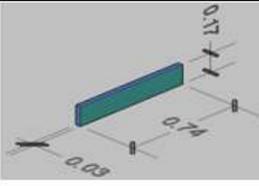
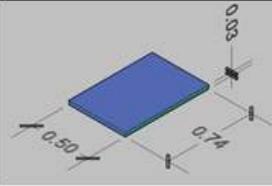
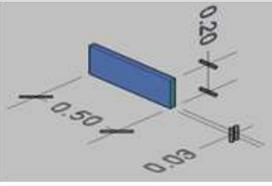
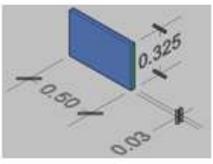
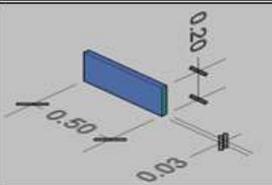
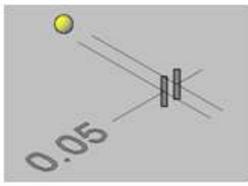
9. Apéndices

9.1. Diagrama sinoptico de fabricacion

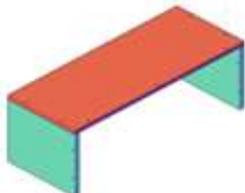
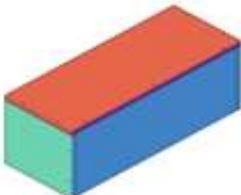
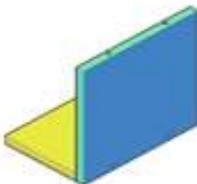
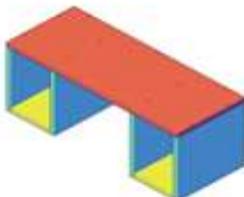
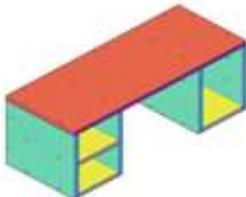


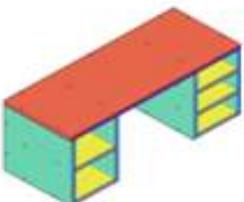
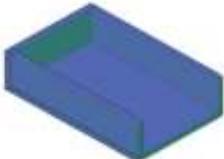
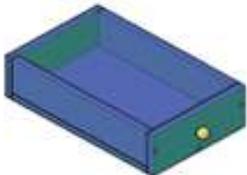
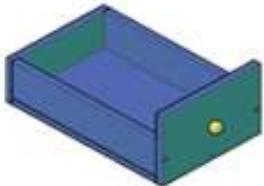
9.2. Lista de piezas

Referencia	Denominación	Representación	Medidas		
			Altura	Diámetro	
C01	Patas		0,75	0,1	
Referencia	Denominación	Representación	Medidas		
			Longitud	Anchura	Altura
C02	Tablero superior pequeño		1,30	0,85	0,05
C03	Tablero superior mediano		1,60	0,85	0,05
C04	Tablero superior grande		2,15	0,85	0,05
C05	Plano lateral		0,85	0,05	0,75
C06	Divisoria		0,80	0,05	0,75
C07	Plano trasero pequeño		1,20	0,05	0,75
C08	Plano trasero mediano		1,50	0,05	0,75
C09	Plano trasero grande		2,05	0,05	0,75

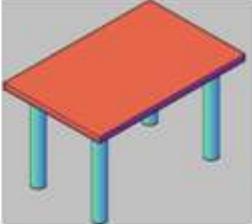
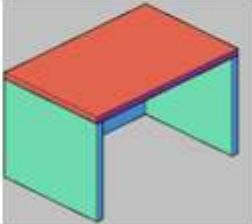
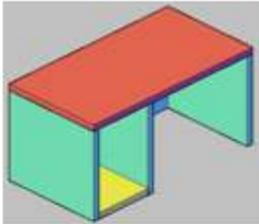
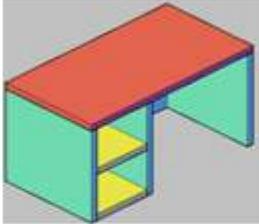
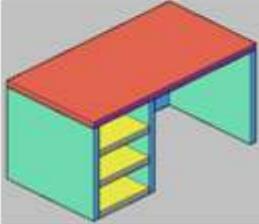
Referencia	Denominación	Representación	Medidas		
			Longitud	Anchura	Altura
C10	Balda estantería		0,50	0,80	0,05
C11	Cajonera lateral		0,74	0,03	0,17
C12	Cajonera base abajo		0,74	0,03	0,50
C13	Cajonera fondo atrás		0,50	0,03	0,20
C14	Cajonera delante frente grande		0,50	0,03	0,33
C15	Cajonera delante frente pequeña		0,50	0,03	0,20
Referencia	Denominación	Representación	Medidas		
			Diámetro		
C16	Esfera		0,05		
Referencia	Denominación	Representación	Medidas		
			Cabeza	Diametro	Largura
CHC5x50	Tornillos BYB pavonados de ensamblaje		CHC	5	50

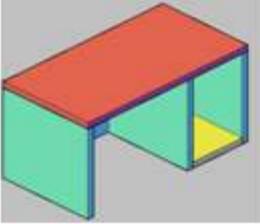
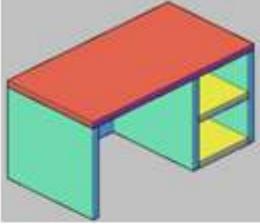
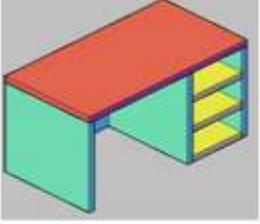
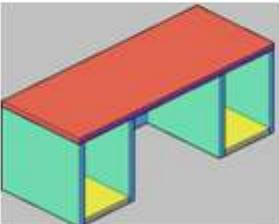
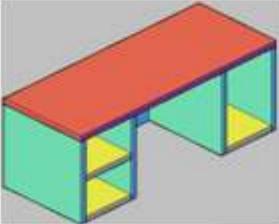
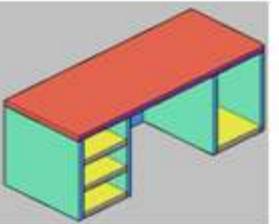
9.3. Lista productos en curso

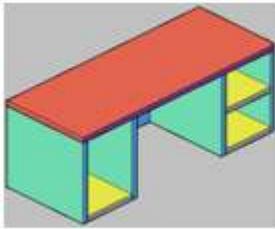
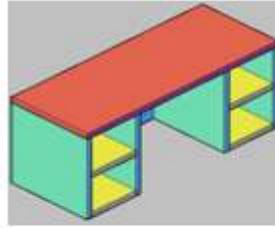
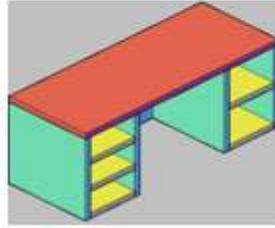
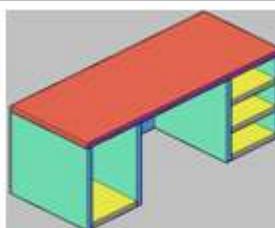
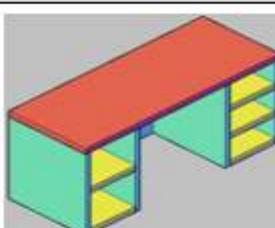
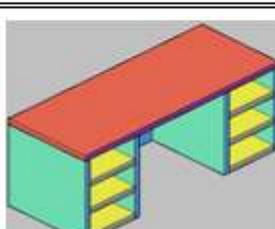
Referencia	Denominación	Representación
PC01	Producto en curso N°1	
PC02	Producto en curso N°2	
PC03	Producto en curso N°3	
PC04	Producto en curso N°4	
PC05	Producto en curso N°5	

Referencia	Denominación	Representación
PC06	Producto en curso N°6	
PC07	Producto en curso N°7	
PC08	Producto en curso N°8	
PC09	Producto en curso N°9	
PC10	Producto en curso N°10	

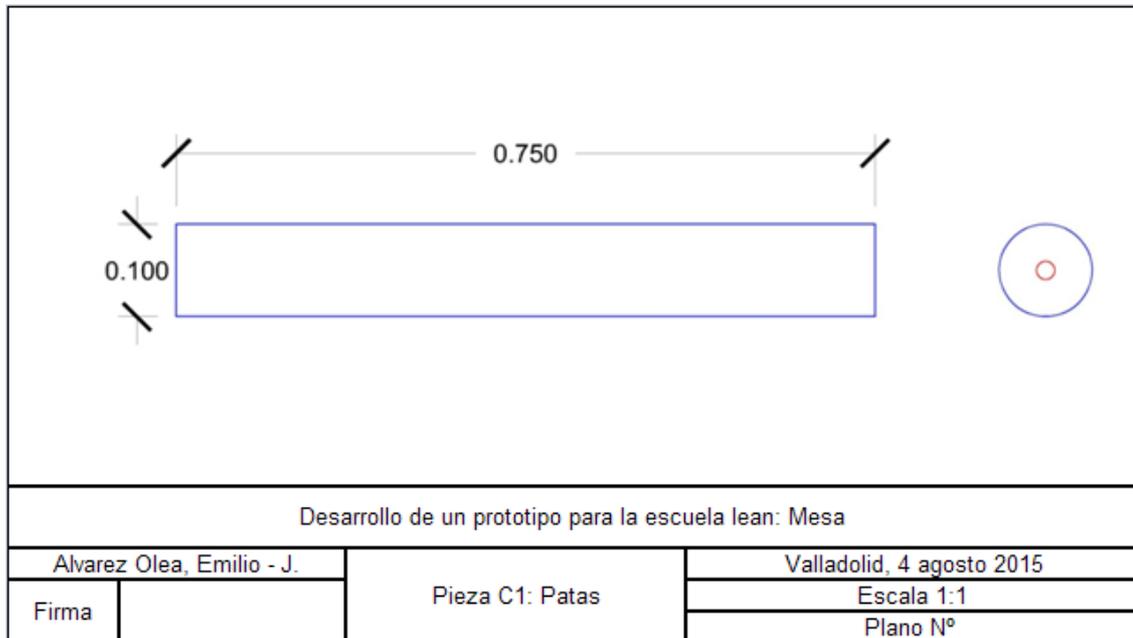
9.4. Lista producto tipo básico terminado

