



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

E.T.S.I. TELECOMUNICACIÓN

## TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS ESPECÍFICAS DE  
TELECOMUNICACIÓN

MENCIÓN EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN

**Optimización de la línea de Boitier Fix Train Left (BFB)  
mediante herramientas Lean APW Renault-Nissan**

Autor:

**D. Jorge Cerro Martín**

Tutor:

**D. José Fernando Díez Higuera**

Valladolid, 14 de febrero de 2018



---

**TÍTULO:** Optimización de la línea de Boitier Fix Train Left (BFB)  
mediante herramientas Lean APW Renault-Nissan

**AUTOR:** Jorge Cerro Martín

**TUTOR:** José Fernando Díez Higuera

**DEPARTAMENTO:** Departamento de Teoría de la Señal y  
Comunicaciones e Ingeniería Telemática

---

TRIBUNAL

---

**PRESIDENTE:** José Fernando Díez Higuera

**VOCAL:** Javier Manuel Aguiar Pérez

**SECRETARIO:** David González Ortega

**SUPLENTE:** Jaime Gómez Gil

**SUPLENTE:** Mario Martínez Zarzuela

---

---

**FECHA:** 14 de febrero de 2018

**CALIFICACIÓN:**

---

---



# RESUMEN

---

El presente Informe representa la filosofía Lean y en particular la práctica de implantación que se tiene en Renault de los Proyectos Lean Manufacturing.

En este Proyecto se incluye una formación referente a Alliance Production Way (APW), basado en la filosofía Lean la cual lucha contra los despilfarros y aleas que pueden existir en la producción y en todos los ámbitos de las fábricas en general.

Una vez entendido el Alliance Production Way (APW), se particulariza en un Proyecto Lean Manufacturing concreto llevado a cabo en los Talleres de Renault presentes en la Unidad de Carrocerías de Valladolid y en la Factoría de Palencia. Se pondrán en conocimiento todas las etapas del despliegue, las cuales son Inicializar, Comprometer, Diagnosticar, Analizar, Pilotar y Clausurar, así como las herramientas utilizadas en la consecución de los diagnósticos.

Además, se describirán en profundidad las características de un nuevo útil de gestión de la comunicación que se está implantando en los Talleres de Embutición y Soldadura de la Unidad de Carrocerías de Valladolid, que tomará el nombre de Preactor APS. Este útil comercializado por Siemens, nace como consecuencia de los despilfarros detectados cuando se desplegó el Proyecto Lean en los Talleres citados anteriormente, y en concreto, en el Proceso de Fabricación del Boitier Fix Train Left.

El objetivo del presente Proyecto es recoger todas las prácticas de una multinacional en el campo del Lean Manufacturing llevadas a un caso práctico, en el cual se persigue aumentar el tanto por ciento de valor añadido y conseguir así ser más eficientes, afianzándose en el liderazgo del Grupo Renault-Nissan.

Por otra parte, lo que se persigue también con el presente informe es demostrar que las empresas pueden trabajar mediante sistemas óptimos y eficientes a la par que sostenibles, donde se busca la sincronización con el cliente a nivel de Calidad (Q), Coste (C) y Tiempo (T) a la vez que se respeta el medio ambiente y se trabaja en el desarrollo y crecimiento de las personas, todo ello englobado en el marco de la seguridad.

Todas estas nociones están presentes cada día más en nuestras vidas y por lo tanto también en nuestra vida laboral, convirtiéndose en un tema actual en constante evolución.



# ABSTRACT

---

This Report represents the Lean philosophy and in particular the practice of implementation of Renault Lean Manufacturing Projects.

This project includes a training on Alliance Production Way (APW), based on the Lean philosophy, which fights against waste and arias that may exist in production and in all areas of factories in general.

Once the Alliance Production Way (APW) is understood, it is particularized in a concrete Lean Manufacturing Project carried out in the Renault Workshops present in the Bodywork Unit of Valladolid and in the Palencia Factory. All the stages of the deployment will be made known, which are Initialize, Compromise, Diagnose, Analyze, Pilot and Close, as well as the tools used in the achievement of the diagnoses.

In addition, the characteristics of a new communication management tool that is being implemented in the Fitting and Welding workshops of the Bodywork Unit of Valladolid, which will be called Preactor APS, will be described in depth. This tool, marketed by Siemens, was born as a consequence of the wastes detected when the Lean Project was deployed in the aforementioned workshops, and specifically, in the Manufacturing Process of the Boitier Fix Train Left.

The objective of this Project is to collect all practices of a multinational in the field of Lean Manufacturing brought to a practical case, which seeks to increase the percentage of added value and thus be more efficient, strengthening the leadership of the Renault-Nissan Group.

On the other hand, what is also pursued with the present report is to demonstrate that companies can work through optimal and efficient systems while sustainable, where the synchronization with the client is sought at the Quality (Q), Cost (C) and Time (T) while respecting the environment and working on the development and growth of people, all encompassed within the framework of security.

All these notions are present every day more in our lives and therefore also in our work life, becoming a current issue in constant evolution.



## Agradecimientos

Después un intenso periodo de seis años, hoy es el día. Escribo este apartado de agradecimientos para finalizar mi trabajo de fin de grado.

Ha sido un periodo de aprendizaje intenso en el campo académico, pero también a nivel personal.

Primero de todo quiero agradecer a mis padres y a mis hermanos la oportunidad y el apoyo que me han dado que hace que esté hoy aquí, trasmitiéndome valores tan importantes como el esfuerzo y la responsabilidad.

A todas las personas que considero importantes para mí que forman parte de mi vida y que han conseguido que los momentos más duros de esta carrera hayan sido más llevaderos estando siempre a mi lado y confiando en mí. Laura, Ana, Diego, Pablo, Darío...

Amigos que ya tenía y amigos que me llevo.

Y tampoco me puedo olvidar de las personas que he conocido en mi pequeña trayectoria laboral que me han hecho crecer y enfrentarme a retos que jamás hubiese pensado como ha sido este proyecto de fin de grado.



# ÍNDICE GENERAL

---

1. INTRODUCCIÓN .....	20
1.1. Orígenes de la Filosofía Lean Manufacturing.....	20
1.2. Motivación y objetivos planteados .....	21
1.3. Medios y herramientas empleadas .....	22
1.4. Organización de la memoria .....	23
2.1. Historia Grupo Renault.....	25
2.1.1. El Origen.....	25
2.1.2. Los comienzos de la Industrialización.....	26
2.1.3. Una empresa nacional.....	27
2.1.4. Privatización y cambio de dimensión .....	27
2.1.5. Alianza Renault Nissan .....	28
2.1.6. Renault y Dacia .....	28
2.1.7. Renault y el acuerdo con Volvo.....	29
2.1.8. Renault y Samsung Motors .....	29
2.1.9. Renault en España .....	29
2.2. Historia de Renault España .....	30
2.3. Estructura de la Empresa en España .....	32
2.3.1. Factoría de Carrocería Montaje en Valladolid.....	32
2.3.2. Factoría de Motores Valladolid.....	33
2.3.3. Factoría Palencia.....	34
2.3.4. Factoría de cajas de velocidades de Sevilla .....	35
2.3.5. RSIE Renault Sistema de Información España .....	35
2.3.6. La consultoría y la formación con el instituto Renault actual Renault Consulting .....	36
2.3.7. Grupo RCI España .....	36
2.3.8. Centro de diseño de Barcelona.....	36
2.3.9. BEA-Estudios o “Bureau” de Estudios Asociado .....	36
2.4. Factoría Carrocería-Montaje Valladolid (CMVa).....	37
2.4.1. Unidad de Carrocerías .....	38
2.4.2. Unidad de Montaje .....	40
2.4.3. Departamento Performance & APW polo CyL.....	42
2.4.4. Departamento de Montaje.....	43
2.5. Renault Consulting.....	46

3.	LEAN EN RENAULT-APW.....	48
3.1.	Alliance Production Way (APW) .....	48
3.2.	Concepto de UET.....	52
3.2.1.	Principios de la UET .....	53
3.3.	Daily Management Diagnosis (DMD).....	55
3.3.1.	Los 8 ejes del desarrollo.....	55
3.3.2.	Los niveles de madurez de las UET's.....	57
3.4.	Las 5S .....	58
3.4.1.	Alliance Production Way visto desde las 5S .....	59
3.5.	Destreza .....	60
3.5.1.	Concepto de Destreza.....	60
3.5.2.	Formación en destreza.....	62
3.5.3.	Alliance Production Way visto desde la destreza .....	64
3.6.	A-TWI .....	65
3.6.1.	Definición y objetivo.....	65
3.6.2.	Los útiles del A-TWI .....	65
3.6.3.	A-TWI: Visión sistema .....	71
3.7.	Ergonomía.....	71
3.7.1.	Finalidad de la política ergonómica.....	71
3.7.2.	Ejes para la adecuación Operario/Puesto.....	72
3.7.3.	FSSE, V3 y FKE .....	73
3.7.4.	Visión de APW desde la ergonomía .....	73
3.8.	Kaizen.....	74
3.8.1.	Las características del Kaizen.....	75
3.8.2.	Los diez mandamientos del Kaizen.....	76
3.8.3.	Kaizen. Visión sistema .....	77
3.9.	MDT.....	78
3.9.1.	MDT: vision sistema .....	78
3.10.	QC: Quality Control .....	79
3.10.1.	Principales Herramientas del Quality Control .....	80
3.11.	MPM. Management de la Performance de los Medios.....	82
3.11.1.	MPM. Visión Sistema .....	83
3.12.	JIT: Just in Time (Justo a Tiempo).....	84
3.12.1.	Definición y finalidad.....	84
3.12.2.	JIT. Visión sistema .....	85
3.13.	DOPA-TQM.....	86
4.	LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT .....	87

4.1.	Herramienta de las cuatro cajas .....	87
4.1.1.	PDCA-SDCA.....	94
4.2.	Etapas de implantación de un Proyecto Lean Manufacturing .....	95
4.2.1.	Inicializar .....	95
4.2.2.	Comprometer .....	96
4.2.3.	Diagnosticar .....	97
4.2.4.	Analizar .....	97
4.2.5.	Pilotar.....	97
4.2.6.	Conclusión .....	98
4.3.	Herramientas Lean de diagnóstico .....	98
4.3.1.	CPA- Control Point Analysis.....	98
4.3.2.	FCA-Flow Chart 'A' .....	104
4.3.3.	VA/NVA- Valor Añadido/No Valor Añadido .....	107
4.3.4.	PSE- Production System Evaluation .....	113
4.3.5.	PSA- Production Spec Analysis .....	124
5.	IMPLEMENTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE) .....	132
5.1.	Fase Inicializar .....	134
5.2.	Fase Comprometer .....	138
5.3.	Fases Diagnosticar & Analizar .....	138
5.3.1.	Diagnóstico & Análisis:Herramienta CPA .....	139
5.3.2.	Diagnóstico & Análisis: Herramienta FCA.....	147
5.3.3.	Diagnóstico & Análisis: Herramienta VA/NVA .....	151
5.3.4.	Diagnóstico & Análisis: Herrameinta PSE.....	156
5.3.5.	Diagnóstico & Análisis: Herrameinta PSA.....	161
5.3.6.	Caja 1.....	167
5.4.	Seminario Lean .....	169
5.4.1.	Construcción de la Caja 4 del Proyecto Lean Manufacturing.....	174
5.5.	Gestión de la Información .....	184
5.5.1.	Preactor APS .....	188
5.5.2.	Beneficios obtenidos con Preactor APS .....	193
6.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	195
6.1.	Costes Directos .....	195
6.2.	Costes Indirectos.....	196
6.3.	Cálculo de Costes Directos.....	196
6.3.1.	Costes de Materiales.....	196
6.3.2.	Costes Personales .....	196

6.3.3.	Costes de amortización .....	197
6.3.4.	Costes de formación.....	198
6.4.	Costes Directos Totales .....	198
6.5.	Cálculo Costes Indirectos .....	199
6.6.	Costes asignados a cada fase.....	199
6.6.1.	Fase 0. Formación para llevar a cabo el proyecto.....	199
6.6.2.	Fase 1. Decisión de elaboración del proyecto.....	200
6.6.3.	Fase 2. Recopilación de datos .....	200
6.6.4.	Fase 3. Análisis de datos y toma de decisiones .....	200
6.6.5.	Escritura de la memoria.....	201
6.7.	Costes totales del Proyecto y beneficio.....	201
7.	CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS .....	195
7.1.	Conclusiones.....	202
7.2.	Futuros Desarrollos.....	203
	BIBLIOGRAFÍA.....	205

# ÍNDICE DE FIGURAS

---

Ilustración 1. Leichter Panzer Renault FT17.....	26
Ilustración 2. Renault Captur .....	32
Ilustración 3. Renault Twizy.....	32
Ilustración 4. Motores Renault.....	33
Ilustración 5. Motores Energy Renault .....	33
Ilustración 6. Piezas Mecanizado Renault Motores Valladolid.....	34
Ilustración 7. Renault Mégane .....	34
Ilustración 8. Caja de velocidades JB Renault .....	35
Ilustración 9. Ubicación CMVa .....	38
Ilustración 10. Plano Unidad de Carrocerías CMVA .....	39
Ilustración 11. Distribución Unidad de Carrocerías .....	39
Ilustración 12. Plano Unidad de Montaje CMVA .....	40
Ilustración 13. Distribución Unidad de Montaje CMVA .....	41
Ilustración 14. Ejemplo de fabricación de un vehículo Renault.....	41
Ilustración 15. Ubicación Dpto. APW polo Industrial CyL .....	42
Ilustración 16. Ubicación Dpto. Montaje CMVA.....	43
Ilustración 17. Línea Montaje CMVA.....	44
Ilustración 18. Línea de Montaje Platina CMVA.....	44
Ilustración 19. Línea de Montaje y Kitting-Picking cota 0.00.....	45
Ilustración 20. Almacén CPL (CELVA).....	45
Ilustración 21. Plano almacén CPL (CELVA).....	46
Ilustración 22. Cohete Alliance Production WAY-APW .....	48
Ilustración 23. Analogía cohete APW .....	51
Ilustración 24. Principios del Alliance Production Way Renault .....	52
Ilustración 25. Pilares a mejorar con la UET: Calidad, Coste y Plazo.....	54
Ilustración 26. Los 8 ejes del desarrollo .....	55
Ilustración 27. 5S en APW .....	59
Ilustración 28. Reducir el número de movimientos .....	61
Ilustración 29. Ejecutar los movimientos al mismo tiempo.....	61
Ilustración 30. Reducir las distancias de movimientos .....	62
Ilustración 31. Hacer los movimientos más fáciles .....	62
Ilustración 32. Pupitre de clipsado de elementos de fijación.....	63
Ilustración 33. Pupitre de soldeo.....	63
Ilustración 34. Destreza en APW .....	64
Ilustración 35. Útiles del A-TWI .....	66
Ilustración 36. A-TWI en el APW .....	71
Ilustración 37. Ergonomía en el APW.....	74
Ilustración 38. Perímetro de aplicación del Kaizen.....	75
Ilustración 39. Kaizen en el APW .....	77
Ilustración 40. MDT en el APW .....	78
Ilustración 41. Quality Control. Objetivos.....	79
Ilustración 42. Ciclo PDCA aplicado al QCStory.....	81
Ilustración 43. MPM en el APW.....	83
Ilustración 44. JIT en el APW .....	85

Ilustración 45. Relación 4 cajas.....	88
Ilustración 46. Ejemplo 4 cajas.....	89
Ilustración 47. Caja 1.....	90
Ilustración 48. Caja 2.....	91
Ilustración 49. Caja 3.....	92
Ilustración 50. Caja 4.....	92
Ilustración 51. Evaluación del Sistema de Producción.....	93
Ilustración 52. Despliegue Proyecto LEAN en Renault.....	93
Ilustración 53. Etapas de un Proyecto LEAN Manufacturing.....	95
Ilustración 54. Plantilla CPA.....	99
Ilustración 55. Zonas del Diagrama de Flujo del CPA.....	100
Ilustración 56. Puntos de Control del ejemplo propuesto.....	101
Ilustración 57. Plantilla herramienta FCA.....	105
Ilustración 58. Plantilla Activity Sample Worksheet VA/NVA.....	109
Ilustración 59. Plantilla Activity Sample Worksheet VA/NVA dividida en zonas.....	110
Ilustración 60. Activity Sampling Result sheet.....	111
Ilustración 61. Plantilla NVA Activity Sampling Result sheet VA/NVA.....	111
Ilustración 62. Plantilla Activity Sample Summary Report dividida en zonas.....	112
Ilustración 63. Zonas en las que se divide el PSE.....	118
Ilustración 64. Plantilla evaluación del Sistema de Transporte (control de Producción).....	119
Ilustración 65. Plantilla evaluación del Sistema de Proceso (Ingeniería).....	120
Ilustración 66. Plantilla evaluación del Sistema de Fabricación (Genba Kanri).....	121
Ilustración 67. Hoja resumen del PSE.....	122
Ilustración 68. Hoja resumen de la Herramienta PSE.....	123
Ilustración 69. Plantilla tiempo disponible de la herramienta PSA.....	125
Ilustración 70. Plantilla PSA.....	127
Ilustración 71. Plantilla PSA.....	127
Ilustración 72. Plantilla PSA.....	128
Ilustración 73. Plantilla PSA.....	128
Ilustración 74. Interpretación gráficos PSA.....	129
Ilustración 75. Ejemplo de interpretación de datos de la herramienta PSA.....	130
Ilustración 76. Vista aérea del Taller de Embutición y del Taller de Soldadura.....	133
Ilustración 77. Layout Taller de Soldadura.....	134
Ilustración 78. Valores cajas 2 y 3 Proceso de Fabricación Boitier FIX Train Left BFB.....	137
Ilustración 79. Diagrama de Flujo del CPA.....	140
Ilustración 80. Diagrama de Flujo del CPA.....	141
Ilustración 81. Diagrama de Flujo del CPA.....	142
Ilustración 82. Diagrama de Flujo de la herramienta CPA.....	143
Ilustración 83. Resumen resultados CPA.....	144
Ilustración 84. Resumen resultados CPA.....	148
Ilustración 85. Resultados herramienta FCA.....	150
Ilustración 86. Observaciones herramienta VA/NVA.....	152
Ilustración 87. Porcentaje de Valor Añadido y No Valor Añadido del Proceso de Fabricación del Boitier.....	153
Ilustración 88. Desglose de las actividades de No Valor Añadido en porcentaje.....	154
Ilustración 89. Desglose de las actividades de No Valor Añadido en tiempo.....	155
Ilustración 90. Evaluación del Proceso de Fabricación del Boitier: Sistema de Transporte.....	156
Ilustración 91. Evaluación del Proceso de Fabricación del Boitier: Sistema de Proceso.....	157
Ilustración 92. Evaluación del Proceso de Fabricación del Boitier: Sistema de Fabricación.....	158
Ilustración 93. Hoja resumen de la herramienta PSE.....	159

Ilustración 94. Plantilla tiempos disponibles de la herramienta PSA .....	164
Ilustración 95. Datos recogidos en la plantilla PSA.....	165
Ilustración 96. Resultados herramienta PSA.....	166
Ilustración 97. Herramienta de las cuatro cajas .....	167
Ilustración 98. Caja 1: Sistema Industrial Actual .....	168
Ilustración 99. Implementación de un único útil de gestión informática, Preactor APS .....	170
Ilustración 100. Línea 4 del Taller de Embutición de Palencia .....	171
Ilustración 101. Implantación de la isla robótica del Boitier en el Taller de Chapa II, Palencia .....	172
Ilustración 102. Resultados futuros de la herramienta CPA.....	175
Ilustración 103. Resultados futuros de la herramienta FCA.....	177
Ilustración 104. Resultados futuros de la herramienta VA/NVA.....	178
Ilustración 105. Resultados futuros de la herramienta PSE .....	179
Ilustración 106. Resultados futuros de la herramienta PSA .....	182
Ilustración 107. Herramienta de las 4 cajas .....	183
Ilustración 108. Caja 4: Sistema Industrial Futuro.....	183
Ilustración 109. Útiles de gestión de la comunicación .....	184
Ilustración 110. Herramienta FCA.....	187
Ilustración 111. Lista de operaciones planificadas.....	191
Ilustración 112. Visualización de la cantidad de stock por referencias .....	192
Ilustración 113. Pedidos suministrados .....	192
Ilustración 114. Histogramas de producción .....	193

# ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1. Clasificación de los niveles de UET .....	57
Tabla 2. Planning ILU .....	69
Tabla 3. Posibles operaciones a realizar en los puntos de control con la herramienta CPA.....	102
Tabla 4. Elementos que componen la herramienta FCA.....	106
Tabla 5. Ítems a evaluar en los pilares del Sistema Industrial por el PSE.....	113
Tabla 6. Volumen mensual de vehículos (piezas Boitier) demandado.....	162
Tabla 7. Días laborales mensuales.....	162
Tabla 8. Plan acción.....	173
Tabla 9. Resultados herramienta CPA con el Sistema Industrial futuro.....	175
Tabla 10. Costes Directos Totales.....	198
Tabla 11. Fase 0.....	199
Tabla 12. Fase 1.....	200
Tabla 13. Fase 2.....	200
Tabla 14. Fase 3.....	200
Tabla 15. Escritura de la memoria.....	201
Tabla 16. Costes totales del Proyecto.....	201
Tabla 17. Costes totales del Proyecto.....	201



# 1.INTRODUCCIÓN

Lean Manufacturing o filosofía Lean se traduce como Manufactura Esbelta. La palabra esbelta hace referencia a la descripción de una empresa o proceso de fabricación libre de desperdicios o ineficiencias, que consigue sus objetivos con el mínimo de recursos necesarios.

Lean es una filosofía de mejora continua que disminuye drásticamente el tiempo entre el momento en el que el cliente realiza una orden hasta que recibe el producto o servicio. Su principal premisa es la eliminación del despilfarro o de actividades que no agregan valor al producto final. Por esta vía, se alcanzan resultados inmediatos en la productividad, la competitividad y la rentabilidad del negocio.

## **1.1. Orígenes de la Filosofía Lean Manufacturing**

La metodología Lean Manufacturing, es una teoría que se comenzó a usar en los años 80, aunque realmente es una idea mucho más antigua, ya que, a finales del siglo XVIII ya existía la preocupación por producir de forma más óptima, por supuesto, no en los términos de hoy en día.

Era el año 1867 cuando nació Sakichi Toyoda. Hijo de padre carpintero, creció en un pueblo campesino donde la mayoría de las mujeres trabajaban en la confección de los telares. Sakichi utilizó los conocimientos sobre las técnicas de la carpintería y los telares para tratar de hacerles más eficientes mediante modificaciones. Años más tarde, diseñó un telar automático que se paraba en caso de aparición de averías, este tuvo mucho éxito y obtuvo grandes ventas.

En 1910 Henry Ford y Charles E. Sorenson, diseñaron la que fue la primera línea de producción, futura base de todas las líneas de producción modernas. Para conseguir este hecho, reunieron todos los puestos de montaje de automóviles de forma sucesiva.

En 1929 Toyoda vende los derechos de sus patentes de telares a la empresa británica Platt Brothers, muriendo un año después. Su hijo, Kiichiro fue el que continuó con el negocio de su padre, orientándolo al mundo automotriz y sentando los conocimientos de lo que será Toyota Motor Company Ltd.

En 1938 Kiichiro crea la primera planta de Toyota donde se producirán vehículos motopropulsados y rigiéndose bajo el concepto que hoy en día se conoce como Just in Time, es decir, producir lo que se necesita, en el momento que se necesita y en las cantidades necesarias, reduciendo de esta forma los niveles de stock y consiguiendo significativos ahorros en los costos.

## 1-INTRODUCCIÓN

Tras la Segunda Guerra Mundial, Japón quedó muy dañada y no era competitiva en lo que ha producción industrial se refiere. La economía Estadounidense se basaba en la producción a gran escala, la cual no respondía a la demanda sino que la superaba. Por su parte, en Japón sólo se recibían pedidos pequeños, lo que ocasionaba mucha diversidad haciendo imposible la competitividad con el mismo modelo.

Es aquí donde Taiichi Ohno y Shigeo Shingo comienzan a dar forma al concepto que hoy conocemos como Lean Manufacturing. Taiichi Ohno era partidario de que el tiempo desde que se efectuaba un pedido hasta que este era entregado al cliente se podía reducir. Toyota adoptó una forma de producir caracterizada por la no existencia de despilfarros, donde cada acción que se llevaba a cabo fuera para aportar valor al producto final, eliminando de esta forma las actividades innecesarias o la inactividad, la producción excesiva, el empleo de recursos innecesarios, etc.

La filosofía Lean ha sido adoptada hoy en día por numerosas empresas, de diferentes ámbitos, no solo el automovilismo, siendo demandada cada día por más empresas de todo el mundo.

### **1.2. Motivación y objetivos planteados**

Comprendida la influencia de la filosofía Lean en los diferentes ámbitos que nos rodean hoy en día, vamos a enmarcar y a poner en contexto las motivaciones que nos llevan a realizar el presente documento.

El ámbito de las Telecomunicaciones es un campo muy amplio y desde mi punto de vista los conceptos adquiridos durante la Universidad tienen distintas aplicaciones dependiendo del trabajo que desempeñemos y no son conceptos fijos, sino que están abiertos a la mejora, el progreso y a la complementación con otras materias.

Fruto de mi práctica en GROUPE RENAULT, encontré la sinergia entre las Telecomunicaciones y los procesos de fabricación de un futuro que se está convirtiendo en presente. El objetivo principal inculcado desde mi comienzo de la práctica fue la Industria 4.0 y en como sentar las bases de la mejora continua como pilar fundamental para el futuro desarrollo de este modelo.

El principio de Industria 4.0 es una versión masivamente informatizada de la fábrica en la que todos sus procesos se encuentran conectados e intercambian un flujo continuo de información. La cuarta revolución industrial consiste en convertir el binomio seres humanos y máquinas en un conjunto más productivo, y esto pasa por la digitalización de los procesos productivos.

El empleo masivo de sensores, la expansión de las redes y comunicaciones inalámbricas, el desarrollo de robots y maquinaria cada vez más inteligente, así como el desarrollo del análisis big data serán las tecnologías base que

## 1-INTRODUCCIÓN

transformarán la forma de producir. Esta revolución digital ocasionará una forma de producir más rápida, flexible y optimizada, una fabricación personalizada y mejoras muy notables en la calidad y en la productividad.

El pilar sobre el que se sustenta esta nueva corriente tecnológica son las prácticas Lean. Las necesidades de producir lo necesario en el momento justo y con la calidad requerida, al menor coste posible mediante la reducción de los despilfarros que aparezcan en el proceso productivo, unidas a las tecnologías de la información, desembocarán en una sincronización con las demandas realizadas por los clientes.

La oportunidad brindada de poder aplicar las prácticas Lean en un proceso de fabricación real, no sólo ha sido útil para comenzar a introducirme dentro de la Industria 4.0, sino también para desarrollar capacidad de liderazgo, aspecto muy importante dentro del entorno laboral. Las mejores prácticas nacen fruto del trabajo y del esfuerzo de todos los integrantes de la empresa, por consiguiente, ha sido necesario concienciar a la gente de que todos tenemos que remar en la misma dirección, pues la filosofía Lean tiene como objetivo lograr un entorno de trabajo en el que todos sus integrantes se sientan valorados.

La posibilidad de mejorar un proceso de fabricación, unido al trabajo en equipo y a la capacidad de liderazgo adquirida, han sido las vías que me han impulsado en la realización del presente Proyecto.

Los objetivos que se han planteado para desarrollar en el siguiente Proyecto pueden resumirse en los siguientes:

- Adquirir de forma teórica los conceptos definidos por la filosofía Lean y aplicarlos a un proceso de fabricación real con el propósito de conseguir mejoras en la productividad, la rentabilidad y la competitividad del negocio.
- Conocer desde dentro el trabajo cotidiano de una multinacional de la automoción.
- Poner a prueba mis capacidades de aprendizaje en un nuevo entorno de trabajo.
- Poner en práctica mis habilidades de trabajo en equipo en un proyecto de gran envergadura para la empresa.

### **1.3. Medios y herramientas empleadas**

Durante la realización del presente Proyecto se ha hecho uso de los siguientes medios y herramientas:

## 1-INTRODUCCIÓN

- Ordenador portátil HP Pavilion 14-bf004ns
  - Procesador Intel Core I5 a 2,5 GHz.
  - Memoria RAM DDR4 de 8GB.
  - Sistema Operativo Windows 10 Home.
  - Memoria interna de 1 TB
  - Tarjeta gráfica HD Graphics 620.
  
- Tablet Samsung Tab A 10,1 “
  - Sistema Operativo Android 7.0.
  - Velocidad del Procesador 1,6GHz.
  - Memoria RAM de 2GB.
  - Memoria Interna de 32GB.
  - Resolución de la pantalla de 10,1” (26,65 cm).
  
- Smartphone Sony Xperia Z2
  - CPU Qualcomm MSM8974AB Snapdragon 801.
  - Cuatro núcleos.
  - Velocidad del Procesador de 2,30GHz.
  - GPU Adreno 330.
  - Memoria RAM de 3GB.
  - Memoria Interna de 16GB.
  - Ampliación por MicroSD hasta 128GB
  
- Hojas de cálculo pertenecientes a la suite ofimática de Microsoft: Microsoft Excel 2015.
  
- Software para la Planificación y Programación avanzada de la Producción y de las Compras: Preactor APS, herramienta de gestión de la comunicación comercializada por Siemens.

### **1.4. Organización de la memoria**

A continuación, se detalla la información que se seguirá en la presente memoria, que se compone de distintos bloques en los que se analizan la información, el desarrollo, la implementación y el análisis de los objetivos propuestos y cómo se han llevado a cabo.

En el capítulo de introducción se ponen en contexto las motivaciones y los objetivos que llevan a la realización del presente Proyecto.

En el segundo capítulo se realiza un recorrido histórico de la empresa Renault.

## 1-INTRODUCCIÓN

Es un capítulo de suma importancia, porque sólo conociendo su historia podemos llegar a ser conscientes de la grandeza de GROUPE RENAULT.

En el tercer capítulo se detalla cómo entiende y pone en práctica Renault la filosofía Lean, prestando especial atención al departamento encargado de desplegar las prácticas LEAN, el cual se conoce cómo Alliance Production Way (APW). Se analizan las prácticas que componen dicho departamento, mostrando de esta forma una visión global de la forma de producción.

En el cuarto capítulo se especifican las etapas que definen el despliegue de un Proyecto Lean Manufacturing, las cuales se resumen en seis y toman el nombre de Inicializar, Comprometer, Diagnosticar, Analizar, Pilotar y Clausurar. Además, se analizan en profundidad las herramientas utilizadas en la consecución de los diferentes diagnósticos, necesarias para el análisis de datos y obtención de conclusiones.

En el quinto capítulo se detalla la implementación de un Proyecto Lean Manufacturing en un proceso de fabricación real, en concreto en la fabricación del Boitier Fix Train Left BFB, correspondiente al vehículo Mégane. Se describirán las fases que se han llevado a cabo, así como el análisis de los datos arrojados por las diferentes herramientas Lean utilizadas. Resultado del análisis, se definen las acciones que se han puesto en marcha y que hoy en día se están implementando, además de mostrar cómo se ha llegado a detectar las actividades de No Valor Añadido para su posterior eliminación.

Por último, se redactan las conclusiones correspondientes y se exponen las líneas futuras del Proyecto.

## **2. HISTORIA Y ESTRUCTURA RENAULT**

### **2.1. Historia Grupo Renault**

#### **2.1.1. El Origen**

En diciembre de 1898, un nuevo vehículo bautizado en francés “Voiturette”, se dejó ver por la pendiente de la calle Lepic, en Montmartre (París), causando la admiración de sus observadores.

El 1 de octubre de 1899, los hermanos Marcel y Fernand crean la sociedad “Renault Frères”, concediendo a Louis Renault un buen cargo en la empresa a condición de que obtuviera y mostrara buenos resultados. Renault es conocida a partir de la competición entre Louis y Marcel, al mando de sus “voiturettes” en la París-Trouville en 1899, dónde la competición para ellos fue un gran éxito.

Debido a estos éxitos, la demanda de vehículos empezó a crecer. Los “voiturettes” eran vendidos por 3.000 francos, lo que en esa época equivalía a diez años de salario promedio.

Será en el año 1902, cuando Louis lanza al mercado el primer motor Renault, un 24 CV y 4 cilindros.

En 1903, Marcel muere en la carrera París-Madrid, lo cual desencadena el abandono de la competición por parte de Louis, confiando la defensa de los colores a pilotos más expertos en diferentes países, como Francia, África del Norte, Estados Unidos, Cuba, América del Sur, etc. De esta forma, Fernand comienza el desarrollo de la red comercial Renault Frères además de empezar a crear las primeras filiales en el extranjero.

En el año 1905 se demandan a la sociedad 250 taxis. Es en este momento, cuando las instalaciones evolucionan y lo que antes era una fabricación artesana, ahora pasa a ser una fabricación en serie. Los taxis no solo eran comercializados en Francia, sino también en otros países, como Nueva York o Buenos Aires. La muerte de Fernand en 1909 hace que su hermano Louis ceda su parte de la empresa, rebautizándola con el nombre de Sociedad Automóviles Louis Renault. Además de fabricar todo lo relacionado con el automovilismo, Louis era un apasionado de la aviación, y es por este motivo por lo que fue el primer constructor automotriz en lanzarse a la aeronáutica.

### 2.1.2. Los comienzos de la Industrialización

La primera Guerra Mundial transforma la fábrica de Billancourt en arsenal. Louis Renault, a parte de la fabricación de vehículos, contribuye de forma activa en el conflicto, siendo reconocido en 1928 como el primer industrial de Francia.

De todos los taxis parisinos que transportaban a hombres de las tropas, se dice que al menos 500 eran Renault. Como consecuencia a la primera victoria contra los alemanes, los taxis fueron bautizados como “Los taxis de la Marne”. Las fábricas de Renault se transformaron para ayudar a la militancia, fabricando gran cantidad de materiales de todo género: camiones, ambulancias, proyectiles, etc. Louis Renault recibiría un reconocimiento internacional, cuando en 1917 fabrica el primer tanque militar ligero, el FT 17.



**Ilustración 1: Leichter Panzer Renault FT 17**

Para el desarrollo de automóviles en serie, Louis Renault construye una planta en L'île Seguin en Billancourt, a la afueras de París. La crisis de 1920/1921 provoca que Louis Renault funde la Société Anonyme des Usines Renault (SAUR), donde desarrolla la visión de una gran organización y hace la fábrica “tout complet”, la cual contará con gran diversidad de fabricaciones para reducir a su mínima expresión cualquier dependencia.

La fabricación en serie americana, Louis Renault no podía llevarla a cabo en su fábrica de Billancourt, debido a la mala organización de los “ateliers” (talleres).

## 2- HISTORIA Y ESTRUCTURA RENAULT

En paralelo, André Citroën disponía en París de una fábrica moderna con líneas de montaje, las cuales Renault adoptaría en 1922.

La disminución del valor del franco en el año 1922, desencadena una ilusión de la mejora de la economía. La demanda de coches aumentó, trayendo consigo una ampliación de la gama Renault, con la aparición del 10 CV y principalmente con el 40 CV. Además se produce un aumento de la exportación, creciendo hasta niveles del 30%.

Renault y Citroën son la gran competencia en Francia. Citroën, ligado a las ideas americanas, apuesta por la producción de modelos accesibles de poca cilindrada y por el uso masivo de la publicidad. Estas iniciativas serán utilizadas posteriormente por Louis Renault.

La expansión Renault no tenía fin. De 1919 a 1929, Louis Renault instala más de 30 filiales en el extranjero y en las colonias francesas de África y del Extremo Oriente. En 1929, la marca estará presente en 49 países y en todos los continentes, a excepción de Oceanía. Sin embargo, la fabricación americana se lleva aún todos los méritos, estos atenían el 85% de la producción.

### **2.1.3. Una empresa nacional**

El estado francés se hace con la empresa de Louis Renault en 1945, adoptando el nombre de Régie National des Usines Renault. El concepto de gama de vehículos se asienta como la base de la política de la empresa, con el Renault 4, y más adelante con los modelos Renault 6, Twingo, Mégane, Scénic y Espace, los cuales demostrarán su talento por la innovación. La política de Calidad Total desarrollada en 1988 permitió renovar el éxito y los beneficios, y actualmente con los modelos Captur y Kadjar.

### **2.1.4. Privatización y cambio de dimensión**

La empresa se privatizó en 1996. El objetivo de esta privatización era un crecimiento rentable basado en la competitividad (en términos de calidad, costes y tiempos de espera) sobre el desarrollo de una identidad de marca asentada sobre la innovación y la internacionalización.

Con vistas a la expansión, en 1999 surge la alianza con el constructor japonés Nissan, lo cual permitió a Renault una participación activa en el mercado del

## 2- HISTORIA Y ESTRUCTURA RENAULT

sudeste asiático y volver a México, la adquisición de Dacia en Rumania y un año más tarde del Samsung en Corea. Junto a esto, un acuerdo con Volvo en el ámbito de los camiones, permitió a Renault convertirse en un actor mundial.

### **2.1.5. Alianza Renault Nissan**

La alianza entre estos dos grandes constructores automovilísticos fue constituida el 27 de Marzo de 1999.

Renault invirtió 643.000 millones de yenes (5.400 millones de dólares) en el grupo Nissan, adquiriendo de esta forma el 36,8% del capital de Nissan Motor y el 22,5% del capital de Nissan diésel, a la vez que la compra de la totalidad de filiales financieras europeas del grupo nipón.

Los objetivos y fines consolidados en esta nueva alianza responden a tres pilares fundamentales:

Reforzar el interés mutuo de los socios. Este principio garantiza a cada uno la obtención de un beneficio fruto de la innovación del otro. Renault aumentó de 36,8% a 44,4% su participación en el capital de Nissan a partir del 1 de Marzo de 2002. Por su parte, Nissan también aumentó su participación en un 15%, pero sin derecho a voto.

Reforzar la gestión estratégica del grupo Renault-Nissan. Con la creación de Renault-Nissan BV como una sociedad de management regida bajo las leyes holandesas y cuyo capital se ostenta a partes iguales. Renault-Nissan BV es el verdadero centro de mando estratégico de la Alianza y el que se encarga de coordinar sus actividades a nivel global.

Preservar la identidad y la autonomía de los grupos, que mantendrán la responsabilidad de su propia actividad personal.

### **2.1.6. Renault y Dacia**

En septiembre de 1999, Renault se hace con el 51% del capital del constructor automovilístico rumano Dacia, por un total de 50 millones de dólares. Esta adquisición se iba a aumentar al 92,72% en mayo de 2001.

Renault invirtió cerca de 220 millones de dólares en Dacia para colocarla

## 2- HISTORIA Y ESTRUCTURA RENAULT

nuevamente en el mercado, guiándose por un plan estratégico y productivo. El objetivo es el desarrollo de un vehículo moderno de bajo coste, que será el caballo de batalla de Renault para lograr adentrarse en los mercados emergentes.

### **2.1.7. Renault y el acuerdo con Volvo**

Persiguiendo los objetivos del crecimiento, desarrollo y expansión, el 20 de Julio del 2000 Renault firmó un acuerdo con AB Volvo para la construcción de un segundo grupo mundial en el segmento de los camiones.

Este acuerdo fue aprobado por las autoridades de la competencia en Bruselas y Washington, y en él, Renault cambió el 100% de los títulos de su filial Renault V.I./Mack contra el 15% de los títulos AB Volvo. Después de la adquisición del 5% suplementario del mercado, Renault posee el 20% del capital, acciones y derecho a voto de AB Volvo, convirtiéndose de esta forma en un accionista principal y por lo tanto, de Volvo Global Trucks. La nueva entidad nacida de este acuerdo data del 2 de Febrero de 2001.

### **2.1.8. Renault y Samsung Motors**

Renault se expande en el mercado asiático de Corea del Sur con la adquisición de Samsung Motors en Mayo del 2000. La sociedad estará constituida con un capital de 400 millones de dólares, de los cuales el 70,1% (280 millones de dólares) serán propiedad de Renault, el 19,9% pertenecen a Samsung (80 millones) y el 10% restante a los bancos acreedores de SMI, gracias a un intercambio de deuda contra capital por 40 millones de dólares.

La sociedad seguirá con la producción del vehículo actual, la SM5, derivada de un vehículo Nissan, y el modelo QM3, hermano del Renault Captur. Una nueva gama de vehículos de origen Nissan o Renault, adaptados al mercado coreano se impondrá progresivamente en la nueva sociedad conjunta. El objetivo, después del relanzamiento de la fábrica de Busan y de la red comercial, es la venta en un primer momento de 150.000 a 200.00 vehículos hasta 2014, comenzando por Corea para después expandirse al exterior.

### **2.1.9. Renault en España**

Renault en España sigue siendo una empresa sólida, estable y perfectamente implantada que no ha experimentado cambios. Existen dos entidades para la fabricación y comercialización de vehículos en España,

## 2- HISTORIA Y ESTRUCTURA RENAULT

“Renault España S.A.” y “Renault España Comercial, S.A.”.

Despendiendo de esta última y repartidas por toda la península para dar un buen servicio al consumidor, existen cinco filiales comerciales. Para asegurar la comercialización de recambios, accesorios y material de taller, España cuenta también con la sociedad “Sodicam” y con la empresa “Car life”.

Además, España posee una entidad de consultoría, comunicación y formación de empresas externas, conocida como “Renault Consulting”. “Meconsa Ingeniería Informática, S.A.”, actualmente “RSIE”, continúa realizando las tareas de soporte informático, y “Cicova”, promoviendo el desarrollo urbanístico de los terrenos de Renault en Valladolid.

### **2.2. Historia de Renault España**

La actividad de Renault en España data de 1908 cuando Louis Renault funda en Madrid la Sociedad Española de Automóviles Renault. La Segunda Guerra Mundial amplía este pequeño periodo de paro en la actividad de venta de vehículos. Sin embargo, la sociedad no permanece inactiva y es el momento de los gasógenos, y la dirección emplea los talleres de la Sociedad Anónima Renault en la fabricación de estos “monstruos” que afrontan el problema de la falta de combustible. Mantiene su red comercial debido a que realiza una parte importante de sus ventas.

Es en el año 1947 cuando la Sociedad de Automóviles Renault (SAEAR) vuelve a dedicarse a sus actividades, la venta de vehículos.

En 1951 se forja FASA, Sociedad de Fabricación de Automóviles S.A. Seguido a esta época, la producción de vehículos nacionales se desarrolla rápidamente, creciendo en paralelo la red comercial que comienza a crear nuevas instalaciones.

1958 es el año en el que se lanza al mercado el Dauphine y tres años más tarde el Gordini, inaugurándose las instalaciones de Alcobendas (Madrid). Pasado un año se completa la gama Dauphine con el Ondine, y es en este momento cuando SAEAR pasa a denominarse Renault España S.A. (R.E.S.A) y en enero de 1965 como consecuencia de la integración de Renault en la capital de FASA, esta entidad pasa a conocerse como Fabricación de Automóviles Renault España S.A. (FASA-Renault), la cual no sólo se dedicará a la fabricación de vehículos, sino también a su distribución y comercialización.

La fabricación de los Renault 4, Renault 4 furgonetas y el Alpine data de 1963. En 1965 se produce la fusión de RESA y FASA, naciendo una sociedad denominada FASA Renault. La inauguración de dos fábricas en Valladolid tendrá

## 2- HISTORIA Y ESTRUCTURA RENAULT

lugar este mismo año, una estará destinada a la embutición de chapa para las carrocerías, la cual también confecciona armaduras de asientos (en la actualidad carrocerías y montaje están en la misma fábrica) y la segunda la de Motores, dedicada a la realización de elementos mecánicos (motores, trenes y direcciones), además de adquirir en Sevilla las instalaciones de “Industrias Subsidiarias de la Aviación” dedicadas al mecanizado y montaje de cajas de velocidades y transmisiones Renault.

Persiguiendo el objetivo de la expansión, en 1965 nace FIRESA (financiación de ventas a plazos), que será un anticipo de Renault Financiaciones, entidad de crédito que data de 1968. MECONSA, será la empresa encargada de llevar a cabo las actividades informáticas en Renault, y será integrada en esta última en el año 1969.

En 1976 comienza a fusionar la factoría Palencia ubicada en Villamuriel de Cerrato y un año más tarde el Renault 18 es elegido “coche del año” en España. Desde entonces, muchos otros modelos han seguido sus pasos, entre otros el Renault 21, el Renault 9, el Renault 19 y más recientemente el Mégane.

En Noviembre de 1981 se constituye Renault V.I. España, que se dedicará a la fabricación y distribución de vehículos industriales. En diciembre de 1993 se desarrolla la Sociedad Renault España (RECSA), la cual se ocupará de toda la actividad comercial de la marca en España.

En la línea del crecimiento e internalización, Renault funda en 1999 en Barcelona “Renault Desing”, un nuevo centro de diseño dependiente de la Dirección de Diseño Industrial.

Será en 2001 cuando Fasa Renault cambie el nombre de la sociedad para convertirse en Renault España S.A.

## 2.3. Estructura de la Empresa en España

### 2.3.1. Factoría de Carrocería Montaje en Valladolid

La factoría Carrocería-Montaje de Valladolid se ocupa de la embutición, la soldadura, la pintura y el montaje de vehículos, cuenta con una superficie de más de 1.000.000 de metros cuadrados. Se fabrican los modelos Renault Captur y Twizy, siendo ambos modelos líderes de ventas en su sector en 2014.



Ilustración 2: Renault Captur.



Ilustración 3: Renault Twizy.

### 2.3.2. Factoría de Motores Valladolid

La factoría de Motores de Valladolid se encarga de la fabricación de cuatro tipos de motores: K4, H4 y H5 (gasolina) y K9 (diésel), produciendo de esta forma el 38% de todos los motores del grupo Renault.

Esta factoría cuenta con una superficie de 270.000 metros cuadrados, tiene una capacidad productiva de 4.500 motores al día y destina el 70% de su producción a la exportación.



**MOTOR K4**  
**1.6 16v**  
1.600 cm<sup>3</sup> 82-133 CV  
Gasolina



**MOTOR K9K**  
**1.5 dCi**  
1.461 cm<sup>3</sup> 85-110 CV  
Diesel

**Ilustración 4: Motores Renault.**

Y la nueva familia Energy:



**MOTOR K9K Gen5/6**  
**Energy dCi 90/110**  
1.461 cm<sup>3</sup> 90-110 CV  
Diesel



**MOTOR H5Ft**  
**Energy TCe 115**  
1.197 cm<sup>3</sup> 115 CV  
Gasolina



**MOTOR H4Bt**  
**Energy Tce 90**  
899 cm<sup>3</sup> 90 CV  
Gasolina

**Ilustración 5: Motores Energy Renault.**

Esta factoría no sólo se limita a la producción de motores, sino que también se encarga de la fabricación de piezas mecánicas que son usadas tanto internamente en Renault como para otras marcas.

## 2- HISTORIA Y ESTRUCTURA RENAULT

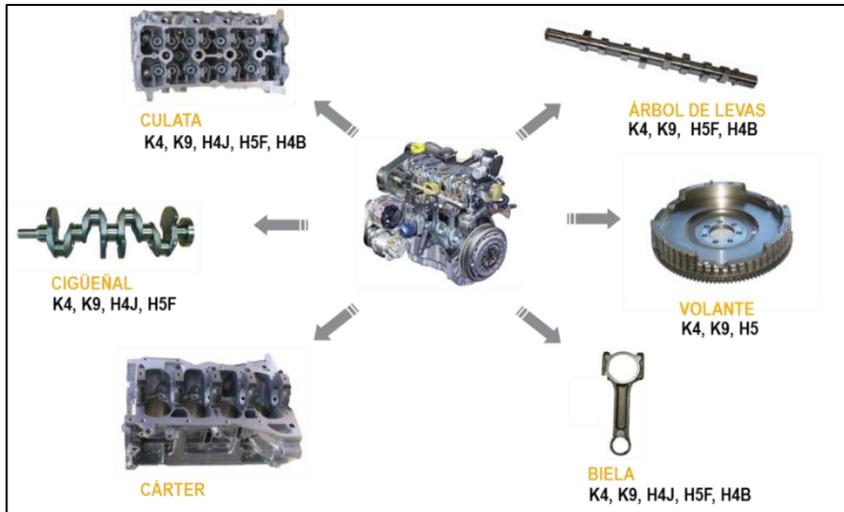


Ilustración 6: Piezas mecanizado Renault motores Valladolid.

### 2.3.3. Factoría Palencia

La factoría de Palencia está constituida por diferentes talleres, entre los que se encuentran embutición, soldadura, pintura y montaje de vehículos. Actualmente se encarga de la fabricación del Renault Mégane, produciendo dos modelos tres puertas, grand tour y la berlina de 5 puertas, esto convierte a la Factoría de Palencia en el principal centro productor de este modelo en España. Con una superficie de más de 1.900.000 metros cuadrados, tiene una capacidad de producción de 1350 vehículos al día. Desde que comenzó a producir este vehículo, se ha convertido en líder de ventas en Europa en 2014, con un 80% de la producción exportada a más de 40 países.



Ilustración 7: Renault Mégane.

### 2.3.4. Factoría de cajas de velocidades de Sevilla

La Factoría de Sevilla se dedica a la producción de cajas de velocidades manuales de la familia JB. Ocupa más de 200.000 metros cuadrados de superficie y tiene una capacidad productiva de 3500 unidades diarias.

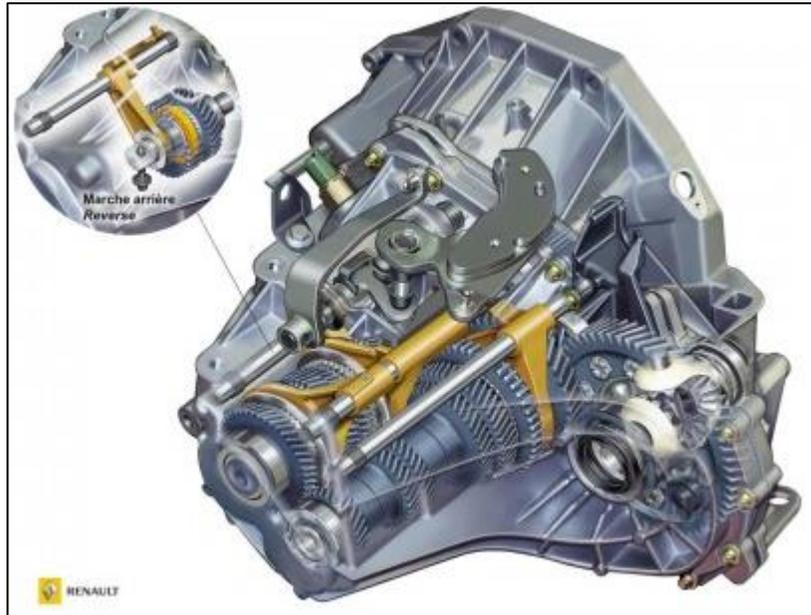


Ilustración 8: Caja de velocidades JB Renault.

### 2.3.5. RSIE Renault Sistema de Información España

Meconsa Ingeniería Informática S.A., actual RSIE, se ocupa de las actividades de organización e informática del grupo Renault en España. Esta filial tiene como objetivo la presentación de servicios y el desarrollo e implantación de soluciones informáticas, para ayudar a sus clientes a alcanzar los objetivos en las mejores condiciones de calidad, costo y plazos.

### **2.3.6. La consultoría y la formación con el instituto Renault actual Renault Consulting**

Renault Consulting fue fundado en 1989. Este instituto de la calidad y del Management tiene como misión principal el formar, asesorar e investigar en actividades propias del management por la calidad total en un contexto internacional, tanto dentro como fuera del grupo Renault.

### **2.3.7. Grupo RCI España**

El Grupo RCI España está asentado en cuatro sociedades: Renault Financiación, Nissan Financiación, Overlease (dedicada a la actividad de renting) y Artida (correduría de seguros). Estos cuatro pilares del Grupo RCI España dan servicio a las redes comerciales de Renault y Nissan.

### **2.3.8. Centro de diseño de Barcelona**

En el centro de Diseño de Barcelona, uno de los cuatro centros de diseño de Renault además del Tecnocentro, París y Corea del Sur, se llevan a cabo estudios sobre las tendencias del mercado y es aquí donde se realizan los proyectos de los futuros modelos de vehículos.

### **2.3.9. BEA-Estudios o “Bureau” de Estudios Asociado**

El BEA se encarga de proporcionar soluciones de ingeniería en diferentes campos, como en arquitectura, chasis, chapa, electricidad-electrónica, ensayos en banco y síntesis vehículo sobre trabajos y proyectos delegados por el Grupo Renault. Así mismo, ofrece una asistencia a las factorías y a las fuerzas de ingeniería Renault España mediante la adaptación de los procesos del taller de soldadura de la Unidad de Carrocerías, y ofreciendo prestaciones de Laboratorio e Ingeniería.

### **2.4. Factoría Carrocería-Montaje Valladolid (CMVa)**

La factoría de montaje 2 en Valladolid fue inaugurada en 1972, y fue considerada una de las más modernas de Europa en su género. Contaba con 702.000 metros cuadrados de superficie edificada, incluyendo factoría y naves anexas. Su distribución se caracterizaba por contar con dos plantas, lo que permitía disponer de 19.200 metros cuadrados de almacenes y 82.000 metros cuadrados dedicados a la producción. El proceso de producción se dividía en tres fases organizadas en distintos talleres. La fabricación comenzaba con el ensamblaje de carrocerías. En el taller de pintura tenía lugar la segunda fase, la cual constaba de un proceso de lavado, desengrasado y fosfatación de la chapa, se aplicaba además una pintura de protección (por aspersion e inmersión total – electroforesis), insonorización y una definitiva capa de laca endurecida en horno.

En el montaje final, los coches eran equipados por faros, lunas, tablero de bordo, asientos, grupo motopropulsor y los trenes rodantes.

Para garantizar un perfecto pintado de la carrocería del vehículo, en Septiembre de 1990 entró en funcionamiento en el área de pintura un nuevo edificio. Este albergaba una línea de tratamiento de superficies por inmersión y otra de cataforesis. Para almacenar las carrocerías que se encontraban en transición entre los talleres de chapa y pintura, pocos meses después empezó a funcionar un stock intermedio.

En 1994 la factoría de montaje se unió a la factoría de carrocerías dando como resultado a una única entidad conocida con el nombre de Carrocerías-Montaje Valladolid.

Situada a 5 kilómetros de la capital castellana, en la carretera que une Valladolid y Madrid (Km 185), las unidades de carrocerías y montaje están separadas entre sí por un solo kilómetro, lo cual facilita su comunicación e intercambio, es decir, la sincronización.

Esta factoría se encarga de la producción de los vehículos Renault dirigidos al mercado de los vehículos pequeños, de los cuales, una importante suma se comercializa fuera del mercado nacional. Además de vehículos, también se realizan en sus instalaciones la fabricación de componentes y de piezas destinadas a otras fábricas del grupo.

EL 17 de Noviembre de 2011, se añadió la nave ZE (Zero Emisiones), donde se lleva a cabo el ensamblado completo del modelo Renault Twizy.

## 2- HISTORIA Y ESTRUCTURA RENAULT



Ilustración 9: Ubicación CMVa.

### 2.4.1. Unidad de Carrocerías

En esta Unidad es donde partiendo de planchas y bobinas de acero se empiezan a conformar las diferentes partes del vehículo. En esta parte de la factoría se embuten los lados de caja, puertas, techos, etc y se sueldan dando lugar a la carrocería del vehículo. Además, también se lleva a cabo la fabricación de las distintas partes de plástico que van en la carrocería del coche, como las aletas y ciertos portones, proporcionando forma también al habitáculo del vehículo que servirá de base para el montaje de las demás partes del coche que se ensamblan en la Unidad de Montaje.

