



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

# DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN LEAN EN UNA EMPRESA DEDICADA A LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN SOLAR

---

MEMORIA PRESENTADA POR:

**ABRAHAM NAVALÓN DAVÓ**

Máster Universitario en Organización Industrial y Logística

Convocatoria de Defensa: Fecha

Directora:

Francisca Sempere Ripoll

# Resumen

**Palabras Clave:** Lean Manufacturing, Kaizen, OEE, KPIs, Lean Manufacturing tools

La mejora continua es una pieza clave en la estrategia de todas las empresas como herramienta para la mejora de la competitividad. La empresa de estudio tras haber superado de forma notable la crisis se ve en la necesidad de dar un giro a la fabricación tradicional para apostar por nuevas formas de gestión más competitivas que le mantengan en la posición deseada en el mercado. Se apuesta por la metodología lean, muy extendida y testeada en diferentes empresas y sectores, como herramienta de gestión con el objetivo último de agilizar y optimizar los procesos. Se desarrolla una batería de indicadores, una organización humana con canales de comunicación eficientes y se seleccionan y se aplican las herramientas lean más adecuadas para cada objetivo. El proyecto se inició en una sección piloto, y tras los buenos resultados obtenidos se ha desplegando durante tres años en toda la planta productiva de Salinas 1 que cuenta con cinco secciones y más de cien trabajadores. Mejora en la coordinación, planificación y comunicación, aumento de la visibilidad del estado de la planta por el despliegue de indicadores y desarrollo de talleres de mejora que han permitido optimizar los procesos y aumentar la implicación del personal son algunos de los objetivos alcanzados.

# Abstract

**Keywords:** Lean Manufacturing, Kaizen, OEE, KPIs, Lean Manufacturing tools

The continuous improvement is a key element in the strategy of all companies as a tool to improve competitiveness. After the company of study significantly overcame the crisis, it needed to change the traditional manufacture to bet by new forms of management more competitive to keep the company in the position wished in the market. The Lean Manufacturing methodology is selected, widely used and tested in different companies and sectors, a management tool where the main goal is streamline and optimize the processes. A batch of indicators are developed, a human organization with efficient communication channels is introduced and the most appropriate lean tools for each objective are selected and applied. The project started in a pilot section, after the good results achieved, it has been deployed for three years in the factory Salinas 1 which it has five sections and more than one hundred workers. The goals achieved are firstly the coordination, planning and communication are been improved, secondly the control of the production state are increased thanks of indicators and finally the lean manufacturing tools have allowed optimizing processes and increasing staff involvement.

# Resum

**Paraules claus:** Lean Manufacturing, Kaizen, OEE, KPIs, Lean Manufacturing tools

La millora contínua és una peça clau en l'estratègia de totes les empreses com a eina per a la millora de la competitivitat. L'empresa d'estudi, després d'haver superat de forma notable la crisi, es veu en la necessitat de donar un gir a la fabricació tradicional per apostar per noves formes de gestió més competitives que la mantinguen en la posició desitjada en el mercat. S'aposta per la metodologia Lean, molt expandida i testejada en diferents empreses i sectors, com a eina de gestió amb l'objectiu últim d'agilitzar i optimitzar els processos. Es desenvolupa una bateria d'indicadors, una organització humana amb canals de comunicació eficients, i es selecciona i s'apliquen les eines Lean més adequades per a cada objectiu. Iniciat en una secció pilot, després dels resultats obtinguts s'ha desplegat durant tres anys en tota la planta productiva Salinas 1, que compta amb cinc seccions i cent treballadors. Millora en la coordinació, planificació i comunicació, augment de la visibilitat de l'estat de la planta per desplegament d'indicadors i desenvolupament de tallers de millora, que han permès optimitzar els processos i augmentar la implicació del personal. Aquests són alguns dels objectius aconseguits.

# Agradecimientos

A mis padres, por su ayuda incondicional, por su apoyo y por su cariño. Nada de lo que he conseguido lo hubiese podido hacer sin ellos, infinitas gracias. A mi querida hermana, inteligente, especial y única. A mis abuelos, tíos y primos ejemplos todos ellos de constancia y trabajo para conseguir las metas.

A Desi, la persona más especial que conozco, mi mitad, mi mundo, mi vida. Y gracias a mi familia política, desde luego mi familia, por acogerme como uno más. A mis "pequeños", María y Alex, por alegrarme todos los días.

A mis amigos, los de siempre María, Raúl, Cristian y Lucia, acompañantes de mi vida desde el principio, mis hermanos. A los que me he encontrado y me han acompañado por el camino, algunos fugaces y otros no me imagino mi vida sin ellos, gracias por los momentos más divertidos que recuerdo. Y a mis compañeros del día a día, mis amigos. Gracias a todos por acompañarme en mi viaje.

Gracias a todos los profesores que me han ayudado a ser quien soy, sin duda el máster ha sido una de las mejores experiencias académicas que he tenido. Especialmente a Francisca que me abrió un mundo nuevo y que siempre ha confiado en mi.

Por último, gracias a mi empresa, por permitirme desarrollar mi proyecto con ellos, por acogerme en su familia Gaviota y por confiar en mi desde el principio.

# Justificación del Proyecto

El presente trabajo final de máster recoge el desarrollo e implantación de un sistema de mejora continua basado en la metodología de gestión lean aplicado en una empresa industrial durante más de tres años. Se justifica dentro del Máster Universitario en Organización Industrial y Logística como una de las áreas de trabajo más importantes y actuales para los ingenieros de organización que desarrollen su carrera dentro de la cadena de valor de las empresas tanto industriales como de servicios.

La implantación de la metodología lean supone un campo transversal que alberga todos los aspectos de la empresa, principalmente de la cadena de valor, desde la coordinación con las compras y abastecimiento hasta la expedición de producto y la colaboración con el departamento de logística. Gracias a esa transversalidad permite la aplicación para cada problema concreto de las herramientas más adecuadas independientemente del campo de actuación que las contemple, es ahí dónde se aplican herramientas de teoría de costes, métodos y tiempos, planificación, logística y un largo etcétera.

El proyecto tiene como objetivos recoger por un lado el análisis previo, la planificación e implantación del sistema de gestión lean alrededor de las cinco secciones y departamentos soporte que componen la planta productiva analizada. Por otro lado, muestra las herramientas desarrolladas tanto de mejora de la productividad, de mejora de gestión, haciendo mucho hincapié en la comunicación y herramientas de mejora de la implicación del personal como pilar principal de la metodología. Por último, se recoge todas las mejoras obtenidas con el objetivo último de la mejora de la competitividad de la empresa, tanto a nivel de mejora de los procesos y productividad, como la agilidad, la capacidad de reacción y la solidez de los procesos.

# Índice

|   |          |
|---|----------|
| Índice  | III      |
| Índice de Figuras   | VI       |
| Índice de Tablas  | VII      |
| <b>1. Introducción</b>  | <b>1</b> |
| 1.1. Introducción . . . . .   | 1        |
| 1.2. Motivación . . . . .   | 1        |
| 1.3. Objetivo del Proyecto . . . . .                                | 2        |
| 1.4. Estructura del Proyecto . . . . .                              | 2        |
| <b>2. Antecedentes y descripción del entorno de estudio</b>         | <b>4</b> |
| 2.1. Contexto del estudio . . . . .                                 | 4        |
| 2.2. Empresa objetivo de Estudio . . . . .                          | 5        |
| 2.2.1. Aproximación a la empresa de estudio . . . . .               | 5        |
| 2.2.2. Marco de estudio . . . . .                                   | 6        |
| 2.2.3. Organigrama . . . . .  | 7        |
| 2.3. Planta Productiva Salinas 1 . . . . .                          | 7        |
| 2.3.1. Sección Inyección de Aluminio . . . . .                      | 8        |
| 2.3.2. Sección Inyección de Plástico . . . . .                      | 13       |
| 2.3.3. Sección Lacado . . . . .                                     | 17       |
| 2.3.4. Sección Inyección de Lacado de Perfil . . . . .              | 21       |
| 2.3.5. Sección de Acabado Superficial . . . . .                     | 24       |
| 2.4. Sistema de Gestión Lean . . . . .                              | 25       |
| 2.4.1. Historia Sistema de Gestión Lean . . . . .                   | 25       |
| 2.4.2. Definición . . . . .   | 26       |
| 2.4.3. Objetivos del Sistema de Gestión Lean . . . . .              | 27       |
| 2.4.4. Sistema de Gestión Lean VS fabricación tradicional . . . . . | 29       |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>3. Implantación del Sistema de Gestión Lean</b>                                     | <b>31</b> |
| 3.1. Introducción . . . . .  | 31        |
| 3.2. Metodología de Implantación . . . . .   | 31        |
| 3.3. Diagnóstico y planificación . . . . .   | 33        |
| 3.3.1. Cronograma de Implantación . . . . .  | 34        |
| 3.3.2. Cronograma de implantación desarrollado . . . . .                               | 36        |
| 3.4. Formación . . . . .   | 38        |
| 3.5. Despliegue de Indicadores . . . . .   | 39        |
| 3.5.1. Introducción . . . . .  | 39        |
| 3.5.2. Clasificación de los Indicadores . . . . .                                      | 41        |
| 3.5.3. Overall Equipment Effectiveness . . . . .                                       | 45        |
| 3.5.4. Cuadro de Mando Integral . . . . .  | 51        |
| 3.6. Organización y Comunicación del sistema de gestión lean . . . . .                 | 53        |
| 3.6.1. Organización Humana de la Producción . . . . .                                  | 53        |
| 3.6.2. Gestión de la Comunicación . . . . .  | 55        |
| 3.6.3. Gestión Visual . . . . .  | 56        |
| 3.6.4. Extensión a los departamentos soportes . . . . .                                | 60        |
| <br>   |           |
| <b>4. Despliegue de las herramientas del sistema de gestión lean</b>                   | <b>63</b> |
| 4.1. Introducción . . . . .  | 63        |
| 4.2. Metodología estándar utilizada . . . . .  | 64        |
| 4.3. Plan-Do-Check-Act . . . . .   | 65        |
| 4.4. Estándares de trabajo . . . . .   | 68        |
| 4.5. Herramientas de implicación del personal . . . . .                                | 68        |
| 4.5.1. Ideas de Mejora . . . . .   | 69        |
| 4.5.2. Polivalencia . . . . .  | 71        |
| 4.5.3. 5S - Orden y Limpieza . . . . .   | 73        |
| 4.6. Herramientas de productividad . . . . .   | 76        |
| 4.6.1. Mejora de la productividad en los arranques y paradas<br>de la planta . . . . . | 78        |

|   |            |
|---|------------|
| 4.6.2. TPM - Mantenimiento . . . . .  | 80         |
| 4.6.3. Grupo de Resolución de Problemas - cráteres piezas<br>lacado . . . . . | 84         |
| 4.6.4. Ishikawa fundición - rotura contenedor . . . . .                       | 87         |
| <b>5. Líneas futuras</b>  | <b>91</b>  |
| 5.1. Mantenimiento del sistema - Auditoría . . . . .                          | 91         |
| 5.2. Expansión del sistema a otra áreas . . . . .                             | 93         |
| 5.3. Sistema de Costes Basados en Actividades . . . . .                       | 94         |
| <b>6. Conclusiones</b>  | <b>96</b>  |
| <b>Bibliografía</b>   | <b>99</b>  |
| <b>A. Cronograma Implantación SGL en S1</b>                                   | <b>100</b> |
| <b>B. Ejemplos de Toma de Datos</b>   | <b>101</b> |
| <b>C. Cuadro de Mando Integral</b>  | <b>105</b> |
| <b>D. Documentos Organización Humana de la Producción</b>                     | <b>108</b> |
| <b>E. Ejemplo de la implantación de las 5s</b>                                | <b>113</b> |
| <b>F. Auditoría del sistema de gestión lean</b>                               | <b>119</b> |
| <b>Índice de Siglas y Acrónimos</b>   | <b>123</b> |

## Índice de figuras

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.  | Centros productivos y secciones principales . . . . .  | 6  |
| 2.  | Organigrama centro productivo Salinas 1 . . . . .  | 7  |
| 3.  | Relación coste/propiedades mecánicas para diferentes procesos productivos metalúrgicos. . . . .          | 8  |
| 4.  | Evolución demanda aluminio [4] . . . . .   | 9  |
| 5.  | Perspectiva de la planta de inyección de aluminio. . . . .   | 10 |
| 6.  | Cadena de valor en una isla de inyección. . . . .  | 11 |
| 7.  | Organigrama de la sección de fundición. . . . .  | 12 |
| 8.  | Flujo proveedor-cliente en sección inyección de aluminio. . . . .  | 13 |
| 9.  | Máquina de inyección de plástico. . . . .  | 14 |
| 10. | Organigrama de la sección de inyección de plástico. . . . .  | 15 |
| 11. | Flujo proveedor-cliente en sección inyección de plástico. . . . .  | 17 |
| 12. | Esquema planta de lacado. . . . .  | 18 |
| 13. | Organigrama de la sección de lacado. . . . .   | 20 |
| 14. | Flujo proveedor-cliente en sección lacado. . . . .   | 21 |
| 15. | Cabina de lacado perfil dónde se observa que es la cabina la que se desplaza sobre los perfiles. . . . . | 22 |
| 16. | Organigrama de la sección de Lacado de perfil. . . . .   | 23 |
| 17. | Flujo proveedor-cliente en sección lacado perfil. . . . .  | 23 |
| 18. | Organigrama de la sección de acabado superficial. . . . .  | 25 |
| 19. | Flujo proveedor-cliente en sección de acabado superficial . . . . .                                      | 25 |
| 20. | Siete desperdicios contemplados en el sistema de gestión lean. . . . .                                   | 28 |
| 21. | Fases empleadas en la implantación de la metodología lean. . . . .                                       | 32 |
| 22. | Calendario de implantación del sistema de gestión lean en sección de fundición. . . . .                  | 36 |
| 23. | Disponibilidad sección lacado. . . . .   | 40 |
| 24. | Tablero de marcha. . . . .   | 44 |
| 25. | Disponibilidad en la sección de fundición. . . . .   | 48 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 26. | Organización humana de la producción de la planta de Salinas<br>1. . . . .                                 | 54  |
| 27. | Flujos principales de comunicación en la metodología lean. . .   | 56  |
| 28. | Ejemplos de gestión visual. . . . .  | 59  |
| 29. | Organización humana de la producción en los departamentos<br>soporte de S1. . . . .                        | 60  |
| 30. | Ejemplos de la gestión visual empleada en el departamento de<br>mantenimiento. . . . .                     | 61  |
| 31. | Método estándar utilizada para la mayoría de talleres de mejora.   | 66  |
| 32. | Ejemplos de PDCA. . . . .  | 67  |
| 33. | Estándar de la sección de lacado con el procedimiento de uti-<br>lización de la aspiradora. . . . .        | 68  |
| 34. | Ejemplo de una idea de mejora. . . . .   | 70  |
| 35. | Estado de las ideas de mejora en la planta productiva de S1. .   | 71  |
| 36. | Plan de polivalencia realizado en la sección de plástico. . . . .  | 73  |
| 37. | Fases en la implantación de las 5S. . . . .  | 75  |
| 38. | Ejemplos de 5S realizadas en las oficinas de S1. . . . .   | 77  |
| 39. | Ejemplo de la aplicación de 5S en mantenimiento. . . . .   | 78  |
| 40. | Estándar del arranque de la sección de fundición. . . . .  | 79  |
| 41. | Indicadores utilizados tras el taller Hoshin de arranque y pa-<br>rada de la sección de fundición. . . . . | 81  |
| 42. | Esquema inicial del taller TPM. . . . .  | 82  |
| 43. | Ejemplos del despliegue del TPM en la sección de fundición. .  | 85  |
| 44. | Esquema y acciones marcadas para revisar en el GRP de los<br>cráteres en la planta de lacado. . . . .      | 88  |
| 45. | Ishikawa realizado para la resolución del problema del conte-<br>nedor en la fundición. . . . .            | 89  |
| 46. | Plan de acción realizado en el Ishikawa de resolución de pro-<br>blemas de la fundición. . . . .           | 90  |
| 47. | Cronograma implantación SGL en S1. . . . .   | 100 |
| 48. | Plantilla estándar de toma de datos en la sección de fundición.  | 101 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 49. | Ejemplo de Parte Manual. . . . .   | 103 |
| 50. | Programa asociado a la cadena del lacado para contar las perchas vacías respecto al total. . . . . | 104 |
| 51. | Ejemplo de cuadro de mandos sección de fundición y plástico. . . . .                               | 106 |
| 52. | Ejemplo de cuadro de mandos sección de lacado y acabados. . . . .                                  | 107 |
| 53. | Ejemplo de acta TOP5. . . . .  | 109 |
| 54. | Ejemplo de rutina del supervisor. . . . .  | 110 |
| 55. | Ejemplo de parte de averías. . . . .   | 111 |
| 56. | Distribución de las reuniones a lo largo de la semana en la planta de Salinas 1. . . . .           | 112 |
| 57. | Ejemplos de antes y después- . . . . .   | 114 |
| 58. | Ejemplo de estandarización. . . . .  | 115 |
| 59. | Ejemplo de estándar 5S. . . . .  | 116 |
| 60. | Auditoría 5S. . . . .  | 117 |
| 61. | Evolución del indicador 5S en la sección de fundición. . . . .                                     | 118 |
| 62. | Criterios de valoración en la auditoría del sistema de gestión lean. . . . .                       | 120 |
| 63. | Valoración de la auditoría para una sección, destaca las observaciones de mejora. . . . .          | 121 |
| 64. | Valoración de la auditoría . . . . .   | 122 |

## Índice de tablas

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.  | Codificación aleaciones fundiciones de aluminio [4]. . . . .                            | 10 |
| 2.  | Principios del espíritu Kaizen. . . . .   | 27 |
| 3.  | Peso relativo de las diferentes secciones en la planta de Salinas<br>1. . . . .         | 34 |
| 4.  | Obtención de datos para los indicadores principales por sección.                        | 41 |
| 5.  | Características del indicador de disponibilidad en las diferentes<br>secciones. . . . . | 46 |
| 6.  | Tipos de incidencias en la sección de lacado. . . . .                                   | 47 |
| 7.  | Características del indicador de rendimiento en las diferentes<br>secciones. . . . .    | 50 |
| 8.  | Características del indicador de calidad en las diferentes sec-<br>ciones. . . . .      | 50 |
| 9.  | % de defectos para una familia de testers sobre el total de<br>piezas NOK. . . . .      | 51 |
| 10. | Características principales de la TOP5 y del cara a cara. . . .                         | 57 |
| 11. | Características principales de la TOP15 y TOP60. . . . .                                | 58 |
| 12. | Aplicación de diferentes talleres en las secciones. . . . .                             | 77 |

# 1. Introducción

## 1.1. Introducción

El presente proyecto surge de la colaboración con la empresa Gaviota Simbac situada en Sax, provincia de Alicante. Empresa inmersa en la implantación del Sistema de Gestión Lean desde hace más de tres años dónde he tenido la oportunidad de seguir la evolución muy de cerca.

En primer lugar como Lean Promotor y persona enlace con la empresa consultora que ayudó en la implantación de la planta piloto, más adelante como Responsable de mantener y extender la metodología Lean a otras áreas con los recursos internos y actualmente como Lean Manager y responsable de un equipo enfocada a mantener y convertir a Gaviota en una empresa totalmente Lean.

Actualmente, Gaviota cuenta con un despliegue amplio en la parte productiva, especialmente en el centro productivo con más envergadura, y las funciones soportes clave, Gaviota continua en el proceso de mejora iniciado en Julio de 2015.

## 1.2. Motivación

Dirigir un proyecto de esta envergadura en una empresa industrial tan grande y que se encuentra cerca de mi localidad ha sido desde el principio un reto y una oportunidad tanto profesional como personalmente. He tenido la oportunidad de poner en práctica la mayoría de herramientas aprendidas en mi etapa de estudiante ya que la posición privilegiada que me otorga el puesto Lean Promotor, una posición tan interdepartamental me ha permitido además de la obvia de implantación de la metodología y desplegar todas las herramientas de mejora también he podido colaborar en la implantación de un nuevo ERP, en el apoyo a los departamentos de planificación y producción, en el cálculo de costes y tantas otras competencias prioritarias en un ingeniero de organización y logística.

Ahora me hayo con la oportunidad de plasmar todo el trabajo de casi tres años en un proyecto dónde pretendo unir el conocimiento académico adquirido con la implantación en una empresa real. Una implantación compleja, dónde la experiencia sin duda es la segunda pata en la formación de cualquier persona. Lidiar con el factor humano es decisivo, y dónde te sorprendes día a día de la actitud y aptitud que tienen los compañeros y dónde sacar lo

máximo posible de cada uno de las personas del equipo se convierte en la prioridad principal para tener éxito. Todo eso sin olvidarnos del día a día, o como yo lo suelo llamar, hay que vivir con los *incendios* que ocurren todos los días y que son necesarios para seguir sirviendo el producto a los clientes pero que trabajamos diariamente valiéndonos de las herramientas lean para que lo habitual se transforme en lo ocasional.

Trabajar en una empresa de casi cuatrocientos empleados me brinda la oportunidad de seguir adquiriendo y poniendo en práctica todo el conocimiento adquirido. Como desarrollaremos en el siguiente proyecto prácticamente acabamos de terminar con la implantación en una de las plantas, ahora queda mantenerlo y seguir mejorando día a día y por supuesto alcanzar los sucesivos retos en las diferentes plantas y departamentos.

### 1.3. Objetivo del Proyecto

El objetivo del presente proyecto se podría inicialmente dividir en dos objetivos principales:

1. En primer lugar mostrar la implantación del Sistema de Gestión Lean realizada en Gaviota en una de sus plantas productivas. ¿Cómo se ha planificado? ¿Qué herramientas se han utilizado? ¿Cómo se ha definido la organización? ¿Qué indicadores se han puesto en marcha?. Todo esto como inicio de la mejora.
2. Desglosar las mejoras obtenidas, ya no sólo las tangibles en lo que se refiere a mejoras en la productividad, calidad, reducción de desperdicios, mejoras en seguridad, etc. Si no también las mejoras intangibles donde nos referimos a la mejora de la comunicación, del clima de trabajo, de la implicación del personal y otros aspectos que iremos desglosando a lo largo del proyecto.

### 1.4. Estructura del Proyecto

El proyecto final de máster que se presenta se estructura en seis capítulos. El primer de ellos, en el cuál nos encontramos, es una introducción al proyecto mostrando la motivación para realizarlo y los objetivos que se pretenden alcanzar.

El capítulo dos despliega el marco del estudio; dividiéndose claramente en dos partes diferenciadas, en la primera se explica el contexto de estudio mos-

trando la empresa en la que se basa el proyecto y desglosando la situación de inicio, el proceso productivo y su organización. En la segunda parte del capítulo nos centraremos en el despliegue teórico el Sistema de Gestión Lean como metodología de mejora continua en la empresa.

Los capítulos tres y cuatro nos muestran la implantación del Sistema de Gestión Lean, enfocándose en el tercero en la implantación del método del Sistema de Gestión Lean como sistema de mejora de la productividad basándose en los tres pilares básicos; indicadores, personas y herramientas. El cuarto capítulo desgrana esas herramientas aplicadas a los diferentes procesos de la empresa que han permitido obtener las mejoras buscadas en los objetivos.

Para terminar, el capítulo cinco muestra las líneas futuras de estudio, justificadas aún más en una metodología Lean que pretende introducirse en el ADN de las empresas como una forma continua de trabajo. Las conclusiones del proyecto se muestran en el capítulo seis.

## 2. Antecedentes y descripción del entorno de estudio

El capítulo comienza con una introducción al contexto de la economía en España y por qué el Sistema de Gestión Lean, en adelante SGL, supone cada vez una más alternativa a los sistemas de producción tradicionales.

En la segunda parte del capítulo se introduce la empresa; su organización, sus procesos productivos y el marco de estudio en el que se focaliza el proyecto. La tercera parte la dedicaremos a conocer ampliamente la estructura, configuración y procesos que entran dentro del ámbito de estudio del proyecto.

Para finalizar, en la cuarta parte del capítulo se explica de forma detallada los aspectos teóricos claves del SGL.

### 2.1. Contexto del estudio

España ha sufrido una fuerte desindustrialización, especialmente agravada desde 2008 debido a la crisis económica. Esto se observa tanto en el descenso de la aportación del sector secundario al PIB nacional, 5 puntos menos en una década como, como en la reducción del porcentaje de ocupados cayendo del 19,4 % en 2000 al 13,8 % en 2017. Si comparamos a España con los países del entorno el balance todavía es más negativo siendo la industria española de las menos representativas en los países principales de la zona euro. [2]

Vivimos en un entorno globalizado dónde los cambios cada vez se realizan de forma más rápida e involucrando a personas cada vez más alejadas entre sí. Las empresas industriales españolas han mantenido una resistencia importante al cambio manteniéndose en unos niveles de inversión y competitividad muy inferiores, especialmente más acentuado en las empresas más tradicionales [3] Ante esta situación industrial y panorama global las empresas se han visto con la necesidad de involucrarse en procesos de cambio buscando agilizar los procesos, aumentar la productividad y afianzar la red de distribución, factores claves para el crecimiento.

Adelantándose a los posibles problemas futuros económicos, políticos o de cambio de los hábitos de consumo, la empresa objeto de estudio se lanza en un proyecto de análisis de los procesos productivos principales con el objetivo claro y firme de realizar los cambios industriales, culturales y en la organización necesarios que le permitan situarse en de una manera competitiva en el mercado global. Cambiando de una mentalidad reactiva a una mentalidad proactiva ante los cambios.

## 2.2. Empresa objetivo de Estudio

### 2.2.1. Aproximación a la empresa de estudio

Gaviota Simbac es una empresa industrial con 50 años de historia. Cuenta con un equipo humano de más de 300 personas siendo referente mundial en proveer soluciones integrales en el sector de sistemas de protección solar y climatológica, con mecanismos de persianas, toldos y screens.

La empresa apuesta firmemente por el ahorro energético apostando por sistemas de toldos y screens que son perfectos economizadores del gasto energético ya que reducen el uso de climatizadores y permiten disfrutar de la luz: en verano reducen el nivel de calor y en invierno lo preservan. La reducción de consumo eléctrico es evidente. Entre un 30 y 50 % de ahorro energético en climatización es posible con la solución de protección solar adecuada, y si además se trata de una solución basada en un sistema automatizado que reduce la radiación de energía solar térmica que alcanza el interior de la vivienda, los niveles de ahorro pueden llegar hasta el 80 y 90 %.

Gaviota Simbac, con sede central en España, concretamente en Sax, pequeño pueblo del interior de Alicante, se ha consolidado internacionalmente expandiendo su penetración en los mercados donde opera para ser una de las empresas de más rápido y mejor crecimiento en su sector a nivel mundial [1].

En sus inicios comenzó realizando herramientas para trabajos manuales, se ha caracterizado durante sus casi 50 años de historia por la capacidad de adaptación. Fue capaz de adaptar sus procesos para trasladarse de la fabricación de herramientas a la fabricación de accesorio para persianas acompañando al auge de este tipo de empresas que se desencadenó en la zona. Siendo este tipo de productos una de sus principales líneas de negocio hasta la fecha.

Ligado a los sistemas de protección solar surge una segunda línea de negocio principal; proveedor de sistemas de toldo, que engloba un gran abanico de modelos y sistemas capaces de abarcar toda la demanda. Entre los distintos sistemas se encuentran tanto toldos verticales como horizontales, de punto recto, anclados o no a pared o techo. Todo esto en un gran abanico tanto de medidas como de colores. Actualmente Gaviota tiene un catálogo con más de seis mil referencia de producto acabado entre todas sus líneas de negocio y dónde destaca, como estrategia de negocio, proveer al mercado de un producto diferenciado apostando por personalizar los colores a las necesidades del cliente.

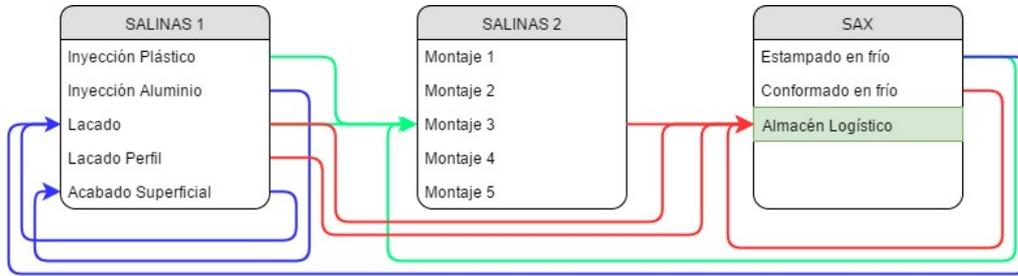


Figura 1: Centros productivos y secciones principales

### 2.2.2. Marco de estudio

Gaviota Simbac, como ya se ha comentado, es una empresa con una orientación claramente internacional. Este hecho no se ve reflejado únicamente en las ventas si no que toda su cadena de suministros es muy compleja y deslocalizada, encontrando eslabones en diferentes localizaciones geográficas.

Sin embargo, el grueso de la producción se sigue localizando en España donde se encuentran los procesos productivos más complejos, especializados y con mayor aporte de valor añadido. Los centros productivos principales se encuentran en Alicante, repartidos entre las poblaciones de Sax y Salinas, apoyados por otros centros propios o de proveedores más pequeños en pueblos de la zona. Ambas poblaciones situadas en la provincia de Alicante están separadas por apenas 10 Km de distancia lo que es propicio para el movimiento de mercancía semi-elaborado entre los diferentes centros productivos. Sin embargo, debido a la complejidad y diversidad del producto como veremos en la figura 1 las posibles combinaciones son complejas. Los tres centros productivos principales (Salinas 1, Salinas 2 y Sax) albergan 12 secciones productivas y un almacén central de producto acabado, este último situado en Sax aprovechando la excelente conexión con la autovía. En la figura 1 se puede observar tanto las secciones que componen cada centro productivo además de los flujos de materiales principales. En azul se observan los flujos de productos semielaborados de primer nivel, mientras que en color verde los de segundo nivel. En color rojo están representados los flujos de producto acabado que se concentran en el almacén logístico central para su expedición tanto nacional como internacional.

En este proyecto se centra en el desarrollo del SGL en el centro productivo Salinas 1, en adelante S1, centro pionero en la metodología y seleccionado ya que es donde se encuentran las secciones con mayor aporte de valor añadido en la cadena de valor del producto.

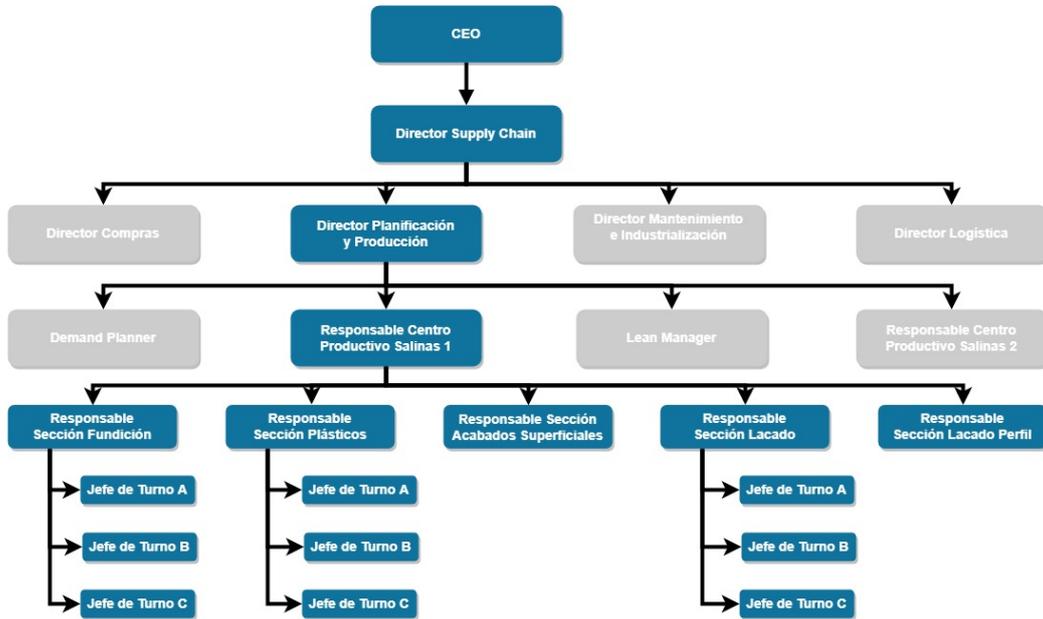


Figura 2: Organigrama centro productivo Salinas 1

### 2.2.3. Organigrama

Gaviota tiene una estructura jerárquica tradicional. En este caso la responsabilidad de la producción recae en el Director de Planificación y Producción, situado en el nivel táctico, es el nexo de unión entre los responsables de los centros productivos, totalmente operativos y la dirección de las áreas y dirección general que se encargan de la parte estrategia. En la figura 2 se observa el organigrama afectado en la planta productiva de estudio.

## 2.3. Planta Productiva Salinas 1

La planta productiva de Salinas 1 representa la planta más importante de todas las que cuenta Gaviota, con una plantilla que supera los cien empleados en los picos de trabajo y con las secciones más complejas técnicamente. Como podemos apreciar en la figura 2 la planta se compone de cinco secciones productivas además de los departamentos soporte dónde destaca el taller de matricería, el departamento de mantenimiento y la unidad de medio ambiente.