Referencia	descripcion	Representación	
TBM01	Pequeño (pata)		
TBM02	Pequeño		
Referencia	Tablero	Hueco Izquierda	Representación
TBM03	mediano	1 - M	
TBM04	mediano	2 - I	
TBM05	mediano	3 - P	

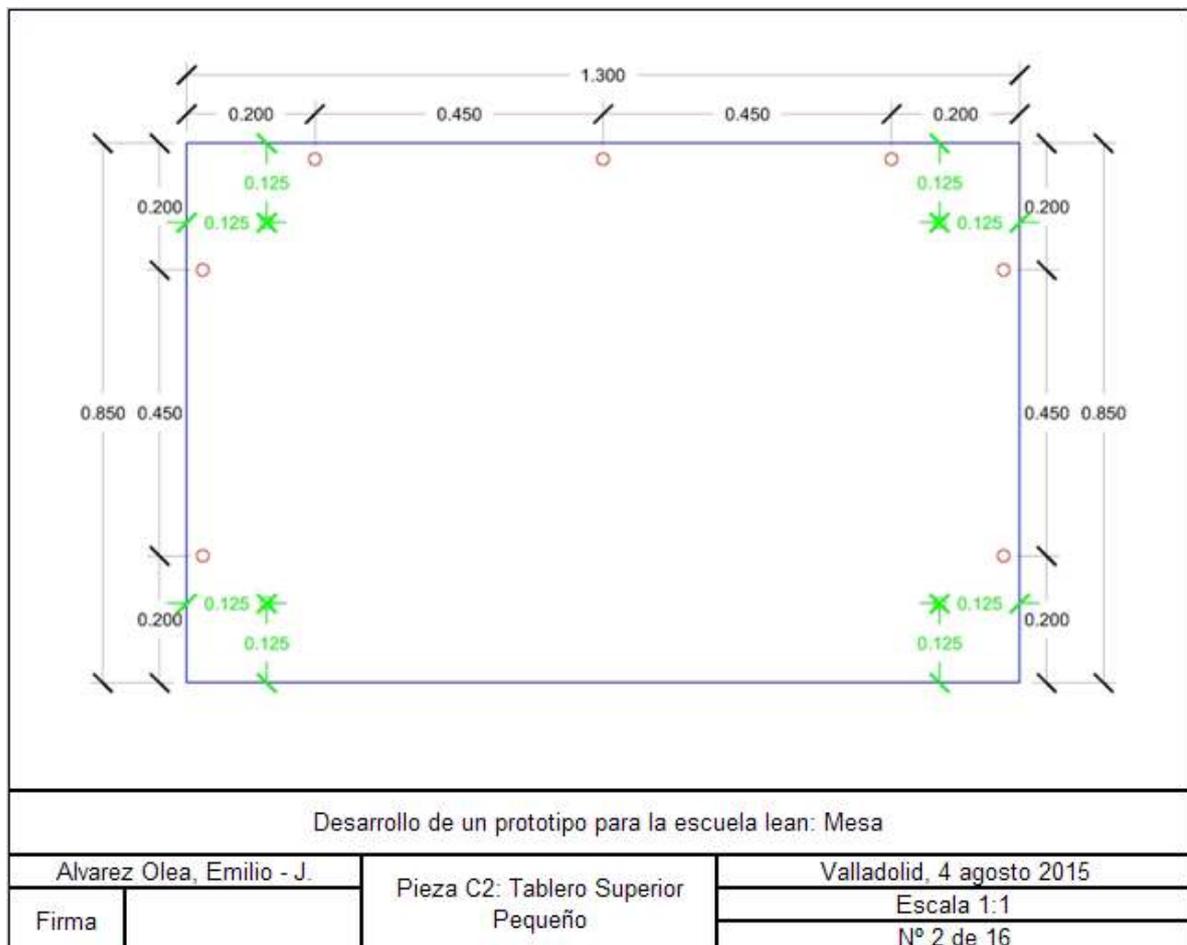
Referencia	Tablero	Hueco Derecha		Representación
TBM06	mediano	1 - M		
TBM07	mediano	2 - I		
TBM08	mediano	3 - P		
Referencia	Tablero	Hueco Izquierda	Hueco Derecha	Representación
TBM09	grande	1 - M	1 - M	
TBM10	grande	2 - I	1 - M	
TBM11	grande	3 - P	1 - M	

Referencia	Tablero	Hueco Izquierda	Hueco Derecha	Representación
TBM12	grande	1 - M	2 - I	
TBM13	grande	2 - I	2 - I	
TBM14	grande	3 - P	2 - I	
TBM15	grande	1 - M	3 - P	
TBM16	grande	2 - I	3 - P	
TBM17	grande	3 - P	3 - P	