## 2- HISTORIA Y ESTRUCTURA RENAULT



Ilustración 10: Plano Unidad de Carrocerías CMVa.



Ilustración 11: Distribución Unidad de Carrocerías CMVa.

### 2.4.2. Unidad de Montaje

En la Unidad de Montaje se lleva a cabo la verdadera transformación para producir el vehículo que saldrá al mercado. A esta Unidad llega el habitáculo constituido de piezas metálicas y plásticas procedentes de la Unidad de Carrocerías, este es sometido a un tratamiento denominado cataforesis (KTL/TTS) con el objetivo de proteger el armazón de metal de futuras corrosiones y para favorecer el posterior pintado. Una vez llevada a cabo esta tarea, el habitáculo llega a la cadena de montaje donde se ensamblarán todas las partes que constituyen el coche, revestimientos interiores, tableros de Abordo, ruedas y finalmente pinturas y ceras. Terminado el vehículo, este es sometido a controles de calidad cuyo objetivo es verificar el cumplimiento de las especificaciones y requerimientos del cliente, derivándolo por último a la logística para su posterior distribución a los diferentes concesionarios del mundo.

La Unidad de Montaje cuenta con una nave conocida como “Nave ZE” donde se lleva a cabo el montaje del Renault Twizy. A esta nave llegan las piezas metálicas y plásticas que forman parte de este modelo, realizando en ella el montaje completo del vehículo y dejándolo listo para su comercialización.

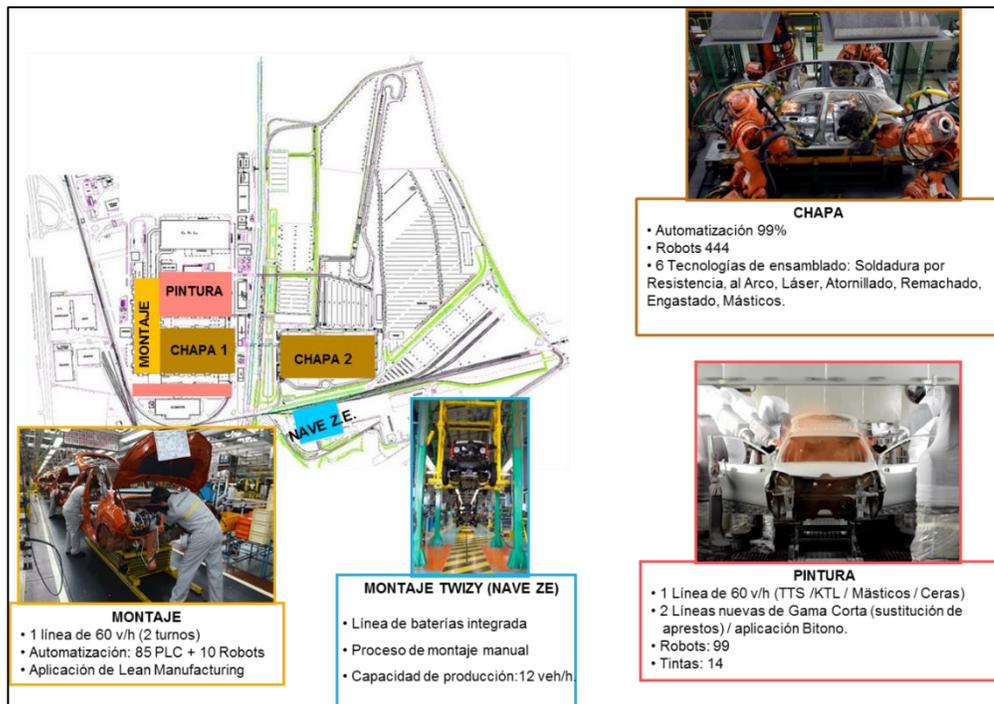


Ilustración 12: Plano Unidad de Montaje CMVa.

## 2- HISTORIA Y ESTRUCTURA RENAULT



Ilustración 13: Distribución Unidad de Montaje CMVa.

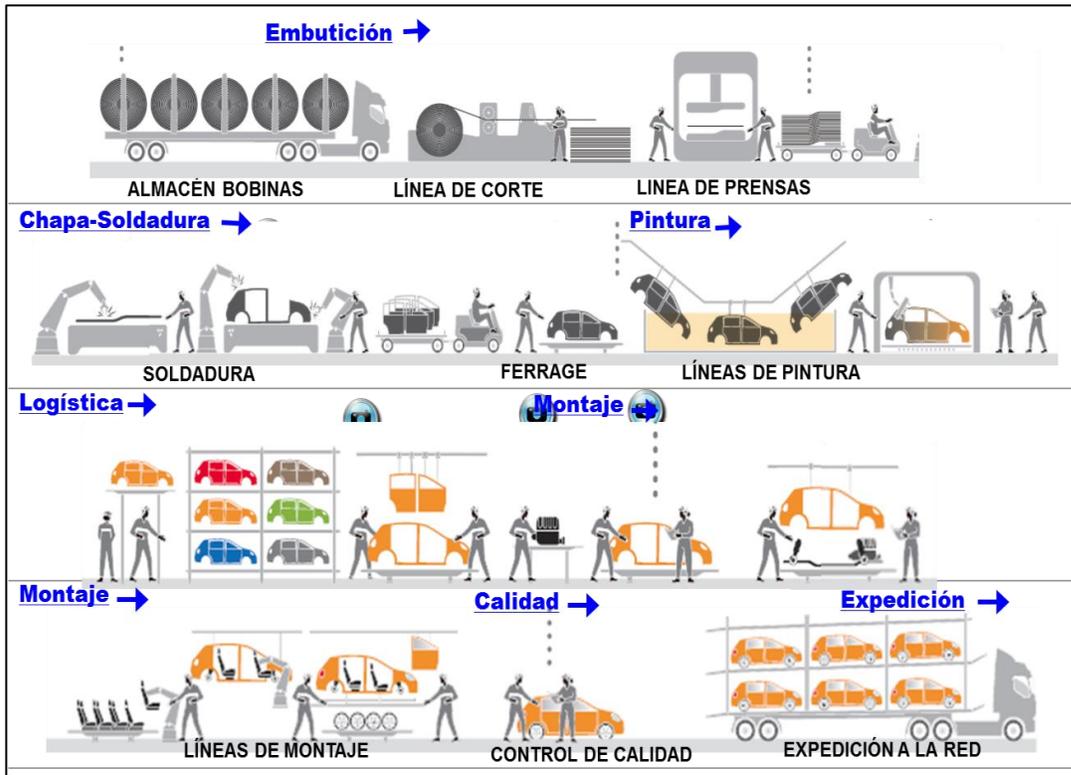


Ilustración 14: Ejemplo de fabricación de un vehículo Renault.

### 2.4.3. Departamento Performance & APW polo CyL

Con el objetivo de gestionar la innovación interna del grupo Renault Valladolid, hace 12 años nació el departamento Performance y SPR (Sistema de Producción Renault). En un primer momento, cada factoría del grupo en Castilla y León contaba con un departamento SPR. Con el paso del tiempo, el departamento se centró en la factoría de CMVa y a diferencia de sus comienzos, el departamento pasó a ser un polo ubicado en Valladolid desde el cual se gestionaban todos los proyectos Lean y formación en el Sistema de Producción Renault de Castilla y León.

Como consecuencia de la alianza Renault-Nissan, este departamento evolucionó adoptando el nombre de APW (Alliance Production Way). APW se encarga de perseguir y garantizar el progreso e innovaciones dentro de las factorías de Castilla y León, además de hacer de enlace con la central DPSI de Francia, la cual alberga la Antena DPSI, un referente de las herramientas APW en Renault Castilla y León y la península Ibérica, trabajando de forma conjunta con las factorías de CMVa, Motores, Palencia, Sevilla y Cacia (Portugal). Los integrantes de este departamento, serán los encargados de dar a conocer y desplegar las herramientas Lean dentro de la fábrica, asegurando su supervisión y cumplimiento. De manera excepcional, pueden servir de asesores a factorías de otros países del grupo Renault-Nissan, cómo pueden ser Aguascalientes (Méjico, Nissan), Curitiba (Brasil, Nissan), etc.



Ilustración 15: Ubicación Dpto. APW Polo Industrial CyL.

### 2.4.4. Departamento de Montaje

El departamento de Montaje es uno de los más grandes e importantes de toda la factoría, cuenta con 823 trabajadores que operan a 3 turnos a día de hoy. Actualmente, se lleva a cabo en exclusiva mundial el ensamblado del modelo Captur.

La mayoría de la superficie del Taller de montaje es ocupada por la Línea de Montaje, la cual será el corazón de este departamento. Esta línea es alimentada con coches procedentes de la zona de pintura dónde se ha dado color a la carrocería y en ella se ensamblan las piezas que darán como resultado el vehículo final. Esta Línea de Montaje no podría vivir sin las zonas logísticas aledañas a la misma, las cuales surten de piezas a la cadena, piezas necesarias para llevar a cabo el ensamblado.

A continuación, se ilustran algunas imágenes de la Línea de Montaje de Renault CMVa y diversos planos e imágenes de los almacenes.



Ilustración 16: Ubicación Dpto. Montaje CMVa.

## 2- HISTORIA Y ESTRUCTURA RENAULT

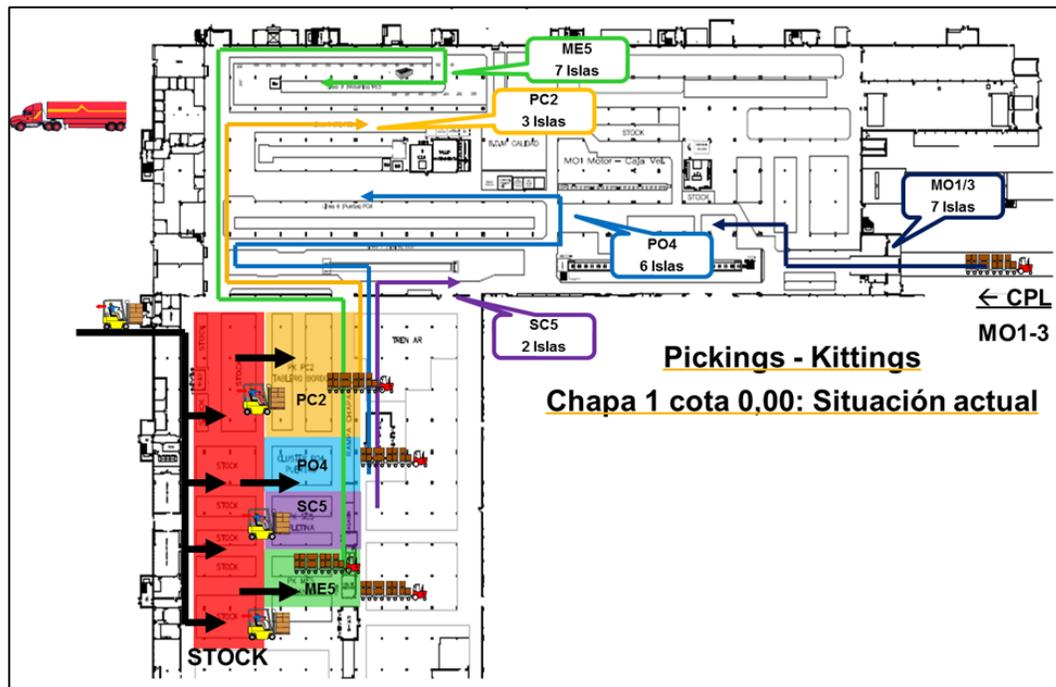


**Ilustración 17: Línea de Montaje CMVa.**



**Ilustración 18: Línea de Montaje Platina CMVa.**

## 2- HISTORIA Y ESTRUCTURA RENAULT



**Ilustración 19: Línea de montaje y kitting-picking cota 0.00**

A continuación, mostramos una imagen del almacén CPL (CELVA).



**Ilustración 20: Almacén CPL (CELVA).**

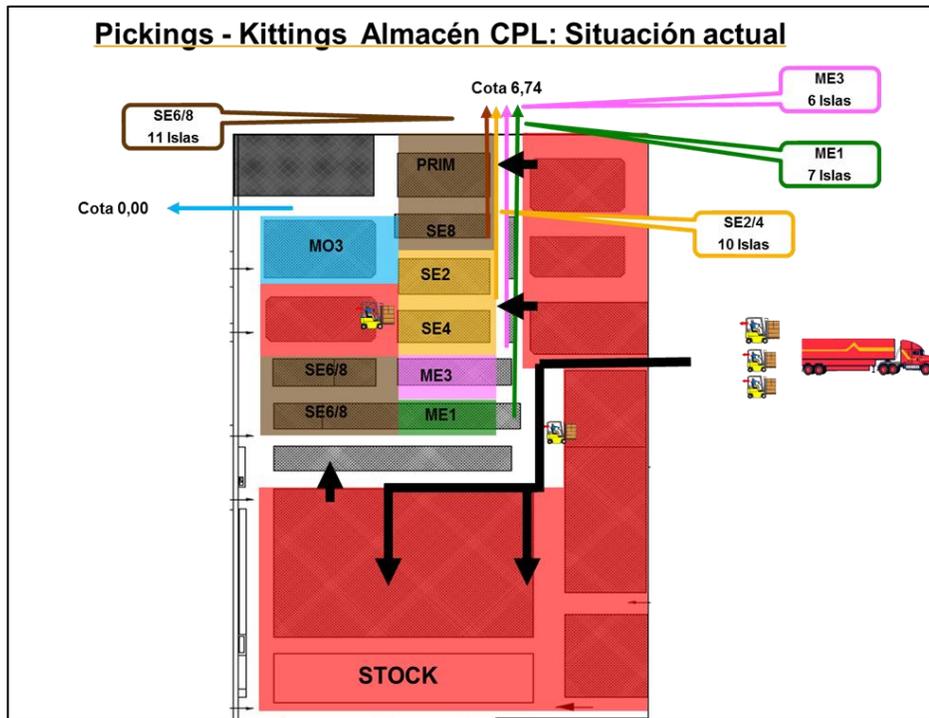


Ilustración 21: Plano Almacén CPL (CELVA).

## 2.5. Renault Consulting

El presente documento se ha realizado con la ayuda de Renault Consulting. Esta compañía nació en 1989 bajo el nombre de Instituto Renault de la Calidad y el Management (IRCM).

En sus inicios, el Instituto Renault se centró en temas relacionados con la calidad. A partir del año 2006, el Instituto Renault pasa a llamarse Renault Consulting y sus objetivos giran en torno a la consultoría, realizando un asesoramiento tanto a la casa Renault como a distintas empresas de automoción, agroalimentación y aeronáutica. Debido a la gran experiencia adquirida en el grupo Renault-Nissan, esta consultoría se ha convertido en una de las asesoras más importantes a nivel Nacional.

Las formaciones serán otro de los pilares fundamentales de esta empresa. Renault Consulting imparte formaciones intra-empresa, en las cuales se forma a personas de una misma empresa en problemáticas comunes o inter-empresas, dónde se forma a personas de diferentes empresas con el objetivo de reforzar sus competencias impartiendo conocimientos prácticos.

Desde el año 2008, existe un vínculo entre Renault Consulting y la Universidad

## 2- HISTORIA Y ESTRUCTURA RENAULT

de Valladolid, a través de la Cátedra Renault Consulting para la Excelencia Industrial y Empresarial. Desde esta Cátedra se imparten diferentes tipos de formaciones para inculcar y reforzar conocimientos prácticos, formaciones de Grado, de Postgrado y complementarias en forma de seminarios, jornadas formativas y cursos monográficos, así como iniciativas de empleo entre titulados en Ingeniería de la Universidad de Valladolid y Renault España.

## 3. LEAN EN RENAULT-APW

### 3.1. Alliance Production Way (APW)

En este capítulo vamos a explicar cómo entiende y como pone en práctica Renault la filosofía Lean y en particular nos centraremos en el Alliance Production Way. Alliance Production Way es un conjunto de prácticas, reglas, útiles y métodos que combinados todos ellos constituyen la cultura industrial de la empresa y nos da la manera de actuar para producir de forma óptima, evitando despilfarros y todas aquellas acciones que no aportan valor al producto.

Estas prácticas, reglas, útiles y métodos ayudan a los trabajadores permitiéndolos hacer un buen uso de los recursos, las máquinas y materiales. Por tanto, APW, define cómo trabajar de forma correcta proponiendo y definiendo objetivos que es necesario alcanzar, principios que es necesario respetar, reglas de acción que hay que llevar a cabo y estándares que hay que utilizar y tener presentes. Podemos resumir el Alliance Production Way mediante la siguiente figura, la cual se conoce como el cohete APW.

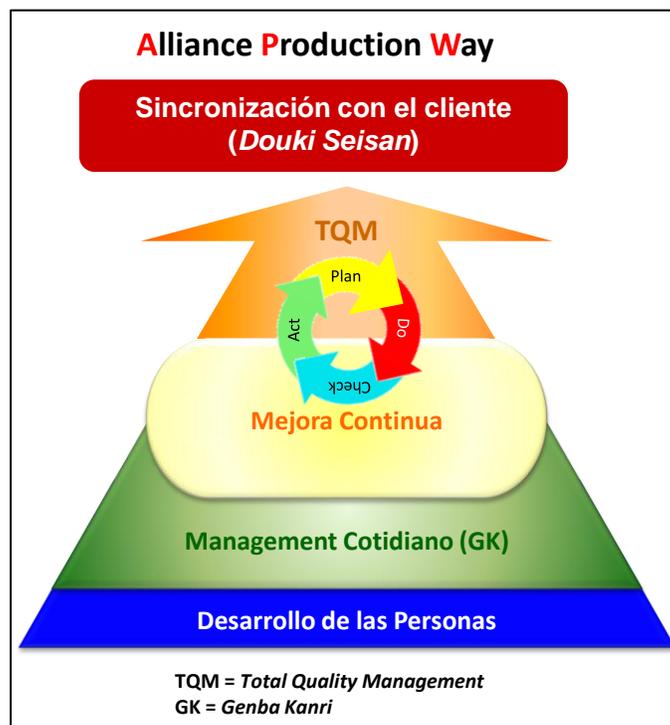


Ilustración 22: Cohete Alliance Production Way-APW.

### 3 LEAN EN RENAULT-APW

APW se puede sintetizar en cinco etapas asemejándolo con un cohete. En la base nos encontramos el “Desarrollo de las Personas”, en este grupo incluimos a las personas y los recursos humanos, los trabajadores y la gestión de estos es lo que sustenta el Alliance Production Way. Se persigue el desarrollo de las personas y de sus competencias, fomentando el trabajo en equipo, la organización y nunca dejando de lado la motivación a los trabajadores. Podemos asemejar el Desarrollo de las Personas a “la plataforma de lanzamiento de nuestro cohete”.

Si continuamos ascendiendo en nuestro cohete, un paso por delante nos encontramos con el “Management Cotidiano (Genba Kanri, GK)”, este bloque contiene todas las herramientas y útiles necesarios para que nuestros recursos humanos puedan producir de forma eficiente y garantizando la calidad, el coste y el tiempo (QCT). Entre las herramientas que integra el Genba Kanri debemos conocer: 5S, Destreza, A-TWI, Ergonomía, Kaizen y MDT, que serán explicadas más adelante junto con otras herramientas. No alejándonos de la analogía del cohete, estas herramientas serían los motores de propulsión.

Un paso por encima tenemos lo que serían los depósitos de combustible, que hacen que los motores del cohete funcionen de forma correcta, hablamos de las herramientas necesarias para realizar las actividades que nos permiten obtener los objetivos fijados en cada nivel. Estas herramientas son tres y se encuentran dentro del grupo de “Mejora Continua”: MPM (Management de la Performance de los Medios), QC (Quality Control) y JIT (Justo a Tiempo).

No integrando dentro del grupo de “Mejora Continua” pero si incluyéndolo dentro de un depósito de combustible de nuestro cohete, tenemos el ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act). Con este ciclo realizamos la revisión diaria, mensual y semestral de las trayectorias y resultados resultantes de las actividades realizadas en cada nivel.

En la cima del cohete tenemos la cabina de pilotaje, la cual recibirá el nombre de TQM (Total Quality Management), que es la forma de gestionar las fábricas del grupo Renault. Esta gestión está basada en una jerarquía por niveles (CDU “Comité de Dirección de Usines”, Departamentos, Talleres y UET’s). En cada nivel serán fijados una serie de objetivos (Want To Be Condition) y el conjunto de acciones a realizar para lograr conseguir esos objetivos. Para poder medir la evolución en el tiempo y de esta forma llevar un control sobre el cumplimiento o no de cada objetivo y acción, cada uno de estos últimos se define con un indicador. Para garantizar el perfecto cumplimiento de los objetivos serán necesarias revisiones mensuales, anuales y trienales, a partir de las cuales podremos dar por cumplimentados objetivos, o en caso contrario, proponer nuevos objetivos para su perfecto desarrollo.

Este cohete tiene sentido debido a que no dejamos de perseguir en todo momento un destino, que nos ayudará a conseguir la excelencia en lo cotidiano,

### 3 LEAN EN RENAULT-APW

este destino es la “Sincronización con el Cliente”. Para conseguir una sincronización con el cliente, debemos conseguir sincronizarnos en tres pilares fundamentales:

- **Calidad:** Mejorar la calidad de los productos y procesos para satisfacer las expectativas de los clientes. Debemos no aceptar defectos, no producir defectos y no dejar pasar defectos.
- **Coste:** Aportar valor añadido y eliminar los despilfarros que los clientes no están dispuestos a pagar.
- **Tiempo:** Entregar a tiempo los productos y servicios, reduciendo para ello los tiempo de fabricación.

En esta búsqueda continua de la sincronización con el cliente surgen problemas como los defectos de calidad, las averías de máquinas o plazos grandes para implementar mejoras. Frente a estos inconvenientes, Alliance Production Way tiene una actitud proactiva, no oculta los problemas sino que trata de anticiparse a ellos; ve los problemas de una forma positiva, como una oportunidad para mejorar e innovar.

Podemos resumir que Alliance Production Way se pilota a través de dos vías de progreso “Sin Fin”:

1. Sincronización sin fin, Never Ending, con el cliente.
2. Identificación sin fin, Never Ending, de problemas para aplicar soluciones robustas.

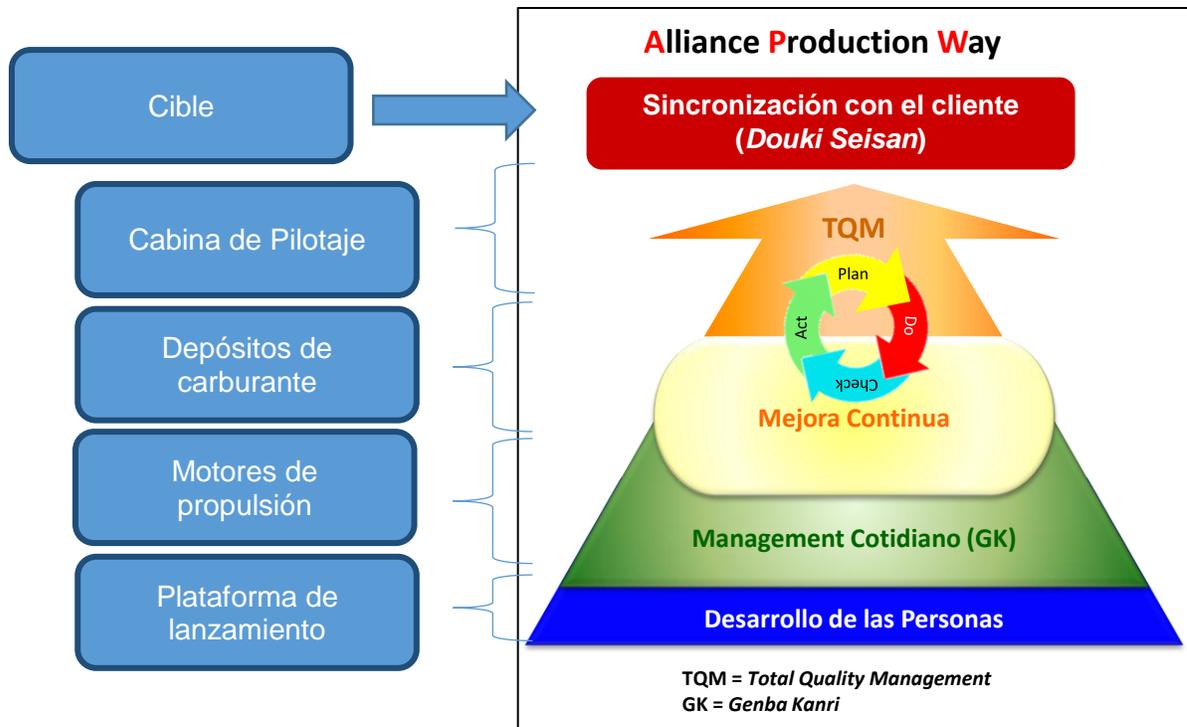
Además, APW se asienta bajo dos principios fundamentales:

1. **Valorizar a las personas:** El primer principio fundamental de Alliance Production Way es asegurar que el puesto de trabajo y su entorno tienen en cuenta a la persona, creando las condiciones necesarias para que todos puedan realizar sus actividades de forma segura y eficiente. La aplicación de este principio proporciona un Puesto de Trabajo Motivante (Job Friendly) para las personas, mejorando sus condiciones de trabajo y su motivación. Un Puesto de Trabajo Motivante facilita la consecución de los resultados de Calidad, Coste y Tiempo, con seguridad, de forma sistemática y conforme a los estándares.
2. **Compromiso con el Medio Ambiente:** APW tiene la responsabilidad jurídica y moral de proteger el medio ambiente para las futuras generaciones. Esta organización se compromete a reducir permanentemente el impacto ambiental de las actividades productivas. El marco de la Política Ambiental de APW se centra particularmente en:

### 3 LEAN EN RENAULT-APW

- Reducción del calentamiento global (disminución de las emisiones de CO2).
- Uso eficiente de los recursos naturales.
- Reducción de la huella ambiental.

En la siguiente figura podemos ver de forma gráfica la analogía de APW con un cohete:



**Ilustración 23: Analogía cohete APW.**

En este capítulo vamos a explicar las prácticas que componen el Alliance Production Way, proporcionando con esto una visión global de la forma de producción.

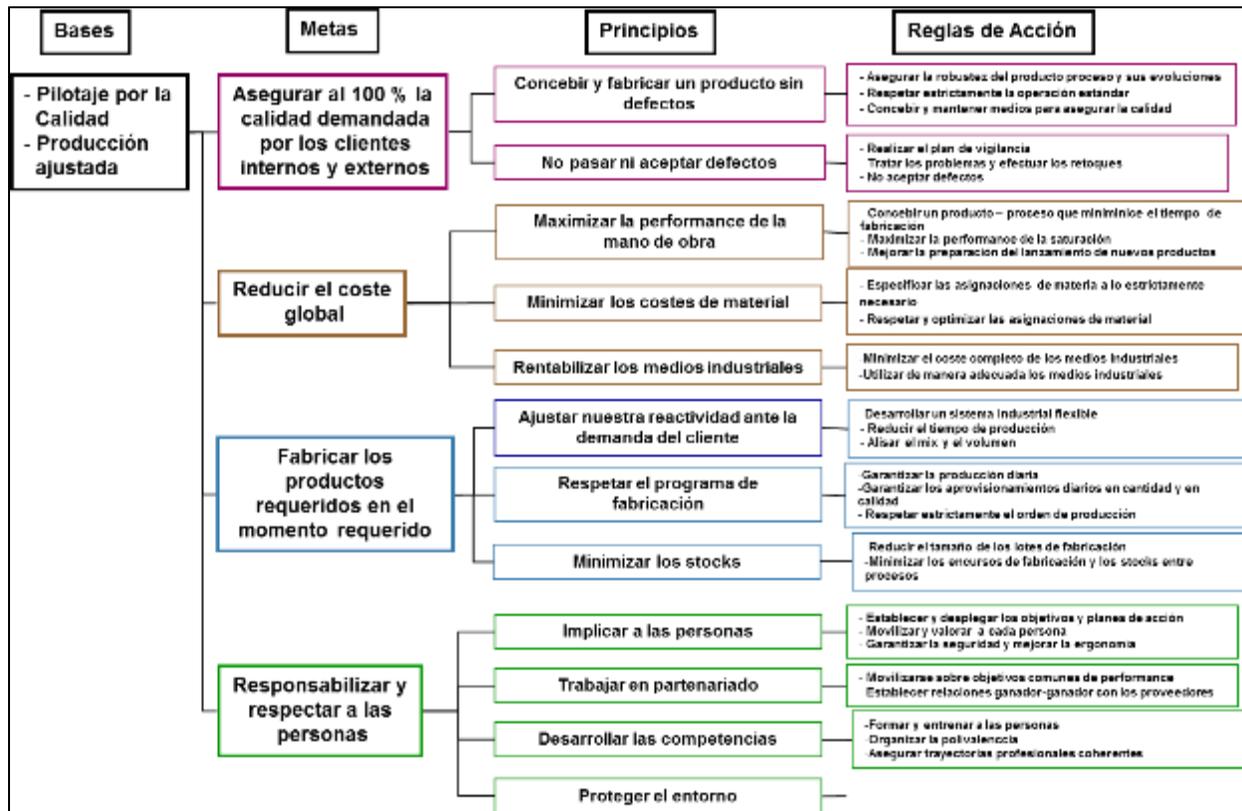


Ilustración 24: Principios del Alliance Production Way Renault.

### 3.2. Concepto de UET

UET es al acrónimo de Unidad Elemental de Trabajo. En los años 80, persiguiendo la innovación y debido a tres pilares fundamentales, Renault llevo a cabo un cambio en la estructura de la organización de la fabricación.

- Los mercados automovilísticos europeos se convirtieron en mercados de renovación y no mercados de crecimiento. Debido a esto, la competencia entre ellos creció aún más.

La problemática de los mercados maduros se puede resumir en:

1. Los clientes están advertidos.
2. Existe una menor diferencia entre los productos.

### 3 LEAN EN RENAULT-APW

3. El servicio pasa a ocupar un papel principal experimentando un gran crecimiento.
  4. Sobrecapacidad de producción relativa.
  5. Los márgenes y los beneficios disminuyen.
  6. Aumenta la competencia en cuanto al precio, la calidad, etc.
- Aumenta la complejidad de las tecnologías aplicadas.
    1. Nace la necesidad de fomentar nuevas competencias, mejor repartidas en la organización, más descentralizadas.
    2. Es necesario reorganizar el trabajo, necesitamos una organización del trabajo más reactiva, para colaborar de forma más eficiente, compartir el saber-hacer y hacer frente a la complejidad.
  - Los trabajadores aspiran a más responsabilidad, a un enriquecimiento de las tareas que le son confiadas.
    1. Para repartir de una forma más eficiente las responsabilidades, será necesaria una organización menos jerárquica.
    2. En busca de unas mayores competencias necesitamos una organización del trabajo más exigente.
    3. Es necesario un modo de funcionamiento que impulsa la implicación de todos en el sistema de producción.

#### **3.2.1. Principios de la UET**

Para comprender de forma clara los principios de una UET es necesario conocer su estructura y su entorno.

- Estructura de la UET:
  - Responsable único: Jefe de la UET.

### 3 LEAN EN RENAULT-APW

- Es un mismo espacio-tiempo de trabajo deben de convivir 20 personas cómo máximo y organizadas normalmente en módulos (EJ. 20 personas trabajando en el montaje de un motor, organizadas por puestos y lideradas por un Jefe de Unidad).
- Necesidad de identificar de forma clara a los clientes externos e internos y a los proveedores.
- Definición de la misión producto-proceso.
- La UET dispondrá de una zona de animación claramente definida, en la cual incluiremos identificadores generales por los que se rige cada Unidad Elemental de Trabajo.
- Un conjunto de competencias que se mejoran de forma permanente: polivalencia e integración de actividades, persiguiendo con esto la mejora de los resultados de la UET.

#### • Entorno de la UET:

- Existencia de cuatro niveles desde la dirección de la fábrica hasta el Jefe de Unidad de la UET: Línea jerárquica corta.
- Todos los Jefes de Unidad (JU) que trabajan en el mismo perímetro pero en turnos diferentes deben obtener los mismos resultados.

En la siguiente figura podemos observar la tendencia hacia la calidad que se persigue con las UET:



Ilustración 25: Pilares a mejorar con la UET: Calidad, Coste y Plazo.

### 3.3. Daily Management Diagnosis (DMD)

Para que las UET pongan en funcionamiento los objetivos marcados por APW y con el fin de fomentar el desarrollo y proporcionarlas ayuda, es necesario dotar al Jefe de Unidad (JU) de la UET con una herramienta de gestión que le ayude con la organización de su UET, para de este forma conseguir la producción asignada de una manera óptima y organizada. Este útil es del Daily Management Diagnosis, conocido comúnmente como DMD, un documento que contiene las pautas de cómo el JU debe de actuar como referente de la UET que está bajo su mando y qué debe hacer para conseguir una mejora progresiva con el fin de alcanzar los distintos niveles de la UET. Además de ayudar al JU en el despliegue de los objetivos fijados por APW, dotará al mismo de la experiencia necesaria para afrontar situaciones futuras.

#### 3.3.1. Los 8 ejes del desarrollo

Esta progresión se consigue mediante la búsqueda y el cumplimiento de los objetivos de 8 ejes diferentes que no tienen una relación intrínseca entre ellos pero que están ligados a un buen funcionamiento de la UET.



Ilustración 26: Los 8 ejes del Desarrollo.

### 3 LEAN EN RENAULT-APW

Cada uno de los ejes está definido por diferentes características y objetivos que han de cumplimentarse.

1. TQM & Trabajo en Equipo: Asegurar que los objetivos del taller han sido correctamente desplegados para pilotar la performance de su perímetro y mejorar “sin fin” la Rentabilidad y la Competitividad. Además, vela por la correcta gestión de la UET por parte del JU mediante una comunicación bilateral eficaz.
2. Management de la Calidad: Impulsa el espíritu de Calidad (Quality Mindset) y el respeto por el Producto, el Proceso y los Clientes. Valida los sistemas de Aseguramiento Calidad de la UET para asegurar un alto nivel de “Built in Quality (Calidad a la Primera)”: No aceptar, no producir y no dejar pasar defectos. Por último, verifica el cumplimiento de los Sistema de Control / Dominio de la Calidad y de Management tanto en la UET como en el perímetro que la contiene.
3. Estandarización: Verifica que el mejor método conocido actualmente es el aplicado para alcanzar los resultados SQCT (Seguridad, Calidad, Coste y Tiempo) durante la fabricación del vehículo (producto). Controla que el Jefe de Unidad (JU) persiga activamente mejorar la situación actual, impulsando la estandarización y gestionando las modificaciones liadas a los cambios 4M (material, métodos, medios y mano de obra).
4. Desarrollo de las Personas & Management de las Competencias: Asegurar que todos los operarios son acogidos en el taller de manera estructurada para permitirles sentirse bienvenidos y parte del Equipo de Trabajo. Además, trata de asegurar que todas las nuevas incorporaciones reciben una formación de forma estructurada para darles a conocer su rol y su función.
5. Engagement & Puesto de Trabajo: Asegurar un engagement de Puesto de Trabajo performante, un equilibrado eficaz de la línea, una organización del puesto de trabajo con la mínima pérdida y una eficacia mejorada.
6. Management de los medios: Validar la capacidad de management de los equipos y medios de producción, y la implantación de MPM para limitar las averías y contribuir así a la mejora del Rendimiento (Ro) y a la realización del volumen a entregar.

7. Seguridad, 5S, Medio Ambiente, Ergonomía: Asegurar que las reglas de Seguridad, los estándares 5S, las reglas ambientales y la ergonomía están establecidos y se respetan. Para el cumplimiento de estos requerimientos, confirma que la formación en las consignas de Seguridad ha sido impartida y que existe una cultura del “bienestar” del operario y de prevención de riesgos de accidentes / incidentes.

8. Management de los costes: Asegurar que la UET persigue de manera activa la reducción de los Costes para contribuir al TdC, a la Competitividad y a la Rentabilidad.

### 3.3.2. Los niveles de madurez de las UET's

Para clasificar la autonomía y los objetivos alcanzados mediante la implantación de las herramientas del APW por parte de las UET, existe una distinción por niveles que será aplicada a cada UET. A continuación, adjuntamos una tabla resumen en la que se exponen los niveles en los que se pueden encontrar las Unidades Elementales de Trabajo.

**TABLA I: Clasificación de los Niveles de UET**

NIVEL	ACCIÓN	PLAN
NIVEL 1 (PLAN)	Los estándares APW están implantados en el taller	<ul style="list-style-type: none"> <li>El JU puede explicar y demostrar su conocimiento y aplicación del APW.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Objetivos, cibles y planes de acción están implementados.</li> </ul>
NIVEL 2 (DO)	Los estándares APW son aplicados en el taller	<ul style="list-style-type: none"> <li>El taller trabaja conforme a los estándares.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>El management cotidiano es aplicado conforme al estándar adecuado.</li> </ul>

<b>NIVEL 3 (CHECK)</b>	Problemas y oportunidades de mejora son identificadas a través de verificaciones en cotidiano y diagnósticos iniciales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Medidas de protección y acciones temporales son implementadas</li> </ul>
<b>NIVEL 4 (ACT)</b>	Los estándares actuales son mejorados y son aplicadas contramedidas de manera continua a través del análisis de la causa raíz	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El nivel de recurrencia se reduce.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La performance mejora.</li> </ul>
<b>NIEVEL 5 (WTB)</b>	El management proactivo se practica en cotidiano y los problemas son resueltos antes de que impacten en la performance	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La performance se sitúa en los niveles cibles.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Existe una cultura de management proactivo y autónomo.</li> </ul>

### 3.4. Las 5S

Las “5S” es una técnica de calidad nacida en Japón y que hace referencia al “Mantenimiento Integral “ de la empresa, no sólo de maquinaria, equipo e infraestructura sino también centrándose en el mantenimiento del entorno de trabajo por parte de todos, cada utensilio y herramienta tiene su utilidad y su lugar concreto.

Esta práctica japonesa se basa en cinco principios o pilares fundamentales, de los cuales deriva el nombre de 5S, los cuales son:

- Seiri → Clasificar
- Seiton → Organizar
- Seiso → Limpiar
- Seiketsu → Estandarizar
- Shitsuke → Practicar

Para explicar esta práctica es necesario definir cada uno de los conceptos de los que está compuesta. Cuando se habla de 5S es común quedarse sólo con la idea de limpiar, pasando por alto el resto de etapas y adquiriendo de esta forma

una mala visión de esta técnica; lo más importante de este método no es limpiar, sino evitar ensuciar. Para aplicar de forma correcta esta técnica tendremos que empezar realizando una Clasificación (Clasificar) de los objetos que necesitemos y que nos aportan una utilidad, prescindiendo de los elementos inútiles. Una vez realizada la clasificación, debemos llevar a cabo la Organización (Organizar). La tarea de Organizar consiste en dejar cada objeto en su lugar adecuado, siendo este el sitio donde ubicaremos cada elemento después de su uso, facilitando de esta forma la tarea de búsqueda a aquellas personas que estén interesadas en dar uso a este objeto en un momento posterior. El tercer pilar fundamental de esta técnica es Limpiar, debemos eliminar la suciedad manteniendo un estado de orden. Una vez completados los tres primeros pilares de las 5S, es necesario perpetuar lo conseguido hasta ahora mediante la Estandarización y la Práctica de los pasos anteriores, es decir, una vez eliminados todos los elementos inútiles, y teniendo cada utensilio en su lugar correspondiente libre de suciedad, este se va a convertir en nuestro “Estado de Referencia”. Una vez completada esta tarea, no podemos regresar al estado de desorden inicial, por lo que la práctica de las 5S debe de realizarse de forma continua y cotidiana.

### 3.4.1. Alliance Production Way visto desde las 5S

A continuación y con el siguiente gráfico, podemos ver cómo influye la práctica de las 5S en el Alliance Production Way.

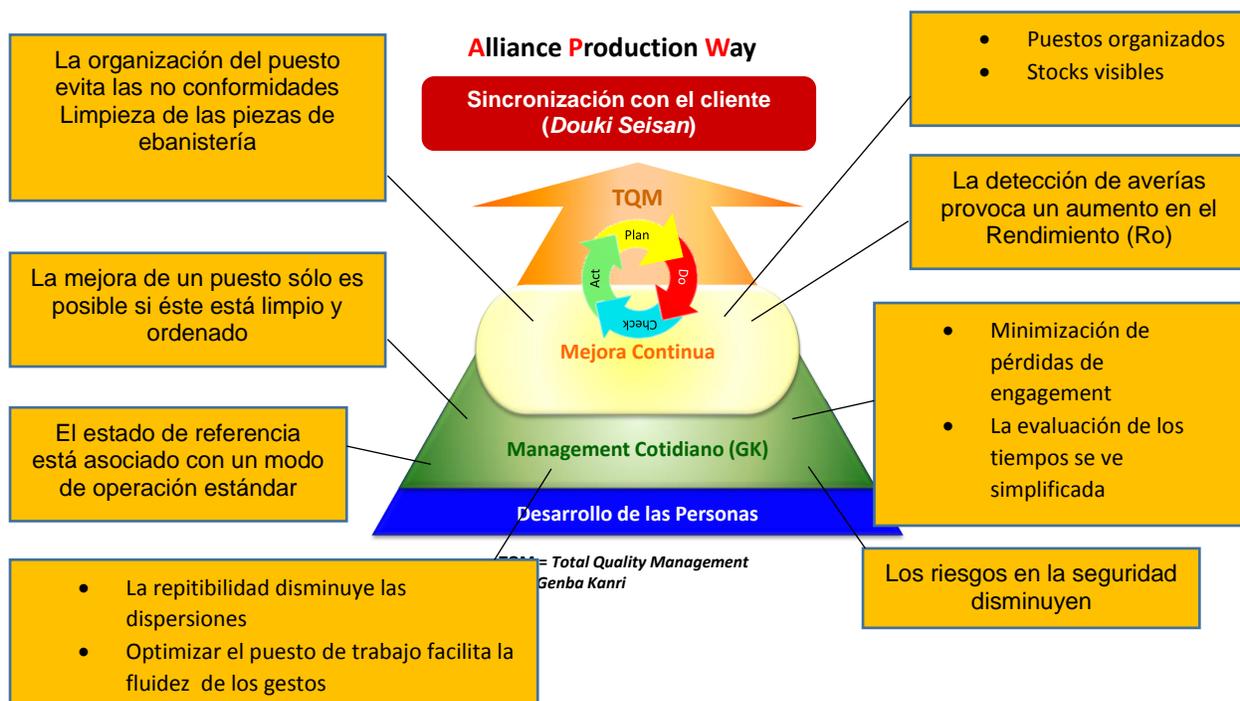


Ilustración 27: 5S en APW.

## 3.5. Destreza

### 3.5.1. Concepto de Destreza

La destreza se puede definir como el conjunto de habilidades que necesitamos para desempeñar de forma óptima las competencias gestuales básicas que caracterizan un puesto de trabajo y contribuye a hacer bien y a la primera, gestos base como el atornillado, manipulación de producción, ensamblado de cable, remachado, etc.

La destreza permite aprender un modo operatorio o estándar de trabajo, lo que en términos Renault se conoce como FOS, el cual limita la dispersión de la producción y minimiza el riesgo de producir sin valor.

Este conjunto de habilidades proporciona una mejora en ciertos ámbitos que influirán de forma positiva al operario en su puesto de trabajo. Algunos de los campos que se ven beneficiados son: fluidez de movimientos, precisión, rapidez gestual, ergonomía, seguridad, mejora de la sincronización, etc. También favorece el aprendizaje del puesto de trabajo con la práctica y la repetición de gestos de base propios del metier y de los cuatro principios de economía del movimiento “NO.ME-DI-FA”.

#### **NO-ME-DI-FA o los cuatro principios de economía del movimiento**

Cuando hacemos referencia a la optimización de movimientos, el fin al que queremos llegar es que debemos minimizar los desplazamientos innecesarios y conseguir una manipulación de piezas de la forma más óptima posible. Para obtener estos dos objetivos debemos tener muy presentes los principios de la economía del movimiento, conocidos con la regla nemotécnica NO-ME-DI-FA, la cual procede de cuatro palabras del idioma francés que constituirán los principios de la economía del movimiento, los cuales son:

- Reducir el número de movimientos (Réduire le **NO**mbre de mouvements): Debemos eliminar los movimientos entre dos operaciones unitarias, los movimientos no racionales, los movimientos inútiles y los movimientos subsidiarios.

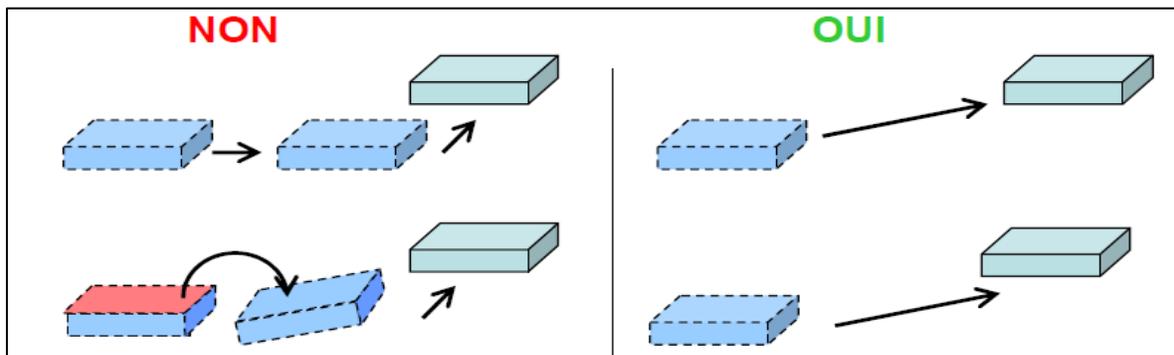


Ilustración 28: Reducir el número de movimientos.

- Ejecutar los movimientos al mismo tiempo (Exécuter les mouvements en **MÊ**me temps): Se deben intentar realizar operaciones simultáneas con las dos manos a la vez que reducir tiempos muertos de cada mano.

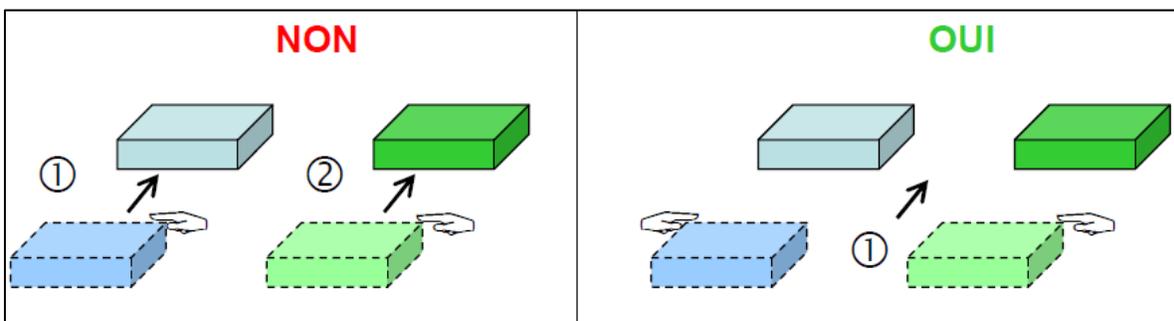


Ilustración 29: Ejecutar los movimientos al mismo tiempo.

- Reducir las distancias de movimientos (Raccourcir les **D**istances des mouvements): Una forma de acortar las distancias que realizamos en los movimientos es cambiar un movimiento curvilíneo por uno rectilíneo. Esta reducción de las distancias de los movimientos ayudará a realizar los movimientos en un periodo de tiempo más corto.

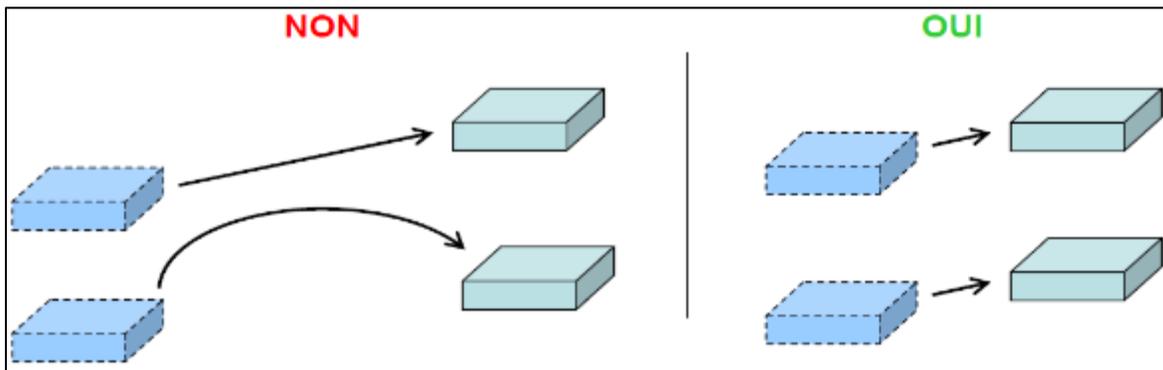


Ilustración 30: Reducir las distancias de movimientos.

- Hacer los movimientos más fáciles (Rendre les mouvements plus **FA**cile): Se pueden facilitar los movimientos eliminando factores que les puedan entorpecer o reduciendo los pesos a manipular mediante la utilización de dispositivos de gravedad o de guiado.

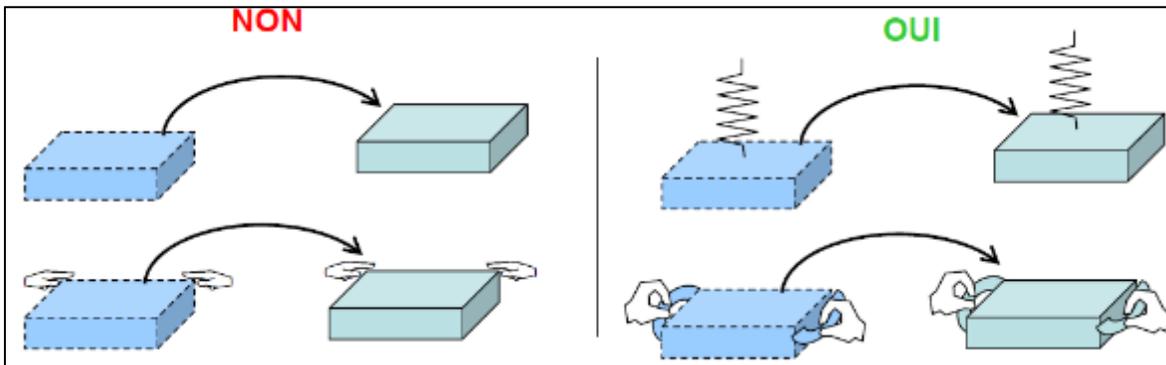


Ilustración 31: Hacer los movimientos más fáciles.

### 3.5.2. Formación en destreza

Llevar a cabo las prácticas Lean es una tarea que atañe tanto a operarios como a directivos. Es por este motivo, por lo que Alliance Production Way apuesta por las formaciones de los operarios, un operario bien formado producirá menos fallos y con ello un mayor valor añadido en sus operaciones. Las formaciones en destreza se dan en tres fases: Fase teórica, fase práctica y fase de evaluación, diferenciando las formaciones de cada operario en función del métier al que pertenezca.

### 3 LEAN EN RENAULT-APW

Vamos a adentrarnos en cada una de estas fases.

En la fase teórica se imparten las nociones básicas y los conocimientos necesarios para desempeñar los gestos que se deben adquirir en cada puesto de trabajo. Estos son particulares de cada métier, ya que, los gestos que se van a realizar en la línea de montaje no son comparables con los que se van a desempeñar en el taller de soldadura. Por lo tanto, cada operario deberá recibir una formación concreta de los gestos que va a desempeñar.

La siguiente fase es la fase práctica. Para llevar a cabo esta fase contamos con “pupitres de destreza” en los que se pueden practicar diversos movimientos que luego vamos a tenerles que aplicar en nuestro puesto de trabajo. Algunos movimientos que podemos realizar en los pupitres de destreza son apretar un tornillo con una pistola neumática, conectar cables, soldar puntos de unión, etc. A continuación se muestran algunos ejemplos de pupitres de destreza.



**Ilustración 32: Pupitre de clipsado de elementos de fijación .**



**Ilustración 33: Pupitre de soldeo.**

La última fase de la formación será la de evaluación, en esta examinaremos al operario sobre los conocimientos adquiridos teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Respeto del modo operatorio.
- Mantenimiento de los útiles.
- La buena ejecución del trabajo.

- El respeto de las consignas de seguridad.
- El tiempo de la realización de la operación.
- Respeto de las consignas de seguridad.

Toda evaluación lleva asociado una nota, la cual proporcionará al operario la oportunidad de desempeñar cualquier puesto de trabajo que requiera un nivel igual o inferior al adquirido dentro del métier en el que haya recibido la formación.

### 3.5.3. Alliance Production Way visto desde la destreza

A continuación se muestra la relación existente de la Destreza con Alliance Production Way (APW).

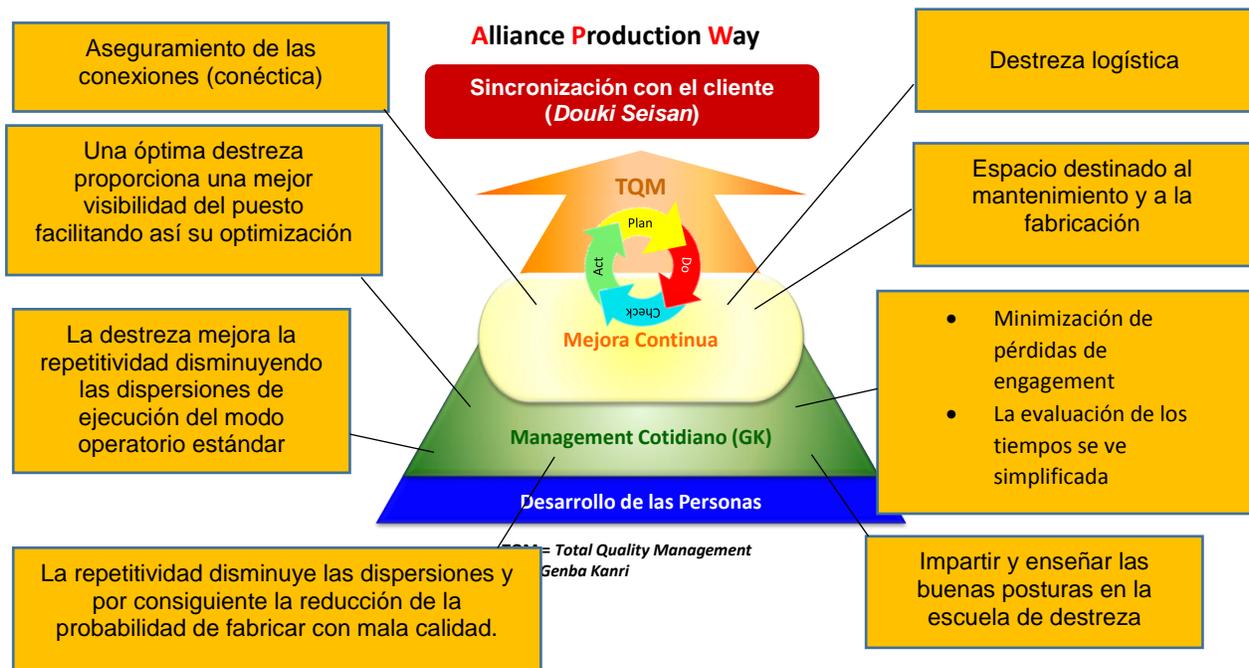


Ilustración 34: Destreza en APW.