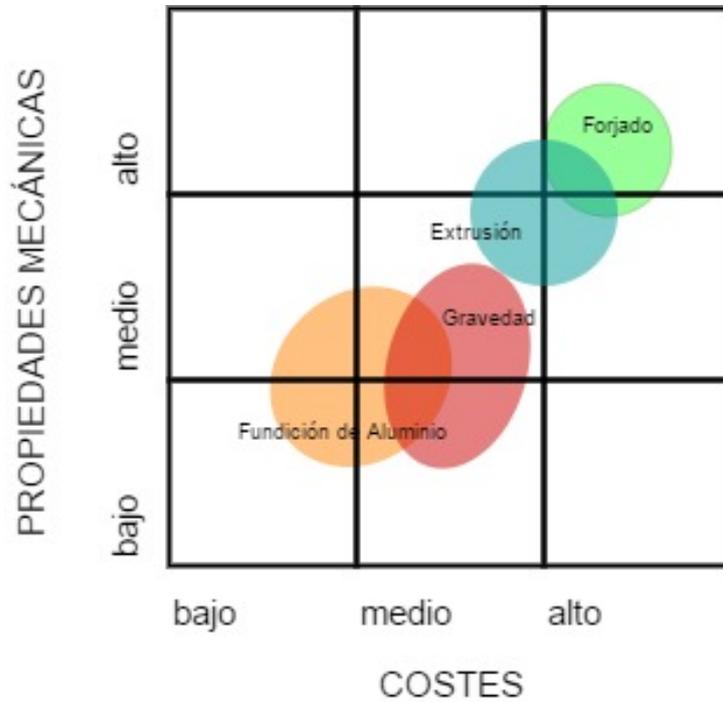


Figura 3: Relación coste/propiedades mecánicas para diferentes procesos productivos metalúrgicos.

### 2.3.1. Sección Inyección de Aluminio

La fundición a alta presión es un proceso de fabricación muy eficiente y económica para volúmenes medios y altos. Proporciona una alta exactitud dimensional para piezas de 0,5 a 70 kg. Tal como se puede ver en la figura 3 es un proceso de bajo coste con unas propiedades mecánicas de calidad media.

La inyección de alta presión se puede realizar en diferentes aleaciones no ferrosas de aluminio, magnesio, zinc, latón y bronce. En este caso particular la sección presenta una inyección a alta presión de aluminio, englobado dentro de las aleaciones ligeras (con densidad menor que los aceros). Precisamente es esa cualidad de ligereza la que le ha provocado su despegue industrial para un gran número de aplicaciones. En la figura 4 podemos apreciar el aumento de consumo de aluminio mundial en las últimas décadas.

En estado puro desde el punto de vista físico el aluminio posee una resistencia muy baja a la tracción y dureza [4]. Para mejorar estas características se alea con otros metales mejorando así sus características mecánicas. Actualmente

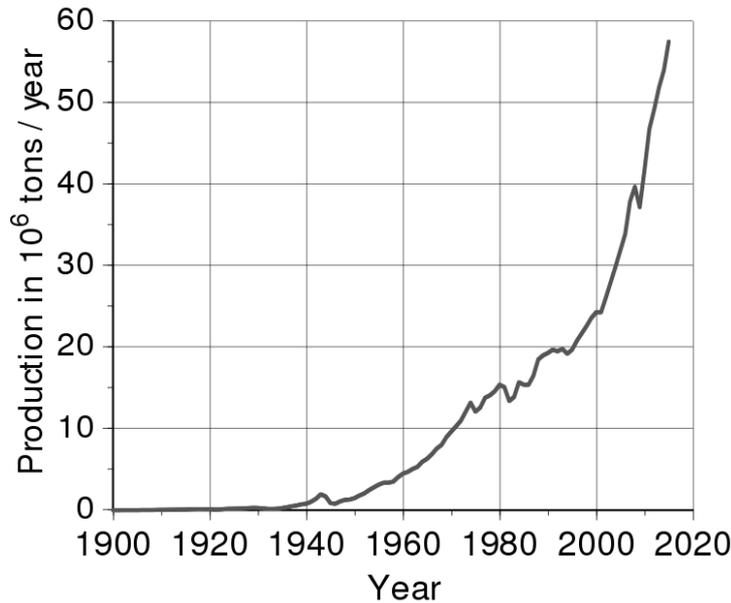


Figura 4: Evolución demanda aluminio [4]

están registradas más de 300 aleaciones distintas diferenciadas en dos grupos principales: aluminios laminados y fundiciones de aluminio. Estos últimos regulados por la norma estadounidense ASTM B275 según tabla 1 que son los empleados en las instalaciones de inyección.

**Proceso Productivo** → El proceso productivo en una sección de inyección de aluminio se divide en dos partes principales diferenciadas claramente: horno de fusión y máquinas de inyección. En la imagen 5 podemos una perspectiva de la sección; al fondo se encuentran los dos hornos fusores y en dos líneas (izquierda y derecha) vemos las siete máquinas de inyección.

- Hornos de fusión** → Encargado de fundir la aleación de aluminio suministrada generalmente a modo de lingotes, abastece un número variable de máquinas de inyección. La capacidad de abastecimiento dependerá de la capacidad de fusión del horno (*kg/hora*) y que dependerá del consumo de aluminio de las máquinas de inyección, según el peso de las piezas en proceso. A su vez, el horno de fusión, se divide en dos partes diferencias; torre de fusión y mantenedor. A la zona de fusión se le aporta aluminio de forma semiautomática gracias a unos carros transportadas, en esta zona se funde el aluminio sólido hasta alcanzar la fase líquida a unos 680°C. Posteriormente por decantación desciende

|   |       |
|---|-------|
| Fundición de aluminio puro 99.0 pureza  | 1xx.x |
| Fundición de aluminio aleado principalmente con cobre                                     | 2xx.x |
| Fundición de aluminio aleado principalmente con silicio y adiciones de cobre y/o magnesio |       |
| Fundición de aluminio aleado principalmente con silicio                                   | 4xx.x |
| Fundición de aluminio aleado principalmente con magnesio                                  | 5xx.x |
| Fundición de aluminio aleado principalmente con Zinc                                      | 7xx.x |
| Fundición de aluminio aleado principalmente con estaño                                    | 8xx.x |
| Fundición de aluminio aleado con otros elementos  | 9xx.x |
| Serie no utilizada  | 6xx.x |

Tabla 1: Codificación aleaciones fundiciones de aluminio [4].



Figura 5: Perspectiva de la planta de inyección de aluminio.



Figura 6: Cadena de valor en una isla de inyección.

a la zona del mantenedor. En el mantenedor el aluminio se mantiene en estado líquido a temperatura de trabajo esperando a ser transportado a las diferentes máquinas de inyección.

- **Máquina de inyección** → Generalmente se consideran todo el proceso de inyección dentro de una isla de trabajo que contiene como elemento principal la propia máquina de inyección pero que sin los equipos auxiliares sería incapaz de operar de forma eficiente. El flujo del proceso de inyección dentro de la isla se puede observar en la figura 6.

Cada equipo es intercambiable según las características del producto a fabricar. La descripción de cada uno es:

1. **Horno Mantenedor** → El aluminio transportado desde el horno fusor se queda almacenado en unos hornos mantenedor. Encargados de mantener el aluminio en estado líquido y a la temperatura óptima para su inyección. El aluminio es transportado a la máquina de inyección por dos canales; transportadores con cazo o dosificadores.
2. **Lubrificación** → Manual o automática se encarga de realizar una película entre el molde y la pieza que permita su posterior expulsión.
3. **Máquina de Inyección** → Contiene el molde y es dónde se realiza el proceso de inyección. El aluminio transportado es propulsado a presión dentro de la cavidad hueca generada por las dos partes del molde. Una vez compactado y solidificado la máquina abre el molde.
4. **Extracción** → Realizada por un operador humano o un robot es la encargada de sacar la pieza de la máquina permitiendo el inicio del turno.
5. **Prensa de troquelar** → Separa la pieza de los canales de alimentación y fugas de aire.

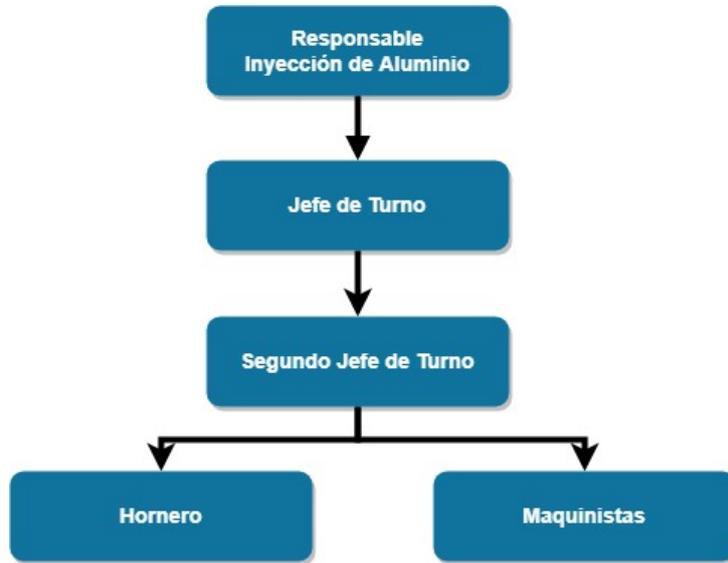


Figura 7: Organigrama de la sección de fundición.

**Organigrama de la sección** → La sección de inyección de aluminio cuenta con dos hornos fusores, que salvo ocasiones contadas trabajan siempre con la misma aleación, teniendo el de mayor rendimiento de fusión en marcha y el horno secundario como reserva ante averías. Además se cuenta con siete islas de inyección de las cuáles cinco son automáticas y dos manuales, es decir, la lubricación y extracción de las piezas se realiza de forma manual o automática. Todo ello llevado por 7 operarios por turno trabajando a tres turnos cinco días a la semana. En total, la sección se compone de 21 operarios más el responsable de la sección. La estructura organizativa se puede observar figura 7.

1. **Responsable sección inyección de aluminio** → Es el encargado de secuenciar la planificación, coordinar los tres turnos de trabajo y responsable de los procesos de las máquinas.
2. **Jefe de turno** → Es el encargado de organizar y coordinar a sus compañeros del turno. Responsable de controlar los procesos de las distintas islas de producción para que se mantengan a una velocidad y calidad aceptables. Responsable de organizar la producción en su turno y de realizar los cambios de referencia planificados.
3. **Segundo jefe de turno** → Encargado de apoyar al jefe de turno, desempeña las mismas funciones y lo sustituye en caso de necesidad.

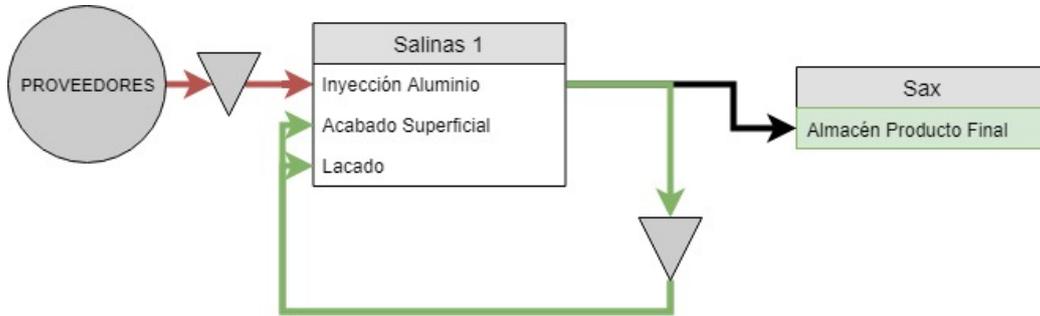


Figura 8: Flujo proveedor-cliente en sección inyección de aluminio.

4. **Hornero** → Responsable del control y abastecimiento de los hornos fusores además de cargar con aluminio a los hornos mantenedores de las distintas islas.
5. **Maquinistas** → 5 por turno, son los encargados de operar las máquinas, garantizar la calidad del producto, recepcionar, envasar y preparar el producto terminado.

**Relación clientes - proveedores en la sección** → La relación proveedores clientes de la sección de fundición es relativamente sencilla y se puede observar en la figura 8. Aguas arriba, el material principal, que en este caso es el aluminio en muy pocas versiones de sus diferentes aleaciones vistas en la tabla 1, es comprado a varios proveedores. Ese aluminio es transformado en más de cuatro millones de piezas de más de 140 referencias distintas.

Esas piezas son en un 90% llevadas como semi-elaborado a secciones posteriores para realizarle acabados superficiales tanto de mecanizado como de lacado. El restante 10% es llevado como producto acabado al almacén logístico<sup>1</sup>.

### 2.3.2. Sección Inyección de Plástico

La inyección de plástico es un proceso de moldeo de materiales, en este caso polímeros, de forma semi-continua donde el polímero se lleva a un estado fundido o viscoso al hacerlo pasar por unas resistencias alojadas en el husillo de la máquina, el material se aloja en un molde cerrado a presión donde

<sup>1</sup>Las líneas rojas marcan los flujos de materia prima (MP), las verdes las de semi-elaborado (SE) mientras que las de color negro reflejan el producto final (PF).



Figura 9: Máquina de inyección de plástico.

debido al contraste de temperatura el material se solidifica, una vez se abre el molde aparece en la cavidad la pieza moldeada.

Es un método de fabricación muy popular y extendido tanto en industria especializada, por ejemplo la automoción, como en industrias para los bienes de consumo. Como características principales destacaríamos:

- Versatilidad de piezas; diferentes colores, con o sin insertos, diferentes acabados. Además es un proceso dónde las piezas requieren muy poco acabado superficial.
- Rapidez en la fabricación. Válido tanto para prototipos rápidos como para grandes series.
- Alta relación calidad-precio-productividad
- La complejidad de las piezas puede ser muy alta, además de obtener una buena tolerancia dimensional.

**Proceso productivo** → En la figura 9 podemos observar una máquina de inyección de plástico dónde se aprecian las siguientes partes diferenciadas:

1. **Tolva de material** → Mediante una tolva que puede tener secado o no para mejorar las características del material y un dosificador de pigmento se mezcla el material necesario para la inyección.

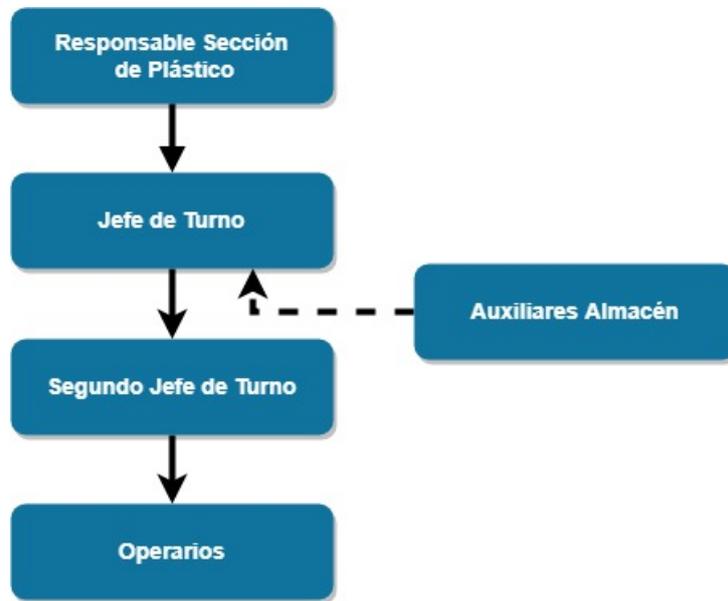


Figura 10: Organigrama de la sección de inyección de plástico.

2. **Unidad de Inyección** → El material mezclado se le hace pasar por un husillo revestido de resistencias que va fundiendo, comprimiendo y transportando el polímero hasta la zona de inyección.
3. **Unidad de Cierre** → Es la encargada de mantener las dos partes de las que se compone el molde cerradas durante la inyección generando más presión que el material introducido en el molde. Es la encargada de liberar la pieza moldeada.
4. **Molde** → Construido en acero, aunque recientemente hay una tendencia a realizarlo en aluminio ya que garantiza mismas propiedades a precios más baratos, alojan la cavidad dónde se genera la pieza. Deben resistir la presión que se ejerce en él.

**Organigrama de la sección** → La sección de inyección de plástico generalmente está compuesta por 15 operarios, 4 operarios por turno trabajando a tres turnos cinco días a la semana, dos personas de almacén y encargada de los procesos auxiliares y un responsable de sección. Con un parque de máquinas compuesto de catorce inyectoras, un molino de recuperación de mermas y una zona de estabilizado. La estructura organizativa se puede observar en la imagen 10.

1. **Responsable sección inyección de plástico** → Es el encargado de secuenciar la planificación, coordinar los tres turnos de trabajo y responsable de los procesos de las máquinas.
2. **Jefe de turno** → Es el encargado de organizar y coordinar a sus compañeros del turno. Responsable de controlar los procesos de las distintas máquinas de inyección para que se mantengan a una velocidad y calidad aceptables. Responsable de organizar la producción en su turno y de realizar los cambios de referencia planificados.
3. **Segundo jefe de turno** → Encargado de apoyar al jefe de turno, desempeña las mismas funciones y lo sustituye en caso de necesidad. Además, es el encargado de aportar los materiales a las máquinas
4. **Operarios** – Garantizar la calidad del producto, recepcionar, envasar y preparar el producto terminado.
5. **Operarios de almacén** → Con una funcionalidad muy diversa, son los encargados por un lado de los trabajos logísticos internos de la sección (carga y descarga de camiones, preparar los palés para la expedición, etc.) Y por otro lado son los encargados de estabilizar las piezas de poliamida, un termoplástico especial que necesita un curado en agua osmotizada durante al menos 24 horas y de gestionar las mermas del proceso, triturarlas y volverlas a introducir al proceso.

**Relación clientes - proveedores en la sección** → La relación proveedores que tiene la sección de plásticos se puede apreciar en la figura 11. Aguas arriba, el material principal es granza de diferentes tipos de materiales termoplásticos cada uno con diferentes propiedades según las necesidades de cada pieza. También se consume en esta fase del proceso pigmentos, insertos y/o elementos de envasado. A diferencia de la sección de inyección de aluminio el número de referencias que se obtiene en la sección de inyección de plástico se dispara exponencialmente debido entre otras cosas a la velocidad del proceso, la capacidad productiva y el número de combinaciones de materiales-color posible.

De las piezas fabricadas, en su mayoría (por encima del 80%) se utilizan como semielaborado en fases posteriores de montaje mientras que el resto salen envasadas y etiquetadas de la sección como producto acabado para ser llevadas al almacén logístico central y están preparadas para su expedición.

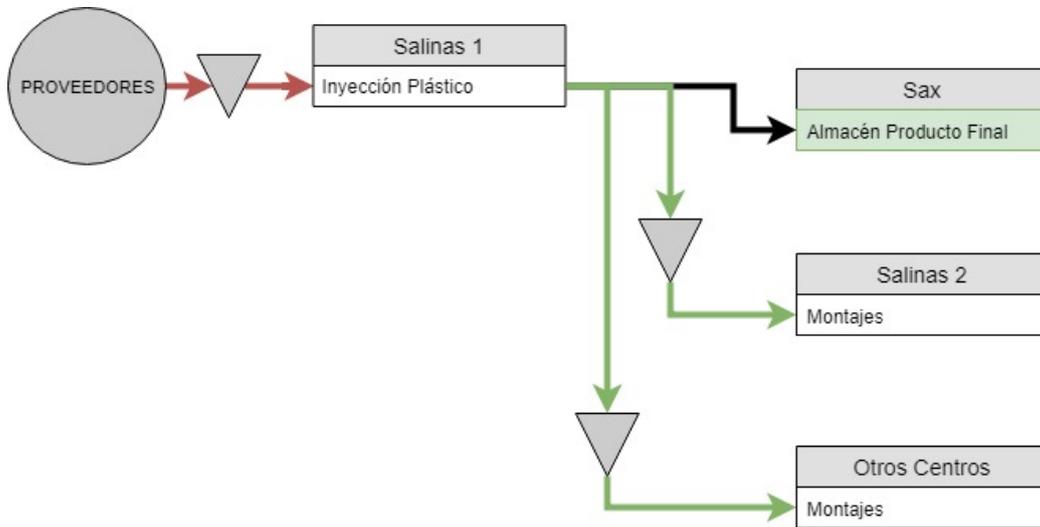


Figura 11: Flujo proveedor-cliente en sección inyección de plástico.

### 2.3.3. Sección Lacado

Gaviota cuenta con dos plantas de lacado, el proceso productivo es similar y la diferencia principal radica en que la planta de lacado, en adelante L1, alberga las piezas con un tamaño inferior a 150 centímetros mientras la planta de lacado perfil, que llamamos L2, y veremos en la sección 2.3.4 puede albergar perfiles de hasta siete metros.

**Proceso Productivo** → El lacado en polvo es un proceso productivo muy competitivo ya que a unos costes bastantes contenidos se obtienen unas prestaciones altas difíciles conseguibles con otros procesos. En las características principales destacaría:

- Acabados superficiales uniformes
- Acabado duradero, especialmente diseñado para estar a la intemperie, ya que actúa de película protectora impidiendo la corrosión.
- Excelente grado de adherencia<sup>2</sup>.
- Aguanta perfectamente altas temperaturas sin degradarse.

<sup>2</sup>La definición física de la RAE para **adherencia** es "la resistencia tangencial que se produce en la superficie de contacto de dos cuerpos cuando se intenta que uno se deslice sobre otro".

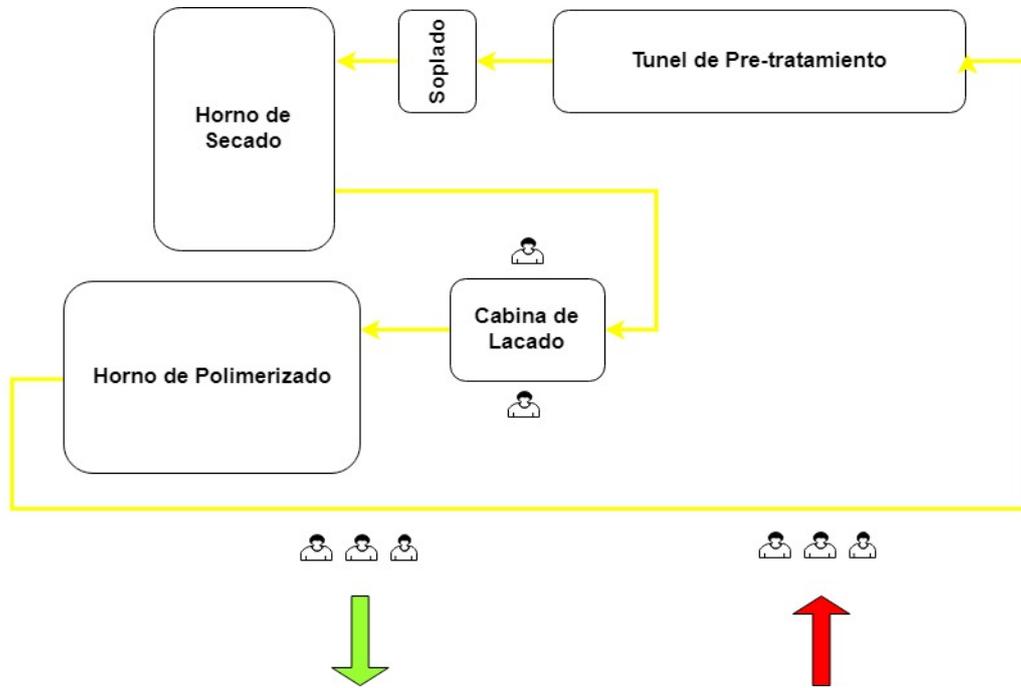


Figura 12: Esquema planta de lacado.

- Permite aplicarse a superficies ferrosas y no ferrosas.
- La gama de colores, brillos y textura es casi infinita. Trabajando con más de 300 referencias.
- Ciclo productivo rápido.

Al contrario que las secciones productivas comentadas en los apartados 2.3.1 y 2.3.2 dónde la sección se integra por islas o máquinas aisladas la planta de lacado presenta un flujo lineal, similar a una cadena de montaje. Como podemos ver en la figura 12 la flecha roja muestra el aporte de material a la línea, la línea amarilla muestra el flujo que sigue todas las piezas en el proceso y al final en la línea roja vemos dónde sale el producto terminado. El tiempo total que está una pieza en el proceso varía dependiendo del tipo pero ronda desde la hora y media hasta dos horas y cuarto aproximadamente.

También se marca en la figura 12 la situación estándar del personal en planta dividiéndose en tres grupos; personal de cuelgue, pintores encargados del control de la cabina de lacado y personal de descuelgue encargados del envasado.

Las partes que componen la planta de lacado y que podemos ver en la figura 12 son:

1. **Túnel de Pre-tratamiento** → Se le aplican productos químicos a las piezas mediante unos chorros a presión, similar a un túnel de lavado de automóviles. Este proceso elimina la suciedad (virutas, aceites, grasas, etc.) que pueda contener la pieza para mejorar la adherencia.
2. **Soplado y Horno de Secado** → Encargados de secar la pieza antes de entrar en contacto con la cabina de lacado.
3. **Cabina de Lacado** → Es la encargada de proyectar sobre las piezas la pintura en polvo que se adhiere a las piezas debido a la diferencia de carga potencial. En este tipo de cabinas se combinan pistolas automáticas y manuales para poder alcanzar cualquier recoveco de las geometrías más complicada.
4. **Horno de polimerizado** → Es el encargado de transformar la pintura del estado polvo al acabado superficial deseado. Para el proceso sea el correcto se deben dar unas condiciones de temperatura-tiempo específicas y marcadas por el fabricante.

**Organigrama de la sección** → La sección de lacado generalmente está dotada de una estructura de nueve operarios por turno trabajando a dos turnos durante la temporada baja y a los que se le añade un tercer turno en la temporada. A esto hay que añadir dos personas de almacén y procesos auxiliares y un pintor manual. Esta estructura se aprecia perfectamente en la figura 13 y se puede apreciar es la más compleja de todas las que se encuentran en S1.

1. **Jefe de turno** → Es el encargado de organizar y coordinar a sus compañeros del turno. Responsable de controlar los procesos de la planta ajustando y controlado los parámetros a los estándares de calidad.
2. **Pintor y ayudante pintor** → Su responsabilidad se centra en el control de los parámetros de la cabina de pintura además de utilizar las pistolas manuales para las piezas que lo requieran.
3. **Responsable de cuelgue y operarios de cuelgue** → Los encargados de aportar a la línea de lacado las piezas según la secuencia marcada, es clave colocar la piezas en el bastidor <sup>3</sup> adecuado y en la

---

<sup>3</sup>Elemento metálico enganchado a la cadena que se encarga de sujetar las piezas y facilita la creación de la diferencia de potencial.

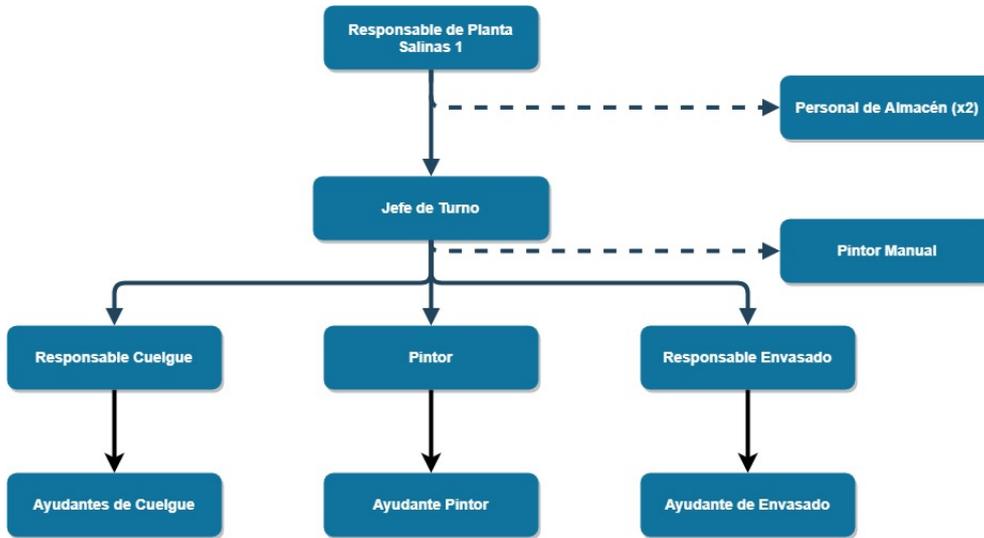


Figura 13: Organigrama de la sección de lacado.

disposición correcta.

4. **Responsable de envasado y operarios de envasado** → Recoger las piezas ya lacadas, en ellos reside la responsabilidad (junto con los pintores) de hacer el control de calidad y que no habido ningún defecto superficial durante el proceso. Se encargan de envasar y distribuir la mercancía según los estándares establecidos.
5. **Pintor manual** → Tiene la mismas competencias que los pintores anteriormente nombrados pero su trabajo se centra en pintar, en una máquina totalmente manual auxiliar en la planta, las piezas de colores especiales o de la carta RAL <sup>4</sup>. Esto se debe, como ya se ha comentado en la sección 2.2.1, a que una de las líneas estratégicas de la empresa es personalizar los productos del cliente lo más lejos posibles, además de uno de los pilares de la filosofía Lean.
6. **Responsables de almacén** → Los encargados de recibir y expedir la mercancía además de otra serie de procesos propios de la logística interna de la planta.

**Relación clientes - proveedores en la sección** → La relación proveedores que tiene la sección de lacado se puede apreciar en la figura 14. Es la sección más compleja ya que puede recibir cientos de piezas diferentes que

<sup>4</sup>Conjunto de posibles colores definidos mediante un conjunto de dígitos.



Figura 14: Flujo proveedor-cliente en sección lacado.

pintadas en 300 referencias de color distintas produce una cantidad enorme de referencias diferentes. El material que le llega para lacar puede provenir del mismo centro productivo S1, ya sea de las sección de fundición y de acabado superficial, o de otros centros productivos o de proveedor.

El producto procesado puede ser producto final o producto semielaborado, en esta sección en concreto el porcentaje de producto de cada tipo es muy variable según la estacionalidad y el tipo de producto pero podemos decir que aproximadamente es un 50 % para SE y un 50 % para PF. El producto final va a los almacenes de expedición mientras que el producto semielaborado se envía a los diferentes centros de montaje.

#### 2.3.4. Sección Inyección de Lacado de Perfil

**Proceso Productivo** → El proceso productivo de la sección de lacado de perfil es exactamente igual que el descrito anteriormente en la sección 2.3.3 con la diferencia que esta planta está preparada para lacar perfiles de hasta siete metros de longitud. Por la dificultad de movilidad que presentan este tipo de piezas el flujo, que aunque sigue los mismos procesos que en el lacado descrito anteriormente, no se presenta en cadena. Las operaciones de picking de perfiles, lavado, retractilado y envasado van de forma discontinua al lacado y horneado que si se realizan de forma continua para asegurar la calidad deseada.

Las partes que componen la planta de lacado de perfil, similares a las vistas en la figura 12, y que diferencian en:

1. **Pre-tratamiento** → Al contrario que lo descrito en 2.3.3 en este caso no es un túnel, los perfiles se tratan por inmersión en unas cubas ayudado de un polipasto.



Figura 15: Cabina de lacado perfil dónde se observa que es la cabina la que se desplaza sobre los perfiles.

2. **Cabina de Lacado** → El secado desaparece ya que al no estar conectados los procesos el secado se realiza al aire hasta colocarlo en la posición de lacado. En este caso es la cabina la que se desplaza por en medio de los perfiles aplicándole el polvo como se puede ver en la figura 15.
3. **Horno de polimerizado** → Los perfiles que van colgados sobre un transportador se mueven alrededor del horno para polimerizar igual que en la sección 2.3.3

**Organigrama de la sección** La sección de lacado de perfil cuenta con una dotación aproximada de seis personas cuando se trabaja a un turno y de diez cuando se trabaja a dos turnos (cuatro por turno y dos personas a jornada partida). Al ser una dotación de personal el organigrama es muy sencillo como podemos ver en la figura 16.

Al ser varios procesos discontinuos la polivalencia de las personas es muy alta, pese a ello si se pueden distinguir unos roles diferenciados:

1. **Responsable de almacén** → Aparte de los trabajos logísticos internos y del picking del perfil se encarga del control de la producción.

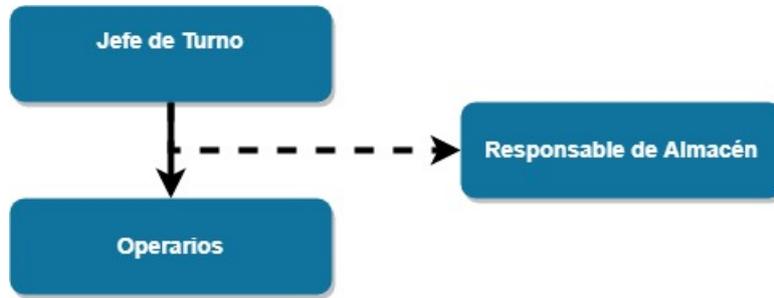


Figura 16: Organigrama de la sección de Lacado de perfil.

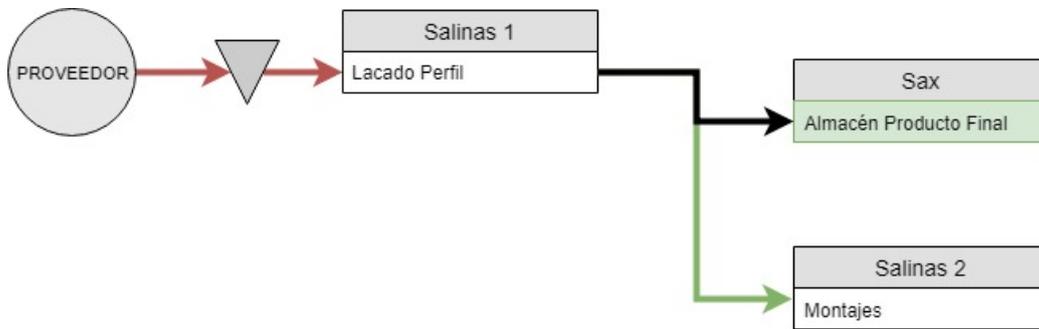


Figura 17: Flujo proveedor-cliente en sección lacado perfil.

2. **Jefe de turno** → Persona más técnica que se encarga del correcto funcionamiento de la sección y del pre-tratamiento de los perfiles.
3. **Operarios** → Como ya hemos comentado, con mucha polivalencia pero se destaca.
  - **Pintor y ayudante pintor** → Su responsabilidad se centra en el control de los parámetros de la cabina de pintura además de utilizar las pistolas manuales para las piezas que lo requieran.
  - **Operarios** → Se encargan de realizar el resto de operaciones de la sección (apoyo al picking, retractilado y envasado).