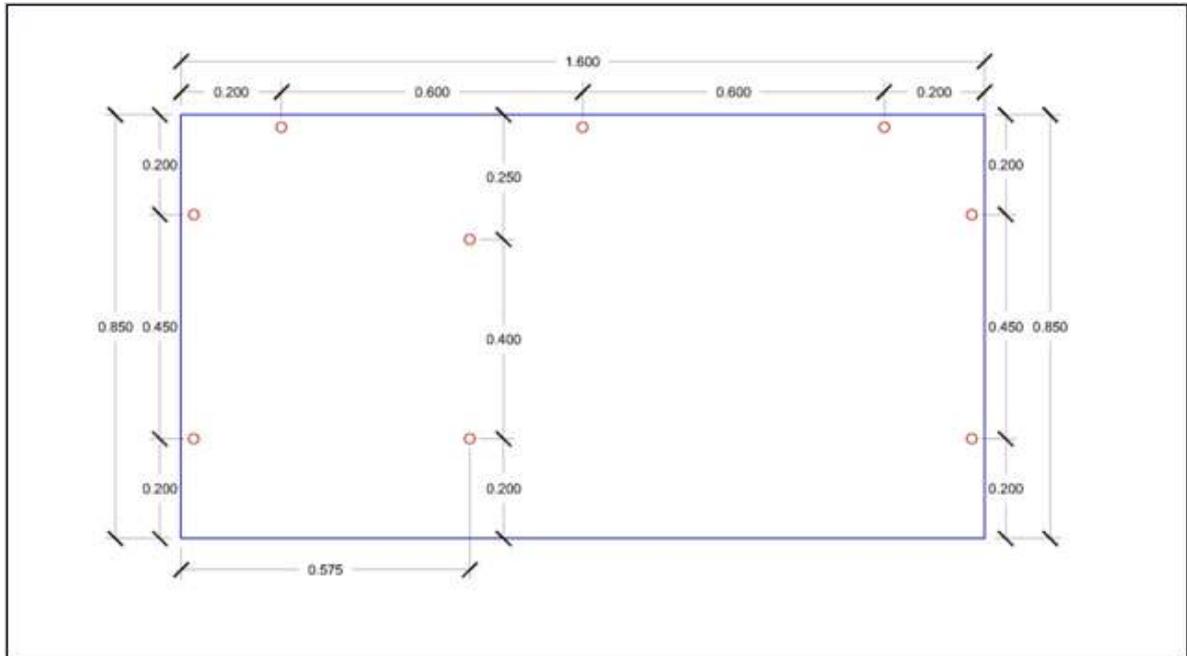
9.5. Esquema C01: Patas



9.6. Esquema C02: Tablero supero pequeño

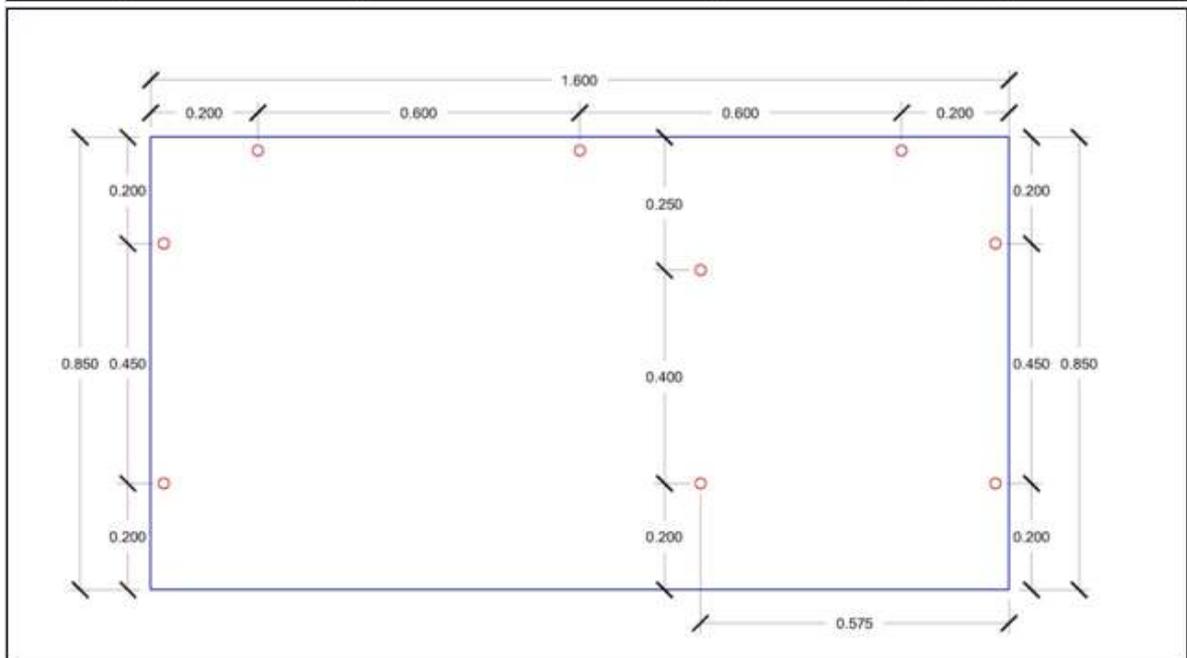


9.7. Esquema C03: Tablero Superior mediano (Izquierda y derecha)



Desarrollo de un prototipo para la escuela lean: Mesa

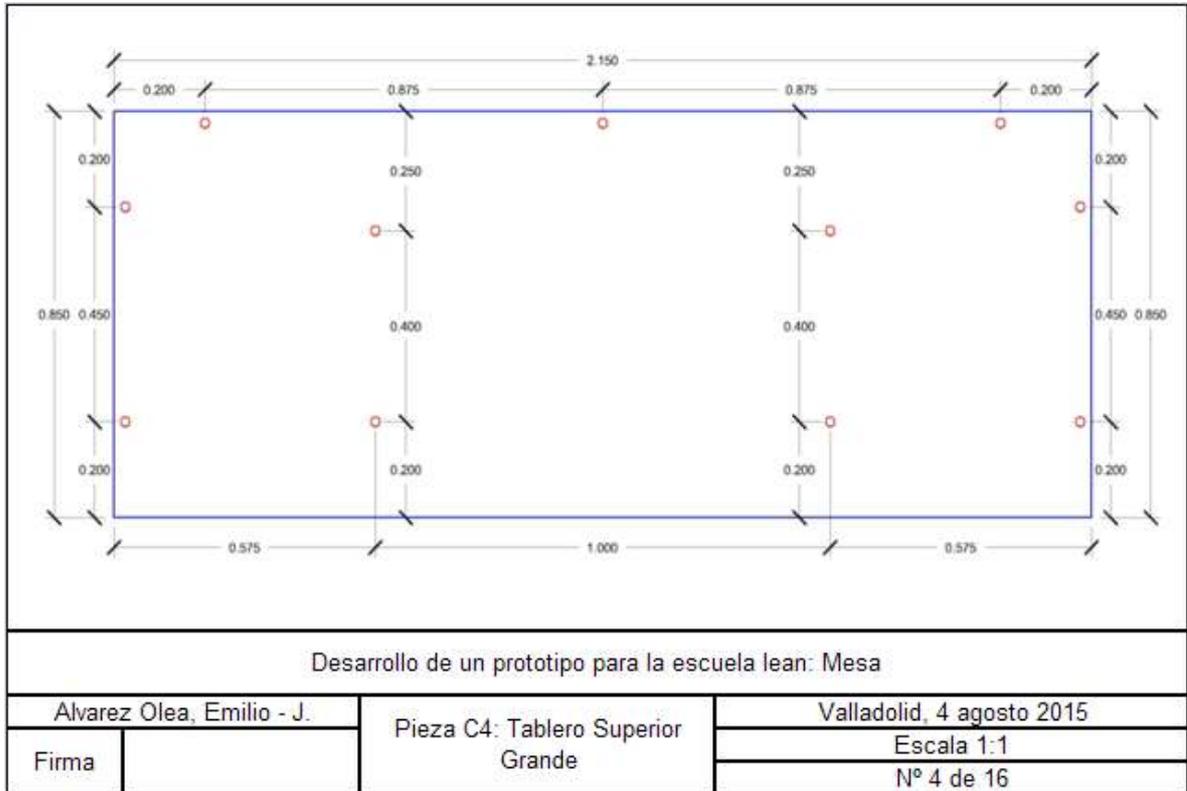
Alvarez Olea, Emilio - J.		Pieza C3: Tablero Superior Mediano (Izda)	Valladolid, 4 agosto 2015
Firma			Escala 1:1 Nº 3a de 16



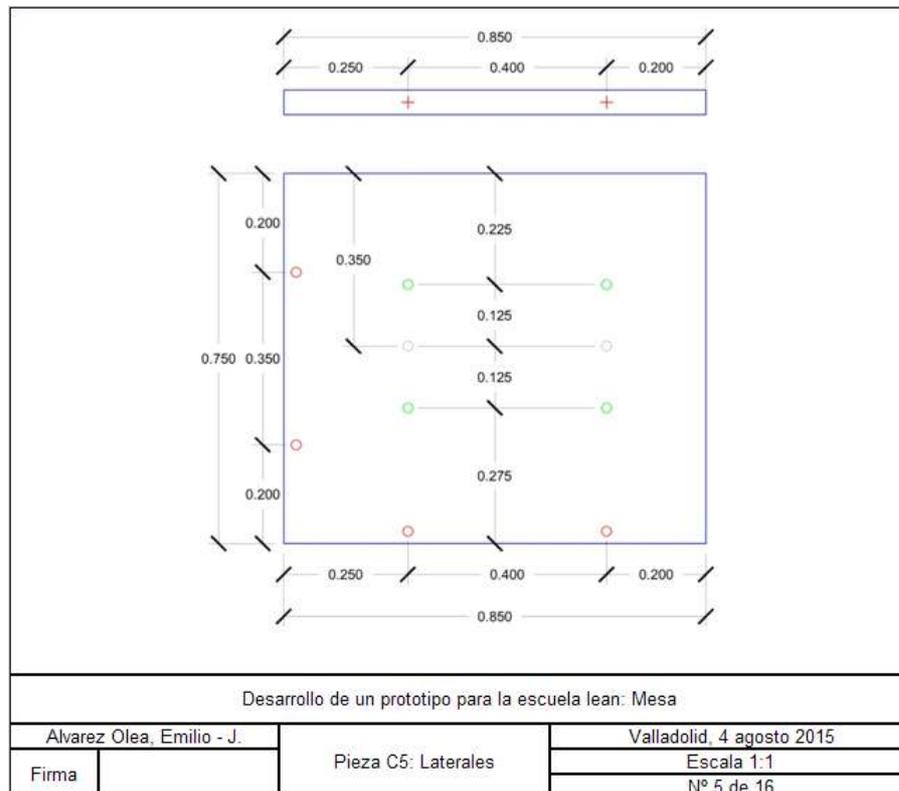
Desarrollo de un prototipo para la escuela lean: Mesa

Alvarez Olea, Emilio - J.		Pieza C3: Tablero Superior Mediano (Dcha)	Valladolid, 4 agosto 2015
Firma			Escala 1:1 Nº 3b de 16

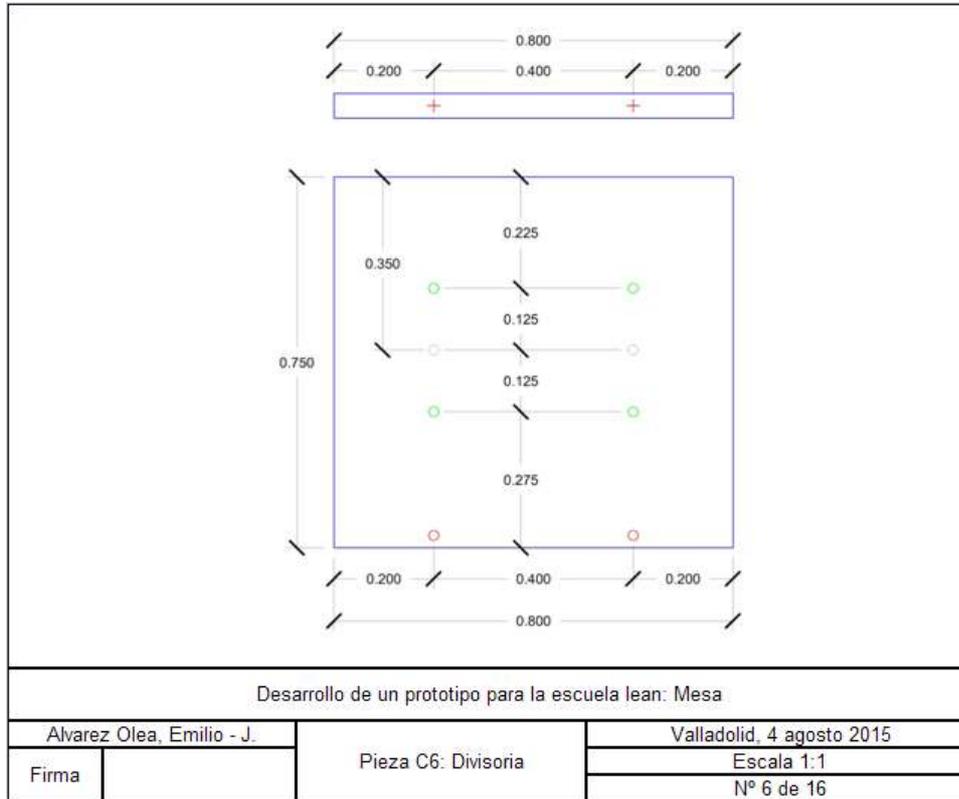
9.8. esquema C04: Tablero Superior grande



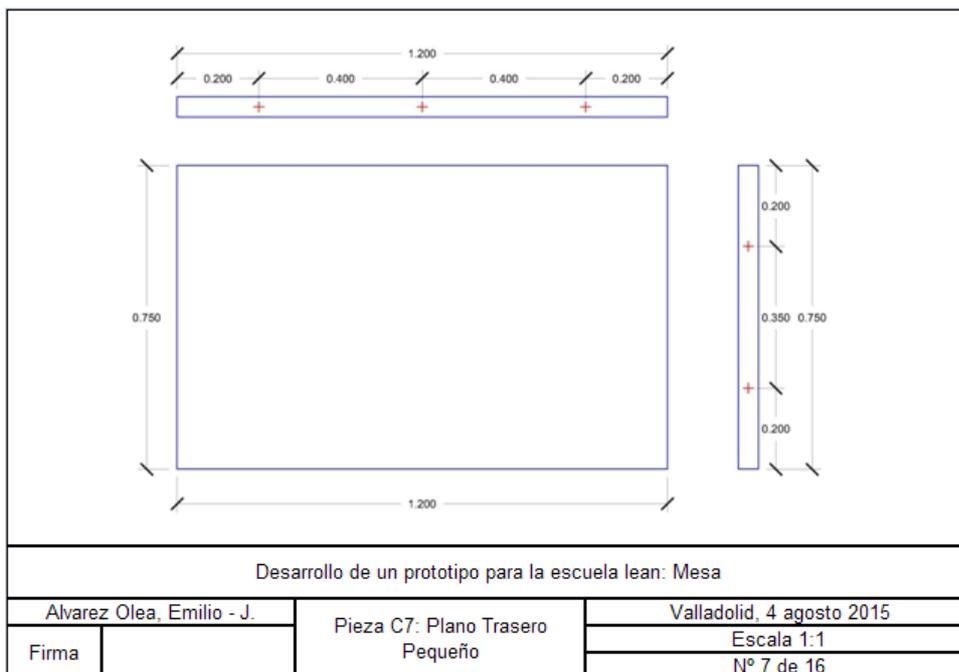
9.9. Esquema C05: Laterales derecho e izquierdo