## **3.6. A-TWI**

### **3.6.1. Definición y objetivo**

Como consecuencia de la necesidad de normalizar los modos operatorios del puesto de trabajo y gestionar de forma óptima las Unidades Elementales de Trabajo (UET's) nace A-TWI, acrónimo de Alliance Training Withing Industry, o lo que es lo mismo, la estandarización del puesto de trabajo: FORMACIÓN EN EL PUESTO BASADA EN ESTÁNDARES.

Que una operación esté estandarizada hace referencia a que es la mejor práctica conocida hasta ese momento, pero no existe ninguna razón para que el estándar permanezca invariable. Los estándares deben de ser mejorados permanentemente para reforzar las competencias y mejorar la implantación de los equipos en el taller, los utillajes y los modos de operación.

Los objetivos que tenemos que perseguir pueden resumirse en tres:

- Estandarizar las mejores prácticas, las cuales servirán de referencia.
- Aplicar y mejorar continuamente los estándares.
- Capitalizar y fiabilizar el entorno a principios comunes para acelerar y mantener el progreso a lo largo del tiempo.

### **3.6.2. Los útiles del A-TWI**

Para comprender todos los útiles que engloba la estandarización del puesto de trabajo (A-TWI), debemos tener presente el gráfico que se muestra a continuación.

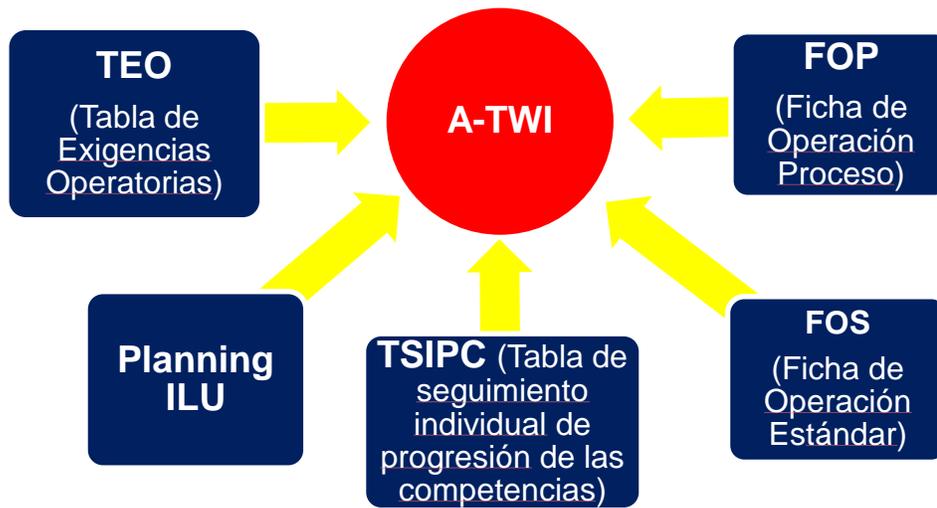


Ilustración 35: Útiles del A-TWI.

Vamos a ver en qué consisten cada uno de los útiles que integra el A-TWI.

### **FOP (Feuilles d'Opération Process)**

La FOP es el documento de especificación del producto proporcionado por la ingeniería, es el documento que tendremos como referencia para saber qué tenemos que obtener como resultado final cuando realicemos una operación. La FOP describe el QUÉ vamos a obtener como resultado de una operación, pero no dice nada sobre los pasos u operaciones que tendremos que realizar ni como tendremos que realizar estas operaciones para obtener el resultado que marca.

Todo el mundo alguna vez ha realizado construcciones de Lego o a trasteado con juegos similares. Cuando nos disponíamos a realizar la construcción, en la caja que contiene las piezas aparecía una imagen con el resultado a alcanzar, pero en la misma no aparecían los pasos que teníamos que realizar ni como teníamos que realizarlos. Podemos concluir por lo tanto, que esa imagen que aparecía en nuestras cajas de construcciones y que nos reflejaba cual era el resultado final de la operación sin darnos ningún tipo de detalle sobre cómo conseguirlo, es una FOP.

### **FOS (Ficha de Operación estándar)**

FOS es el acrónimo de Ficha de Operación Estándar. A-TWI trabaja y define tres tipos de FOS:

- **FOS ANÁLISIS:** La FOP describía el QUÉ tenemos que hacer como resultado de la realización de unas operaciones, y por su parte, la FOS Análisis describirá el CÓMO tenemos que hacerlo. Asemajándolo a la vida

cotidiana, la FOS Análisis serían las instrucciones del montaje de un mueble mientras que la FOP sería el mueble con todas las características de geometría, cotas, calidad, etc. La FOS Análisis detalla analíticamente las operaciones que hay que llevar a cabo para obtener el producto deseado, en las condiciones deseadas y con las características deseadas. El conjunto de operaciones serán agrupadas en etapas principales para ser ejecutadas.

- **FOS ENGAGEMENT:** Una vez conocidas las operaciones que debemos realizar y éstas agrupadas en etapas principales, debemos ensamblar unas con otras. La FOP es el QUÉ, la FOS Análisis el CÓMO, la FOS Engagement será EN CUANTO TIEMPO realizamos las distintas operaciones, es decir, cuánto tiempo necesitaremos para realizar las operaciones que marca las FOS Análisis.

La FOS Engagement es realizada por el Jefe de Unidad (JU), y para su realización éste se sirve de aplicaciones informáticas (proAPW) que le ayudarán a cuadrar los tiempos de trabajo así como la actividad que tendrá el operario. Esta labor implica a los GTU (Gerentes de Tiempos de Fábrica) del MDT (Medida de Tiempos), que proporcionan servicio al JU para evaluar de forma correcta cuánto tiempo se necesita en cada etapa y si estas están bien ensambladas en su FOS Engagement.

- **FOS SINÓPTICO:** La FOS Sinóptico es un diagrama de bloques que permite transferir y encapsular el saber hacer, es decir, un diagrama de bloques en el que se contemplan todas las posibles opciones de actuación en diferentes situaciones. Por ejemplo y para entender mejor el sentido de esta FOS, si una instalación se para debido a un defecto puede que en un primer momento no sepamos cómo debemos actuar ante este imprevisto, aquí es donde entran en juego las FOS Sinóptico. La FOS Sinóptico (en este ejemplo) tendría formalizado un esquema tipo de intervención que repite paso a paso el método de investigación del reparador, en función de las respuestas del entorno (el visor está verde si/no, el brazo vuelve a la posición de origen si/no,...) se guía al operario con la manera de un logograma informático.

#### **TSIPC (Tabla de seguimiento individual de progresión de competencias)**

Cómo vimos en apartados anteriores del presente documento, la formación de los operarios es de suma importancia a la hora de perseguir las mejores prácticas Lean. Si recordamos, estas formaciones se asentaban en tres fases, la fase teórica, la fase práctica y la fase de evaluación.

Todos somos conscientes de que cuando aprendemos cosas, si no las seguimos practicando estas pueden caer en el olvido con el paso del tiempo. Por este

### 3 LEAN EN RENAULT-APW

motivo, Alliance Production Way apuesta por un seguimiento individual de la progresión de las competencias de los operarios una vez que ha recibido la formación correspondiente de su puesto de trabajo. Este seguimiento se lleva a cabo con el documento TSIPC, y puede asemejarse al curriculum de una persona en cuanto a la destreza.

Este documento es iniciado por Recursos Humanos (RRHH) mediante la indicación de las competencias iniciales que posee el nuevo ingreso de la empresa. Será continuado por el Jefe de Unidad tras impartir al operario la formación en el puesto de trabajo que va a desempeñar. Por último, este informe será actualizado con revisiones periódicas por parte del JU para comprobar que los conceptos aprendidos siguen desempeñándose de forma correcta, y no conformándose sólo con esto, además se han perfeccionado y mejorado.

#### **PLANNING ILU**

En todos los ámbitos de nuestra vida no debemos ser cómodos y conformarnos con lo básico y con solamente saber desempeñar tareas, sino que debemos ser ambiciosos mejorando y perfeccionando nuestras habilidades. Es por este motivo por lo que los estándares no son fijos, sino que estos pueden modelarse en función de cual sea la mejor práctica que se conoce.

Fruto del principio de mejora continua, nace la necesidad de poder planificar las formaciones de las personas en función del grado de destreza en el que se encuentren a la vez que gestionar la polivalencia del equipo. Alliance Production Way, y en concreto la práctica A-TWI, cuenta para llevar a cabo esta tarea con el Planning ILU, documento en el que plasmaremos en qué grado de destreza se encuentra cada persona, ayudando de esta forma al Jefe de Unidad a gestionar su equipo.

Las personas pueden encontrarse en tres grados de destreza, los cuales se denominan “I”, “L” y “U” y se explican en la siguiente tabla.

**TABLA II: PLANNING ILU**

	I	L	U
<b>OPERACIÓN ESTÁNDAR</b>	El operario respeta la FOS para la que ha sido formado sin ayuda, pero el JU necesita realizar comprobaciones (Observación Refleja del Puesto).	El operario respeta la FOS para la que ha sido formado sin ayuda.	El operario es capaz de ejecutar la FOS para la que ha sido formado y puede enseñar a otros utilizando el método de formación en tres etapas
<b>CALIDAD</b>	El operario conoce los puntos clave y comprende la razón del punto clave de las FOS. El operario sabe cómo actuar si se produce un defecto. El JU realizará comprobaciones regulares.	El operario respeta los puntos clave de la FOS y por lo tanto, no produce defectos	El operario comprende los puntos clave de la FOS, no produce defectos y puede proponer mejoras de los puntos clave
<b>COSTE</b>	El operario conoce los cuatro principios de economía del movimiento	El operario comprende los cuatro principios de economía del movimiento y puede detectar los despilfarros	El operario comprende los cuatro principios de economía del movimiento, puede detectar los despilfarros y proponer mejoras
<b>PLAZO</b>	El operario es capaz de respetar el tiempo ciclo (Tact Time) excepto en condiciones fuera de lo normal o modelos poco frecuentes. El operario no es capaz de regularse a sí mismo en función del mix de fabricación (Puede necesitar ayuda ocasional).	El operario puede realizar la operación estándar dentro del tiempo objetivo.	El operario puede realizar la operación estándar dentro del tiempo objetivo y puede mejorar el tiempo objetivo

#### **TEO (Tabla de exigencias operatorias)**

TEO es el acrónimo de Tabla de Exigencias Operatorias y este será un documento donde se identifican todas las operaciones, tareas y actividades que debe realizar una persona para alcanzar el nivel L.

Por lo tanto, debemos asegurarnos que:

- Todas las actividades están registradas en el TEO.
- Están claramente identificadas las condiciones básicas del puesto para que el operario pueda detectar y alertar de anomalías.
- Están claramente identificadas las características de aseguramiento de la calidad.
- Existe un estándar/FOS para todas las actividades para formar.
- Se ha realizado una priorización de las actividades:
  - Prioridad 1: todos los conocimientos y competencias que debe adquirir una persona antes de ir al puesto (destreza general, destreza específica,...).
  - Prioridad 2: formaciones en el puesto para ser al menos I (realizar el puesto en tiempo y calidad en condiciones normales, alertar en caso de anomalías).
  - Prioridad 3: formaciones en el puesto para ser L (realizar el puesto en tiempo y calidad para todas las variantes, resolver anomalías y proponer mejoras).

### 3.6.3.A-TWI: Visión sistema

A continuación y a través del siguiente esquema vemos la relación del A-TWI con el Alliance Production Way (APW).

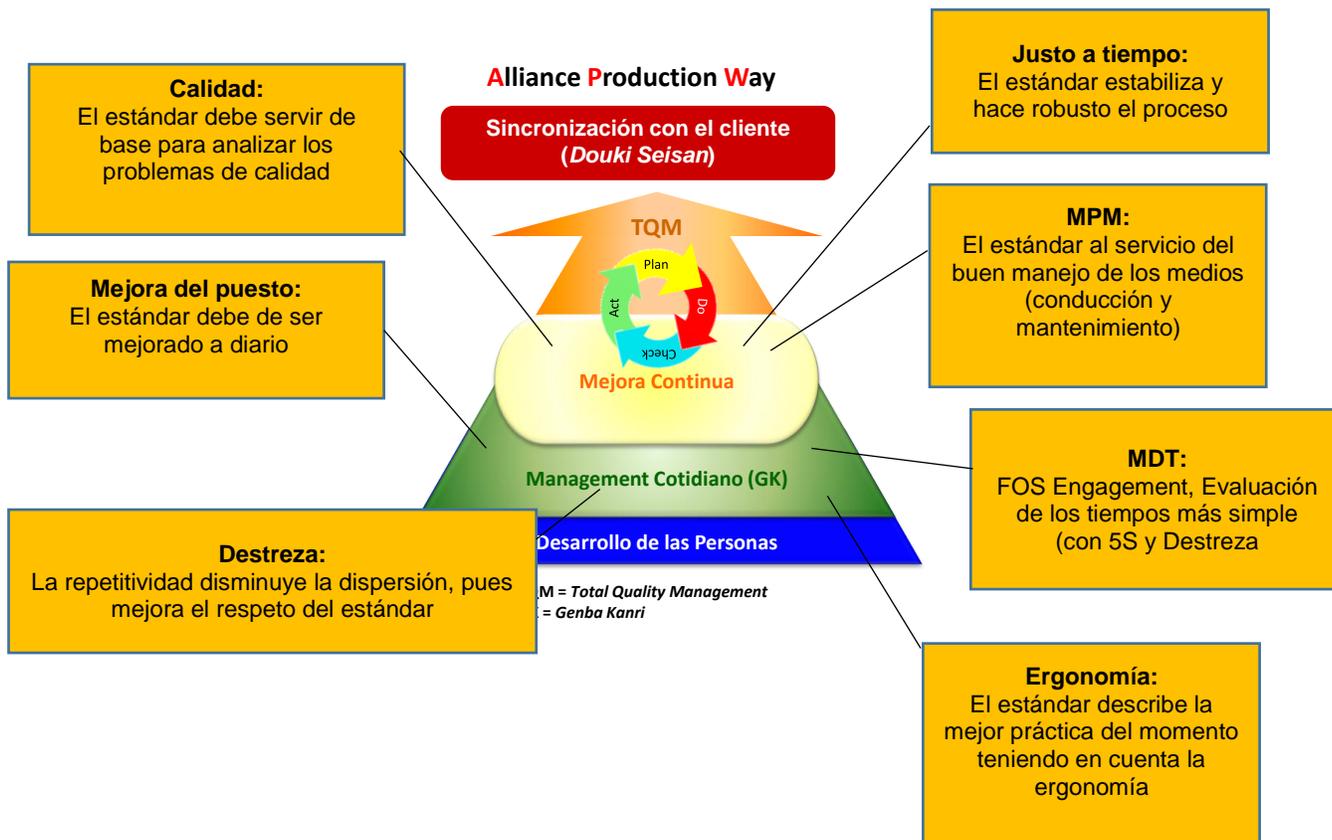


Ilustración 36: A-TWI en el APW.

## 3.7. Ergonomía

### 3.7.1. Finalidad de la política ergonómica

La ergonomía es el conjunto de conocimientos aplicados para que el trabajo, los sistemas, ambientes y productos se adapten a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de la persona.

La implantación de la ergonomía nace fruto de hacer frente a las siguientes necesidades:

- Identificar, analizar y reducir los riesgos laborales.
- Adaptar el puesto de trabajo y las condiciones de trabajo a las características del operario.
- Fomentar el empleo de una población diversa: hombres, mujeres, mayores, personas con incapacidad, etc.
- Aumentar la motivación y la satisfacción en el trabajo.
- Mejorar las condiciones de trabajo en el marco de la Política de Condiciones de trabajo de Renault.

#### **3.7.2.Ejes para la adecuación Operario/Puesto**

Uno de los objetivos principales y que es de vital importancia en la persecución de prácticas Lean es mejorar la adecuación del puesto de trabajo, mediante la búsqueda de la adaptación del operario a su entorno de trabajo. Para facilitar la adaptación del operario a su puesto de trabajo vamos a basarnos en cinco ejes que tendremos que tener muy presentes:

- Puestos de trabajo: Debemos basarnos en los pasos marcados por el Kaizen para mejorar los puestos de trabajo tanto a nivel físico como cognitivo. Los operarios deben de ser partícipes en esta tarea, aportando información sobre que posiciones o movimientos les resultan incómodos a la hora de desempeñar su puesto de trabajo.
- Empleo: Somos conscientes de que todos los puestos de trabajo no son iguales, no es lo mismo mover pinzas de soldadura de 20 KG que fijar uniones en una pieza de plástico en la cadena. Por este motivo, a la hora de reclutar operarios es necesario disponer de criterios de capacidad física.
- Organización: Adaptar la polivalencia y la rotación en los puestos de trabajo atendiendo a las condiciones físicas, cognitivas y prestando atención también a la edad.
- Formación: Impartir formaciones que permitan desarrollar las habilidades o la destreza de los operarios en los distintos puestos de trabajo son de vital

importancia para la protección de la salud, para la comprensión del modo operatorio, etc.

- Salud en el Trabajo: Es necesario contar con un sistema de alerta de los problemas de salud en el trabajo y de búsqueda de soluciones.

#### **3.7.3. FSSE, V3 y FKE**

Para la gestión de la ergonomía y garantizar que esta es aplicada en los puestos de trabajo, Alliance Production Way cuenta con tres documentos de vital importancia. A continuación se describen las características de los mismos:

- FSSE: Útil de gestión de la ergonomía de la Unidad Elemental de Trabajo (UET). Este documento debe realizarse mínimo una vez al año o cuando un puesto de trabajo se ve modificado significativamente (tras un cambio de organización, de un chantier Kaizen, etc.).
- V3: Es un método de análisis ergonómico que permite realizar una evaluación de los riesgos ergonómicos de los puestos de trabajo (TMS, dificultades cognitivas). Esta herramienta está orientada hacia el progreso y permite una identificación de los riesgos de TMS. V3 es utilizada por los técnicos de condiciones de trabajo para acotar los puestos de trabajo evaluados en Amarillo y Rojo con el útil anterior, el FSSE.
- FKE: FKE es el acrónimo de Ficha Kaizen Ergonomía, la cual permite identificar en detalle los problemas ergonómicos y de seguridad de los puestos de trabajo al Jefe de Unidad (JU) o a otro miembro del chantier Kaizen, además de buscar, aplicar y cuantificar todas las mejoras por muy grandes o pequeñas que sean.

#### **3.7.4. Visión de APW desde la ergonomía**

Ilustración resumen de la relación de la ergonomía con Alliance Production Way (APW).

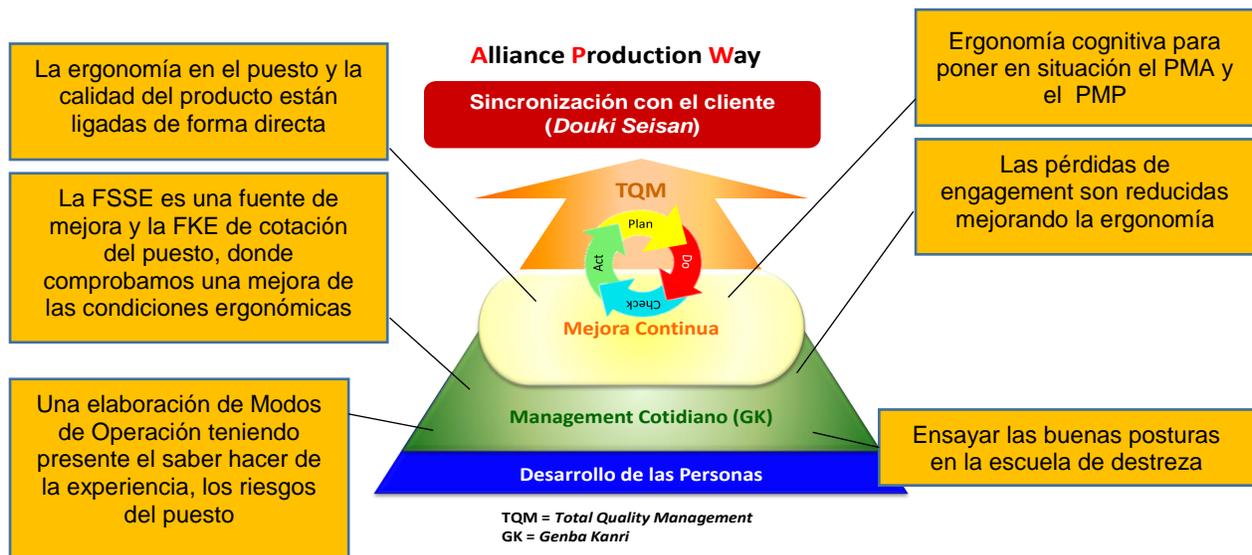


Ilustración 37: Ergonomía en el APW.

### 3.8. Kaizen

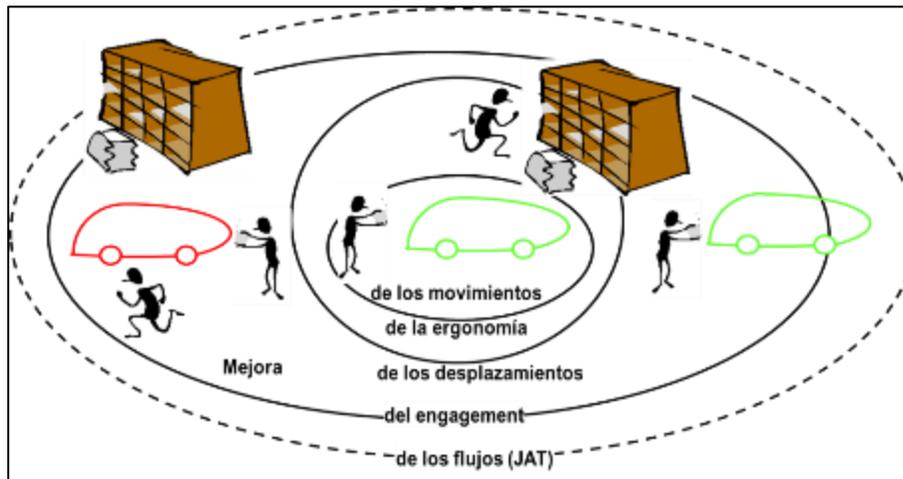
Los continuos y rápidos cambios que está experimentando la tecnología, así como el acortamiento de la vida de los productos, la evolución de los hábitos de los consumidores y la gran competencia entre las empresas que día a día las exige mayor calidad, menor coste y tiempo de respuesta, requiere la aplicación de métodos que ayuden a hacer frente a estos desafíos.

Dentro de todas las técnicas de Gestión de la Calidad Total y las técnicas de Mejora Continua, destaca por su sencillez y sentido práctico el Kaizen.

Kaizen nace de las palabras japonesas Kai: Cambio, y Zen: Bien, por lo que se puede traducir como buen cambio o mejora. En este concepto también juega un papel muy importante la idea de continuidad en el tiempo, es decir, debemos hacer buenos cambios de forma continua en el tiempo. Por el motivo anterior, Kaizen también se conoce como la idea de “Mejora Continua”.

Todos los niveles del Sistema de Producción y del taller deben experimentar estas mejoras, desde los movimientos que se realizan en el puesto de trabajo (puesto en la cadena de producción, en los bancos de pintura, etc.) hasta los flujos primarios que se desarrollan fuera del taller.

El perímetro que abarca la técnica Kaizen lo podemos resumir en el siguiente gráfico:



**Ilustración 38: Perímetro de aplicación del Kaizen.**

#### **3.8.1. Las características del Kaizen**

La filosofía Kaizen se asienta en cinco pilares básicos que resumen dicha práctica:

- **Eliminación de despilfarros:** Para garantizar que todas las operaciones que llevemos a cabo en nuestro puesto de trabajo van a aportar valor añadido al producto final, debemos mejorar el puesto de trabajo eliminando los despilfarros que puedan existir. En el apartado “Just in Time” del presente documento se explicarán los despilfarros con los que podemos convivir y que será necesario detectar y eliminar.
- **Mejora continua:** Siempre podemos mejorar nuestras prácticas, siempre vamos a poder encontrar métodos mejores que los que aplicamos actualmente para mejorar la producción, para eliminar trayectos innecesarios, para eliminar paradas inútiles, etc. Es por este motivo por lo que el Kaizen predica con el hecho de que la mejora ha de ser continua.
- **Asunto de todos:** El Kaizen debe ser una práctica que todos los integrantes de una fábrica deben tener presente y realizarla en su día a día, desde el director hasta los operarios.

- Aplicación del ciclo PDCA-SDCA: Para que las mejoras que llevemos a cabo tengan repercusión en el Sistema de Producción, es necesario implantar estas mediante el ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act). En primer lugar debemos planificar la mejora que queremos llevar a cabo, una vez planificada debemos realizar dicha mejora chequeando que lo que hemos introducido es de verdad útil para el sistema de producción y realmente le aporta beneficios. Por último, si en la tercera fase del ciclo PDCA, la fase Check, vemos que hay algo que aún se puede mejorar, actuamos en consecuencia.

Una vez que las mejoras han sido implantadas es necesario estandarizarlas para trabajar con ellas y poder seguir mejorando, para ello aplicamos el ciclo SDCA.

- Prioriza la aplicación inmediata: Este pilar sobre el que se asienta el Kaizen, le podemos resumir con la siguiente frase: “Es mejor hacer bien ahora que perfecto más tarde”. Si detectamos que algo no funciona de la forma adecuada y podemos y sabemos realizar una mejora, no conviene esperar un cierto tiempo para llevarla a cabo, tenemos que hacerla de forma inmediata. Con el paso del tiempo, puede que esa mejora no se lleve a cabo o que el coste de tiempo y dinero para realizarla se vea incrementado.

#### **3.8.2. Los diez mandamientos del Kaizen**

Además de los cinco pilares sobre los que se asienta la práctica del Kaizen, este trabaja con diez mandamientos para la búsqueda y aplicación de las mejoras.

1. Deshacerse de las ideas preconcebidas.
2. No hay que buscar excusas, hay que buscar soluciones.
3. No defender la situación actual del Sistema de Producción, siempre cuestionarla.
4. Es mejor hacer bien rápido, que perfecto más tarde.
5. Si algo no funciona de forma óptima, corregirlo de forma inmediata.
6. Buscar soluciones con el menor coste posible.

### 3 LEAN EN RENAULT-APW

7. Los problemas no han de ser concebidos de forma negativa, sino que son fuente de ideas.
8. Para encontrar las verdaderas causas de los problemas, tenemos que preguntarnos cinco veces << ¿por qué? >>.
9. Las ideas de 10 personas valen más que los conocimientos de una sola, trabajo en equipo.
10. Siempre podemos mejorar, mejora continua.

#### 3.8.3. Kaizen. Visión sistema

Con el siguiente esquema visualizamos el Alliance Production Way en relación con el Kaizen.

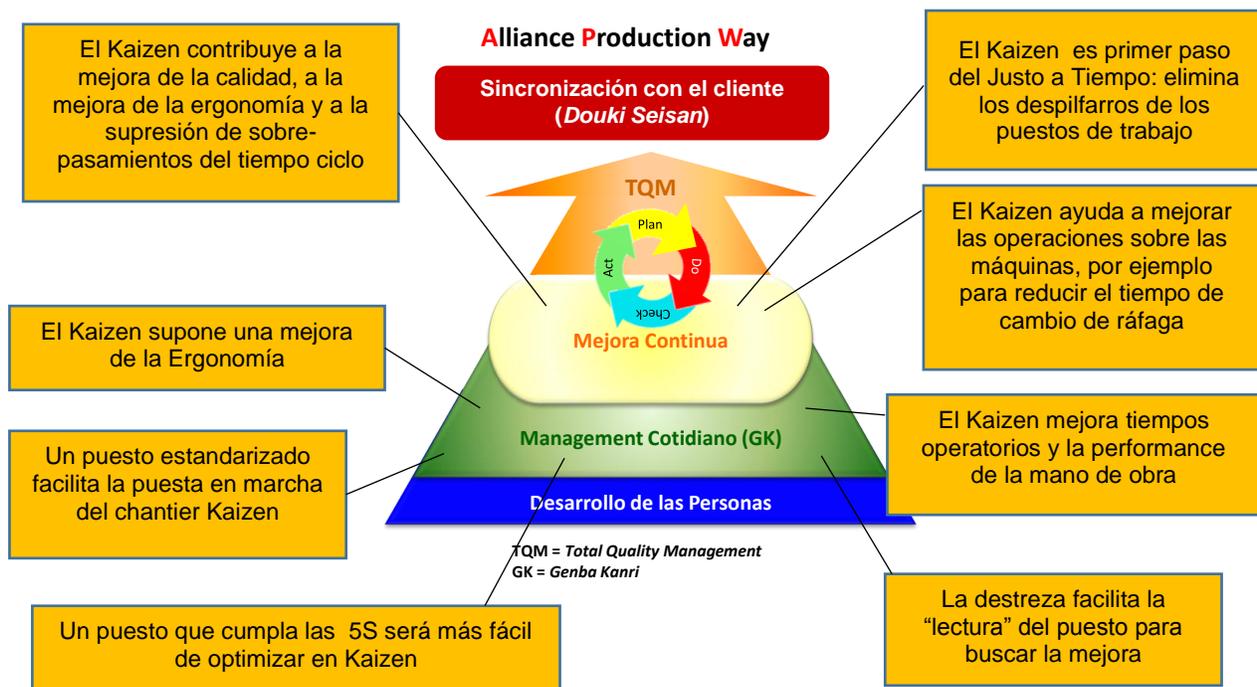


Ilustración 39: Kaizen en el APW.

### 3.9. MDT

Para poder ensamblar los puestos de trabajo que conforman un sistema de producción y las operaciones que definen cada puesto, es necesario saber los tiempos que se emplearán en cada operación y en cada puesto de trabajo en general. MDT es el acrónimo de medida de tiempos, y será la parte encargada de gestionar los tiempos de producción en la fábrica.

#### 3.9.1. MDT: vision sistema

Mediante el gráfico que se muestra a continuación vemos la influencia del MDT en el Alliance Production Way (APW).

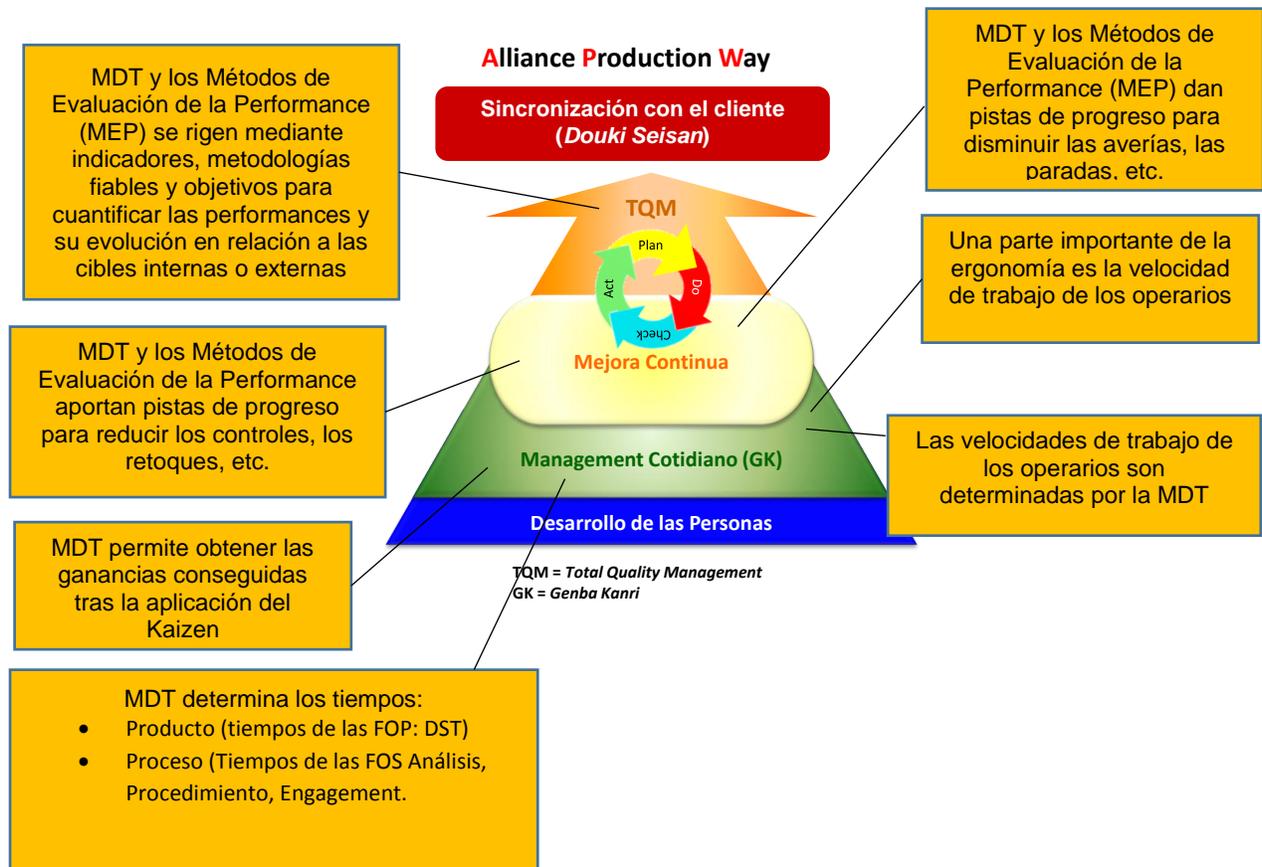


Ilustración 40: MDT en el APW.

### 3.10. QC: Quality Control

Cuando las personas van a adquirir un producto, un aspecto muy importante que tenemos muy en cuenta es la calidad del mismo. Es por este motivo por lo que Renault tiene un compromiso con la calidad, de tal forma que cada pieza que se fabrique o cada operación que se realice debe cumplir unas exigencias de calidad establecidas. Para garantizar esta calidad necesitamos hacer uso de herramientas y técnicas que nos ayuden a cumplir los compromisos establecidos en cuanto a esta índole.

Los problemas de calidad hay que detectarlos y erradicarlos, asegurándonos que los posibles problemas que puedan aparecer no se vuelvan a dar nunca. Para perseguir esta tediosa tarea, Alliance Production Way trabaja con herramientas como QRQC, QCStory, MQA, POKA YOKE, etc.

Los objetivos que persigue el Quality Control en la búsqueda de la ausencia de defectos y la garantización de la calidad se pueden resumir en cuatro:

- Acelerar la velocidad del tratamiento de los problemas, difundir la “cultura APW” en la práctica.
- Convertir en más perennes las resoluciones de problemas.
- Proteger de forma eficaz al cliente, difundir los útiles de protección cliente (auto-control, controles consecutivos, Poka Yoke, checkman).
- Evitar los despistes y los errores humanos.

Estos objetivos se pueden resumir en la siguiente figura:



Ilustración 41: Quality Control. Objetivos.

### 3.10.1. Principales Herramientas del Quality Control

#### **QRQC (Quick Response Quality Control)**

El QRQC es una reunión diaria centrada en presentar los defectos o problemas que se han dado en los distintos niveles de la fábrica y encontrar soluciones para erradicarlos y que de esta forma dejen de ser un problema de calidad. A esta reunión asisten todos los responsables de las partes implicadas en el defecto (logística, compras, calidad, etc.) y entre todos ellos intentan buscar soluciones para solventar los problemas tratados. Si fuera necesario, a estas reuniones pueden asistir miembros de niveles superiores o incluso la reunión podría elevarse a un nivel jerárquico superior.

#### **QCStory**

Cuando un problema que afecta a la calidad está causado por numerosos elementos, recurrimos para solventarle al QCStory, siendo este una herramienta de resolución de problemas basada en la consideración de los hechos y los datos sin especulaciones. Este método no solo se puede aplicar a problemas de calidad, sino que podemos hacer frente con él a problemas de costes, de logística, de energía, de productividad, etc.

Esta herramienta la llevamos a cabo mediante la realización de nueve etapas basadas en un ciclo PDCA, las cuales son:

1. Elección del tema.
2. Explicar las razones de la elección.
3. Comprensión de la situación actual.
4. Elegir a dónde queremos llegar, elección de las metas.
5. Análisis.
6. Puesta en marcha de las medidas correctivas.
7. Confirmación de los defectos.
8. Síntesis y planificación de acciones futuras para que el problema tratado no vuelva a aparecer.

9. Estandarización.

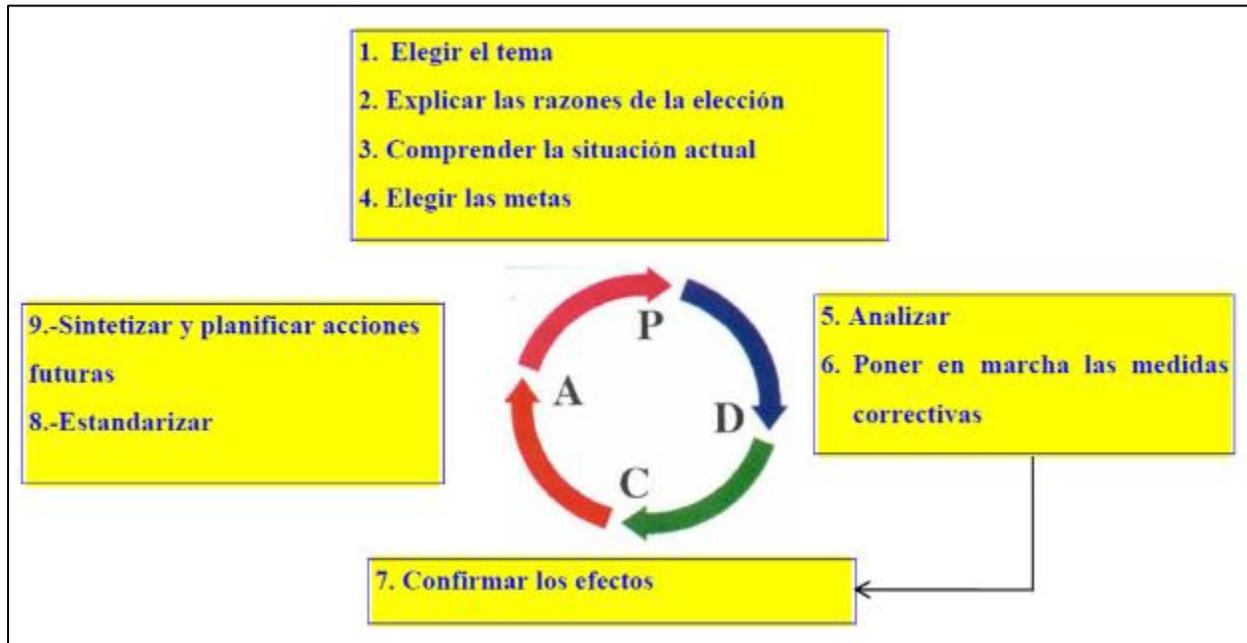


Ilustración 42: Ciclo PDCA aplicado al QCStory.

### POKA YOKE

La palabra “Poka Yoke” proviene del japonés y utilizamos dos palabras para comprender su significado, Poka-Error y Yoke-Evitar, por lo tanto, los Poka Yoke son elementos que utilizamos para combatir los errores humanos que puedan causar defectos en la calidad, ya sean por descuidos, por falta de información o intencionados. Existen diferentes tipos de Poka Yoke, pero el principal objetivo de todos ellos es que un defecto no se produzca o que en caso de producirse pase inadvertido.

Un ejemplo de Poka Yoke y que está presente en nuestras vidas, son los pulsadores existentes en los grifos, que pasados unos segundos se encargan de cortar el suministro de agua garantizando de esta forma que por alguna razón el grifo quede abierto de manera innecesaria.

### MQA (Matrix Quality Assurance)

MQA es una matriz que ayuda a gestionar la calidad de la línea de producción. Cuando detectamos un defecto en algún punto de la línea de producción y somos capaces de saber cuál es el origen del problema, hacemos uso de controles para garantizar que una nueva aparición del problema no afecte a nuestros clientes, es decir, no pase del puesto en el que se produce. Mientras tanto, se trabaja modificando el modo operatorio de la fuente del problema para

conseguir una mayor robustez del mismo y que este no produzca fallos.

La matriz MQA nos permite tener constancia de todos los controles presentes en la línea de producción, comprobando de esta forma si estos son acordes con los fallos detectados o tenemos demasiados controles que hacen que la línea sea poco productiva. Así mismo, también nos permite ver de un golpe la evolución de los defectos o problemas recientes, pudiendo decidir si el control sigue siendo necesario o no. En resumen, la matriz MQA nos ayuda con la gestión de los controles de proceso que tenemos en nuestra línea.

### **3.11. MPM. Management de la Performance de los Medios**

MPM es el acrónimo de Management de la Performance de los Medios, comúnmente conocido como Gestión del Rendimiento de los Medios. Esta práctica se centra en dos aspectos:

- Reducción diaria de todas las pérdidas de rendimiento operacional producidas por averías o mal funcionamiento de las instalaciones de producción.
- Conseguir el objetivo de rendimiento operacional marcado desde la subida en cadencia hasta la producción normal de las instalaciones de producción que se encuentran en proyecto.

Para la búsqueda y cumplimiento de sus objetivos, MPM se asienta bajo dos pilares fundamentales:

- Aplicación rigurosa de los principios que velan por la gestión óptima del taller orientados hacia los medios (FOS de arranque de instalación, FOS de cambios de útiles, FOS de paradas, etc).
- Es de vital importancia una buena gestión del taller para poner en marcha estos útiles, por ello, se hará uso de métodos específicos que ayudan a mantener la fiabilidad de las instalaciones.

Un medio performante debe producir: La pieza demandada, en el momento demandado, con la calidad demandada y al mínimo coste.

### 3.11.1. MPM. Visión Sistema

Con el gráfico que se presenta a continuación, vemos el MPM como parte del sistema Alliance Production Way.

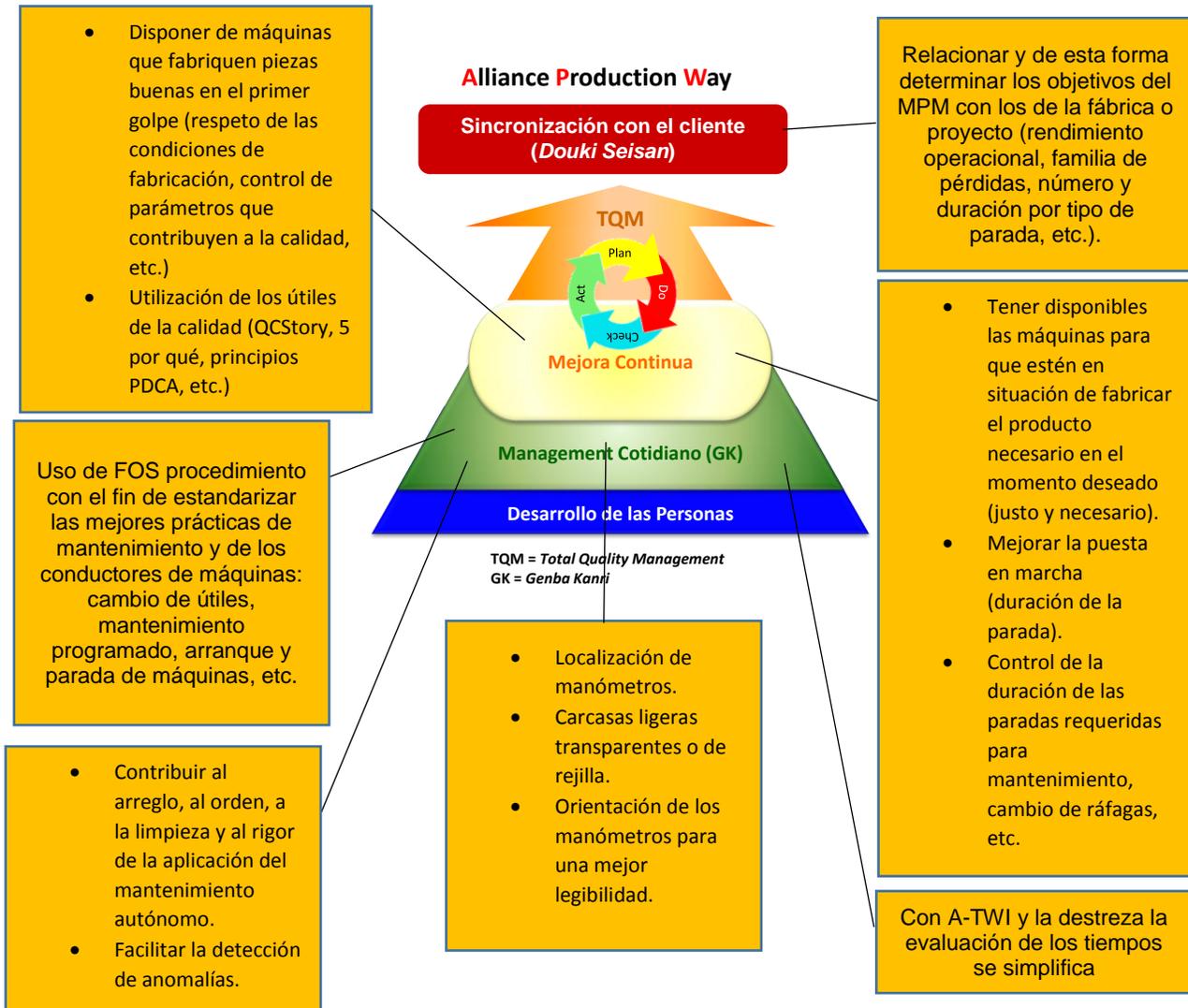


Ilustración 43: MPM en APW.

## **3.12. JIT: Just in Time (Justo a Tiempo)**

### **3.12.1. Definición y finalidad**

Just in Time es una filosofía empresarial que tiene como objetivo eliminar todos los despilfarros de las actividades internas o externas de la organización. Esta filosofía ayuda en la optimización de nuestro sistema de producción a tal nivel que podamos producir las cantidades que se necesitan en el momento que se necesitan.

Podemos resumir el objetivo que persigue esta teoría en la siguiente frase: se busca producir lo necesario en el momento justo y con la calidad requerida, al menor coste posible reduciendo los despilfarros que aparezcan en el proceso productivo, es decir, reducir los tiempos de fabricación para transformar lo más rápido posible el valor añadido en cifra de negocio.

Para lograr la finalidad que persigue el Just in Time, es prioritario identificar y eliminar los despilfarros que existan en los procesos de fabricación. Podemos resumir en siete los despilfarros que es primordial erradicar:

1. La sobreproducción: Este despilfarro nace como resultado de fabricar más cantidad de la demanda por el cliente o por la utilización de maquinaria con una capacidad mayor de la necesaria. La sobreproducción ocasiona pérdida de tiempo y recursos, se fabrican productos que no se necesitan. Este despilfarro provoca una disminución de los recursos para producir lo que realmente se necesita.
2. Los stocks: Fabricar más de lo necesario para el cliente genera stocks innecesarios que afectan a la tesorería y a las necesidades de espacio para su almacenamiento.
3. La Producción de defectos: Es producido fruto de los errores y se traduce en gran pérdida de la productividad. Hace que sea necesario la realización de un trabajo extra resultado de no haber ejecutado el proceso productivo de forma correcta la primera vez.
4. Las operaciones inútiles: Todas las operaciones que no aportan valor añadido al proceso final suponen una pérdida de tiempo y de recursos.

### 3 LEAN EN RENAULT-APW

5. Los transportes: Este tipo de despilfarro es producido por malos diseños de las plantas de producción, que hacen que tengamos llevar a cabo transportes innecesarios de piezas entre operaciones consecutivas. Lo ideal es que las máquinas y las líneas de producción estén próximas para garantizar la fluidez de los materiales. Mover los materiales ocasiona pérdidas de tiempo y es una fuente potencial de aumento de la probabilidad de aparición de errores.

6. Espera o inactividad: Tiempo perdido fruto de un proceso ineficiente. Durante este tiempo los operarios permanecen parados sin aportar valor añadido al producto final. Las esperas aumentan los tiempos de producción y las acumulaciones de material entre los procesos y operaciones.

7. Sobreprocesamiento: Si dotamos al producto de más valor añadido que lo necesario, vamos a aumentar el coste del mismo aumentando su precio, condicionando la capacidad y aumentando el tiempo de procesamiento.

#### 3.12.2. JIT. Visión sistema

A continuación, mediante el siguiente gráfico mostramos el Just In Time en el sistema Alliance Production Way.

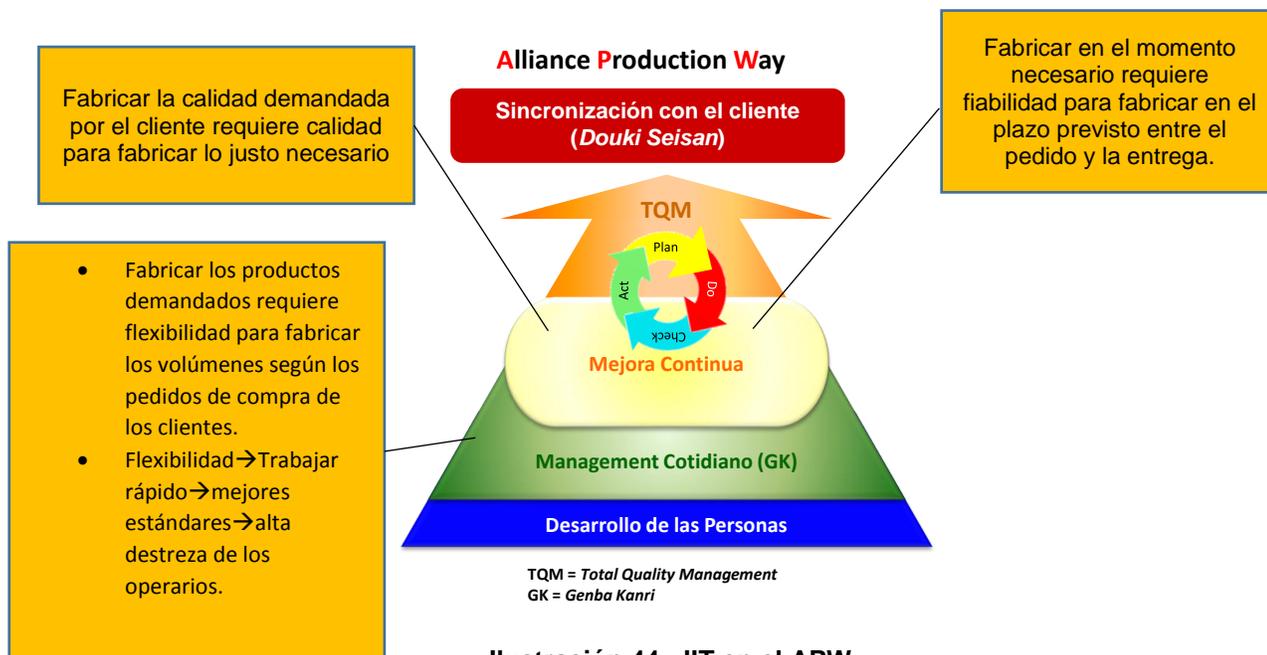


Ilustración 44: JIT en el APW.

### 3.13. DOPA-TQM

DOPA es el acrónimo de “Despliegue de Objetivos y Planes de Acción”. Este método posee una visión global de la fábrica, pues es utilizado para la gestión de la misma.

El Despliegue de Objetivos y Planes de Acción es un sistema de gestión que concentra todos los esfuerzos y recursos hacia un objetivo de progreso vital para la empresa, con la finalidad de garantizar su supervivencia o ventajas frente a la competencia.

El DOPA debe de hacer frente a los siguientes requisitos:

- Fomentar en la empresa una capacidad para anticiparse y reaccionar a los problemas.
- Permitir a la empresa la capacidad de autoevaluarse y reaccionar en tiempo real con relación a sus clientes, sus competidores y su entorno.
- Coordinar las acciones particulares de cada una de las personas que componen la empresa para orientarlas en el sentido marcado por esta última.
- Llevar a cabo mejoras que permitan que la empresa siempre siga creciendo y mejorando continuamente. Sea para asegurar su supervivencia o para desarrollar nuevas ventajas competitivas, la empresa cada año debe definir y llevar a cabo progresos focalizados en temas claramente definidos.

Como bien vimos en el primer apartado (Alliance Production Way-APW) del presente informe, el TQM es el acrónimo de Total Quality Management, y es un sistema creado conjuntamente por Renault y Nissan y desplegado en 2015 que define la forma de gestionar las fábricas. Esta gestión se basa en una jerarquía por niveles y en una definición en cada nivel de una serie de objetivos y del conjunto de acciones a realizar para lograrlos.

La gran diferencia entre el DOPA y el TQM es que aunque ambos usen la transmisión de la información en cascada y en horizontal, Total Quality Management utiliza la transmisión de la información Botton-Up, es decir, de la base de la jerarquía a la cima, lo cual garantiza una evolución en la gestión de la empresa.

## 4. LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

### 4.1. Herramienta de las cuatro cajas

APW orienta a la fábrica en la persecución de la producción totalmente optimizada que se sincroniza con el cliente en todos sus puntos. También es un objetivo importante del APW asegurar la “Rentabilidad” y la “Competitividad” como un solo miembro a través de las actividades del negocio. La Competitividad y la Rentabilidad dependen de los bien que se desenvuelvan los sistemas productivos, por lo tanto, es necesario su mejora global para alcanzar mejores niveles de estos dos indicadores.

El Sistema de Producción Renault se compone de tres pilares fundamentales:

- Sistema de transporte: Control de Producción. Este sistema ayuda a mover la producción a lo largo de todos los procesos, desde la planificación y entrada de materia prima hasta la entrega de los productos acabados al cliente.
- Sistema de Procesos: Ingeniería. Es importante definir un sistema de procesos que permita alcanzar la calidad y producir valor añadido, sin pérdidas, proporcionando al operario un puesto que le permita trabajar rítmicamente en una postura cómoda. Se busca:
  - Flexibilidad.
  - Integración.
  - Human-frienly.
- Sistema de Control: Genba Kanri. Este sistema es el que consigue que los sistemas de transporte y proceso funcionen de forma eficaz. También llamado Sistema de paso de operaciones, que significa que todos los procedimientos y reglas están orientados a Lean Production basados en las peticiones de los clientes.

Para estudiar y mejorar el Sistema de Producción, Renault sigue la lógica de “las cuatro cajas”.