**Relación clientes - proveedores en la sección** → La relación que tiene la sección de lacado de perfil, también abreviado como L2, se puede apreciar en la figura 17. Aunque hay una pequeña parte de perfiles que llevan un montaje posterior el grueso de perfiles simplemente llegan del proveedor, se almacén hasta ser necesitados para lacar envasar y proceder a mandar al almacén logístico central con un lead-time inferior a una semana si el producto se encuentra en stock.

### 2.3.5. Sección de Acabado Superficial

**Proceso Productivo** → Se denomina sección de acabado superficial a la sección encargada de dar el aspecto superficial oportuno a las piezas, generalmente de aluminio, que llegan de procesos anteriores. Está provista de una serie de procesos mecánicos que mediante unas operaciones bastante manuales son capaces de realizar el acabado adecuados. Los procesos de los que dispone la sección se dividen en:

1. **Taladros** → Permiten hacer diferentes taladros y roscas a diferentes métricas y profundidades según las necesidades de cada pieza.
2. **Máquinas de lijado** → Permiten realizar diferentes acabados de lijado según las necesidades de la pieza. Desde lijados puntuales en diferentes zonas hasta lija de rodillos plana
3. **Vibrado** → Se dispone de un tanque de vibrado para mejorar el acabado superficial por fricción.
4. **Envasado** → El producto que no lleva ningún proceso posterior es envasado en la sección para su expedición final.
5. **Otros útiles** → Pequeñas máquinas diseñadas para operaciones concretas para mejorar determinados aspectos en las piezas.

**Organigrama de la sección** → La sección de acabado superficial presenta una organización muy sencilla, como se puede ver en la figura 18, debido a la poca especialización de los puestos de trabajo y a la nula existencia de un flujo entre ellos generalmente. Esto no implica que no represente una sección importante en cuanto al flujo de valor esperado en el producto final, de hecho cuenta con entre 8 y 15 personas dependiendo la época del año.

1. **Responsable de la sección de acabado superficial** → Es el encargado de secuenciar la planificación, coordinar y alisar la carga de trabajo entre todos los puestos e trabajo de la sección.
2. **Operarios** → Garantizar la calidad del producto, realizar las operaciones de cada puesto de trabajo, envasar y preparar el producto terminado.



Figura 18: Organigrama de la sección de acabado superficial.

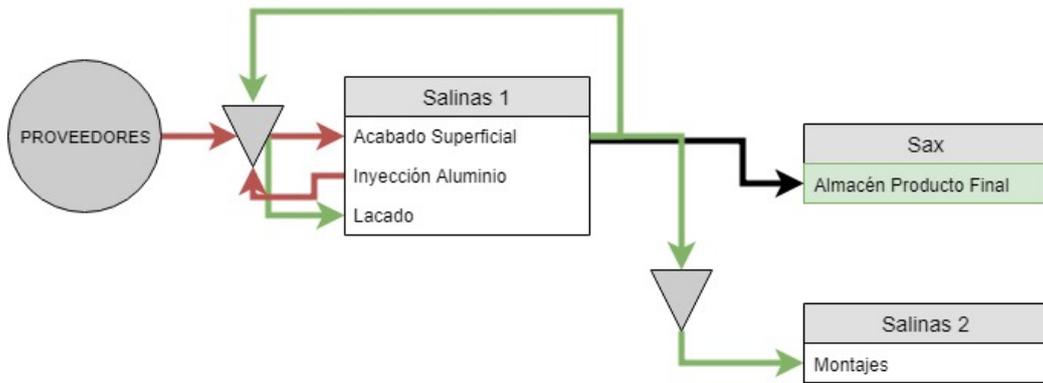


Figura 19: Flujo proveedor-cliente en sección de acabado superficial

**Relación clientes - proveedores en la sección** → Como se aprecia en la figura 19 una parte del material almacenado de la sección de inyección de aluminio o de proveedores externos se procesa en la sección.

Aguas abajo, la sección de acabado superficial es proveedor tanto de la planta de Lacado, como de montajes siguientes en la cadena. Una gran parte es envasada en la propia sección según las necesidades de cliente para venderlas como producto brut<sup>5</sup>.

## 2.4. Sistema de Gestión Lean

### 2.4.1. Historia Sistema de Gestión Lean

En plena revolución industrial aparecen las primeras líneas de montaje lideradas por Henry Ford en sus factorías de producción de automóviles Ford en

<sup>5</sup>Termino utilizado para designar a las piezas que se comercializan sin tratamiento superficial de lacado.

Estados Unidos. Al otro lado del océano Pacífico en los años treinta es Kii-chiro Toyoda (1933) es quien funda el Grupo Toyota para la fabricación de automóviles, empresa heredera de la anterior fabricación de textil inaugurada en 1902.

El desarrollo del Sistema de Gestión Lean es la confluencia de varios factores; en primer lugar la producción en Japón era considerablemente más compleja al incorporar la variable color y modelo en la fabricación. En segundo lugar, tras la segunda guerra mundial, el beligerante perdedor de la contienda se encontraba en una situación de poco espacio y capital. Estos dos factores principales llevaron a Taiichi Ohno (1946-1975) a desarrollar el Toyota Production System (TPS), ascendiente natural del SGL. Taiichi Ohno se basó en el único recurso con el que contaba tras la guerra, las personas, para mejorar los procesos, aumentar la calidad y reducir los stock a través de la experiencia e implicación de la plantilla. Es en ese momento cuando se desarrollan algunas de las herramientas más representativas del SGL; SMED<sup>6</sup>, 5S o Kanban<sup>7</sup> entre otras.

No es hasta la década de los ochenta cuando, gracias a un estudio realizado por tres investigadores del Massachusetts Institute of Technology (MIT) donde comparaban distintas empresas de fabricación de automóviles. En ese estudio se puso en valor la mayor productividad, calidad y menor inventario que propiciaba el TPS siendo hasta la fecha un sistema de gestión totalmente contrastado [7].

#### 2.4.2. Definición

El Sistema de gestión Lean, también llamado Toyota Production System o Mejora Continua, es un sistema de gestión empresarial que se basa en la implicación de las personas para que utilizando toda su capacidad y trabajo en equipo se promuevan cambios en la empresa orientados a mejorar los procesos y poder mantenerlos en el tiempo. Es importantísimo alinear los objetivos entre operarios y empresa para andar con paso firme hacia la mejora.

El SGL significa un cambio cultural a todos los niveles de la empresa que una vez instaurado en el ADN de todos los operarios cambiará la forma de trabajar y las relaciones entre secciones o departamentos. Prueba de ello es que el SGL tiene su fundamento en los 10 puntos Kaizen, palabra japonesa que significa “cambio hacia la mejora” que se pueden observar en la tabla 2.

---

<sup>6</sup>Acrónimo de Single-Minute Exchange of Die.

<sup>7</sup>Metodología de trabajo base en el SGL que crea unos procedimientos lógicos de trabajo.

| <b>Principios del espíritu Kaizen</b>  |
|--|
| 1. Abandonar las ideas fijas, rechazar el estado actual de las cosas               |
| 2. En lugar de explicar lo que no se puede hacer, reflexionar sobre cómo hacerlo   |
| 3. Realizar enseguida las buenas ideas de mejora                                   |
| 4. No buscar la perfección, ganar el 60 % desde ahora                              |
| 5. Corregir los errores inmediatamente, in situ                                    |
| 6. Encontrar las ideas en la dificultad  |
| 7. Buscar la causa real, respetar los cinco por qué y después buscar la solución   |
| 8. Tener en cuenta las ideas de diez personas en vez de la idea genial de una sola |
| 9. Probar y después validar  |
| 10. La mejora es infinita  |

Tabla 2: Principios del espíritu Kaizen.

Además está contrastado que la implantación de un sistema de mejora tiene más impacto que cualquier cambio o inversión tecnológica.

### 2.4.3. Objetivos del Sistema de Gestión Lean

El SGL se centra en potenciar lo que aporta valor desarrollando toda la filosofía entorno a ese concepto. Se conoce como **Valor Añadido** a todas las operaciones y material que le aportan al producto características por las que el consumidor está dispuesto a pagar. Por lo tanto, en contraposición aparece el **No Valor Añadido** que en la metodología lean se denomina desperdicios, son los procesos o material por el que el cliente no está dispuesto a pagar. El mayor objetivo del SGL es la lucha contra los desperdicios intentando minimizarlos o erradicarlos. Se conocen siete desperdicios principales que podemos ver en la figura 20.

1. **Sobreproducción** → Fabricar más de lo que se va a vender, al menos en un horizonte temporal cercano. Esto se debe a la necesidad de la empresa de *cubrirse las espaldas* ante imprevistos, de tener una capacidad excesiva o de tender a optimizar los cambios de lote.

*Seguimos trabajando al 100 % de capacidad con la corazonada de que la mercancía se terminará vendiendo.*

2. **Sobre-proceso** → Realizar una actividad sobre el producto por la que el cliente no está dispuesto a pagar o tener que realizar un re-proceso a una pieza que no ha salido según la demanda del mercado.

*Por ejemplo, tintar las cajas de envasado de color cuando el cliente no está dispuesto a pagar más por que venga de color o reciclado. Además de la mejora medioambiental.*



Figura 20: Siete desperdicios contemplados en el sistema de gestión lean.

3. **Esperas** → Mantener un equipo o personal esperando a que la máquina arranque, el material llegue, el producto se inspeccione, etc. es un desperdicio en si mismo ya que se pierde la oportunidad de poder fabricar durante ese tiempo. También se considera esperas el tener el material pendiente de ser procesado.

*Un ejemplo claro, sería la espera de toda la línea al OK de calidad.*

4. **Movimientos** → Realizar movimientos innecesarios que no aportan valor al producto.

*Desplazarse a por una o varias herramientas durante el proceso de producción.*

5. **Transportes** → Realizar movimientos de mercancía innecesarios. Se diferencia de los movimientos en que estos últimos se asocian a movimientos de personas.

*Por ejemplo, desplazar la mercancía semi-elaborado a un almacén pulmón para tener que volver a moverla en su momento de fabricación.*

6. **No Calidad** → Es un desperdicio en si mismo, ya que implica invertir recursos y material.

*Un ejemplo serían las piezas No OK que salen al inicio de una producción.*

7. **Inventario** → Mantener un inventario excesivo provoca mermas, costes de gestión y manutención, problemas en el cambio de diseños, etc. Por lo tanto es un desperdicio en si mismo, especialmente financiero ya que tienes un inmovilizado sin generar valor.

*En la mayoría de ocasiones un inventario excesivo viene por la imposibilidad de nivelar la producción.*

Los siete desperdicios descritos anteriormente son los más recogidos en toda la bibliografía sobre el tema y se consideran los fundamentos a erradicar por la mejora continua. Estos desperdicios, propios de entornos industriales, se olvidan del desperdicio **7+1** que es *no aprovechar el capital humano*, es decir, desaprovechar el talento, la iniciativa y la imaginación de las personas. Ligado con este desperdicio veremos durante el proyecto que el factor humano es uno de los pilares principales del sistema de gestión lean.

Por otro lado, el SGL ha evolucionado considerablemente especialmente en el siglo XXI dónde ya no se habla únicamente del *Lean Manufacturing* si no que aparece el concepto de *Lean Management* que consiste en desplegar la filosofía lean que tan buenos resultados ha dado en las industrias productivas al resto de la empresa. En este sentido aparecen nuevos desperdicios asociados a la gestión cómo es la *insatisfacción del cliente*, la *insatisfacción de los entes relacionados* refiriéndose principalmente a los proveedores, el desperdicio de la *burocracia*, el desperdicio de la *información* o el de las *oportunidades* [5].

#### 2.4.4. Sistema de Gestión Lean VS fabricación tradicional

El sistema de gestión lean, dónde lean significa *ajustada*, busca la eliminación de los desperdicios con el objetivo final de aportar el mayor valor añadido al producto o servicio. La eliminación de los desperdicios directamente mejora el lead time<sup>8</sup> de producción. El sistema de producción tradicional se basa en una previsión de la demanda para generar grandes lotes (visión tradicional para mejorar la productividad de las plantas de producción) y mantener un stock del cuál se va sirviendo. Esto se conoce como fabricación "*push*" y ya podemos analizar de lo visto en los puntos anteriores en que se cometen enormes desperdicios; stock, sobreproducción, esperas, sobre-proceso, etc.

La metodología lean cambia la visión tradicional de la producción para pasar a una producción "*pull*", se fabrica según la demanda del cliente y esto es posible a que gracias a la reducción de desperdicios en los eslabones de la

---

<sup>8</sup>El tiempo desde que se inicia la producción de un producto hasta que se entrega al cliente.

cadena de valor del producto se ha reducido al mínimo, a las operaciones que aportan verdadero valor añadido. De esta forma, aparte de incurrir en menos desperdicios, se reduce enormemente los tiempos de espera, los stocks y se puede apostar por una diversificación del producto para ajustarse a las necesidades que demanda el mercado.

### **3. Implantación del Sistema de Gestión Lean**

Empezaremos el capítulo describiendo la motivación de Gaviota para la implantación de la metodología lean para continuar describiendo el propio método utilizado en la implantación.

Continuaremos describiendo el proceso de diagnóstico realizado y el por qué de la selección de la fase piloto para luego desplegar todo el calendario macro y particularizado de la implantación en las diferentes áreas de la planta S1. Hablaremos de la formación como herramienta fundamental para involucrar a todas las personas y terminaremos el capítulo desplegando dos de los tres pilares del sistema de gestión lean; por un lado los indicadores y por otro lado la organización humana de la producción.

#### **3.1. Introducción**

En 2015, pese a la crisis económica que sufrió todo Europa y más significativa la zona Sur (entre ellos España), Gaviota sale con un posición estable mantenida especialmente a su alto porcentaje de exportación. Al igual que el resto de empresas españolas y concretamente de la zona de Levante mantiene un sistema de gestión tradicional, centrándonos en la producción en lotes, con una productividad local en cada proceso alta pero con un flujo de valor no definido. Todo esto apoyado en una estructura jerárquica muy definida y piramidal donde las decisiones y mejoras fluyen hacia abajo directamente.

Es en ese mismo año es cuando se decide dar un cambio de rumbo, se empiezan a escuchar las nuevas corrientes de gestión, tan desarrolladas en sectores como el automóvil, que se centralizan en el despliegue de la metodología lean y cómo ese cambio de filosofía en la empresa puede ayudar a conseguir los objetivos estratégicos deseados. Es en Julio de 2015 cuando se empieza a implementar el SGL en Gaviota, tratándose de una empresa claramente industrial, se decide empezar por el Lean Manufacturing como herramienta de mejora de los procesos productivos, será la semilla para la implantación paulatina a todas las áreas de la empresa.

#### **3.2. Metodología de Implantación**

La implantación del sistema de gestión lean se puede realizar de diferentes formas y deberá adaptarse a las necesidades de cada momento, sin embargo como pilar fundamental del sistema que es la estandarización de los procesos,

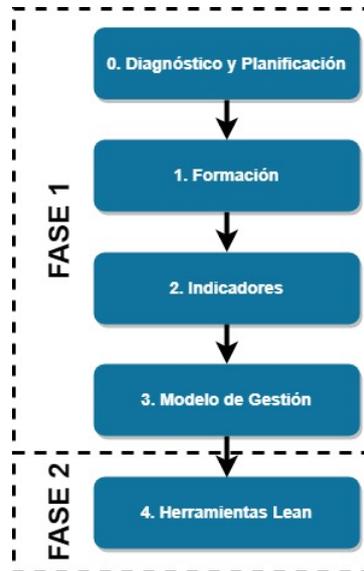


Figura 21: Fases empleadas en la implantación de la metodología lean.

no iba a ser menos la estandarización de la propia implantación. En todos los departamentos o secciones se rigen durante la implantación por un patrón similar que corresponden a las etapas que podemos contemplar en la figura 21.

Estas etapas se despliegan, como veremos como ejemplo en la sección 3.3.2, en diferentes acciones que dependerán de los recursos, tiempo de implantación y profundidad que se desea alcanzar en cada implantación. Como veremos más adelante y ya hemos ido adelantado, un factor fundamental es que el método es necesario amoldarlo según las necesidades de cada sección y esto se traducen en diferentes calendarios dónde se despliegan las diferentes etapas.

La implantación principalmente se divide en cinco etapas, siendo la etapa cero la encargada de analizar el marco de estudio con el objetivo de alcanzar un conocimiento suficientemente amplio, pero sin entrar en los análisis largos y extensos tradicionales, que sirva como información previa para proponer una organización lean, unos indicadores iniciales y proponer un calendario. La fase dos, que veremos en la sección 3.5, es fundamental en la metodología lean. En tercer lugar nos encargamos de establecer unos indicadores que permitan mostrar la información de la mejora en las siguientes etapas además de permitir localizar el desperdicio. En la fase cuatro se implanta el propio método lean basado principalmente en las personas. Estas primeras cuatro etapas forman la fase 1, es la más orientada a las personas y que tiene la característica de ser común a todos los ámbitos dónde apliquemos la

metodología lean; manufacturing, office, logistic, etc.

La segunda fase engloba todas las herramientas de mejora lanzadas gracias a la información obtenida en las etapas anteriores. Las herramientas se planifican, se analiza, se realiza y se estandariza para alcanzar el objetivo final que es eliminar desperdicios para tener mayor productividad. Es en esta fase donde se diferencia de unas secciones a otras dependiendo de las herramientas que utilicemos. Por ejemplo, en acabado superficial realizamos un Hoshin para estandarizar el puesto de trabajo mientras que en el departamento de mantenimiento donde las tareas suelen ser diferentes cada vez es más interesante utilizar la herramienta TPM<sup>9</sup>.

### 3.3. Diagnóstico y planificación

Toda la biografía especializada en el Sistema de Gestión Lean aconseja siempre la implantación en un proceso o sección piloto, más o menos simple y controlado, donde se puedan ver una mejora sustancial en un tiempo más o menos razonable [5]. Con esta mejora inicial obtenida es fácil contagiar al resto de la organización y secciones la mejora continua.

En el caso de estudio que nos concierne la decisión fue totalmente opuesta, se decidió empezar por la sección más compleja con la premisa de *si es un éxito en la sección piloto desplegar en el resto de secciones será fácil*. Desde el inicio la planta elegida fue S1, planta donde se encuentran, como ya hemos visto, las secciones más industrializadas, con la maquinaria más compleja y mayor número de horas productivas, lo que indirectamente nos lleva a la concentración de costes más alta, y donde las relaciones interdepartamentales deben estar más engranadas para conseguir el objetivo de mejora.

La sección piloto y el orden de implantación se rigió siguiendo la tabla 3. En ella podemos observar el número de horas año aproximado que trabajan cada uno de los recursos, base de medida, máquina o MOD<sup>10</sup> que son los inductores de coste para la empresa. En la tabla 3, por ejemplo, aunque la sección de plástico tiene más horas de trabajo al año su tasa equivalente es una quinta parte que la de la sección de fundición y aunque la sección de lacado tiene una tasa mayor a cuatro veces la de la sección fundición, trabaja sustancialmente menos horas por recurso. Todo esos cálculos nos llevaron a la decisión de implantar según el porcentaje total de gasto que se pone en juego, con la premisa que cuanto más coste hay mayores mejoras se pueden obtener.

---

<sup>9</sup> Acrónimo de Total Productive Maintenance.

<sup>10</sup> Acrónimo de Mano de Obra Directa.

|                      | Fundición | Lacado  | Plástico | Lacado Perfil | Acabado Superficial |
|----------------------|-----------|---------|----------|---------------|---------------------|
| Unidad Medida        | Máquina   | Máquina | Máquina  | Máquina       | MOD                 |
| Unidades             | 6         | 1       | 12       | 1             | 10                  |
| Turnos               | 3         | 2,5     | 3        | 1,5           | 1                   |
| Horas Año            | 30600     | 4250    | 61200    | 2550          | 17000               |
| Tasa Hora Relativa   | 1,00 €    | 4,29 €  | 0,20 €   | 2,57 €        | 0,32 €              |
| Peso Relativo S1 (€) | 41,91 %   | 26,94 % | 16,76 %  | 8,98 %        | 7,40 %              |

Tabla 3: Peso relativo de las diferentes secciones en la planta de Salinas 1.

### 3.3.1. Cronograma de Implantación

La implantación del SGL en la planta de S1 se decidió abordar en cuatro fases según la sección o secciones en implantación. En el apéndice A podemos ver el calendario de la implantación desde su inicio en Julio de 2015 hasta la actualidad. Sobre el apéndice A hay que destacar los siguientes puntos:

1. Al inicio de la implantación en cada una de las secciones tenemos una formación de aproximadamente dos semanas dónde se forma a todos los operarios en el metodología lean haciendo más hincapié en la figura del supervisor como pieza clave que comentaremos en la sección 3.6.1. La primera formación realizada, fue mucho más larga y extensa (40 horas) ya que fue el pistoletazo de salida de toda la metodología lean en Gaviota y es dónde se desarrollaron todas las herramientas disponibles para ser aplicadas. A esta formación aparte de los responsables de la sección de fundición acudieron responsables de planta, producción y funciones soporte que como veremos también en la sección 3.6.1 juegan un papel fundamental.
2. La implantación de la metodología en una sección se proyecto en un semestre aproximadamente dependiendo de las herramientas a desplegar según el potencial de mejora. Como podemos ver en el apéndice A los seis meses teóricos en pocas ocasiones se cumple ya que el aporte y la *denuncia*<sup>11</sup> por parte de los operarios genera una gran carga de acciones de mejora que en ocasiones obligan a dilatar la implantación, que no la mejora, que como veremos más adelante es continua.
3. Como se puede ver en el calendario experimentamos un parón en la desarrollo del sistema durante los primeros meses de 2018 debido a la implantación de un ERP nuevo en la empresa que obligó a destinar la

<sup>11</sup>Se emplea el término denuncia para referirnos a las sugerencias aportadas por los operarios cuando el funcionamiento de los procesos no es el idóneo.

mayoría de los recursos a su implantación. Este hecho no implicó dejar la mejora continua a un lado, si no que las secciones que ya contaban con la metodología implantada siguieron trabajando diariamente con ella en los mecanismos adquiridos. La decisión fue reducir la velocidad de implantación en nuevas áreas. En este punto es importante destacar que el contar con la metodología lean en estas áreas propició una transición al nuevo ERP más sencillas que en otras áreas de la empresa ya que los procesos implantados por la metodología ayudaron a que todo las personas involucradas en el cambio pudieran coordinarse mejor.

4. Como podemos observa en el apéndice A la implantación del SGL en el departamento de Mantenimiento fue imprescindible casi desde los inicios pese a que no estaban en el proyecto inicial. Eso fue debido a que la implantación de la metodología en una sección como la fundición dónde hay mucha maquinaria compleja desembocó en un aluvión de trabajo desde las acciones de mejora que se iban generando ya sea de ideas de mejora, de talleres, de las propias *denuncias* de los operarios que fue necesario estructurar de una forma lean al departamento y así dotarle de las herramientas necesarias para gestionar todo el trabajo que les llegaba.
5. En el apéndice A también se observa la planificación de la implantación del método en los departamentos soporte principales que involucrados en la planta, al menos el personal asignado en S1, de esta forma se cierra el círculo y se pude gestionar el total de la planta con la metodología lean.
6. Fuera del alcance de este proyecto y por eso no aparece en el cronograma de el apéndice A se lanzó la implantación del SGL en la segunda fase en el departamento de logística y mantenimiento general de la empresa.
7. La implantación en las tres primeras secciones se abordaron con la colaboración con una auditoría externa propiciando mejorar las sinergias entre las necesidades de la empresa y la pureza del método. Fue finalizando la segunda fase cuando se creo un departamento lean o de mejora continua que es el encargado de mantener el método en las secciones que ya disponen de él y proponer y ejecutar los planes de mejora para ampliar la metodología al resto de las áreas de la empresa.

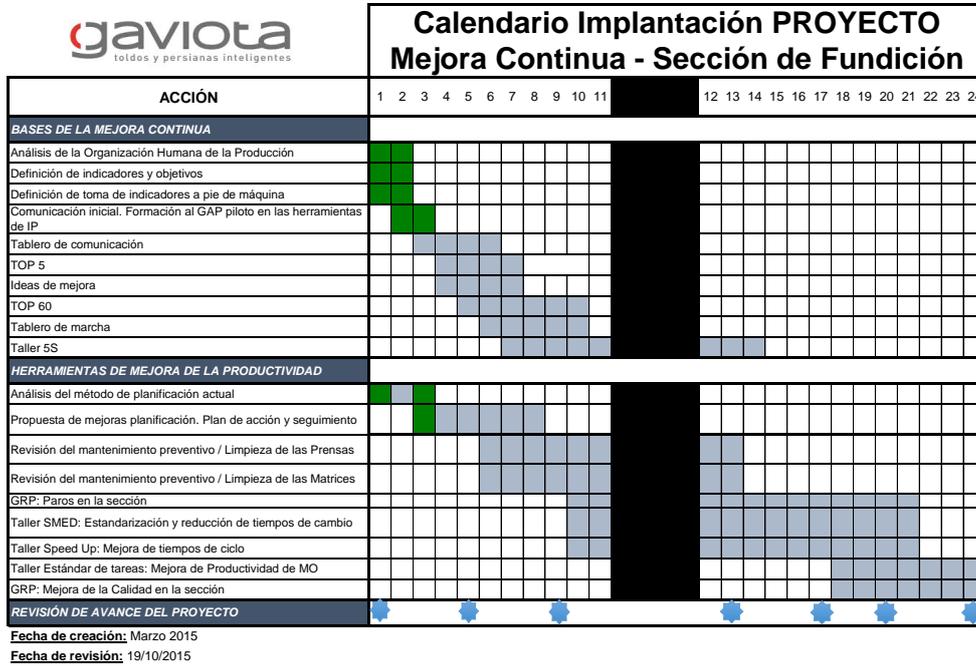


Figura 22: Calendario de implantación del sistema de gestión lean en sección de fundición.

### 3.3.2. Cronograma de implantación desarrollado

La metodología de implantación revisada en 3.2 al final se debe adaptar según las necesidades de cada sección dónde entran en juego variables como el tamaño de la sección, la complejidad de los procesos y/o el número de recursos con los que cuenta.

En la figura 22 podemos ver un ejemplo de calendario aplicado en la implantación, en este caso en la sección piloto. Básicamente sigue los pilares definidos en la 3.2 pero extrapolando esos bloques diferenciados en acciones concretas con responsable y calendario. Se puede dividir en dos bloques diferenciadas, por un lado englobaríamos las fases que están directamente relacionadas con la implicación personal para después, ya contando con el compromiso de todo el persona, poder desplegar las herramientas de mejora de la productividad con las cuenta el sistema de forma más eficiente como ya vimos en la metodología de implantación.

1. **Fase 1 - Base de la mejora continua** → Engloba las tres primeras etapas dividido en cuatro hitos principales:

- a) **Formación** → Como ya veremos más adelante en 3.4 punto crucial en el SGL.
  - b) **Despliegue de las herramientas de comunicación** → Se implantan las herramientas de comunicación e implicación.
  - c) **Implantación de la OHP** → Punto que veremos con más detalle en la sección 3.6.1 y que supone el pistoletazo de salida.
  - d) **Definición de indicadores** → Punto de salida que permitirá evaluar la mejora obtenida. Como veremos en el apartado 3.5.1 en muchas ocasiones la obtención de los datos en los que se basan los indicadores es una tarea compleja. Por esta razón, en la implantación en nuevas secciones el departamento lean empieza con el análisis y el despliegue de las herramientas de medición varias semanas antes del inicio del proyecto con el objetivo de tener este punto avanzado y tener datos preliminares desde el momento cero.
2. **Fase 2 - Herramientas de la Mejora de la Productividad** → El segundo gran bloque corresponde al lanzamiento de los diferentes talleres de mejora dónde se aplicará en cada uno de ellos la herramienta más adecuada. El taller 5s se ejecuta en todas las secciones y departamentos mientras que el resto dependerá de las necesidades de cada sección. Al inicio del proyecto, por la tipología de cada sección, se planifican unos talleres que se estima que pueden ser los más representativos para esa sección, por ejemplo, en una sección con cambios de pedidos frecuentes y dónde hay cambio de matriz o molde como la fundición se planificará un taller SMED mientras que en una sección muy manual como acabado superficial se plantea un Hoshin. Sin embargo, se espera que ese planing se vea modificado por algún taller diferentes a los planificados que se lo aporten los integrantes de la sección que son los más conocedores del puesto de trabajo. Como hemos comentado anteriormente, cada vez más nos adelantamos al cálculo de indicadores antes de comenzar los proyectos en nuevas secciones lo que permite tener datos e identificar los desperdicios con anterioridad y por lo tanto plantear los talleres desde una perspectiva más cuantitativa.

Durante el proyecto se marcan reuniones de seguimiento, en la figura 22 se ve en la última línea de las acciones, dónde se junta todo el equipo involucrado en la implantación (responsable lean, responsable planta o departamento, responsables de departamentos soporte y director de área) para revisar el calendario de la implantación. Se evalúa si se está siguiendo según lo esperado y si es necesario realizar alguna modificación. En este punto también

es importante evaluar puntos de bloqueo para que las personas responsables pongan los recursos necesarios para desbloquearlos.

### 3.4. Formación

Para el SGL es imprescindible el papel que debe jugar la formación como pilar básicos de la nueva filosofía de gestión. Formar a todas las personas que integran la organización además de ser una de las herramientas más importantes de implicación permiten a todos los operarios hacerlos partícipes del cambio. No nos estamos refiriendo únicamente a la formación en el propio sistema como la formación que podemos ver en el apéndice A al inicio de la implantación en cada una de las secciones, si no también a una formación en cada uno de los talleres o herramientas que apliquemos, en los estándares realizados, en la lectura y conocimiento de los indicadores.

Los principales objetivos que se buscan con una buena formación de todos los integrantes de la empresa sea cuál sea su posición jerárquica son:

1. **Sentimiento de pertenencia** → El conocimiento de los objetivos de la empresa ayuda a sentirse parte de un grupo con unos objetivos comunes y una dirección. Además proporciona la claridad para entender las decisiones que en ocasiones con el sistema de gestión tradicional se desconocían.
2. **Implicación** → Derivado del punto anterior, tener un camino como organización a seguir permite implicarse más conociendo que los objetivos locales ayudarán a conseguir el objetivo mayor como grupo. Todas las acciones de mejora irán dirigidas a avanzar por el mismo camino.
3. **Polivalencia** → La formación es paso fundamental para obtener una polivalencia en los puestos de trabajo que permitan obtener la flexibilidad necesaria para adaptarse a las nuevas necesidades productivas y de gestión que veremos en el apartado 4.5.2.
4. **Actitudes** → La formación es imprescindible para mejorar las competencias dentro y fuera de la empresas. Hay que realizar una gran pedagogía para entender que cualquier conocimiento adquirido se puede usar en otros situaciones de la vida.

## 3.5. Despliegue de Indicadores

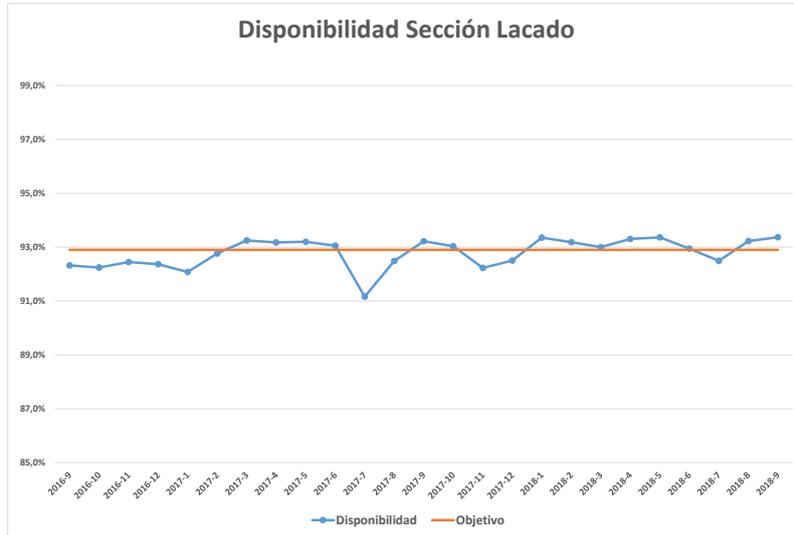
### 3.5.1. Introducción

Los indicadores forman uno de los pilares principales de la metodología Lean, generalmente conocidos con sus siglas en inglés KPI (Key Performance Indicator), no hay sistema de gestión en la actualidad que haya introducido más en su esencia la frase que dijo el físico y matemático británico William Thomson Kelvin, apodado Lord Kelvin, (1824 – 1907): *“Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre.”*

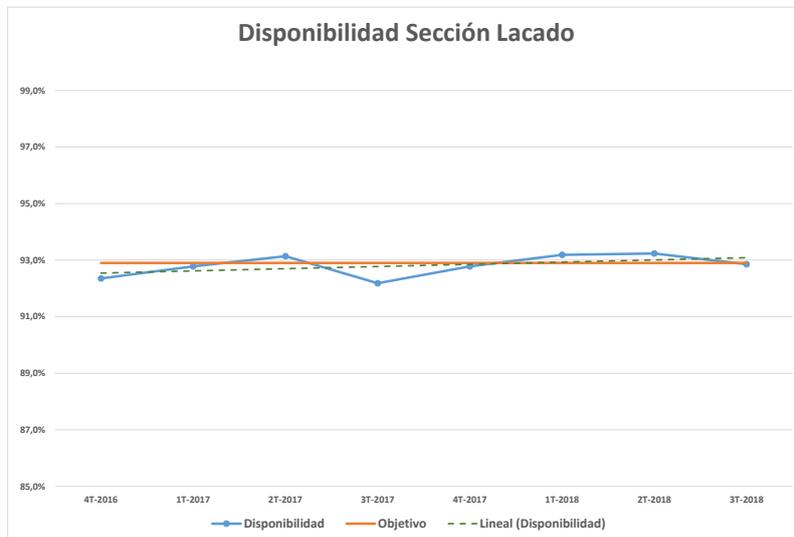
La implantación de unos indicadores ágiles, precisos y eficaces permiten obtener el termómetro diario del funcionamiento de las secciones, departamentos, plantas, etc. No sólo el nivel productivo si no que permiten medir la mejora obtenida por las diferentes herramientas o incluso la implicación del personal. Es un cambio abismal el que sufre una empresa cuando introduce en su gestión unos indicadores potentes que cambian el paradigma de la *caja negra*; entran en una caja recursos; ya sean máquina, materia o personal y sale producto final sin conocer exactamente lo que ocurre dentro salvo cálculos marcos periódicos.