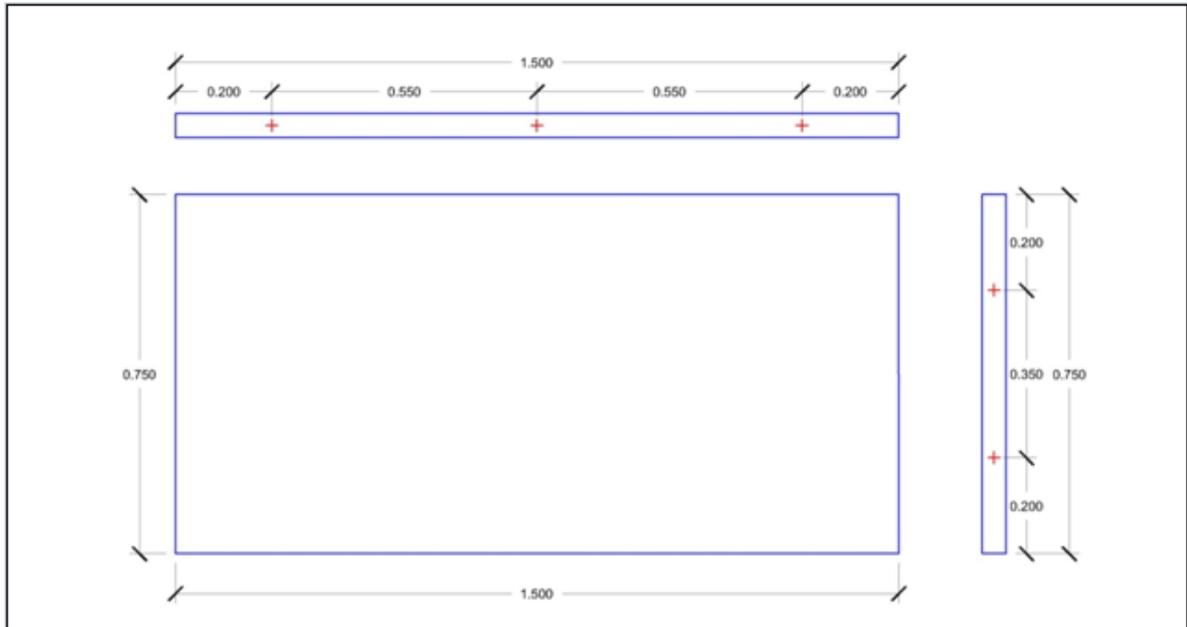
9.10. Esquema C06: Divisoria



9.11. Esquema C07: Plano trasero pequeño



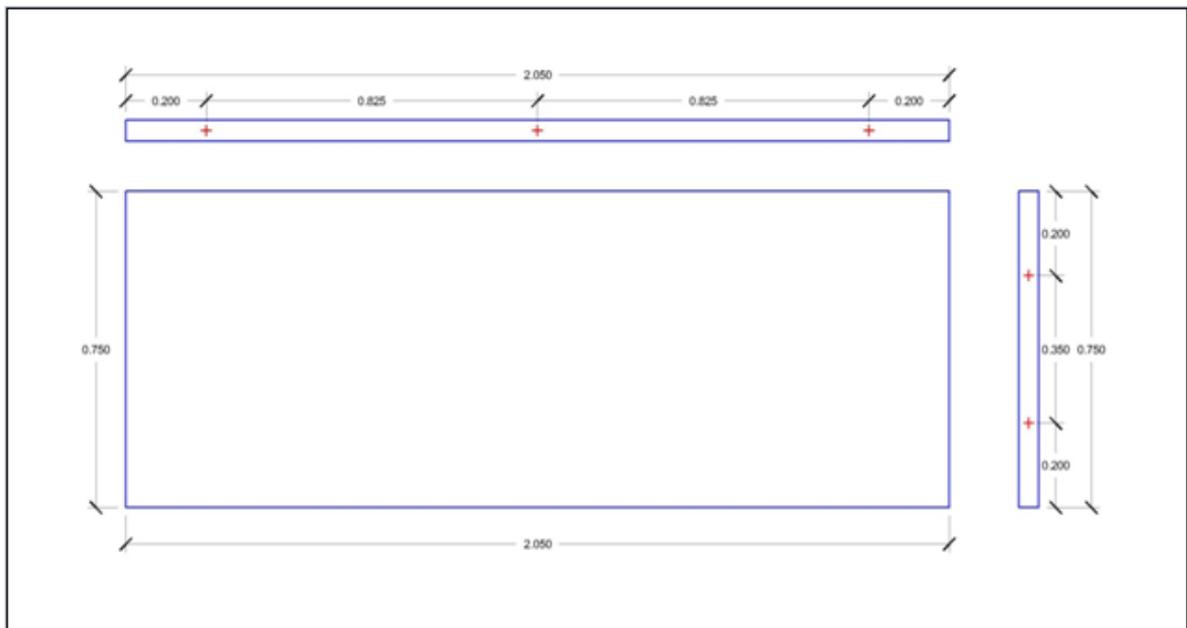
9.12. Esquema C08: Plano trasero mediano



Desarrollo de un prototipo para la escuela lean: Mesa

Alvarez Olea, Emilio - J.		Pieza C8: Plano Trasero Mediano	Valladolid, 4 agosto 2015
Firma			Escala 1:1
			Nº 8 de 16

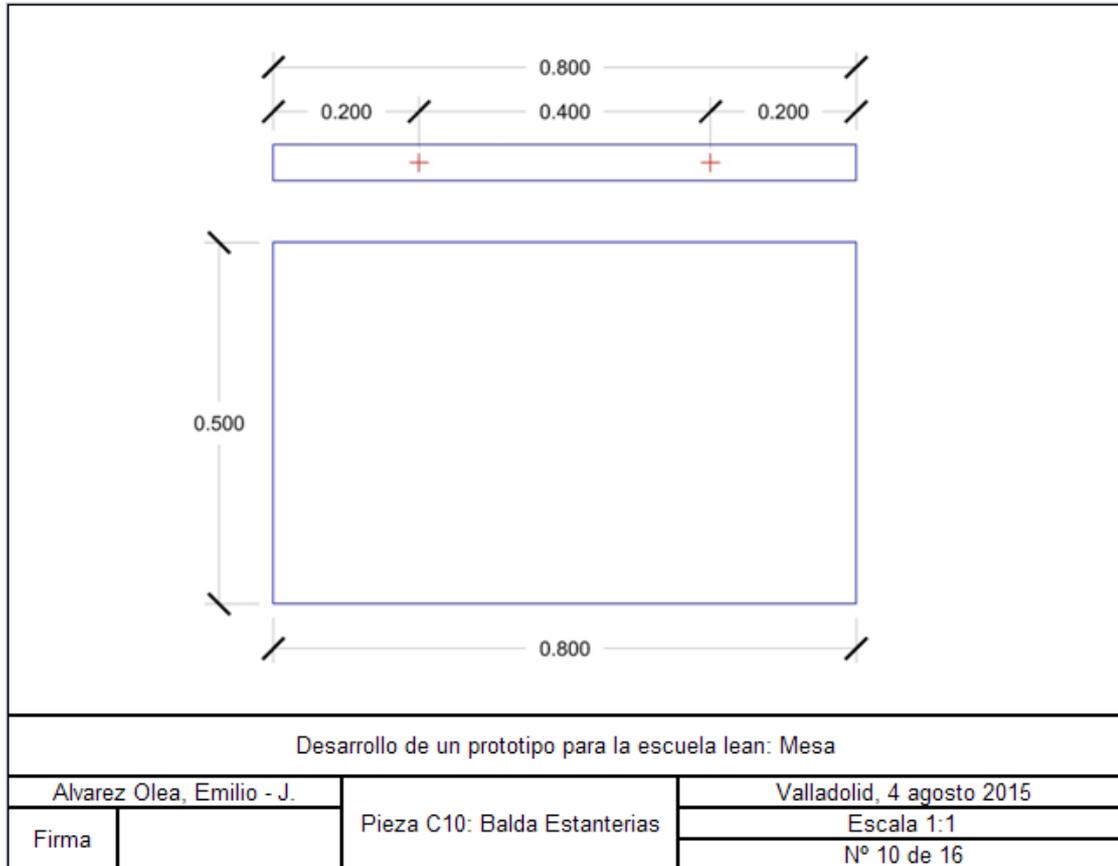
9.13. Esquema C09: Plano trasero grande



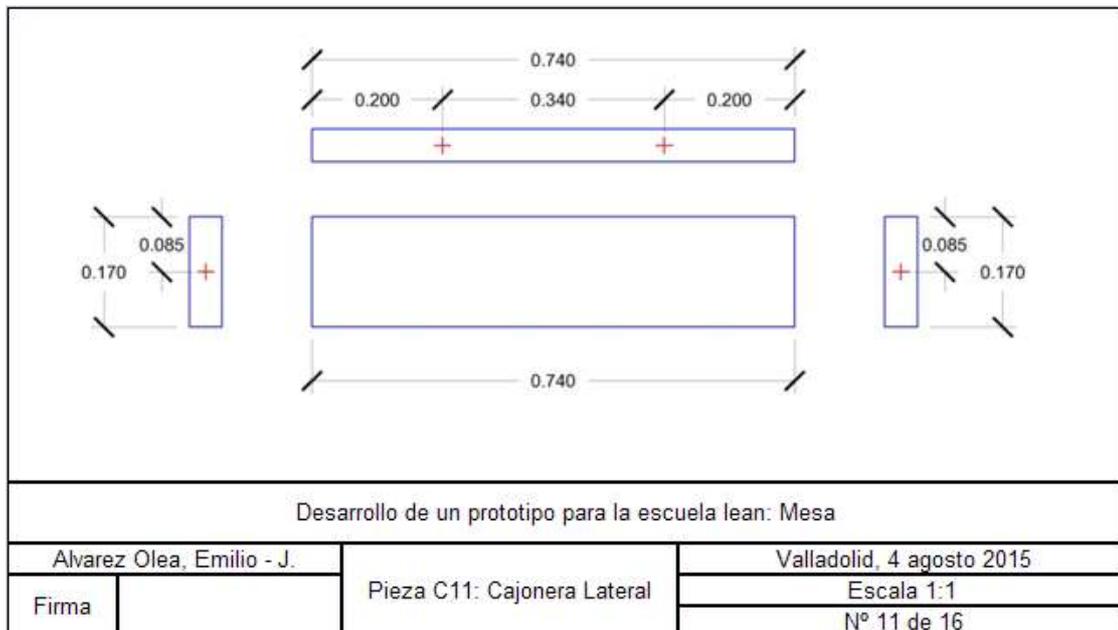
Desarrollo de un prototipo para la escuela lean: Mesa