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

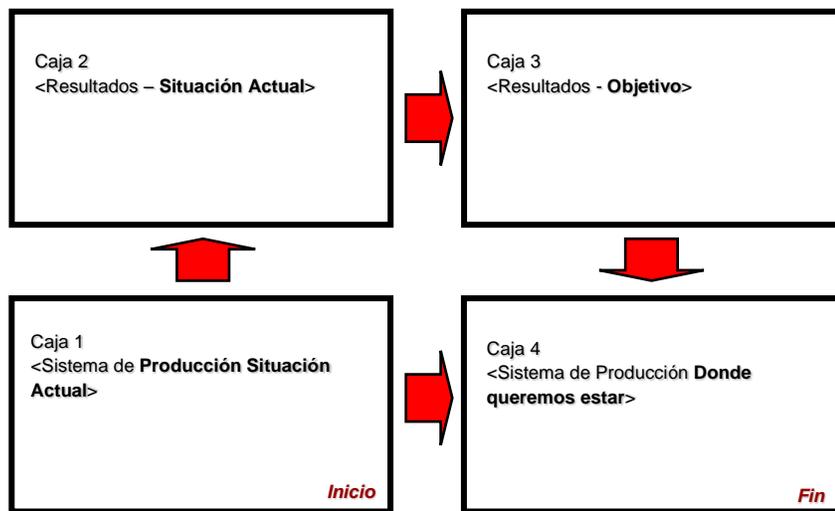
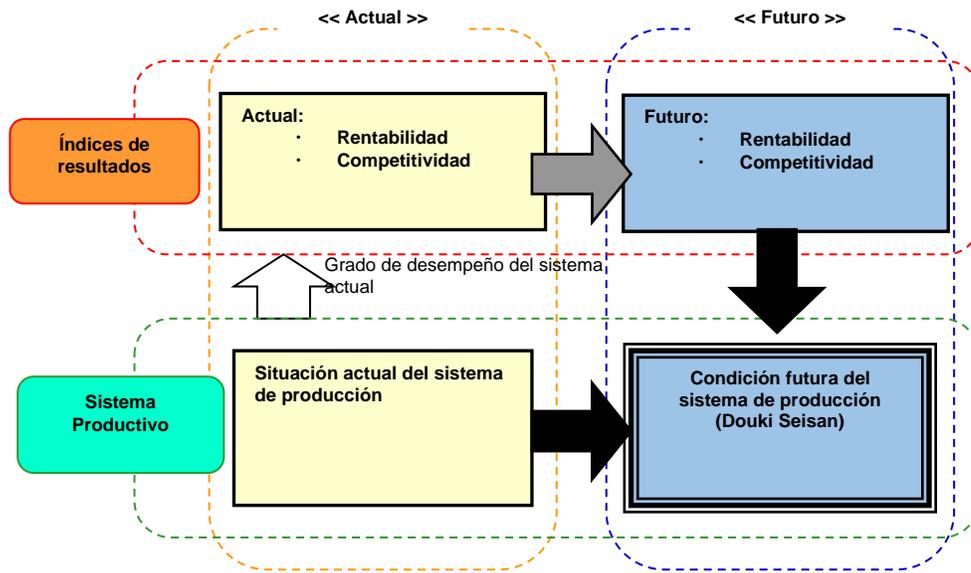


Ilustración 45: Relación 4 cajas.

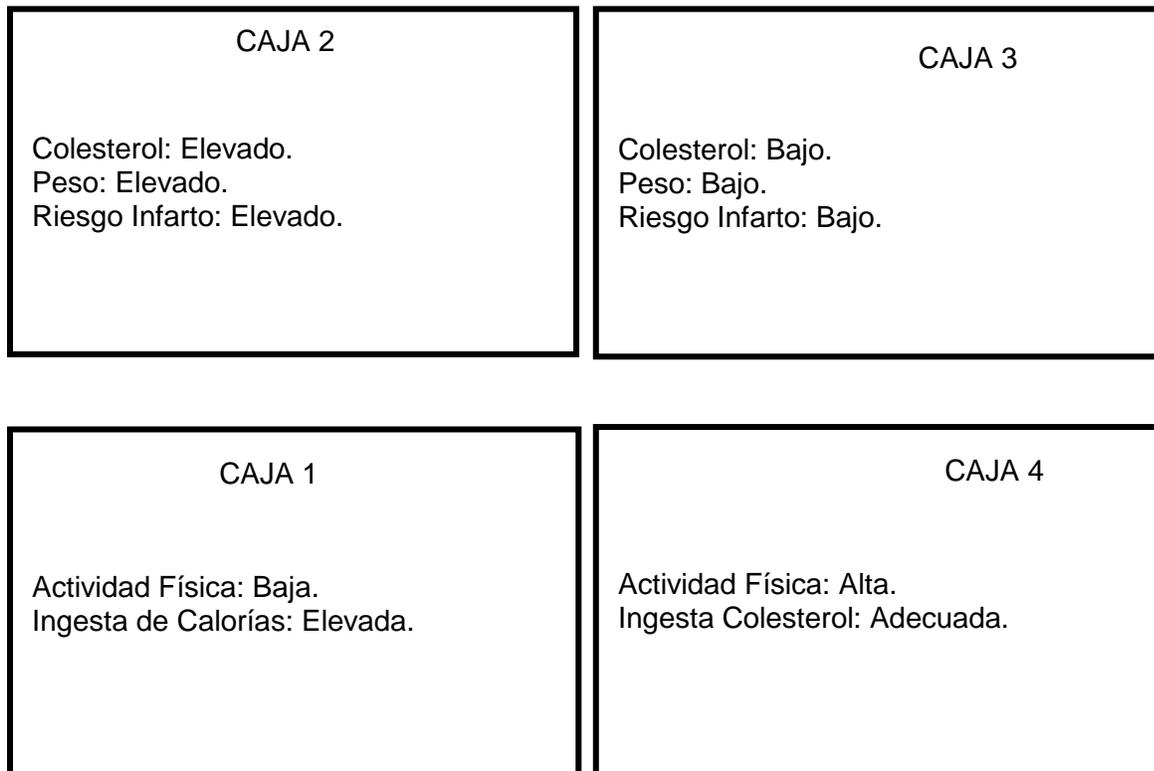
Esta herramienta nos arroja la visión de los resultados que tenemos en la empresa a día de hoy como consecuencia del Sistema de Producción que estamos llevando a cabo, además de mostrarnos los resultados que queremos alcanzar, para lo cual necesitaremos un Sistema de Producción diferente. De esta forma y a través de esta herramienta, tendremos plasmado en cuatro cajas el Sistema de Producción actual junto con el Sistema de Producción que deseamos y los resultados que derivan de ambos sistemas.

Para facilitar la comprensión de esta herramienta, vamos a trabajar con un ejemplo. Supongamos que somos una persona con cierto grado de obesidad,

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

con altos niveles de colesterol y por consiguiente, tenemos riesgo de infarto. En nuestra caja número 2 tendremos valores que reflejen mis niveles actuales de colesterol, peso, riesgo de infarto,..., por ejemplo: Colesterol alto, peso alto, riesgo de infarto alto. Estos valores son debidos a nuestra forma de vida, la cual se basa en una gran ingesta de alimentos, baja actividad física, etc. La forma de vida que llevamos será nuestra caja número 1. Debido a esta mala forma de vida y a mi situación actual, decido acudir al médico. Este último nos dice que en un año debemos perder un determinado peso y bajar nuestro nivel de colesterol hasta alcanzar un determinado valor, es decir, nos pone unos valores objetivo que les situamos en nuestra caja 3. Para lograr estos objetivos tenemos que cambiar nuestros hábitos de vida, como por ejemplo, hacer ejercicio regularmente, seguir una dieta sana, etc. Esta nueva forma de vida, la plasmamos en la caja 4.

En la siguiente imagen vemos gráficamente el método de las cuatro cajas donde plasmamos el ejemplo propuesto:



**Ilustración 46: Ejemplo 4 cajas.**

Este ejemplo puede aplicarse a nivel fábrica. Las fábricas van a tener unos resultados actuales, por ejemplo, en el caso de Renault, número de coches vendidos, tiempo empleado en producir cada vehículo, etc y estos resultados nacen fruto del Sistema de Producción actual con el que se trabaje. Para plantear un proyecto Lean, en primer lugar deberemos conocer cómo trabajamos y qué resultados se obtienen como consecuencia de esa forma de trabajo.

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

Para evaluar de forma objetiva el estado del Sistema de Producción, los objetivos y planes de acción se evalúan con indicadores fiables. Para definir estos indicadores se hace uso del acrónimo KPI (Key Performance Indicator o Indicador Llave de Proceso), estos serán indicadores clave que sirven para evaluar el sistema y dar resultados objetivos pudiendo medir de esta forma la evolución de la empresa o realizar comparaciones con otras factorías.

Para comenzar un Proyecto Lean y hacer uso del método de las cuatro cajas, debemos en primer lugar definir cuáles son los indicadores más representativos del perímetro que vamos a estudiar. Una vez definidos estos indicadores, para continuar con el método de las cuatro cajas, debemos colocar en cada caja la información que corresponda. La caja 1 será el punto de inicio del sistema de evaluación, resalta la condición actual del proceso y sus detalles. Para plasmar la situación actual del Sistema de Producción haremos uso de herramientas como CPA, FCA, VA/NVA, etc, con las que además de proporcionarnos una visión de nuestro Sistema de Producción actual obtendremos las tareas que no aportan valor añadido a nuestro producto y dónde se encuentran.

Caja 1  
<Sistema de **Situación Actual**>

**1. Sistema de Producción (3 pilares estándar)**

**1. Sistema de transporte (Control de Producción)**

- Lote de suministro
- Estilos de embalaje
- Almacenamiento
- Método de transporte

**2. Sistema de proceso (Ingeniería)**

- Edificación
- Diseño del proceso
- Especificación de los equipos
- Especificación de útiles y troqueles
- Equipos periféricos
- Layout

**2. Mecanismo de Gestión**

(Los procedimientos de fabricación y mantenimiento)

**3. Sistema de fabricación (Genba Kanri)**

- Organización
- Estandarización
- Secuencia de las operaciones
- Gestión de los problemas.

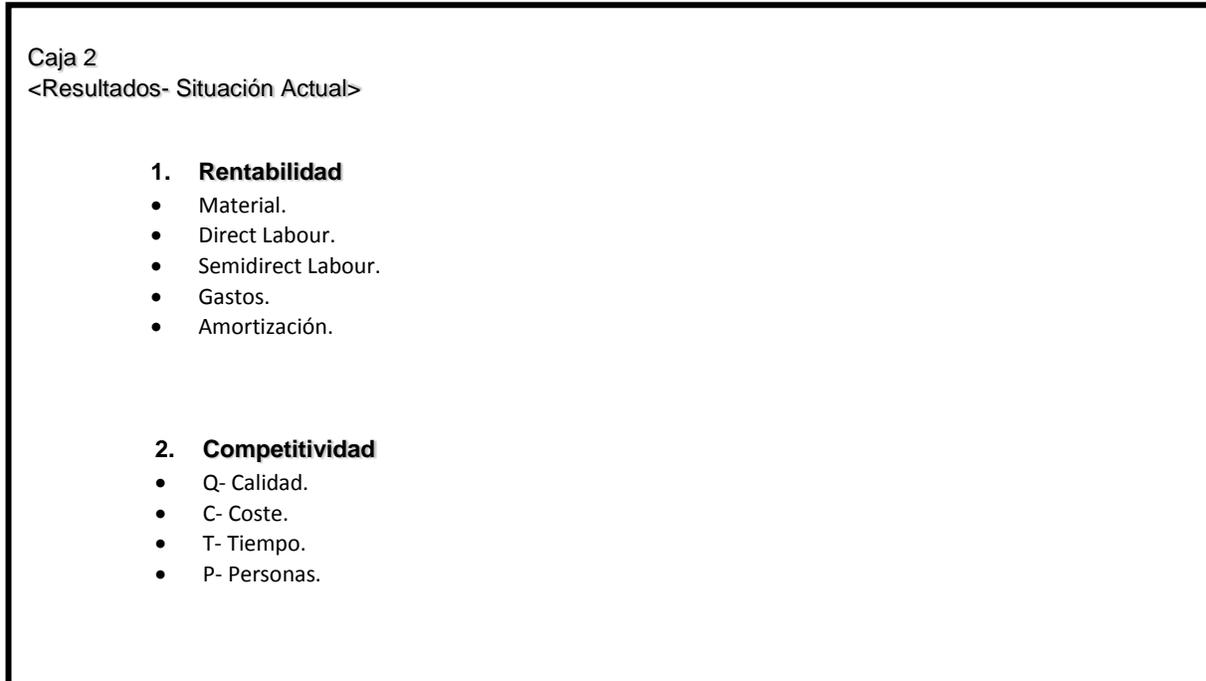
**Este es el sistema de evaluación. ¿Cuál es el sistema implantado que controla nuestro proceso?**

**Inicio**

Ilustración 47: Caja 1.

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

En la caja 2 evaluamos el desempeño real y actual, según los criterios de Rentabilidad y Competitividad. En esta caja plasmaremos los indicadores (KPI) elegidos, los cuales nos proporcionaran una imagen inicial de los resultados que tenemos actualmente.



**Ilustración 48: Caja 2.**

En la caja 3 colocaremos los valores objetivo que queremos conseguir de los indicadores elegidos y plasmados anteriormente en la caja 2. Estos valores nacen fruto de una mejora de nuestro Sistema de Producción o bien porque son necesarios para que la fábrica subsista.

## 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

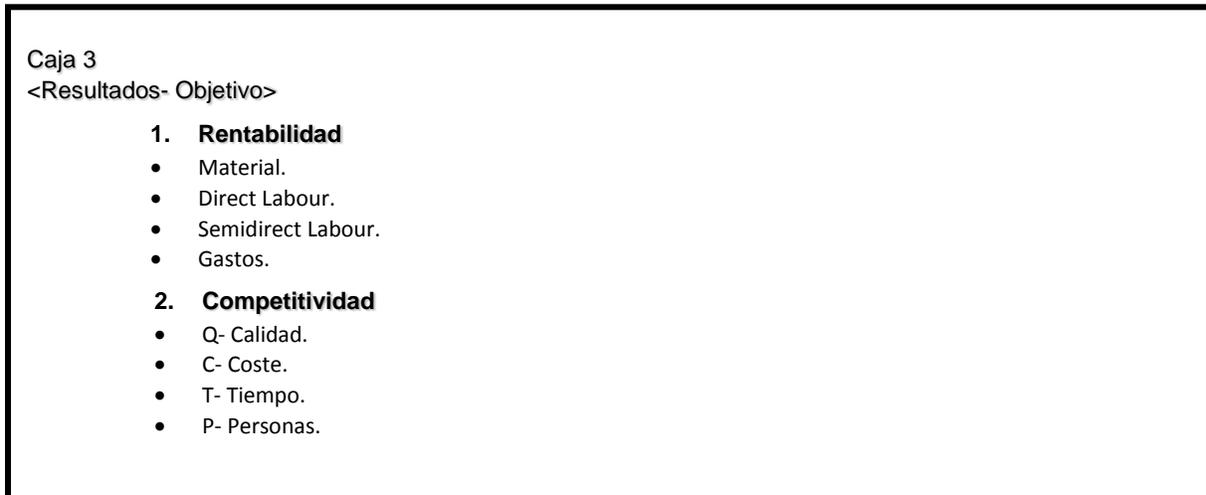


Ilustración 49: Caja 3.

Los valores de los indicadores plasmados en la caja anterior les obtendremos mejorando el Sistema de Producción actual mediante la identificación y eliminación de los despilfarros que puedan existir. Estos despilfarros salen a la luz con las herramientas Lean utilizadas para hacer la “foto” inicial de nuestro Sistema de Producción. Como resultado de la eliminación de los despilfarros obtenemos un Sistema de Producción más óptimo, el cual plasmaremos en la caja 4.

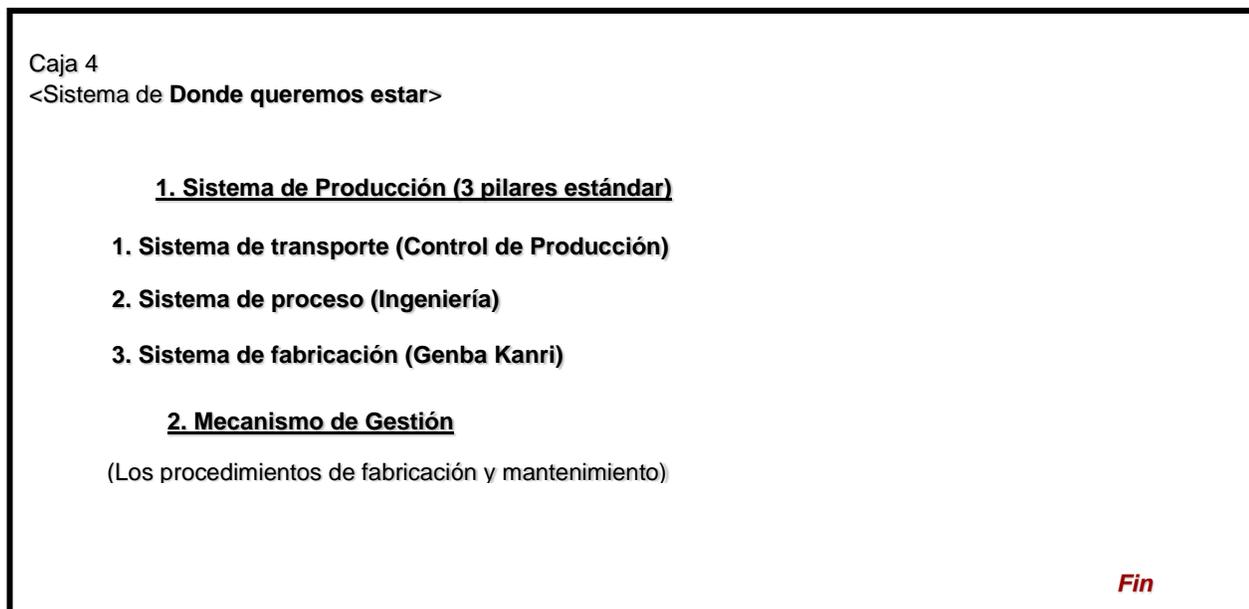
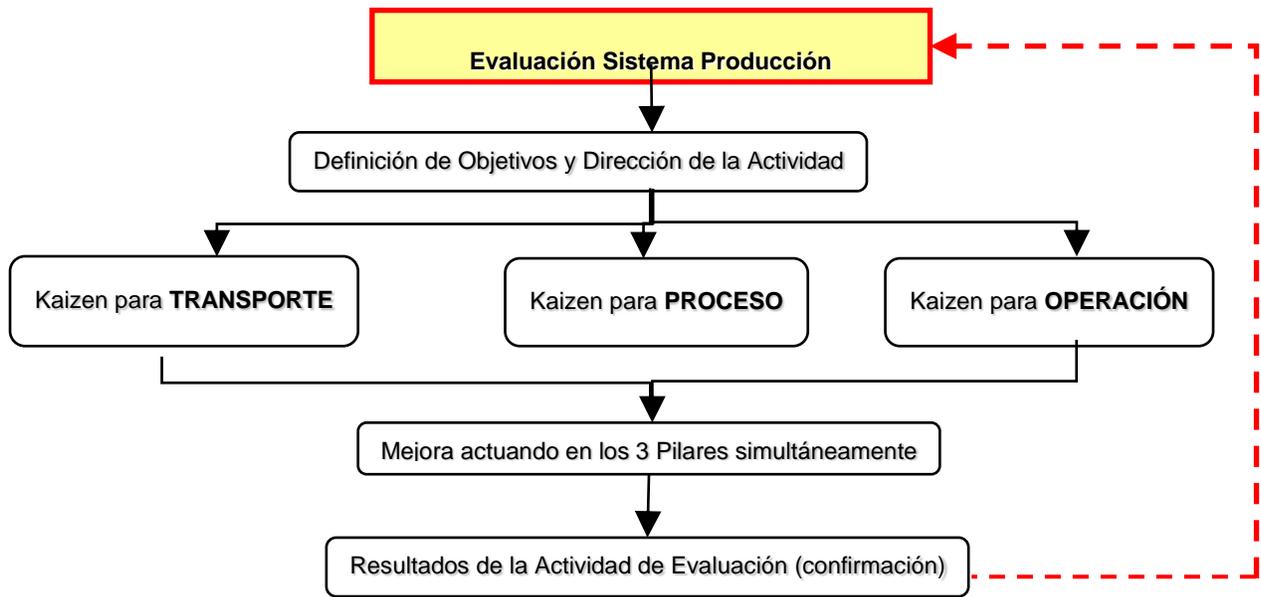


Ilustración 50: Caja 4.

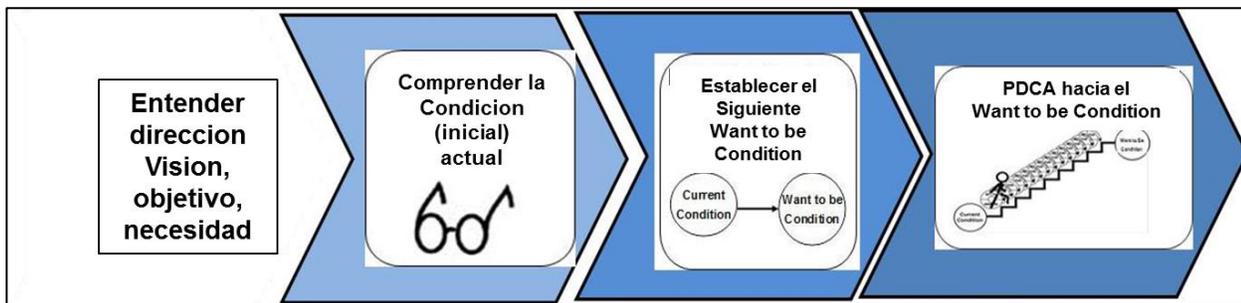
Mediante la siguiente figura apoyamos la cultura de Mejora Continua de Renault mediante la Evaluación del Sistema de Producción.

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT



**Ilustración 51: Evaluación del Sistema de Producción.**

En Renault la herramienta descrita anteriormente (herramienta de las cuatro cajas) se despliega de la siguiente forma:



**Ilustración 52: Despliegue Proyecto Lean en Renault.**

En Renault, antes de nada necesitamos saber cuál es la dirección de mejora, cuáles son los objetivos a conseguir y cuál es el plazo para conseguirlos, obteniendo lo que en Renault se conoce como *Want To Be Condition*, o lo que es lo mismo, cómo queremos ser de aquí a una fecha marcada. Para desplegar un Proyecto Lean en Renault, lo primero que necesitamos es conocer la situación actual en la que nos encontramos y qué resultados conseguimos con estas características (cajas 1 y 2, comprensión de la situación actual, <<inicial>>). Una vez empleadas las herramientas Lean correspondientes y necesarias para el estudio de la situación actual, fijamos nuestros “*Want To Be Condition*”, es decir, el estado al que queremos llegar, las cajas 3 y 4. Para lograr esto, aplicamos ciclos PDCA, caminamos hacia nuestro estado futuro dando

pasitos pequeños y afianzándolos.

### 4.1.1.PDCA-SDCA

Es importante conocer en que consiste un ciclo PDCA debido a que muchas de las prácticas llevadas a cabo en Renault trabajan con esta filosofía. PDCA toma su significado de cuatro palabras de origen inglés, Plan, Do, Check, Act. Vamos a describir en que consiste cada una de estas palabras, las cuales son fases que tenemos que aplicar para desempeñar de forma correcta el ciclo PDCA.

- Plan (Planificar): Cuando nos propongamos a realizar cualquier cambio, en primer lugar tenemos que Planificar que es lo que vamos a realizar, ya sea un cambio de utillaje o un cambio que afecte a una línea de producción.
- Do (Hacer): Una vez que hemos planificado los cambios que queremos realizar, tenemos que llevarles a cabo, es decir, tenemos que Hacerles.
- Check (Verificar): Una vez que hemos realizado los cambios, puede que hayan aparecido problemas con los que no contábamos cuando planificamos el proyecto, o por el contrario, todo haya salido como esperábamos. Por este motivo, una vez realizados los cambios en la etapa dos (Do), es necesario Verificar que todo ha salido bien para que si por algún casual ha surgido algún imprevisto, poder hacerle frente.
- Act (Actuar en consecuencia): Si en la etapa anterior (Check) hemos encontrado algún imprevisto o alguna característica del cambio que aún podemos seguir mejorándola, actuamos en consecuencia.

Una vez que se ha completado el ciclo PDCA, este tiene que seguir en el tiempo, no puede ser algo pasajero, sino que tenemos y debemos convivir con las mejoras realizadas en este ciclo. Para capitalizar las mejoras realizadas, hacemos uso del ciclo SDCA, el cual estandariza las mejoras que hemos llevado a cabo para que formen parte de nuestro trabajo diario a partir de ese momento. Este ciclo tiene un significado similar al ciclo PDCA, sin embargo, difiere en la primera letra que lo define: S, que proviene de la palabra Estandarizar.

Los ciclos PDCA en la filosofía Renault constituyen planes de ruptura donde se llevan a cabo mejoras o cambios muy significativos y que tienen gran repercusión dentro de la empresa. Por su parte, los ciclos SDCA serán planes

## 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

cotidianos dentro de Renault, los cuales se desempeñan diariamente para estandarizar mejoras que vamos realizando.

### 4.2. Etapas de implantación de un Proyecto Lean Manufacturing

A la hora de desplegar un Proyecto Lean Manufacturing, tenemos que seguir las siguientes etapas para llevarlo a cabo de forma correcta, consiguiendo de esta forma que los cambios realizados a través de él tengan verdaderas repercusiones dentro de la empresa.

Podemos resumir las etapas en la que se divide un Proyecto Lean Manufacturing en seis, las cuales se muestran en la siguiente figura:



**Ilustración 53: Etapas de un Proyecto Lean Manufacturing.**

Vamos a estudiar las características de cada una de estas etapas:

#### 4.2.1. Inicializar

Como ya hemos visto anteriormente con la explicación de la herramienta de las cuatro cajas, para saber que metas queremos alcanzar a través de un Proyecto Lean es de vital importancia saber en primer lugar dónde nos encontramos. Conocidos los resultados actuales, nos damos cuenta (o nos imponen jerárquicamente) que estos pueden mejorarse (recordar el concepto de mejora continua), conseguir resultados más óptimos para llegar a ser los mejores dentro de la competencia o bien para continuar en esta posición en el ranking.

Por lo tanto, en esta primera fase deberemos definir cuál será el objetivo del Proyecto Lean que vamos a implantar, qué es lo que queremos mejorar y dónde queremos llevar a cabo estas mejoras (perímetro de la fábrica donde vamos a desplegar el Lean). Definiremos además los indicadores con los que vamos a trabajar para tener una visión objetiva de la trazabilidad de los cambios, pudiendo comprobar de esta forma que al final del proyecto los objetivos han sido conseguidos.

### 4.2.2. Comprometer

Un Proyecto Lean necesita personas que lo lleven a cabo. Es en esta fase, Comprometer, dónde se define el grupo de personas que se van a encargar de desplegar el Proyecto Lean, designando el puesto o las funciones que van a realizar cada una de las personas del grupo dentro del Proyecto. Aunque se haya definido un perímetro específico de mejora, un Proyecto Lean puede “salpicar” a diferentes zonas, por lo tanto en esta fase, se informa a las partes afectadas de forma indirecta de que el proyecto Lean les puede repercutir ocasionándoles mejoras o haciéndoles partícipes de la recogida de datos necesarios para el Proyecto.

Debemos conseguir formar un grupo de trabajo con el cuál se consigan realizar todos los objetivos del Proyecto. Necesitamos comprometer tanto a operarios como a jefes de departamentos del perímetro o perímetros donde vamos a implantar el Lean Manufacturing.

Un Proyecto Lean no puede llevarse a cabo sin la presencia en el grupo de pilotos del departamento de APW. Los integrantes de este departamento gestionarán todo el proyecto, desde la recogida de datos en el autodiagnóstico hasta la fase de conclusiones. Sin embargo, es necesario saber que a medida que avanza el proyecto, las competencias de los trabajadores del taller así como las de los Jefes de Unidad (JU) o Jefes de Taller (JT) irán aumentando, convirtiendo a la figura del APW en un consultor donde se apoyarán en el caso de dudas en alguna fase del Proyecto.

Con lo argumentado en el párrafo anterior podemos extraer una conclusión errónea. Los pilotos del Departamento de APW que forman parte del grupo de trabajo del Proyecto Lean no son los que van a dar las soluciones, estos gestionarán el buen hacer del Proyecto y será todo el grupo de trabajo el que proponga las soluciones y mejoras que se llevarán a cabo. Si el integrante del departamento del APW diese la solución que ha de tomarse, los operarios encargados de llevarla a cabo verían en ella una imposición y las acciones posteriores que se tomaran estarían abocadas al fracaso. Sin embargo, si las mejoras nacen fruto del trabajo de todos, estas se ven con mayor agrado y el grado de éxito se ve incrementado.

### **4.2.3. Diagnosticar**

Para llegar a conseguir nuestros objetivos, tenemos que saber dónde falla actualmente el perímetro dónde estamos aplicando el Proyecto Lean y proponer medidas correctivas que eliminen estos despilfarros. Por consiguiente, en esta fase haremos uso de las herramientas Lean adecuadas que nos permitan identificar los despilfarros que estamos cometiendo y qué se debe eliminar para ser más óptimos a nivel productivo.

Podemos hacer uso de múltiples herramientas, tales como: CPA, FCA, VA/NVA, PSE, PSA, etc, cada una de ellas necesaria para definir despilfarros y aleas de un proceso concreto.

### **4.2.4. Analizar**

Una vez llevados a cabo los diagnósticos a través de las herramientas Lean correspondientes y obtenidos como consecuencia de este proceso los datos necesarios para seguir trabajando con el Proyecto Lean, procedemos a la realización del análisis de los resultados arrojados, obteniendo una imagen de la situación actual de la producción, identificando los despilfarros existentes y viendo de esta forma donde podemos aplicar mejoras.

Para tomar decisiones sobre las acciones que se van a desempeñar, se convoca un Seminario Lean que estará formado por todos los integrantes que componen el Proyecto. Basándose en los resultados obtenidos fruto de los diagnósticos realizados y en la experiencia de los pilotos, del seminario saldrán las acciones futuras que se van a llevar a cabo para solventar las aleas del terreno.

### **4.2.5. Pilotar**

Identificados los despilfarros que cometemos a la hora de producir y conociendo las mejoras que vamos a desempeñar para solventar estos errores, es necesario implantar dichas mejoras; no bastan con saber qué es lo que tenemos que hacer para mejorar sino que hay que llevar a cabo estas mejoras. La fase de analizar arroja las acciones que tienen que ponerse en marcha y cada una de estas acciones necesita una persona encargada de su cumplimiento, es decir, cada acción necesita de un piloto. La implantación de acciones se realiza por etapas o jalones, por lo que la etapa de pilotar se prolonga a lo largo del tiempo, los cambios no son inmediatos.

### 4.2.6. Conclusión

Una vez finalizadas todas las acciones, es necesario realizar una reunión en la cual se haga un balance del grado de desarrollo de las mismas. En esta reunión es primordial presentar el grado de desempeño de cada una de las acciones por parte de los pilotos, es decir, tener constancia de cuales se han cumplido íntegramente, cuales han de seguir observándose o cuales no se han llevado a cabo por ciertos imposibles.

Conocidas todas las acciones aplicadas, se realiza un resumen de los logros y mejoras que se han obtenido a nivel fábrica con la implantación del Proyecto Lean Manufacturing.

## 4.3. Herramientas Lean de diagnóstico

En nuestro Proyecto Lean Manufacturing aplicado sobre la línea de Boitier Fix Train Left BFB del Taller de Soldadura hemos utilizado cinco herramientas para realizar los diagnósticos e identificar los despilfarros que existen en el terreno.

Las herramientas utilizadas son:

- CPA-Control Point Analysis.
- FCA-Flow Chart 'A'.
- VA/NVA: Valor Añadido/No Valor Añadido.
- PSE: Production Spec Evaluation.
- PSA: Production Spec Analysis.

En los siguientes apartados del presente informe describiremos las características que definen a cada una de las herramientas empleadas.

### 4.3.1. CPA- Control Point Analysis

La primera herramienta que hemos utilizado en nuestro Proyecto Lean Manufacturing es el CPA. CPA es el acrónimo de Control Point Analysis (Análisis del Punto de Control) y es una herramienta específica que permite analizar el flujo (movimiento) de materiales a lo largo de toda la cadena de suministro de un proceso, en nuestro caso, el proceso del Boitier Fix Train Left BFB.

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

Esta herramienta permite al ingeniero APW que la lleve a cabo comprender las restricciones e identificar los problemas existentes en el flujo actual. Identificados los problemas existentes, la persona encargada de desplegar esta herramienta puede trabajar con los responsables de cada punto de control analizado en el CPA para implementar mejoras en el caso en que sean necesarias.

A continuación mostramos una plantilla de la herramienta Control Point Analysis:

Operation	Value Added	No. of total	% value
Operation	Value Added	1	50%
Stagnation	Non Value Added	1	50%
Inspection		0	0%

Cart	Total
Stock	10
WIP	10
Finished goods	10

Stock quantity	Distancia a travell
	4

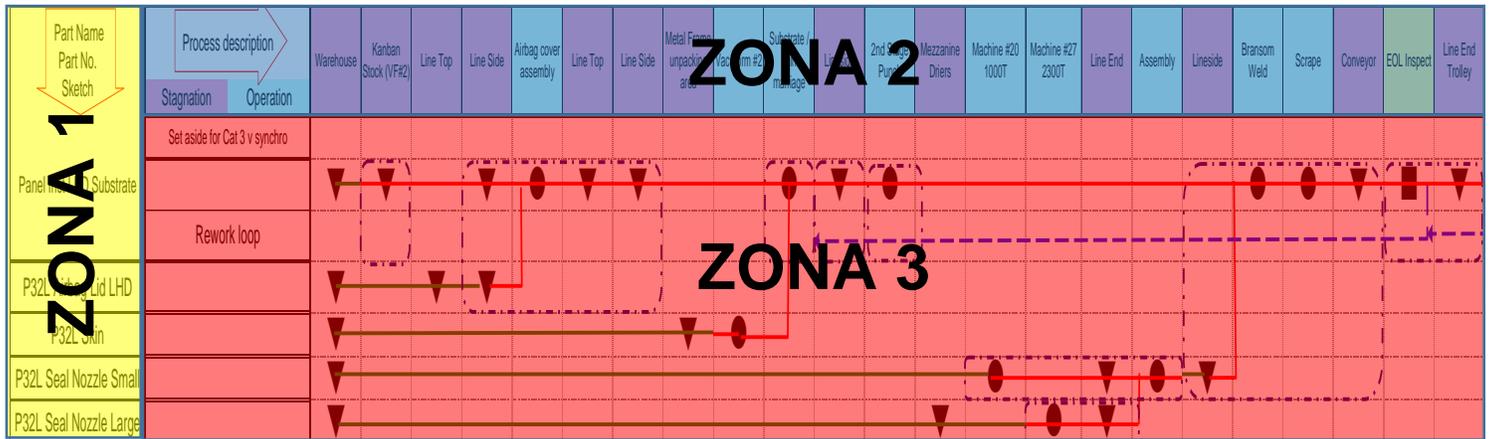
Part Name	Part No.	Sketch	Raw material	WIP	Finished goods	Mtr	Part Name	Part No.	Sketch
Herespart/Block			0	0	0	0			
Part Name			0	0		0			
Part Name			0	0		0			
Part Name			0	0		0			
Part Name			0	0		0			
Part Name			0	0		0			

Ilustración 54: Plantilla CPA.

Esta herramienta se divide en dos partes:

1. Diagrama de Flujo (Flow Chart): El Diagrama de Flujo del CPA se divide en tres zonas tal y como se muestra en la siguiente imagen:

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT



**Ilustración 55: Zonas del Diagrama de Flujo del CPA.**

- **ZONA 1:** En esta zona incluiremos todos los materiales que forman parte de nuestro proceso para poder describir el flujo de los mismos en zonas posteriores.
- **ZONA 2:** Esta zona está compuesta por todos los Puntos de Control necesarios para el procesado de cada uno de los materiales detallados en la zona uno. Es inevitable que nos aparezca la pregunta, ¿A que nos referimos cuando hablamos de Punto de Control?, por Puntos de Control entendemos todas las etapas por las que tienen que pasar los materiales para poder convertirse en producto final y por consiguiente poder ser entregados al cliente. Para comprender mejor el concepto de Punto de Control vamos a poner un ejemplo sencillo que describa un movimiento de materiales.

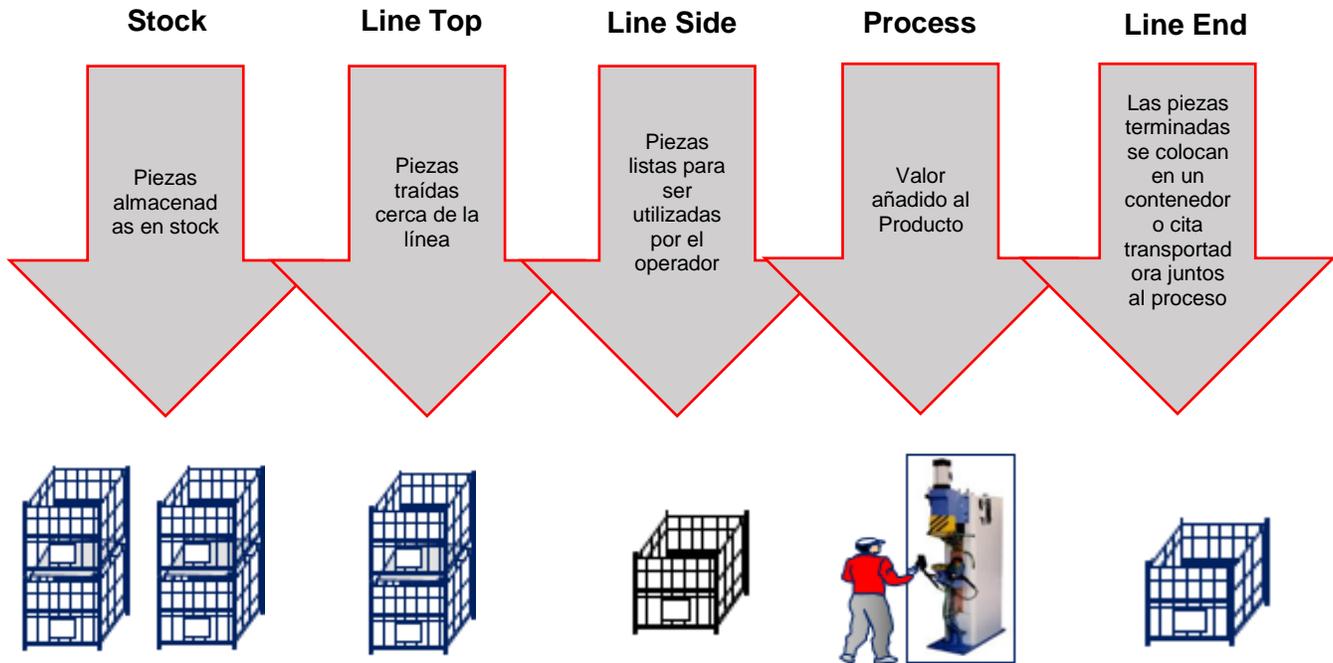
Imaginemos que somos una pequeña empresa que exportamos una pieza de un vehículo para una gran empresa de Turquía. Nuestro proceso de fabricación es muy sencillo, recibimos la materia prima de un proveedor la cual la almacenamos en unos almacenes. Parte de esta materia prima la llevamos al comienzo de la línea de producción y vamos suministrando poco a poco materia prima a un operador para que este último la coloque en el robot correspondiente que realiza la operación. Una vez que la máquina finaliza la operación, la pieza se lleva en una cinta transportadora hasta un camión. De este ejemplo sencillo podemos extraer la información correspondiente de las dos zonas descritas hasta el momento:

**ZONA 1:** Pieza que fabricamos para expedir a Turquía.

**ZONA 2:** Nuestro proceso se caracteriza por cinco puntos de control: Materia Prima almacenada en los almacenes (Stock), llevamos esa materia

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

prima al comienzo de la línea (Line Top), suministramos en pequeñas dosis materia prima al operador (Line Side), el operador coloca la materia prima que recibe en un robot encargado de realizar la operación (Process), finalizada la operación colocamos las piezas terminadas en una cinta transportadora que las llevará a un camión (Line End). En resumen, en nuestro proceso tenemos cinco puntos de control: Stock en Almacén, Line Top, Line Side, Process y Line End.



**Ilustración 56: Puntos de Control del ejemplo propuesto.**

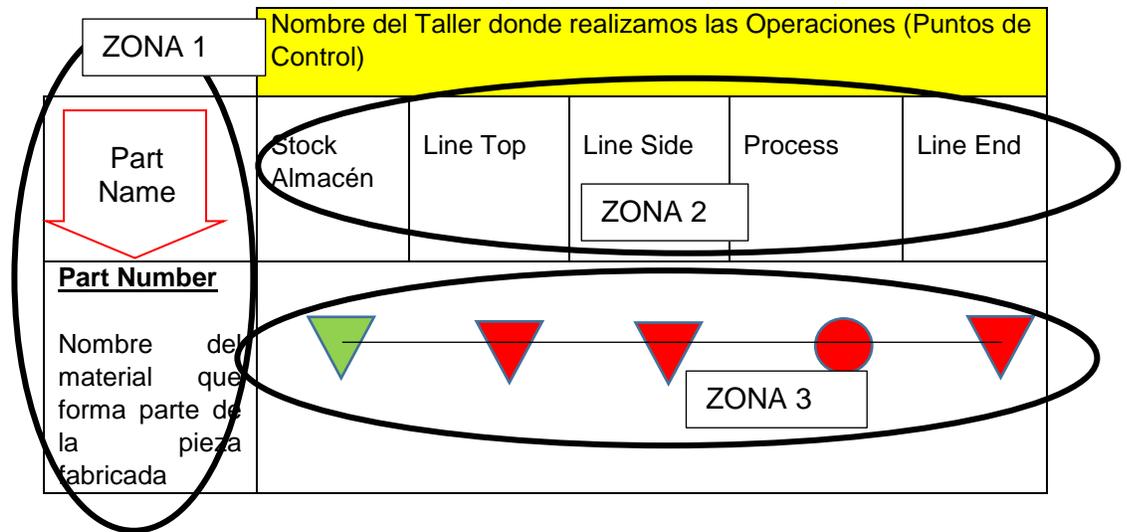
- ZONA 3: En cada Punto de Control identificado en la zona anterior vamos a realizar una determinada operación en los materiales descritos en la zona uno. El CPA define cuatro tipos de operaciones que pueden llevarse a cabo en los puntos de control, las cuales las resumimos en la siguiente tabla.

**TABLA III: POSIBLES OPERACIONES A REALIZAR EN LOS PUNTOS DE CONTROL CON LA HERRAMIENTA CPA.**

<b>SÍMBOLO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
	<p>Este símbolo identifica los stocks. Tendrá color verde si el stock es manejado por un operario encargado del manejo de materiales (operario logístico).</p>
	<p>Este símbolo identifica los stocks. Tendrá color rojo si el stock es manejado por un operario de proceso, es decir, aquel cuya función no es el manejo de materiales sino la realización de alguna operación que aporte valor añadido al producto.</p>
	<p>Con este símbolo identificamos todas las operaciones que aportan valor añadido al producto.</p>
	<p>Con este símbolo identificamos las operaciones en las que realizamos inspecciones de materiales.</p>

Continuando con el ejemplo anterior, vamos a realizar el que sería su diagrama de flujo completo, identificando los ítems que han de estar presentes en cada una de las zonas.

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT



2. Resumen de Resultados: Una vez que hemos completado el diagrama de flujo de los materiales que forman parte de nuestro proceso, la herramienta CPA incorpora una tabla resumen dividida en dos partes:

- Cantidad de stock: CPA distingue tres tipos de stocks, los cuales hacen referencia al grado de transformación de los materiales, estos son: Stock de Materia Prima (Raw Material), Stock de piezas en Proceso de Fabricación (WIP-Work in Progress) y Stock de piezas terminadas y listas para exportar o utilizar (Finished Good). Esta parte del resumen estará formada por la cantidad de piezas que forman parte de cada stock.

Si prestamos atención al ejemplo explicado en el diagrama de flujo, vemos que el proceso está compuesto por cuatro stocks. Para completar la tabla resumen necesitamos saber a qué tipo de stock pertenece cada uno (Raw material, WIP o Finished Good) y la cantidad de piezas que forman parte de este stock.

1. Stock Almacén: Este Stock está formado por la materia prima que recibimos del proveedor y la cual utilizaremos en nuestro proceso para la obtención del producto final. Por lo tanto, este stock es Raw Material.
2. Stock Line Top: Un vez que el stock se encuentra en la línea de producción es considerado que ya está en proceso de fabricación, por lo que el stock Line Top es WIP.

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

3. Stock Line Side: Estamos en la misma situación que el Stock anterior, por lo que también consideramos que el stock Line Side es WIP.
4. Stock Line End: Este stock le obtenemos una vez que hemos realizado la operación que da como resultado el producto final, es decir, es un stock formado por productos listos para exportar o utilizar por el cliente. Por consiguiente, el stock Line End será Finished Good.

La cantidad de stock que tendremos en cada Punto de Control será un valor estandarizado y que nos proporcionará la dirección de la empresa.

- Distancia Recorrida: Desde que son materia prima hasta que son productos terminados, los materiales recorren cierta distancia. Que los materiales recorran ciertos metros es debido a la distancia existente entre operaciones, entre operaciones y almacenes, etc. La tabla resumen del CPA define los metros que recorren cada uno de los materiales descritos en la zona 1 del diagrama de flujo desde que son materia prima hasta que son productos terminados.

Un ejemplo de una tabla resumen del CPA es la que se muestra a continuación.

Stock Quantity			Distance Travelled	Part Name
Raw material	WIP	Finished Good	Mtr	Part Number

#### 4.3.2. FCA-Flow Chart 'A'

FCA es el acrónimo de Flow Chart 'A' y es una herramienta con la que representamos el flujo de los materiales a lo largo de toda la cadena de suministro de un proceso y mostramos el tiempo de espera desde que comenzamos a trabajar la materia prima hasta que tenemos un producto acabado y listo para ser expedido al cliente. Además, esta herramienta también define cual es flujo de información, entendiendo este último como la secuencia de instrucciones transmitidas entre los útiles que gestionan la información, hasta

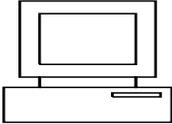


#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

comenzamos a fabricar un producto hasta que este es entregado al cliente, el Lead Time.

Los elementos que utilizamos para representar ambos flujos son los presentados a continuación y quedan resumidos en la siguiente tabla:

**TABLA IV: ELEMENTOS QUE COMPONEN LA HERRAMIENTA FCA**

<b>Información</b>		Representa los criterios de juicio utilizados por los operadores o supervisores (JU) cuando necesitan planificar la producción.
		Este símbolo representa una hoja, el contenido de esta es el resultado de los ordenadores. Es una tarjeta Kanban, una lista de lotes, etc.
		Representa la pantalla de un ordenador donde el operador o el supervisor (JU) toman la información para comenzar la producción.
<b>Flujo</b>		Con la línea discontinua representamos el flujo de información de un documento a otro.
		Con la línea gruesa representamos el flujo de los materiales.
		Con el triángulo representamos los stocks.

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

Tamaño de Lote		<p>Este símbolo constituido por cuatro trapecios con una letra individual cada uno, significa Horario Real. Podría ser producción 1x1 o tamaño de lote menor a 4 horas de producción.</p>
		<p>Este símbolo formado por dos trapecios con la adición de dos letras significa un tamaño de lote mayor a 4 horas de producción pero inferior a 8 horas.</p>
		<p>Un trapecio con cuatro letras significa producción por lotes mayores a 8 horas y menores a 1 día</p>
		<p>Este último símbolo no define el punto inicial y final del comienzo de la producción, por consiguiente, esta es mucho mayor de 1 día.</p>

#### 4.3.3. VA/NVA- Valor Añadido/No Valor Añadido

VA/NVA es el acrónimo de Valor Añadido/No Valor Añadido. Con esta herramienta vamos a estudiar todas las operaciones que componen el proceso de fabricación que estamos sometiendo a estudio con el Proyecto Lean y el objetivo de VA/NVA es dividir cada operación en categorías de tal forma que podamos clasificar las actividades que se llevan a cabo en cada una en Valor Añadido o No Valor Añadido, para un posterior análisis y una posible búsqueda de mejoras.

Las categorías en las que esta herramienta clasifica cada una de las actividades que se realizan en las diferentes operaciones que componen el proceso de fabricación son:

- Ensamblar: Unir dos piezas en una, para dar geometría.
- Geometría: Cargar piezas en el útil de fabricación. Solamente ese instante.
- Q Check: Operaciones de marcado o chequeo de la calidad.

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

- Validación: Pulsar validaciones y/o mantener pulsado.
- Herramientas o Instalaciones: Manejo de herramientas o instalaciones necesario para realizar la operación.
- Descarga de Piezas: Descargar piezas del útil una vez realizada la operación.
- Material Handling: Preparación de frecuenciales, movimiento de contenedores, etc.
- Desplazamientos de piezas: Incluir todos los desplazamientos de las piezas, sea cual sea el propósito.
- Retrabajos y ajustes: Recolocación de piezas en el útil, ajustes.
- Esperas: Operarios en tiempo de espera por cualquier causa.
- Misc: Recoge todas las operaciones extraordinarias o inusuales, que alteran la normalidad de trabajo en la operación.

Las categorías anteriores las podemos dividir en función de si aportan Valor Añadido al producto final o No aportan Valor Añadido al producto final. Realizando esta división obtenemos que:

- Valor Añadido: Ensamblar y Geometría.
- No Valor Añadido: Q Check, Validación, Herramientas o Instalaciones, Descarga de Piezas, Material Handling, Desplazamientos de piezas, Retrabajos y ajustes, Esperas y Misc.

En primero lugar, y para conseguir los objetivos finales que proporcionará la herramienta bajo estudio, realizamos observaciones aleatorias de las actividades que lleven a cabo cada uno de los operarios en las distintas operaciones que forman parte del proceso de fabricación que estamos estudiando. Es importante alterar la frecuencia de las observaciones debido a que un ciclo repetitivo no muestra el alcance total de trabajo de los operarios, además es importante tomar el mismo número de muestras de cada operador. Las actividades observadas en cada una de las operaciones las anotamos en la categoría que corresponda, para lo cual hacemos uso de la siguiente plantilla, cuyo nombre es Activity Sample Worksheet:

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

Activity Sample Worksheet																																				
Part Name		Observer		Start time		Total time		Finish time		Total Vol																										
Production area		Date:-																																		
Station	Work Categories											Total Observations																								
	Ensamblar	Geometría	Q Check	Validación	Herramientas o instalaciones	Descarga de piezas	Material Handling	Desplazamientos c/s pieza	Retrabajos y ajustes	Esperas	Misc																									
Op #1																																				
Op #2																																				
Op #3																																				
Op #4																																				
Op #5																																				
Op #6																																				
Op #7																																				
Op #8																																				
Op #9																																				
Op #10																																				
Op #11																																				
Op #12																																				
<p>Criteria</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">Ensamblar</td> <td>Unir 2 piezas en una, para dar geometría.</td> <td style="background-color: #d9ead3;">Descarga de piezas</td> <td>Descarga una vez realizada la operación.</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">Geometría</td> <td>Cargar piezas en el útil. Solamente ese instante.</td> <td style="background-color: #d9ead3;">Material Handling</td> <td>Preparación de frecuencias, movimiento de contenedores, etc</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">Q Check</td> <td>Operaciones de marcado o chequeo de calidad.</td> <td style="background-color: #d9ead3;">Desplazamientos c/s pieza</td> <td>Incluir todos los desplazamientos, sea cual sea el propósito.</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">Validación</td> <td>Pulsar validaciones y/o mantener pulsado.</td> <td style="background-color: #d9ead3;">Retrabajos y ajustes</td> <td>Recolocación de piezas, ajustes.</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">Herramientas o instalaciones</td> <td>Manejo de herramientas o instalaciones necesario para realizar la operación.</td> <td style="background-color: #d9ead3;">Esperas</td> <td>Operarios en tiempo de espera por cualquier causa.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #d9ead3;">Misc</td> <td>Recoger aquí todas las operaciones extraordinarias o inusuales. (Operaciones vacías)</td> </tr> </table>													Ensamblar	Unir 2 piezas en una, para dar geometría.	Descarga de piezas	Descarga una vez realizada la operación.	Geometría	Cargar piezas en el útil. Solamente ese instante.	Material Handling	Preparación de frecuencias, movimiento de contenedores, etc	Q Check	Operaciones de marcado o chequeo de calidad.	Desplazamientos c/s pieza	Incluir todos los desplazamientos, sea cual sea el propósito.	Validación	Pulsar validaciones y/o mantener pulsado.	Retrabajos y ajustes	Recolocación de piezas, ajustes.	Herramientas o instalaciones	Manejo de herramientas o instalaciones necesario para realizar la operación.	Esperas	Operarios en tiempo de espera por cualquier causa.			Misc	Recoger aquí todas las operaciones extraordinarias o inusuales. (Operaciones vacías)
Ensamblar	Unir 2 piezas en una, para dar geometría.	Descarga de piezas	Descarga una vez realizada la operación.																																	
Geometría	Cargar piezas en el útil. Solamente ese instante.	Material Handling	Preparación de frecuencias, movimiento de contenedores, etc																																	
Q Check	Operaciones de marcado o chequeo de calidad.	Desplazamientos c/s pieza	Incluir todos los desplazamientos, sea cual sea el propósito.																																	
Validación	Pulsar validaciones y/o mantener pulsado.	Retrabajos y ajustes	Recolocación de piezas, ajustes.																																	
Herramientas o instalaciones	Manejo de herramientas o instalaciones necesario para realizar la operación.	Esperas	Operarios en tiempo de espera por cualquier causa.																																	
		Misc	Recoger aquí todas las operaciones extraordinarias o inusuales. (Operaciones vacías)																																	

**Ilustración 58: Plantilla Activity Sample Worksheet VA/NVA.**

Dividimos la plantilla anterior en zonas, y cada una representará una fuente de información. En concreto, dividimos la plantilla mostrada anteriormente en 4 zonas:

- ZONA 1: En la cual incluimos cada uno de los operarios que desempeñan las operaciones que forman parte del proceso de fabricación que estamos sometiendo a estudio.
- ZONA 2: En esta zona realizamos la división en categorías para clasificar las actividades que desempeñen los operadores en cada una de las operaciones marcadas en la zona anterior.
- ZONA 3: Ubicación dónde anotaremos las observaciones que realicemos correspondientes a cada categoría.

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

- ZONA 4: Esta zona nos permite plasmar el dato del total de observaciones que hemos tomado en cada operación.

Para tener una mejor visión de la plantilla del VA/NVA dividida en zonas vamos a mostrar dicha plantilla remarcando cada una de las zonas que la componen.

Activity Sample Worksheet													
Part Name		Observer		Start time		Total time							
Production area		Date:-		Finish time		Total Vol							
Station	Work Categories											Total Observations	
	Ensamblar	Geometría	Q Check	Validación	Herramientas e instalaciones	Descarga de piezas	Material Handling	Desplazamientos c/s pieza	Retrabajos y ajustes	Esperas	Misc		
Op #1													<b>ZONA 4</b>
Op #2													
Op #3													
Op #4													
Op #5													
Op #6													
Op #7													
Op #8													
Op #9													
Op #10													
Op #11													
Op #12													

Criterio	
<b>Ensamblar</b>	Unir 2 piezas en una, para dar geometría.
<b>Geometría</b>	Cargar piezas en el útil. Solamente ese instante.
<b>Q Check</b>	Operaciones de marcado o chequeo de calidad.
<b>Validación</b>	Pulsar validaciones y/o mantener pulsado.
<b>Herramientas o instalaciones</b>	Manejo de herramientas o instalaciones necesario para realizar la operación.
<b>Descarga de piezas</b>	Descarga una vez realizada la operación.
<b>Material Handling</b>	Preparación de frecuencias, movimiento de contenedores, etc
<b>Desplazamientos c/s pieza</b>	Incluir todos los desplazamientos, sea cual sea el propósito.
<b>Retrabajos y ajustes</b>	Recolocación de piezas, ajustes.
<b>Esperas</b>	Operarios en tiempo de espera por cualquier causa.
<b>Misc</b>	Recoger aquí todas las operaciones extraordinarias o inusuales. (Operaciones vacías)

**Ilustración 59: Plantilla Activity Sample Worksheet VA/NVA dividida en zonas.**

Una vez que hemos anotado las diferentes observaciones en la plantilla anterior, pasamos estos datos a una hoja resumen conocida como NVA Activity Sampling Result sheet:

# 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

Part Name		Observer		Start time	Total time															
Date		Date		Finish time	Total Vol															
<b>IDS/NVA Activity Sampling</b> Zone: <input type="text" value="Mainline"/> Month/Year: <input type="text" value="Jul 04"/> Value added: <b>87.65%</b> Enter ROR: <input type="text" value="23"/> Non value added: <b>12.35%</b> Enter RTO: <input type="text" value="17"/> Planned non value added: <b>15.72%</b> TACT: <input type="text" value="0.73"/>																				
Enter times below (green text)																				
Station	ML01	ML02	ML03	ML04	ML05	ML06	ML07	ML11	ML12	ML13	ML13R	ML15R	ML16	ML18	ML19	TOTAL				
Element	122	127	140	127	151	105	148	115	115	141	130	104	140	113	141	145	2064			
Value Added	4	4	0	0	18	5	12	4	0	0	0	24	3	0	0	1	77			
Torque Filter	46	35	13	20	0	37	0	36	51	15	54	43	14	25	42	0	433			
Sub-assy	11	14	28	21	15	18	18	11	19	6	15	23	12	14	18	0	289			
Cobot	5	1	0	0	2	1	0	0	11	0	0	0	0	0	0	2	34			
Double handling	5	14	12	14	13	24	17	16	0	14	2	5	6	33	1	22	206			
Carry	0	3	1	10	2	4	4	0	1	7	0	1	2	3	3	2	43			
Walk	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	18			
Checks	4	1	3	0	0	5	0	5	3	0	2	9	5	6	2	3	48			
Mit Hand	3	3	4	10	1	2	4	0	2	4	3	1	3	2	1	7	50			
Misc																				
Total Observations	203	203	201	202	202	202	203	194	202	201	197	202	200	200	204	216	0	0	0	3232

Ilustración 60: NVA Activity Sampling Result sheet.