La premisa esencial para la definición de un indicador es que deben obtenerse de una forma más o menos sencilla para evitar consumir excesivos recurso en su calculo, deben describir inequívocamente la variable a medir, es necesario que presenten unidad de medida consistente, que muestra variación en el tiempo y que puedan ser susceptibles de tener un objetivo, el cuál siempre debe poder ser alcanzable en un corto-medio plazo. En la figura 23 podemos ver un ejemplo de un indicador dónde se aprecian todas las características mencionadas anteriormente.

Es importante también saber interpretar los indicadores y para ello es imprescindible valerse de las escalas temporales, si volvemos a la figura 23 podemos ver el mismo indicador visto de forma semanal y trimestral. El indicador semanal, analizado en las TOP60, que veremos más adelante, es la herramienta esencial para detectar acciones de mejora. Por ejemplo, en la semana siete de 2017 hubo una bajada considerable de la disponibilidad debido a una avería de la que no se disponía de repuesto en almacén y mantuvo la planta durante unas horas parada, la acción inmediata en la siguiente TOP60 fue evaluar el precio de tener ese repuesto contra la posibilidad de parar la planta, además recordando la figura 3 dónde la tasa del lacado es la más elevada se decidió almacenar el repuesto. En contraposición, en la gráfica trimestral ya se pue-



(a) Mensual.



(b) Trimestral.

Figura 23: Disponibilidad sección lacado.

|                       | Fundición | Lacado  | Plástico | Lacado Perfil | Acabado Superficial |
|-----------------------|-----------|---------|----------|---------------|---------------------|
| <b>Recurso</b>        | Máquina   | Máquina | Máquina  | Máquina       | MOD                 |
| <b>Disponibilidad</b> | Manual    | PC      | Manual   | Manual        | Parte de Trabajo    |
| <b>Rendimiento</b>    | Manual    | PC      | Manual   | Manual        | Parte de Trabajo    |
| <b>Calidad</b>        | Manual    | ERP     | Manual   | ERP           | ERP                 |

Tabla 4: Obtención de datos para los indicadores principales por sección.

den empezar a apreciar tendencias dónde se aprecian mejoras más paulatinas a largo plazo, en el caso de la figura 23 se aprecia claramente una línea de tendencia positiva con una progresión  $y = 0,0008x + 0,9246$  por lo que se corrobora las mejoras realizadas dónde se está obteniendo una mejora del 0,8% trimestral en la disponibilidad de la sección.

Una cuestión importante y que sin duda llevaría un capítulo completo es la toma de todos los datos necesarios para elaborar los indicadores desplegados. En la actualidad, se cuentan con potentes herramientas informáticas que adosadas a las máquinas o a los propios operarios permiten obtener la información totalmente inmediata, como los sistemas SCADA o las PDA. Estos sistemas, generalmente ya incorporados a las maquinarias de última tecnología, suponen unos desembolsos económicos elevados para acoplar a la maquinaria antigua. En el caso de estudio, ya no sólo la cuantía económica si no la complejidad de incorporar esos sistemas a una maquinaria electrónicamente muy compleja y con un cierto recorrido llevo a una toma de datos que se basa en dos pilares; obtención de datos manual e información suministrada por el ERP<sup>12</sup> (ése último no conectado a las máquinas). En el caso de la toma de datos manual hubo que trabajar detenidamente para con el mínimo de datos posibles tener el mayor número de información posible y así evitar una compleja gestión de la información.

Como podemos ver en la figura 4 salvo en el lacado en el resto de secciones la toma de datos prácticamente es manual, que luego termina en una hoja de cálculo o en el ERP para su transformación en indicadores. En el apéndice B podemos ver unos ejemplos de documentos y aplicaciones que permiten la toma de datos en las diferentes secciones.

### 3.5.2. Clasificación de los Indicadores

El despliegue de los indicadores se entienden de una forma multidimensional ya que son una herramienta tan importante y potentes que perderían su eficacia si se utilizasen únicamente a medio-largo plazo y en niveles je-

---

<sup>12</sup>Acrónimo de Enterprise Resource Planning.

rárquicamente superiores. Los indicadores se pueden clasificar según el nivel organizativo en el que se implanten, según el objetivo a alcanzar o según el ámbito de actuación.

La primera clasificación básica en la que se dividen los indicadores es según el objetivo que buscamos al desplegarlos:

1. **Indicadores de Control** → Son los indicadores principales que pretenden medir el funcionamiento general de la sección, planta o departamento. Son indicadores a largo plazo y generalmente son los desplegados en el cuadro de mando que veremos más adelante y pretenden encontrar desviaciones o tendencias. Entre ellos destaca el OEE que también veremos más adelante.
2. **Indicadores de Mejora** → Llamamos así a los indicadores que se utilizan para medir la evolución de una taller de mejora. Generalmente nacen con un fin específico y una vez alcanzado dejan de medirse con el tiempo. Un ejemplo sería el tiempo medio de cambio de molde empleado en una máquina durante un taller SMED.
3. **Indicadores de análisis** → Son indicadores en su mayoría retroactivos o que son los que más se asimilan a los obtenidos mediante un análisis de datos. Son concretos y se utilizan para detectar desperdicios o focos de mejora y son el preámbulo al lanzamiento de los talleres de mejora. Dentro de este grupo entraría el % de pérdida de disponibilidad de una tarea de no valor añadido en una sección, por ejemplo, limpieza para lanzar un taller de estandarización.

Los indicadores también se pueden clasificar según el nivel jerárquico en el que se expongan. Atrás quedó la filosofía tradicional de que los parámetros de productividad quedaban en los niveles altos de la jerarquía. El SGL, que entre sus metas principales se encuentra la mejora de la comunicación y de la información entre todos los niveles de la empresa, baja esos indicadores a pie de planta para que los operarios sean partícipes y responsables de ellos y puedan aportar mejoras para obtener mejores resultados:

1. **Indicadores de la TOP5** → Son los indicadores que están a pie de línea. Hay tres tipos de indicadores:
  - a) Los que marcan el funcionamiento de la sección. Generalmente son los de más corto intervalo de tiempo, siendo diarios o por turno incluso. Indican el funcionamiento de la sección durante el día y

permiten ser el punto de inicio de las TOP5 para comentar las mejoras o denunciar los problemas. En este nivel es importante realizar un buen trabajo de síntesis para, sin perder la esencia, que sean lo más sencillos de entender. Además, es importante una buena labor de formación. Podemos ver un ejemplo de indicadores a nivel de planta en el panel visual de la figura 28a.

- b) Indicadores de Talleres de Mejora. Son indicadores que detallan el funcionamiento de un taller de mejora. Pueden ser fijos o estar durante el tiempo que dura el taller.
  - c) Tableros de Marcha. Son indicadores que se basan en la Gestión Visual para mostrar el funcionamiento de un proceso concreto casi al instante. Esta herramienta del GAP permite tanto a los operarios como a los propios supervisores una visión al instante del funcionamiento de la planta. En la figura 24 podemos ver el tablero de marcha instalado en la sección de fundición dónde se marca cada dos horas el ciclo real de la máquina respecto al teórico y un histórico de los dos turnos anteriores. Esto permite tanto a los jefes de turno como al supervisor identificar desviaciones de la máquina respecto al objetivo o incluso descompensaciones entre los otros turnos o en el mismo turno para localizar fuentes de mejora.
2. **Indicadores TOP15** → Son el complemento a los indicadores de la TOP5 pero a nivel de Responsable de UAP y Supervisores. Complementan los indicadores de los paneles visuales de las TOP5 si no fuesen suficientes y/o añaden indicadores de nivel de planta. Como podemos ver en la figura 28b en este caso un indicador importante es el indicador de absentismo y bajas ya que es el que obliga a los responsables a poner en marcha la flexibilidad y mover si fuese necesario a los operarios.
  3. **Indicadores TOP60** → Se muestran en el cuadro de mando integral, que veremos en la sección 3.5.4, y recoge el resumen principal de los indicadores que muestran el funcionamiento de la planta tanto productivos como de los talleres de mejora. Son la base para que el responsable de la UAP junto las funciones soporte y los lean promotor lancen nuevos talleres de mejora.

La última clasificación posible de los indicadores es según la tipología de indicador o ámbito que representa.

1. **Indicadores de Productividad** → Son los encargados de medir la eficiencia de la planta. Se representan principalmente con el OEE que

| TABLERO MARCHA MÁQUINA                     |       |          |       |
|--|-------|----------|-------|
| TURNOS                                     | A     | B        | C     |
| TC <sub>REFERENCIA</sub>                   | 35    | 35       | 35    |
| TC <sub>1H</sub>                           | 37    | LIMPIEZA | 36    |
| TC <sub>3H</sub>                           | 36    | "        | 36    |
| TC <sub>5H</sub>                           | 36    | 37       | 36    |
| TC <sub>7H</sub>                           | 36    | 37       | 36    |
| TC <sub>PROMEDIO</sub>                     | 36'25 | 37       | 36    |
| RENDIMIENTO = $\frac{TCR}{TCP} \times 100$ | 96.5  | 94.5%    | 97.2% |

Figura 24: Tablero de marcha.

desplegaremos más en detalle en la sección 3.5.3, pero este indicador no es el único, el tablero de marcha de la figura 24 o el número de inyectadas por hora y máquina, metros lacados por hora o porcentaje de perchas ocupadas también entrarían dentro de esta clasificación.

- Indicadores de Calidad** → El indicador de calidad principal es el que podemos apreciar en la ecuación 1, donde se mide el porcentaje de piezas buenas sobre el total. Además este parámetro es, como ya veremos, uno de los ítem en los que se compone el OEE. Sin embargo, este parámetro no es el único, también englobaríamos aquí las mermas, retrabajos de piezas por no calidad o los Informes de No Conformidad (INC) que son informes de fallos en las piezas no detectados durante el proceso productivo ya sea por calidad o por algún proceso aguas abajo en el flujo del producto. Estos obligan a desplegar medidas prioritarias para atajarlos o reducirlos en un futuro.

$$Calidad = \frac{piezas\ ok}{piezas\ ok + piezas\ nok} \quad (1)$$

- Indicadores de Planificación** → En la implantación lean en una planta productiva es muy importante contemplar indicadores que muestren el estado de las diferentes secciones respecto al plan establecido,

aquí entran en juego indicadores del estilo: nivel de servicio, carga de trabajo, coberturas para piezas por ABC o stock entre otros .

4. **Indicadores de Implicación** → Por último, llamamos indicadores de implicación a los que dependen directamente de los integrantes de las secciones. Son indicadores vinculados al departamento de recursos humanos y encontramos por ejemplo, el valor de las 5S que veremos en el capítulo 4.5.3, número de ideas de mejora aportadas/ejecutadas, número de acciones realizadas, puntualidad, bajas o ausencias.

### 3.5.3. Overall Equipment Effectiveness

El OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos) es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial tal como indican sus siglas en inglés. Básicamente, *compara las piezas buenas producidas con las piezas que se podrían haber producido idealmente* [8]. Por este motivo este indicador es uno de los más relevante a la hora de medir las instalaciones industriales ya que te permite ver cuál es el rendimiento con el que está operando la planta, el proceso o la máquina. Aunque desde la perspectiva lean no es tan interesante justificar las causas de esa pérdida de rendimiento si no identificarlas para erradicarlas, lo que hemos llamado desperdicios [7].

Como podemos ver en la ecuación 2 el OEE se calcula con la multiplicación de tres factores: disponibilidad, rendimiento y calidad. Cada uno de los factores identifica unas fuentes de pérdida de eficiencia.

$$OEE = D \cdot R \cdot Q \quad (2)$$

Como ya se ha comentado anteriormente, al igual que el propio sistema lean, los indicadores deben adaptarse a cada sección dependiendo del tipo de recursos que se pretende medir y de la dificultad de la obtención de los datos. A continuación repasaremos los diferentes parámetros que lo forman y sus particularidades para cada sección de la planta.

1. **Disponibilidad (D)** → La disponibilidad mide el porcentaje de tiempo en el que la máquina está funcionando respecto al tiempo total disponible [8] (ecuación 3). La mayoría de revisiones bibliográficas clasifican esa pérdida de eficiencia por disponibilidad en dos grupos, averías y esperas [7] [8].

| Disponibilidad     |                    |          |               |               |                     |
|--------------------|--------------------|----------|---------------|---------------|---------------------|
|                    | Fundición          | Lacado   | Plástico      | Lacado Perfil | Acabado Superficial |
| Recurso            | Máquina            | Máquina  | Máquina       | Máquina       | MOD                 |
| Toma del dato      | Manual             | PC       | Manual        | Manual        | Parte de Trabajo    |
| Tiempo mínimo      | 5 minutos          | 0        | 5 minutos     | 5 minutos     | 5 minutos           |
| Precisión          | Recurso-Turno-Ref. | Turno    | Recurso-Turno | Día           | Recurso             |
| Clasificación paro | Múltiple           | Múltiple | Múltiple      | Múltiple      | Múltiple            |

Tabla 5: Características del indicador de disponibilidad en las diferentes secciones.

$$Disponibilidad = \frac{TiempoOperativo}{TiempoDisponible} \quad (3)$$

Las averías se producen por el no funcionamiento correcto de todo o alguno de los componentes de la máquina provocando que haya que parar para ser reparado, generalmente van asociadas al departamento de mantenimiento. Por otro lado, las esperas pueden venir provocadas por cambios de partida (y la preparación que eso conlleva), paradas por falta de material, del visto bueno de calidad, por pruebas o por otros factores como por ejemplo reunión de empresa.

Como ya vimos en la tabla 4 tenemos diferentes formas de obtención de datos y eso determina las características del indicador de disponibilidad según la sección. En la tabla 5 podemos ver clasificada las diferencias entre las secciones a la hora de obtener mayor o menor información del indicador de disponibilidad.

Como podemos observar en la tabla 5 hay tres características principales en el indicador de disponibilidad, además de la forma de obtención y el equipo de medida, que lo diferencian:

- **Tiempo mínimo** → Es el tiempo mínimo para que se considere avería si no entraría dentro del rendimiento como micro-parada. En este caso es determinante el ordenador en el lacado que permite obtener las micro-paradas cosa que el resto de secciones complicaría enormemente la obtención de datos.
- **Precisión** → Nos referimos a la precisión a la capacidad que tenemos de obtener el dato no agregado, es decir, de obtener la disponibilidad por día, turno o recurso en determinadas secciones nos aporta todavía más información.

| Incidencia | Descripción                   |
|------------|-------------------------------|
| 4          | Falta de Suministro eléctrico |
| 9          | Limpieza                      |
| 11         | Esperas                       |
| 77         | Reunión Empresa               |
| 80         | Descanso Línea                |
| 83         | Trabajo Interno Sección       |
| 200        | Mantenimiento                 |
| 75         | Avería equipos generales      |
| 84         | Avería horno polimerizado     |
| 85         | Avería horno secado           |
| 86         | Avería túnel pre-tratamiento  |
| 87         | Avería cabina de pintura      |
| 88         | Avería cadena transportadora  |

Tabla 6: Tipos de incidencias en la sección de lacado.

- **Clasificación paros** → En todas las secciones somos capaces de identificar la incidencia concreta de la parada, lo que nos permite tener mayor información como herramienta a la hora de lanzar talleres de mejora. De esta forma somos capaces de dar un paso más y alejarnos de la clasificación de averías y esperas entrando al detalle del motivo último. En la tabla 6 podemos ver un ejemplo en la sección de lacado dónde podemos ver desde paradas por averías, por mantenimiento o por necesidades de la empresa<sup>13</sup>.

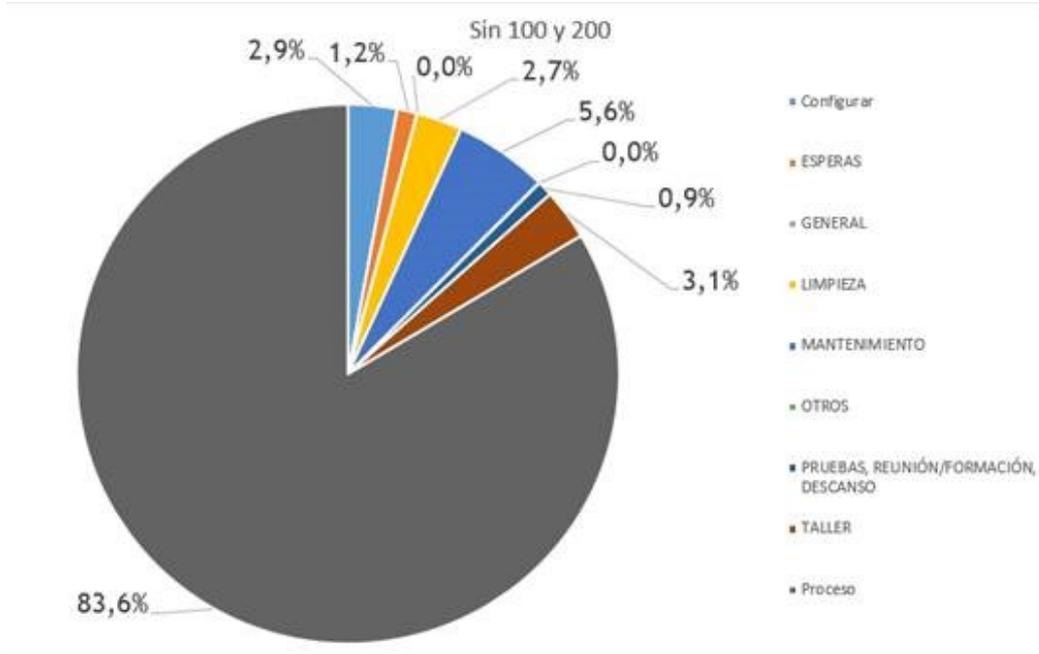
En el caso de la figura 25a podemos ver por un lado la disponibilidad para un periodo de tiempo en la sección de fundición y por otro lado podemos entrar más en detalle y conocemos que ha ocasionado exactamente las paradas utilizando el principio de pareto<sup>14</sup>. Este dato podemos afinarlo como se muestra en la tabla 5 para proporcionar una herramienta perfecta que permite identificar los mayores potenciales de mejora para lanzar los talleres correctos en cada sección.

2. **Rendimiento (R)** → El rendimiento se entiende como la producción realizada en comparación a la producción máxima prevista que se podría haber realizado [8]. En este punto el parámetro más importante es el que te proporciona la velocidad máxima prevista y no siempre es fácil obtenerlo, en la práctica se traduce como la velocidad máxima a la que

---

<sup>13</sup>El lacado presenta una característica especial y es que la preparación, es decir, el cambio de color se realiza con la máquina en movimiento por lo que en este caso no hay una incidencia que sea preparación y esa pérdida se imputa en el rendimiento.

<sup>14</sup>También conocida como la regla 80-20 en el caso de estudio nos aproxima a que el 80 % del tiempo de parada se debe sólo al 20 % del tipo de incidencias



(a) Distribución de la pérdida de disponibilidad en la sección de fundición.



(b) Pareto de defectos en la sección de fundición.

Figura 25: Disponibilidad en la sección de fundición.

se puede fabricar una referencia concreta en una máquina concreta con la calidad necesaria, lo denominamos velocidad objetivo. Dependiendo de la sección, el número de referencias y combinaciones hace que este trabajo se puede volver complejo si no se tienen definidos de antemano y provoca una revisión periódica para actualizarlos.

En la ecuación 4 podemos ver la forma clásica de cálculo del rendimiento [7], dónde se obtienen a partir de las horas fabricadas reales las piezas previstas que se deberían haber fabricado y compararlas con las fabricadas realmente. Esta fórmula es muy útil para líneas de montaje homogéneas pero para secciones con una producción variable es más sencillo unificar todo a horas y utilizar la ecuación 5.

$$Rendimiento = \frac{ProducciónReal}{ProducciónPrevista} \quad \text{dónde}$$

$$ProducciónPrevista = ProducciónPrevista \cdot VelocidadObjetivo \quad (4)$$

$$Rendimiento = \frac{HorasPrevistas}{TiempoOperativo} \quad \text{dónde} \quad (5)$$

$$HorasPrevistas = \frac{1}{ProducciónReal} \cdot VelocidadObjetivo$$

Como ya hemos adelantado uno de los puntos clave, y en muchos casos más complejo, en el cálculo correcto del rendimiento es el tiempo objetivo que se le asigna a cada referencia en cada recursos para así identificar la pérdida de rendimiento por no ir a la máxima velocidad o velocidad objetivo. En la tabla 7 podemos ver el método empleado en cada sección para obtenerlos. Las técnicas son muy diferentes para cada sección, por ejemplo en la sección de acabados se ha empleado la técnica de métodos y tiempos, en las secciones de lacado se define el tiempo objetivo al realizar las pruebas del producto conociendo cuál va a ser su velocidad máxima o en las secciones de inyección (plástico y aluminio) se utiliza la matriz de velocidades <sup>15</sup>.

---

<sup>15</sup>Matriz de dos dimensiones dónde se le asigna a cada referencia una velocidad en cada recurso, actualizándose cada vez que una referencia consigue superar el tiempo objetivo.

| Rendimiento   |                    |                  |                    |                  |                     |
|---------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|---------------------|
|               | Fundición          | Lacado           | Plástico           | Lacado Perfil    | Acabado Superficial |
| Recurso       | Máquina            | Máquina          | Máquina            | Máquina          | MOD                 |
| Toma del dato | Manual             | PC               | Manual             | Manual           | Parte de Trabajo    |
| Tiempo mínimo | 5'                 | 0'               | 5'                 | 5'               | 5'                  |
| Precisión     | Recurso-Turno-GOF  | Semana-Color     | Recurso-Turno-GOF  | Semana-Color     | Semana-GOF          |
| Dato Objetivo | Matriz Velocidades | Pruebas producto | Matriz Velocidades | Pruebas producto | Cronometraje        |

Tabla 7: Características del indicador de rendimiento en las diferentes secciones.

| Calidad       |                           |         |                   |                  |                     |
|---------------|---------------------------|---------|-------------------|------------------|---------------------|
|               | Fundición                 | Lacado  | Plástico          | Lacado Perfil    | Acabado Superficial |
| Recurso       | Máquina                   | Máquina | Máquina           | Máquina          | MOD                 |
| Toma del dato | Manual                    | ERP     | Manual            | ERP              | ERP                 |
| Precisión     | Recurso-Turno-GOF-Defecto | GOF     | Recurso-Turno-GOF | Semana-Color-GOF | Semana-GOF          |

Tabla 8: Características del indicador de calidad en las diferentes secciones.

La pérdida de efectividad por rendimiento se reduce básicamente a dos motivos principales. Por un lado es posible que la máquina no pueda ir la velocidad máxima permitida para esa referencia, esto puede ser debido por ejemplo a una materia prima con propiedades diferentes que te obligue a reducir la velocidad para no incurrir en problemas de calidad o por ejemplo que alguno de los elementos mecánicos de la máquina impida aumentar la velocidad sin causar problemas más graves. Por otro lado, están las micro-paradas, en la tabla 7 podemos observar para las diferentes secciones que se considera micro-paradas, y supone una no continuidad del proceso que provoca un rendimiento más bajo.

3. **Calidad (Q)** → El último factor que compone el OEE es la calidad, y como se puede observar en la ecuación 6 se define como la división entre las piezas buenas y las piezas fabricadas. Es importante destacar que se considera pieza buena a las que se obtienen a la primera ya que un retrabajo posterior para transformar una pieza mala en una pieza buena es una pérdida de efectividad en el proceso.

$$Calidad = \frac{ProducciónOK}{ProducciónReal} \quad (6)$$

Como podemos ver en la tabla 8 en todas las secciones nos es posible obtener el dato con una precisión que llega al nivel de orden de producción en curso lo que aporta una información altísima de en que

| Porcentaje de Defectos |          |               |       |           |
|------------------------|----------|---------------|-------|-----------|
| Defecto Cara           | Dobladas | Falta Llenado | Rotas | Otros NOK |
| 33 %                   | 6 %      | 13 %          | 32 %  | 16 %      |

Tabla 9: % de defectos para una familia de testers sobre el total de piezas NOK.

referencias se concentran el mayor número de piezas malas. Es en la sección de fundición dónde llegamos incluso a tener el detalle de que tipo de defecto se está obteniendo. Por ejemplo, en la tabla 9 que se puede observar el porcentaje del cada tipo de defectos sobre el total de piezas malas para una familia durante un año.

Para resumir, el OEE es uno de los indicadores principales en la medición de equipos capacitivos y una pieza fundamental para el SGL enfocado a la identificación de las mermas producidas. En la ecuación 7 podemos observar el despliegue de la fórmula completa.

$$OEE = D \cdot R \cdot Q = \frac{TiempoOperativo}{TiempoDisponible} \cdot \frac{HorasPrevistas}{TiempoOperativo} \cdot \frac{ProducciónOK}{ProducciónReal} \quad (7)$$

El indicador OEE debido a los factores que analiza es un indicador muy exigente y obtener valores altos supone una excelencia alta en las operaciones. Generalmente se entiende que un  $OEE < 65\%$  es un valor malo y muestra una empresa poco competitiva. Un valor de entre  $65\% < OEE < 85\%$  representa un valor aceptable pero con necesidad de seguir en la mejora. Las empresas con  $OEE > 85\%$  presentan una competitividad muy alta y las empresas cuyo  $OEE > 95\%$  alcanza lo que se denomina *World Class* con la competitividad más alta [9].

#### 3.5.4. Cuadro de Mando Integral

Entendemos el cuadro de mando integral, con su acrónimo CMI, como la recopilación de los indicadores clave que permiten analizar y controlar de un vistazo los ítems necesarios de la planta de producción. Desplegados en las diferentes secciones y, como ya vimos en el apartado 3.5.2, deben indicar las mejoras obtenidas con la evolución de las acciones y talleres puestos en marcha acorde a la estrategia de la empresa.

Es una de las herramientas principales dentro de la gestión lean y se revisa dentro de la TOP60, que veremos en la sección 3.6.1, como vehículo para

"denunciar" y justificar las incidencias acontecidas durante la semana y de esa forma poder añadir nuevos puntos de mejora en los planes de acción que veremos en la sección 4.3. Constituye uno de los pilares de la mejora ya que deben reflejar el esfuerzo realizado por todos los integrantes de la estructura lean. En el apéndice C podemos observar el CMI completo de la planta de producción S1.

Vamos a desplegar un ejemplo del cuadro de mando centrándonos en la imagen 51a del apéndice C que muestra los indicadores de la sección de inyección de aluminio durante varias semanas. En entre ellos encontramos:

1. **OEE** → Los indicadores del 1 al 4 muestran el OEE dividido en su parámetros que ya comentamos en el apartado 3.5.3.
2. **Informes de No Conformidad (INC)** → El indicador 7 muestra las no calidades detectadas por los inspectores de calidad una vez han avanzado las piezas en el proceso.
3. **Índice Inyectadas por (Máquina/hora)** → Muestra la capacidad productiva de la sección, en la práctica es una combinación del rendimiento y la disponibilidad y podemos verlo en la ecuación 8.

$$Inyectadas\text{Hora}/Máquina = \frac{Inyectadas\text{Fabricadas}}{Tiempo\text{Disponible}} \quad (8)$$

4. **Absentismo y Bajas** → Los indicadores 9 y 10 son indicadores relacionadas con el departamento de recursos humanos que muestran las ausencias del puesto de trabajo por baja o por otro tipo de causas que no causen baja.
5. **Nº de Cambios de referencia** → Se muestran en el indicador 11..
6. **Indicadores de Planificación** → Los indicadores del 14 al 18 muestran tanto el stock de materia prima como de semielaborado/producto final de la sección y las coberturas en días que representan.
7. **Ideas de Mejora** → El indicador 19 muestra las ideas de mejora aportadas por la sección en cuestión.
8. **Orden y Limpieza** → El indicador referente a las 5S que veremos en la sección E.

## 3.6. Organización y Comunicación del sistema de gestión lean

### 3.6.1. Organización Humana de la Producción

El sistema de gestión lean se construye alrededor de una serie de reuniones estandarizadas y definidas que permitan desplegar las herramientas de comunicación, pieza clave de la mejora, de la forma más eficiente posible. Esta estructuración de reuniones, indirectamente determina que se tenga que definir una organización cuyas características principales son las pocas jerarquías y los canales de comunicación bidireccionales, denominada Organización Humana de la Producción, en adelante OHP. Este aspecto contrasta con lo que veremos en la sección 4.2, en la parte de los talleres, donde se crean equipos sin jerarquía para conseguir los objetivos comunes.

La necesidad de un organigrama bien definido donde se trabaja codo con codo con el departamento de recursos humanos para definir las funciones y descripción del puesto de trabajo para cada uno de los puestos implica adaptar el organigrama tradicional de la empresa que ya vimos en la figura 2 a las necesidades del sistema. Como podemos ver en la figura 26 el organigrama cambia y se definen tres "*jerarquías lean*" que giran entorno al **GAP**, Grupo Autónomo de Personas. Es la unidad organizativa más pequeña con la que cuenta el sistema y base del sistema de mejora, formada en teoría por entre seis y ocho personas con los mismo objetivos. La adaptación en la empresa de estudio del organigrama tradicional a la organización lean se ha llevado siguiendo las siguientes reglas.

- **GAP** → Como podemos ver en la figura 26 los GAPs generados corresponden al personal de cada sección por turno, es decir, como ejemplo en la fundición se han construido tres GAPs de siete personas uno por cada turno. La persona portavoz del GAP es el **Coordinador** que actúa como representante, generalmente ocupado por la persona que ostenta el cargo de jefe de turno. Las funciones principales de los coordinadores son:
  - Es la persona responsable de coordinar y gestionar la TOP5.
  - No tiene por que tener jerarquía aunque en el caso de estudio en la mayoría de ocasiones la tiene. Salvo en la sección de acabados en el resto de secciones es el jefe de turno la persona que asume la función de coordinador.

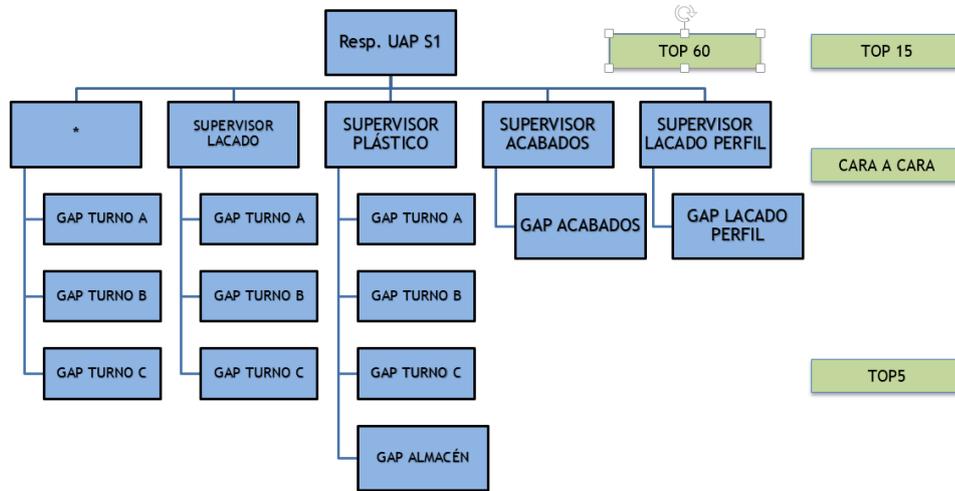


Figura 26: Organización humana de la producción de la planta de Salinas 1.

- Representa a los componentes del GAP y por extensión los representan.
- Encargado de gestionar con el supervisor los asuntos tratados en la TOP5, tendencia en los indicadores, ideas de mejora, etc.
- **Supervisor** → Coordina uno o varios GAPs. Equivale al responsable de sección. Sus funciones principales son:
  - Si tiene jerarquía sobre los GAPs a su cargo.
  - Encargado de realizar el cara a cara con el coordinar es el responsable de filtrar la información solucionado lo que esté en su mano y escalando<sup>16</sup> lo que no le corresponda o necesite apoyo de los soportes.
  - Encargado de coordinar y contactar con las funciones soporte.
  - Responsable de gestionar las ideas de mejora de su área y de colaborar y participar en los talleres de mejora.
- **Unidad Autónoma de Producción** → Con sus siglas UAP engloba a un conjunto de GAPs en este caso nos encontramos con la UAP de S1 dónde el responsable máximo es el **Responsable de UAP** que corresponde con el responsable de planta en la estructura organizativa tradicional. Entres sus funciones destaca:

<sup>16</sup>Termino muy utilizado en la metodología lean para referirse a la transmisión de información ascendente en la OHP, escalar las *denuncias* aportadas por el GAP.

- Jerarquía absoluta sobre los supervisores y los GAPs.
- Encargado de realizar y coordinar la TOP15 y TOP60 de planta.
- Tiene la responsabilidad de aportar los recursos necesarios para alcanzar los objetivos de cada área.
- Junto con el responsable de la mejora debe proponer e incentivar la mejora.

### 3.6.2. Gestión de la Comunicación

La estructura organizativa vista en la sección 3.6.1 es la base para desplegar las herramientas de comunicación como herramientas principales con las que cuenta la estructura lean para desarrollar la mejora. En este punto es importante destacar que es imprescindible para cualquier empresa generar unos flujos de comunicación ágiles y bidireccionales que permitan a todo el personal aportar el conocimiento que dispone, como ya vimos en la sección 2.4.2 uno de los desperdicios principales es no aprovechar el conocimiento de las personas y por ello es importante comunicar para hacer participe a todos de los objetivos generales.

Con esta premisa nace una serie de reuniones, que podemos ver desplegadas en el mapa de reuniones de la figura 56 en el apéndice D donde todos los integrantes de la planta deben ser partícipe en al menos una de ellas. Todas las reuniones lean se caracterizan por tener las siguientes características:

- Cuenta con un responsable, encargado de que se cumpla en las condiciones pactadas.
- Tiempo establecido, se debe comentar lo importante.
- Se apoya de documentación y gestión visual como soporte de la reunión y dónde se plasma los hitos alcanzados.
- Los asistentes son conscientes de los objetivos de la reunión.
- Tiene una estructura fija que hay que seguir para obtener la mayor eficiencia de la misma.
- Sirven como catalizador de la implicación del personal y por lo tanto de la mejora.