Alvarez Olea, Emilio - J.		Pieza C9: Plano Trasero Grande	Valladolid, 4 agosto 2015
Firma			Escala 1:1
			Nº 9 de 16

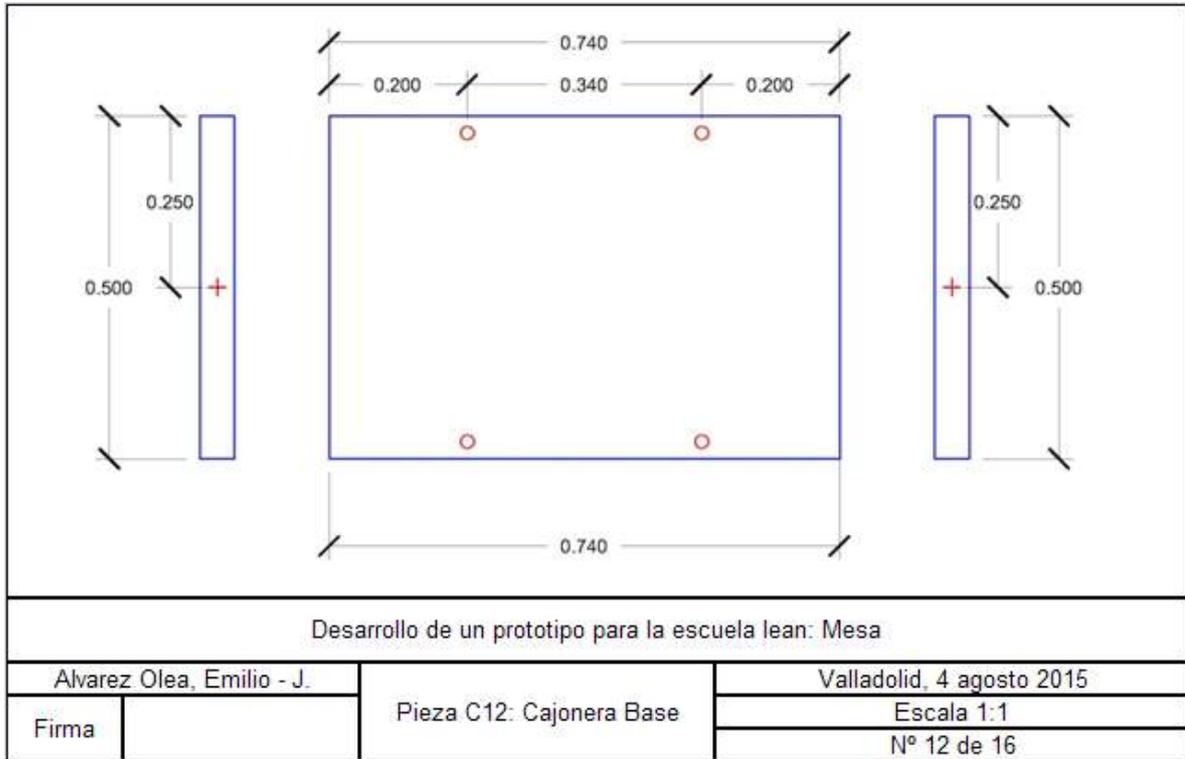
9.14. Esquema C10: Balda estantería



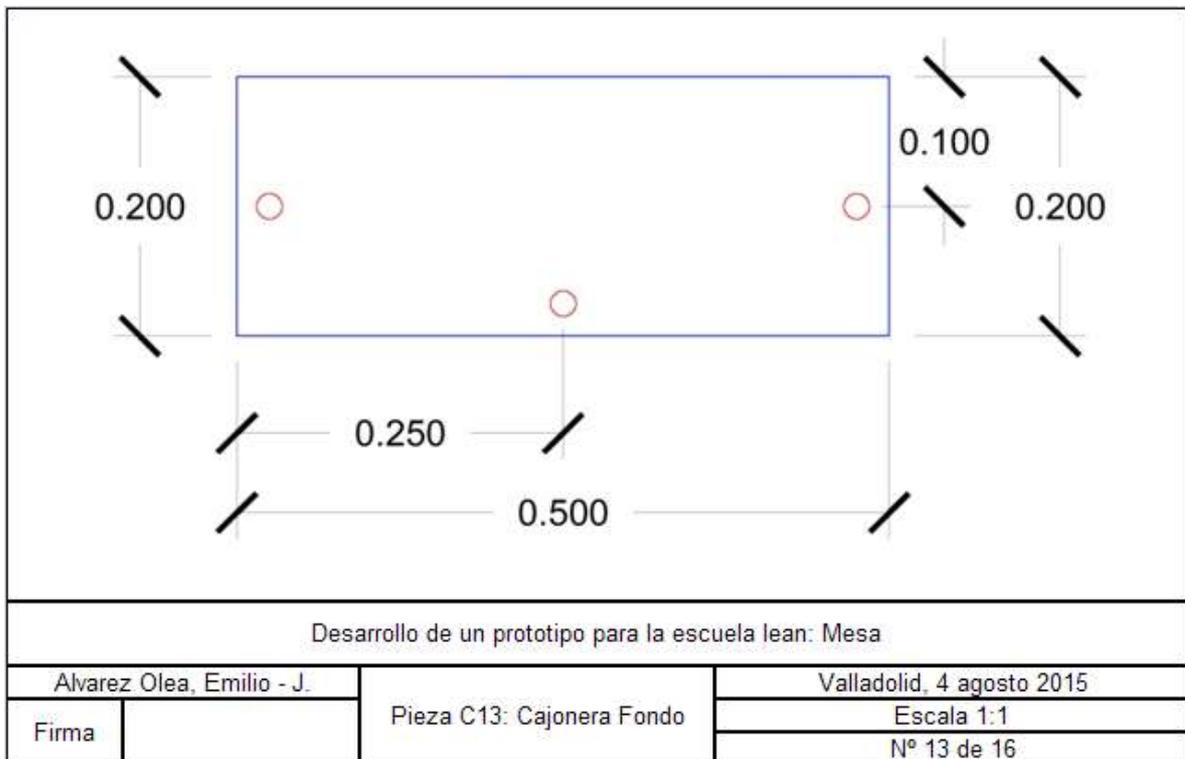
9.15. Esquema C11: Cajonera lateral



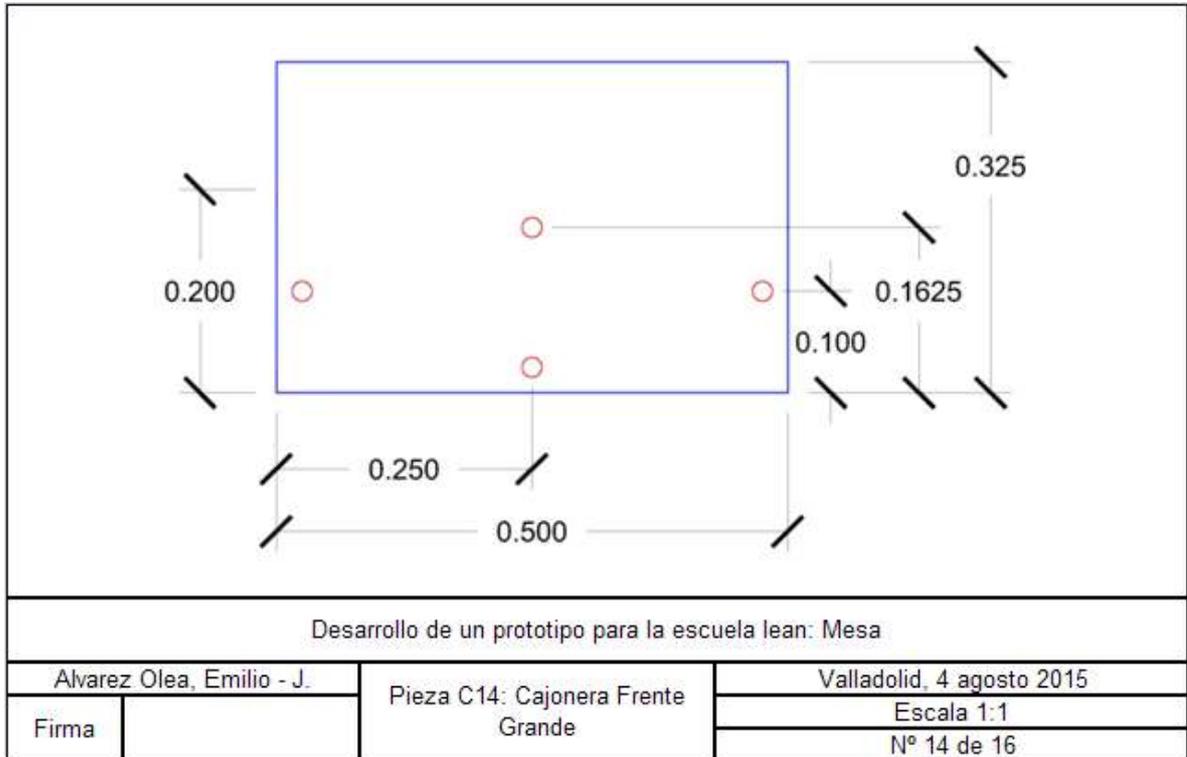
9.16. Esquema C12: Cajonera base



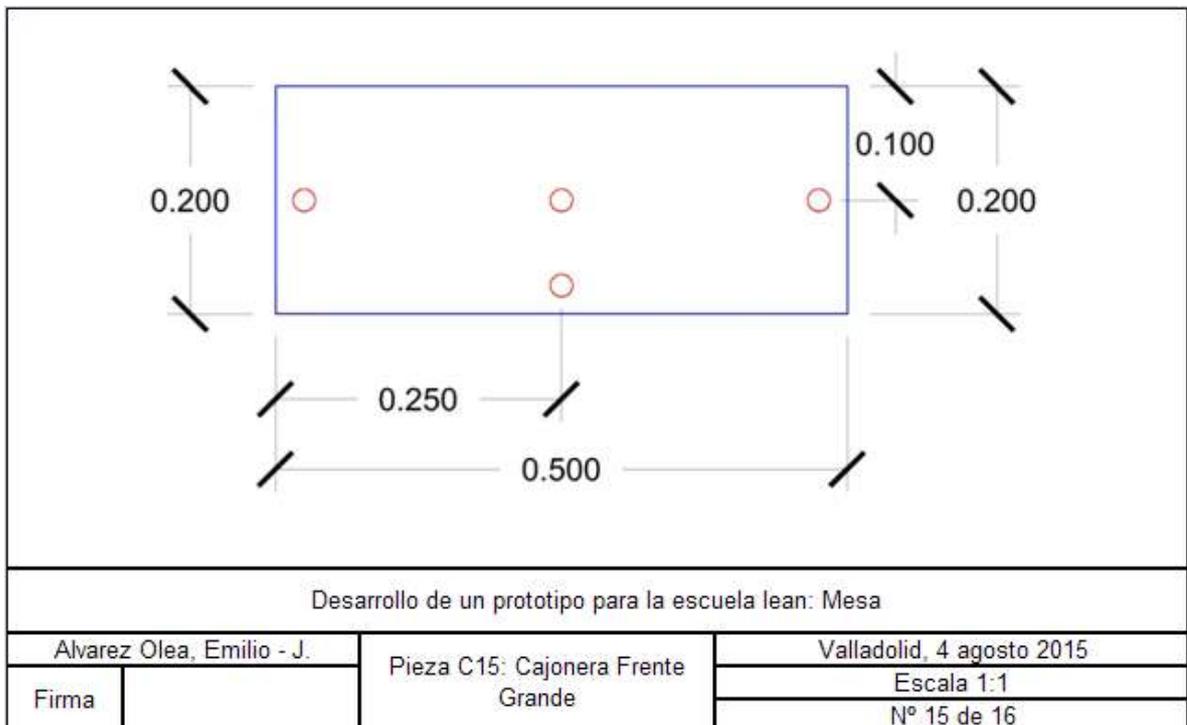
9.17. Esquema C13: Cajonera fondo



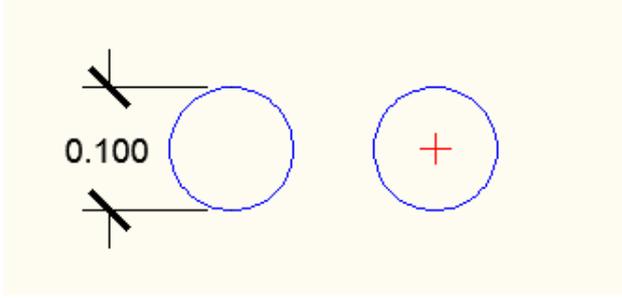
9.18. Esquema C14: Cajonera frente grande



9.19. Esquema C15: Cajonera delante frente pequeña



9.20. Esquema C16: Esfera

		
Desarrollo de un prototipo para la escuela lean: Mesa		
Alvarez Olea, Emilio - J.	Pieza C16: Esfera	Valladolid, 4 agosto 2015
Firma		Escala 1:1
		Nº 16 de 16

9.21. Ficha de procedimiento FP001: Montaje Patas

Ficha Operación Proceso "A"	
<p>Aprobación</p> <p>Fecha: 04/08/2015</p> <p>Aprobado por: pat338</p> <p>Explicación: Pasos</p> <p>1- Fijar las 4 patas C01 al tablero superior pequeño C02 mediante 4 elementos de unión CHCSx60</p>	
<p>Puntos clave</p> <p>1- Seleccionar correctamente la posición de las patas sobre el tablero => posibilidad confusión con el modelo sin tabla.</p> <p>2- Comprobación final en final de línea (no cojes) antes de darle como conforme</p>	
<p>Observaciones</p>	
<p>Nombre ficha operación proceso</p> <p>Montaje de patas</p>	<p>Modelo producto mostrado</p> <p>PL</p>
<p>Número ficha operación proceso</p> <p>FP001</p>	<p>Página</p> <p>1 de 1</p>
<p>Fecha</p>	<p>Modificado por</p>
<p>Validado por</p>	<p>Modificaciones</p>

9.22. Ficha de procedimiento FP002: Montaje Laterales

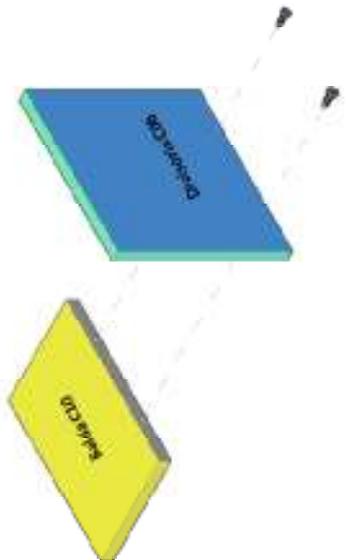
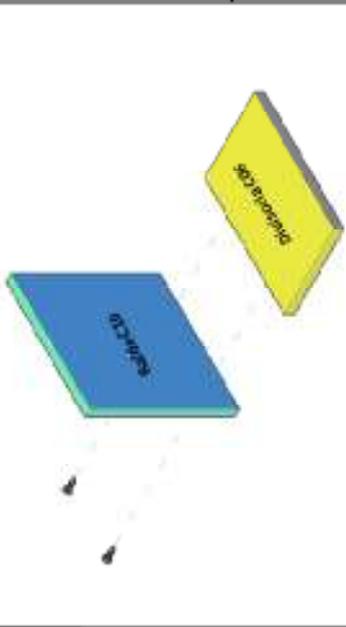
Ficha Operación Proceso "A"	
<p>Aprobación</p> <p>Fecha: 04/08/2015 Aprobado por: post338</p> <p>Explicación: Pasos</p> <p>1- Unir plano lateral (CD5) a tablero superior grande (CD4) en el extremo derecho mediante dos tornillos paravientos de ensamblaje (2 x CHCSx50)</p> <p>2 - Unir plano lateral (CD5) a tablero superior grande (CD4) en el extremo izquierdo mediante dos tornillos paravientos de ensamblaje (2 x CHCSx50)</p> <p>Puntos clave</p> <p>1- Comprobar correspondencia de no reborde entre tableros y laterales</p> <p>2 - Verificar perpendicularidad</p>	
<p>Observaciones</p>	
<p>Nombre ficha operación proceso</p> <p>Montaje Laterales</p>	<p>Modelo producto mostrado</p> <p>PS-000-000</p>
<p>Número ficha operación proceso</p> <p>FP002</p>	<p>Página</p> <p>1 de 1</p>
<p>Fecha Modificado por Validado por</p> <p>Modificaciones</p>	