La plantilla de esta hoja resumen a la cual transcribimos las observaciones anotadas se muestra en la siguiente imagen:

NVA Activity Sampling Result sheet																		
Production area	<input type="text"/>	Value added										Total work sample time						<input type="text"/>
Date	<input type="text"/>	Non value added										Total quantity produced						<input type="text"/>
Enter ROR	<input type="text"/>											Potential qty based on ct						<input type="text"/>
Enter RTO	<input type="text"/>											Planned hourly output						<input type="text"/>
TACT (mins)	<input type="text"/>																	
Enter times below (green text)																		
Station	Op #1	Op #2	Op #3	Op #4	Op #5													TOTAL
Value Added	Ensamblar																	0
	Geometría																	0
	Q Check																	0
	Validación																	0
	Herramientas o instalaciones																	0
Non Value Added	Descarga de piezas																	0
	Material Handling																	0
	Desplazamientos c/s pieza																	0
	Retrabajos y ajustes																	0
	Esperas																	0
	Misc																	0
Total Observations	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ilustración 61: Plantilla NVA Activity Sampling Result sheet VA/NVA.

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

Esta herramienta nos proporcionará como resultado final el tanto por ciento de Valor Añadido y No Valor Añadido que existe en el proceso de fabricación al que estamos aplicando el Lean. Para arrojar los resultados finales, los datos mostrados en la plantilla NVA Activity Sampling Result sheet se transcriben a otra plantilla cuyo nombre es Activity Sample Summary Report, la cual estará dividida en tres zonas como se muestra a continuación en la siguiente figura:

**Resumen VA/NVA**

**Desglose de NVA en porcentaje**

**Desglose de NVA en tiempo**

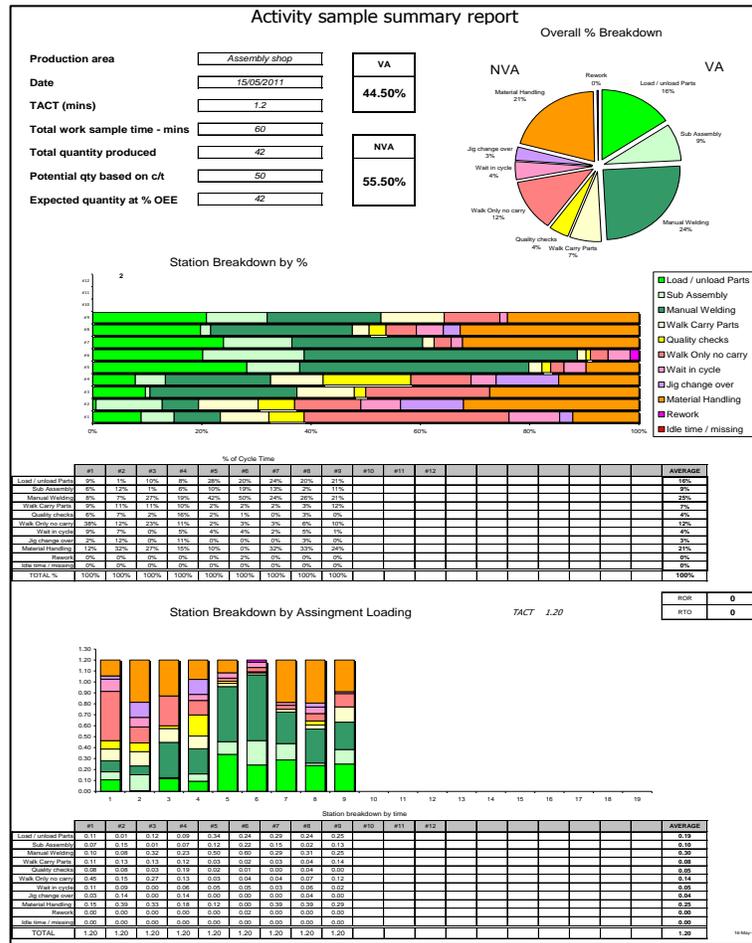


Ilustración 62: Plantilla Activity Sample Summary Report dividida en zonas.

#### 4.3.4. PSE- Production System Evaluation

PSE es el acrónimo de Production System Evaluation y es una herramienta que será utilizada para evaluar el proceso de fabricación que estamos estudiando en los tres pilares fundamentales en los que se divide un Sistema Industrial: Sistema de Transporte (Control de Producción), Sistema de Proceso (Ingeniería) y Sistema de Fabricación (Genba Kanri). En cada uno de estos pilares someteremos a evaluación diferentes ítems, los cuales son los que se muestran a continuación en la siguiente tabla.

**TABLA V: ÍTEMS A EVALUAR EN LOS PILARES DEL SISTEMA INDUSTRIAL POR EL PSE**

<b>SISTEMA DE TRANSPORTE</b>	Asignación de Producción
	Lote de Producción
	Orden de Producción
	Lote de Compra
	Orden de Compra
	Estilo de Embalaje
	Almacenamiento
	Método de Transporte
<b>SISTEMA DE PROCESO</b>	Edificio
	Diseño de Procesos
	Especificaciones del Equipo
	Especificación Die/jig
	Equipamiento Periférico
	Layout
<b>SISTEMA DE FABRICACIÓN</b>	Patrón de trabajo
	Operación estándar (cíclica)
	Operación estándar (no cíclica)
	Asignación de Trabajo
	Manejo de Problemas

La evaluación de cada uno de los ítems se realizará con una puntuación variable entre 1 y 5 puntos, siendo 1 la puntuación más baja y 5 la puntuación más alta.

En cada uno de los ítems definidos en los pilares que sustentan un Sistema Industrial se evaluarán diferentes características. Para realizar una evaluación rigurosa y que esta no sea puro “azar”, es necesario formularse las siguientes preguntas en cada característica:

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

### • EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE (CONTROL DE PRODUCCIÓN)

<b>MECANISMO DE TRANSPORTE (CONTROL DE PRODUCCIÓN)</b>		
<b>Asignación de Producción</b>	Número de etapas de fabricación	¿Aplica un concepto para simplificar el flujo de producción?
<b>Lote de Producción</b>	Tamaño de lote de producción	¿Tamaño de lote flexible para diferentes modelos y diferentes cantidades?
<b>Orden de Producción</b>	Método de orden de Producción	¿Se minimiza la tarea para la programación de la producción?
	Tiempo de la orden de Producción	¿Programación de pedidos realizados en base a la programación más reciente?
<b>Lote de Compra</b>	Tamaño del lote de compra	¿El lote de compra corresponde al tamaño del lote de producción?
<b>Orden de Compra</b>	Método de orden de compra	¿Nuestras tareas de compra están minimizadas?
	Momento de la orden de compra	¿La compra se realizada de acuerdo al tiempo de producción?
<b>Estilo de Embalaje</b>	SNP	¿El SNP está vinculado al tamaño del lote de producción?
	Densidad del contenedor	¿La densidad de empaque del contenedor es eficiente?
	Embalaje	¿El estilo de paquete es fácil de usar?
<b>Almacenamiento</b>	Ubicación de almacenamiento	¿Tenemos un control visual del estado del stock?
	Cantidad de stock	¿Debería controlar el estado de almacenamiento visual?

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

<b>Método de Transporte</b>	Métodos de transporte	¿Es fácil ver cuándo se requiere un transporte?
		¿La ruta de transporte es cíclica?

#### • EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PROCESO (INGENIERÍA)

<b>MECANISMO DE PROCESO (INGENIERÍA)</b>		
<b>Edificio</b>	Nivel de entorno ambiental	¿La estructura del edificio cumple con las especificaciones requeridas?
	Nivel de configuración del paso	¿La estructura del edificio cumple con las especificaciones requeridas?
<b>Diseño de Procesos</b>	Tasa de proceso de valor añadido	¿Se eliminan procesos sin valor añadido en la etapa de planificación del proyecto?
	Enlaces entre etapas	¿Cuánta distancia existe entre las etapas que componen el proyecto?
	Tasa de instalación de Poka-Yoke	¿Cuál es la tasa de Poka-Yoke's instalados?
<b>Especificaciones del equipo</b>	Tasa de carga automática	¿Cuál es la tasa de carga automática de piezas?
	Velocidad de expulsión automática	¿Cuál es la tasa de extracción automática de piezas?
	Tanto por ciento de valor añadido calculado a partir de la evaluación del muestreo de trabajo	¿Qué porción de trabajo aporta valor añadido a nuestro producto?

<b>Especificación Die/jig</b>	Tasa de movimiento	¿Existen movimientos que no aportan valor añadido?
	Tasa de extracción de movimiento	¿Existen movimientos de extracción de piezas que no portan valor añadido?
	Configuración de los tiempos muertos	¿Existen tiempos muertos durante las operaciones?
<b>Equipamiento Periférico</b>	Velocidad de toque del interruptor	¿Los operadores pueden trabajar rítmicamente con facilidad?
	Tasa de zona de ataque	¿Los operadores pueden trabajar rítmicamente con facilidad?
<b>Layout</b>	Tasa colectivista de trabajadores	¿Cuál es el número de operadores que tenemos en cada operación?
	Tiempo de cambio de diseño	De acuerdo con los cambios en las cantidades de producción, ¿establecemos un diseño de línea que nos permite reasignar trabajos?

• **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE FABRICACIÓN (GENBA KANRI)**

<b>MECANISMO DE FABRICACIÓN (GENBA KANRI)</b>		
<b>Patrón de trabajo</b>	Adaptabilidad del patrón da cambio a la carga de producción mensual	¿El patrón de trabajo corresponde al volumen de producción requerido?
	Nivel de horas laborales básicas	¿Existe un estándar que controla en nivel de horas laborales básicas?
	Nivel de trabajo de horas extra	¿Existe un estándar que controla en nivel de horas extra?
<b>Operación estándar (cíclica)</b>	Rango de hojas de operación estándar	¿Existe una operación estándar para trabajos cíclicos?
	Nivel de hoja de operación estándar	¿Existen hojas de estandarización de operaciones cíclicas?
	Nivel de tiempo estándar	¿Está estandarizada la duración de una operación cíclica?
<b>Operación estándar (no cíclica)</b>	Rango de hojas de operación estándar	¿Existe una operación estándar para trabajos no cíclicos, es decir, qué verifique todos los equipos y plantillas?
	Nivel de hoja de operación estándar	¿Existen hojas de estandarización de operaciones no cíclicas?
<b>Asignación de trabajo</b>	Utilización de asignación de trabajo	¿El sistema está diseñado para reducir las pérdidas de asignaciones de trabajo?

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

<b>Manejo de problemas</b>	<b>Manejo de problemas</b>	<b>¿ Transmitimos rápidamente las irregularidades?</b>
	<b>Problema de visualización / notificación</b>	<b>¿ Cómo notificamos las irregularidades?</b>

La plantilla de la herramienta que estamos estudiando se dividirá en tres zonas, tal y como se muestra en la siguiente figura:

Elements	Check point	Evaluation Index	Ranking in evaluation scores				
			1	2	3	4	5
Production allocation	Is there any plan of integration?	Number of process allocation	5 stages or more	4 stages	3 stages	2 stages	1 stage
Production lot	Is it possible to use the same process for different products?	Elements	Ranking in evaluation scores				
Least work (operator)	Are lights, tool, materials, numbers are considered enough for the operators' work & adjustment?	Check point	1	2	3	4	5
Purchasing order	Is there any process comprised of non-value added work, such as transportation, inspection, etc. Can it be processed by the next operation?	Process design	Ranking in evaluation scores				
Work in progress	Is there enough inventory?	Equipment specification	Ranking in evaluation scores				
Storage	Is it possible to move on to the next operation with a touch switch?	Job allocation	Ranking in evaluation scores				
Transportation	Is it possible to change the layout with high flexibility?	Problem handling	Ranking in evaluation scores				

**Ilustración 63: Zonas en las que se divide el PSE.**

Cada una de las zonas diferenciada en la imagen anterior se caracterizará por una plantilla propia, las cuales mostramos a continuación:

## 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

### Mechanism of Flow

Production with fixed order

### Production System

Work sheet (1/3)

Company	
Part name	
Part no.	

Date	
Evaluator	

Element	Evaluation index	Evaluation rank					Stage 1		Stage 2		Stage 3	
		1	2	3	4	5	Rank	Comment	Rank	Comment	Rank	Comment
Production allocation	Number of manufacturing stages	5 stages or more	4 stages	3 stages	2 stages	1 stage						
Production lot	Production lot size	Based on 1 week or less (more than 1 day)	Based on 1 day or less	Based on 1 shift	Based on 4 hours or less	1 by 1						
Production order	Method of Production order	Others	Production order list	Kanban	Delivery label	Order from terminal screen or broadcast information						
	Timing of Production order	Before 3 days	Before 2 days	Before 1 days	Before 4 hours	Before 2 hours						
Purchasing lot	Purchase lot size	Once / day or more (under once / shift)	Once / shift or more	Twice times / shift or more	4 times / shift or more	8 times / shift or more (1 by 1)						
Purchasing order	Method of Purchase order	Others	Purchase order list	Kanban	Delivery label	Specific containers (with labels)						
	Timing of Purchase order	Earlier than the above	Before 3 days	Before 2 days	Before 1 day	Before 4 hours						
Style of packing	SNP	Production time to fill 1 SNP is over 120min.	Production time to fill 1 SNP is 120min. or less	Production time to fill 1 SNP is 60min. or less	Production time to fill 1 SNP is 30min. or less	Production time to fill 1 SNP is 15min. or less						
	Density of container	Under 60%	60% or more	70% or more	80% or more	90% or more						
	Packaging	Separately packed & must to be unwrapped	Packaging partitions must be removed for access to parts	Unpacked (must be handled or unbundled)	Unpacked (no unnecessary handling)	Exposed, 1 by 1 supply						
Storage	Storage Location	No designated location for part storage	Inventory locations are identified	Inventory quantity is clear (max- min indicated)	First-in/First out is performed	Emergency rate is viable						
	Stock quantity	Stock larger than the transportation unit at line top & line end plus temporary storage	Stock is larger than the transportation unit at line top & line end	Stock at line end is larger than the transportation unit	Max stock = 1 transportation unit at line top & line end	Max stock = 1 SNP at line top & line end						
Transportation	Methods of transportation	Transportation by forklift	Exclusive transportation by trailer & tug	Consolidated transportation by trailer & tug	Small lot transportation (hand cart, etc) short distance	Small AGV, conveyor, auto handling						

Ilustración 64: Plantilla de evaluación del Sistema de Transporte (Control de Producción)

## 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

Mechanism of Processing

Production System

Self-process guarantee

Work sheet (2/3)

Company	
Part name	
Part no.	

Date	
Evaluator	

Element	Evaluation index	Evaluation rank					Stage 1		Stage 2		Stage 3	
		1	2	3	4	5	Rank	Comment	Rank	Comment	Rank	Comment
Building	Level of environmental setting	Environmental conditions are controlled locally to match prevailing conditions	Environmental factors of light & dust are set to achieve required standards	Lights, dust & temperature achieve the required standards.	Lights, dust, temperature & humidity achieve the required standards.	Lights, dust, temperature, humidity & vibration achieve the required standards						
	Level of passage setting	Passageways are not set to meet any standards	Passageways are set only to meet the required standard of width.	Passageways are set to meet the standard of "no dead ends" & "no one-way street".	Passageways are set to meet standards of the surrounding circuits, crossing & travelling-down	All passageways are set to meet the unidirectional standard.						
Process design	Value added process rate # of value-added processes Total # of processes	Under 20%	20% or more	40% or more	60% or more	80% or more						
	Links between Stages	Not in the same premises	In the same premises	In the same building	In the same bloc	Directly linked						
	Poka-yoke installation rate # of processes with poka-yoke # of processes & insp/h	Under 60%	60% or more	70% or more	80% or more	90% or more						
Equipment specification	Auto loading rate # of processes with auto load # of processes & insp/h	Under 30%	30% or more	50% or more	70% or more	90% or more						
	Auto eject rate # of processes with auto eject # of processes & insp/h	Under 65%	65% or more	80% or more	90% or more	100%						
	Value Added % calculated from work sampling assessment	Under 40%	40% or more	50% or more	60% or more	70% or more						
Die / Jig specification	1 motion per rate # of dies & jigs with 1 motion set	Under 65%	65% or more	80% or more	90% or more	100%						
	Total # of dies & jigs 1 motion rate for rate (per min box) # of parts take out by 1 motion	Under 20%	20% or more	30% or more	40% or more	50% or more						
	Die set up time (In-line set up)	Over 30 min	30 min. or less	10 min. or less	5 min. or less	Finished within 1 cycle						
Peripheral equipment	1 touch switch rate # of 1 touch switches Total # of switches	Under 60%	60% or more	70% or more	80% or more	90% or more						
	Strike zone rate # of machines with strike zone Total # of machines	Under 50%	50% or more	60% or more	70% or more	80% or more						
Layout	Workers' collectivist rate	Under 2 operators / island	2 operators / island or more	4 operators / island or more	6 operators / island or more	8 operators / island or more						
	Layout change time	1 shift or more (over 8 hours)	1 shift (8 hours or less)	4 hours or less	2 hours or less	1 hour or less						

Ilustración 65: Plantilla de evaluación del Sistema de Proceso (Ingeniería).

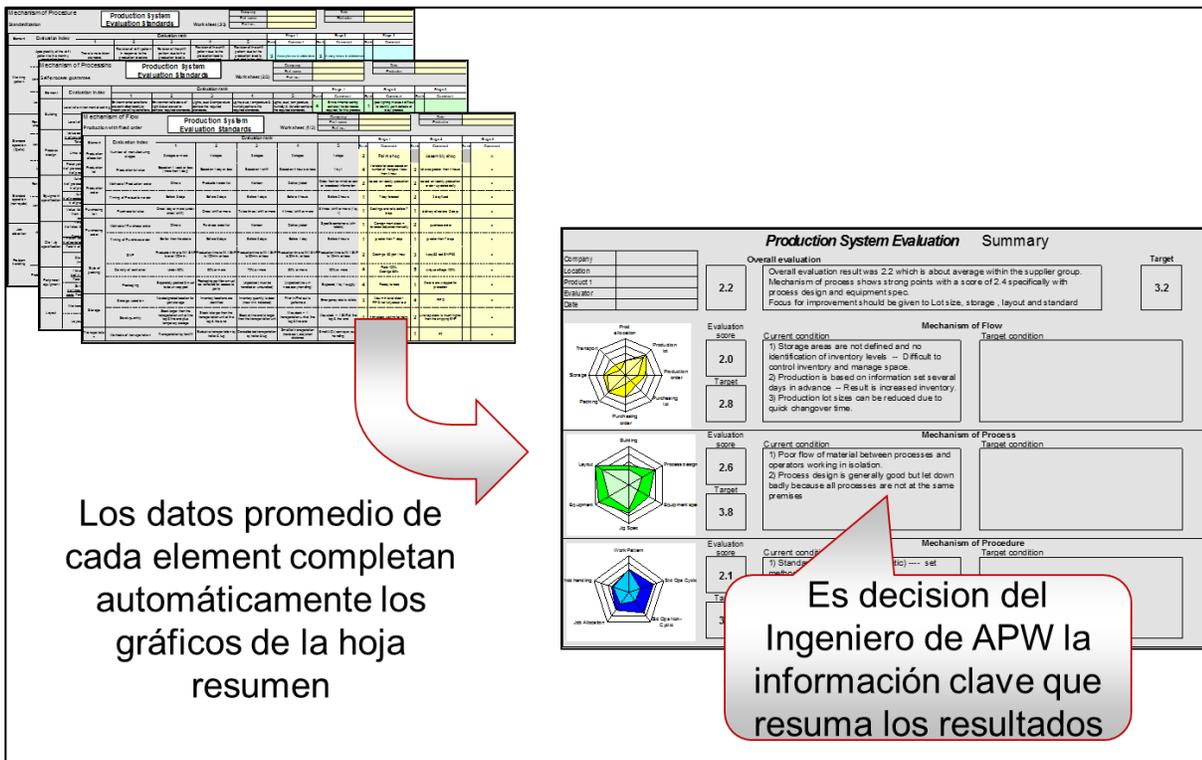
## 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

Mechanism of Procedure		Production System					Company		Date			
Standardisation							Part name		Evaluator			
		Work sheet (3/3)					Part no.					
Element	Evaluation index	Evaluation rank					Stage 1		Stage 2		Stage 3	
		1	2	3	4	5	Rank	Comment	Rank	Comment	Rank	Comment
Working pattern	Adaptability of the shift pattern to the monthly production load	There is no revision standard.	Revision of shift pattern in response to the production load are given case-by-case.	Revision of the shift pattern due to the production load is established.	Revision of the shift pattern due to the production load is established and responded immediately.	Revision of the shift pattern due to the production load is included in the daily routine.						
	Level of basic working hours	There is no revision standard.	The basic working hours cannot be reduced. Upper overtime limit is not established.	The basic working hours can be reduced (by approx 10%) Upper overtime limit is not established.	The basic working hours can be reduced (by approx 10%) Upper overtime limit is established.	The basic working hours can be reduced (by approx 10%) Engineering action is taken when overtime exceeds the upper limit.						
	Level of overtime working	There is no procedure to decide.	It is decided at a meeting everyday.	Manufacturing supervisor decides everyday (union agreement required).	Overtime decided 2 hours before the finishing time (overtime limit is fixed & no agreement is required).	Overtime decided 1 hours before the finishing time (overtime limit is fixed & no agreement is required).						
Standard operation (Cyclic)	Range of standard operation sheets - 'Cyclic operations'	No Std op sheets	Std op sheets for all cyclic operations of machining & assembly.	Std op sheets for all cyclic operations of machining, assembly, & inspection.	Std op sheets for all cyclic operations of machining, assembly, inspection & transferring.	The subjective operations are changed according to the change procedure.						
	Level of standard operation sheet	No fixed procedure for the setting of Std op sheets	Std Op sheets based on N-TWI. Steps, vital points, & reasons are indicated.	SOS based on N-TWI. Steps, vital points, reasons, target time & std inventory are indicated.	SOS based on N-TWI. Steps, vital points, target time, std inventory are indicated. Drawings & photos are used.	SOS based on N-TWI. Steps, vital points, reason, target time, std inventory are indicated. Std ops are visualized & globally adaptable.						
	Level of standard time	No time is set	Total time is set	Std time for manual work is set for each step. No machine cycle time set.	Std time for manual work is set for each step. Total machine cycle time is set.	Std time for manual & machine cycle is set for each job element.						
Standard operation (non-cyclic)	Range of standard operation sheets (non-cyclic)	No Non-cyclic Std op sheets	SOS created for the start-up check & end of shift check.	SOS created for start-up check, end of shift check, die setting, & tool replacement.	SOS created for all non-cyclic operations	The subjective operations are changed according to the change procedure.						
	Level of standard operation sheet (non-cyclic)	No fixed procedure for the setting of Non-cyclic Std op sheets	Although the setting method is fixed, only the main procedures are identified.	SOS based on N-TWI. Steps, vital points & reasons are indicated.	SOS based on N-TWI. Steps, vital points, target time, std inventory are indicated. Drawings & photos are used.	SOS based on N-TWI. Steps, vital points, reason, target time, std inventory are indicated. Std ops are visualized & globally adaptable.						
Job allocation	Job allocation utilisation	Job allocation map is formed. Work to be allotted to newcomers & secondees is defined.	Job allocation at each process to deal with absentees is clearly determined.	Team members' rotation is planned & implemented accordingly.	Systematic monthly rotation is applied to core workers when product quality is stable.	even under a slow operation rate, it is possible for job allocation & production rotation.						
Problem handling	Problem handling	Actions in irregular conditions are defined. Everyone knows the rules & procedures.	Immediately feedback of defect information. Operation reconfirmed by observation & Std Op review.	If defects are identified, quality at the process is temporarily assured by self or neighbour check.	If defects are identified, definite measures are taken to prevent recurrence by installing pokayoke etc.	If a negative trend is identified, a corrective action is taken promptly to prevent an actual defect.						
	Problem displaying / notifying	There is no problem notification rule.	Irregular conditions are notified based on operators' awareness.	Facility can automatically notify irregular conditions. Problem can be predicted.	There is a procedure to notify irregular conditions	Irregular conditions are automatically detected & predicted in advance.						

Ilustración 66: Plantilla de evaluación del Sistema de Fabricación (Genba Kanri).

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

Una vez que el proceso que estamos estudiando ha sido evaluado en cada uno de los pilares que componen un Sistema Industrial, de forma automática se rellenan los gráficos presentes en una hoja resumen en la herramienta PSE con los valores promedio de cada uno de los elementos evaluados. Esta hoja también cuenta con espacios de texto destinados a una breve explicación de los resultados obtenidos por parte del Ingeniero de APW.



Los datos promedio de cada elemento completan automáticamente los gráficos de la hoja resumen

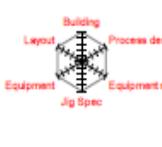
Es decisión del Ingeniero de APW la información clave que resuma los resultados

Ilustración 67: Hoja resumen del PSE.

El relleno de los gráficos está relacionado con la evaluación y por consiguiente con la forma de trabajo que estamos llevando a cabo. Cuánto más rellenos tengamos los gráficos, mayor nota habremos obtenido y por lo tanto, el trabajo que estamos desempeñando en los pilares que definen el Sistema Industrial es más óptimo. Los resultados arrojados por esta herramienta además de ser muy visuales son una gran fuente de información, pues nos permiten ver de un simple vistazo que partes del Sistema Industrial necesitan mayor cantidad de mejoras.

La plantilla de la hoja resumen de la presente herramienta la podemos visualizar en la siguiente imagen:

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

<b>Production System Evaluation Summary</b>			
Company		Overall evaluation	Target
Location		<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto; text-align: center;">#REF!</div>
Product			
Evaluator			
Date			
	<b>Mechanism of Flow</b> Evaluation score <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto; text-align: center;">#DIV/0!</div> Target <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto; text-align: center;">#REF!</div>	Current condition <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>	Target condition <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>
	<b>Mechanism of Process</b> Evaluation score <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto; text-align: center;">#DIV/0!</div> Target <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto; text-align: center;">#REF!</div>	Current condition <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>	Target condition <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>
	<b>Mechanism of Procedure</b> Evaluation score <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto; text-align: center;">#DIV/0!</div> Target <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto; text-align: center;">#REF!</div>	Current condition <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>	Target condition <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>

**Ilustración 68: Hoja resumen de la herramienta PSE.**

Como se puede apreciar en la plantilla anterior tenemos dos zonas en cada uno de los pilares del Sistema Industrial destinadas a las explicaciones de los resultados obtenidos, la primera “Current Condition” y la segunda “Target Condition”. La zona “Current Condition” se corresponderá con las explicaciones de los resultados obtenidos a la hora de evaluar el Sistema Industrial actual, con el que trabajamos hoy en día. Si recordamos de la explicación de la herramienta de las cuatro cajas, en los Proyectos Lean Manufacturing teníamos que pensar en cómo sería nuestro Sistema Industrial ideal. Por consiguiente, las áreas reservadas para explicaciones que se encuentran bajo el nombre de “Target Condition”, contendrán las explicaciones de los resultados obtenidos cuando evaluamos el que sería nuestro Sistema Industrial futuro, el Ideal.

### 4.3.5. PSA- Production Spec Analysis

PSA es el acrónimo de Production Spec Analysis. Con esta herramienta vamos a obtener de forma gráfica la capacidad mensual del proceso que estamos sometiendo a estudio, entendiendo por capacidad la cantidad total de piezas que podemos producir en las condiciones de trabajo existentes en el momento del estudio. El objetivo que persigue esta herramienta es comprobar si el Proceso de Fabricación es capaz de adaptarse a las fluctuaciones mensuales de la demanda de los clientes.

Para que el PSA arroje los resultados deseados de capacidad, necesita para realizar los cálculos cinco parámetros que son de suma importancia, no sólo para esta herramienta, sino también para la empresa en general. Los parámetros que utilizaremos son los siguientes:

- **TIEMPO DISPONIBLE:** Este parámetro hace referencia al tiempo dedicado para producir, teniendo en cuenta todos aquellos tiempos usados para fines diferentes. Es un dato muy importante porque al comprender cuánto tiempo se asigna para que propósito, se pueden identificar el alcance de las mejoras y el potencial de sincronización de los procesos.

Por consiguiente, cuando hablamos de tiempo disponible distinguimos entre:

- Tiempo planificado disponible para producir: Incluimos todo el tiempo que dedicamos a la producción.
- Tiempo planificado no disponible para producir: Incluimos las reuniones, los descansos, los fines de turno, TPM, etc.

La plantilla en la cual plasmamos todos los tiempos citados anteriormente es la siguiente:

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

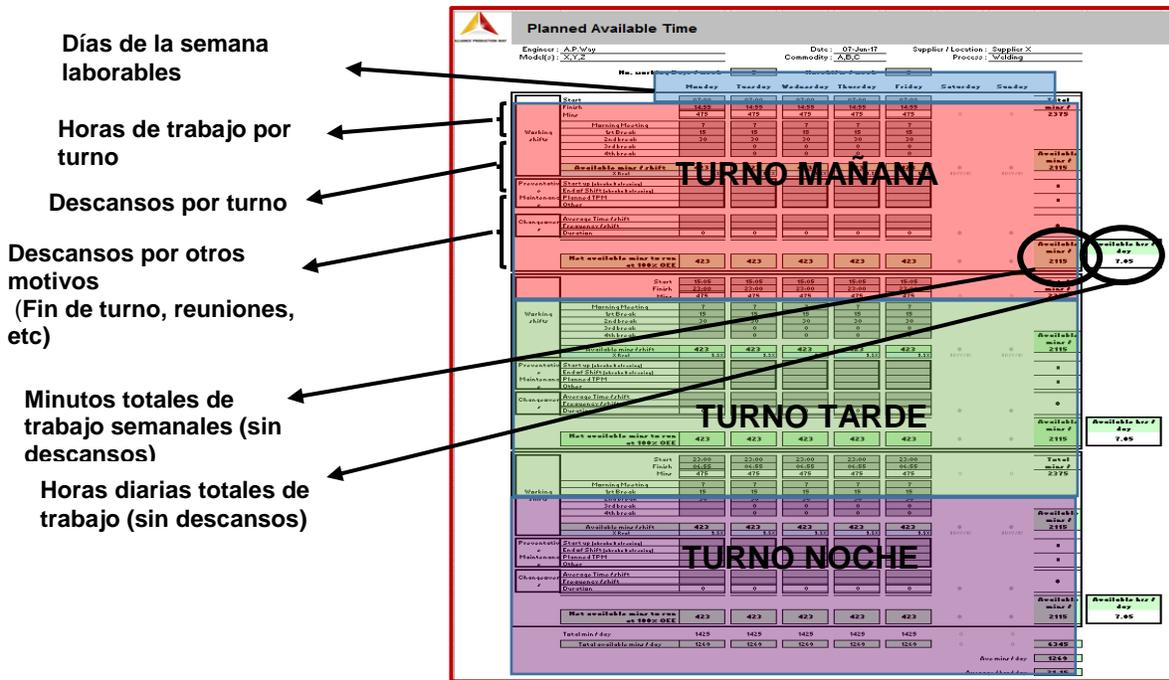


Ilustración 69: Plantilla Tiempos Disponibles de la herramienta PSA.

• OEE: Este parámetro lo podemos traducir como “Eficiencia General del Equipo” y es utilizado para evaluar y calcular una relación entre el número de piezas que se podían haber producido y las unidades sin defectos que realmente se han producido. Para la obtención de este indicador se hacen uso de los parámetros de Disponibilidad, Rendimiento y Calidad, el OEE vendrá dado por el producto de todos estos tal y como se muestra en la siguiente ecuación (véase ecuación 1.1)

$$OEE (\%) = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad} \quad (1.1)$$

- Índice de Disponibilidad (D): Porción de tiempo que el equipo está operando realmente reflejando las pérdidas por averías y paradas.
- Índice de Rendimiento (Ro): Nivel de funcionamiento del equipo teniendo en cuenta las paradas, los tiempos muertos y pérdidas por una velocidad operativa más baja que la del diseño.
- Índice de Calidad (C): Fracción de la producción obtenida que cumple los estándares de la calidad reflejando aquella parte del tiempo empleada en la producción de piezas defectuosas o con errores.

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

Por su parte, los tres indicadores de los que depende el OEE pueden calcularse con las siguientes ecuaciones (véase ecuación 1.2, ecuación 1.3, ecuación 1.4):

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Operativo}}{\text{Tiempo Disponible}} \quad (1.2)$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Teórica}} \quad (1.3)$$

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Piezas Buenas}}{\text{Producción Real}} \quad (1.4)$$

• **CICLO DE EMBOTELLAMIENTO:** En la herramienta que estamos estudiando, PSA, deberemos estudiar el tiempo ciclo de cada una de las máquinas que forman parte del proceso sometido a estudio y seleccionar el mayor, denominando a este “cuello de botella”. Por cuello de botella entenderemos aquella actividad (máquina) que ralentice el proceso de fabricación, incrementando los tiempos de espera y reduciendo la productividad, lo cual ocasiona un incremento en el coste final del producto. Las principales causas que generan cuello de botella son:

- Falta de materiales.
- Personal mal preparado.
- Falta de almacenes.
- Desinterés administrativo.
- Maquinaria anticuada y defectuosa.

• **VOLUMEN DEMANDADO:** Otro parámetro necesario que requiere la herramienta PSA para que esta última arroje los resultados deseados es el volumen total de producto demandado por el cliente. En resumen, este dato es la cantidad total de producción que tendremos que fabricar mensualmente para satisfacer las necesidades de los clientes.

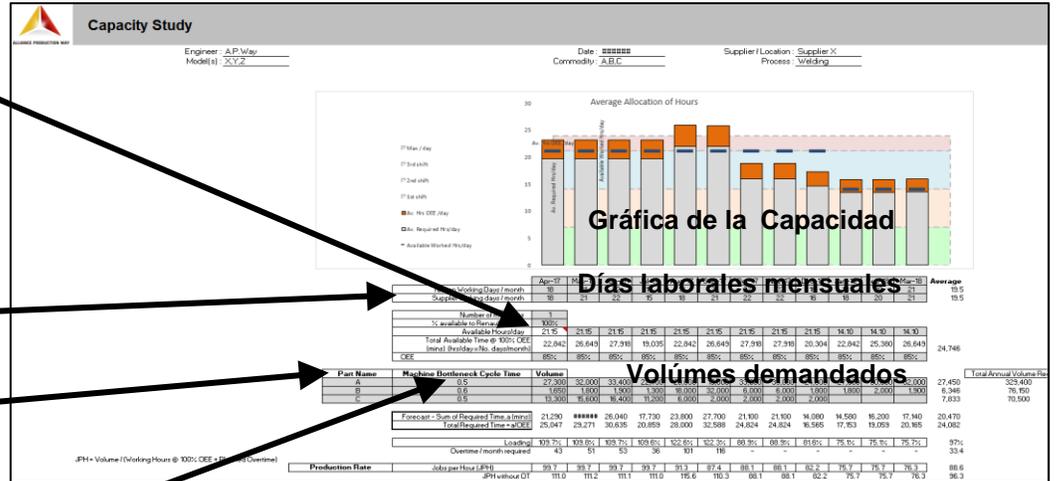
• **NÚMERO DE TRABAJADORES POR TURNO:** El último dato que necesitaremos será el número de operarios necesarios por turno. Conocido este dato y sabiendo lo que cuesta un operario anual y mensualmente, obtendremos el coste laboral directo por pieza fabricada.

Calculados y recopilados todos los datos descritos anteriormente, el último paso es colocarlos en el lugar adecuado de la plantilla que define el PSA para que ésta arroje los resultados que deseamos sobre la capacidad. El lugar que ocuparán cada uno de estos datos se muestra a continuación en las siguientes imágenes:

# 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

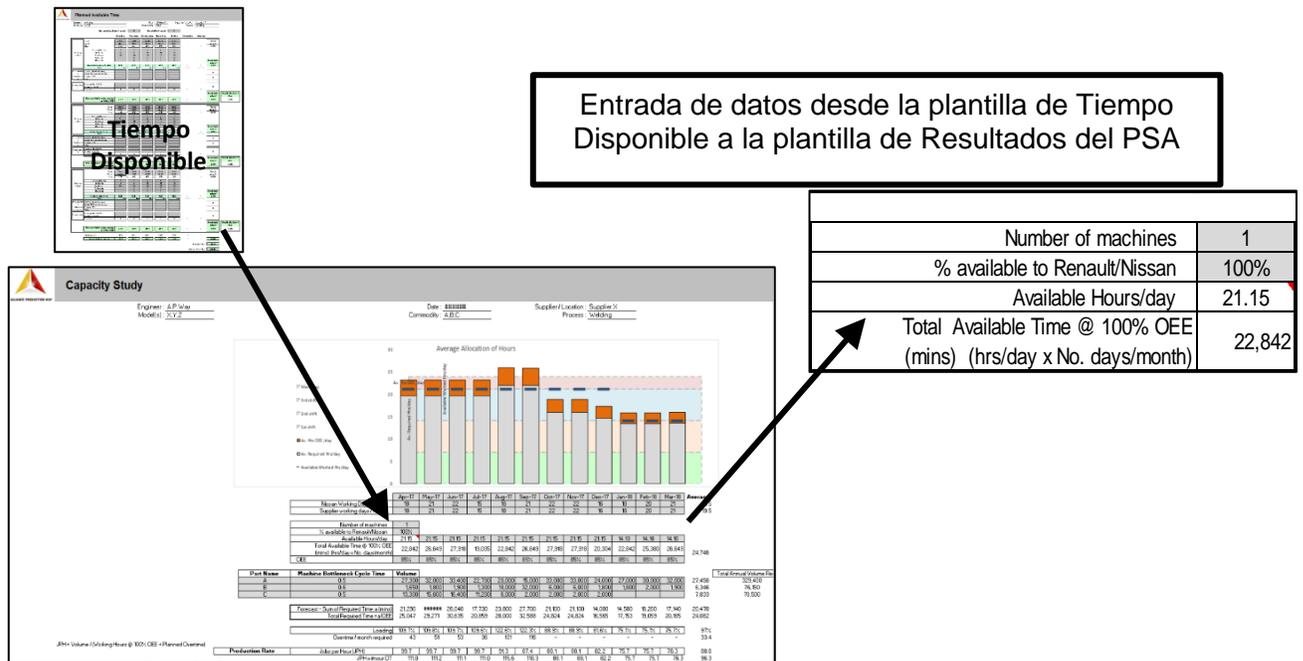
**Planned Available Time**

Machine	Model(s)	Capacity	Availability
Machine 1	Model A	1	100%
Machine 2	Model B	1	100%



**Ciclo de Embotellamiento**

**Ilustración 70: Plantilla PSA.**



**Ilustración 71: Plantilla PSA.**

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

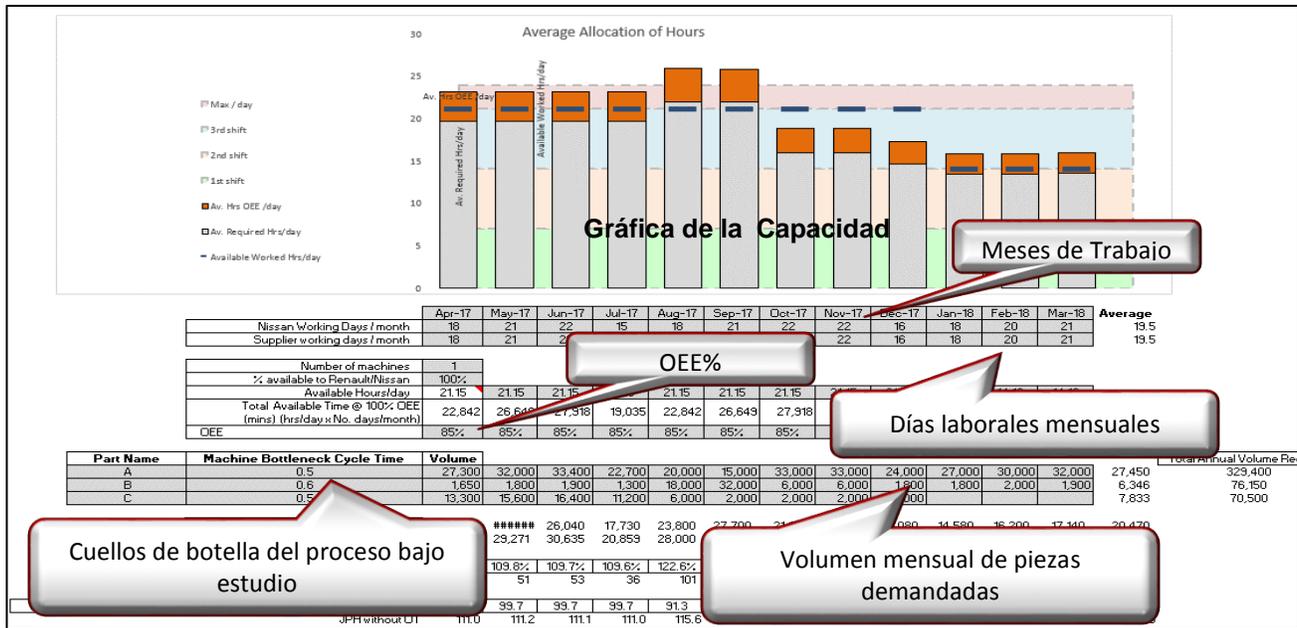


Ilustración 72: Plantilla PSA.

Part Name	Work Content	Volume
A	3.50	9,000
B	3.00	6,500
O		

<b>Average Work Content</b>	<b>3.29</b>
No. of operators required per shift	4.0
Total No. of operators	8.0
% operator loading	82.2%

Número total de operarios necesarios en cada turno de fabricación

Número total de operarios necesarios en todos los turnos de fabricación

Porcentaje de carga de trabajo de cada operario

Coste anual que suponen todos los operarios que intervienen en el proceso de fabricación

Cost per annum	€ -
Cost per month	€ -
<b>Direct Labour Cost per part</b>	€ -

Coste mensual que suponen todos los operarios que intervienen en el proceso de fabricación

Coste laboral directo por pieza fabricada. Es la relación entre el coste mensual que suponen los operarios y el volumen mensual de piezas vendidas

Ilustración 73: Plantilla PSA.

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

Como se ha podido apreciar en las figuras anteriores, los resultados de capacidad arrojados por el PSA serán gráficos de columnas, representando cada columna a un mes laboral. Para realizar un buen análisis de los resultados es necesario saber interpretar de forma correcta la información presente en las columnas. Para obtener conclusiones, tenemos que hacer uso de la siguiente figura explicativa:

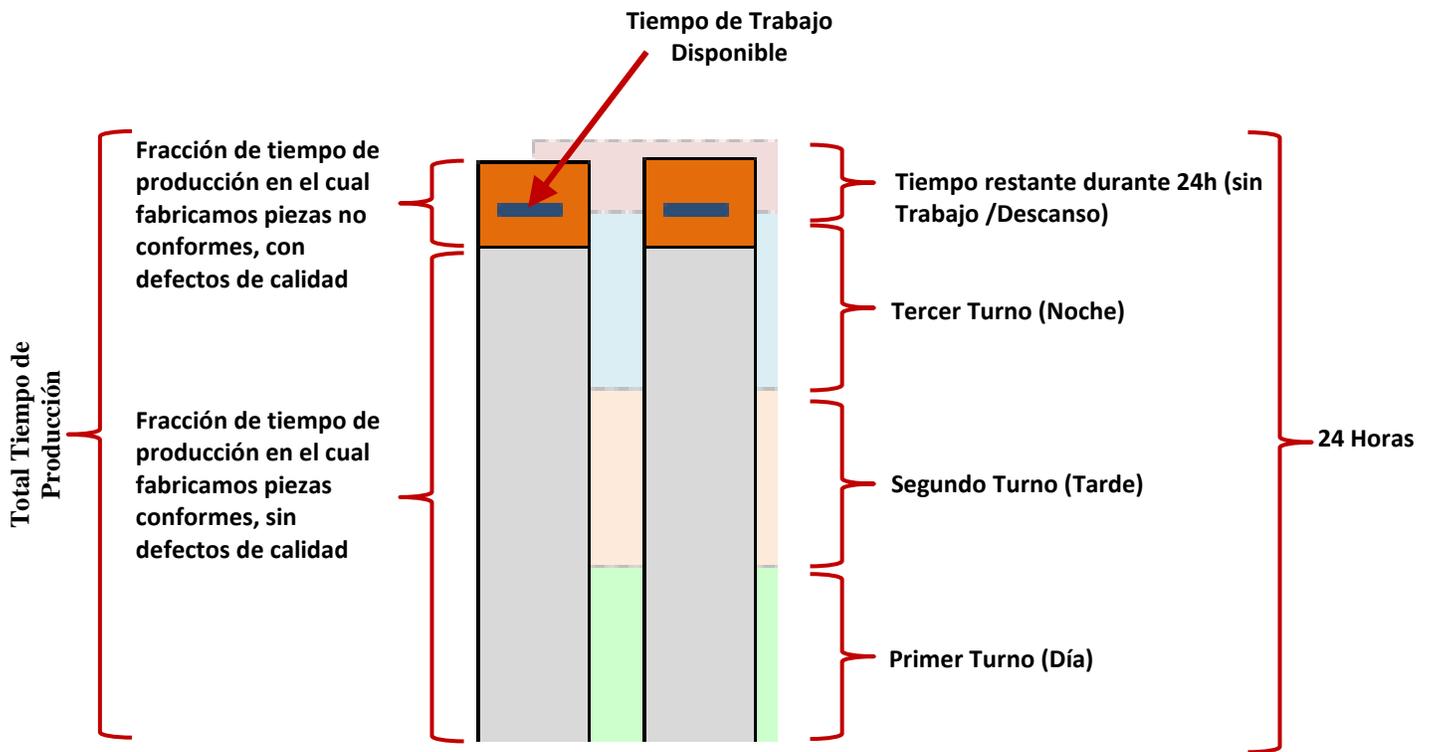


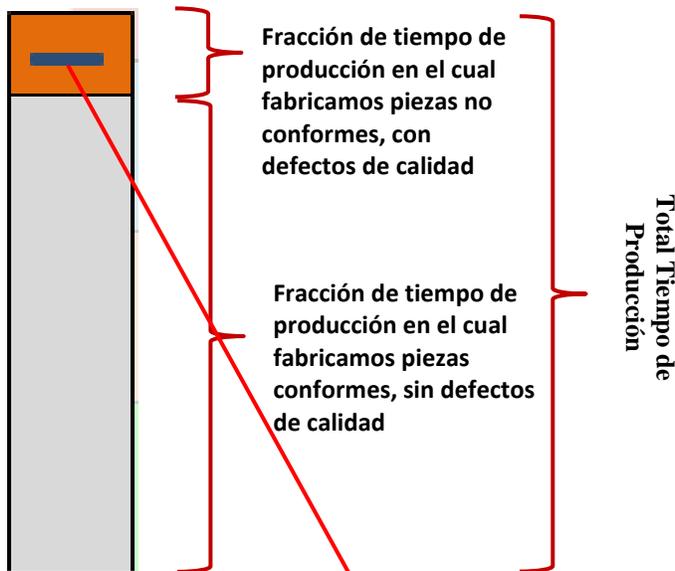
Ilustración 74: Interpretación gráficos PSA.

Desglosada y conocida toda la información presente en el gráfico de columnas, podemos seguir haciéndonos la siguiente cuestión: ¿Cómo interpretamos los gráficos arrojados por la herramienta PSA? Tendremos un límite de tiempo de trabajo, que como se aprecia en el gráfico anterior, vendrá dado por una línea azul. Como se ha argumentado en la descripción de los parámetros que definen la herramienta PSA, el OEE es la relación entre el número de piezas que podían haberse producido y las unidades sin defectos que realmente se han producido. En función de este parámetro, dividiremos el tiempo total de fabricación en dos partes: fracción de tiempo de producción en el cual producimos piezas no conformes y fracción de tiempo de producción en el cual fabricamos piezas conformes. Si la suma de estos dos tiempos no es mayor que el tiempo total de trabajo, aun teniendo defectos, producimos la demanda solicitada por el cliente en el tiempo del que disponemos. Sin embargo, si la suma de la fracción de tiempo de producción en el cual producimos piezas no conformes y la fracción

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

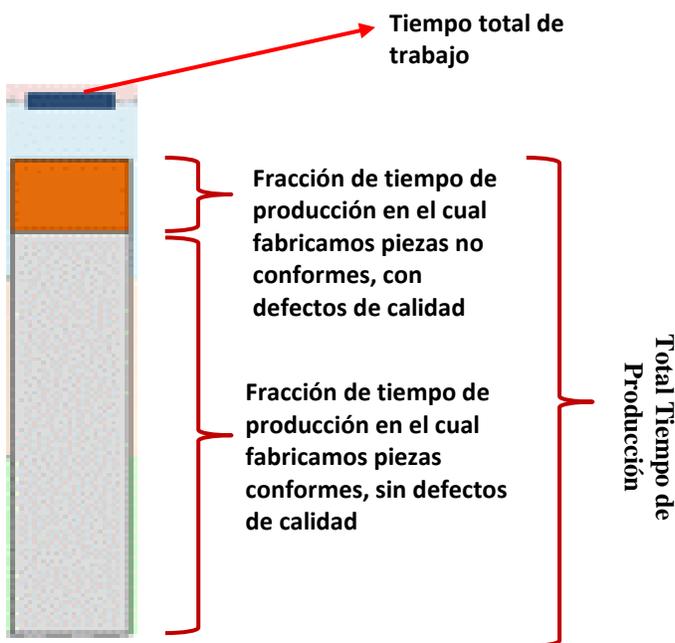
de tiempo de producción en el que fabricamos piezas conformes es mayor que el tiempo total de trabajo, tendremos un grave problema, no podemos satisfacer la necesidades del cliente en el tiempo de trabajo que tenemos, debido a que generamos gran cantidad de piezas no conformes.

Para comprender mejor la explicación anterior, se muestran a continuación dos gráficos en los que en cada uno se ejemplifican las dos situaciones citadas anteriormente:



Como se puede apreciar en el ejemplo de la izquierda, el tiempo total de producción, el cual incluye el tiempo destinado a la fabricación de piezas no conformes y de piezas conformes, es mayor que el tiempo total de trabajo disponible.

Concluimos que debido a las acciones que generan piezas no conformes no somos capaces de satisfacer la demanda del cliente en el tiempo de trabajo total. Habrá que buscar mejoras que aumenten el OEE disminuyendo de esta forma las piezas no conformes.



Como se puede apreciar en el ejemplo de la izquierda, el tiempo total de producción, el cual incluye el tiempo destinado a la fabricación de piezas no conformes y de piezas conformes, es menor que el tiempo total de trabajo disponible.

Concluimos que somos capaces de satisfacer la demanda del cliente en el tiempo de trabajo total. Sin embargo, no podemos solo conformarnos con esto, habrá que buscar mejoras que aumenten el OEE disminuyendo de esta forma las piezas no conformes.

Ilustración 75: Ejemplo de interpretación de datos de la Herramienta PSA.

#### 4- LÓGICA DE APLICACIÓN LEAN EN RENAULT

Esta herramienta será también de gran utilidad para ajustar el número de turnos de fabricación a la demanda del cliente, y con estos el número de operarios. No dejamos de perseguir las dos vías de progreso que definen el APW:

1. Sincronización sin fin, Never Ending, con el cliente → Adaptamos el número de operarios (turnos de fabricación) a la demanda del cliente.
2. Identificación sin fin, Never Ending, de problemas para aplicar soluciones robustas → Es necesario detectar problemas y ponerles solución para aumentar el parámetro OEE, reduciendo de esta forma el número de piezas no conformes fabricadas.

## **5. IMPLEMENTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)**

En el presente capítulo vamos a relatar cómo se ha llevado a cabo la implantación del proyecto Lean Manufacturing en la fabricación del Boitier Fix Train Left correspondiente al vehículo Mégane (modelo BFB en terminología Renault). Describiremos las fases que se han seguido hasta llegar a las acciones que se han puesto en marcha y que hoy en día se están implementando además de mostrar cómo se ha llegado a detectar las actividades de No Valor Añadido (NVA) para su posterior erradicación o eliminación.

El perímetro de este Proyecto incluye todo el proceso de fabricación del Boitier, desde que se comienza a trabajar la materia prima hasta que el producto llega a manos del cliente. El Boitier Fix Train Left está constituido por la unión de seis piezas, una procedente de la fábrica Gestamp de Bizkaia (España), otra procedente de la fábrica Gestamp de Noery (Francia) y cuatro partes diseñadas íntegramente en Renault Valladolid. Las dos piezas externas y ajenas a Renault son recibidas y almacenadas en el Almacén cota 0,00. Por otra parte, las cuatro piezas fabricadas en Renault se realizan en el Taller de Embutición de la Unidad de Carrocerías, en éste, grandes cortadoras se encargan de cortar la materia prima para después y haciendo uso de prensas, se transformen los flanes resultantes del corte en las piezas necesarias que se requieren para la fabricación del Boitier.

Una vez que tenemos las seis piezas con las que construiremos el producto final, se llevan al Taller de Soldadura dónde se dará forma al Boitier. Para obtener el producto demandado por el cliente en el Taller de Soldadura tenemos cinco fases, es decir, cinco operaciones a realizar:

- FASE 1 (Operación 1): La primera operación que se realiza en términos Renault se conoce con el nombre de Op 30.1. En esta fase se van a ensamblar dos piezas fabricadas en el Taller de Embutición, las cuales se denominarán Doblado Bavolet y Bavolet.
- FASE 2 (Operación 2): La siguiente fase se denominará Op 30.2, y en ella se realizará el ensamblado de otras dos piezas, una procedente del Taller de Embutición y otra externa a Renault. Las piezas ensambladas reciben el nombre de Refuerzo Fijación y Soporte Fijación respectivamente.