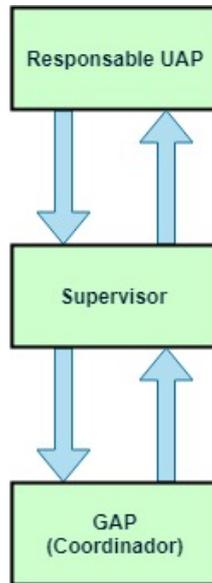


Figura 27: Flujos principales de comunicación en la metodología lean.

Como se puede apreciar en la figura 56 hay numerosas reuniones todas ellas con objetivos diferentes y dónde pueden participar o no personal de diferentes secciones o niveles jerárquicos. Todas ellas tienen en común las características anteriormente comentadas. Sin embargo, y debido a los tres niveles jerárquicos vistos en la figura 26 que ocasiona dos flujos principales de información como se muestra en la figura 27, destacan cuatro reuniones como pilares de la gestión de la comunicación lean (TOP5, Cara a Cara, TOP15 y TOP60).

En la tabla 10 se puede ver las características principales de la TOP5 y cara a cara que representan las reuniones base y que conlleva a los operarios junto con los supervisores.

En la tabla 11 se detalla el funcionamiento de las reuniones TOP15 y TOP60 las reuniones de escalado y toma de decisiones dentro del SGL.

### 3.6.3. Gestión Visual

Hasta ahora hemos ido haciendo hincapié en herramientas tan importantes como el CMI o los estándares de trabajo. Todas estas herramientas guardan una característica principal y es que son herramientas muy visuales, fáciles de entender y modificar. Ahí es dónde reside la importancia de la gestión visual dentro del sistema de gestión lean ya que ayuda a la implicación del personal por que permiten dar acceso a la información a todos de una forma

| <b>Principales reuniones Lean</b> |                       |  |
|-----------------------------------|-----------------------|--|
| <b>Top5</b>                       | <b>Área</b>           | Reunión a nivel de GAP   |
|                                   | <b>Responsable</b>    | Coordinador  |
|                                   | <b>Duración</b>       | 5 minutos  |
|                                   | <b>Periodicidad</b>   | Al inicio de cada turno  |
|                                   | <b>Objetivos</b>      | 1. Mantener una comunicación bidireccional<br>2. Implicación de todos los operarios → todos tienen voz   |
|                                   | <b>Gestión Visual</b> | Panel del GAP / Acta Top5  |
|                                   | <b>Estructura</b>     | 1. Revisión Indicadores<br>2. Comentarios-denuncias del turno anterior<br>3. Organización del turno<br>4. Comunicados al GAP                               |
| <b>Cara a Cara</b>                | <b>Área</b>           | Reunión a nivel de Coordinador - Supervisor  |
|                                   | <b>Responsable</b>    | Supervisor   |
|                                   | <b>Duración</b>       | 20 minutos   |
|                                   | <b>Periodicidad</b>   | Una vez al día con cada coordinador  |
|                                   | <b>Objetivos</b>      | 1. Transmitir la información<br>2. Escalar y denunciar los problemas<br>3. Generar acciones de mejora<br>4. Contactar con las funciones soporte necesarias |
|                                   | <b>Gestión Visual</b> | Panel del GAP / Rutina del Supervisor  |
|                                   | <b>Estructura</b>     | 1. Revisión Indicadores<br>2. Comentarios-denuncias del Acta TOP5<br>3. Transmisión de información de empresa  |

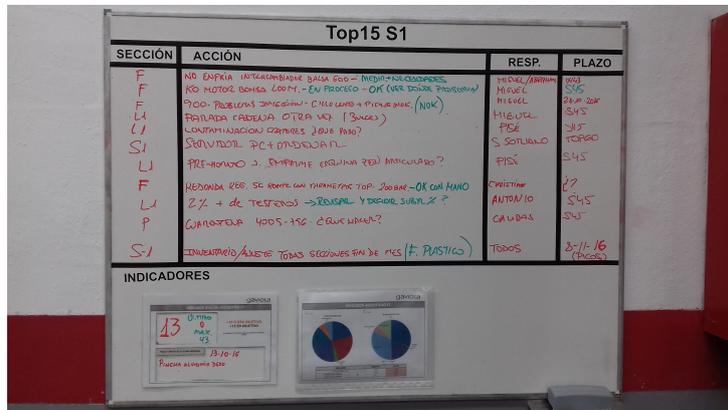
Tabla 10: Características principales de la TOP5 y del cara a cara.

| <b>Principales reuniones Lean</b> |                       |  |
|-----------------------------------|-----------------------|--|
| <b>TOP15</b>                      | <b>Área</b>           | Responsable UAP - Supervisores   |
|                                   | <b>Responsable</b>    | Responsable UAP  |
|                                   | <b>Duración</b>       | 15 minutos   |
|                                   | <b>Periodicidad</b>   | Una vez al día   |
|                                   | <b>Objetivos</b>      | 1. Revisar el estado de la planta<br>2. Tomar decisiones a corto plazo para continuar la producción<br>3. Dar los recursos necesarios a los Gaps |
|                                   | <b>Gestión Visual</b> | Panel TOP15  |
|                                   | <b>Estructura</b>     | 1. Revisión puntos pendientes corto plazo<br>2. Revisión nuevas acciones a corto plazo<br>3. Organización planta productiva                      |
| <b>TOP60</b>                      | <b>Área</b>           | Responsable UAP - Supervisores - Funciones Soporte   |
|                                   | <b>Responsable</b>    | Responsable UAP  |
|                                   | <b>Duración</b>       | 60 minutos   |
|                                   | <b>Periodicidad</b>   | Una vez a la semana  |
|                                   | <b>Objetivos</b>      | 1. Revisión de las desviaciones en los indicadores<br>2. Lanzamiento de acciones y talleres de mejora  |
|                                   | <b>Gestión Visual</b> | CMI - PDCA   |
|                                   | <b>Estructura</b>     | 1. Revisión del CMI de todas las secciones<br>2. Escalado de las acciones de mejora nuevas<br>3. Revisión de la PDCA<br>4. Ruegos y preguntas    |

Tabla 11: Características principales de la TOP15 y TOP60.



(a) Panel utilizado en el GAP de la sección de plástico.



(b) Panel utilizado en al TOP15 de fábrica.

Figura 28: Ejemplos de gestión visual.

sencilla. Mucha de esta gestión visual es digital como el ya mencionado CMI pero otra como el acta TOP5 se basa en documentos físicos.

La herramienta más importante y visual son los **paneles de gestión lean**, donde se plasma toda la información importante para el GAP, taller o reunión para el cuál ha sido montado donde mucha de la información es efímera, se utiliza se obtiene las mejoras y desaparece. En la imagen 28 podemos ver el ejemplo de dos paneles visuales de la planta. Al contrario de lo que se podría esperar al tener mucha estandarización en la documentación, no conlleva un sobre-gestión ya que el objetivo principal es que sea efectiva, rápida y útil de ahí que la mayoría no se archiva y sólo se mantiene mientras cumple su función.

En el apéndice D se pueden observar otros ejemplos de gestión visual, en este caso documental; un acta TOP5, la rutina del supervisor de un coordinador

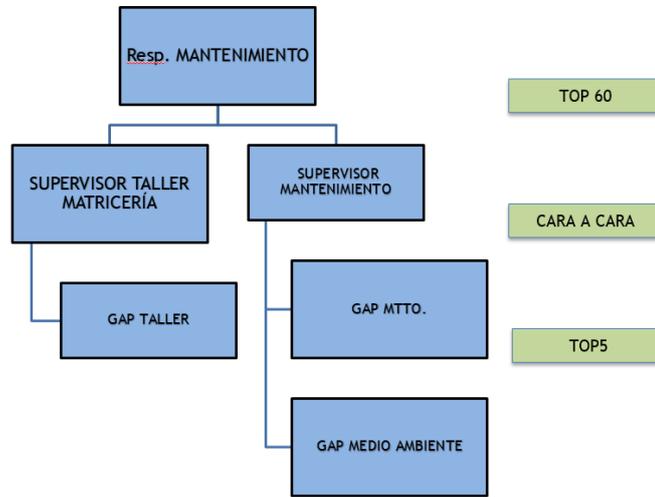


Figura 29: Organización humana de la producción en los departamentos soporte de S1.

y un parte de averías como enlace a la sección 3.6.4.

### 3.6.4. Extensión a los departamentos soportes

El sistema de gestión lean por definición debe alcanzar todos los ámbitos de la empresa, por eso es imprescindible implantarlo en los departamentos soporte, como se puede apreciar en la figura 29 su implantación y estructura es similar a la implantación en la parte productiva. Esta implantación lleva como objetivos principales:

1. Mejorar la comunicación y la coordinación con los departamentos productivos.
2. Integrar a los departamentos soporte dentro de la mejora.
3. Definir los canales de comunicación, la gestión visual e indicadores internos de los departamentos.

Y al igual que en el resto de departamentos se estructura todo bajo una gestión visual e indicadores como ayuda a la implantación, la coordinación y control de los procesos. En la figura 30 se pueden observar unos ejemplos del departamento de mantenimiento.

| CMI - MANTENIMIENTO S1 |    |  |   | UNIDADES | OBJETIVO | S20  | S21  | S22  | S23   | S24  | S25  | S26  | S27  |
|------------------------|----|--|---|----------|----------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| TALLER                 | 1  | Fundición_No Disponibilidad            | %   | 2,2%     | 2,8%     | 0,3% | 1,8% | 1,6% | 1,2%  | 1,8% | 1,8% | 2,5% |      |
|                        | 2  | Fundición_Part es de avería            | Nº  | 5        | 4        | 1    | 4    | 2    | 9     | 3    | 2    | 4    |      |
|                        | 5  | Fundición_Anomalias Molde - Entrada    | Nº  | -        | 6        | 8    | 11   | 6    | 14    | 7    | 8    | 6    |      |
|                        | 6  | Fundición_Anomalias Molde - Salida     | Nº  | -        | 10       | 8    | 10   | 6    | 15    | 7    | 4    | 11   |      |
|                        | 7  | Fundición_Anomalias Molde - Pendientes | Nº  | 10       | 8        | 8    | 9    | 9    | 8     | 8    | 12   | 7    |      |
|                        | 8  | Plástico_Anomalias Molde - Entrada     | Nº  | -        | 5        | 5    | 2    | 10   | 4     | 2    | 6    | 5    |      |
|                        | 9  | Plástico_Anomalias Molde - Salida      | Nº  | -        | 5        | 6    | 4    | 5    | 8     | 2    | 5    | 7    |      |
|                        | 10 | Plástico_Anomalias Molde - Pendientes  | Nº  | 5        | 6        | 5    | 3    | 8    | 4     | 4    | 5    | 3    |      |
|                        | O  | 11                                     | Fundicion - NO DISPONIBILIDAD - Mantenimiento | %        | 5%       | 4,4% | 2,0% | 2,2% | 10,6% | 2,2% | 7,5% | 1,7% | 1,8% |
|                        |    | 12                                     | Fundición - Partes de avería _ Mantenimiento  | Nº       | 5        | 5    | 3    | 8    | 7     | 1    | 6    | 7    | 3    |
| 18                     |    | Fundición - Anomalías - Entradas       | Nº  | -        | 22       | 21   | 22   | 15   | 19    | 14   | 18   | 17   |      |
| 19                     |    | Fundición - Anomalías - Salidas        | Nº  | -        | 21       | 23   | 17   | 23   | 19    | 19   | 16   | 13   |      |
| 20                     |    | Fundición - Anomalías - Pendiente      | Nº  | 15       | 17       | 15   | 20   | 12   | 12    | 7    | 9    | 13   |      |

(a) Ejemplo del CMI de la TOP60 de mantenimiento.

**gaviota**  
Sun Life Specialist

| PREVENTIVO ULTRASONIDOS TALLER  |            |        |  | AÑO |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |
|---|------------|--------|--|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| ACCIÓN  | FRECUENCIA | TIEMPO |  | S1  | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 | S17 | S18 | S19 | S20 | S21 | S22 | S23 | S24 | S25 | S26 |  |  |
| <b>GENERAL MÁQUINA ULTRASONIDOS:</b><br>1. Revisar marcador de temperatura (80°C)<br>2. Revisar nivel de agua desengrase y enjuague, si procede añadir. (si el nivel de limpieza se reduce añadir 1 garrafa SM-SET)<br>3. Revisar nivel de aceite | Semanal    | 5'     |  |     |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |
|   |            |        |  |     |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |
| <b>ENJUAGUE:</b><br>1. Vaciar baño (antes de vaciar proceder a informar a Medio Ambiente)<br>2. Limpieza de cuba<br>3. Rellenar con agua de red   | Trimestral | -      |  |     |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |
|   |            |        |  |     |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |
| <b>ACEITE:</b><br>1. Vaciar baño en GRG (Antes de vaciar proceder a informar a Medio Ambiente)<br>2. Limpieza de cuba<br>3. Rellenar cuba (PRODASPT)  | Anual      | 90'    |  |     |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |
|   |            |        |  |     |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |
| <b>GENERAL MÁQUINA ULTRASONIDOS:</b><br>1. Comprobar continuidad elementos calefactores (Germán)<br>2. Limpieza elementos y reapriete   | Anual      | 120'   |  |     |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |
|   |            |        |  |     |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |
| <b>DESENGRASE ALCALINO:</b><br>1. Vaciar baño en GRG (Antes de vaciar proceder a informar a Medio Ambiente)<br>2. Limpieza de cuba<br>3. Renovación 50 litros y se completa con agua  | Anual      | 240'   |  |     |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |
|   |            |        |  |     |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |

(b) Ejemplo de gestión visual en el taller de matricería.

Figura 30: Ejemplos de la gestión visual empleada en el departamento de mantenimiento.

En S1 fue necesario desde el principio el despliegue del SGL en los departamentos soporte como extensión a la metodología en las secciones productivas principales. Este hecho se debió a la necesidad de generar los canales interdepartamentales de una forma ágil para asumir con efectividad los talleres de mejora. Además, de propiciar una mejor cohesión y participación de todos los actores participantes en la planta productiva.

## 4. Despliegue de las herramientas del sistema de gestión lean

### 4.1. Introducción

En el presente capítulo abordaremos la aplicación de las diferentes herramientas con las que cuenta el SGL para abordar la mejora continua y que esa mejora obtenida se mantenga en el tiempo como objetivo último del método. Como vimos en el apartado 3.6.1 una buena estructura organizativa y de comunicación asociada a una gestión visual es el paso previo necesario para el éxito en la aplicación de las herramientas, que habitualmente llamamos talleres, ya que facilita su lanzamiento, su gestión, implantación y formación en todos los niveles. Además, los talleres en su mayoría son propuestas por los propios integrantes de la OHP como mecanismo para mejorar su puesto de trabajo, mejorar los procesos asociados y/o resolver problemas recurrentes del día a día.

La realización de un taller de mejora ya sea utilizando unas herramientas u otras puede venir motivado de diferentes actores dentro de la 3.6.1, el éxito de un sistema como este radica en que sea la propia estructura organizativa con los mecanismos puestos a su disposición la que proponga las mejoras necesarias ya que son, sin lugar a dudas, los que más conocen los puestos de trabajo y los procesos que los componen. Generalmente estas propuestas provienen de tres fuentes distintas:

- **Talleres iniciales** → Al inicio de la implantación del sistema en cada una de las secciones se proponen unos talleres a lanzar inicialmente que sirven como introducción al método para el nuevo equipo como inicio en la metodología. Son talleres propuestos generalmente por el departamento lean gracias a los datos preliminares, la propia experiencia y el tipo de sección se puede intuir que talleres pueden arrojar mejores resultados.
- **Talleres propuestos por la OHP** → Son los talleres que surgen directamente por las *denuncias* realizadas por los diferentes integrantes de la OHP, generalmente por el GAP y comentadas en la TOP5 que posteriormente han sido escaladas por los supervisores en los diferentes niveles jerárquicos. Surgen como la necesidad que tiene la propia sección para mejorar un proceso o resolver un problema.
- **Talleres lanzados a partir de los indicadores** → Son los talleres que se lanzan tras haber revisado y leído los indicadores. Buscan corre-

gir una tendencia negativa en algún indicador o se ha encontrado un desperdicio y se propone como nuevo nicho de mejora lanzar un taller para corregirlo. Estos indicadores generalmente se analizan y se lanzan desde la TOP60 con la ayuda del departamento de mejora continua o lean.

El capítulo se puede dividir en tres bloques principales; en el primer bloque dividido en dos partes se revisará en primer lugar la metodología básica utilizada en todos los talleres de mejora y en segundo lugar se expondrá el concepto de PDCA como herramienta básica de gestión y que en Gaviota hemos extendido a cualquier taller o acción, transformándola en un acta de todos los pasos que se van dando. En el segundo bloque abordaremos las herramientas de implicación del personal básicas y que se pueden aplicar a todos los GAPs independientemente del tipo o área. Por último veremos las herramientas dirigidas a la mejora de la productividad, empezando por la tabla resumen de aplicación de los talleres en la planta de producción y terminado por la explicación de un extracto de las herramientas principales apuntadas en la tabla 12.

## 4.2. Metodología estándar utilizada

Si algo característica la metodología lean, como ya hemos ido apreciando, es la estandarización de los procesos, incluidos los procesos de gestión. Hemos desarrollado una metodología estandarizada que se puede aplicar a la mayoría de los talleres de mejora que lanzamos, obviamente siempre será necesario adaptarla a las necesidades de cada momento. Como podemos observar en la figura 31 el diagrama de flujo muestra las cinco etapas en las que se divide:

1. **Fase 1 - Análisis** → Como ya hemos comentado en la sección anterior (4.1) la iniciativa para lanzar un taller de mejora puede venir de diferentes puntos. En esta primera fase de análisis se obtiene toda la información sobre el proceso dónde se va a lanzar el taller. Es imprescindible apoyarse en indicadores, diagramas en planta, vídeos y la opinión directa de los operarios. En esta fase generalmente entra en juego el supervisor, departamento lean y responsable de UAP.
2. **Fase 2 - Planificación** → Es una de las fases más importantes y es dónde se deciden aspectos como:
  - Herramienta que se va a utilizar.

- Planificación de los recursos tanto humanos como económicos.
  - Se estima el calendario temporal de trabajo.
  - Se crea el equipo de trabajo, generalmente transversal, dónde entra gente del propio GAP y personal también soporte si fuese necesario y se intenta también que contemple diferentes niveles jerárquicos.
  - Piloto del taller, sin importar la jerarquía, debe liderar el taller y a los miembros que lo componen.
  - Objetivo final que se busca conseguir.
3. **Fase 3 - Herramienta** → En esta fase se ejecuta la herramienta seleccionada según la metodología propia de cada una de ellas, veremos algunos ejemplos en la sección 4.6.
4. **Fase 4 - PDCA, estándar e indicador** → En esta fase se despliegan tres elementos importantísimos para la consecución del objetivo:
- **Indicador** → Imprescindible para medir la mejora obtenida. Es importante definir tanto lo que se mide, como se obtiene como el objetivo a alcanzar.
  - **PDCA** → Como veremos en la sección 4.3 conforma un listado de acciones necesarias para conseguir el objetivo fijado, como el acta del taller.
  - **Estándar** → La estandarización de los procesos facilita la formación, el mantenimiento en el tiempo y la consecución del objetivo ya que todos lo realizan de igual forma.
5. **Fase 5 - Revisar** → Aparte de mantener el indicador, si se considerar oportuno, una vez validada la mejora para chequear que se mantiene el objetivo es imprescindible auditar periódicamente el estándar realizado con dos objetivos; validar que se está realizando correctamente y detectar nuevas acciones de mejora.

### 4.3. Plan-Do-Check-Act

El círculo PDCA, inicialmente llamado círculo de Deming en honor a su creador, Edwards Deming, es una estrategia de mejora de la competitividad que se basa en cuatro pasos:

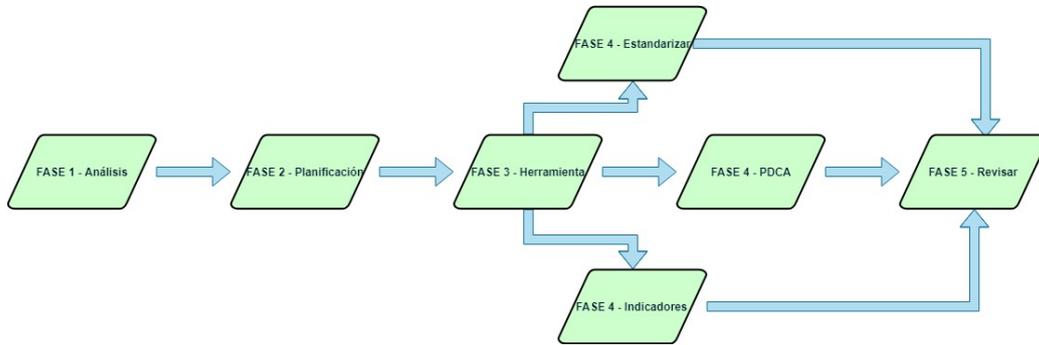


Figura 31: Método estándar utilizada para la mayoría de talleres de mejora.

- **Plan** → Una vez encontrados los puntos de mejora y las acciones a realizar se planifican de la forma más eficiente posible.
- **Do** → Se realizan las acciones planificadas.
- **Check** → Una vez realizado se debe realizar un seguimiento para corroborar que las mejoras obtenidas son sostenibles en el tiempo. Generalmente se estandariza para ayudar a ese proceso.
- **Act** → Una vez validado la mejora obtenida, se ajusta para conseguir llegar al objetivo propuesto y se vuelve a analizar para dar un paso nuevo en la mejora.

Este concepto de los cuatro pasos (PDCA) en la empresa de estudio se ha extrapolado a cada ítem de mejora que aparece sea cual sea la fuente de la que provenga, pudiendo haber acciones de mejora que provengan de la TOP60, de las ideas de mejora, de los propios talleres de mejora, etc. Es la herramienta básica que permite que las diferentes acciones de mejora se ejecuten ya que propicia la planificación en tiempo y recursos, la realización y el chequeo por parte de todo el equipo implicado para luego volver a cerrar el círculo actuando si fuese posible y dando un paso más en la mejora.

En la figura 32 se aprecia la PDCA de la TOP60 y la de un taller de mejora. Estas acciones se listan y es ahí dónde radica la importancia de la herramienta en Gaviota ya que se utiliza en prácticamente todas los talleres de mejora realizados como herramienta de soporte para la gestión del mismo ya que proponen planificar (asignar fecha y responsable), realizar, chequear y revisar cada una de las acciones.

DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN LEAN EN UNA EMPRESA DEDICADA A LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN SOLAR

| PDCA TOP60 - OPERACIONES |                    |        |  |  |                  |                |                    |                |            | Fecha Actualización:   |
|--------------------------|--------------------|--------|--|--|------------------|----------------|--------------------|----------------|------------|--|
| Origen                   | Departamento / GAP | Seción | Situación actual   | Acción   | Responsable      | Fecha Apertura | Fecha fin Prevista | Fecha fin Real | Estado     | Comentarios Seguimiento  |
| Top60                    | TALLER MATRICEERÍA | F      | Caja de Empotrar (40070584): Se queda una rebaba dura que ha filtrado y el vibro no puede quitar obligando a un retrabajo extra              | Reparación y revisión del molde para evitarlo en próxima OF                              | Paco Poveda      | 21jun-17       | 21jun-17           | 21jun-17       | Finalizada |  |
| Top60                    | TALLER MATRICEERÍA | F      | Problema de picos y excesiva rebabas en el 137x45 Zf   | 1) Poner en marcha improntas fijas y móviles?<br>2) Rectificar improntas para OF S25     | Paco Poveda      | 21jun-17       | 30jun-17           |                | En Curso   | S26 - 2) Realizado   |
| Top60                    | MANTENIMIENTO      | F      | Problemas en la apertura - cierre en máquina S60R que hace que se pare. Derivación de corriente no encontrada                                | S25 - Reparación por parte de Mantenimiento. Pde ir revisando y encontrar solución final | Germán Herrero   | 21jun-17       | 30jun-17           | 28jul-17       | Finalizada | S26 - la máquina trabaja con fallo y penalizando entre 1-2 seg. Mitto y parpai no pueden repararlo Se aprovechará con la auditoría para ver si se puede reparar. Fecha? S29<br>S30 - El problema ha desaparecido. Solución? Pde. Auditoría de Suez. Top60 Mitto. |
| Top60                    | CALIDAD            | SI     | Solo se solicitan de calidad a producción determinadas pruebas. Llegando pruebas sin parte y sin adecuarse a las posibilidades de producción | Calidad pide las pruebas según procedimiento habitual para adecuar a carga de trabajo    | Paco Fdz.        | 21jun-17       | 30sep-17           |                | En Curso   |  |
| Top60                    | MANTENIMIENTO      | SI     | Puente grúa. Equipo ya con 16 años con repuestos que tienden a obsoletos   | Valorar repuestos criticos junto con Ss Mitto  | Marcos Micó      | 21jun-17       | Stand-By           |                | Retrasada  |  |
| Top60                    | CALIDAD            | R      | No existe inspección de calidad después de la operación de vibrado   | Valorar la posibilidad de realización  | Christian / Pisé | 21jun-17       | 30jul-17           | 5jul-17        | Descartado | S27 - Christian desestima revisar lo que sale del vibro. Sólo se revisará en la sección de Retrabajos el producto final a cliente<br>S46 - Se vuelven a encontrar problemas  |

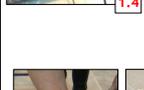
(a) PDCA de la TOP60 de la planta de producción de Salinas 1.

| ACCIONES GRP: PROBLEMAS ROTURA CONTENEDORES MÁQUINA 750R |           |  |  |  |                                |                |                    |                |            | Fecha Actualización:   |
|--|-----------|--|--|--|--------------------------------|----------------|--------------------|----------------|------------|--|
| Nº   | Prioridad | Acción   |  |  | Responsable                    | Fecha Apertura | Fecha fin Prevista | Fecha fin Real | Estado     | Comentarios Seguimiento  |
| 1  |           | Lanzamiento del taller GRP - Viene de una acción Top60 Operaciones   |  |  | Abraham                        | 9-may.-17      | 10-may.-17         | 10-may.-17     | Finalizada |  |
| 2  |           | <b>ALUMINIO</b><br>No se considera que la materia prima pueda ser el ocasionador del problema ya que se vierte igual en el resto de equipos similares sin problemas aparentes  |  |  | GAP Taller GRP                 | 10-may.-17     | 10-may.-17         | 10-may.-17     | Finalizada |  |
| 3  | 2         | <b>PISTÓN</b><br>¿De que material era el pistón en el momento de la detección de los problemas? ¿Acero o cobre?  |  |  | Pisé                           | 10-may.-17     | 17-may.-17         | 1-jun.-17      | Finalizada | S20 - Se constatan que los dos pistones son de hierro. Pistones de 85 mm. Cobre puede llegar a 20K inyectadas Acero puede llegar a 300K inyectadas Acero es algo más caro, pero no una gran diferencia<br>¿A que diámetro se deja de utilizar hierro para pasar a cobre? ¿85 mm o 90 mm?<br><b>A partir de 85 mm Cobre</b> |
| 4  | 2         | <b>PISTÓN</b><br>La máquina 750R se encuentra en la última parte de la línea de la refrigeración. ¿Puede llegar el agua más caliente? ¿Puede llegar menos caudal? → Colocar caudalímetro para tomar mediciones y comparar con otras máquinas |  |  | Germán Herrero / Miguel Ribera | 10-may.-17     |                    | 6-mar.-18      | Finalizada | S10 - Se ha metido un cudalímetro y llega al máximo del cudalímetro el agua.   |
| 5  | 1         | <b>KROWN</b><br>Verificación parámetros de trabajo.<br>- La temperatura de consigna debe ser de 680°C. ¿Las últimas averías puede haber afectado al mantenimiento de la temperatura del  |  |  | GAP Taller GRP                 | 10-may.-17     | 17-may.-17         | 17-may.-17     | Finalizada | S20 - Ok Germán<br>S5 - La altura de las canales han sido cambiadas desde entonces, también se han reparado los hornos y ha habido un horno de sustitución desde la S23 hasta Navidad17  |

(b) PDCA de un taller de resolución de problemas utilizando la herramienta Isikawa.

Figura 32: Ejemplos de PDCA.



| OPERACIÓN ESTÁNDAR |                         | Planta   | Centro de Producción Salinas - S1   | Sección  | Lacado I     | Área             | Operaciones  | Nº Documento | v1         |
|--------------------|-------------------------|--|---|--|--------------|------------------|--------------|--------------|------------|
| Operación          | Producción - Limpieza   | Descripción  | Funcionamiento Aspiradora   | Línea  | Toda la Nave | Punto de Trabajo | GAP Lacado I | Nº Revisión  | 03/10/2018 |
| Nº                 | Operación               | Res  | Descripción   | Recursos   |              |                  |              |              |            |
| 1                  | Funcionamiento Estándar |  | <ol style="list-style-type: none"> <li>Aflojar las palometas para colocar en la posición adecuada el asa de la máquina.</li> <li>Encender la aspiradora según la función deseada.                             <ol style="list-style-type: none"> <li>Barredora/Aspiradora</li> <li>Barredora/Aspiradora + Cepillo lateral (Forma de funcionamiento estándar). Colocar la palanca en la posición baja para que el cepillo toque el suelo</li> </ol> </li> <li>Passar la aspiradora de forma suave por toda la nave. Utilizar la maneta que está en el asa para darle la velocidad adecuada.</li> <li>Si el nivel de batería ha bajado de su punto medio, poner a cargar.</li> <li>Volver a colocar el asa en su posición inicial y colocar su caja de protección.</li> </ol> |   |              |                  |              |              |            |
| 2                  | Vaciado del depósito    |  | <p>Tras una limpieza prolongada o cuando se realicen varias limpiezas pequeñas es necesario limpiar el depósito:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mover la palanca del filtro de izquierda a derecha.</li> <li>Esperar 2 minutos a que se deposite el polvo en suspensión.</li> <li>Extraer el depósito y tirar a Residuos Urbanos.</li> <li>Volver a colocar el depósito en su sitio.</li> </ol>   |   |              |                  |              |              |            |
| 3                  | Limpieza del filtro     | Responsable → Pintor manual<br>Una vez al mes hay que limpiar los filtros: | <ol style="list-style-type: none"> <li>Extraer el depósito.</li> <li>Quitar las palometas y sacar el filtro.</li> <li>Soplar el filtro en la cabina manual.</li> <li>Volver a colocar filtros y depósito.</li> </ol>  |   |              |                  |              |              |            |
| 4                  | Frecuencia de Uso       |  | <p>La aspiradora se usará (siempre intentando que no sean ni colores oscuros ni rales):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Cada vez que se decape, en toda el pasillo que se forma desde el patio hasta la zona de almacenaje de bastidores.</li> <li>Al finalizar el último turno de la semana en toda la nave.</li> <li>En los mantenimientos.</li> <li>Cada vez que el personal de almacén o jefes de turno lo consideren oportuno y se disponga del tiempo para realizarlo apoyándose de los pintores manuales o personal de línea.</li> </ol>  |   |              |                  |              |              |            |
| 5                  | Mantenimiento           |  | La aspiradora cuenta con unos fusibles que se puede resetear en caso de avería. Si no funciona, contactar con mantenimiento   |   |              |                  |              |              |            |

|                                  |          |  |                                |
|----------------------------------|----------|--|--------------------------------|
| Elaborador                       | Revisado | Supervisor                                     | Verificado                     |
| Abraham Navarón<br>Lean Promotor |          | José Vicente Sanabria<br>Responsable Planta S1 | Miguel Ribera<br>Mantenimiento |

Figura 33: Estándar de la sección de lacado con el procedimiento de utilización de la aspiradora.

#### 4.4. Estándares de trabajo

Para alcanzar los objetivos marcados y que sean duraderos en el tiempo se necesita que cada una de las operaciones se realice según un proceso definido y repetitivo. Un estándar de trabajo define la mejor sucesión posible de operaciones para la realización de un proceso. Además debe fijarse la duración y herramientas necesarias para la ejecución de las mismas. Para que un estándar sea completamente efectivo se debe previamente haber optimizado el proceso eliminado los desperdicios que son el origen de la variabilidad [7]. Además agilizan enormemente la implantación de la polivalencia ya que facilitan la formación. En la figura 33 se puede observar un ejemplo de estándar para la sección de lacado.

#### 4.5. Herramientas de implicación del personal

Hemos ido haciendo hincapié en la importancia para el sistema lean que todo el mundo forme parte del cambio, se introduzca en la mejora y contribuya a

ella. Las herramientas de implicación del personal buscan fomentar esa participación y que sirvan como añadido a la formación. Estas herramientas se focalizan en las personas en vez de en los procesos por lo tanto son transversales y se pueden aplicar en todos los GAPs indistintamente del departamento o proceso que realicen y en todos los niveles jerárquicos. Las tres principales herramientas de implicación desarrolladas o planificadas en todos los GAPs implantados son: ideas de mejora, 5s y polivalencia.

#### 4.5.1. Ideas de Mejora

Las ideas de mejora son propuestas por los empleados y van orientadas a mejorar nuestra forma de trabajar, no es necesario que supongan una mejora cuantificable de forma inmediata ya que lo que se busca es promover ideas fáciles que introduzcan pequeñas mejoras en el día a día, por ello corresponden a diferentes ámbitos: seguridad, entorno y puesto de trabajo, proceso, medio ambiente, etc. Las ideas de mejora son un indicador natural de la implicación del personal ya que todas son puestas en valor independientemente del emisor y por hay que darles la importancia que merecen.

Es importante diferencia entre ideas de mejora y anomalías, herramienta vista en la sección 3.6.2, ya que las primeras corresponde a un cambio del estado actual mientras que las segundas corresponden con un funcionamiento anómalo de algún sistema.