9.23. Ficha de procedimiento FP003: Montar fondo

Ficha Operación Proceso "A"	
<p>FP003.1</p>	<p>FP003.2</p>
<p style="text-align: center;">Aprobación</p> <p>Fecha: 04/09/2015 Aprobado por: J04358</p> <p style="text-align: center;">Explicación: Pasos</p> <p>1- Unir parte superior de plano trasero grande(C09) e Producto en curso 01 (PC01P5) mediante tres tornillos paxosatos de ensamblaje (3 x CHCSx50)</p> <p>2- Unir partes laterales de plano trasero grande(C09) a Producto en curso 01 (PC01P5) mediante cuatro tornillos paxosatos de ensamblaje (4 x CHCSx50), dos por cada lado</p> <p style="text-align: center;">Puntos clave</p> <p>1- Verificar perpendicularidades y entzado</p> <p>2 - Apuntalar los tornillos antes de apretar</p>	
<p style="text-align: center;">Observaciones</p>	
<p style="text-align: center;">Nombre ficha operación proceso Montar fondo</p>	
<p style="text-align: center;">Número ficha operación proceso FP003</p>	
<p style="text-align: center;">Modelo producto mostrado PS.01.XX10</p>	
<p style="text-align: center;">Página 1 de 1</p>	
<p style="text-align: center;">Modificaciones</p> <p>Fecha: _____ Modificado por: _____ Validado por: _____</p>	

Anexo Ficha Operación Proceso "B"			
Nombre ficha operación proceso		Número ficha operación proceso	
Montar fondo		FP003	
Material necesario empleado			
Entradas		Salidas	
Denominación	Referencia	Referencia	Cantidad
Producto en curso N°1 de PS	PC01PS	Producto en curso N°2 de PS	1
Plano trasero grande	C09		1
Tomillos pavonados de ensamblaje	CHC5x50		7

9.24. Ficha de procedimiento FP004: Estructura accesorios

Ficha Operación Proceso "A"	
<p style="text-align: center;">FP004.1</p> 	<p style="text-align: center;">FP004.2</p> 
<p style="text-align: center;">Aprobación</p> <p>Fecha: 04/06/2015 Aprobado por: p04356</p> <p style="text-align: center;">Explicación: Pasos</p> <p>1- Unir balda (C10) con divisería (C06) 2 - Repetir operación Anterior (FP004.1)</p>	
<p style="text-align: center;">Puntos clave</p> <p>1- Perpendicularidad 2 - Comprobar ensamblado</p>	
<p style="text-align: center;">Observaciones</p>	
<p style="text-align: center;">Nombre ficha operación proceso</p> <p style="text-align: center;">FP004</p>	
<p style="text-align: center;">Número ficha operación proceso</p> <p style="text-align: center;">Estructura y accesorios</p>	
<p style="text-align: center;">Modelo producto mostrado</p> <p style="text-align: center;">P5.0X.0X0</p>	
<p style="text-align: center;">Página</p> <p style="text-align: center;">1 de 1</p>	
Fecha	Verificado por
Modificaciones	