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

- FASE 3 (Operación 3): La tercera fase se realizará en una operación denominada Op 15. En esta fase se soldarán dos tuercas a una pieza fabricada en el Taller de Embutición y denominada Boitier Fix Left.
- FASE 4 (Operación 4): La penúltima fase se lleva a cabo en la operación que recibe el nombre de Op 20. En esta operación se llevará a cabo el ensamblado de tres piezas, la pieza procedente de la Op 30.2, la procedente de la operación Op 15 y una pieza externa a Renault y conocida como Refuerzo Interior.
- FASE 5 (Operación 5): Por último, la operación que dará como resultado el producto final se denomina Op 40. En la Op 40 se ensamblan dos piezas, la pieza procedente de la Op 20 y la pieza procedente de la Op 30.1. El resultado final de esta operación es el Boitier Fix Train Left BFB.

Una vez que se ha obtenido el producto final en el Taller de Soldadura, este se llevará al Almacén de Expedición para que desde aquí se envíe al cliente de Soldadura, siendo este último Renault Palencia. Será esta última factoría la que realizará la última operación con el Boitier para que el cliente que ha demandado el vehículo Mégane reciba en buenas condiciones el producto que estamos sometiendo a estudio.

En las siguientes ilustraciones podemos ver resumido todo el perímetro de actuación del presente Proyecto.



**Ilustración 76: Vista aérea del Taller de Embutición y del Taller de Soldadura.**

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

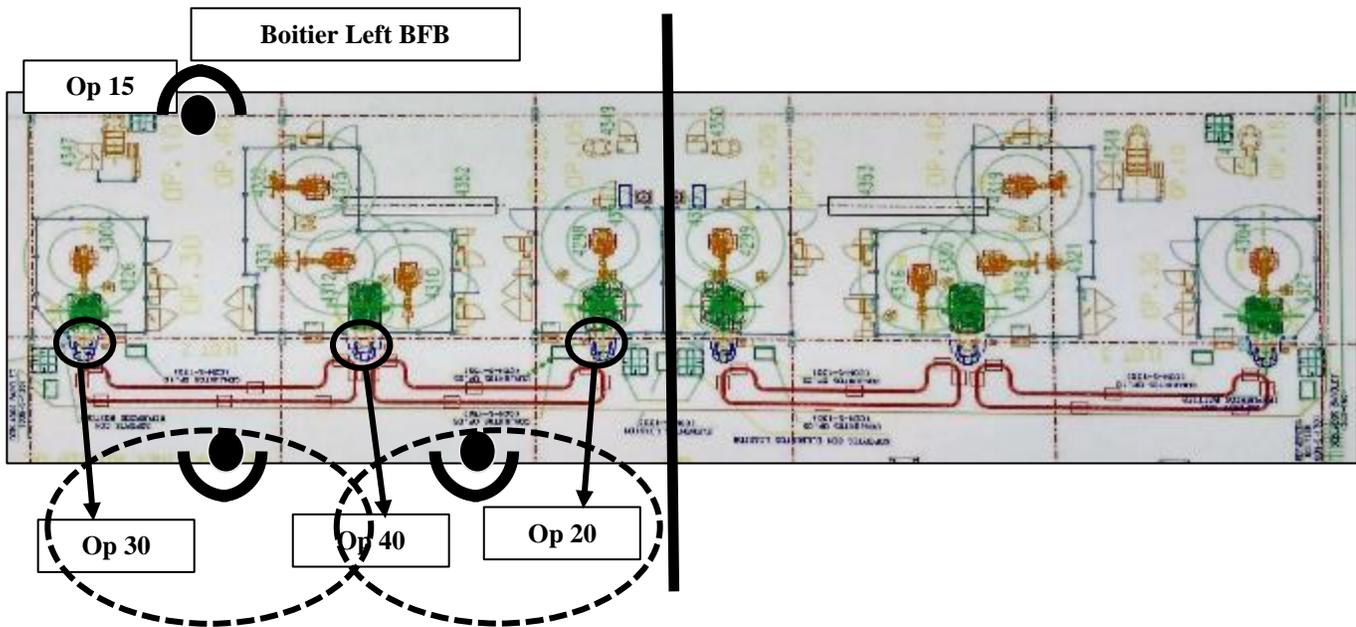


Ilustración 77: Layout Taller de Soldadura.

### 5.1. Fase Inicializar

En Renault, al igual que sucede en la mayoría de las grandes empresas que se dedican a la producción, se hace uso de indicadores que ayudan a resumir cuál es la salud de lo que se produce y de cómo se produce, además de ser fuentes de comparación entre fábricas, departamentos, talleres, etc, dentro del grupo Renault y con empresas ajenas a Renault.

En el presente proyecto, los indicadores con más peso dentro del grupo Renault en lo que repercute a la línea del Boitier Fix Train Left BFB son los que se citan a continuación:

- RENTABILIDAD.
  1. Inventario de Piezas Finalizadas.
  2. Número de Empleados (Head Count).
  3. Coste anual que supone el número de empleados existente.

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

### • COMPETITIVIDAD.

1. Q-Calidad.
  - Puntos de inspección
  - Alertas de calidad.
2. C-Coste.
  - HPU.
  - Scrap.
3. T-Tiempo.
  - Lead Time.
  - OEE.

A continuación vamos a describir en profundidad los indicadores citados. Como se argumentó en la teoría de las cuatro cajas, en un Proyecto Lean se buscan soluciones y mejoras del Sistema Industrial para hacer más óptimos los indicadores que definen dicho Sistema, por este motivo, es de suma importancia comprender de forma correcta el significado de los indicadores elegidos.

• **INVENTARIO DE PIEZAS FINALIZADAS:** Este indicador lo utilizamos para evaluar el dinero que supone el stock de piezas correctas finalizadas del Boitier Fix Train Left BFB. Hacer referencia a piezas correctas, es referirse a Piezas sin Errores de Calidad.

• **NÚMERO DE EMPLEADOS:** El número de empleados representa la cantidad de operarios que participan en el proceso de fabricación del Boitier. Como se definió anteriormente, el proceso de fabricación del Boitier comenzaba en el Taller de embutición a través de la fabricación de cuatro piezas y finalizaba en la factoría de Palencia. Entre estos dos extremos que acotan la fabricación del Boitier, se sucedían diversas operaciones desempeñadas en distintos puntos, en el Almacén cota 0,00, Taller de Soldadura y Almacén de Expedición. Por consiguiente, el número de empleados que participan en la producción del Boitier es:

- 1- Taller de Embutición: 10
- 2- Almacén Cota 0,00: 12

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

3- Taller de Soldadura: En el Taller de Soldadura se llevan a cabo cinco fases del proceso de fabricación del Boitier, todas ellas relacionadas con el Ensamblado de piezas que darán como resultado el Boitier final. Las dos primeras fases se llevan a cabo en la Op 30, la tercera fase en la Op 15, la siguiente fase en la Op 20 y la última en la OP 40. El número de empleados que se encargarán de que todas estas fases se cumplan será 2,5: 1 operario encargado de la Op 30 y Op 40, 1 empleado para la Op 20 y Op40 y medio empleado para la Op15 (se habla de medio empleado porque la Op 15 no se encuentra en pleno funcionamiento durante el turno completo, de esta forma el operario queda liberado al menos medio turno).

4- Almacén de Expedición: 12

5- Factoría Palencia: En dicha Factoría, un operario participa en el proceso de fabricación del Boitier.

• **COSTE ANUAL QUE SUPONE EL NÚMERO DE EMPLEADOS EXISTENTE:** En el grupo Renault, un empleado supone anualmente un coste de 36.000 €. Por consiguiente, el número de empleados fijados anteriormente, suponen un coste de 1.350.000 €.

• **PUNTOS DE INSPECCIÓN:** Los puntos de inspección tienen como objetivo examinar y evaluar las características de un producto, así como los componentes y materiales de que está elaborado. Para ello, se hacen uso de patrones de comparación, instrumentos de medición o equipos de pruebas y ensayos, todo con el fin de verificar si el producto evaluado cumple las especificaciones de calidad fijadas.

• **ALERTAS DE CALIDAD:** Las alertas de calidad pueden definirse como los avisos por los cuales notificamos a todos los involucrados de un proceso, ya sea Producción, Calidad, Logística, etc, sobre una queja de cliente o bien un fallo de unos de nuestros productos en las instalaciones del cliente.

• **HPU:** Horas trabajadas de los operarios para la fabricación de un vehículo (Horas por Unidad).

• **SCRAP:** Tanto por ciento de chatarra generada (piezas no conformes que no se pueden recuperar) en un proceso de fabricación.

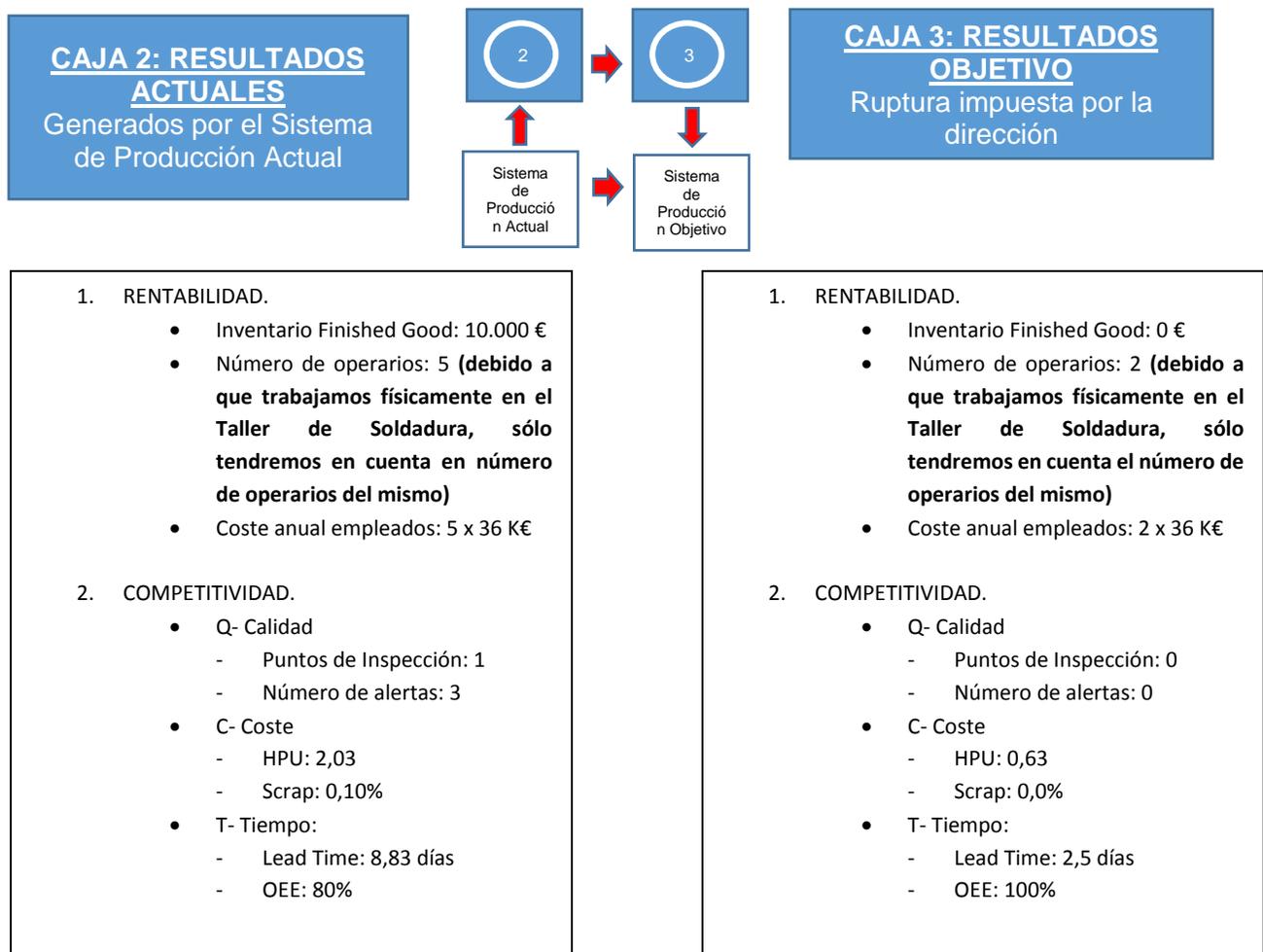
• **LEAD TIME:** Como se definió en la herramienta FCA (Flow chart 'A'), el Lead Time representa el tiempo que transcurre desde que se inicia un proceso de producción hasta que se completa, incluyendo normalmente el tiempo requerido para entregar el producto al cliente. Este tiempo, está relacionado

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

con la obra en curso, con los stocks, etc, es por este motivo que una reducción del mismo ocasiona un menor coste de fabricación.

- **OEE:** Parámetro que calcula la relación entre el número de piezas que se han producido y las unidades sin defectos que realmente se tenían que haber producido.

Conocidos los significados de los indicadores presentes en el Proyecto Lean, podemos completar las cajas 2 y 3 de nuestro Proyecto. Si recordamos, en la caja 2 plasmamos los resultados que se obtienen fruto del Sistema de Producción actual y por su parte, la caja 3 recoge los resultados objetivo que se quieren conseguir tras la implantación del Proyecto Lean. Debido a la confidencialidad de estos datos, en el presente proyecto serán tratados como valores orientativos que no coinciden en ningún caso con los reales que se tiene en la fábrica actualmente ni en el futuro.



**Ilustración 78: Valores cajas 2 y 3 Proceso Fabricación Boitier Fix Train Left BFB.**

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

Las condiciones ideales del taller están basadas en la simplificación del flujo de piezas, es decir, que el camino que recorran las piezas desde que son materia prima hasta que se ensamblan en el vehículo sea lo menor posible, se haga en el menor tiempo posible y que el proceso sea lo más automático posible, realizando una automatización a bajo coste.

### **5.2. Fase Comprometer**

Para la consecución de esta fase, se llevaron a cabo diversas reuniones con las distintas partes involucradas del Taller de Embutición, del Taller de Soldadura, del Almacén cota 0,00 y de Expedición, y de la factoría de Palencia. Estas reuniones concentraron a los Jefes de Taller y de Departamento, además de a los Ingenieros de APW encargados de pilotar este Proyecto. Tras el acuerdo de los indicadores, Planning y los papeles de cada uno dentro del Proyecto se firmó la carta de compromiso.

### **5.3. Fases Diagnosticar & Analizar**

Para el desarrollo de esta fase, se han tomado datos de la Línea de Fabricación del Boitier ubicada en el Taller de Soldadura, así como en el Taller de Embutición dónde se lleva a cabo la producción de cuatro piezas que forman parte del Boitier y de la logística que les suministra piezas, además de la que se encarga de expedir las piezas acabadas al cliente.

Para el tratamiento de estos datos y así poder diagnosticar los despilfarros y aleas de los diferentes proyectos, se ha hecho uso de diversas herramientas Lean definidas por el departamento de APW, las cuales son las descritas en el punto 3.1 del presente proyecto:

- CPA- Control Point Analysis.
- FCA- Flow Chart 'A'.
- VA/NVA- Valor Añadido / No Valor Añadido.
- PSE- Production Spec Evaluation.
- PSA- Production Spec Analysis.

### **5.3.1.Diagnóstico & Análisis:Herramienta CPA**

La primera herramienta utilizada en nuestro Proyecto Lean es el CPA. Con esta herramienta representaremos el movimiento de materiales a lo largo de toda la cadena de suministro de un proceso. El objetivo de esta herramienta es que podamos identificar los problemas existentes en el flujo actual.

El proceso de fabricación del Boitier comienza en Embutición, a través de la fabricación de las cuatro piezas necesarias que forman parte del producto final. A parte de las piezas fabricadas en el Taller de Embutición de la Unidad de Carrocerías de Valladolid, el Boitier estará constituido por dos piezas más, las cuales las obtendremos de los proveedores correspondientes (Gestamp Bizkaia y Gestamp Noery), estas piezas externas se conocen en términos Renault como piezas POE. Las dos piezas POE son recepcionadas y almacenadas en el Almacén cota 0,00, almacén donde guardaremos además las piezas resultantes de embutición. El diagrama de flujo de la herramienta CPA que representa este flujo de movimiento es el siguiente:

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

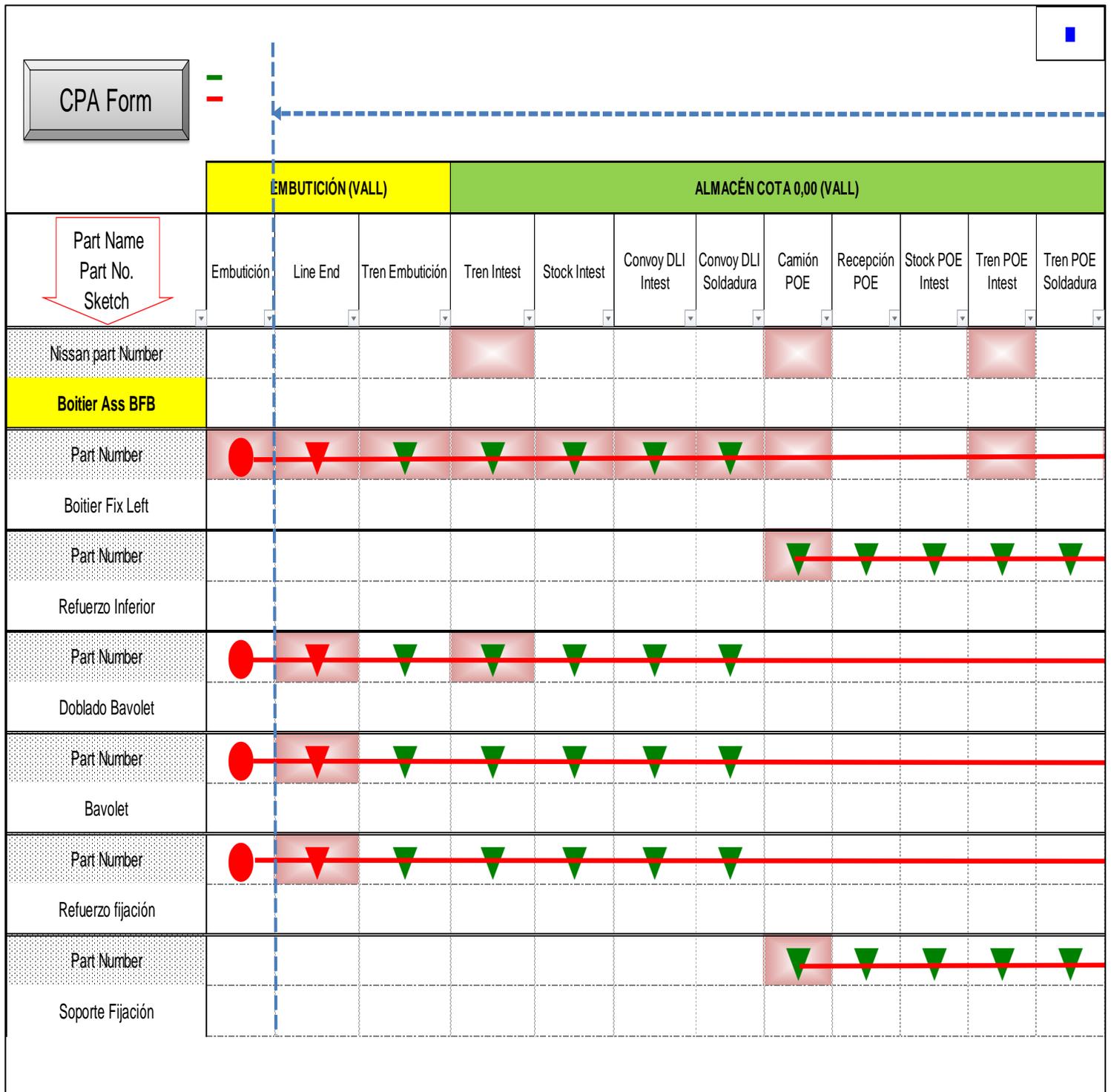


Ilustración 79: Diagrama de Flujo CPA.

El proceso de fabricación del Boitier continúa en el Taller de Soldadura, situado en cota superior. En la siguiente imagen visualizamos el diagrama de flujo del proceso llevado a cabo en dicho taller.







5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

Como se argumentó en la descripción de la herramienta CPA, ésta aparte de estar caracterizada por un diagrama de flujo, estaba definida por un Resumen de los Resultados. En el presente Proyecto, este resumen de resultados sólo se ha realizado de dos piezas conformantes del Boitier, la pieza final (que es la que nos interesa) y un componente de la pieza final a modo de ejemplo. La tabla resumen que caracteriza a la herramienta PSA es la mostrada en la siguiente figura:

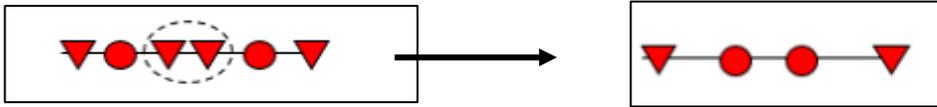
Stock quantity			Distance travelled	
Raw material	WIP	Finished goods	Mtr	Part Name Part No. Sketch
0	0	978	56091	<b>430198047R</b> <b>Boitier Ass BFB</b>
0	1240		797	<b>75519111R</b> <b>Boitier Fix Left</b>
0	0		0	<b>554C11695R</b> <b>Refuerzo Inferior</b>
0	0		0	<b>764515850R</b> <b>Doblado Bavolet</b>
0	0		0	<b>764131513R</b> <b>Bavolet</b>
0	0		0	<b>75532941R</b> <b>Refuerzo fijación</b>
0	0		0	<b>75515358R</b> <b>Soporte Fijación</b>

**Ilustración 83: Resumen Resultados CPA.**

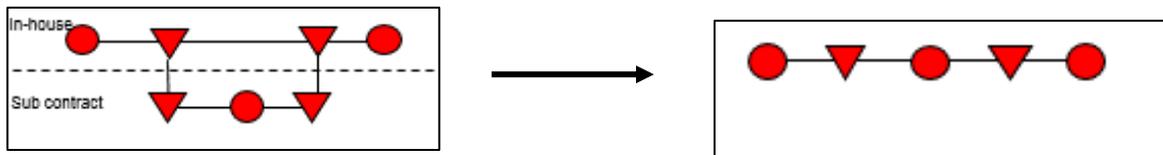
Una vez obtenidos los resultados tenemos que realizar un análisis de los mismos para detectar los despilfarros existentes en el flujo actual y poder así posteriormente aplicar las mejoras que sean necesarias. A la hora de detectar despilfarros en la herramienta PSA, podemos tener en cuenta las siguientes premisas:

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

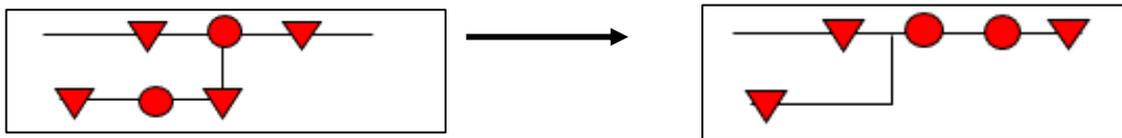
- **INTEGRACIÓN DE PROCESO:** Eliminar stocks supone eliminar espacios de almacenamiento desperdiciado.



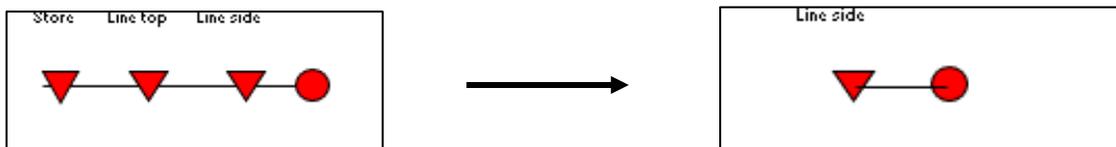
- **ELIMINAR ZONAS DE TRABAJO SUBCONTRATADO:** Deriva en una reducción de transporte y WIP.



- **MOVER LA ZONA DEL SUBCONJUNTO A LA LÍNEA PRINCIPAL:** Integración de procesos y reducción del número de stocks.



- **ENTREGA DIRECTA DE PIEZAS AL LADO DE LA LÍNEA:** Optimizamos el número de stocks y el transporte.

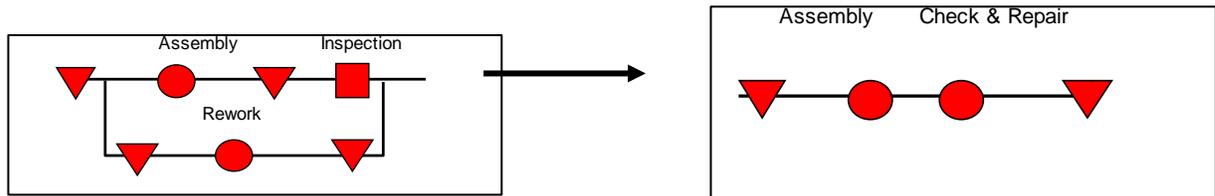


- **ENTREGA DIRECTA DESDE LÍNEA:** Reducción de stock, de espacio y de transporte.

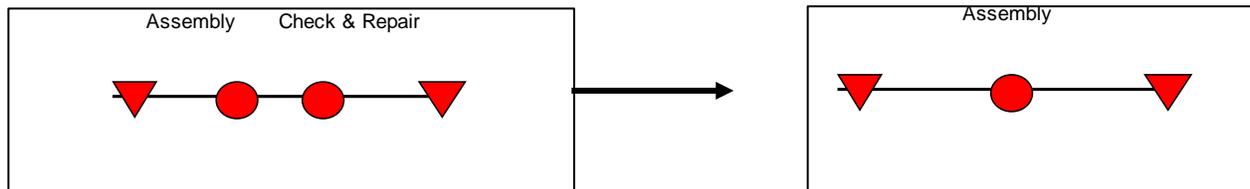


## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

- **ELIMINAR EL FLUJO HACIA ATRÁS:** Minimización de la manipulación, el almacenamiento y las operaciones adicionales.



- **ELIMINAR EL PROCESO DE BAJO VALOR:** Es necesario realizar las operaciones bien a la primera. Eliminamos stocks.



Haciendo un análisis exhaustivo además de hacer uso de las condiciones anteriores, identificamos lo siguientes despilfarros y afeas fruto de la herramienta PSA:

- **TALLER DE EMBUTICIÓN Y ALMACÉN COTA 0,00:**
  1. Enormes lotes de prensa, alrededor de 2000 piezas.
  2. Proceso de embutición no sincronizado con el departamento de Soldadura y Palencia.
  3. Niveles de stock variables: 0-2100.
  4. Los stocks no tienen una ubicación estándar.
  5. No hay límites máximos ni mínimos para el número de piezas que forman parte del stock.
  6. Demasiadas operaciones de manejo de piezas.
- **TALLER DE SOLDADURA:**
  1. La mayoría de las piezas son movidas con carretillas.
  2. No hay límites máximos ni mínimos para el número de piezas que forman parte del stock.
  3. Estaciones de trabajo no vinculadas y separadas.

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

4. Alto nivel de pasos en las estaciones de trabajo.
5. Falta optimización en el Lay Out del taller (m2).
6. Los operadores realizan muchas esperas.
7. 5S en el Taller de Soldadura mejorables.
8. En cuanto a la ergonomía, existe un elevado número de desplazamientos de piezas muy pesadas.
9. Etiquetado manual de piezas.

### • ALMACÉN DE EXPEDICIÓN Y PALENCIA:

1. Demasiadas operaciones para la gestión de piezas.
2. Proceso de Soldadura no sincronizado con el almacén de expedición.
3. Distancia elevada entre el principio y el fin del proceso (Valladolid→Palencia).
4. Baja automatización.
5. No existen límites máximos y mínimos para el número de piezas que forman parte del stock.

### **5.3.2.Diagnóstico & Análisis: Herramienta FCA**

El objetivo principal de la herramienta FCA es representar el flujo de materiales a lo largo de toda la cadena de suministro, además de representar el flujo de información necesario para poder comenzar a fabricar. Con esta herramienta obtenemos el tiempo que transcurre desde que comenzamos a trabajar la materia prima hasta que tenemos el producto acabado y listo para ser expedido al cliente.

Vamos a dividir los resultados arrojados por esta herramienta en dos partes, las cuales se muestran a continuación.

1. **FLUJO DE INFORMACIÓN:** El flujo de información viene definido por la comunicación entre los diferentes programas informáticos que participan actualmente en la planificación tanto de las compras como de la fabricación. En la actualidad, contamos con un gran número de programas informáticos encargados de calcular diferentes parámetros, este hecho hace que la información tenga que ser tratada desde diferentes herramientas, lo cual puede desembocar en errores de cálculo. Embutición fabrica piezas que serán consumidas por el Taller de Soldadura, por consiguiente, Soldadura es cliente de Embutición. Como podemos apreciar en la siguiente imagen, ambos talleres tienen sus propios útiles de gestión de la información, rompiendo la comunicación entre ambas ubicaciones. El hecho de que no exista comunicación entre fabricante y cliente se traduce en la fabricación de niveles

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

de stock innecesarios. Esta fabricación excesiva desemboca en que no realicemos una buena optimización del personal de fabricación, como producimos más de lo que necesitamos, demandamos mayor cantidad de mano de obra. La persona encargada de planificar la fabricación llevará a cabo esta tarea de forma manual, haciendo uso de hojas de cálculo (Excel). La gestión manual de la fabricación puede derivar en errores involuntarios.

Además de los despilfarros citados anteriormente, identificamos también que los Talleres de Fabricación planifican las necesidades de material necesario para fabricar en función de las órdenes de expedición, haciendo uso del programa logístico GPI. Que los Talleres de Fabricación se piloten por las necesidades de expedición y no de fabricación es un grave problema debido a que ambos conceptos significan cosas diferentes. Por ejemplo, vamos a imaginarnos que tenemos que expedir 10 piezas. En la tarea de planificar las necesidades de material, GPI solicitará materia prima para fabricar 10 piezas. Pero es posible que los talleres de fabricación no necesitaran abastecerse con esa cantidad de material, debido a que ya tenían las 10 piezas fabricadas.

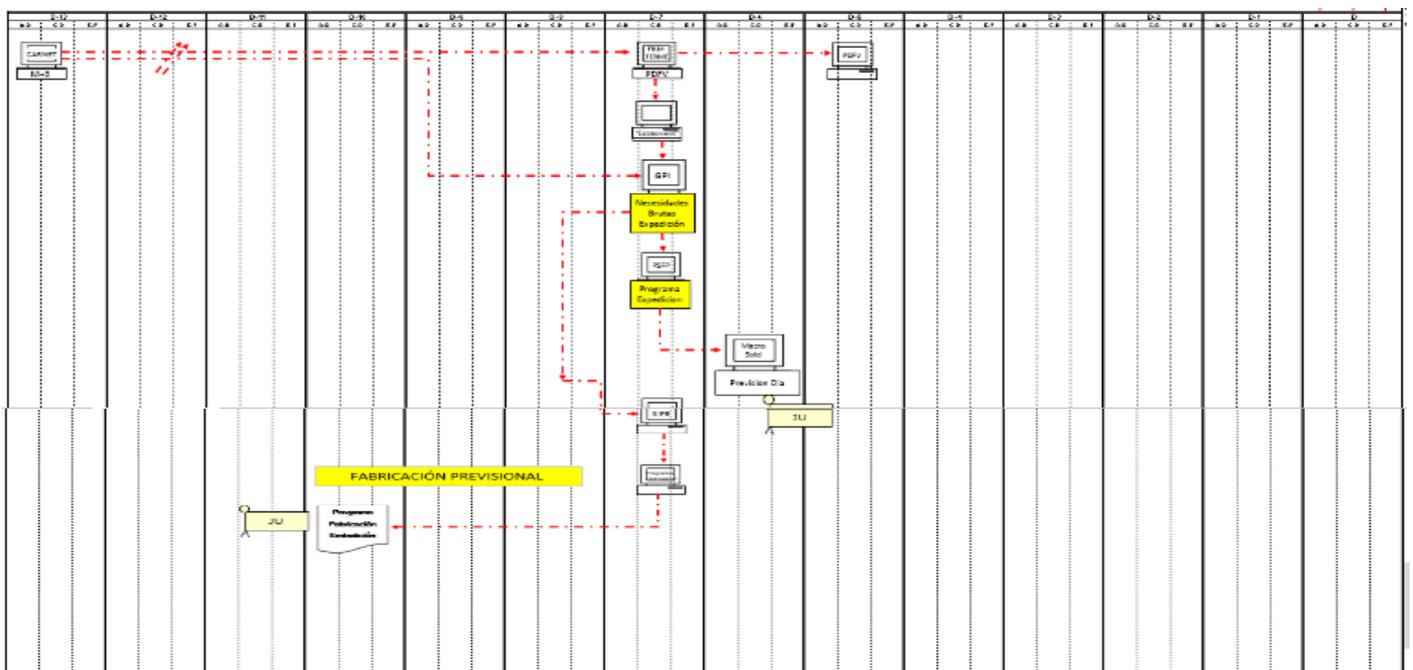


Ilustración 84: Resultados herramienta FCA.

2. LEAD TIME: El Lead Time es un tiempo muy importante que está presente en todos los Proyectos Lean Manufacturing. Este tiempo está relacionado con la obra en curso, con los stocks, etc, por lo que una reducción del mismo ocasiona una disminución de los costes de fabricación. Como

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

podemos observar en la siguiente figura, el Lead Time que define el proceso de fabricación actual del Boitier es de 8,83 días.

Este tiempo es consecuencia de la mala sincronización entre los Talleres encargados de la fabricación del producto. Se fabrican piezas intermedias (piezas WIP, Work in Progress) con mucha antelación y en exceso, generando stockajes de gran tamaño que permanecen almacenados gran cantidad de tiempo. Podemos hacernos la pregunta, ¿A qué se debe la ausencia de sincronización? Como bien se ha argumentado en los despilfarros existentes en el flujo de información, los Talleres de Embutición y Soldadura se pilotan por programas de expedición, no de fabricación, y además cada Taller utiliza sus propias herramientas de gestión informática, eliminando de esta forma la comunicación entre Talleres.

Se puede añadir además que este valor de Lead Time esta ocasionado por la gran distancia que recorren las piezas dentro del proceso de fabricación. Los Talleres de Fabricación y Almacenes ubicados en Valladolid que participan en la fabricación del Boitier no están conectados físicamente, a lo cual se suma que las poblaciones de Valladolid y Palencia están separadas 55Km.



### **5.3.3.Diagnóstico & Análisis: Herramienta VA/NVA**

El objetivo de esta herramienta de diagnóstico es detectar las actividades que se realizan en cada una de las operaciones que comprenden el proceso de fabricación del Boitier y clasificarlas en Valor Añadido o No Valor Añadido.

Para que VA / NVA arrojara los datos necesarios, se sometieron a estudio las actividades que se desarrollan en el Taller de Soldadura (debido a que es el Taller donde trabajamos físicamente), en concreto:

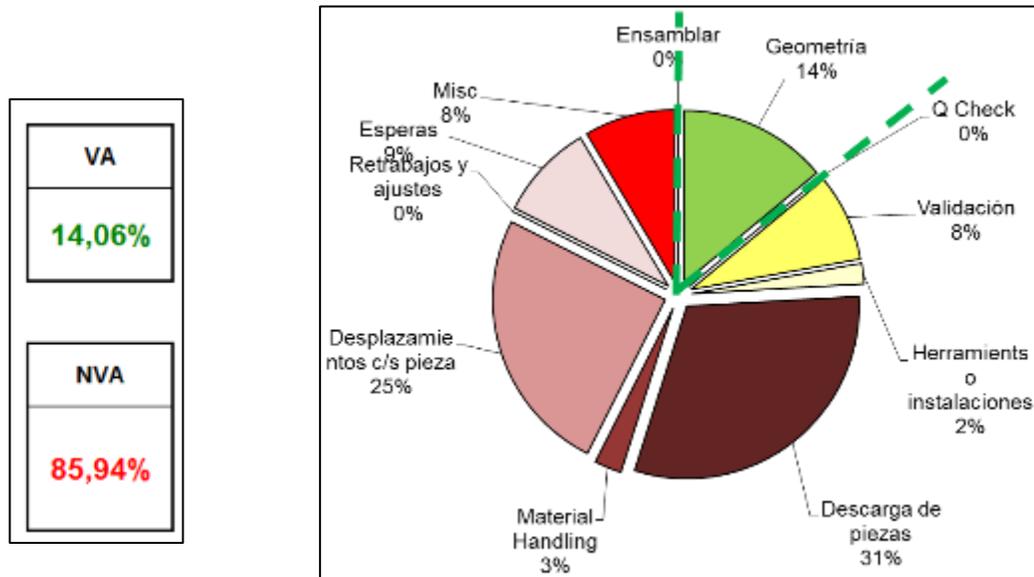
- Actividades de Op 15.
- Actividades de Op 30.
- Actividades de Op 20.
- Actividades de Op 40.

Comenzamos realizando observaciones aleatorias a los operarios que se encargan de llevar a cabo las operaciones del Proceso de Fabricación de Soldadura, obteniendo los siguientes resultados:



## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

Como consecuencia de estas observaciones obtenemos los porcentajes de Valor Añadido y No valor Añadido del proceso de fabricación del Boitier.

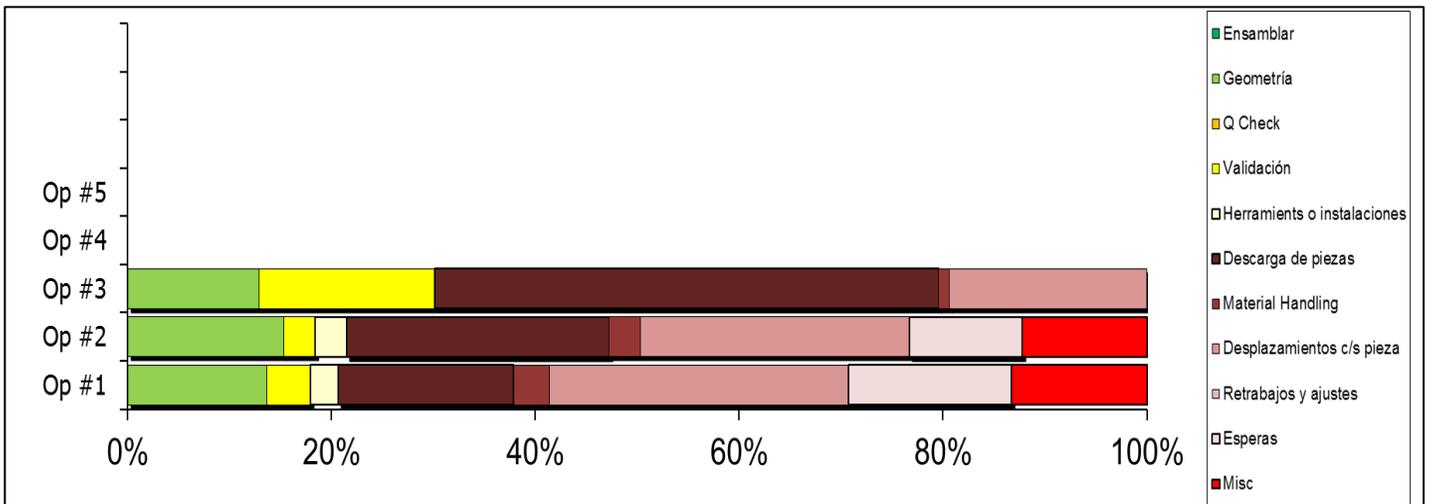


**Ilustración 87: Porcentajes de Valor Añadido y No Valor Añadido del Proceso de Fabricación del Boitier.**

Además de obtener los porcentajes de VA y NVA, obtenemos dos gráficos que representan:

1. Desglose de las actividades de No Valor Añadido en Porcentaje.
2. Desglose de las actividades de No Valor Añadido en Tiempo.

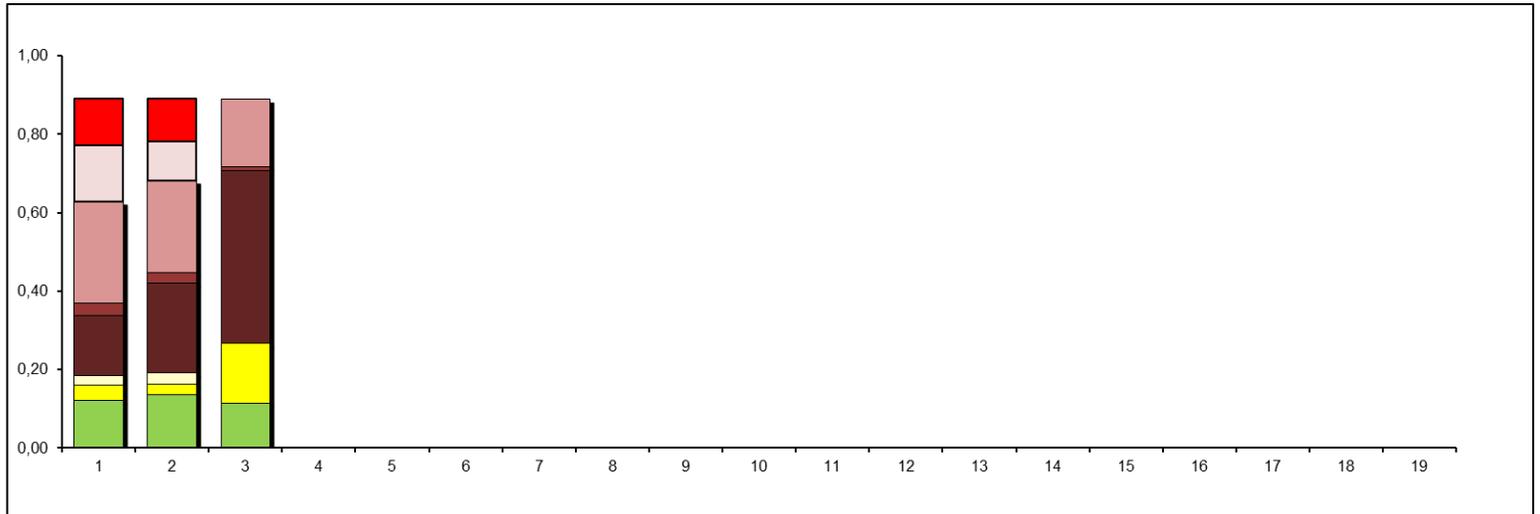
## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)



	Op #1	Op #2	Op #3	Op #4	Op #5															AVERAGE
Ensamblar	0%	0%	0%																	0%
Geometría	14%	15%	13%																	14%
Q Check	0%	0%	0%																	0%
Validación	4%	3%	17%																	8%
Herramientas o instalaciones	3%	3%	0%																	2%
Descarga de piezas	17%	26%	49%																	31%
Material Handling	4%	3%	1%																	3%
Desplazamientos c/s pieza	29%	26%	19%																	25%
Retrabajos y ajustes	0%	0%	0%																	0%
Esperas	16%	11%	0%																	9%
Misc	13%	12%	0%																	9%
TOTAL %	100%	100%	100%																	91%

Ilustración 88: 1.Desglose de las actividades de No Valor Añadido en porcentaje.

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)



	Op #1	Op #2	Op #3	Op #4	Op #5														AVERAGE
Ensamblar	0,00	0,00	0,00																0,00
Geometría	0,12	0,14	0,11																0,12
Q Check	0,00	0,00	0,00																0,00
Validación	0,04	0,03	0,15																0,07
Montajes o instalaciones	0,02	0,03	0,00																0,02
Descarga de piezas	0,15	0,23	0,44																0,27
Material Handling	0,03	0,03	0,01																0,02
Enlazamientos c/s pieza	0,26	0,23	0,17																0,22
Retrabajos y ajustes	0,00	0,00	0,00																0,00
Esperas	0,14	0,10	0,00																0,08
Misc	0,12	0,11	0,00																0,08
<b>TOTAL</b>	<b>0,89</b>	<b>0,89</b>	<b>0,89</b>																<b>0,81</b>

**Ilustración 89: 2. Desglose de las actividades de No Valor Añadido en tiempo.**

Recopilando información de la presente herramienta, obtenemos que de todas las posibles acciones que puede realizar un operario en cada operación, sólo dos de estas aportan Valor Añadido al proceso de fabricación:

- Ensamblar: Unir dos piezas en una para dar geometría.
- Geometría: Cargar piezas en el útil de fabricación. Solamente en ese instante.

Es primordial saber que el cliente solo va a costear las operaciones de Valor

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

Añadido, de tal forma, que todo el trabajo adicional que se desempeñe en un proceso de fabricación no va a ser recompensado, haciendo este hecho necesario eliminar todas las operaciones que no aporten Valor Añadido, conocidas como despilfarros. En vista a los resultados proporcionados por la herramienta VA/NVA, observamos que las acciones por las que se obtiene recompensa son mínimas en comparación con aquellas que no aportan ningún tipo de valor al producto final. Tan sólo tenemos un 14,06% de valor añadido, del cual un 14% es Geometría y un 0% es ensamblado, frente a un 85,94% de No Valor Añadido.

### 5.3.4. Diagnóstico & Análisis: Herramienta PSE

El objetivo del PSE es evaluar el Proceso de Fabricación sometido a estudio en el Proyecto Lean en los tres pilares fundamentales que componen un Sistema Industrial: Sistema de Transporte (Control de Producción), Sistema de Proceso (Ingeniería) y Sistema de Fabricación (Genba Kanri).

En cada uno de los pilares se evalúan diferentes ítems, cuyas evaluaciones se muestran a continuación en los siguientes gráficos:

Mechanism of Flow		Production System					Valladolid - Stage 1		Embutición		Palencia	
Production with fixed order		Evaluation rank					Rank	Comment	Rank	Comment	Rank	Comment
Element	Evaluation index	1	2	3	4	5						
Production allocation	Number of manufacturing stages	5 stages or more	4 stages	3 stages	2 stages	1 stage	2	4 Work Station	5	Linea 6 Embut	5	
Production lot	Production lot size	Based on 1 week or less (more than 1 day)	Based on 1 day or less	Based on 1 shift	Based on 4 hours or less	1 by 1	5	Pieza a pieza	1	3,5 days	5	
Production order	Method of Production order	Others	Production order list	Kanban	Delivery label	Order from terminal screen or broadcast information	2	Production order based on daily delivery request against stock	2	List	5	
	Timing of Production order	Before 3 days	Before 2 days	Before 1 days	Before 4 hours	Before 2 hours	3	El programa de fabricación es el programa de expedición del día siguiente	1	Con mucha anticipación	5	
Purchasing lot	Purchase lot size	Once / day or more (under once / shift)	Once / shift or more	Twice times / shift or more	4 times / shift or more	8 times / shift or more (1 by 1)	2		1		5	
Purchasing order	Method of Purchase order	Others	Purchase order list	Kanban	Delivery label	Specific containers (with labels)	2	Production order against stock and linked to Standard number of parts	1	No method, all the productions go to the stock	5	Not necessary
	Timing of Purchase order	Earlier than the above	Before 3 days	Before 2 days	Before 1 day	Before 4 hours	1	Purchase order > 5 dias	1		5	Not necessary
Style of packing	SNP	Production time to fill 1 SNP is over 120min.	Production time to fill 1 SNP is 120min. or less	Production time to fill 1 SNP is 60min. or less	Production time to fill 1 SNP is 30min. or less	Production time to fill 1 SNP is 15min. or less	3	About 30 minutes	5	473 parts/hour	5	Not necessary
	Density of container	Under 60%	60% or more	70% or more	80% or more	90% or more	3	Contenedor bastante lleno y los bultos bien colocados pero se spillan mal	3	Pieza más o menos triangular	5	Not necessary
	Packaging	Separately packed & must to be unwrapped	Packaging partitions must be removed for access to parts	Unpacked (must be handled or unbundled)	Unpacked (no unnecessary handling)	Exposed, 1 by 1 supply	3		3		3	
Storage	Storage Location	No designated location for part storage	Inventory locations are identified	Inventory quantity is clear (max- min indicated)	Final-in/First out is performed	Emergency rate is visible	1	There is an area for the parts, but in general (for finished goods)	1	There is an area for the parts, but in general (for finished goods)	4	
	Stock quantity	Stock larger than the transportation unit at line top & line end plus temporary storage	Stock is larger than the transportation unit at line top & line end	Stock at line end is larger than the transportation unit	Max stock = 1 transportation unit at line top & line end	Max stock = 1 SNP at line top & line end	3	3 SNP and the transportation unit= 2	3	3 SNP and the transportation unit= 2	5	
Transportation	Methods of transportation	Transportation by forklift	Exclusive transportation by trailer & tug	Consolidated transportation by trailer & tug	Small lot transportation (hand cart, etc) short distance	Small AGV, conveyor, auto handling	1	Fork trucks are mainly used	1	Fork trucks mainly	1	

Ilustración 90: Evaluación del Proceso de Fabricación del Boitier: Sistema de Transporte.

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

Mechanism of Processing

Production System

Self-process guarantee

Element	Evaluation index	Evaluation rank					Valladolid - Stage 1		Embutolón		Palencia	
		1	2	3	4	5	Rank	Comment	Rank	Comment	Rank	Comment
Building	Level of environmental setting	Environmental conditions are controlled locally to match prevailing conditions	Environmental factors of light & dust are set to achieve required standards	Lights, dust & temperature achieve the required standards	Lights, dust, temperature & humidity achieve the required standards	Lights, dust, temperature, humidity & vibration achieve the required standards	4		4		4	
	Level of passage setting	Passageways are not set to meet any standards	Passageways are set only to meet the required standard of width.	Passageways are set to meet the standard of "no dead ends" & "no one-way street"	Passageways are set to meet standards of the surrounding circuits, crossing & travelling-down	All passageways are set to meet the unicornal standard.	3		3		3	
Process design	Value added process rate # of value-added processes Total # of processes	Under 20%	20% or more	40% or more	60% or more	80% or more	1	CPA = 12%	3	Cogida de piezas y contenerizado	2	Mucho tiempo se espera
	Links between Stages	Not in the same premises	In the same premises	In the same building	In the same bloc	Directly linked	4	For the 4 Ws at assembly Vail	5	1 Operation	5	1 Operation
	Poka-yoke Installation rate # of processes with poka-yoke # of processes & insp/h	Under 60%	60% or more	70% or more	80% or more	90% or more	4	Detector installed for all the components	3		4	Detector installed for all the components
Equipment specification	Auto loading rate # of processes with auto load # of processes & insp/h	Under 30%	30% or more	50% or more	70% or more	90% or more	1	All loading is in manual	1		1	
	Auto eject rate # of processes with auto eject # of processes & insp/h	Under 65%	65% or more	80% or more	90% or more	100%	1	Ejecting is manual	1		5	Automatically
	Value Added % calculated from work sampling assessment	Under 40%	40% or more	50% or more	60% or more	70% or more	1	Under 40%	1		1	
Die / Jig specification	1 motion set rate # of dies & jigs with 1 motion set Total # of dies & jigs	Under 65%	65% or more	80% or more	90% or more	100%	5	Automatically	1		5	Automatically
	1 motion take out rate (from box) # of parts take out by 1 motion Total # of parts to be taken	Under 20%	20% or more	30% or more	40% or more	50% or more	1	Very large containers	1		1	
	Die set up time (in-line set up)	Over 30 min	30 min. or less	10 min. or less	5 min. or less	Finished within 1 cycle	1	There are not changes of tools & products	2	8 Change over + 8 MAP	1	There are not changes of tools & products
Peripheral equipment	1 touch switch rate # of 1 touch switches Total # of switches	Under 60%	60% or more	70% or more	80% or more	90% or more	5		5		5	
	Strike zone rate # of machines with strike zone Total # of machines	Under 50%	50% or more	60% or more	70% or more	80% or more	1	Not really	3		2	
Layout	Workers' collectivist rate	Under 2 operators / island	2 operators / island or more	4 operators / island or more	6 operators / island or more	8 operators / island or more	2	3 operators	2	3 Op	2	2 Op
	Layout change time	1 shift or more (over 8 hours)	1 shift (8 hours or less)	4 hours or less	2 hours or less	1 hour or less	1	All fixed facility	1		1	

Ilustración 91: Evaluación del Sistema de Fabricación del Boitier: Sistema de Proceso.