El ciclo de vida que sigue una idea de metodología es muy sencillo y ahí radica la importancia que tiene para la implicación del personal ya que suponen una herramienta muy sencilla que se puede dividir en cuatro pasos:

1. Cualquier persona integrada en un GAP puede presentar una idea de mejora, haciendo hincapié en la situación actual y la situación tras la mejora. En la figura 34 podemos ver un ejempl de idea de mejora.
2. Es responsabilidad del supervisor validar la idea de mejora y contrastarla con el resto de integrantes para matizarla o incluso mejorarla.
3. Son escaladas a una reunión semanal de seguimiento dónde se aceptan, o no, dándole plazo, responsable y recursos. En este momento la idea de mejora se transfiere al responsable que es el encargado de ejecutarla en el plazo acordado.
4. Una vez realizada la idea de mejora es el supervisor y en última instancia el emisor los que deben validar la idea que se haya realizado según lo especificado.

**gaviota**  
soluciones

| IDEA DE MEJORA  |  | Nº  | 351                                |       |      |
|---|--|---|------------------------------------|-------|------|
| NOMBRE  | MANUEL SANCHEZ                                       |   | FECHA                              | 14-9  |      |
| GAP   | LOCADO I   |   | TURNOS                             | B     |      |
| TIPO  | <input type="checkbox"/> Seguridad                   | <input type="checkbox"/> Costes   |                                    |       |      |
|   | <input type="checkbox"/> Calidad                     | <input checked="" type="checkbox"/> Circuito administrativo y organización          |                                    |       |      |
|   | <input type="checkbox"/> Producto/proceso            | <input type="checkbox"/> Medio ambiente   |                                    |       |      |
|   | <input type="checkbox"/> Puesto y entorno de trabajo |   |                                    |       |      |
| SITUACIÓN ACTUAL  |  | SITUACIÓN PROPUESTA   |                                    |       |      |
| <p>LAS MUESTRAS DE COLORES ESTÁN METIDAS EN CAJAS Y PARA ENCONTRAR VÍDEOS QUE REBUSCAR</p>  |  | <p>ponerlas numeradas en una archivero sería mas fácil encontrar y mas ordenado</p> |                                    |       |      |
| RESPUESTA   | <input checked="" type="checkbox"/> Aceptada         | <input type="checkbox"/> No Aceptada  | <input type="checkbox"/> Pospuesta | FECHA | 20-9 |
| COMENTARIOS TOP60   |  |   |                                    |       |      |
| <p>BUSCAR ALTERNATIVA PARA ARCHIVAR TODAS LAS PLACAS<br/>ALTERNATIVA: ARCHIVAR EN ESPACIO LIBRE AMBROS LAVASTO DE NOTILOS (PAUAL DE ABEJAS)</p> |  |   |                                    |       |      |
| RESPONSABLE REALIZACIÓN   | MANUEL SANCHEZ                                       | PLAZO   | 30-11-2016                         |       |      |
| IDEA REALIZADA EL   |  | VALIDACIÓN POR EL EMISOR  |                                    |       |      |

Figura 34: Ejemplo de una idea de mejora.

| OHP           | Nº  | %      |
|---------------|-----|--------|
| FUNDICIÓN     | 196 | 28,61% |
| PLÁSTICO      | 106 | 15,47% |
| MANTENIMIENTO | 80  | 11,68% |
| TALLER        | 14  | 2,04%  |
| LACADO        | 210 | 30,66% |
| GENERAL S1    | 16  | 2,34%  |
| ACABADOS      | 63  | 9,20%  |
| LACADO PREFIL | 0   | 0,00%  |

(a) Estado de ejecución de las ideas de mejora.

| Tipo                 | Cantidad  | % Sin descartar |
|----------------------|-----------|-----------------|
| Finalizada           | 37        | 67,3%           |
| En Curso             | 14        | 25,5%           |
| Revisar              | 0         | 0,0%            |
| Retrasada            | 4         | 7,3%            |
| Descartada           | 8         |                 |
| Pendiente de Validar | 0         | 0,0%            |
| <b>TOTAL</b>         | <b>63</b> |                 |

(b) Distribución de las ideas de mejora según GAP.

Figura 35: Estado de las ideas de mejora en la planta productiva de S1.

Las ideas de mejora deben integrarse dentro del día a día como una parte más del trabajo diario de cada puesto dónde sea importante no sólo fabricar si no también mejorar lo que se está realizando. Es por ello que es importante que los supervisores y en caso último el responsable de la OHP dispongan de los recursos necesarios para llevarlas a cabo. En la figura 35 podemos ver el estado de aportación y ejecución de las ideas de mejora en la planta productiva de S1.

#### 4.5.2. Polivalencia

La polivalencia se define como la capacidad para trabajar en puestos diferentes cumpliendo las normas de calidad y productividad defendidas en cada uno de ellos [7]. La polivalencia es una herramienta importante para la implicación del personal ya que favorece su integración en el equipo, su motivación y el formar parte de un plan ya que se cuenta con él para crecer profesionalmente en la empresa. Además, se consiguen otra serie de objetivos como:

- Aporta flexibilidad para afrontar los cambios en la demanda.
- Indispensable para no verse afectadas por ausencias imprevistas (bajas por enfermedad, ausencias, vacaciones, etc.).
- Ayuda a la mejora continua ya que una persona en un puesto de trabajo nuevo siempre es capaz de ver mejoras que el día a día lo impiden.
- Ayuda a repartir las cargas físicas y mentales que los puestos de trabajo ocasionan.

La implantación de la polivalencia es clave para la mejora continua y garante del éxito en la compañía como objetivo en la excelencia en las operaciones. La herramienta empleada para la implantación de la polivalencia la denominamos **ILUO** y se puede dividir en las siguientes fases:

1. **Fase 1 - Identificación de los trabajos y sus competencias** → En primer lugar, es imprescindible definir claramente los diferentes puestos de trabajo de la sección en la que estamos aplicando la polivalencia definiendo tantos los procesos asociados con las competencias necesarias para llevarlos a cabo.
2. **Fase 2 - Evaluación de los operarios** → Una vez definido los puestos de trabajo se evalúa la situación de cada operario en la actualidad. Para ello utilizamos la matriz ILUO dónde asignamos a cada operario para cada puesto en que estado se encuentra de competencias como muestra las líneas verdes en la figura 36. En la matriz a cada lado del cuadro de le atribuye el siguiente grado de experiencia:
  - a) **I** → Comprende y aplica todas las instrucciones de trabajo y las normas de seguridad.
  - b) **L** → Y además, es capaz de asegurar la calidad.
  - c) **U** → Y además, es capaz de hacerlas en el tiempo estándar.
  - d) **O** → Y además, es capaz de formar al resto de operarios.
3. **Fase 3 - Definición de necesidades de la sección** → La formación también supone una necesidad de recursos tanto económicos como personales (horas extra, cursos de formación, procesos en tiempo no estándar, etc.) por ello antes de lanzarse a una sobre formación es importante definir las necesidades de la sección.

| POLIVALENCIA SECCIÓN PLÁSTICO |             | Operaciones |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
|-------------------------------|-------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| Puesto Actual                 | Contrato    | 1           | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Supervisor + Resp. Sección    | Indefinido  | □           | □ | □ |   |   | □ | □ | □ | □ | □  | □  | □  | □  |
| Jefe de Turno                 | Indefinido  | □           | □ |   |   |   | □ | □ | □ | □ | □  | □  | □  | □  |
| Jefe de Turno                 | Indefinido  |             | □ |   |   |   | □ | □ | □ | □ | □  | □  | □  | □  |
| Jefe de Turno                 | Indefinido  |             | □ |   |   |   | □ | □ | □ | □ | □  | □  | □  | □  |
| 2º Jefe de Turno              | Indefinido  |             | □ |   |   |   | □ | □ | □ | □ | □  | □  | □  | □  |
| 2º Jefe de Turno              | Indefinido  |             | □ |   |   |   | □ | □ | □ | □ | □  | □  | □  | □  |
| 2º Jefe de Turno              | Indefinido  |             | □ |   |   |   | □ | □ | □ | □ | □  | □  | □  | □  |
| Ayudante                      | Indefinido* |             | □ |   |   | □ | □ | □ | □ | □ | □  | □  | □  | □  |
| Ayudante                      | Indefinido* |             | □ |   |   | □ | □ | □ | □ | □ | □  | □  | □  | □  |

Figura 36: Plan de polivalencia realizado en la sección de plástico.

4. **Fase 4 - Plan de formación** → Se define el calendario de formación, los formadores y el equipo a formar. En a la figura 36 se pueden ver las líneas rojas como las necesidades de formación seleccionadas para la sección.
5. **Fase 5 - Plan de rotación** → Formar a una persona simplemente con el objetivo de que pueda sustituir a otra en caso de ausencia no es el objetivo de la polivalencia, es necesario que la polivalencia se mantenga viva y por ello se genera un plan de rotación entre todos los integrantes de la sección por todos los puestos de trabajo para mantener el conocimiento constante.

#### 4.5.3. 5S - Orden y Limpieza

Las 5S es una técnica que permite limpiar, ordenar y mantener el puesto de trabajo de la forma más adecuada. No es un concepto novedoso ya que en toda la literatura de organización industrial se hace referencia a tener el puesto de trabajo en unas condiciones adecuadas pero es con las 5s cuando se estandariza y documenta la técnica.

Las 5S es una técnica que se aplica siempre en la implantación del sistema de gestión lean por varios motivos principales:

- Se puede aplicar en cualquier área, desde secciones productivas, oficinas, talleres, almacenes o incluso en nuestra propia casa.
- Técnica sencilla y efectiva de aplicar que aboca al sentido común.
- Ayuda a mejorar el ambiente laboral y la motivación.

Las 5S no sólo busca mejorar el ambiente laboral y mejorar la implicación, si no que a demás tiene unos objetivos, que aunque obvios, son claves para la aplicación de la herramienta y vienen derivados de mantener las plantas productivas de una forma ordenada.

1. Reduce los desperdicios en movimientos y transportes.
2. Reduce el desperdicio por esperas ya que no se pierde tiempo, por ejemplo, al buscar herramientas.
3. Mejora la imagen de la planta, por ejemplo, de cara a visitas de clientes.
4. Aumenta la seguridad reduciendo los accidentes.
5. Se consigue más espacio, antes ocupado por material innecesario.
6. Cultura de sensibilización y de respeto por los recursos de la empresa.

La implantación de las 5S se desarrolla en cinco fases, previo al inicio de la herramienta es importante definir un equipo designando a una persona piloto y formarlos en la herramienta. Cada una de las cinco fases corresponde a una palabra japonesa como se puede observar en la figura 37.

1. **Fase 1 - Eliminar (*Seiri*)** → Se separa lo necesario de lo innecesario eliminando aquellas cosas que no necesitamos y que además de ocupar espacio pueden molestar a la hora de desarrollar los procesos.
2. **Fase 2 - Ordenar (*Seiton*)** → Organizar los elementos necesarios de una forma que se encuentren de forma sencilla. Definir un lugar y posición además de identificarlo o clasificarlo si fuese necesario.
3. **Fase 3 - Limpiar (*Seiso*)** → Limpiar la zona de trabajo eliminando los focos de suciedad que por ejemplo pueden ocasionar averías.

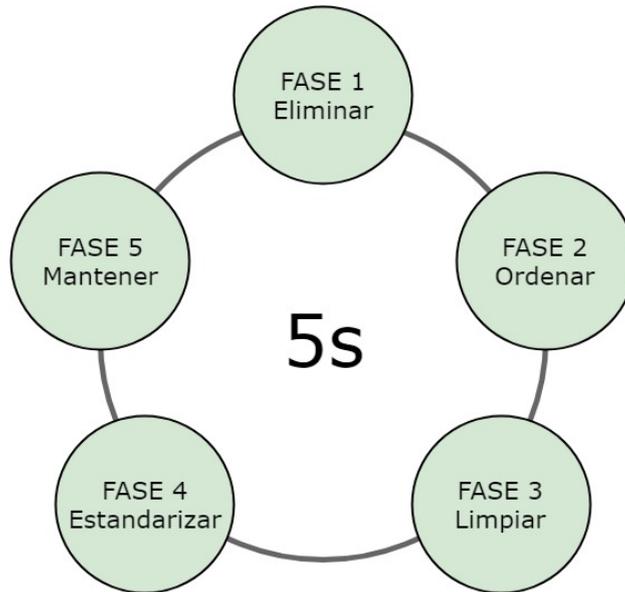


Figura 37: Fases en la implantación de las 5S.

4. **Fase 4 - Estandarizar (*Seiketsu*)** → Integrar el orden y limpieza de la sección dentro de la rutina y la operativa diaria.
5. **Fase 5 - Mantener (*Shitsuke*)** → Es importante concienciar que lo importante no es limpiar, más bien no ensuciar. En este punto es importante la concienciación del lugar de trabajo que es de todos.

Como ya hemos mencionado anteriormente la implantación de las 5S se puede realizar en todas las secciones y niveles y es uno de los talleres iniciales que se aplican en todos los GAPs, en la empresa de estudio se ha aplicado de tres formas diferentes:

1. **5S en secciones productivas** → Se ha aplicado o se está aplicando las 5S en todas las secciones productivas siguiendo los pasos clásicos que vimos en la figura 37. En el apéndice E podemos ver un ejemplo de implantación en una de las secciones.
2. **5s en oficinas** → Uno de los sitios dónde más material obsoleto se almacena, generalmente documentación, es en las oficinas. Además, en muchos casos no se crean los estándares para almacenarla y que sea accesible de forma sencilla por todos. También es muy importante definir unas normas que permitan mantener tanto las zonas comunes como las mesas de trabajo en las condiciones adecuadas. En la figura 38 se puede

ver un ejemplo del estado de la sala de reuniones antes y después de realizar las 5S además de una foto con las normas de utilización que se coloca en la puerta de la sala.

3. **5S en mantenimiento** → En este caso, aunque aplicando los cinco pasos clásicos vistos en la figura 37 la fase de ordenar ha supuesto un reto añadido y un taller en si mismo dónde se ha decidido inventariar, almacenar y estandarizar las entradas y salidas del almacén de repuestos. En la figura 39 podemos ver varias fotos que lo ilustran esa gestión y codificación que está permitiendo tener un control mayor. Con este taller de codificación se está consiguiendo disminuir el tiempo de reacción ante averías además de ser más efectivo con el control del coste del stock de repuestos.

## 4.6. Herramientas de productividad

El sistema de gestión lean ha ido adaptando una serie de técnicas de mejora de la productividad que provienen de diferentes ámbitos y con diferentes objetivos hasta hacerlas propias, de esta forma tiene un repertorio alto de herramientas que según las necesidades de cada sección o momento se puede seleccionar cuál aplicar. Entre las más conocidas podemos encontrar, el SMED para mejorar los cambios, el Speed-Up que ayuda a aumentar la velocidad de las máquinas, el ya nombrado 5S que vimos en la apartado 4.5.3 como técnica de mejora de la implicación, el TPM orientado a la mejora del mantenimiento o el Ishikawa (también conocido como espina de pescado) asociado a la técnica de los *5 por qué* para la resolución de problemas.

Con la implantación del SGL en la empresa de estudio se han ido aplicando las diferentes herramientas según la necesidad, en la tabla 12 se puede observar que herramientas se han utilizado en cada sección y en que estado se encuentran<sup>17</sup>. Los talleres lanzados deben ir indispensablemente ligados con las líneas estratégicas de la empresa ya que no tiene ningún sentido emplear tiempo y recursos en acciones que no vayan encaminadas a conseguir los objetivos generales.

En los próximos apartados desglosaremos algunos de los talleres principales realizados como ejemplo del trabajo diario que se realiza en las diferentes

---

<sup>17</sup>Realizado → Ya aplicado

Sin Planificar → Se considera potencial pero sin aplicar

No Aplica → Sin potencial en la sección de forma aparente

Stand-By → Iniciado pero bloqueado por cualquier motivo

En Marcha → Realizándose en este momento



(a) Antes.

(b) Después.



### NORMAS SALA REUNIONES “LEAN” S1

1. La sala de Reuniones de S1 o “Sala Lean S1” está para ser utilizada en cualquier momento por todos los trabajadores de Gaviota ante cualquier tarea que se necesite.
2. Actualmente está ocupada según el horario de reuniones Lean de S1 establecido. Para evitar simultaneidad de reuniones, si se desea reservar la sala será necesario enviar un correo a Abraham Navalón solicitando fecha, hora y duración.
3. La Sala se debe quedar limpia y ordenada después de utilizarla; sin objetos por encima de la mesa o suelo y con las sillas ordenadas y apiladas.
4. Muy importante, apagar la luz y el aire acondicionado al salir de la sala.

*Esperamos que entre todos consigamos mantener las instalaciones en buenas condiciones. Las 5s empiezan desde la oficina dando ejemplo*

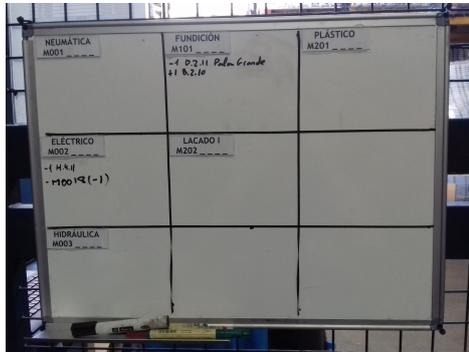
*Departamento Lean*

(c) Estándar.

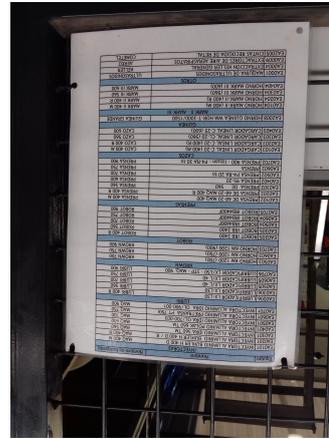
Figura 38: Ejemplos de 5S realizadas en las oficinas de S1.

|                 | Calidad   |           |                |                |                     |
|-----------------|-----------|-----------|----------------|----------------|---------------------|
|                 | Fundición | Lacado    | Plástico       | Lacado Perfil  | Acabado Superficial |
| TPM             | Realizado | Realizado | Sin Planificar | Sin Planificar | Planificado         |
| Hoshin          | Realizado | Realizado | En Marcha      | Sin Planificar | No Aplica           |
| SMED            | Stand-By  | Analizado | Sin Planificar | Sin Planificar | Realizado           |
| Ishikawa        | Realizado | Realizado | No Aplica      | No Aplica      | No Aplica           |
| VSM             | No Aplica | Realizado | No Aplica      | No Aplica      | No Aplica           |
| 5S              | Realizado | En Marcha | Realizado      | Sin Planificar | Realizado           |
| Estandarización | En Marcha | En Marcha | En Marcha      | En Marcha      | Sin Planificar      |
| SMR             | Realizado | En Marcha | Realizado      | Sin Planificar | Realizado           |

Tabla 12: Aplicación de diferentes talleres en las secciones.



(a) Registro de Salida de repuestos.



(b) Codificación de los repuestos.

Figura 39: Ejemplo de la aplicación de 5S en mantenimiento.

secciones.

#### 4.6.1. Mejora de la productividad en los arranques y paradas de la planta

Una de las herramientas principales para detectar potenciales mejoras en las secciones es utilizar la información que proporciona los indicadores. En la figura 25a se puede apreciar un ejemplo. De esa forma se detectó que se emplea mucho tiempo en los arranques y paradas de la planta de fundición debido a su propia naturaleza y se decidió lanzar un taller para mejorarlo

- **Sección** → Fundición.
- **Problemática** → Aproximadamente el 10% de la pérdida de disponibilidad de la planta proviene de los arranques y paradas de la maquinaria.
- **Objetivo del taller** → Analizar las tareas que se realizan, cuáles son necesarias y cuáles no, estandarizar las operaciones en los arranques y definir objetivos.
- **Herramienta** → Hoshin<sup>18</sup>.

<sup>18</sup>Es un taller que busca identificar y eliminar el desperdicio en la zona de trabajo con cargas altas de MOD. Permite mejorar la calidad, redimensionar la línea para adaptarse a la demanda, reducir variabilidad y aumentar la productividad[11].

| OPERACIÓN ESTÁNDAR  |                                | Planta  | Centro de Producción Salinas - S1  |               | Sección | Fundición  | Área             | Operaciones          |  | Nº Documento | 1          |
|---|--------------------------------|---|--|---------------|---------|--|------------------|----------------------|--|--------------|------------|
| Tipo Operación  |                                | Descripción                                   | Arranque Producción con Karcher  |               | Línea   | Toda la Nave   | Fecha de Trabajo | GAP Fundición        |  | Nº Revisión  | 21/12/2015 |
| Nº  | Operación                      | Unidad  | Descripción  |               |         | Reactivos  | Tempo Ciclo      | Diagramas, Fotos,... |  |              |            |
| 1   | Aumentar temperaturas crisoles | Momento                                       | Aumentar la temperatura de los crisoles a la temperatura de trabajo 680°C (400, 400R, 560 y 600)   |               |         | -  | -                |                      |  |              |            |
| 2   | Preparación Aluminio           | Momento                                       | Fundir aluminio y abastecer las máquinas según organización por el JdT, procurando repartir el aluminio entre las máquinas<br>Alternar Retal con lingotes, siempre con la intención de tener aluminio fundido lo antes posible   |               |         | -  | -                |                      |  |              |            |
| 3   | Arranque equipos generales     | JdT   | Arranque de enfriadoras, desmoldeante, bombas, compresores, secadora, cintas cometel, prueba de máquinas... (Pate, hocer Std)  |               |         | -  | -                |                      |  |              |            |
| 4   | Limpieza isla de trabajo       | 2   | Preparar la isla de trabajo eliminando los restos de aluminio para aplicar la karcher:<br>1. Prensa: Soplado completo de la prensa y limpieza de las fugas de aceite<br>2. Bandeja de salida: Soplado para quitar judías y viruta<br>3. Rampa y cajón de salida: Soplado para quitar judías y viruta<br>4. Robot: Soplado para quitar judías y viruta<br>5. Foso: Dejarlo limpio de judías y aluminio<br>6. Tarimas: Sin restos de judías, piezas y viruta |               |         | Escoba<br>Pala<br>Pistola<br>aire  | 60               | máquina              |  |              |            |
| 5   | Limpieza isla de trabajo       | 2   | Limpieza completa de todas las islas de trabajo utilizando la Karcher - Ver Std Limpieza isla inyección con agua a presión   |               |         | Karcher  |                  |                      |  |              |            |
| 6   | Barrer suelo nave              | 2   | Eliminar las acumulaciones de agua y los residuos que hayan podido saltar de la limpieza con agua para dejar paso a la limpieza con la fregadora   |               |         | Escoba<br>Pala<br>Escoba para agua                                       |                  |                      |  |              |            |
| 7   | Limpieza suelo de la nave      | 1   | Limpieza completa del suelo de la nave utilizando la fregadora. Se realizará en dos fases:<br>1. Toda la nave hasta la 400M empezando por la estantería de pallet terminado -> operario<br>2. Desde la 400M hasta el patio y puerta taller -> homero   |               |         | Fregadora  | 120'             |                      |  |              |            |
| 8   | Introducir Pallets             | 1   | Colocar los pallets de producto en curso + pallets/contenedores vacíos en los lugares apropiados   |               |         | Carretilla   | 30'              |                      |  |              |            |
| 9   | Arranque máquinas              | 1   | 1. Revisar que las máquinas funciona en automático<br>2. Atemporado de las máquinas<br>3. Arranque de las máquinas   |               |         | Soplete  | 30'              | máquina              |  |              |            |
| <b>28h00</b> 4h00 x 7 máquinas  |                                |   |  |               |         |  |                  |                      |  |              |            |
| <b>Observaciones:</b><br>1. Empezar siempre arrancando las máquinas automáticas<br>2. Los cambios de molde y/o nuevos arranques de Of se retrasarán lo máximo posible para primar el arranque de las máquinas ya ajustadas<br>3. Considerar que por cada máquina que no fuese necesario limpiar el tiempo total de arranque debería disminuir 2h30<br>4. Siempre que se pueda (avería, falta de aluminio,...), adelantar la colocación del cortador siempre que en ese momento esté trabajando con una pieza sin cortador (400, 400R y 600) |                                |   |  |               |         |  |                  |                      |  |              |            |
| Elaborador  |                                | Supervisor                                    |  | Verificadores |         | Firma/Fecha  |                  |                      |  |              |            |
| Abraham Nevelón<br>Lean Promotor  |                                | José Vicente Senabre<br>Responsable Planta S1 |  |               |         | Juan Carlos López<br>Sebastián García<br>Manolo Palao<br>Coordinador GAP |                  |                      |  |              |            |

Figura 40: Estándar del arranque de la sección de fundición.

- **Equipo** → El equipo asignado para este taller fue:
  1. Supervisor fundición (Piloto) → El responsable de la sección.
  2. Jefes de turno → Conocedores de los procesos y la problemática.
  3. GAPs → Personal que realiza las tareas y valedor del estándar.
  4. Lean promotor → Soporte para la aplicación de la metodología.
- **Tiempo empleado** → El taller se realizó durante 15 semanas.
  - Dos semanas → Analizar la parada y arranque inicial .
  - Una semana → Realización del estándar.
  - Seis semanas → Ejecución de el arranque y la parada por el piloto.
  - Seis semanas → Formación a los jefes de turno y realización de el arranque y la parada por ellos.
- **Metodología empleada** → La metodología empleada fue la siguiente:

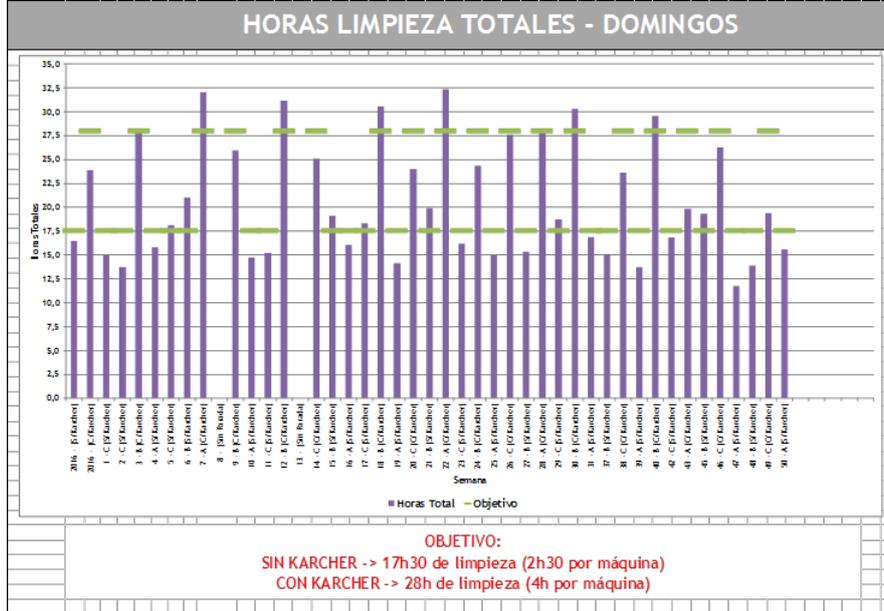
1. Visualización del proceso, grabando digitalmente los puntos calve.
  2. Realización del estándar de los diferentes procesos, repartiendo y nivelando la carga de trabajo entre todo el personal del turno. En la figura 40 se puede ver un ejemplo del estándar realizado tras el taller.
  3. Validación del proceso y control de la ejecución por los indicadores.
- **Indicadores** → Se lanzan dos indicadores para representar el tiempo máximo esperado hasta el arranque total de la planta y el tiempo máximo esperado hasta que las máquinas estén arrancadas antes de finalizar la semana, ver figura 41.
  - **Objetivo alcanzado** → Se redujo en más de un 50% el tiempo empleado en los arranques y paradas de la planta.
  - **Estado** → Finalizado.

#### 4.6.2. TPM - Mantenimiento

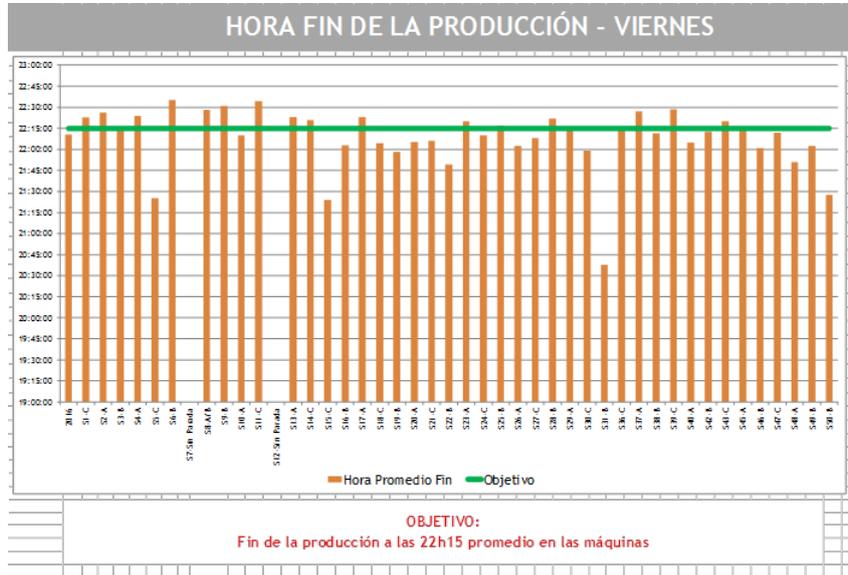
En la línea con el Hoshin realizado para mejorar el rendimiento del arranque y parada de la planta se detectó que otro de los grandes bloques que mermaaban la disponibilidad de la sección de fundición se debía a las averías que presentaban la maquinaria debida a dos razones fundamentales:

- En su gran mayoría los equipos son bastantes antiguos y aunque realizan perfectamente su función el simple hecho de tener en algunos casos más de treinta años provoca deficiencia en los mismos.
- La propia complejidad de los mismos, nos encontramos ante la sección mecánicamente y eléctricamente más complejas de las que dispone la empresa.

Ambos factores unidos a los datos proporcionados por los indicadores propiciaron rápidamente el despliegue del taller *Total Productive Maintenance* (TPM), cómo se puede apreciar en la figura 42, una herramienta desarrollada en Japón y muy ligada al SGL desde sus inicios y que busca desplegar un mantenimiento eficaz, continuo y autónomo que permita mantener una eficiencia alta de la línea, se basa en ocho pilares[12];



(a) Indicador de arranque.



(b) Indicador de parada de la planta.

Figura 41: Indicadores utilizados tras el taller Hoshin de arranque y parada de la sección de fundición.

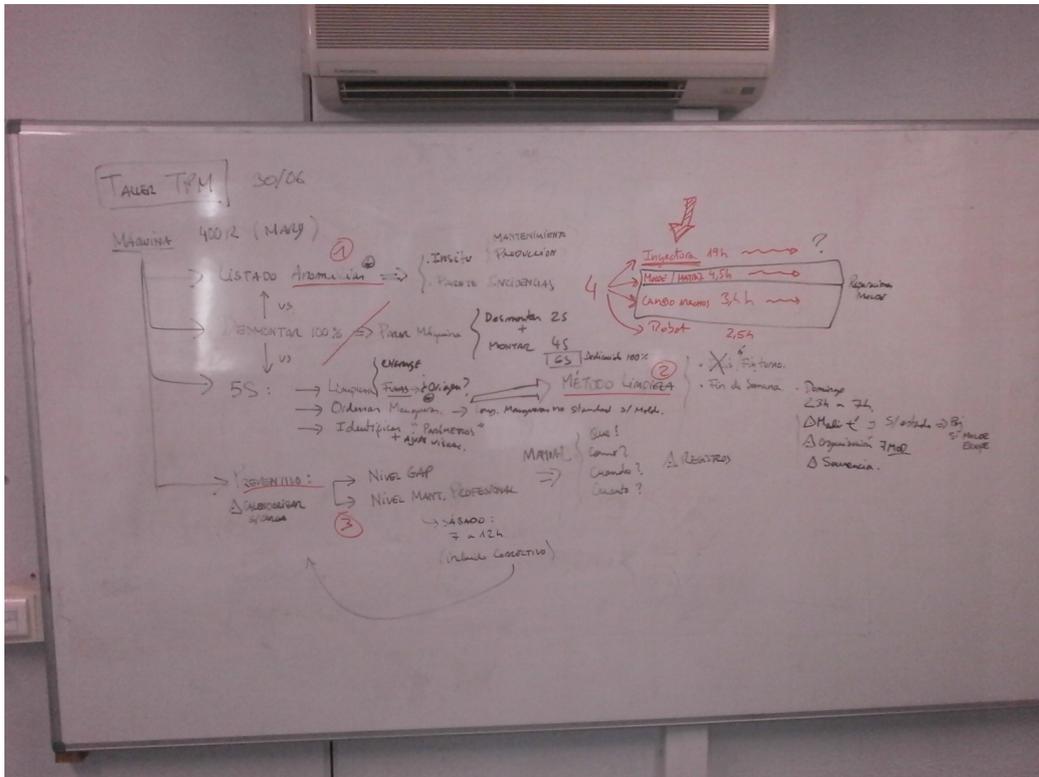


Figura 42: Esquema inicial del taller TPM.

1. Desplegar un mantenimiento autónomo por los propios operarios de las máquinas.
2. Mantenimiento enfocado para reparar y solucionar para que no vuelvan a suceder
3. Mantenimiento planificado basado en predicciones o medidas.
4. Mantenimiento enfocado a generar cero defectos.
5. Focalizado en la formación y el continuo aprendizaje.
6. Ligado a mantener un lugar de trabajo seguro.
7. Mantenimiento de los procesos de gestión.
8. Mantenimiento enfocado en buscar y mejorar aspectos de la maquinaria.

El taller TPM lanzado inicialmente en la sección de fundición se está poco a poco extendido al resto de secciones de S1 hasta que quedan desarrollado todo el mantenimiento de la planta.