9.25. Ficha de procedimiento FP005: Montaje en mesa

Ficha Operación Proceso "A"	
<p>Aprobación</p> <p>Fecha: 04/06/2015 Aprobado por: 934338</p> <p>Explicación: Pasos</p> <p>1- Unir Balda C10 de PC03PS a lateral izquierdo C05 de PC03PS mediante dos tornillos pavorados de ensamblaje (2 x CHCSx50)</p> <p>2- Unir Divisoria C06 de PC03PS a tablero superior grande C04 de PC03PS mediante dos tornillos pavorados de ensamblaje (2 x CHCSx50)</p> <p>3- Repetir pasos anteriores: (FP005.1 FP005.2 FP005.3 para el lado derecho)</p> <p>Puntos clave</p> <p>1- Verificar según allí comprobación (entra - no entra)</p>	
<p>FP005.1</p>	<p>FP005.2</p>
<p>Observaciones</p>	
<p>Nombre ficha operación proceso</p> <p>Montaje en mesa</p>	<p>Página</p> <p>1 de 1</p>
<p>Número ficha operación proceso</p> <p>FP005</p>	<p>Modelo producto mostrado</p> <p>PS-010310</p>
<p>Fecha</p>	<p>Modificado por</p>
<p>Validado por</p>	<p>Modificaciones</p>

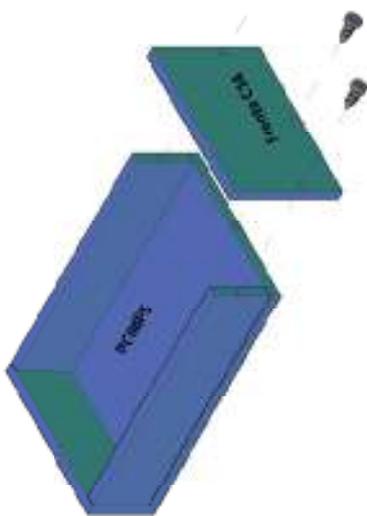
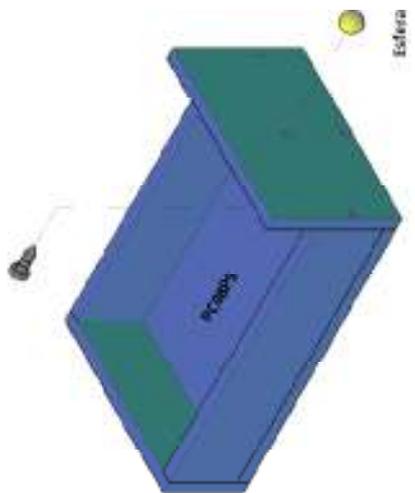
9.26. Ficha de procedimiento FP006: Montaje 1 balda

Ficha Operación Proceso "A"	
<p>Aprobación</p> <p>Fecha: 04/08/2015 Aprobado por: pms/16</p> <p>Explicación: Pesos</p> <p>1- Unir Balda C10 a plano lateral C05 mediante dos tornillos paravientos de ensamble (2 x CHC5x50)</p> <p>2 - Unir Balda C10 a división C06 mediante dos tornillos paravientos de ensamble (2 x CHC5x50)</p> <p>Puntos clave</p> <p>1- Tener en cuenta ambos lados en caso de P5 (tablero superior grande)</p> <p>2 - Comprobación con útiles entra no entra</p>	
<p>Nombre ficha operación proceso</p> <p>Montaje 1 balda</p>	<p>Observaciones</p>
<p>Número ficha operación proceso</p> <p>FP006</p>	<p>Modelo producto mostrado</p> <p>#5.0X.XX0</p>
	<p>Página</p> <p>1 de 1</p>
	<p>Fecha</p> <p>Modificado por</p> <p>Validado por</p> <p>Modificaciones</p>

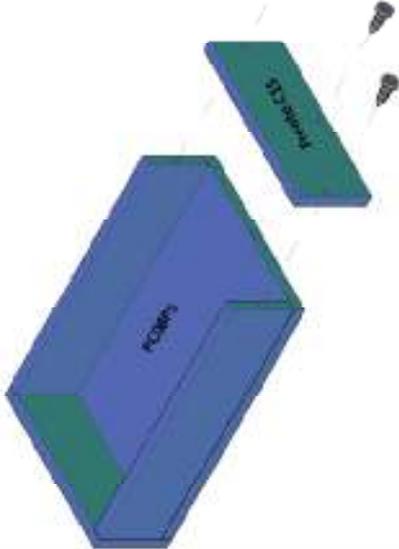
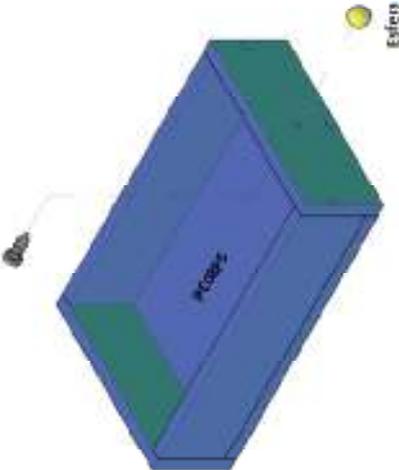
9.28. Ficha de procedimiento FP008: Montaje Estructura cajón

Ficha Operación Proceso "A"	
<p>FP008.1 v2</p>	<p>FP008.3</p>
<p>Aprobación</p> <p>Fecha: 04/08/2015 Aprobado por: port338</p> <p>Explicación: Pasos</p> <p>1- Unir cajonera laterales (lado derecho (C13) y a cajonera base suelo C12 mediante dos tornillos pasavosados de ensamblaje (2 x CHC5x50)</p> <p>2 - Unir cajonera lateral (lado izquierdo C11 a cajonera base suelo C12 mediante dos tornillos pasavosados de ensamblaje (2 x CHC5x50)</p> <p>3 - Unir cajonera fondo trasera C13 a laterales C11 y a cajonera base suelo C12 mediante tornillo pasavosado de ensamblaje (3 x CHC5x50)</p> <p>Puntos clave</p> <p>1- Comprobación con utillas entra no entra</p>	
<p>Nombre ficha operación proceso</p> <p>Montaje Estructura cajón</p>	<p>Observaciones</p>
<p>Número ficha operación proceso</p> <p>FP008</p>	<p>Modelo producto mostrado</p> <p>PS.0XJ.000</p>
<p>Fecha</p>	<p>Validado por</p>
<p>Modificación por</p>	<p>Modificaciones</p>
<p>Página</p> <p>1 de 1</p>	

9.29. Ficha de procedimiento FP009: Acoplamiento frontal Grande

Ficha Operación Proceso "A"	
<p>FP009.1</p> 	<p>FP009.2</p> 
<p>Aprobación</p> <p>Fecha: 04/06/2015 Aprobado por: 924553</p> <p>Explicación: Pasos</p> <p>1- Unir frente cajonera grande C14 a FC08/PS mediante tres tornillos pasados de ensamblaje (3 x CHC5x50)</p> <p>2- Unir esfera (C16) a C13 a frente cajonera pequeña C13 tornillo pasavento de ensamblaje (CHC5x50)</p>	
<p>Puntos clave</p> <p>1- Comprobación con utilitas entra no entra de medida externas</p>	
<p>Nombre ficha operación proceso</p> <p>Acoplamiento Frontal Grande</p>	<p>Observaciones</p>
<p>Número ficha operación proceso</p> <p>FP009</p>	<p>Modelo producto mostrado</p> <p>PS.UJLXXU</p>
	<p>Página</p> <p>1 de 1</p>
<p>Fecha</p>	<p>Modificado por</p>
	<p>Modificaciones</p>
<p>Validado por</p>	

9.30. Ficha de procedimiento FP010: Acoplamiento frontal Menor

Ficha Operación Proceso "A"	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>FP010.1</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>FP010.2</p>  </div> </div>	
<p>Aprobación</p> <p>Fecha: 04/08/2015</p> <p>Aprobado por: ped358</p>	
<p>Explicación: Pasos</p> <p>1- Unir frente cajonera pequeña C15 a PC08PS mediante tres tornillos pasavandos de ensamblaje (3 x C-HCSx50)</p> <p>2- Unir esfera (C16) a C15 a través cajonera pequeña C15 tornillo pasavando de ensamblaje (C-HCSx50)</p>	
<p>Puntos clave</p> <p>1- Comprobación con útiles entra no entra de medida externas</p>	
<p>Observaciones</p>	
<p>Nombre ficha operación proceso</p> <p>Acoplamiento frontal Grande</p>	<p>Modelo producto mostrado</p> <p>P5.OX.X00</p>
<p>Numero ficha operación proceso</p> <p>FP009</p>	<p>Página</p> <p>1 de 1</p>
<p>Fecha</p>	<p>Modificado por</p>
<p>Validado por</p>	<p>Validado por</p>
<p>Modificaciones</p>	

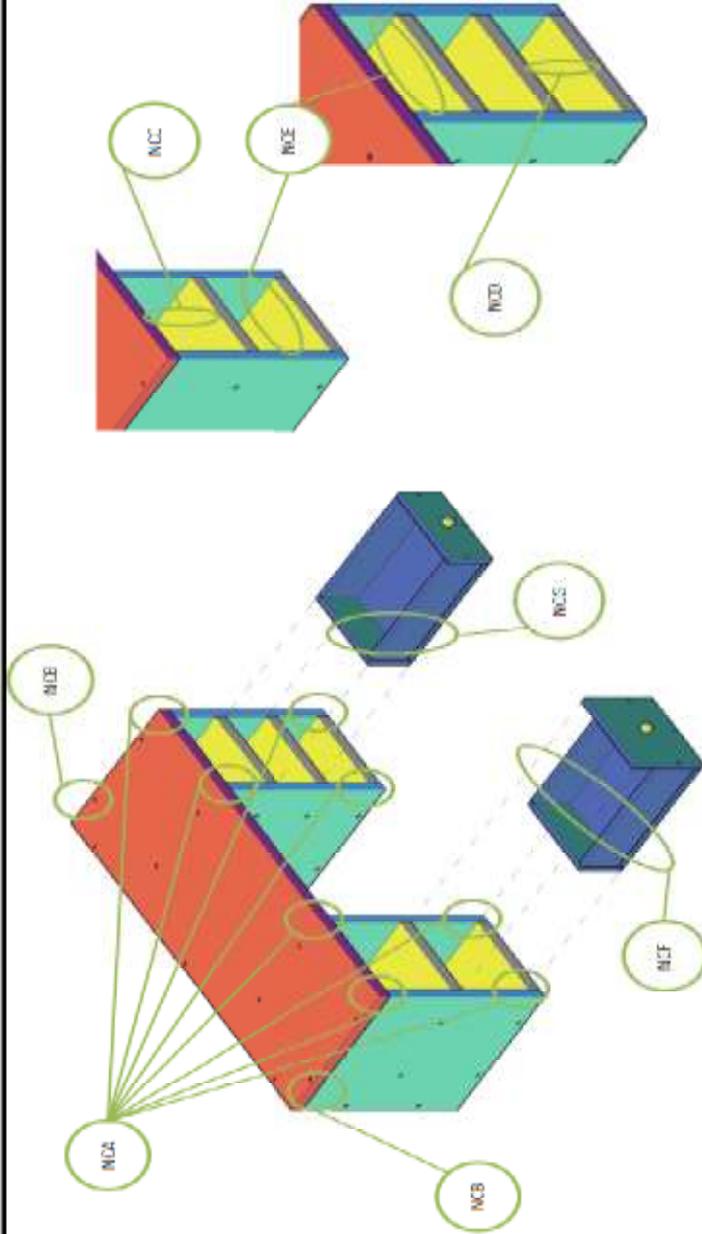
9.31. Ficha de procedimiento FP011: Colocación Cajón en hueco