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

Element		Evaluation rank					Valladolid - Stage 1		Embutolón		Palencia	
		1	2	3	4	5	Rank	Comment	Rank	Comment	Rank	Comment
Working pattern	Adaptability of the shift pattern to the monthly production load	There is no revision standard.	Revision of shift pattern in response to the production load are given case-by-case.	Revision of the shift pattern due to the production load is established.	Revision of the shift pattern due to the production load is established and responded immediately.	Revision of the shift pattern due to the production load is included in the daily routine.	3	Each day is going better in that sense	2		5	Not necessary. Production in auto
	Level of basic working hours	There is no revision standard.	The basic working hours cannot be reduced. Upper overtime limit is not established	The basic working hours can be reduced ( by approx 10%) Upper overtime limit is not established	The basic working hours can be reduced ( by approx 10%) Upper overtime limit is established	The basic working hours can be reduced ( by approx 10%) Engineering action is taken when overtime exceeds the upper limit	3	Basic working hours cannot be reduced, but there is other mechanism of flexibility	3	Basic working hours cannot be reduced, but there is other mechanism of flexibility	3	Basic working hours cannot be reduced, but there is other mechanism of flexibility
	Level of overtime working	There is no procedure to decide.	It is decided at a meeting everyday.	Manufacturing supervisor decides everyday (union agreement required)	Overtime decided 2 hours before the finishing time (overtime limit is fixed & no agreement is required).	Overtime decided 1 hours before the finishing time (overtime limit is fixed & no agreement is required).	3	Overtime based on volunteers. No standard procedure	3		3	
Standard operation (Cyclic)	Range of standard operation sheets - 'Cyclic operations'	No Std op sheets	Std op sheets for all cyclic operations of machining & assembly.	Std op sheets for all cyclic operations of machining, assembly, & inspection	Std op sheets for all cyclic operations of machining, assembly, inspection & transferring.	The subjective operations are changed according to the change procedure.	2		3		2	
	Level of standard operation sheet	No fixed procedure for the setting of Std op sheets	Std Op Sheets based on N-TWI. Steps, vital points, & reasons are indicated.	SOS based on N-TWI. Steps, vital points, reasons, target time & std inventory are indicated.	SOS based on N-TWI. Steps, vital points, target time, std inventory are indicated. Drawings & photos are used.	SOS based on N-TWI. Steps, vital points, reason, target time, std inventory are indicated. Std ops are visualized & globally adaptable.	2	SPT - Not verified APW	2		2	
	Level of standard time	No time is set	Total time is set	Std time for manual work is set for each step. No machine cycle time set	Std time for manual work is set for each step. Total machine cycle time is set.	Std time for manual & machine cycle is set for each job element.	4	Times for op and machines	3		4	
Standard operation (non-cyclic)	Range of standard operation sheets (non-cyclic)	No Non-cyclic Std op sheets	SOS created for the start-up check & end of shift check.	SOS created for start-up check, end of shift check, die setting, & tool replacement.	SOS created for all non-cyclic operations	The subjective operations are changed according to the change procedure.	1	Non cyclic operations not fully standardised: start up and end of shift	1		1	
	Level of standard operation sheet (non-cyclic)	No fixed procedure for the setting of Non-cyclic Std op sheets	Although the setting method is fixed, only the main procedures are identified.	SOS based on N-TWI. Steps, vital points & reasons are indicated.	SOS based on N-TWI. Steps, vital points, target time, std inventory are indicated. Drawings & photos are used.	SOS based on N-TWI. Steps, vital points, reason, target time, std inventory are indicated. Std ops are visualized & globally adaptable.	1		1		1	
Job allocation	Job allocation utilisation	Job allocation map is formed. Work to be allotted to newcomers & secondees is defined.	Job allocation at each process to deal with absentees is clearly determined.	Team members' rotation is planned & implemented accordingly.	Systematic monthly rotation is applied to core workers when product quality is stable.	When a new operation rate, it is possible for job allocation & production rotation	1		1		1	
Problem handling	Problem handling	Actions in irregular conditions are defined. Everyone knows the rules & procedures.	Immediately feedback of defect information. Operation reconfirmed by observation & Std Op review	If defects are identified, quality at the process is temporarily assured by self or neighbour check.	If defects are identified, definite measures are taken to prevent recurrence by installing pokayoke etc.	If a negative trend is identified, a corrective action is taken promptly to prevent an actual defect.	1		1		1	
	Problem displaying / notifying	There is no problem notification rule.	Irregular conditions are notified based on operators' awareness.	Facility can automatically notify irregular conditions. Problem can be predicted.	There is a procedure to notify irregular conditions	Irregular conditions are automatically detected & predicted in advance	2	No automatic alert on facilities, detection capability mainly based on operators awareness	2		2	

**Ilustración 92: Evaluación del Sistema de Fabricación del Boitier: Sistema de Fabricación.**

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

Como consecuencia de las evaluaciones realizadas, el Proceso de Fabricación del Boitier recibe una nota en cada pilar que define el Sistema Industrial, siendo esta el promedio de cada uno de los elementos evaluados. La hoja resumen que arroja la herramienta PSE se muestra a continuación:

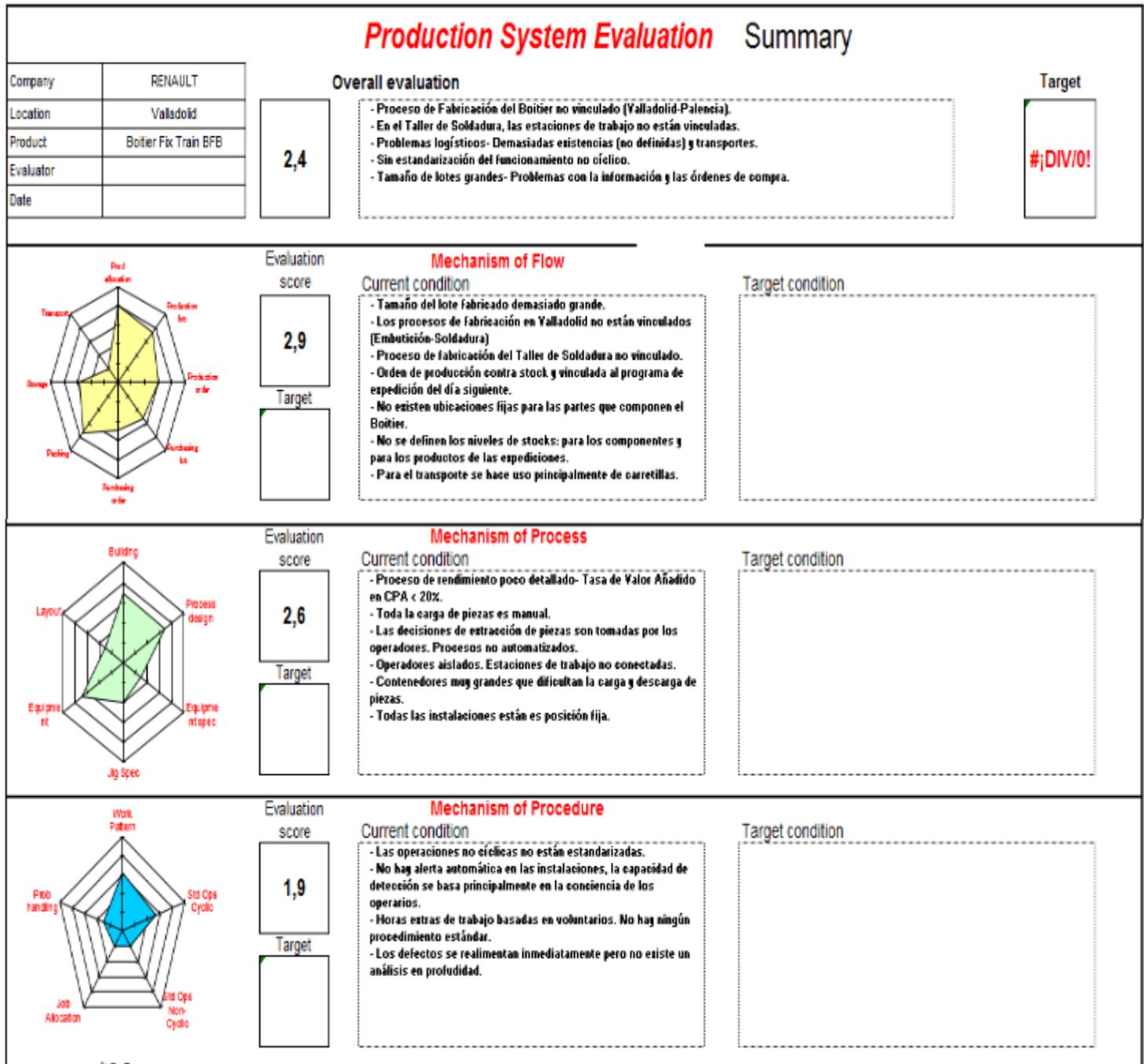


Ilustración 93: Hoja Resumen de la herramienta PSE.

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

En vista a las evaluaciones realizadas y a los posteriores resultados obtenidos, detectamos los siguientes despilfarros y aleas en el Proceso de Fabricación del Boitier:

- Sistema de Transporte:

1. Tamaño del lote de fabricación demasiado grande.
2. Los procesos de fabricación no están vinculados (Embutición Valladolid- Soldadura Valladolid- Palencia).
3. El proceso de fabricación del Taller de Soldadura no está vinculado.
4. Orden de producción contra stock y vinculado al programa de expedición del día siguiente.
5. No existen ubicaciones fijas para almacenar las partes que componen el Boitier.
6. No se definen los niveles de stock: Para los componentes y para los productos de las expediciones.
7. Para el transporte se hace uso principalmente de carretillas.
8. Problemas logísticos- Demasiadas existencias (no definidas) y transportes.

- Sistema de Proceso:

1. Proceso de rendimiento poco detallado- Tasa de Valor añadido en CPA <20%.
2. Toda la carga de piezas es manual.
3. Las decisiones de extracción de piezas son tomadas por los operarios. Procesos no automatizados.
4. Operarios aislados. Estaciones de trabajo no conectadas.
5. Contenedores muy grandes que dificultan la carga y la descarga de piezas.
6. Todas las instalaciones están en posición fija.

- Sistema de Fabricación:

1. Las operaciones no cíclicas no están estandarizadas.
2. No hay alerta automática en las instalaciones. La capacidad de detección se basa principalmente en la conciencia de los operarios.
3. Horas extras de trabajo basadas en voluntarios. No hay ningún procedimiento estándar.
4. Los defectos se realimentan inmediatamente pero no existe un análisis en profundidad.

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

Evaluados los tres pilares que componen un Sistema Industrial, con la herramienta PSE obtenemos además una evaluación global del Sistema Industrial del proceso de fabricación que estamos estudiando en el Proyecto Lean. La nota del Sistema Industrial se obtiene como resultado del promedio de las notas de cada uno de los pilares que componen este último. En resumen, los despilfarros más notables del Sistema Industrial del Proceso de Fabricación del Boitier detectados con el PSE son:

- Proceso de fabricación del Boitier no vinculado (Embutición Valladolid-Soldadura Valladolid-Factoría Palencia).
- En el Taller de Soldadura las estaciones de trabajo no están vinculadas.
- Problemas logísticos- Demasiadas existencias (no definidas) y transportes.
- Sin estandarización del funcionamiento no cíclico.
- Tamaño de lotes grandes- Problemas con la información y las órdenes de compra.

### **5.3.5.Diagnóstico & Análisis: Herrameinta PSA**

Con la herramienta PSA obtenemos de forma gráfica la capacidad mensual del proceso de fabricación estudiado bajo el marco del Proyecto Lean, entendiendo por capacidad la cantidad total de piezas que podemos producir en las condiciones de trabajo existentes en el momento del estudio. El objetivo que persigue esta herramienta es comprobar si el Proceso de Fabricación estudiado, en nuestro caso, el Proceso de Fabricación del Boitier, es capaz de adaptarse a las fluctuaciones de la demanda de los clientes.

Para que la herramienta citada arroje los resultado que necesitamos para detectar despilfarros y aleas, comenzamos dando valores a los parámetros que definen el PSA.

- Tiempo disponible: Centrándonos en el proceso de fabricación del Boitier en el Taller de Soldadura, obtenemos una fabricación basada en dos tunos, con 4450 minutos semanales de tiempo planificado disponible para la producción y 350 minutos semanales de tiempo planificado no disponible para producir.
- OEE: La relación entre el número de piezas que se podían haber producido y las unidades sin defectos que realmente se han producido es del 80%.
- CICLO DE EMBOTELLAMIENTO: Realizando un exhaustivo estudio de las máquinas que definen el proceso de fabricación del Boitier en el Taller de Soldadura, se obtuvo, que el utensilio que más ralentiza el proceso de

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

fabricación mencionado está definido por un tiempo ciclo de 0,85 centésimas de segundo.

- **VOLUMEN DEMANDADO:** El volumen de vehículos mensual demandado por los clientes, y por consiguiente, el número de Boitiers demandados se resume en la siguiente tabla:

**TABLA VI: VOLMEN MENSUAL DE VEHÍCULOS (PIEZAS DE BOITIER) DEMANDADO.**

Volume											
14.840	4.304	14.868	14.307	18.720	10.140	14.611	16.149	14.611	14.611	18.456	15.380
Jul. 2017	Ago. 2017	Sep. 2017	Oct. 2017	Nov. 2017	Dic. 2017	Ene. 2018	Feb. 2018	Mar. 2018	Abr. 2018	May. 2018	Jun. 2018

- **NÚMERO DE TRABAJADORES POR TURNO:** Las operaciones que definen el Proceso de Fabricación del Boitier en el Taller de Soldadura (sólo tenemos en cuenta los operarios de este Taller debido a que esta ubicación es dónde trabajamos físicamente) están desempeñadas por 2,5 operarios. Puede surgir la siguiente pregunta, ¿Podemos dividir un operario a la mitad para tener 2,5?, la respuesta es sí, por el siguiente motivo: Un operario se encarga de realizar las operaciones Op 20 y Op 40, otro operario, por su parte, se encarga de desempeñar las operaciones Op 30 y Op 40, por último, existe un operario que trabaja en la Op 15 pero durante la mitad de su jornada laboral, empleando el resto del tiempo en otras tareas diferentes. En resumen, tenemos 2,5 operarios que se encargan de llevar a cabo el proceso de fabricación del Boitier en el Taller de Soldadura.

No incluidos dentro de los cinco parámetros fundamentales de los que depende la herramienta PSA, pero si siendo datos necesarios para que esta última arroje los resultados necesarios, recogemos los siguientes valores:

- **DÍAS LABORALES MENSUALES:** En la siguiente tabla se recogen los días laborales de los meses en los que se ha definido la demanda de vehículos de la tabla VI.

**TABLA VII: DÍAS LABORALES MENSUALES.**

	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	Average
Renault Working Days / month	20	7	21	19	24	13	19	21	19	19	24	20	18,8
Supplier working days / month	20	7	21	19	24	13	19	21	19	19	24	20	18,8

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

- **COSTE ANUAL DE OPERARIOS:** El dinero que supone a Renault los operarios que participan en el proceso de fabricación sometido a estudio. En nuestro caso, este es de 34.710 £.
- **COSTE MENSUAL DE OPERARIOS:** El dinero mensual que cuesta a Renault el conjunto de operarios que participan en el proceso de fabricación del Boitier. Este coste toma el valor de 2893 £.

Conocidos todos estos datos les ubicamos en la plantilla correspondiente del PSA para que esta última arroje los resultados con lo que podremos detectar los despilfarros y aleas que caracterizan el sistema de producción del Boitier. En las siguientes figuras se muestran las plantillas de la herramienta sometida a estudio con todos los datos necesarios para que ésta realice los cálculos correspondientes de capacidad.

# 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)



## Planned Available Time

Engineer : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_ Supplier / Location : Carrocerias (Valladolid)  
 Model(s) : BFB K9K Commodity : Boitier Fix Tren AR Process : \_\_\_\_\_

No. working Days / week  5 No. shifts / day  2

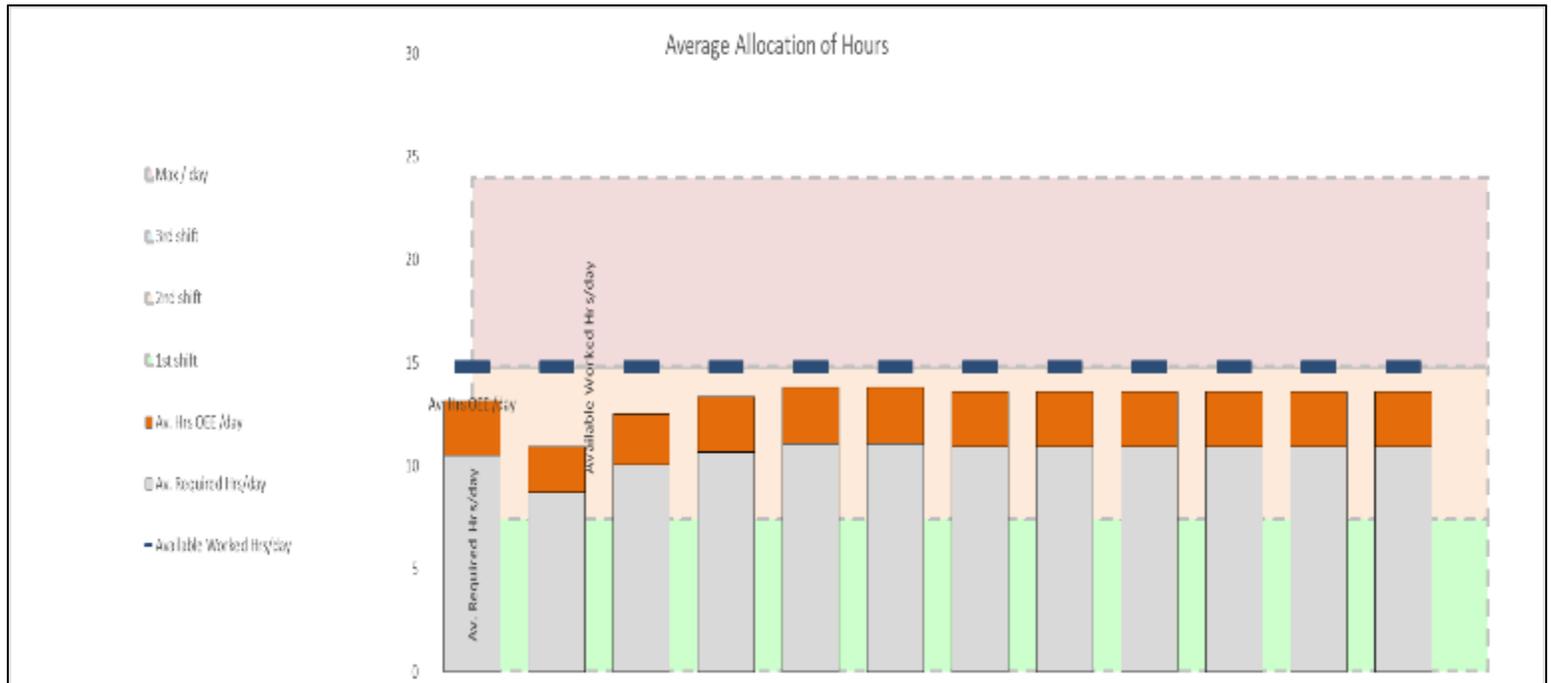
		Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	
Working shifts	Start	6:00	6:00	6:00	6:00	6:00			Total mins / week
	Finish	14:00	14:00	14:00	14:00	14:00			2400
	Mins	480	480	480	480	480	0	0	
	Morning Meeting	0	0	0	0	0			
	1st Break	10	10	10	10	10			
	2nd break	15	15	15	15	15			
	3rd break	10	10	10	10	10			
	4th break	0	0	0	0	0			
	Available mins / shift	445	445	445	445	445			Available mins / week
	% Rest	7.3%	7.3%	7.3%	7.3%	7.3%			2225
Preventative Maintenance	Start up (checks & cleaning)								0
	End of Shift (checks & cleaning)								0
	Planned TPM								0
	Other								0
Changeovers	Average Time / shift								0
	Frequency / shift								0
	Duration	0	0	0	0	0	0	0	0
	Net available mins to run at 100% OFF	445	445	445	445	445	0	0	Available mins / week
									2225
Working shifts	Start	14:00	14:00	14:00	14:00	14:00			Total mins / week
	Finish	22:00	22:00	22:00	22:00	22:00			2400
	Mins	480	480	480	480	480	0	0	
	Morning Meeting	0	0	0	0	0			
	1st Break	10	10	10	10	10			
	2nd break	15	15	15	15	15			
	3rd break	10	10	10	10	10			
	4th break	0	0	0	0	0			
	Available mins / shift	445	445	445	445	445			Available mins / week
	% Rest	7.3%	7.3%	7.3%	7.3%	7.3%			2225
Preventative Maintenance	Start up (checks & cleaning)								0
	End of Shift (checks & cleaning)								0
	Planned TPM								0
	Other								0
Changeovers	Average Time / shift								0
	Frequency / shift								0
	Duration	0	0	0	0	0	0	0	0
	Net available mins to run at 100% OFF	445	445	445	445	445	0	0	Available mins / week
									2225
Working shifts	Start								Total mins / week
	Finish								0
	Mins								0
	Morning Meeting								
	1st Break								
	2nd break								
	3rd break								
	4th break								
	Available mins / shift	0	0	0	0	0			Available mins / week
	% Rest	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0
Preventative Maintenance	Start up (checks & cleaning)								0
	End of Shift (checks & cleaning)								0
	Planned TPM								0
	Other								0
Changeovers	Average Time / shift								0
	Frequency / shift								0
	Duration	0	0	0	0	0	0	0	0
	Net available mins to run at 100% OFF	0	0	0	0	0	0	0	Available mins / week
									0
	Total min / day	960	960	960	960	960	0	0	
	Total available mins / day	890	890	890	890	890	0	0	Available mins / week
									4450
	Ave mins / day								890
	Average / hrs / day								14.83

Ilustración 94: Plantilla Tiempos Disponibles de la herramienta PSA.



## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

Introducidos todos los datos, la herramienta PSA proporciona los siguientes resultados:



Average Work Content		2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
No. of operators required per shift		3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Total No. of operators		6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
% operator loading		86,8%	72,0%	82,9%	88,1%	91,3%	91,3%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%
Actual Hours / part		0,12	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Headcount	Hourly Rate	€7,50 based on UK minimum April 17											
	Cost per annum	€ 34.710	€ 34.710	€ 34.710	€ 34.710	€ 34.710	€ 34.710	€ 34.710	€ 34.710	€ 34.710	€ 34.710	€ 34.710	€ 34.710
	Cost per month	€ 2.893	€ 2.893	€ 2.893	€ 2.893	€ 2.893	€ 2.893	€ 2.893	€ 2.893	€ 2.893	€ 2.893	€ 2.893	€ 2.893
	Direct Labour Cost per part	€ 0,19	€ 0,67	€ 0,19	€ 0,20	€ 0,15	€ 0,29	€ 0,20	€ 0,18	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,16	€ 0,19

**Ilustración 96: Resultados herramienta PSA.**

Como bien se ha dicho en el presente informe, los medios performantes deben producir la pieza demandada, en el momento demandado, con la calidad demandada y al mínimo coste.

Atendiendo a los resultados de capacidad arrojados por el PSA, vemos que somos capaces de satisfacer la demanda del cliente en todos los meses estudiados, es decir, somos capaces de hacer frente a las fluctuaciones de demanda.

Pese a esto, se puede apreciar también que gran parte del tiempo de fabricación está dedicado a la producción de piezas no conformes (franja naranja). Estas no

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

conformidades hacen que todo el tiempo de trabajo disponible en los dos turnos de fabricación esté dedicada única y exclusivamente a la producción del Boitier. Esto es un gran inconveniente debido a los dos motivos que se citan a continuación. Como vemos, el coste directo por pieza fabricada es de 0,19 £ (mes de Julio 2017), el cual viene dado por la relación entre el coste mensual de operarios y el volumen de piezas vendidas. Si no existiesen los problemas de calidad, se podría estudiar la reducción del tiempo de trabajo de dos turnos a un turno, disminuyendo consigo en número de operarios. Esta reducción supondría un decremento del coste directo por pieza fabricada, consiguiendo el requisito marcado por el MPM de producir al mínimo coste. El segundo motivo que convierte a las no conformidades en un inconveniente, es que debido a que los operarios destinan su jornada laboral únicamente a la fabricación del Boitier, aparece el imposible de que el tiempo disponible una vez finalizada la producción pudiera invertirse en formación de trabajadores, en aplicación de los estándares 5S en el puesto de trabajo para conseguir un puesto Job Friendly, en invertir tiempo en la fabricación de nuevos productos, etc.

### 5.3.6.Caja 1

Una vez utilizadas todas las herramientas Lean sobre el Proceso de Fabricación estudiado, y realizado el análisis de los resultados arrojados por las mismas, estamos en condiciones de construir la Caja 1. La Caja 1 tiene como finalidad recoger la condición actual del Proceso de Fabricación y sus detalles.

Por consiguiente, ya tendremos contruidas las cajas 1,2 y 3 de nuestro Proyecto Lean Manufacturing.

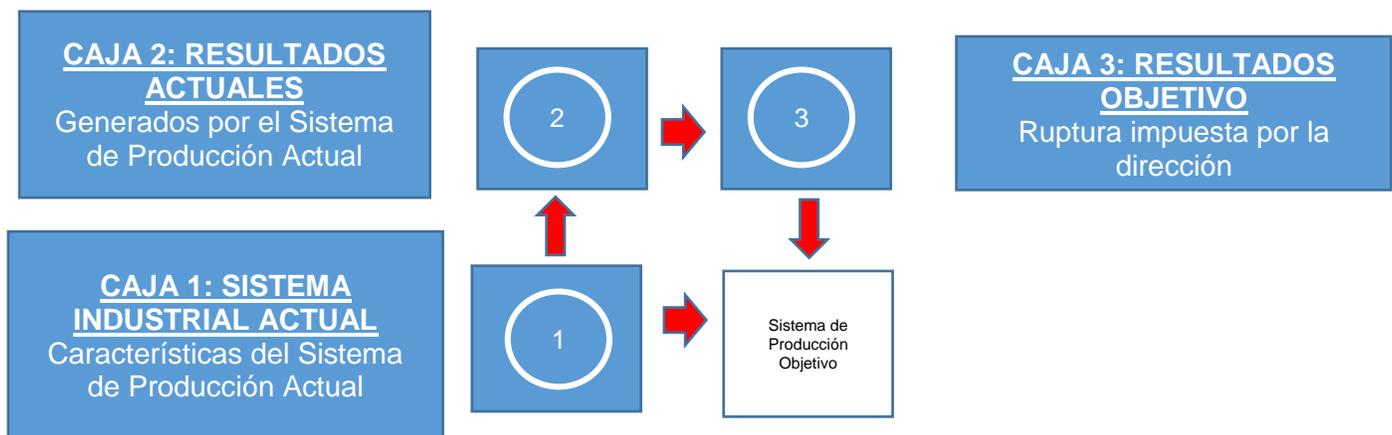


Ilustración 97: Herramienta de las cuatro Cajas.

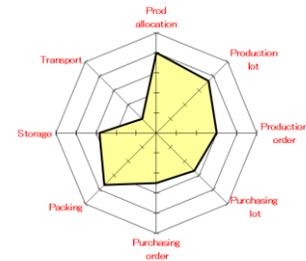
## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

### CAJA 1 <SISTEMA INDUSTRIAL ACTUAL>

#### SISTEMA INDUSTRIAL

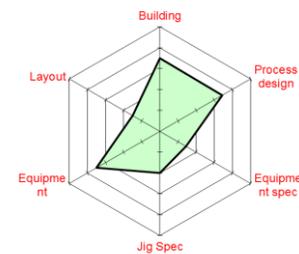
##### 1. SISTEMA DE TRANSPORTE

1. Tamaño del lote de fabricación demasiado grande.
2. Los procesos de fabricación no están vinculados (Embutición Valladolid- Soldadura Valladolid- Palencia).
3. El proceso de fabricación del Taller de Soldadura no está vinculado.
4. Orden de producción contra stock y vinculado al programa de expedición del día siguiente.
5. No existen ubicaciones fijas para almacenar las partes que componen el Boitier.
6. No se definen los niveles de stock: Para los componentes y para los productos de l expediciones.
7. Para el transporte se hace uso principalmente de carretillas.
8. Problemas logísticos- Demasiadas existencias (no definidas) v transportes.



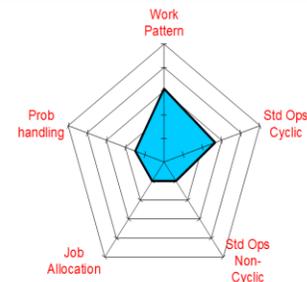
##### 2. SISTEMA DE PROCESO

1. Proceso de rendimiento poco detallado- Tasa de Valor añadido en CPA <20%.
2. Toda la carga de piezas es manual.
3. Las decisiones de extracción de piezas son tomadas por los operarios. Procesos no automatizados.
4. Operarios aislados. Estaciones de trabajo no conectadas.
5. Contenedores muy grandes que dificultan la carga y la descarga de piezas.
6. Todas las instalaciones están en posición fija.



##### 3. SISTEMA DE FABRICACIÓN

1. Las operaciones no cíclicas no están estandarizadas.
2. No hay alerta automática en las instalaciones. La capacidad de detección se basa principalmente en la conciencia de los operarios.
3. Horas extras de trabajo basadas en voluntarios. No hay ningún procedimiento estándar.
4. Los defectos se realimentan inmediatamente pero no existe un análisis en profundidad.



#### SISTEMA DE MANAGEMENT

Nivel del DMD en el Taller de Soldadura: 0,56

Ilustración 98: Caja 1: Sistema Industrial Actual.

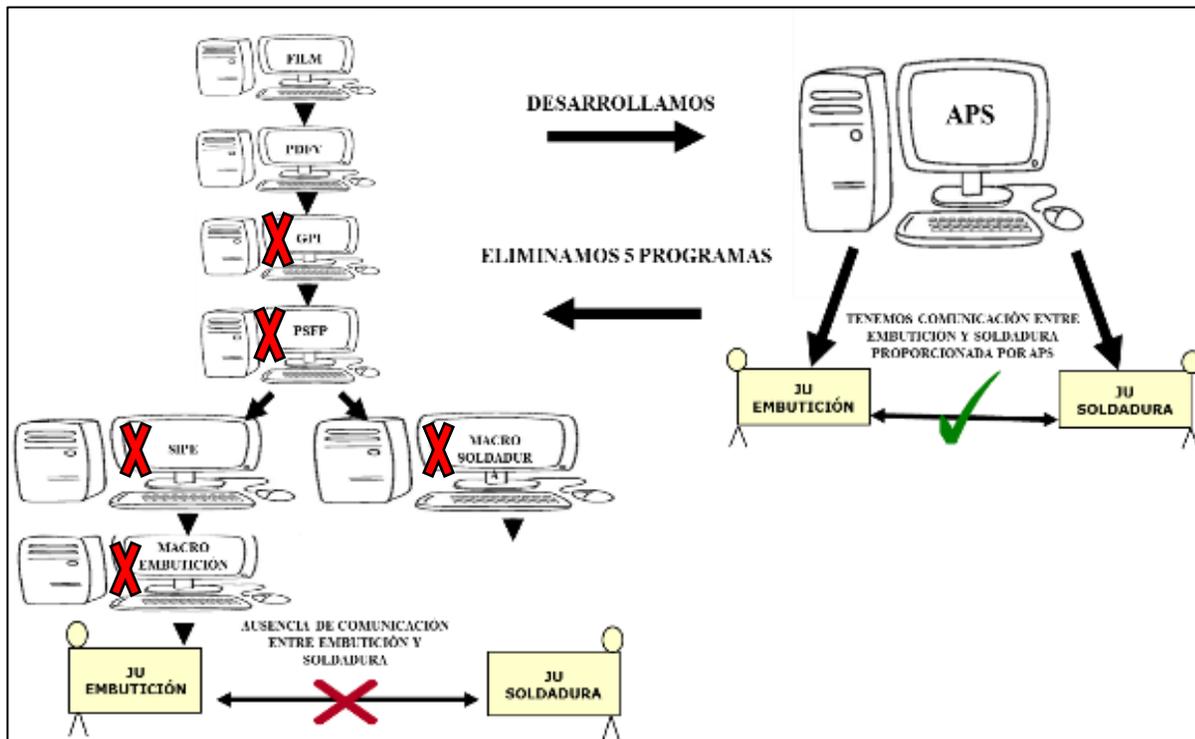
## 5.4. Seminario Lean

Una vez recopilados los datos y tratados con las herramientas Lean correspondientes, ya tenemos localizadas las acciones a mejorar. En este punto se convoca una reunión que estará formada por todos los participantes del Proyecto Lean para buscar las posibles soluciones a las aleas encontradas. A continuación se describen cada una de las acciones llevadas a cabo para mejorar el actual Proceso de Fabricación del Boitier.

- La programación de la fabricación por la que se rigen los talleres de fabricación está constituida por múltiples programas informáticos y además algunos de estos son programas de expedición, no de fabricación. Cada taller hace uso de sus propias herramientas para organizar su fabricación, lo cual desemboca en una gran falta de comunicación entre fabricantes y clientes. Además, la programación de la fabricación se realiza de forma manual a través de hojas de cálculo (Excel). Actualmente no planificamos la producción, ésta empuja a la programación.

Para hacer frente a estas aleas se llevará a cabo la eliminación de ciertos programas informáticos (GPI, PSFP, SIPE, Macros particulares de Talleres) y se sustituirán por un único útil de gestión de comunicación de talleres, conocido como Preactor APS. He participado muy activamente en la implantación de este útil, y más adelante en el presente informe, describiremos en profundidad las características del mismo.

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)



**Ilustración 99: Implantación de un único útil de gestión informática, Preactor APS.**

- El proceso de fabricación del Boitier comienza a realizarse en Valladolid, en los Talleres de Embutición y Soldadura. Una vez que los talleres de Valladolid llevan a cabo sus acciones, la pieza sometida a estudio se traslada a la factoría de Palencia, siendo esta última ubicación la que da uso a los Boitiers colocándoles en los vehículos demandados por los clientes. Como se ha detectado con las herramientas Lean estudiadas, Valladolid y Palencia se encuentran a gran distancia (55 Km), lo cual genera gran cantidad de despilfarros en el proceso de fabricación, algunos de estos son: Problemas logísticos debido a las grandes existencias, excesivos transportes, excesivas cargas y descargas de piezas que pueden afectar a la calidad de las mismas, grandes cantidades de stocks intermedios, etc. Debido a todas estas aleas, se ha decidido trasladar el proceso de fabricación del Boitier a la factoría de Palencia, centrándose Valladolid en el resto de clientes actuales y en nuevos clientes.

- En el Taller de Embutición, comienza a fabricarse el Boitier. Como se dijo anteriormente, en este taller se corta la materia prima haciendo uso de grandes cortadoras, para que después y mediante líneas de prensas, se transformen los flanes resultantes del corte en las piezas necesarias para la fabricación del Boitier. Las líneas de corte no están sincronizadas con las

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

líneas de prensas, debido a que las primeras trabajan a una velocidad mucho mayor. Como consecuencia de este hecho, se generan grandes cantidades de stock intermedio, ocupando espacio en los almacenes e impidiendo que el proceso de fabricación sea lineal. La acción que se llevará a cabo para hacer frente a esta falta de sincronización será la de unir la cortadora con la línea de prensa. De esta forma, se va a cortar al mismo ritmo que se va a embutir, eliminando los stocks intermedios entre ambos procesos y garantizando la sincronización.

Esta instalación se realizará en la línea 4 del Taller de Embutición de Palencia.



**Ilustración 100: Línea 4 del Taller de Embutición de Palencia**

- Actualmente el ensamblado del Boitier se realiza en el Taller de Soldadura de la Unidad de Carrocerías de Valladolid. Como hemos visto con las herramientas Lean, este proceso se caracteriza por un No Valor Añadido elevado debido a que las diferentes instalaciones no están vinculadas. Este problema se traduce en las siguientes aleas: Grandes esperas de los operarios, excesivos procesos de carga y descarga de piezas afectando a la ergonomía del puesto de trabajo, transportes en carretilla entre las diferentes estaciones, etc. Por todos estos motivos, se llevará a cabo el desarrollo de una instalación automática encargada de la fabricación del Boitier, basada en una sola isla que desempeñará todas las operaciones. Esta isla se implantará al lado del proceso de consumo, concretamente en el taller de Chapa II Base Rodante de Palencia.

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)



**Ilustración 101: Implantación de la Isla robótica del Boitier en el Taller de Chapa II, Palencia.**

- Un problema muy importante y que afecta en gran medida a la seguridad son las carretillas. Actualmente, las carretillas son el mayor medio de transporte de piezas entre operaciones. Una de las acciones que siempre está presente en los proyectos Lean Manufacturing es la de automatización de los flujos. Pese al giro que sea dado a la fabricación del Boitier, seguimos teniendo procesos desconectados físicamente, como el Taller de Embutición y el Taller de Chapa II Base Rodante, ambos situados en la factoría de Palencia. Además de los citados, también existe una desconexión entre el Almacén de Palencia, dónde se recibirán y gestionarán las dos piezas POE

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

necesarias en la fabricación del Boitier, con el Taller de Chapa II. Para llevar a cabo la unificación de los diferentes procesos, se desarrollarán flujos automáticos constituidos por AGV's.

En la siguiente tabla se recoge el resumen de las acciones que se van a efectuar y los plazos en los que se van a llevar a cabo:

**TABLA VIII: PLAN DE ACCIÓN.**

Despilfarro	Tema	Acción	abr.-18	may.-18	jun.-18	jul.-18	ago.-18	sep.-18	oct.-18	nov.-18	dic.-18	jul.-17	ago.-17	sep.-17	oct.-17	nov.-17	dic.-17	ene.-18	feb.-18	mar.-18	
Información no sincronizada / excesivos programas de manejo de información	INFORMATI ON FLOW	Eliminar GPI, PSFP, SIPE y macros particulares de talleres																			
		Implantación de APS cómo único útil de gestion de comunicación del taller																			
Procesos no conectados (55kms entre Valladolid y Palencia)	PROCESS & FLOW	Transladamos el Proceso de Fabricación del Boitier a Palencia																			
Máquina de corte no sincronizada con línea de prensas	PROCESS & FLOW	Unir cortadora y línea de prensas																			
Procesos desconectados físicamente	PROCESS & FLOW	Implantar AGV para unir los diferentes procesos																			
Proceso de ensamblado con NVA elevado. Diferentes instalaciones y mal conectadas.	PROCESS & FLOW	Rediseñar la instalación automática en una sola isla y al lado del proceso de consumo																			



## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

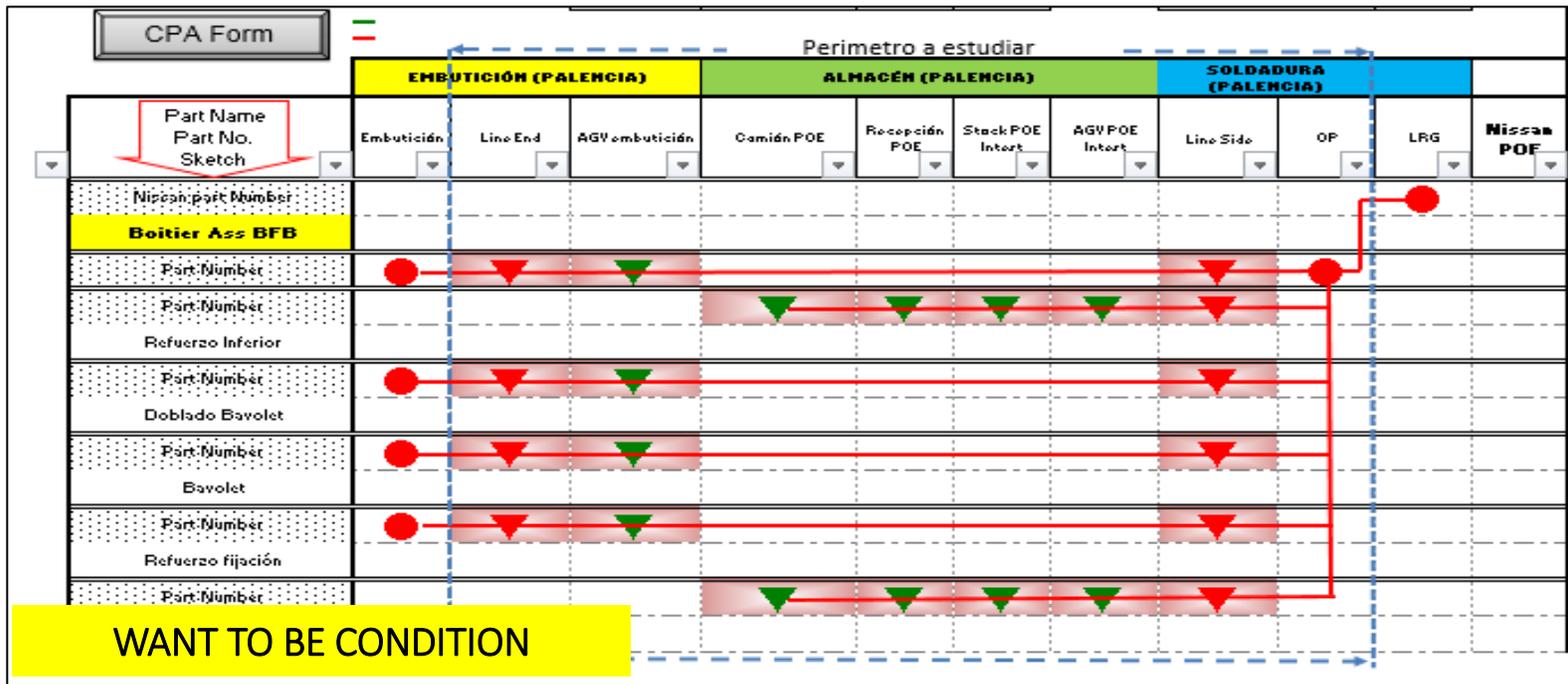


Ilustración 102: Resultados futuros herramienta CPA.

Como podemos observar con la imagen anterior, se han reducido en gran medida los stocks intermedios del Proceso de Fabricación, al igual que las operaciones y los puntos de inspección. Las reducciones de estos niveles se muestran en la siguiente tabla:

**TABLA IX: RESULTADOS HERRAMIENTA CPA CON EL SISTEMA INDUSTRIAL FUTURO**

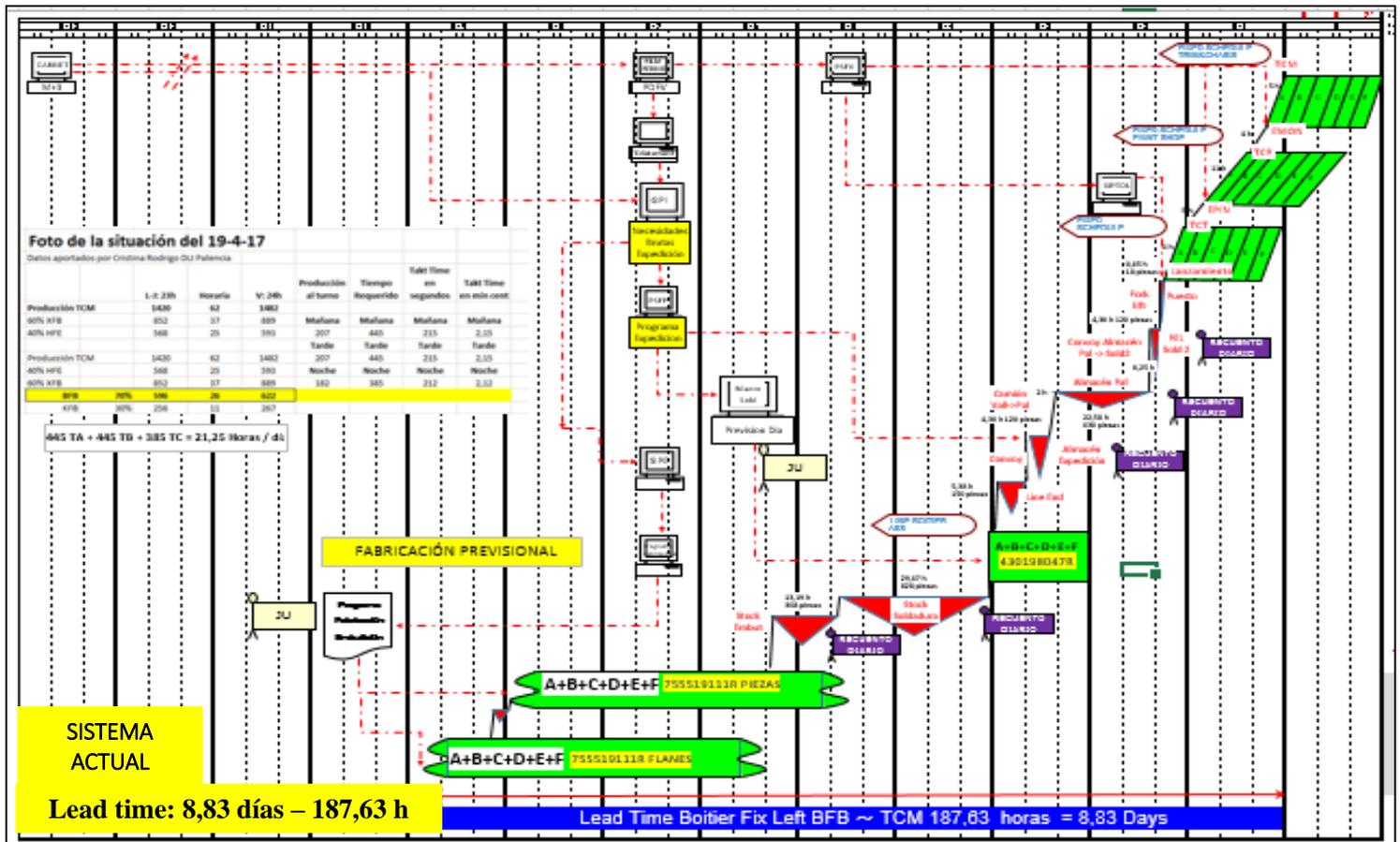
	<b>SISTEMA ACTUAL</b>	<b>SISTEMA FUTURO (WANT TO BE)</b>
<b>STOCKS</b>	71	22 (-69%)
<b>OPERACIONES</b>	10	6 (-40%)
<b>INSPECCIÓN</b>	1	0 (-100%)
<b>COSTE STOCKS</b>	24,2 K€	0,92K€

# 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

## • HERRAMIENTA FCA

En las siguientes imágenes se plasmarán los resultados obtenidos con la herramienta Flow Chart 'A' aplicada en el Sistema Actual y en el Sistema Industrial futuro que se quiere conseguir.

Como se puede apreciar, las mejoras llevadas a cabo producirán una gran reducción del Lead Time. Desde el inicio del proceso de fabricación del Boitier hasta la consecución del mismo, ya no pasarán 8,83 días sino que ahora tardaremos 2,5 días.



# 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

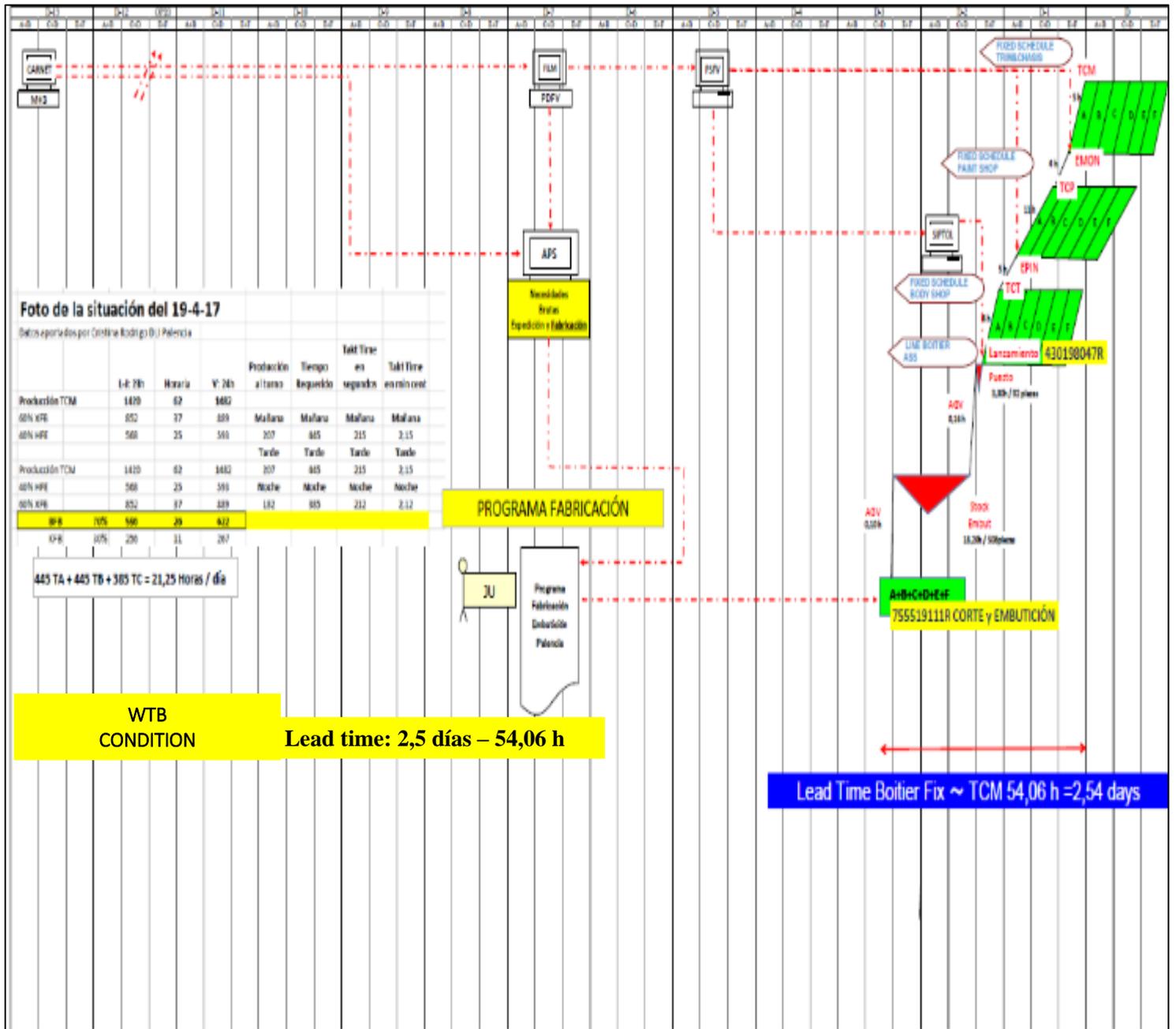
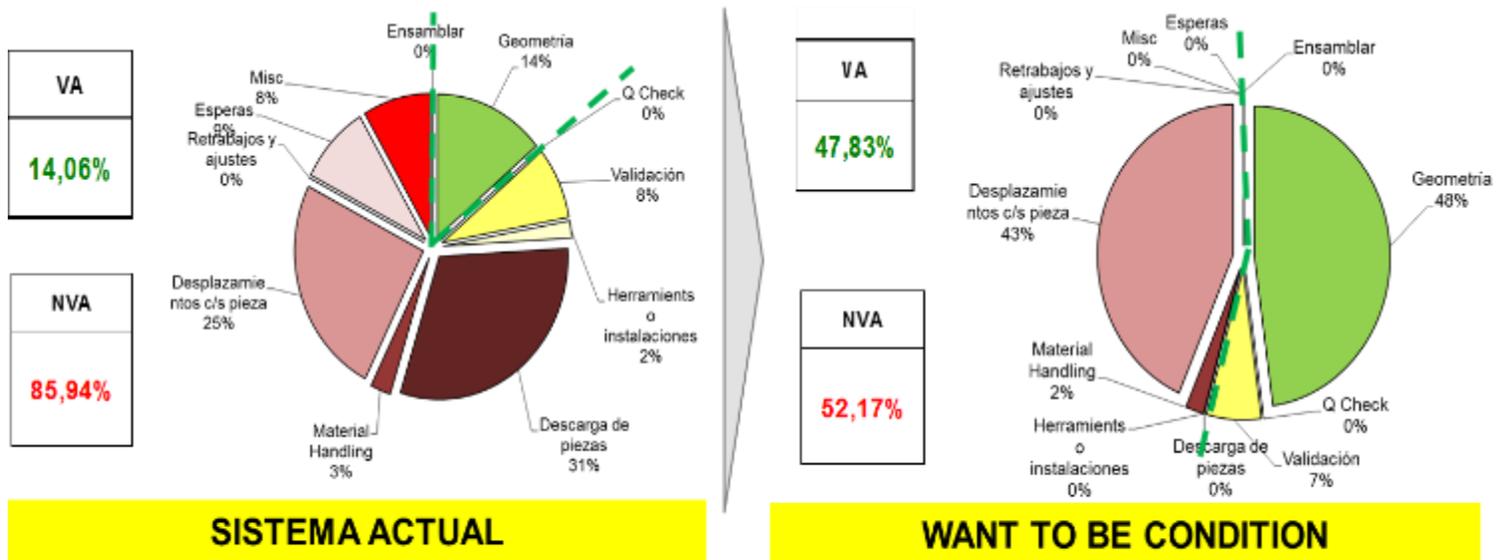


Ilustración 103: Resultados futuros herramienta FCA.

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

### • HERRAMIENTA VA/NVA



**Reducción/ eliminación de actividades de NVA gracias a:**

- Implementación de una herramienta de gestión de comunicación de taller única.
- Trasladar el Proceso de Fabricación del Boitier a Palencia.
- Insalación automática en una sola isla y al lado del proceso de consumo.
- Automatización de flujos mediante AGV's



	Op #1	AVERAGE
Ensamblar	0%	0%
Geometria	48%	48%
Q Check	0%	0%
Validación	7%	7%
Herramientas o instalaciones	0%	0%
Descarga de piezas	0%	0%
Material Handling	2%	2%
Desplazamientos c/s pieza	43%	43%
Retrabajos y ajustes	0%	0%
Esperas	0%	0%
Misc	0%	0%
<b>TOTAL %</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Ilustración 104: Resultados futuro herramienta VA/NVA.

Como se puede apreciar en la imagen anterior, las mejoras implementadas en el proceso de fabricación del Boitier derivan en un aumento de las actividades que aportan Valor Añadido al producto final, reduciendo las que no aportan ningún tipo de valor. Pasamos de tener un nivel de No Valor Añadido del 85,94% al 52,17%.

### • HERRAMIENTA PSE

Las mejoras que se llevarán a cabo en el Proceso de Fabricación del Boitier influirán en los tres pilares que sustentan el Sistema Industrial. Teniendo en cuenta estas mejoras, se realizará una nueva evaluación del Sistema de Transporte, del Sistema de Proceso y del Sistema de Fabricación. Debido a

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

estas nuevas evaluaciones se obtienen diferentes resultados, los cuales se muestran a continuación en la siguiente ilustración.

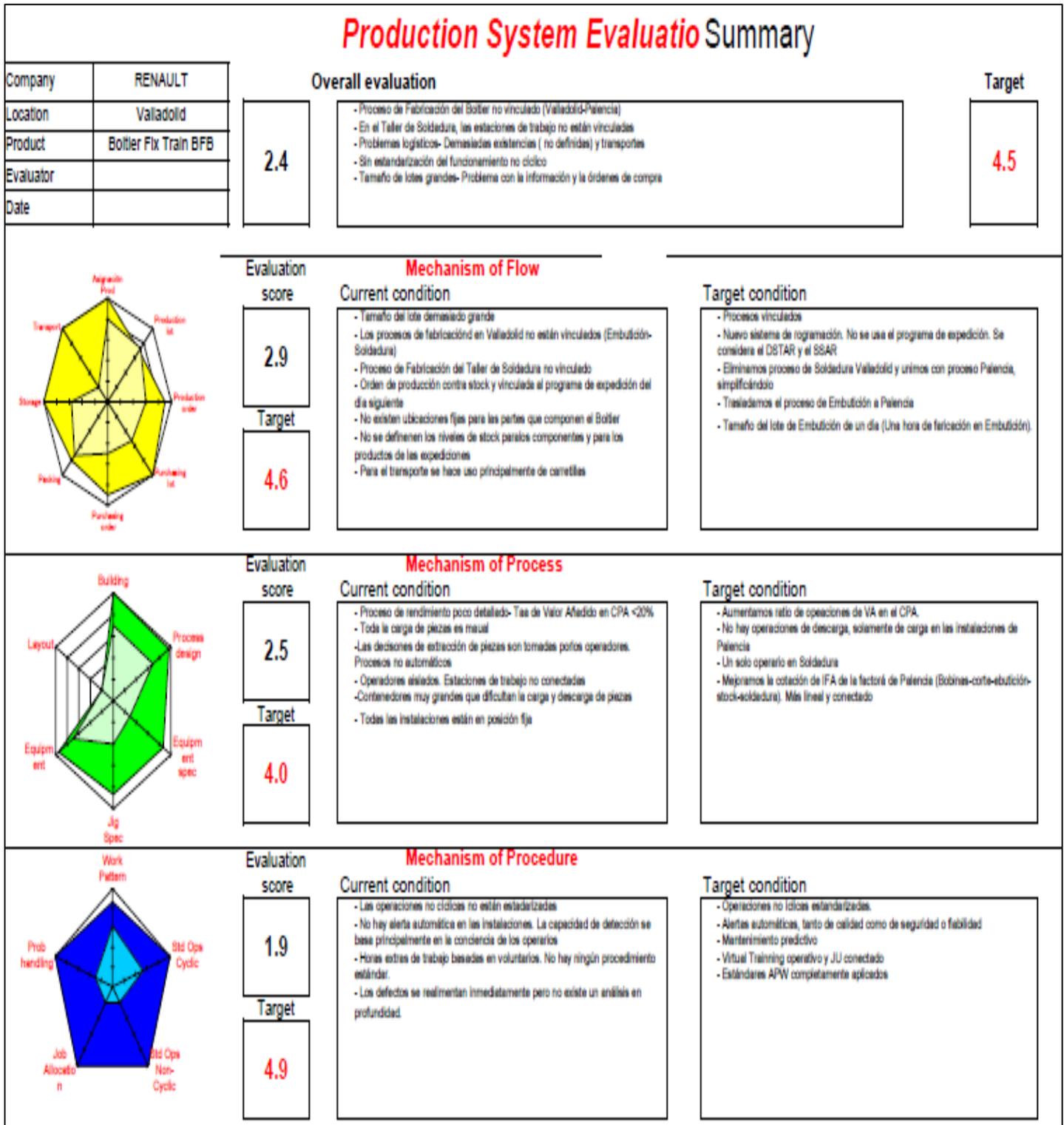


Ilustración 105: Resultados futuros herramienta PSE.

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

A diferencia de la situación actual, una vez que se lleven a cabo las mejoras acordadas en el seminario Lean, cada uno de los pilares que definen el Sistema Industrial se caracterizará por:

### • SISTEMA DE TRANSPORTE:

1. Procesos vinculados (Embutición- Soldadura).
2. Nuevo sistema de programación. No se usa el programa de expedición. Se consideran los indicadores DSTAR y el SSAR.
3. Eliminamos el proceso de Soldadura Valladolid y lo unificamos con proceso Palencia, simplificándolo.
4. Trasladamos el proceso de Embutición a Palencia.
5. Tamaño del lote de Embutición de un día (Una hora de fabricación en Embutición).