- **Sección** → Inicialmente fundición, iniciado en lacado y plástico..
- **Problemática** → Se detecta inicialmente en la fundición que hay una perdida excesiva de disponibilidad debido a averías de máquinas.
- **Objetivo del taller** → Desplegar un mantenimiento planificado, mejorar la comunicación entre los departamentos de planificación y producción además de localizar puntos de mejora en las máquinas para, como objetivo último, mejorar la disponibilidad de la sección.
- **Herramienta** → Total Productive Maintenance.
- **Equipo** → El equipo asignado para este taller fue:
  1. Responsable de Mantenimiento (Piloto) → Responsable último del mantenimiento de la planta.
  2. Responsable de suministros → Conocimiento de los repuestos de la planta y encargado de suministrar los repuestos.
  3. Personal de Mantenimiento
  4. Lean promotor → Soporte para la aplicación de la metodología.

- **Tiempo empleado** → Se empleó un año.
- **Metodología empleada** → La metodología empleada fue la siguiente:
  1. Análisis de la maquinaria, ¿qué acciones de mantenimiento son necesarias para garantizar el correcto funcionamiento?.
  2. Definición de las acciones; duración y periodicidad. Además:
    - a) ¿Que acciones pueden hacerse dentro del mantenimiento autónomo?
    - b) ¿Qué acciones debe ejecutar el departamento de mantenimiento?
  3. Generación de estándares y formación.
  4. Análisis semanal de las averías acontecidas para evaluar cómo se podrían haber evitado y/o haber reducido su tiempo de reparación para disminuir el impacto en la planta.
- **Indicadores** → La mayoría de indicadores pertenecientes al departamento de mantenimiento son derivados de este taller:
  - Porcentaje de cumplimiento del mantenimiento preventivo.
  - Número de averías por sección/semana.
  - Número de anomalías<sup>19</sup> por sección/semana.
- **Objetivo alcanzado** → En los dos primeros años de análisis e implantación del taller se ha reducido entre un 8 % y un 10 % de la pérdida de disponibilidad en la planta por averías en las máquinas.
- **Estado** → Finalizado en la sección de fundición. En proceso en plástico y lacado. Pendiente de planificar en acabados y lacado perfil.

#### 4.6.3. Grupo de Resolución de Problemas - cráteres piezas lacado

En la planta de lacado empezaron a salir en algunas piezas una vez polimerizadas unos pequeños cráteres superficiales, lo que provocaba que la pieza

---

<sup>19</sup>Las anomalías salen del mantenimiento predictivo y son acciones que no causan parada de máquina pero que deben solucionarse a corto plazo para no tener un problema mayor. Las detectan tanto los operarios de planta como los integrantes del departamento de mantenimiento.



fueran NOK. Se decidió lanzar un grupo de resolución de problemas (GRP) para identificar que podía estar pasando y cómo se podía solucionar. La planta de lacado es de las que se encuentran en S1 la más compleja en cuanto a concentraciones de productos químicos. Aparte de tener que mantener en las condiciones adecuadas los productos que propiamente utiliza también es muy sensible a agentes contaminantes exteriores especialmente de la familia de las siliconas.

- **Sección** → Lacado.
- **Problemática** → En determinadas piezas, al polimerizarse aparecen cráteres superficiales siendo la pieza NOK.
- **Objetivo del taller** → Identificar que desviación en el proceso está provocando estos problemas de calidad.
- **Herramienta** → Grupo de resolución de problemas.
- **Equipo** → El equipo asignado para este taller fue:
  1. Supervisor lacado (Piloto) → Persona en contacto con la problemática directamente.
  2. Responsable de planta → Conocedor de los procesos y problemática.
  3. Responsable de suministros → Conocimiento de los productos de la planta.
  4. Operarios de calidad → Conocedores de las piezas que están saliendo NOK.
  5. Lean promotor → Soporte para la aplicación de la metodología.
- **Tiempo empleado** → Se emplearon cuatro meses.
- **Metodología empleada** → La metodología empleada fue la siguiente:
  1. Realización del esquema del proceso.
  2. Localización de los puntos críticos y análisis de las piezas con problemas (ver figura 44).
  3. Planificación de las acciones utilizando la herramienta PDCA.
  4. Ejecución de las acciones y validación de la solución.

- **Indicadores** → No aplica. Solución del problema.
- **Objetivo alcanzado** → Se solucionó el problema identificando que sólo las piezas que provienen de la sección e acabado tenían ese problema (aunque por arrastre afectaba a todas). Se identificó los lotes afectados llegando a la conclusión que un cambio de formulación en uno de los componentes de la depuradora del vibrado era la causante. Se trabajó con el proveedor del producto para cambiar la formulación y solucionar el problema.
- **Estado** → Finalizado.

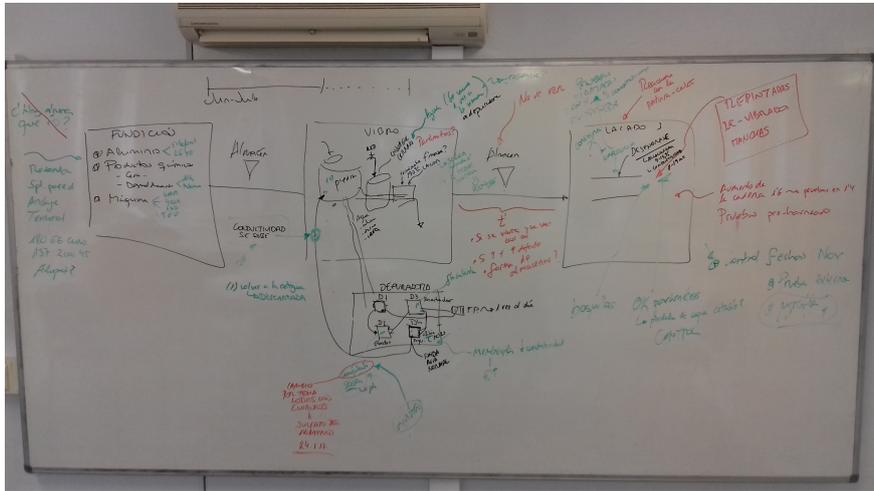
#### 4.6.4. Ishikawa fundición - rotura contenedor

En este caso se empezaron a encontrar con numerosos problemas en una de las inyectoras de aluminio ya que el contenedor que recoge el aluminio fundido antes de ser inyectado, una pieza que vale más de 1200€, se desgastaban en menos del 5% del tiempo habitual. Se decide lanzar un taller de mejora para encontrar de forma urgente el problema.

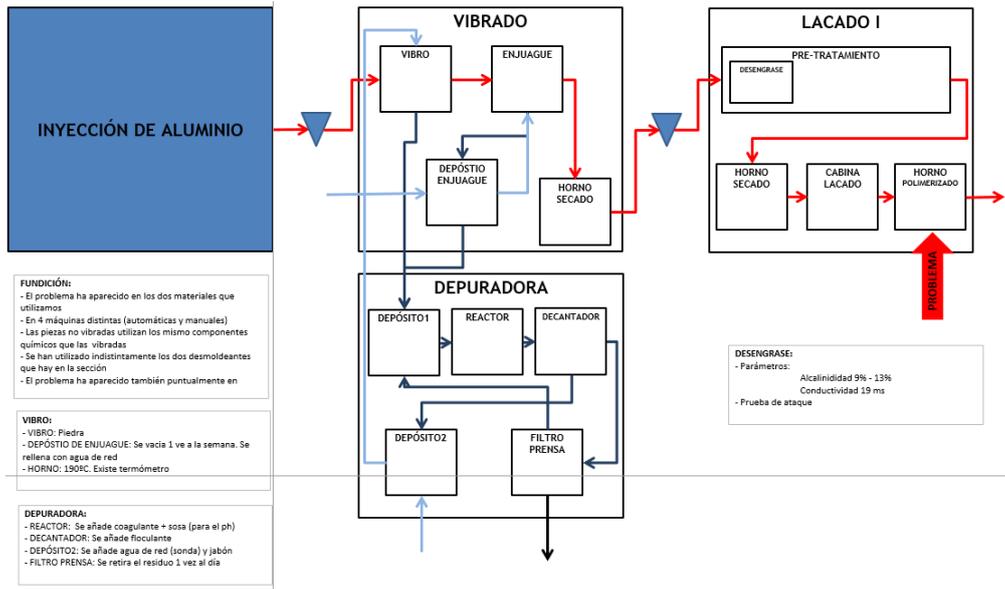
- **Sección** → Fundición.
- **Problemática** → El contenedor dónde se aloja el aluminio fundido antes de ser inyectado en una de las máquinas se desgasta en muy poco tiempo, incurriendo en gastos de 1200€ para reponerlo.
- **Objetivo del taller** → Localizar qué ha pasado en el proceso para que ocurra un problema que antes no existía y que ocurra únicamente en una máquina.
- **Herramienta** → Se decide emplear la técnica de *Ishikawa* (o espina de pescado)<sup>20</sup>.
- **Equipo** → El equipo asignado para este taller fue:
  1. Supervisor fundición → Persona en contacto con la problemática directamente.
  2. Responsable de mantenimiento (Piloto) → Conocedor de la maquinaria.

---

<sup>20</sup>Es una representación gráfica de las múltiples causas-efectos de las diversas variables que intervienen en un proceso



(a) Diagrama con las posibles causas del problema en rojo.



(b) Diagrama del proceso.

Figura 44: Esquema y acciones marcadas para revisar en el GRP de los cráteres en la planta de lacado.

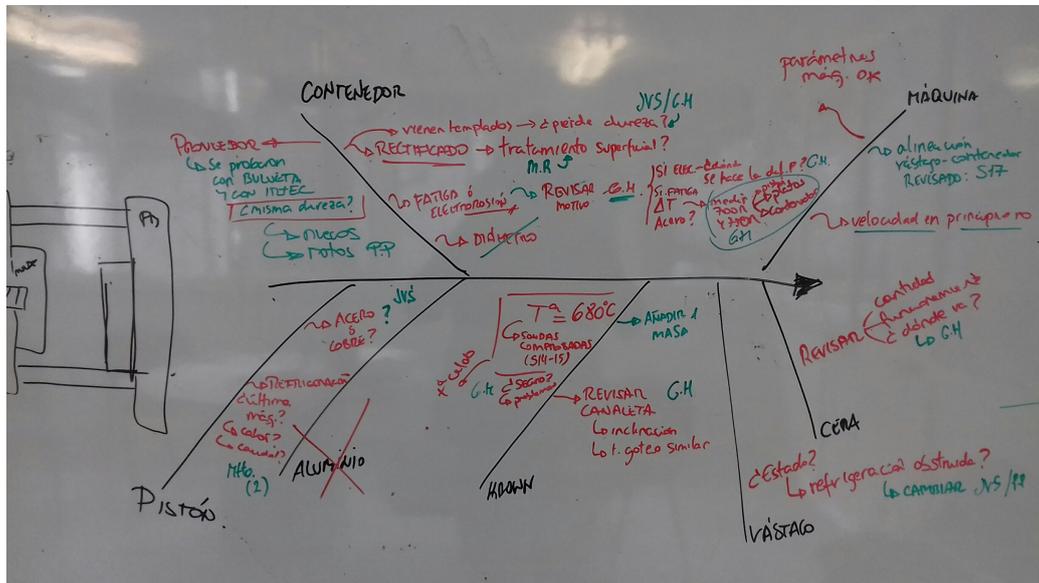


Figura 45: Ishikawa realizado para la resolución del problema del contenedor en la fundición.

3. Responsable de taller → Encargado del mantenimiento y verificación de los contenedores.
4. Responsable de suministros → Conocimiento de los contenedores.
5. Lean promotor → Soporte para la aplicación de la metodología.

- **Tiempo empleado** → Se emplearon seis meses.
- **Metodología empleada** → La metodología empleada fue la siguiente:
  1. Realización de la herramienta de Ishikawa como se puede ver en la figura 45.
  2. Localización de las posibles acciones de mejora o verificación utilizando la herramienta de la PDCA (ver figura 46).
  3. Ejecución de las acciones y validación de la solución.
- **Indicadores** → No aplica. Solución del problema.
- **Objetivo alcanzado** → Una vez analizado todo el proceso se llegó a la conclusión que había tres posibles parámetros los culpables de ese desgaste excesivo. Se realizan pruebas durante dos meses aislando cada

| ACCIONES GRP: PROBLEMAS ROTURA CONTENEDORES MÁQUINA 750R |           |   |                   |                |                       | Fecha Actualización: |            | 25-nov.-18   |  |
|--|-----------|---|-------------------|----------------|-----------------------|----------------------|------------|--|--|
| Nº   | Prioridad | Acción  | Responsable       | Fecha Apertura | Fecha fin Prevista    | Fecha fin Real       | Estado     | Comentarios Seguimiento  |  |
| 23   | 1         | <b>CONTENEDOR</b><br>Revisar en un contenedor nuevo dónde está ubicada la refrigeración (no en plano) y valorar ya que es posible que al rectificar la refrigeración se quede muy cerca. Dimensionar sobre plano las refrigeraciones                    | Paco Poveda       | 17-may.-17     | 15-jun.-17            | 17-abr.-18           | Finalizada | S22 - Un contenedor nuevo. Están más cerca de la zona del pistón (aproximadamente a 12 mm). Consultar a proveedor colocación de la refrigeración (Resp. HPI)<br>S16 - Actualmente la refrigeración se encuentra en el centro de la molla del contenedor. ¿Hay algún problema al pasar de medida de que se hagan grietas prematuras? Sería interesante algo más fuera? --> <b>Derivar a Top60 de Mito.</b>  |  |
| 24   | 1         | <b>CONTENEDOR</b><br>Pruebas realizadas desde el 19.05 al 01.06 (18K5 inyectadas) y no ha habido problemas. Se han realizado tres cambios:<br>1) Masa al contenedor<br>2) Vástago con cota 78 mm<br>3) Inyección abajo<br>¿Cuál ha provocado la mejora? | Equipo Taller GRP | 1-jun.-17      | 30-sep.-17            | 14-mar.-18           | Finalizada | S47 - Cambio de inyección. Durante la inyección abajo y manteniendo el vástago no ha habido problemas. Se detecta al mover la inyección que la masa no estaba colocada. ¿Desde cuándo? ¿Se puede descartar ese problema?<br>S5 - Con el cambio de inyección tampoco se detectan problemas. Se ha verificado que con el vástago de 78 mm es OK y se ha trabajado sin el cable de masa. Los vástagos de 74 mm se retiraron. El cambio del horno también es un factor importante a considerar |  |
| 25   | 1         | <b>CONTENEDOR</b><br>Programar diferentes pruebas para cambiar las condiciones y validar la mejora.<br>1) Primera prueba con inyección arriba. Pisé informará de cuando suba<br>2) Segunda prueba. Probar sin el cable de masa                          | Pisé              | 1-jun.-17      | Pde. fecha Producción | 6-mar.-18            | Finalizada | S5 - Se decide que la segunda prueba sea manteniendo el vástago y quitando el cable.<br>S10 - NO hay problemas sin el cable. Se detecta que no ha habido problemas con ninguna de las dos pruebas  |  |

Figura 46: Plan de acción realizado en el Ishikawa de resolución de problemas de la fundición.

uno de los parámetros hasta identificar que una de las medidas del vástago que sujeta el pistón era diferente. Solucionado de esa forma el problema.

- **Estado** → Finalizado.

## 5. Líneas futuras

El sistema de gestión lean, como ya se ha comentado, es una metodología de trabajo, incluso para muchos es casi una filosofía de trabajo, por ese hecho el proceso de mejora es continuo y no acaba con la implantación. En el presente capítulo vamos a desarrollar las líneas futuras de trabajo dentro de la empresa en lo referente a la mejora continua.

El capítulo se puede dividir en tres bloques; por un lado vamos a desplegar las herramientas, estandarizadas de nuevo, que se utilizan para el mantenimiento del sistema en las secciones que ya disponen de ellas centrándose en la auditoría del sistema como herramienta principal.

En el segundo bloque revisaremos los próximos pasos de implantación en nuevas áreas centrándose a corto plazo en dos puntos; por un lado iniciar la implantación en la planta de Salinas 2 y por otro lado crear flujos de comunicación con los departamentos soporte no sólo a nivel de planta si no de departamento. A medio y largo plazo revisaremos las siguientes pasos que se quieren dar a nivel de toda la compañía cambiando del plano táctico-operativo al estratégico para desplegar dos herramientas imprescindibles en cualquier empresa del siglo XXI.

En el último bloque veremos gracias a la cantidad de información obtenida con los indicadores se utilizará para desplegar el sistema de costes basados en actividades.

### 5.1. Mantenimiento del sistema - Auditoría

El sistema de gestión lean se caracteriza por ser prácticamente una filosofía de vida que una vez introducida en la cultura de la empresa no precisa de recursos para su mantenimiento. Aún así la responsabilidad del correcto funcionamiento de los talleres, indicadores y herramientas de comunicación desplegadas recae principalmente en los supervisores de los diferentes GAPs apoyados por encima por el responsable de UAP. El departamento lean, conocedor de las herramientas, debe ser una función soporte que ayude a mantener el sistema, desplegarlo en nuevas áreas y apoyar los talleres de mejora para utilizar las herramientas de la forma más eficiente. Es también responsabilidad de estos últimos la revisión de los indicadores en oficina y de los procesos en planta para seguir escudriñando nuevos desperdicios que atacar.

Pese a que el sistema funciona de forma autónoma es responsabilidad del

departamento lean el despliega de una nueva herramienta que permita medir el termómetro del sistema en las diferentes áreas además de proponer nuevas líneas de mejora, esta herramienta es la **auditoría del sistema de gestión lean**. Se prepara durante varias semanas y consiste en analizar todos los ítem del sistema y valorarlos de forma semestral para posteriormente presentarlos a todos los niveles jerárquicos con el objetivo de nuevo de hacer participe a todos, operarios y dirección, del sistema. Los puntos principales que se tratan en la auditoría son:

1. **Auditoría lean** → Consiste en la valoración de todos los ítem principales del sistema y puntuarlos, de esta forma se obtiene una nota del grado de implantación del sistema en cada sección. Con el objetivo de detectar los puntos dónde se puede mejorar y proponer junto con los supervisores las acciones para conseguirlo. En el apéndice F se puede ver desplegado una parte de la auditoría.
2. **Cuadro de Mando** → Se analiza el CMI, en este caso, a diferencia de la TOP60 no se focaliza en la semana y el escalado si no que se abre la escala temporal para detectar tendencias, ya pueden ser positivas debidos a la mejora en el sistema por algún taller o acción o negativas. Buscando siempre los puntos de mejora.
3. **Revisión de talleres** → Se revisan los talleres en marcha, su avance y su efecto en los indicadores. Además se proponen nuevos talleres detectados.
4. **Revisión de las PDCA** → En este punto se evalúa si han entrado nuevas acciones e ideas de mejora síntoma de que el sistema funciona y la implicación del personal es alta además de revisar si el ritmo de ejecución es el deseado por descontado hay que sumar nuevos recursos para mejorarlo.
5. **Despliegue de Objetivos** → Al final de la auditoría se acuerda con todos los integrantes los objetivos a conseguir para el próximo semestre que se evalúan en diferentes planos:
  - a) Nuevo objetivo para la próxima auditoría del sistema.
  - b) Se revisan los objetivos de los indicadores del CMI para mantenerlos o modificarlos.
  - c) Talleres en marcha, se define como objetivo que al menos haya un taller por GAP en marcha.

- d) Se establecen los objetivos de acciones realizadas y el objetivo de acciones e ideas de mejora que deberían entrar nuevas hasta la próxima auditoría.

## 5.2. Expansión del sistema a otra áreas

El objetivo principal de la empresa a medio plazo en lo referente a la mejora continua es seguir desplegando el sistema de mejora a las áreas de operaciones de la empresa, otras áreas productivas y logística.

En este sentido y retomando la figura 1 vista en la sección 2.2.1 el movimiento natural es desplegar el sistema en la segunda planta productiva con mayor volumen y personal que en este caso es Salinas 2 (S2), despliegue que se pretende realizar a lo largo de 2019. Actualmente, si repasamos la figura 21, nos encontramos en la fase 0 realizando la planificación de la implantación en las cuatro secciones de forma simultánea, planificando los recursos necesarios y diagnosticando los desperdicios principales para poder plantear los talleres de mejora que más encajen con las necesidades. También se está trabajando ya con los operarios en la fase 2, no obteniendo indicadores, desplegando los partes de trabajo necesarios para contar con ellos lo antes posible y no tener un parón excesivo entre la fase 2 y 3, en esta planta productiva en la mayor parte son trabajos muy manuales por lo tanto difícilmente nos podremos apoyar en la información extraída de las máquinas.

Además hasta ahora se ha trabajado con el SGL en las funciones soporte (taller, mantenimiento, calidad, etc.) en lo que interaccionaba con la planta de producción de S1. En paralelo con el despliegue del sistema de gestión lean en S2 se pretende trabajar en la definición de flujos, canales de comunicación y estándares con los departamentos soporte con el objetivo final de mejorar la coordinación, la cooperación, el trabajo en equipo y la implicación con el sistema de los departamentos soporte.

Como objetivo a más largo plazo entraría la implantación del sistema de gestión lean a todos los ámbitos y estructuras de la empresa como línea estratégica para mejorar los procesos y la competitividad. El sistema que nació inicialmente en la parte de producción y que es conocido como *Lean Manufacturing* se ha ido extendiendo a todos los ámbitos de la empresa y es lo que entendemos como *Lean Management*. El objetivo final es tener una organización involucrada en un continuo cambio orientado en la mejora, para ello se despliegan dos herramientas muy importantes:

1. **Plan Improvement Performance (PIP)** → El PIP despliega el

plan estratégico de la compañía y los objetivos marcados según la metodología lean a todas las UAPs en primer lugar y a los GAPs en extensión para que toda la compañía esté alineada con los mismos objetivos. De esta forma la lectura de los indicadores en el CMI o el lanzamiento de nuevos talleres esté en concordancia con el plan de la empresa.

2. **Hoshin Kanri** → Es la extensión de la metodología lean a la estrategia de la empresa como último paso para cerrar el círculo en una empresa propiamente lean.

### 5.3. Sistema de Costes Basados en Actividades

El sistema de costes basados en actividades, con su nombre y siglas en inglés Activity-based costing (ABC), es un nuevo enfoque del cálculo de los costes en la empresa. Nació como idea central en la década de los cuarenta pero debido a limitaciones informáticas de cálculo no es hasta los años ochenta cuando empieza a aplicarse. La ventaja principal radica en la precisión con la que los costes se asignan y por lo tanto favorece la mejor toma de decisiones empresariales [10].

El sistema ABC disgrega los diferentes procesos de la empresa en actividades asignándole los elementos de coste o inductores que son necesarios para realizarlo. La aplicación se basa en tres fases:

1. **Definición de actividades** → Las actividades son procesos que se realizan habitualmente y tienen un objetivo en si mismo. Aquí es dónde radica la diferencia mayor con respecto a la teoría de costes tradicional dónde actividades como la recepción del pedido o el servicio técnico quedaban excluidas como costes estructurales y el foco se centraba en los mayores costes industriales o logísticos.
2. **Definir y ajustar los elementos de coste** → Ajustar la información contable para obtener el valor de los elementos consumidos (elementos de coste).
3. **Asignación de los inductores de coste** → Marcar para cada actividad que elementos de coste afectan mediante los inductores.

La implantación de los indicadores que han aportado una enorme cantidad de información del estado de la planta con una precisión antes inimaginable, además siempre desde el prisma de la sencillez de captación de datos que

permite mantenerlo en el tiempo, nos ha permitido estar en condiciones de empezar a trabajar en una aplicación del sistema ABC para obtener unos costes más precisos y poder tener mayor maniobra de decisión empresarial. De hecho indirectamente ya se ha aplicado el cálculo ABC en casos puntuales para obtener rentabilidades de potenciales talleres de mejora utilizando los actividades que no aportan valor y sus inductores de coste.

## 6. Conclusiones

En el presente proyecto se ha expuesto de forma cronológica los pasos que se han ido realizando en la planta de S1 durante la implantación del SGL. Un proceso iniciado en 2015 y en el que todavía se está inmerso, desarrollándolo en la última sección que conforma la planta. Un proyecto que ha sido posible gracias a la colaboración de todo el personal de la planta además de la colaboración de muchas funciones soporte y que ha supuesto un cambio sustancial en la forma de gestionar una planta tan importante y estratégica para la compañía.

El inicio en la sección piloto, dónde se obtuvieron unos resultados económicos muy buenos, pero que supusieron un cambio espectacular en la filosofía de trabajo de la sección aflorando de golpe numerosas vías de mejora que hasta la fecha estaban tapadas supuso el pistoletazo de salida para decidir que era la forma de gestión que se pretendía para Gaviota.

La estandarización, como pilar lean, debe ser una tónica desde la implantación. Desarrollar calendario de despliegue del proyecto, sumando las diferentes secciones a medio y largo plazo y siempre vinculado con el plan estratégico de la empresa suponen una garantía de trabajo dónde todos los integrantes del proyecto, desde los operarios hasta el responsable de planta, puedan empujar en la misma dirección.

Es imprescindible desarrollar unos indicadores muy potentes, que aporten mucha información sobre la evolución de la planta y que sirvan como herramienta fundamental para la toma de decisiones. Recordemos que los indicadores deben ser fáciles de adquirir, procesas y principalmente de entender ya que se deben desplegar a todos los niveles y de una forma totalmente transparente. Cuando una empresa pasa de la *caja negra* típica de las empresas tradicionales a poseer un CMI, cambia radicalmente la toma de decisiones. Entre todos los indicadores desplegados, destacar de nuevo el OEE como índice final de la excelencia en las operaciones, principalmente en secciones productivas.

El sistema de gestión lean, como ya se ha comentado, supone un cambio de filosofía total dentro de la empresa dónde se integra, es un elemento de cohesión entre los trabajadores a todos los niveles y de una forma transversal. Por este motivo, es imprescindible desarrollar una OHP muy consiste y que permita soportar las diferentes herramientas de comunicación despegadas por el sistema, herramientas que sin duda mejoran enormemente la comunicación y el trabajo en equipo. De esa forma se pueden desplegar las mejoras de una forma más rápida, con menos recursos y más efectiva. El SGL es un sistema

de gestión muy orientado a los objetivos, de ahí el papel fundamental que juega la gestión visual como herramienta de comunicación orientada a los objetivos, uno de los pilares sin duda de este modelo.

El objetivo final de cualquier empresa industrial es mejorar la competitividad con respecto al mercado, ya sea mejorando el servicio, el producto o reduciendo los costes de fabricación. Son tres pilares imprescindibles que deben tenerse en cuenta a la hora de lanzar cualquier modelo de gestión. Estos tres puntos son considerados en profundidad a la hora de lanzar las herramientas de mejora que el SGL proporciona ya que deben estar ligadas con la estrategia de la empresa y siempre orientadas a la mejora de la competitividad.

Las herramientas de productividad con las que cuenta el SGL proporcionan a la planta de unos métodos estandarizados que permiten conseguir mejoras sustanciales con un esfuerzo relativo. Se basan principalmente en el conocimiento de los propios operarios además de jugar un papel fundamental el trabajo en equipo. La aplicación de las diferentes herramientas en los talleres puede venir de diferentes puntos de la OHP pero todas tienen cualidades comunes; deben involucrar a todas las personas afectadas en el proceso, deben estar alineadas con la estrategia de la empresa y deben ser pequeñas mejoras que poco a poco vayan incidiendo en la mejora de la sección o planta. Durante la implantación del SGL en la empresa de estudio ha sido emplear la gran mayoría de herramientas principales con las que cuenta el sistema debido a que la variabilidad de procesos, problemas y campos de mejora ha permitido focalizar a diferentes equipos de trabajo de forma simultánea en diferentes ámbitos de mejora.

La medición de la mejora, en valores cuantitativas o cualitativas es garante de los resultados obtenida y de la consistencia del sistema como objetivo último, aparte de las mejoras estructurales, de comunicación e implicación, siendo imprescindible para la justificación del crecimiento del sistema. Con la implantación del sistema de gestión lean en Gaviota se han obtenido numerosas mejoras dónde destacan entre ellas:

- **Cualitativas**

- Aumento de la visibilidad del estado de las secciones gracias a la implantación de los indicadores. Mejorando la reacción ante desviaciones y aumentando la efectividad en la toma de decisiones.
- Mejora de la comunicación bidireccional e interdepartamental. Agilidad en los procesos, en la toma de decisiones y en la resolución de problemas.

- Aumento de la implicación del personal, aporte continuo de nuevas acciones de mejora y de ideas de mejora. Aumento de las formaciones impartidas.
- Estandarización de procesos, mejora de la flexibilidad de las personas y aumento de la polivalencia.
- Aumento del trabajo en equipo y compromiso, principalmente gracias a la gestión visual

■ **Cuantitativas**

- Mejora directa en el OEE en todas las secciones únicamente por la implantación del sistema.
- Resolución de problemas de forma más efectiva evitando problemas de calidad en el mercado y/o reduciendo los costes.
- Lanzamiento de talleres de mejora que han propiciado mejoras directas en los indicadores de productividad, provocando la mejora de la competitividad y reduciendo la tasa de trabajo.

La mejora es infinita, y el lean es la muestra palpable de que así lo es, tras tres años de implantación continuamente siguen apareciendo acciones de mejora en las secciones ya implantadas muestra inequívoca de que el sistema sigue vivo, siendo este el objetivo final más importante. Además, para mantenerlo y mejorar el sistema se despliega la auditoría como responsabilidad del departamento lean para la supervisión de que los procedimientos marcados se cumplen. Además, de la expansión del sistema a todas las áreas de la empresa como objetivo último a nivel institucional.

## Bibliografía

- [1] *Gaviota Simbac - Sitio Oficial*, [www.gaviotagroup.com](http://www.gaviotagroup.com)
- [2] INE, 2017 *España en Cifras 2017*, s.l.: s.n.
- [3] PUEBLA, J. M. A. y HERNÁNDEZ, J. L. S., (2014) *Geografía de la crisis en España*, Primera Ed. s.l.: Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- [4] *Wikipedia: Aluminio*, [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- [5] CUATRECASAS L., (2015) *Volver a Empezar. Lean Management*, Segunda Ed.: Profit Editorial.
- [6] SINGH, M. y DR. NARWAL, M.S, (2017) *Measurement of Overall Equipment Effectiveness (OEE) of a Manufacturing Industry: An Effective Lean Tool*, International Journal of Recent Trends in Engineering & Research, IJRTER.2017.322.WCT10. Pag. 268-275
- [7] LEANSIS PRODUCTIVIDAD (2017) *Excelencia en las Operaciones: La mejora Continua*
- [8] LEANSIS y ECOEMBES, (2017) *Introducción a Lean Manufacturing*, Ed.: Ecoembes
- [9] *Wikipedia: Eficiencia general de los equipos*, [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- [10] ROSSI, W. y MA. SANTOS, L., (2012) *El costeo basado en actividades: Aportaciones y Limitaciones*, XVII Jornadas de Ciencias Económicas del Cono Sur
- [11] *ProgressaLean: ¿Qué es un taller Hoshin?*, [www.progressalean.com/ques-un-taller-hoshin/](http://www.progressalean.com/ques-un-taller-hoshin/)
- [12] SOO-FEN FAM, SER LEE LOH, HERI YANTO, LINDA MEI SUI KHOO y DIANA HW YIENG YONG, (2018) *Overral Equipment Efficiency (OEE) Enhancement in Manufacture of Electronic Components & Boards Industry throug Total Productive Maintenance Practices*, MATEC Web of Conferences 150, 05037

## A. Cronograma Implantación SGL en S1

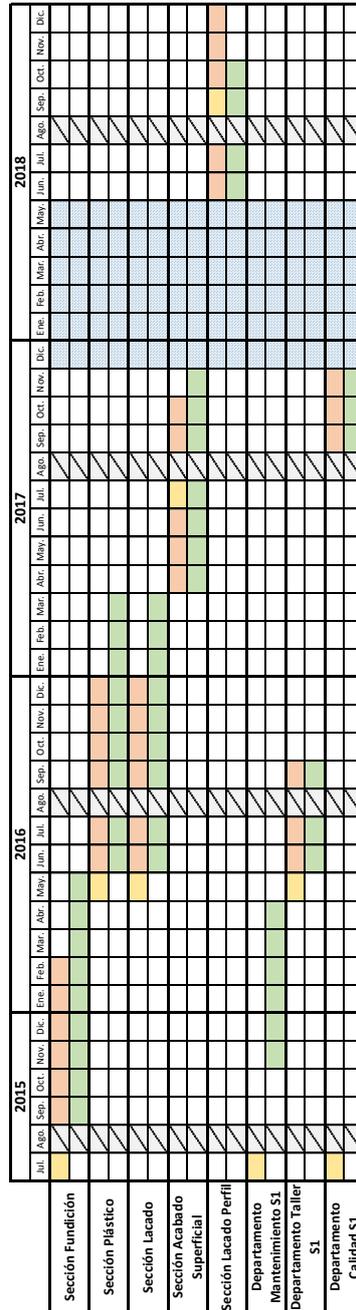


Figura 47: Cronograma implantación SGL en S1.



datos incluso entre secciones. En la figura 50 podemos apreciar el programa utilizado para medir en la sección de lacado, en tres localizaciones diferentes de la cadena, de forma instantánea por hora o por parciales el número de perchas que pasan y en que estado se encuentran (llenas o vacías) además del número de bastidores. Estos datos son la base que permiten obtener el rendimiento en la planta de lacado. Es uno de los pocos indicadores/secciones que cuentan con un sistema informatizado de toma de datos, en este caso supuso una inversión y desarrollo exclusivo para nuestra aplicación

7037

**gaviota**  
Sun Life Specialist

| PARTE DE TRABAJO S1 |                     |        |               |           |
|---------------------|---------------------|--------|---------------|-----------|
| NOMBRE              | Jose M <sup>a</sup> | FECHA  | 15-10-2018    |           |
| HORA INICIO         | HORA FIN            | CÓDIGO | OBSERVACIONES |           |
| 7:00                | 8:00                | 14     |               |           |
| 8:00                | 9:30                | 11     | ALM. VERTICAL |           |
| 9:30                | 10:00               | 14     |               |           |
| 10:00               | 10:20               | 8      |               |           |
| 10:20               | 13:00               | 5      |               |           |
| 13:00               | 13:10               | 8      |               |           |
| 13:10               | 14:00               | 14     |               |           |
| 14:00               | 15:00               | 5      |               |           |
| 16-10-2018          | -                   | -      |               |           |
| 7:00                | 8:45                | 14     |               |           |
| 8:45                | 10:00               | 5      |               |           |
| 10:00               | 10:20               | 8      |               |           |
| 10:20               | 12:15               | 5      |               |           |
| 12:15               | 13:00               | 14     |               |           |
| 13:00               | 13:10               | 8      |               |           |
| 13:10               | 15:00               | 5      |               |           |
| 17-10-18            | 7:00                | 10:00  | 11            | RETRABAJO |
|                     | 10:00               | 10:20  | 8             |           |

(a) Parte Manual.