Ficha Operación Proceso "A"	
<p style="text-align: center;">Aprobación</p> <p>Fecha: 04/08/2015 Aprobado por: 824838</p> <p style="text-align: center;">Explicación: Pasos</p> <p>1- Unir plano lateral (CDS) a tablero superior grande (L04) en el extremo izquierdo mediante dos tornillos pasavoltos de ensamble (2 x ØMCSx50)</p>	<p style="text-align: center;">Puntos clave</p> <p>1- Comprobación con uñes entra no entra</p>
<p>Nombre ficha operación proceso Colocación cajón en hueco.</p> <p>Número ficha operación proceso FP011</p>	<p style="text-align: center;">Observaciones</p> <p style="text-align: center;">Modelo producto mostrado PS-010-000</p> <p style="text-align: right;">Página 1 de 1</p>
<p>Fecha: _____ Modificado por: _____ Validado por: _____</p> <p style="text-align: center;">Modificaciones</p>	

9.32. Normas de control

Codificación	Puntos clave	Criterio escogido	Medida y criterio	Nota
NCA	Alineación correcta ambos planos	Perpendicularidad	Pasa - no pasa luz	
NCB	Enrasado	No permitidos bordes ni salientes	Pasa - no pasa luz	
NCC	Hueco Vertical > 0,20m.	Medidas interiores del conjunto correctas	Entra - no entra	
NCD	Hueco Vertical > 0,325m.	Medidas interiores del conjunto correctas	Entra - no entra	
NCE	Hueco horizontal > 0,50m.	Medidas interiores del conjunto correctas	Entra - no entra	
NCF	Exterior horizontal < 0,495m.	Medidas exteriores del conjunto correctas	No entra entra	
NCG	Exterior horizontal < 0,195m.	Medidas exteriores del conjunto correctas	No entra entra	

Normas de control



Aprobación			
Fecha:			
Aprobado por:			
Codificación	Referencia	Cantidad	Denominación
NCA	Almuerzo correcta ambos planos	Perpendicularidad	Falsa - no pasa Luz
NCB	Ensamblado	No permitidos bordes ni salientes	Falsa - no pasa Luz
NCC	Hueco Vertical > 0,20m.	Medidas interiores del conjunto correctas	Entrada - no entra
NCD	Hueco Vertical > 0,325m.	Medidas interiores del conjunto correctas	Entrada - no entra
NCE	Hueco horizontal > 0,50m.	Medidas interiores del conjunto correctas	Entrada - no entra
NCF	Exterior horizontal < 0,495m.	Medidas exteriores del conjunto correctas	No entra arriba
NCG	Exterior horizontal < 0,195m.	Medidas exteriores del conjunto correctas	No entra arriba

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Activity-based costing

Generación de costos basado en la actividad. Busca relacionar los costos con todos los valores que el cliente percibe en el producto.

Andón

Sistema utilizado para alertar de un problema en el proceso de producción, generalmente son señales visibles y/o audibles. Este sistema permite la comunicación entre los trabajadores.

Calidad total

La calidad total consiste en eliminar los posibles defectos lo antes posible y en el momento en que se detecten, incluyendo la implantación de elementos para certificar la calidad en cada momento.

Defecto

Un defecto es un producto que se desvía de las especificaciones o no satisface las expectativas del cliente, incluyendo los aspectos relativos a seguridad. (UNE-EN-ISO 8402:1994).

Despilfarro

Gasto excesivo o innecesario. Todos aquellos procesos o actividades que no aportan valor al producto final.

Diagrama de flujo

Representación gráfica de un algoritmo o proceso. Cada paso del proceso es representado por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa del proceso. Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección del flujo del proceso.

Estandarización

La estandarización busca propiciar los medios por los cuales las operaciones de manufactura se realicen siempre en una misma forma, para ello crea procesos estándar y predecibles.

Estudio de métodos

También conocido como estudio de movimientos. Se define como la técnica que permite reducir la cantidad de trabajo necesaria en las operaciones de fabricación mejorando, principalmente, su ergonomía.

Estudio de tiempos

Técnica que se emplea para determinar el tiempo estándar de una operación.

Flujo continuo

Sistema de producción que consiste en “mover uno, producir uno” (o “mover un pequeño lote, fabricar un pequeño lote”).

Grnba

Área de valor.

Heijunka

Metodología que consiste en el equilibrado o distribución del volumen de producción para que se ajuste a la demanda del cliente.

Hoshin

Conjunto de actividades que tienen por objetivo la eliminación sistemática del despilfarro y todo aquello que resulte improductivo, inútil o que no aporte valor añadido al producto.

Jidoka

Sistema de control autónomo de defectos basado en que un empleado puede parar la máquina si algo va mal, lo que implica otorgar la responsabilidad a cada operario para aquello que realiza en su entorno de trabajo.

Just in Time (JIT)

Sistema de producción que busca eliminar todo lo que implique despilfarro. Consiste en producir los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan, en el momento que se necesitan.

Kaizen

El Kaizen o mejora continua es la base del pensamiento Lean. Su objetivo es la optimización de procesos a través de la búsqueda incesante de mejores niveles de desempeño en materia de claridad, costes, tiempo de respuesta, velocidad de ciclos, productividad, seguridad y flexibilidad entre otros.

Kanban

Sistema de control y programación sincronizada de la producción, basado en tarjetas o señales electrónicas, que consiste en que cada proceso retira conjuntos que necesita de los procesos anteriores, y estos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con el de los talleres de la fábrica y estos con la línea de montaje final.

Lean manufacturing

El Lean Manufacturing (en castellano ‘producción ajustada’ o ‘manufactura esbelta’) es un modelo de gestión enfocado a la creación de flujo para poder entregar el máximo valor a los clientes. Esta filosofía de trabajo se fundamenta en la detección de los despilfarros y en la implicación y el respeto por las personas, y busca alcanzar la satisfacción del cliente al mínimo coste por medio de la optimización y la mejora continua de un sistema de producción que tiene como objetivo la eliminación de todo tipo de desperdicios o despilfarros.

Lote de producción

Número de productos que corresponden a un pedido.

Operación estándar

Metodología de mejora, que forma parte de la filosofía Just in Time, que establece un procedimiento único para llevar a cabo cada operación de producción.

OPF (One Piece Flow)

Flujo continuo.

Poka Yoke

Es una técnica que ayuda a conseguir los cero defectos, mejorando la calidad del producto y del proceso. Generalmente son mecanismos o dispositivos que una vez instalados, evitan los defectos al 100% aunque se cometan errores.

Polivalencia de los operarios

La polivalencia de los operarios es la capacidad para trabajar en varios puestos o con varias herramientas diferentes.

Quality Function Deployment o Despliegue de la función de calidad

Es un método de diseño de productos y servicios que recoge las demandas y expectativas de los clientes y las traduce, en pasos sucesivos, a características técnicas y operativas satisfactorias.

Residuos

Todos los procesos, actividades, tiempo, espacio, materiales, etc., que no aumentan el valor del producto o servicio y que son necesarios para el sistema o proceso.

Seiketsu

Estandarizar la forma de trabajar.

Seiri

Eliminar o erradicar lo innecesario para el trabajo.

Seiso

Limpiar o inspeccionar el área o entorno de trabajo.

Seiton

Ordenar con el lema “cada cosa en su lugar, un lugar para cada cosa”.

Shitsuke

Disciplina, forjar el hábito de comprometerse.

Sistema pull

Se trata de un sistema basado en que cada proceso retira las piezas del proceso anterior en el instante y en la cantidad en que las va necesitando. Todo ello con el objetivo de conseguir un flujo continuo de producción.

SMED (Single Minute Exchange of Die o Cambio Rápido de útiles)

El SMED trata de conseguir que todos los cambios máquinas o inicialización de los procesos no duren más de diez minutos.

Stock

Conjunto de mercancías o productos que se tienen almacenados en espera de su venta o comercialización.

Tack Time

Es el tiempo en que una pieza debe ser producida para satisfacer las necesidades del cliente. En otras palabras, es la frecuencia en la cual un producto acabado debe salir de la línea de producción.

Tiempo de ciclo

Es el tiempo que transcurre desde el inicio hasta el final de una operación.

Total Productive Maintenance (TPM)

El Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total es un conjunto de técnicas orientadas a realizar un mantenimiento preventivo de los equipos, por parte de todos los empleados, para minimizar los tiempos de parada por avería.

TPS (Toyota Production System o Sistema de Producción Toyota)

Sistema integral de producción y gestión cuyo objetivo principal es eliminar los desperdicios.

Trabajo

Opuesto al despilfarro. Todo aquello que aporta valor añadido al producto

Valor añadido

Actividades que están destinadas a satisfacer una demanda y/o resolver una necesidad y por tanto, adicionan valor al producto final.

Voice of the Customer

(VOC - Voice of the Customer)

VSM (Value Stream Mapping)

Herramienta que analiza los diferentes flujos de materiales e información que se requieren para poner a disposición del cliente un producto o servicio.