### • SISTEMA DE PROCESO:

1. Aumentamos ratio de operaciones de Valor Añadido en el CPA.
2. No hay operaciones de descarga, solamente de carga en las instalaciones de Palencia.
3. Un solo operario en Soldadura.
4. Mejoramos la cotación de IFA de la factoría de Palencia (Bobinas-Corte- Embutición- Stock- Soldadura). Proceso más lineal y conectado.

### • SISTEMA DE FABRICACIÓN:

1. Operaciones no cíclicas estandarizadas.
2. Alertas automáticas, tanto de calidad como de seguridad o fiabilidad.
3. Mantenimiento predictivo.
4. Virtual Training operativo y Jefe de Unidad (JU) conectado.
5. Estándares de APW completamente aplicados.

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

### • **HERRAMIENTA PSA**

Una vez que todas las mejoras sean desplegadas físicamente, dos parámetros de suma importancia en la herramienta PSA se verán modificados:

1. OEE: La relación entre el número de piezas que se podían haber producido y las unidades sin defectos que reamente se han producido ahora tomará un valor del 100%. Esto significa que todo el tiempo de producción está dedicado a la fabricación de piezas sin defectos de calidad.
2. NÚMERO DE EFECTIVOS: Continuando con el análisis del proceso de Soldadura, el trabajo que en el Sistema actual es desempeñado por 2,5 efectivos, en el sistema futuro será realizado por un Operario. Si recordamos, una de las acciones que vamos a llevar a cabo va a ser la implantación en Chapa II Base Rodante de Palencia de una isla automática al lado del proceso de consumo, la cual podrá ser abarcada por un único operador.

Teniendo en cuenta estas mejoras, los resultados arrojados por la herramienta PSA cuando se estudia el Sistema Industrial Futuro serán los que se muestran a continuación:

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

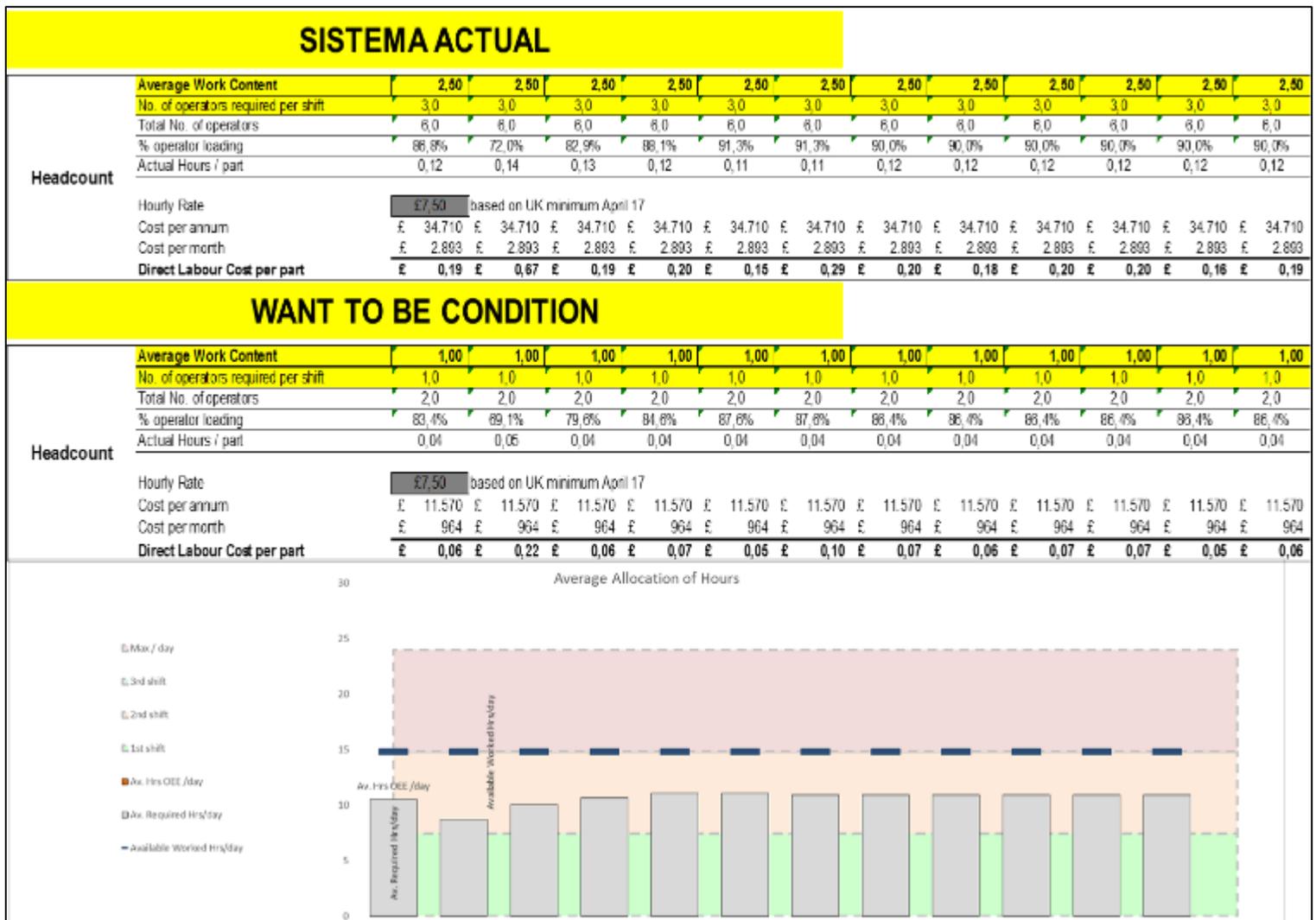


Ilustración 106: Resultados futuros herramienta PSA.

En el Sistema de Fabricación futuro tendremos dos mejoras muy notables. Una de ellas, es que debido a que pasamos de 2,5 operarios a uno, el coste directo por pieza se ve reducido en un 68%, pasamos de 0,19 £ a 0,06 £ (mes de Julio 2017). Además, como se puede apreciar en el gráfico de capacidades, en el Sistema Industrial futuro el tiempo de producción está dedicado únicamente al desarrollo de piezas sin defectos de calidad. No se puede reducir a un turno de fabricación, pese a que el tiempo de producción no ocupa el 100% de los dos turnos. Por consiguiente, una vez acabada la producción, el tiempo restante hasta completar los dos turnos será dedicado a la impartición de formaciones a los operarios, al despliegue de los estándares APW, etc.

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

Estudiado el Sistema Industrial Futuro con las herramientas Lean, podemos construir la Caja 4 del Want To Be Condition. Esta caja define la condición futura a la que aspiramos, la valoración de los tres pilares del Sistema de Producción (Transporte, Proceso y Fabricación) para mejorar y ser los mejores. Resalta las debilidades para conseguir los objetivos de la mejora y enfatiza los problemas que debemos solucionar.

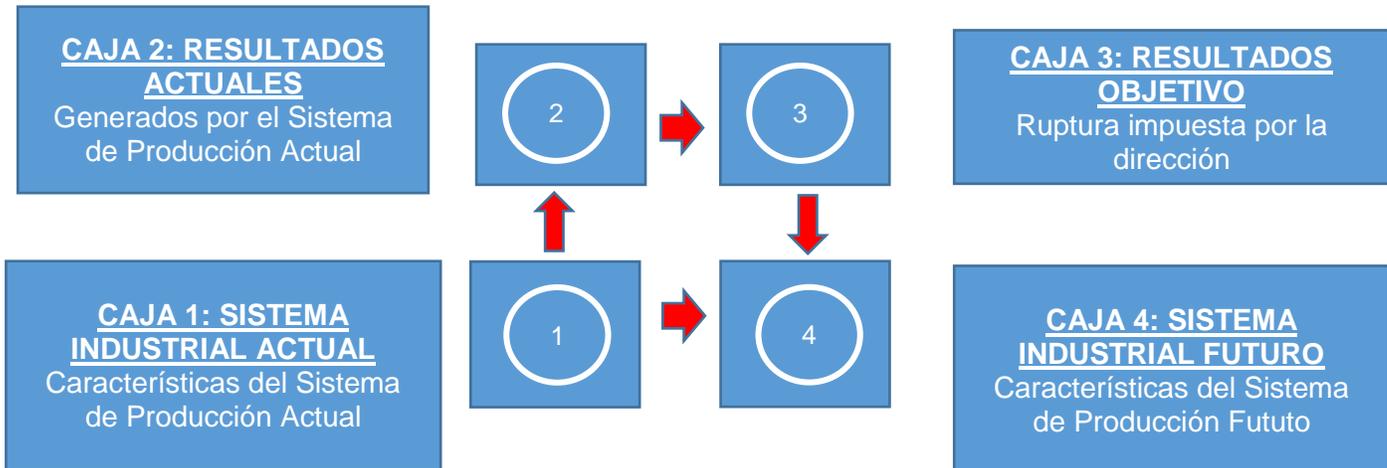


Ilustración 107: Herramienta de las cuatro cajas.

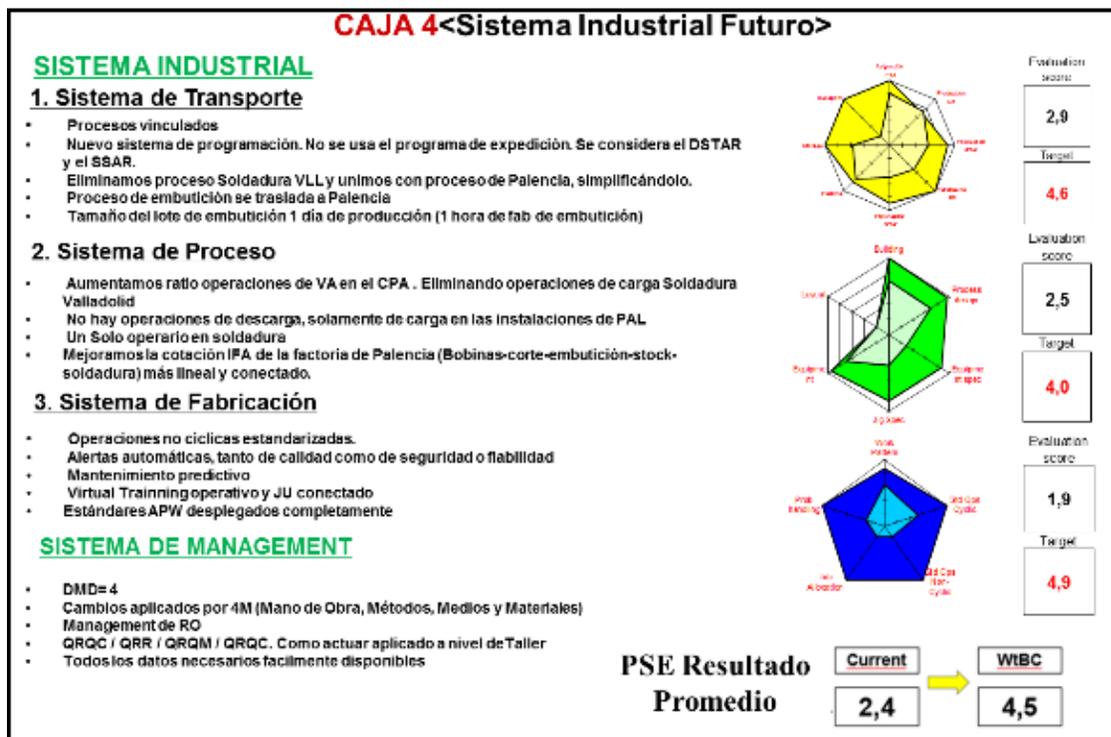


Ilustración 108: Caja 4: Sistema Industrial Futuro.

## 5.5. Gestión de la Información

Como hemos venido viendo a lo largo del presente Proyecto, actualmente la gestión de la comunicación en lo que a compras de materia prima y fabricación se refiere, se lleva a cabo a través del uso diferentes programas informáticos.

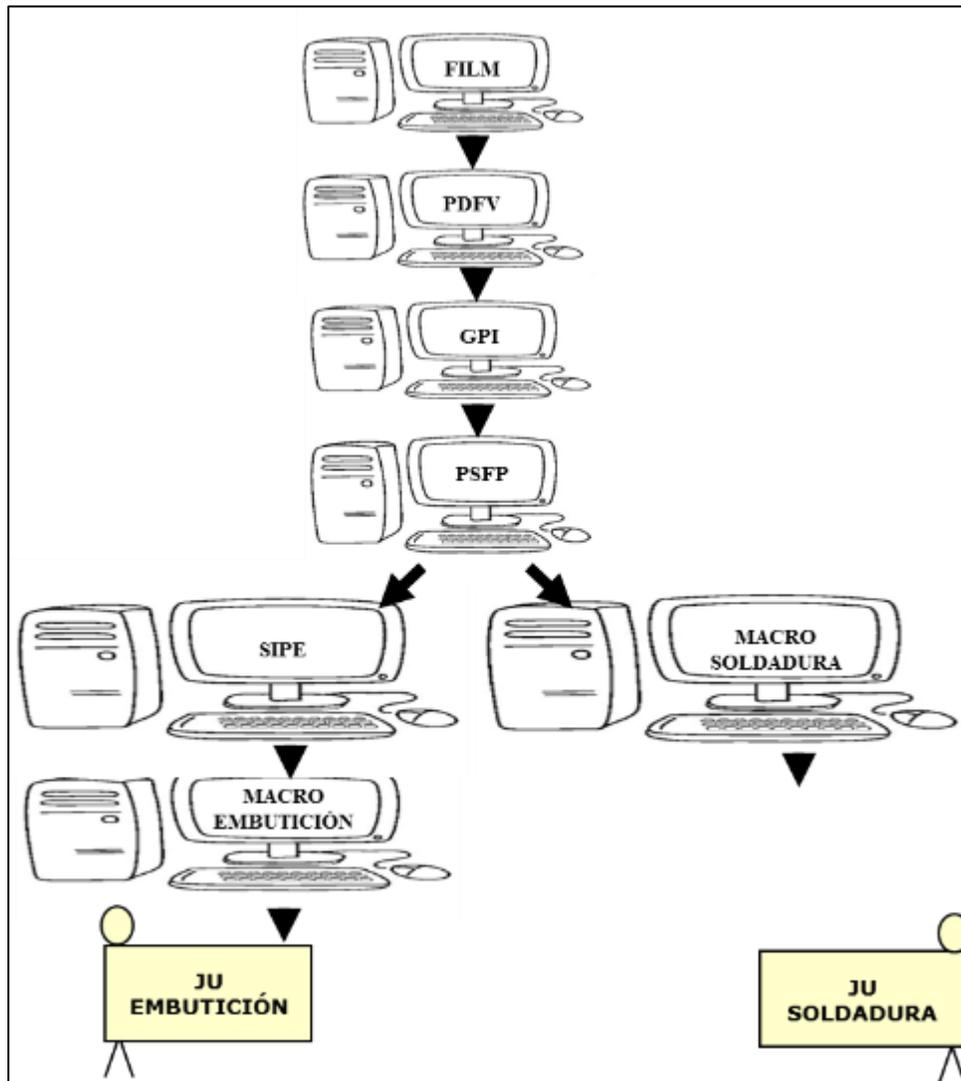


Ilustración 109: Útiles de gestión de la comunicación.

Cada uno de los programas mostrados anteriormente se caracteriza por desempeñar diferentes tareas y por perseguir objetivos concretos, los cuales son:

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

- **FILM:** Es un programa que se encarga de generar la planificación del orden de vehículos de producción. Una vez conocida la planificación de vehículos y su orden podemos calcular la previsión de piezas a fabricar.
- **PDFV:** Es un programa que se encarga de generar la planificación del orden de piezas que se van a fabricar.

Por ejemplo, si la previsión que nos da el FILM es de 10 coches gasolina y 5 diésel, sabemos que tenemos que fabricar 10 motores gasolina y 5 motores diésel.

- **GPI:** GPI es un programa logístico encargado de realizar la planificación de necesidades de material de fabricación en función de las órdenes de expedición de la fábrica.
- **PSFP:** Base de datos que permite gestionar flujos logísticos, zonas de stock y posibles defectos de la producción a tiempo real.
- **MACROS PARTICULARES DE TALLERES (Macro Taller de Embutición, SIPE, y Macro Taller de Soldadura):** hojas de cálculo (Excel) desarrolladas por los propios departamentos cuyo fin es planificar la producción diaria y la organización del número de efectivos para poder realizar toda la producción en el tiempo de trabajo disponible.

El hecho de que existan tantos programas informáticos encargados de manipular la información, a lo que se suma que cada taller de fabricación (Embutición y Soldadura) se rija por sus propios programas (macros particulares y SIPE en Embutición), se traduce en la existencia de un conjunto de despilfarros o afeas que son necesarios erradicar.

Actualmente, los Talleres de Embutición y Soldadura desempeñan su trabajo sobre el siguiente marco:

- Como ya hemos dicho, existen múltiples programas informáticos encargados de gestionar la información. El orden de uso de los programas se puede asemejar con una estructura jerárquica, en la que el primer programa informático utilizado será el que encabeza dicha estructura (véase en la ilustración 110).

Los programas de niveles inferiores en la estructura jerárquica son alimentados con los datos arrojados por los programas inmediatamente superiores, de tal forma, que si un programa falla, el error fluirá por todos los

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

programas desencadenando graves problemas en la fabricación diaria, semanal o incluso mensual.

- En los Talleres de Embutición y Soldadura tenemos un programa de gestión de expedición “GPI” que planifica dichas necesidades de expedición sin tener en cuenta los stockajes existentes en el Taller. Lo cual nos crea dos posibles disfunciones:

1. Al no controlar los stocks del Taller, tenemos una cantidad de materia prima y POE’s muy elevada lo cual se traduce en una gran superficie dedicada para almacenaje, así como activos económicos inmovilizados.

2. Un nivel de stock de materia prima y POE’s muy bajo que puede desencadenar en una falta de suministro en la línea y la consecuente parada de esta. En este caso el despilfarro está en el número de minutos / horas que tenemos a nuestros recursos humanos parados.

A las disfunciones anteriores se une un grave problema: Los Talleres de fabricación se pilotan por un programa logístico, el cual planifica las necesidades de expedición. Sin embargo, los Talleres de Fabricación deberían pilotarse por un programa de fabricación, pues estos lo que necesitan es abastecerse con la materia prima necesaria para fabricar no para expedir, debido a que las cantidades requeridas para fabricar pueden ser distintas que las necesarias para expedir.

- El Taller de Embutición se encarga de la fabricación de las piezas que necesita consumir el Taller de Soldadura, por consiguiente, Soldadura es cliente de Embutición. Debido a que ambos Talleres se pilotan por programas informáticos diferentes, no existe una comunicación entre ellos, de tal modo que Embutición no sabe la cantidad exacta que tiene que fabricar para alimentar al Taller de Soldadura, afianzando el despilfarro de innecesarios niveles de stock de piezas.

Por otro lado esta falta de comunicación provoca que no tengamos una buena optimización del personal de fabricación. Debido a que producimos más de lo que necesitamos, el personal de fabricación contratado es mayor que el necesario realmente.

- Los Talleres citados disponen de hojas de cálculo con macros particulares para programar la fabricación. Los útiles informáticos que pilotan la fabricación de los Talleres de Embutición y Soldadura son alimentados por el programa de expedición GPI. Una vez que reciben los datos, la persona encargada de

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

planificar la fabricación, realiza esta tarea de forma manual, lo cual se puede traducir en múltiples errores debido a despistes u olvidos.

- Actualmente, la Producción empuja a la Programación. En el Sistema Industrial actual, los Talleres de Embutición y Soldadura no programan la producción necesaria, la producción no es planificada.

Es de suma importancia que todos estos despilfarros los traduzcamos a tiempo y a nivel de stock, para poder evaluar de esta forma la Tasa de Servicio que proporcionamos a nuestros clientes. Analizado un fragmento de la herramienta Flow Chart 'A', correspondiente a la actividad llevada a cabo por los Talleres de Embutición y Soldadura de Valladolid, obtenemos el siguiente resultado:

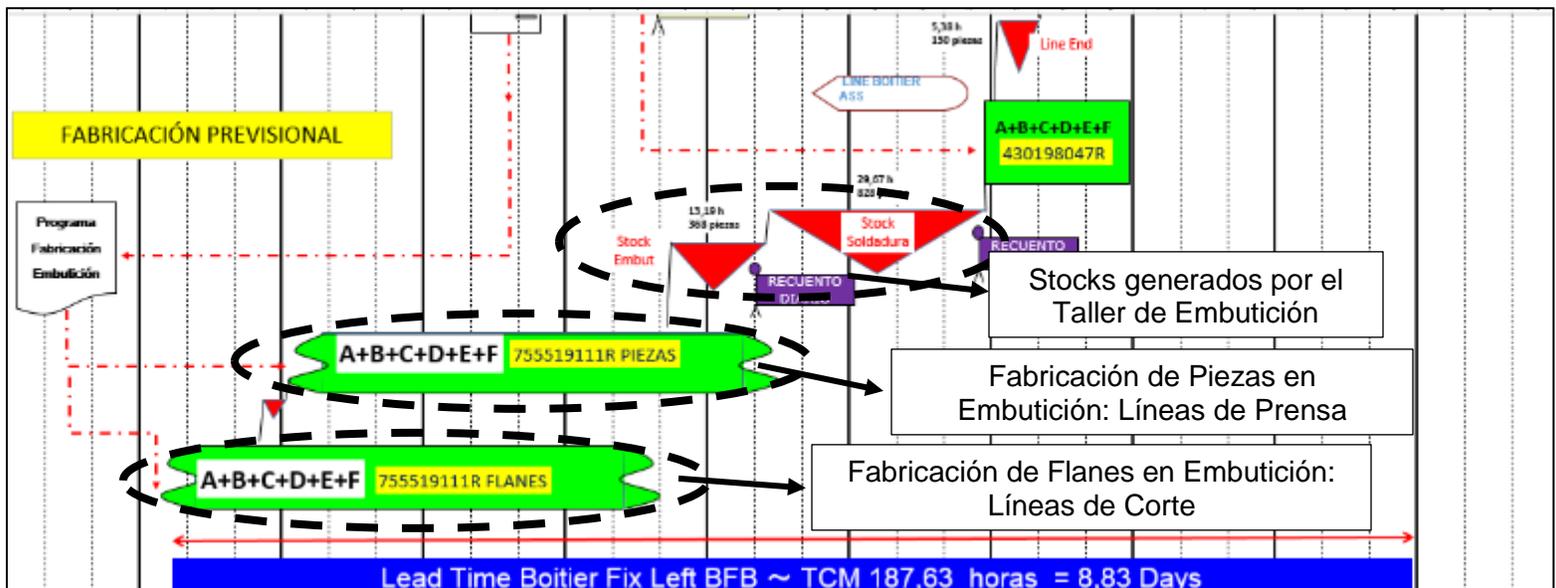


Ilustración 110: Herramienta FCA.

Como se puede apreciar en la imagen anterior, el Taller de Embutición dedica tres días de fabricación al corte de flanes, y el mismo número de días a la embutición de piezas. Este nivel de fabricación genera un stock de piezas listas para ser consumidas por el Taller de Soldadura con dos días de adelanto y el cual estará constituido por 1196 piezas.

Podemos extraer la siguiente conclusión: Desde que el Taller de Embutición comienza a trabajar la materia prima, hasta que las piezas producidas pueden ser utilizadas por el Taller de Soldadura, transcurren casi 6 días. El Lead Time total del proceso de fabricación del Boitier es de 8,83 días, por consiguiente, más de la mitad de este último Lead Time es consumido desde que Embutición

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

comienza a fabricar hasta que Soldadura puede comenzar su trabajo.

### 5.5.1.Preactor APS

Debido a los despilfarros producidos por la gestión actual de la comunicación, del seminario Lean nació la necesidad de implantar una única herramienta de gestión de la información capaz de sustituir a los programas existentes y solventar todos los problemas que estos últimos desencadenan.

Para el desarrollo de este útil de programación, colaboré activamente con el departamento de informática de Renault. Detectados los despilfarros del Sistema Industrial actual mediante el estudio de este último con las herramientas Lean explicadas en anteriores capítulos del presente Proyecto, llegamos a la conclusión de que necesitábamos un nuevo útil de gestión de la información que cumpliera los siguientes requisitos:

- Las tendencias actuales de fabricación buscan reducir los niveles de stock para disminuir de esta forma los costes, pero manteniendo la capacidad de hacer frente a periodos de proceso más cortos, satisfaciendo de esta forma la demanda del cliente. Este hecho obliga a las empresas a eliminar las actividades que no aportan ningún tipo de valor añadido, como pueden ser los tiempos de espera.
- Necesitamos ver el impacto de nuestras decisiones, y esto, a través de herramientas tipo como hojas de cálculo (Excel) no es posible.
- Necesitamos visualizar la carga actual.
- Necesitamos ver el impacto de hechos inesperados.
- Necesitamos comparar alternativas.
- Tenemos que poder simular escenarios “what if”. El análisis what if es una herramienta que permite a las personas encargadas de realizar las compras o la producción simular previamente estas decisiones. A través de la definición de un conjunto de escenarios tenemos que poder analizar nuestras estrategias sin poner en riesgo nuestro negocio.
- Necesitamos planificar la capacidad y la demanda.
- Necesitamos planificar las compras de materia prima.

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

- Necesitamos tener un control completo sobre los datos de planificación.
- Necesitamos conocer en detalle que es lo que hay que hacer, dónde y cuándo, teniendo siempre en cuenta nuestras limitaciones.

Atendiendo a los criterios citados anteriormente se estudiaron varias herramientas comerciales para una futura incorporación a la empresa. Realizando un exhaustivo estudio económico, de rápida implantación y de soluciones, llegamos a la conclusión de que la herramienta Preactor APS comercializada por Siemens cubría todas nuestras demandas.

Preactor APS es una herramienta implantada en Renault para planificar y programar la fabricación y las compras de materia prima. Las características técnicas de la herramienta pueden resumirse en las siguientes:

- APS es una herramienta que permitirá realizar programas de producción, teniendo en cuenta no sólo las necesidades productivas sino también las necesidades de materiales y las órdenes de compra.
- La herramienta desarrollada permitirá calcular diferentes escenarios de producción atendiendo a los criterios indicados por el encargado de fabricación. Esta tarea será llevada a cabo de forma automática, eliminando de esta forma la posibilidad de aparición de errores debido a una programación manual a través de hojas de cálculo Excel, teniendo en consideración además todos los factores necesarios sin dar opción a olvidos. Por lo tanto, Renault ahora disfruta no solo de un programa de producción, sino de varios, pudiendo realizar una comparativa entre ellos y elegir el que más se adapte a las necesidades del momento, no solo atendiendo a la productividad, sino también a los niveles de stock, de WIP (Work in Progress) y de plazos.
- La herramienta citada permite hacer frente a diferentes imprevistos que puedan aparecer, ya sean debidos a pedidos urgentes, averías o retrasos de proveedores. Esto proporciona a la empresa capacidad de reacción y anticipación ante problemas a los que nos enfrentamos día a día.
- Preactor APS posee un amplio rango de niveles de funcionalidad y necesidades específicas. Dicha herramienta conecta las órdenes de fabricación con las órdenes de compras, de tal forma que estas últimas no se programan hasta que las órdenes de fabricación aparezcan como finalizadas o hasta que todos los materiales disponibles estén destinados para la fabricación.

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

- Dispone de entornos gráficos dónde se pueden visualizar qué materiales están disponibles para cada orden, alarmas y listados de materiales que faltan para poder realizar una producción eficiente.
- APS ofrece opciones de optimización que pueden ser aplicadas a los eventos que deseemos mejorar. Estas reglas pueden estar asentadas en criterios que tratan de minimizar el tiempo de preparación, usar secuencias predefinidas, programación de cuellos de botella, etc.
- El programador de la fabricación puede crear reglas de planificación únicas. Esto es debido a la flexibilidad que posee Alliance Production, permitiendo la programación e instalación de scripts a través de lenguajes de programación como .Net o Visual Basic.
- Preactor APS permite ayudar a la empresa en la aceptación o no de los plazos de entrega de los productos al cliente, en la proposición de plazos o incluso en la toma de decisiones con la suficiente antelación para poder satisfacer las necesidades de los clientes. Esto es debido a que cada una de las órdenes intenta satisfacer sus necesidades de materiales teniendo en cuenta las existencias disponibles, se encuentren en stock o estén programadas para ser compradas o fabricadas.

Con esta herramienta podemos realizar diversas explotaciones de datos que nos serán de gran utilidad para poder tener un seguimiento visual de la fabricación y de los recursos que esta última consume:



## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

entre en avant qu'elle a été modifiée.

Aperçu planning x Projection Stock x

Conditionnaires primaires des données 7700112237 Rechercher Exclure les programmes et les commandes Annuler modification des stocks Prise en comp

Référence Article	Désignation Article	Famille d'Articles	Groupe de Locali...	Code Ligne	Stock Initial	27/07/2017 10:00	27
381015155R	44-CDP US 14X5...	CDP 14X59 RA0	260	CDP-JR-TER	1938	5327	-5
7700595012	57-CRON DE PT ...	Indéfini	Indéfini	Indéfini	0	300	-3
8200107846	G6-A/PRM US	AP-JR 846	254	AP-JR-TER	662	-249	-2
8200681331	DN-A/SG 14X63 ...	AS-JR 14X63	N72	AS-JR-TER	0	-270	-2
8200708344	YX-CRON PT 14...	CDP 14X63	260	CDP-JR-TER	2232	-2582	-2
8200708345	YY-CRON PT 14...	CDP 14X59	260	CDP-JR-TER	342	-1287	-4
8201014610	ZH-A/PRM US	AP-JR 640	254	AP-JR-TER	71	81	8
8201014658	08-CRON POINT ...	CDP 18X57	260	CDP-JR-TER	1808	-11090	-1
8201269857	HD-A/PRM US PH	AP-JR 35R	254	AP-JR-TER	0	-20700	-2
8201307947	LH-A/SG 18X57 ...	AS-JR 18X57	N72	AS-JR-TER	1080	-27000	-2
8201323409	B2-A/SG NU 14X...	AS-JR 14X63	265	OVERSEA	0	-5280	-5
8201323412	B5-A/PR NU	AP-JR 846	265	OVERSEA	0	-9216	-9
8201323413	B6-A/SG NU 14X...	AS-JR 14X59	265	OVERSEA	0	-8000	-8
8201323416	B9-A/PR NU	AP-JR 848	265	OVERSEA	0	-3312	-3
8201334101	GR-A/SG 15X58 ...	AS-JR 15X58	N72	AS-JR-TER	0	-540	-5
8201363248	7Y-CRON PT 14...	CDP 14X59	265	OVERSEA	0	-1680	-1
8201388828	K3-A/SG NU 14X...	AS-JR 14X61	N72	AS-JR-TER	0	-5400	-5
8200944671	HN-CRON PT 14...	CDP 14X61	860	CDP-JR-PB	1927	407	40
7701978522	LM-A/SG JC 14X...	AS-JR 14X59	872	AS-JR-PB	1413	2263	22
8200671979	H1-A/PRM US E...	AP-JR 848	254	AP-JR-TER	250	70	70

Ilustración 112: Visualización de la cantidad de stock por referencias.

- Pedidos suministrados ordenados por número de orden según la planificación. Si algún pedido no se ha suministrado, la orden aparecerá en color rojo.

Aperçu planning x Projection Stock x Éditeur : enregistrement 1 sur 1075 x Explorateur de Nomenclature x Shortages x

Shorage Report

Operations with Shortages

Order

Numéro d'ordre	Code Article	Désignation	Code TGP	Fin de Production	Quantité	Ressource
151_0_2017_4_1	322015839R	DY-A/PRM US PH	063	02/03/2017 08:00	3200	Chgt AP JR PN
151_0_2017_4_1	322016839R	DY-A/PRM US PH	063	02/03/2017 08:00	3200	Séq AP JR PN
151_0_2017_4_2	322418081R	ZA-A/SG NU 14...	063	14/03/2017 10:00	800	Chgt AS JR PN
151_0_2017_4_2	322418081R	ZA-A/SG NU 14...	063	14/03/2017 10:00	800	Séq AS JR PN
151_0_2017_4_3	361012152R	J5-CRON POINT ...	063	17/03/2017 15:00	330	Chgt CDP PN
151_0_2017_4_3	361012152R	J5-CRON POINT ...	063	17/03/2017 15:00	330	Séq CDP PN
151_0_2017_4_4	381015155R	44-CDP US 14X5...	063	03/04/2017 00:01	1920	Chgt CDP PN
151_0_2017_4_4	381015155R	44-CDP US 14X5...	063	03/04/2017 00:01	1920	Séq CDP PN
151_0_2017_4_5	381015155R	44-CDP US 14X5...	063	16/03/2017 06:00	3200	Chgt CDP PN
151_0_2017_4_5	381015155R	44-CDP US 14X5...	063	16/03/2017 06:00	3200	Séq CDP PN
151_0_2017_4_6	381015155R	44-CDP US 14X5...	063	16/04/2017 00:01	1920	Chgt CDP PN
151_0_2017_4_6	381015155R	44-CDP US 14X5...	063	16/04/2017 00:01	1920	Séq CDP PN
151_0_2017_4_7	381015155R	44-CDP US 14X5...	063	02/05/2017 00:01	1920	Chgt CDP PN
151_0_2017_4_7	381015155R	44-CDP US 14X5...	063	02/05/2017 00:01	1920	Séq CDP PN

Ilustración 113: Pedidos suministrados.

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

- **Histogramas para mostrar gráficamente la producción. Podemos visualizar diferentes tipos de producción, haciendo uso de numerosos filtros, como producción de clientes, producción de pedidos atrasados, producción de referencias etc.**

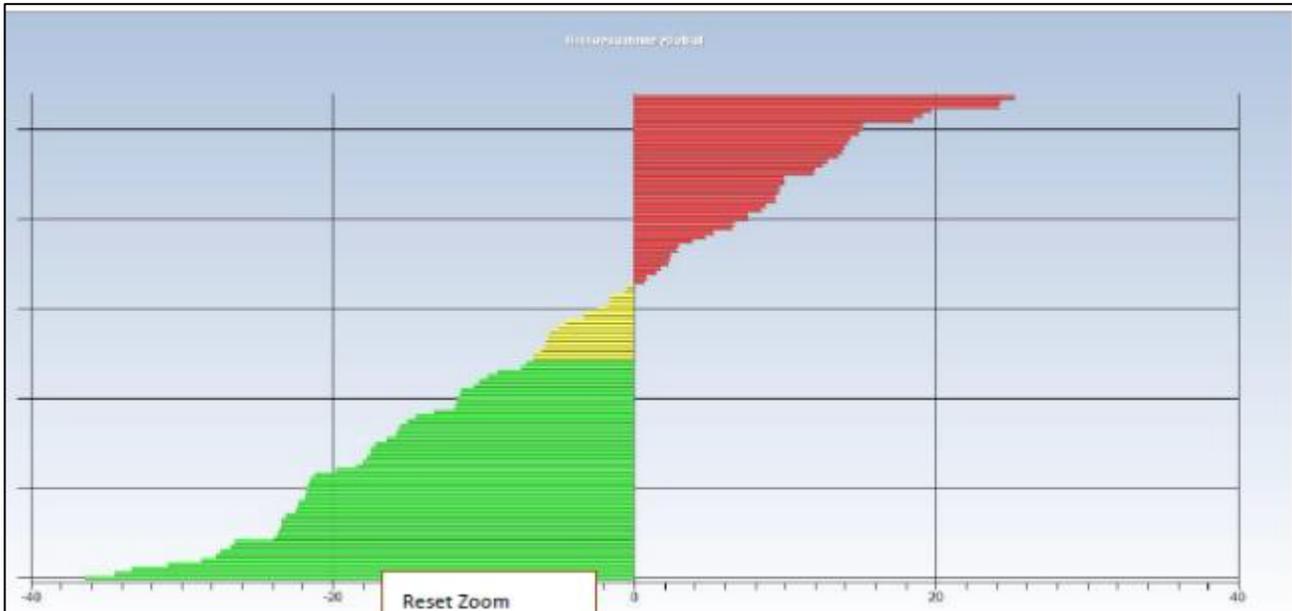


Ilustración 114: Histogramas de producción.

### 5.5.2. Beneficios obtenidos con Preactor APS

Actualmente, estamos realizando pruebas de implantación de Preactor APS en diferentes líneas del Taller de Embutición. Los resultados obtenidos tras las pruebas realizadas son de lo más satisfactorios, viéndose reflejados estos últimos en los siguientes beneficios obtenidos:

- Mejora de la productividad. Obtenemos más haciendo uso de los mismos recursos.
- Con la implantación de APS simplificamos el número de programas informáticos existentes en el Sistema Industrial Actual. APS sustituye a los programas GPI, PSFP, SIPE y Macro de Soldadura, llevando a cabo sus funciones a la vez que complementando los defectos que estas pudieran tener.

Esta simplificación del número de programas se traduce en una optimización del flujo de información previo a la fabricación, ahora la información no tiene que ser procesada por múltiples herramientas, sino que será gestionada por

## 5- IMPLANTACIÓN LEAN EN LA FABRICACIÓN DEL BOITIER FIX TRAIN LEFT BFB (MÉGANE)

una única herramienta. Con la simplificación del flujo de información reducimos la probabilidad de error en el tratamiento de los datos, pues estos no van a ser procesados por tantos sistemas informáticos.

- Preactor APS es un útil informático de fabricación, será una aplicación destinada a los Talleres de Fabricación. La herramienta estudiada planificará las necesidades de fabricación, teniendo en cuenta los stockajes de materia prima disponibles en el Taller. Ahora no nos vamos a abastecer de la materia prima que necesitamos expedir, sino de la que necesitamos fabricar.

- Los Talleres de Embutición y Soldadura ya no disponen de útiles informáticos particulares para planificar la fabricación, sino que reciben estos datos de la misma fuente origen, Preactor APS. Este hecho se traduce en la existencia de una comunicación fluida entre fabricante y cliente.

Esta comunicación permite que Embutición sepa en todo momento las piezas que necesita Soldadura para cumplir con la demanda del cliente, teniendo muy presente los niveles de stock existentes. Reducimos de esta forma el stock de productos en proceso de fabricación entre ambos talleres, productos WIP (Work in Progress), debido a que ya no vamos a fabricar más de lo necesario sino que nos vamos a ajustar a la demanda del cliente.

Fabricar lo necesario también se traduce en una buena optimización del personal de fabricación, nuestros recursos humanos van a ser los necesarios para producir la cantidad demandada por el cliente.

- Preactor APS sustituye las hojas de cálculo particulares de los Talleres de Embutición y Soldadura. Este reemplazo se traduce en que las órdenes de fabricación ya no se van a programar de forma manual, sino que se programarán de forma automática. De esta forma evitamos posibles errores involuntarios y la gestión manual de gran cantidad de datos que son muy difíciles de tratar.

- APS permite que tengamos una mejor planificación de la producción, lo cual deriva en la posibilidad de poder fabricar con una producción tirada y no empujada. De esta forma favorecemos la sincronización con el cliente y nos adaptamos a su demanda, en lugar de que sea el cliente quien tenga que adaptarse a nuestra fabricación. Mejoramos la tasa de servicio.

La implantación de este nuevo útil de gestión informática permitirá mejorar la tasa de servicio, ayudándonos a conseguir una mejor sincronización con el cliente, siendo este último uno de los objetivos principales de GROUPE RENAULT.

## **6. ESTUDIO ECONÓMICO**

A continuación se realizará el estudio relativo al coste de elaboración del presente proyecto, para ello se deben tener en cuenta los factores siguientes:

- El coste de los programas informáticos se imputarán por su periodo de utilización.
- El beneficiario obtenido por el proyecto, resultará de la aplicación del correspondiente margen comercial al coste final del proyecto.

Una vez observados los aspectos anteriores, se pasarán a indicar los costes que se aplicarán.

### **6.1. Costes Directos**

Son aquellos que se imputan directamente en la elaboración del proyecto:

- Costes de Material: Son fundamentalmente componentes informáticos, tanto software como hardware, así como gastos de papelería.
- Costes de personal: son debidos a los sueldos de las personas que han elaborado el proyecto.
- Costes de amortización: Incluirán la depreciación durante el periodo de utilización de los distintos equipos usados.
- Costes de formación: Cursos y formaciones recibidas.

## 6.2. Costes Indirectos

Son aquellos no imputables directamente al proyecto como consumos eléctricos costes de administración, desplazamientos, etc.

## 6.3. Cálculo de Costes Directos

Incluirán los costes propios de la adquisición de material, los de los sueldos del personal, los de la amortización de los equipos y formaciones recibidas.

### 6.3.1. Costes de Materiales

- Material informático: Memoria USB por valor de 20 euros.
- Material de impresión: Cartuchos de impresora por valor de 52 euros.
- Papelería: Encuadernación y copias por valor de 103 euros.

El coste total del material será de 175 euros

### 6.3.2. Costes Personales

Para calcular estos datos se considerará que el proyecto ha sido realizado por un ingeniero de telecomunicaciones bajo el control del director del proyecto correspondiente. Por tanto, a continuación se desglosarán los gastos que son imputables a cada uno.

En primer lugar se indicarán las horas posibles de trabajo en un año:

- 1 año x 365 días/año=365días
- 365 días – 15 días festivos – 105 días (sábados y domingos) – 30 días vacaciones = 215 días

## 6- ESTUDIO ECONÓMICO

- 215 días x 8 horas de trabajo/día=1720 horas de trabajo

Una vez que se tienen las horas posibles de trabajo anuales, se harán imputaciones específicas para el tiempo empleado por el director del proyecto como por el propio ingeniero.

Director del Proyecto:

- Sueldo neto del director = 40 000 euros
- Seguridad social = 14 000 Euros
- Sueldo bruto del director= 54 000 Euros /1720 horas = 31,395 Euros /hora

Se considera que el número de horas empleadas en la supervisión del proyecto por parte del director del mismo han sido 30 horas, por tanto:

- 60 horas x 31,395 Euros /hora= 1883,7 Euros

Ingeniero de Telecomunicaciones:

- Sueldo neto de ingeniero= 18 000
- Seguridad social = 6 300 Euros
- Sueldo Bruto anual 18 000 + 6 300 = 24 300 Euros / 1720 horas = 14,128 Euros /hora

Se admite que el número de horas empleadas por el ingeniero de telecomunicaciones en la elaboración del proyecto han sido 980 horas.

- 980 horas x 14,128 Euros /hora = 13845, 44Euros
- Por lo tanto el coste total de personal imputable al proyecto es de:  
1883,7 Euros + 13845,44Euros = 15729,14 Euros

### **6.3.3. Costes de amortización**

Para la amortización de equipos y licencias se considera una amortización lineal

## 6- ESTUDIO ECONÓMICO

del 10% del valor total:

- Licencia anual utilizada al 50% del software AutoCAD
- 5 000 Euros x 50% = 2 500 Euros
- Ordenador Hp Pavilion 14-bf004ns
- 700 Euros x 10% = 70 Euros
- Impresoras Hp InfoPrint 1000 Series PS3 Multifunción = 32,5 Euros

El coste de amortización será por tanto:

- 2500 Euros + 70 Euros + 32,5 Euros = 2602,5Euros

### 6.3.4. Costes de formación

- Formación "APW & SPR 4 Semanas" por valor 7980 euros
- Formación Corporate QCStory 230 euros
- Formaciones complementarias 420 euros

El coste de formación recibida será por tanto: 8630 Euros

## 6.4. Costes Directos Totales

Recogiendo los datos de los apartados anteriores, se obtienen los datos para los costes directos:

**TABLA X: COSTES DIRECTOS TOTALES**

<b>Concepto</b>	<b>Importe</b>
<b>Coste de material</b>	175
<b>Coste de personal</b>	15729,14
<b>Coste de amortización</b>	2602,5
<b>Coste de formación</b>	8630
<b>Coste directos anuales</b>	27136,64

## 6.5. Cálculo Costes Indirectos

Los costes indirectos considerados imputables en la elaboración del presente proyecto han sido:

- Costes de electricidad: consumos eléctricos de los equipos 40 Euros
- Teléfono y conexión a internet: 70 Euros
- Otros Gastos: Desplazamientos, etc.: 25 Euros

La suma final dará los costes totales indirectos, que serán: 135 Euros

## 6.6. Costes asignados a cada fase

En los siguientes apartados haremos el desglose por fases del proyecto de los distintos costes acarreados a dichas fases. Tendremos en cuenta las horas de cada persona dedicadas a cada etapa, así como amortizaciones, costes de material, costes indirectos, formaciones recibidas, etc.

### 6.6.1. Fase 0. Formación para llevar a cabo el proyecto

Antes del proyecto propiamente dicho debemos tener en cuenta las formaciones recibidas por parte de Jorge Cerro Martín a cargo de Renault

**TABLA XI: FASE 0**

Concepto	Horas	Coste total
Formación "APW & SPR 4 Semanas" por valor 7980 euros	160	7980 €
Formación Corporate QCStory 230 euros	8	230 €
Formaciones complementarias 420 euros	46	420 €
<b>Coste total</b>		<b>8630</b>

### 6.6.2. Fase 1. Decisión de elaboración del proyecto

En esta fase el director del proyecto define las líneas directrices y el perímetro de actuación del Ingeniero de Telecomunicaciones.

**TABLA XII: FASE 1**

Concepto	Horas	Coste total
Director	3	94,18 €
Ingeniero Telecomunicaciones	20	282,56€
<b>Total</b>		<b>376,74</b>

### 6.6.3.Fase 2. Recopilación de datos

Esta ha sido la tarea más difícil y larga del proyecto, ya que, se ha dilatado durante varias semanas

**TABLA XIII: FASE 2**

Concepto	Horas	Coste total
Director	20	628 €
Ingeniero Industrial	670	12147,1€
Costes indirectos		112€
Material consumible		108€
<b>Total</b>		<b>12995€</b>

### 6.6.4.Fase 3. Análisis de datos y toma de decisiones

Esta es una fase crucial en el proyecto, ya que, es donde se estudian todos los datos recopilados en las anteriores semanas en el taller y se deciden las acciones del proyecto.

**TABLA XIV: FASE 3**

Concepto	Horas	Coste total
Director	4	125,6€
Ingeniero Telecomunicaciones	90	1631,17€
Costes indirectos		10€
Material consumible		36€
<b>Total</b>		<b>1802,77€</b>

### 6.6.5. Escritura de la memoria

En esta fase se procede a la escritura de la memoria y difusión por parte de Ingeniero de Telecomunicaciones.

**TABLA XV: ESCRITURA DE LA MEMORIA**

Concepto	Horas	Coste total
Director	3	94,2€
Ingeniero Telecomunicaciones	200	3626€
Costes indirectos		10€
Material consumible		36€
<b>Total</b>		<b>3766,2€</b>

## 6.7. Costes totales del Proyecto y beneficio

Los costes totales del proyecto corresponden a la suma de los costes directos e indirectos, calculados en los apartados anteriores

**TABLA XVI: COSTES TOTALES DEL PROYECTO**

Concepto	Importe
Costes directos	27136,64
Costes indirectos	135
<b>Costes totales del proyecto</b>	<b>27271,64</b>

A continuación se aplicaran tanto el margen comercial, que será del 20% del coste total, como el impuesto sobre el valor añadido IVA que en la actualidad es del 21%

**TABLA XVII: COSTES TOTALES DEL PROYECTO**

Concepto	Importe (Euros)
Costes Totales	27271,64€
Beneficio Aplicado (20%)	5454,33€
Precio antes de impuestos	32725,9€
IVA (21%)	6872,4€
<b>Precio Final</b>	<b>39598,35€</b>

## **7. CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS.**

### **7.1. Conclusiones**

Como se ha visto a lo largo del desarrollo del presente proyecto, el objetivo final que persigue la implantación de la filosofía Lean Manufacturing es conseguir que el Proceso de Fabricación del Boitier Fix Train Left se caracterice por un flujo continuo de trabajo en el que no existan focos de desperdicio, ni acciones que no aporten valor al producto final.

En este tomo se ha definido un Proyecto Lean Manufacturing muy ambicioso que se está llevando a cabo en Renault, cuyos planes de mejora serán ejecutados a lo largo del año 2018. Para poder cumplir con los plazos marcados ya se han empezado a realizar algunas tareas marcadas en los planes de acción:

- Se ha trabajado en el diseño de la herramienta Preactor y se ha adquirido dicha herramienta por parte de la empresa para poder comenzar con su implantación en los talleres
- Con fecha 2 de enero de 2018, se ha comenzado la utilización de la herramienta citada anteriormente en las líneas 1, 3 y 5 del Taller de Embutición de la Unidad de Carrocerías de Valladolid, arrojando resultados muy satisfactorios y según los planes esperados.

A lo largo del presente año, seguirán realizándose ensayos por el resto de líneas de embutición además del Taller de Soldadura. Si todo sigue según lo previsto, Preactor APS quedará implantado en ambos Talleres en las Navidades del presente año.

Tras la aprobación de la Junta Directiva de Renault para trasladar el Proceso de Fabricación del Boitier a Palencia, ya se está trabajando en esta última ubicación para poder conseguir la nueva distribución del Taller de Embutición, que permitirá instalar la cortadora y línea de prensa encargada de dar forma a las piezas que conformarán el Boitier en el verano del presente año.

El departamento de Ingeniería de Renault está trabajando muy activamente en el desarrollo de la isla automática encargada de realizar el proceso de estampado (soldadura) del Boitier. Los trabajos finalizarán en el verano de 2018. En cuanto a la implantación de AGV's para unificar los diferentes procesos, el proyecto se llevará a cabo en los meses comprendidos entre Junio de 2018 y Septiembre de 2018.

A medida que vayan tomando forma las modificaciones citadas, se irán

## 7- CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS

estudiando los cambios que experimenten los indicadores, comprobando de esta manera las mejoras derivadas de las modificaciones implantadas.

En conclusión, este Proyecto Lean busca conseguir mejoras que garanticen una optimización en la producción, a la vez que hacer a la empresa más competitiva en los mercados actuales, siendo cuidadosos con el medioambiente y buscando la rentabilidad y la sostenibilidad. Este cambio de mentalidad está modificando la forma de trabajo de las empresas de hoy en día, dejando atrás la forma clásica de producción, caracterizada por una mano de obra barata donde no se tienen en cuenta los desperdicios, la sostenibilidad ni las condiciones de trabajo.

Es primordial que las empresas busquen la optimización de todos los procesos que desarrollan, siendo esta la única vía de progreso para conseguir ser viables en el futuro.

Por otro lado, las empresas están apostando cada vez más por la sostenibilidad en los procesos así como en todo lo que los rodea, debido, ya sea, a la concienciación de las empresas o bien a las mejoras económicas que todo ello supone al no tener que hacer gastos energéticos inútiles, no consumir tantos embalajes y cartones en la logística, no producir chatarra debido a piezas por mala calidad, etc.

En resumen, la filosofía Lean es una práctica que está cada día más presente en las empresas, asentándose como una de las bases de la nueva forma de trabajar y producir, obteniendo de esta forma productos de buena calidad, con precio asequible y todo ello en el momento justo, aprovechando de forma óptima todos los recursos que caracterizan a las fábricas.

### **7.2. Líneas futuras**

Gracias a las prácticas Lean Manufacturing, hemos conseguido encontrar diversas mejoras que conducirán al proceso de fabricación del Boitier hacia su optimización y mejora de la rentabilidad y la competitividad.

Sin embargo, la filosofía Lean se caracteriza por la mejora continua, siempre podemos mejorar nuestras prácticas, siempre vamos a poder encontrar métodos mejores que los que aplicamos actualmente para mejorar la producción. Es por este motivo por lo que el presente Proyecto puede estar en constante evolución.

Como bien se argumentó en la Introducción, la filosofía Lean Manufacturing es la base para poder asentar en una empresa la Industria 4.0, por lo tanto, las líneas futuras que se pueden llevar a cabo consistirán en introducir nuevas

## 7- CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS

técnicas y mejoras que continuarán en el camino de convertir la empresa en una fábrica de cuarta revolución industrial.

No alejándonos de las mejoras obtenidas en el presente Proyecto, una de las líneas futuras será la implantación de la herramienta de gestión de la información Preactor APS no sólo en el Taller de Embutición y Soldadura, sino también en el Taller de Pintura. Conocidos por los integrantes de este último departamento los resultados tan satisfactorios arrojados por el útil de Siemens en las pruebas realizadas en las líneas del Taller de Embutición, van a implantar esta herramienta en el Taller de Pintura para planificar su producción.

Gracias a las mejoras que se van a implantar, el proceso de fabricación del Boitier se convertirá en un proceso lineal y conectado en una única fábrica (Palencia), lo cual disminuirá el número de embalajes transportados entre distintas ubicaciones (Valladolid-Palencia). Sin embargo, seguirán siendo necesarios ciertos stocks intermedios. Para gestionar de forma óptima nuestros inventarios, una posible línea futura sería la implantación de sistemas de identificación inteligentes por radiofrecuencia, comúnmente conocidos como tecnología RFID. Con este método conseguiremos grandes ventajas en los departamentos logísticos, como por ejemplo:

- Grabar en cada producto datos completos de la fabricación.
- Etiquetar de forma inteligente cada embalaje para conocer la rotación del producto, dónde está y durante cuánto tiempo.
- Modificar, si fuera necesario, la información contenida en la etiqueta actual.
- Consultar datos e informaciones en tiempo real, sin importar en qué proceso se encuentre y los movimientos que haya tenido.

Los defectos de calidad son un problema que todas las empresas desean erradicar. Otra posible línea de vida de nuestro proyecto será la de dotar a las máquinas y líneas de montaje de sensores y visión artificial. De esta forma, podremos realizar muestreos de piezas en tiempo real, detectando posibles fallos que puedan aparecer e impidiendo que las piezas nos conformes lleguen a nuestros clientes.

# BIBLIOGRAFÍA

---

[1] Observar para crear valor. Cartografía de la cadena de valor para agregar valor y eliminar “muda”. Mike Rother y John Shook. The Lean Enterprise Institute Brookline, Massachusetts, U.S.A. (www.lean.org). Versión 1.2 Junio 1999.

[2] Fundamentals of flow manufacturing. Gerard Leone y Richard D. Rahn. Publicado por Flow Publishing Inc. Boulder, Colorado, U.S.A. (www.flowpublishing.com) 2002.

[3] Lean Six Sigma. Combining Six Sigma quality with Lean production speed. Michael L. George. Copyright 2002 by the McGraw-Hill Companies, Inc.

[4] Las claves del éxito Toyota. Effrey K. Liker. Ediciones Gestión 2000. Año edición 2006.

[5] Lean Management: la gestión competitiva por excelencia. Lluís Cuatrecasas Editorial: Profet Editorial. Año Edición 2010, Barcelona.

[6] Lean Manufacturing Implementation: a complete execution manual for any size manufacturer. Dennis H. Hobbes. J.Ross Publishing. Año de edición 2004.

[7] Como implementar manufactura eficiente (Lean Manufacturing). Lonnie Wilson. McGraw-Hill, 2009.

[8] Lean Manufacturing, Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos. Francisco Madariaga, Bubok Published S.L. (2013)

[9] Conceptos y reglas de Lean Manufacturing 2ª Ed. Alberto Villaseñor Contreras, Limusa

[10] Kaizen Rápido y sencillo. El generador de ideas Guía para integrar al personal en la generación de ideas para la mejora continua. Bunji Tozawa & Norman Bodek

[11] Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad. Rajadell Carreras, 1ra Edición, Ed Días de Santos (2010)

Otra documentación, manuales y formación aportada por la empresa Renault S.A.

- Manuales de formación “certificación APW & SPR 4 Semanas”
- Manual SPR Renault
- Manual del alumno Kaizen
- Formación Corporate KPIMatrix Renault-Nissan
- Guía de utilización Preactor APS