**gaviota**  
Sun Life Specialist

| CÓDIGOS PARTE DE TRABAJO |                              |  |
|--------------------------|------------------------------|--|
| CÓDIGO                   | CONCEPTO                     | OBSERVACIONES                          |
| 1                        | Triturar plástico            |  |
| 2                        | Estabilizado                 |  |
| 3                        | Preparar Materia Prima       |  |
| 4                        | Expedir Producto Acabado     | Pesado de componente, retractilado,... |
| 5                        | Apoyo/Trabajo Linea          |  |
| 6                        | Descarga/Carga camiones      |  |
| 7                        | Preparar y Expedir Externos  |  |
| 8                        | Almuerzo                     |  |
| 9                        | Reunión de Empresa           |  |
| 10                       | Ausencias                    |  |
| 11                       | Otros                        |  |
| 12                       | Transportes Internos         |  |
| 13                       | Lacado Manual Planificado    |  |
| 14                       | Lacado Manual Sin Planificar |  |
| 15                       | Limpieza                     |  |
| 16                       | Gestión de Rales             |  |

(b) Códigos de actividades.

Figura 49: Ejemplo de Parte Manual.



Figura 50: Programa asociado a la cadena del lacado para contar las perchas vacías respecto al total.

## C. Cuadro de Mando Integral

En el siguiente apéndice podemos observar el CMI de la planta de producción de S1 para un periodo concreto de cinco semanas y el agregado de un mes. Mostramos las secciones de fundición, plástico, lacado (internamente se conoce L1 y L2 para referirse al lacado de piezas y al de perfil respectivamente) y acabado superficial (en la planta coloquialmente se le llama retrabajos). Como vimos en el apéndice A en esa semana todavía no se disponían de datos del lacado perfil.

| CMI - S1         |   | SZ3      | SZ4   | SZ5   | SZ6   | Junio | SZ7   | SZ8   | SZ9   |
|------------------|---|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>FUNDICION</b> |   |          |       |       |       |       |       |       |       |
| 1                | OEE                                     | %        | 62,5% | 69,1% | 70,4% | 71,5% | 76,5% | 67,6% | 68,1% |
| 2                | Disponibilidad                          | %        | 85,0% | 84,1% | 84,1% | 85,7% | 89,9% | 81,6% | 82,1% |
| 3                | Rendimiento                             | %        | 79,0% | 84,1% | 86,2% | 87,4% | 84,5% | 84,5% | 85,3% |
| 4                | Calidad                                 | %        | 94,3% | 97,9% | 98,3% | 96,8% | 97,4% | 98,0% | 97,3% |
| 7                | INC - Producción                        | Nº       | 2     | 5     | 1     | 3     | 0     | 0     | 1     |
| 8                | Índice Inyectadas x Máquina - Hora      | Nº       | 69    | 70    | 76    | 76    | 72    | 71    | 70    |
| 9                | Ausentismo (horas de ausencia sin baja) | %        | 0,81% | 3,25% | 0,00% | 7,31% | 0,00% | 0,77% | 0,00% |
| 10               | Bajas                                   | Nº Horas | 32    | 80    | 80    | 40    | 58,0  | 80    | 64    |
| 11               | Nº Cambios de Molde                     | Nº       | 6     | 5     | 10    | 10    | 5     | 9     | 11    |
| 14               | Stock Almacén 9001                      | €        |       |       |       |       |       |       |       |
| 15               | Stock MP                                | Nº       |       |       |       |       |       |       |       |
| 16               | Coberturas PA - Artículos A             | Días     | 36    | 37    | 49    | 44    | 42    | 43    | 47    |
| 17               | Coberturas PA - Artículos B             | Días     | 58    | 52    | 54    | 69    | 59    | 71    | 72    |
| 18               | Coberturas PA - Artículos C             | Días     | 169   | 164   | 157   | 163   | 159   | 154   | 156   |
| 19               | Ideas de Mejora                         | Nº       | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 20               | Orden y Limpieza                        | %        | 90%   | 90%   | 94%   | 94%   | 92%   | 79%   | 88%   |

(a) Sección Fundición.

| CMI - S1        |                                      | SZ3      | SZ4   | SZ5   | SZ6   | Junio | SZ7   | SZ8   | SZ9   |
|-----------------|--------------------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>PLASTICO</b> |                                      |          |       |       |       |       |       |       |       |
| 1               | OEE                                  | %        | 80,0% | 81,9% | 81,4% | 81,0% | 78,7% | 75,8% | 76,7% |
| 2               | Disponibilidad                       | %        | 85,6% | 87,3% | 86,7% | 85,9% | 86,3% | 84,0% | 84,1% |
| 3               | Rendimiento                          | %        | 94,6% | 95,0% | 96,1% | 95,8% | 92,3% | 91,5% | 92,1% |
| 4               | Calidad                              | %        | 98,8% | 98,8% | 97,7% | 98,4% | 98,8% | 98,6% | 99,1% |
| 5               | Índice Inyectadas x Máquina - Hora   | Nº       | 121   | 124   | 118   | 124   | 105   | 117   | 121   |
| 6               | Pendiente de Triturar                | Kg       | 5.000 | 5.419 | 5.347 | 5.715 | 4.035 | 4.065 | 4.250 |
| 7               | Pendiente de Estabilizar             | Kg       | 1.250 | 866   | 903   | 834   | 873   | 1.501 | 933   |
| 8               | INC - Producción                     | Nº       | 1     | 2     | 1     | 0     | 1     | 1     | 0     |
| 9               | Ausentismo                           | %        | 1%    | 1,37% | 0,00% | 0,00% | 0,37% | 0,00% | 0,43% |
| 10              | Bajas                                | Nº       | 0     | 0     | 24,0  | 0,0   | 0,0   | 16,0  | 40,0  |
| 11              | Nº Cambios de Molde                  | Nº       | 45    | 40    | 34    | 41    | 40    | 41    | 30    |
| 11*             | Tiempo Medio Cambio de Molde         | Nº horas | 1,05  | 0,91  | 1,08  | 1,04  | 0,97  | 1,13  | 0,92  |
| 12              | Nº Pruebas Realizadas                | Nº       | 4     | 2     | 1     | 9     | 4     | 0     | 2     |
| 14              | Cumplimiento Horarios Carga/Descarga | %        | 90%   | 100%  | 100%  | 75%   | 94%   | 67%   | 71%   |
| 16              | Stock Almacén 8001                   | €        |       |       |       |       |       |       |       |
| 17              | Stock Materia Prima (4011* y 4012*)  | €        |       |       |       |       |       |       |       |
| 18              | Coberturas PA - Artículos A          | Días     | 54    | 53    | 51    | 48    | 51    | 49    | 50    |
| 19              | Coberturas PA - Artículos B          | Días     | 60    | 54    | 54    | 54    | 51    | 51    | 46    |
| 20              | Coberturas PA - Artículos C          | Días     | 95    | 94    | 94    | 95    | 98    | 97    | 94    |
| 21              | Ideas de Mejora                      | Nº       | 2     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 2     |
| 22              | Orden y Limpieza                     | %        |       |       |       |       |       |       |       |

(b) Sección Plástico.

Figura 51: Ejemplo de cuadro de mandos sección de fundición y plástico.

| CMI - S1           |  | SZ3      | SZ4   | SZ5   | SZ6   | Junio | SZ7   | SZ8   | SZ9   |  |
|--------------------|--|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| UNIDADES OBJETIVOS |  |          |       |       |       |       |       |       |       |  |
| 1                  | OEE - Vibro                                    | %        | 73,6% | 57,5% | 61,5% | 58,0% | 57,0% | 69,5% | 61,4% |  |
| 2                  | Disponibilidad - Vibro                         | %        | 92,9% | 92,4% | 93,3% | 92,9% | 92,8% | 92,6% | 93,0% |  |
| 3                  | Rendimiento - Vibro                            | %        | 80,0% | 67,7% | 66,7% | 67,7% | 61,9% | 76,2% | 66,6% |  |
| 4                  | Calidad - Vibro                                | %        | 99,0% | 99,2% | 98,8% | 99,3% | 99,1% | 98,5% | 99,2% |  |
| 5                  | Velocidad Promedio de la cadena                | m / min. | 1,82  | 1,73  | 1,60  | 1,60  | 1,64  | 1,90  | 1,68  |  |
| 6                  | Aprovechamiento cadena en cuelgue              | %        | 82,0% | 73,3% | 74,3% | 77,3% | 73,6% | 74,3% | 76,4% |  |
| 6'                 | % De Tiempo de Cadena en Blanco                | %        | -     | 27,6% | 34,3% | 41,8% | 23,3% | 26,6% | 44,0% |  |
| 6''                | % De Tiempo de Cadena en Roles                 | %        | -     | -     | -     | -     | 12,9% | 12,6% | 11,4% |  |
| 7                  | INCC - Producción                              | Nº       | 8     | 1     | 4     | 5     | 1     | 6     | 13    |  |
| 8                  | Absentismo                                     | %        | 1%    | 0,86% | 0,00% | 0,12% | 0,49% | 0,35% | 0,11% |  |
| 9                  | Bajas  | Nº       | 0     | 40,0  | 0,0   | 40,0  | 24,0  | 40,0  | 40,0  |  |
| 10                 | Nº Colores Automática = Nº Cambios Automático  | Nº       | 24    | 31    | 34    | 36    | 34    | 32    | 39    |  |
| 11                 | Nº Colores Manual                              | Nº       | 23    | 38    | 37    | 33    | 40    | 33    | 30    |  |
| 12                 | Nº Cambios de Color Manual Total               | Nº       | 48    | 78    | 72    | 71    | 74    | 61    | 70    |  |
| 13                 | Nº Cambios de Color Manual Planificados (P)    | Nº       | 28    | 25    | 31    | 27    | 30    | 23    | 28    |  |
| 14                 | Nº Cambios de Color Manual No Planificados (N) | Nº       | 20    | 53    | 41    | 44    | 44    | 38    | 42    |  |
| 15                 | Ratio Cambios Manual (NP / P)                  | Nº       | 1,0   | 2,1   | 1,3   | 1,6   | 1,5   | 1,7   | 1,5   |  |
| 16                 | Ideas de Mejora                                | Nº       | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 5     | 0     |  |
| 17                 | Orden y Limpieza                               | %        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |  |

(a) Sección Lacado.

| CMI - S1           |   | SZ3  | SZ4      | SZ5    | SZ6    | Junio  | SZ7    | SZ8    | SZ9    |  |
|--------------------|---|------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| UNIDADES OBJETIVOS |   |      |          |        |        |        |        |        |        |  |
| 1                  | OEE - Vibro                                   | %    | 86%      | 72,8%  | 67,9%  | 70,4%  | 66,3%  | 70,8%  | 63,5%  |  |
| 2                  | Disponibilidad - Vibro                        | %    | 93%      | 83,1%  | 92,5%  | 86,9%  | 80,4%  | 81,9%  | 85,2%  |  |
| 3                  | Rendimiento - Vibro                           | %    | 93%      | 88,1%  | 73,8%  | 83,5%  | 86,0%  | 86,7%  | 85,4%  |  |
| 4                  | Calidad - Vibro                               | %    | 99,2%    | 99,4%  | 99,6%  | 99,6%  | 98,70% | 99,7%  | 99,5%  |  |
| 4                  | Horas Retrabajadas Internas Vibro             | Nº   | -        | 7      | 14     | -      | 10     | -      | 2      |  |
| 5                  | OEE - Retrabajos                              | %    | 78%      | 73,3%  | 70,5%  | 70,4%  | 66,3%  | 70,8%  | 63,5%  |  |
| 6                  | Disponibilidad - Retrabajos                   | %    | 93%      | 86,5%  | 80,4%  | 86,9%  | 80,4%  | 81,9%  | 85,2%  |  |
| 7                  | Rendimiento - Retrabajos (Medida móvil 4 sem) | %    | 84%      | 78,7%  | 85,3%  | 87,9%  | 86,0%  | 86,7%  | 85,4%  |  |
| 8                  | Calidad - Retrabajos                          | %    | 99,2%    | 98,7%  | 99,6%  | 99,6%  | 98,70% | 99,7%  | 99,5%  |  |
| 9                  | INCC - Producción                             | Nº   | 1        | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      |  |
| 10                 | Occupación Huecos Almacén                     | %    | 88,0%    | 85,0%  | 92,0%  | 88,0%  | 88,3%  | 93,0%  | 94,0%  |  |
| 11                 | Días de NO cumplimiento en PVS                | Días | 0,00     | 0,09   | 0,00   | 0,00   | 0,02   | 0,00   | 0,00   |  |
| 11'                | Coste Sección Retrabajos Interno/Externo      | €    | 1,754,76 | 167,95 | 554,66 | 314,93 | 698,08 | 588,58 | 507,93 |  |
| 13                 | Horas Logística + Gestión                     | Nº   | 52       | 55     | 55     | 48     | 53     | 57     | 58     |  |
| 14                 | Absentismo Retrabajos - Lacado II             | %    | 0,82%    | 0,34%  | 0,45%  | 0,67%  | 0,56%  | 1,01%  | 0,12%  |  |
| 15                 | Bajas Retrabajos - Lacado II                  | Nº   | 0        | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    |  |
| 16                 | Ideas de Mejora                               | Nº   | 2        | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |
| 17                 | Orden y Limpieza                              | %    | 90%      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |  |

(b) Sección Acabados.

Figura 52: Ejemplo de cuadro de mandos sección de lacado y acabados.

## D. Documentos Organización Humana de la Producción

En el siguiente apéndice podemos observar unos ejemplos de documentos visuales utilizados en el día a día englobados dentro de la implantación de la organización humana de la producción. En la imagen 53 se puede ver el ejemplo de un acata TOP5 en la sección del plástico en el turno B; en la parte superior se observa la comunicación del supervisor al coordinador y que se debe extrapolar a los integrantes del GAP, en la segunda parte aparecen las *denuncias* de los operarios y la respuesta del supervisor.

En la figura 54 se aprecia la rutina del supervisor que se divide en cuatro partes; en la primera parte tiene un check-list con las tareas a realizar de forma diaria, la parte superior derecha son los puntos obtenidos en los cara a cara que tienen que escalarse a la TOP60 mientras que la parte inferior derecha son los puntos a trasladar al GAP (reflejo de la importancia de la comunicación bidireccional), por último y aunque no se vea en la imagen, la parte posterior tiene los cinco días de la semana con los puntos a trasladar a la TOP15.

En la figura 55 se muestra en este caso la comunicación interdepartamental, encontrándonos ante un parte de averías dónde en la parte superior se añade la información de la avería y en la parte inferior la resolución para que todo el mundo este informado de lo sucedido y de cómo se ha resuelto.

Por último, la imagen 56 muestras las reuniones periódicas estructuradas en la planta de S1, Sólo muestra las reuniones periódicas por lo que no se contemplan las reuniones puntuales, por ejemplo, las reuniones para un taller de mejora que habría que añadir a las ya planificadas.



| Semana  |   | Turno   |                      | Coordinador                      |  |
|---|---|---|----------------------|----------------------------------|--|
| 38  |   | B   |                      | 284                              |  |
| ACTA TOP 5  |   |   |                      |                                  |  |
| PREPARACIÓN TOP 5 (IDM, Comentarios Supervisor, Comentarios Empresa...) |   |   |                      |                                  |  |
| Fecha   | Lunes 09:00 se va julio a reunión comité.                           |   |                      |                                  |  |
| Fecha   |   |   |                      |                                  |  |
| Fecha   | 20-9 PEDIR TEFLÓN NO QUEDA <del>XXXXXXXXXX</del>                    |   |                      |                                  |  |
| Fecha   |   |   |                      |                                  |  |
| Fecha   | 20-9 Alarma MAQ 15 → AISO 910 MODULO 3 TARJETA INTERFAZ 1 NO EXISTE |   |                      |                                  |  |
| Fecha   |   |   |                      |                                  |  |
| Fecha   | Hojas de Horas.   |   |                      |                                  |  |
| Fecha   |   |   |                      |                                  |  |
| OBSERVACIONES TOP 5 (Indicadores, Ideas de Mejora, Incidencias, etc.)   |   |   |                      |                                  |  |
| Fecha   | Mag 8<br>M40227   | salía una tapa menos. Tapada                                    | Respuesta Supervisor | OK con esta Observe              |  |
| Fecha   | Mag 17<br>M40276  | Piezas manchadas. molde muy sucio.                              | Respuesta Supervisor | * Limpieza Buchert               |  |
| Fecha   | 17-9  |   | Respuesta Supervisor |                                  |  |
| Fecha   | 17-9  | Boquillas embocadas tres veces mag 14 y 16                      | Respuesta Supervisor | * OK INC                         |  |
| Fecha   | 17-9  |   | Respuesta Supervisor |                                  |  |
| Fecha   | 18-9  | Mag 4 perdida agua.   | Respuesta Supervisor | OK Mejorado                      |  |
| Fecha   | 18-9  | Mag 14 boquillas tapadas y entradas.                            | Respuesta Supervisor | OK OBserve IN                    |  |
| Fecha   | 18-9  | Mag 5 como bebedero remachada.                                  | Respuesta Supervisor | * OK Mejorado. Ver               |  |
| Fecha   | 18-9  | Mag 16 boquilla M40492 rosca pasada.                            | Respuesta Supervisor | * OK Anaya<br>Piedra Pesta Pesta |  |
| Fecha   | 19-9  | Mag 14 piezas taponadas   | Respuesta Supervisor | * Ver labor                      |  |
| Fecha   | 19-9  | Mag 8 se quedaba bebedero en parte fija se repaso como bebedero | Respuesta Supervisor | * OK Mejorado                    |  |
| Fecha   | 19-9  | Mag 16 M40408 se clavaron los expulsos                          | Respuesta Supervisor | * OBserve. Expulsos              |  |
| Fecha   | 19-9  | * Testeros con agujeros. Mag 16                                 | Respuesta Supervisor | * OK OBserve                     |  |

Figura 53: Ejemplo de acta TOP5.



**S 42 / 20 / 18**

**RUTINA DIARIA - SUPERVISOR LACADO I**

| TAREAS  | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes |
|---|-------|--------|-----------|--------|---------|
| TOP15 PLANTA (8h30 excepto Lunes a las 11h00)   | ✓     | ✓      | ✓         | ✓      | ✓       |
| CARA A CARA COORDINADORES - PANEL GAP (8h15 y 15h15)  | ✓     | ✓      | ✓         | ✓      | ✓       |
| TOP60 OPREACIONES (9h30)  |       | ✓      |           |        |         |
| IDEAS DE MEJORA   |       |        |           |        |         |
| EPIS + SEGURIDAD  | ✓     |        |           |        | ✓       |
| REVISIÓN PARTES DE AVERÍA ABIERTOS + LISTADO DE ANOMALÍAS   | ✓     | ✓      | ✓         |        | ✓       |
| ACTUALIZACIÓN PANEL DEL GAP<br>(Listado ideas de Mejora, Plantillas Ideas de Mejora, Listado PDCA Top60...) |       |        |           |        |         |
| REVISIÓN PEDIDOS PENDIENTES   |       |        |           |        |         |
|   |       |        |           |        |         |
|   |       |        |           |        |         |
|   |       |        |           |        |         |

**INCIDENCIAS PARA ESCALAR A LA TOP60**

\* LOS CUBRECHABLES SIGUEN LLEGADOS MAZ. ✓

\* BLOQUEAR TAPAS EMERGO EN BRUTY PINTADAS ✓

\* HACER MALAS. ✓

\* BUENA TAREA DE MANTENIMIENTO EMEROSAR TUNEL ✓

**COMENTARIOS PARA EL GAP**

\* TRANSPASAR 4004032 - 30 DECOI A 00009 ✓

\* COGER 2 JUEGOS DE REDONDA MAZ PARA PLATA TEXI ✓

\* PINTAR HOY TODOS LOS COLONES DE LA TORREI ✓

**Verificado**  
Abraham Navalon  
*Lean Promotor*

**Aprobado**  
José Vicente Senabre  
*Responsable S1 - Supervisor Fundición*

**Piloto**  
Antonio Rico Soriano  
*Supervisor Sección Lacado I - S1*

Figura 54: Ejemplo de rutina del supervisor.

**gaviota**  
The Sun & Shutter Specialists

**PARTE DE AVERIAS - PARO MÁQUINA**

MAQUINA: 700      OPERARIO: 007      SECCIÓN:      Mantenimiento: Taller: X

INCIDENCIA: *Calentamiento*

OBSERVACIONES GAP: *Averia lubricación*

CÓDIGO PIEZA: (solo cuando sea avería de taller)

| INICIO AVERIA |           | FIN AVERIA |           |
|---------------|-----------|------------|-----------|
| FECHA         | HORA MANT | FECHA      | HORA MANT |
| 16-10-18      | 11:45     | 16-10      | 13:30     |
|               | HORA MANT |            | HORA GAP  |
|               | 11:50     |            | 13:30     |

Firma GAP: *[Firma]*      Firma Mantenimiento: *[Firma]*      Firma GAP: *[Firma]*

OBSERVACIONES MANTENIMIENTO

EQUIPO:  MÁQUINA INYECCIÓN       INYECCIÓN       CIERRE       PUERTA R/O       PUERTA       CAMPANA       COLUMNAS

TIPO:  HIDRÁULICA       PNEUMÁTICA       MECÁNICA       ELÉCTRICA       ELECTRÓNICA       PROGRAMACIÓN

ACCIÓN:  REPARAR       REGULAR       CAMBIAR       MEJORAR

PRENSA       BANDEJA       CAZO       LUBRIFICADOR       ROBOT       HORNO       EQUIPO GENERAL

OBSERVACIONES: *Cambiar fusible Pantallas bobli.  
Cambiar centralita engrase y sigue sin funcionar.  
Buscar avería de caída de tensión.  
Como no se encuentra se pare alimentación directa al motor para activar del pulsador de la centralita, para buscar avería con mas tranquilidad y no este parada la máquina.  
\* Cada 30 minutos o así apretar botones para engrasar bobli.*

Figura 55: Ejemplo de parte de averías.

| HORARIO REUNIONES LEAN S1 |                                 |   |   |   |   |   |
|---------------------------|---------------------------------|---|---|---|---|---|
|                           | DOMINGO                         | LUNES   | MARTES  | MIERCOLES                                       | JUEVES  | VIERNES   |
| 6:55                      |                                 | TOP5 FUNDICIÓN<br>TOP5 PLÁSTICO                 |
| 7:00                      |                                 | TOP5 RETRABAJOS                                 | TOP5 LACADO I<br>TOP5 RETRABAJOS                | TOP5 LACADO I<br>TOP5 RETRABAJOS                | TOP5 LACADO I<br>TOP5 RETRABAJOS                | TOP5 LACADO I<br>TOP5 RETRABAJOS                |
| 8:00                      |                                 | TOP5 ALMACÉN -<br>PLÁSTICO                      |
| 8:05                      |                                 |   |   |   |   |   |
| 8:15                      |                                 | TOP3 TALLER - PLÁSTICO<br>- FUNDICIÓN - CALIDAD |
| 8:18                      |                                 |   |   |   |   |   |
| 8:30                      |                                 | TOP15 MANTENIMIENTO                             |
| 8:45                      |                                 |   | TOP15 PLANTA S1                                 | TOP15 PLANTA S1                                 | TOP15 PLANTA S1                                 | TOP15 PLANTA S1                                 |
| 9:00                      |                                 | TOP5 MEDIO AMBIENTE<br>(9:00 - 9:05)            | TOP60 OPERACIONES                               |   | TOP5 MEDIO AMBIENTE<br>(9:00 - 9:05)            |   |
| 10:00                     |                                 |   |   |   |   |   |
| 11:00                     |                                 | TOP15 PLANTA S1<br>(11:00 - 11:15)              |   |   | TOP60 MEDIO AMBIENTE<br>(1 vez al mes aprox)    |   |
| 12:00                     |                                 |   |   |   |   |   |
| 14:55                     |                                 | TOP5 FUNDICIÓN<br>TOP5 PLÁSTICO                 |
| 15:00                     |                                 | TOP5 RETRABAJOS<br>TOP5 TALLER                  | TOP5 LACADO I<br>TOP5 RETRABAJOS<br>TOP5 TALLER | TOP5 LACADO I<br>TOP5 RETRABAJOS<br>TOP5 TALLER | TOP5 LACADO I<br>TOP5 RETRABAJOS<br>TOP5 TALLER | TOP5 LACADO I<br>TOP5 RETRABAJOS<br>TOP5 TALLER |
| 15:30                     |                                 | TOP60 MATTO.                                    | TOP30 REPUESTOS<br>(16h)                        |   | TOP15 PLANIFICACIÓN<br>FUNDICIÓN (16h)          |   |
| 16:30                     |                                 | REUNIÓN DEP.<br>MANTENIMIENTO                   |   |   | TOP15 PLANIFICACIÓN<br>RETRABAJOS               |   |
| 17:00                     |                                 |   | REVISIÓN IDEAS DE<br>MEJORA                     |   | TOP15 TURNO TARDE +<br>PLANIFICACIÓN SABADOS    |   |
| 17:15                     |                                 |   |   |   |   |   |
| 16:00                     |                                 |   |   |   |   |   |
| 22:55                     | TOP5 FUNDICIÓN<br>TOP5 PLÁSTICO | TOP5 FUNDICIÓN<br>TOP5 PLÁSTICO                 | TOP5 FUNDICIÓN<br>TOP5 PLÁSTICO                 | TOP5 FUNDICIÓN<br>TOP5 PLÁSTICO                 | TOP5 FUNDICIÓN<br>TOP5 PLÁSTICO                 | TOP5 FUNDICIÓN<br>TOP5 PLÁSTICO                 |
| 23:00                     | TOP5 LACADO I                   | TOP5 LACADO I                                   | TOP5 LACADO I                                   | TOP5 LACADO I                                   | TOP5 LACADO I                                   | TOP5 LACADO I                                   |

Figura 56: Distribución de las reuniones a lo largo de la semana en la planta de Salinas 1.

## E. Ejemplo de la implantación de las 5s

En el siguiente anexo veremos un ejemplo, principalmente gráfico de la implantación de las 5s en la sección de fundición.

1. **Fase 1 - Eliminar y Fase 3 - Limpiar** → En la figura 57 se puede observar el cambio en la planta tras haber realizado las fases de eliminación y limpieza en la planta. Se aprecia como se gana espacio, se mejora la seguridad, se reducen los movimientos, etc.
2. **Fase 2 - Ordenar** → En la fase de ordenar se identifica, se clasifica y se establece *un lugar para cada cosa y una cosa en cada lugar*. En la figura 58 se observa un ejemplo para la documentación que necesita el GAP.
3. **Fase 4 - Estandarizar** → En la figura 59 se observa la primera página del estándar de orden y limpieza en la sección de fundición donde por áreas y tareas se asigna una frecuencia, un tiempo y un responsable. De esta forma se integra. y se normaliza, la limpieza dentro del trabajo diario.
4. **Fase 5 - Mantener** → Para el mantenimiento del orden y la limpieza de la planta es necesario una implicación importante de todos los actores que trabajan en la sección, no sólo los propios operarios si no también de las funciones soporte. Para ello se lanzan auditorías y se mide con un indicador el grado, ver figuras 60 y 61, de limpieza de la planta focalizándose en los puntos a mejorar para que se pueden ir corrigiendo de forma continuada.



Figura 57: Ejemplos de antes y después-



Figura 58: Ejemplo de estandarización.

| ESTÁNDAR ORDEN Y LIMPIEZA - FUNDICIÓN |  | Planificación Semanal   |               |                   |  |                          |                          |                          |                       |                |
|---------------------------------------|--|---|---------------|-------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------|
| ÁREA                                  | ELEMENTO                                 | ACCIÓN A REALIZAR   | FOTO ESTÁNDAR | Duración          | LUNES  | MARTES                   | MIÉRCOLES                | JUEVES                   | VIERNES               | SÁBADOS        |
| ÁREA GAP                              | PANELES                                  | Documentos e información correctamente actualizadas   | FOTO 1        | 10'               | MAY<br>MAÑANA Y<br>TARDE                       | MAY<br>MAÑANA Y<br>TARDE | MAY<br>MAÑANA Y<br>TARDE | MAY<br>MAÑANA Y<br>TARDE | MAY<br>MAÑANA         |                |
|                                       | CAJÓN / LEJAS<br>ARMARIO<br>HERRAMIENTAS | Documentos ordenados y con la reposición adecuada<br>Tener las herramientas colocadas en su sitio y limpias.<br><i>Si faltase alguna herramienta escribirlo en el Acta TOP5</i> | FOTO 2        | 10'               | JGT EN<br>CONTINUO                             | JGT EN<br>CONTINUO       | JGT EN<br>CONTINUO       | JGT EN<br>CONTINUO       | JGT EN<br>CONTINUO    |                |
|                                       | BOTIQUINES                               | Revisión de las existencias en los botiquines para su reposición o sustitución. (Avisar en TOP5)  |               | 10'               | PACO VERDÚ - PRIMERA SEMANA DEL MES            |                          |                          |                          |                       |                |
|                                       | CORTADOR                                 | Soplado para eliminar virutas y judías durante la producción  | FOTO 3        | -                 | EN<br>CONTINUO                                 | EN<br>CONTINUO           | EN<br>CONTINUO           | EN<br>CONTINUO           | EN<br>CONTINUO        | EN<br>CONTINUO |
| ISLA DE TRABAJO                       | INYECCIÓN                                | Limpiar los restos de aluminio de la zona de la inyección.  | FOTO 4        | 5' (x máquina)    | DIARIO Y<br>POR TURNO                          | DIARIO Y<br>POR TURNO    | DIARIO Y<br>POR TURNO    | DIARIO Y<br>POR TURNO    | DIARIO Y<br>POR TURNO |                |
|                                       | CAZO                                     | Limpiar cazo para evitar "lenguas de aluminio"  | FOTO 5        | 5' (x máquina)    | DIARIO Y<br>POR TURNO                          | DIARIO Y<br>POR TURNO    | DIARIO Y<br>POR TURNO    | DIARIO Y<br>POR TURNO    | DIARIO Y<br>POR TURNO |                |
|                                       |  | 1. Mantener la botella de cera líquida llena y en su ubicación<br>2. Mantener las tenazas en su ubicación   |               | -                 | DIARIO Y<br>POR TURNO                          | DIARIO Y<br>POR TURNO    | DIARIO Y<br>POR TURNO    | DIARIO Y<br>POR TURNO    | DIARIO Y<br>POR TURNO |                |
| ISLA                                  |  | STD ARRANQUE PRODUCCIÓN SIN KARCHER   | FOTO 6        | 2h:30 por máquina | TURNO QUE EMPIEZA LA SEMANA - SEMANAS ALTERNAS |                          |                          |                          |                       |                |
|                                       |  | STD ARRANQUE PRODUCCIÓN CON KARCHER<br>STD LIMPIEZA ISLA INYECCIÓN CON AGUA A PRESIÓN   | FOTO 6        | 4h:00 por máquina | TURNO QUE EMPIEZA LA SEMANA - SEMANAS ALTERNAS |                          |                          |                          |                       |                |

Figura 59: Ejemplo de estándar 5S.

| AUDITORIA ORDEN Y LIMPIEZA FUNDICIÓN                  |   |                         |   |
|---|---|-------------------------|---|
| Auditor   | José Vicente Senabre  | Semana                  | 536   |
| ELEMENTO A VALORAR                                    | PUNTOS A CONSIDERAR   | VALOR (1 - 0K 0 - NoOK) | OBSERVACIONES   |
| ÁREA GAP  | PANEL GAP: Ordenado y documentos actualizados<br>ARMARIO GAP/LEJAS: Ordenado y documentos actualizados  | 0,5                     | FALTAN FUNDAS PARA 55, PLAN FUNDICIÓN E INFORMACIÓN DE EMPEA  |
| CARRO / BANCO HERRAMIENTAS                            | Ordenado y limpio según estándar  | 0                       | BOTELLAS VACÍAS, BOTES DE SPRAY, BARRERA SEGURIDAD, RADIO CASSET, ETC. POR ENCIMA DE LA MESA  |
| RESIDUOS  | CUBOS BASURA RSU<br>CONTENEDOR CARTÓN / PLÁSTICO<br>CONTENEDOR CHATARRA<br>CONTENEDOR GUANTES   | 1                       |   |
| ISLA DE TRABAJO L1                                    | Comprobar que la limpieza se ha ejecutado correctamente acorde al estándar de la semana   | 0,75                    | BALSA DE LA 400M NO TIENE BIDÓN DE QUEHICH-FLOW   |
| ISLA DE TRABAJO L2                                    | Todas las balsas de enfriamiento tienen producto<br>Comprobar que la limpieza se ha ejecutado correctamente acorde al estándar de la semana   | 0,75                    | BALSA D ELA 560R NO TIENE BIDÓN DE QUEHICH-FLOW   |
| PERIFERIA DE LA MÁQUINA L1                            | Todas las balsas de enfriamiento tienen producto<br>Comprobar que no hay excesivas judías por el suelo, por el cortador, que la zona de la inyección está en condiciones, que no hay fugas fuera de la bandeja.<br>Comprobar que las tenazas y la cera líquida estén en su sitio y en las cantidades establecidas | 0,75                    | FALTA DE PULIR Y ARRANQUE EN LA 400R  |
| PERIFERIA DE LA MÁQUINA L2                            | Comprobar que no hay excesivas judías por el suelo, por el cortador, que la zona de la inyección está en condiciones, que no hay fugas fuera de la bandeja.<br>Comprobar que las tenazas y la cera líquida estén en su sitio y en las cantidades establecidas   | 0,75                    | FALTA DE PULIR Y ARRANQUE EN LA 560R  |
| ESTANTERÍA CONSUMIBLE Y ZONA CORTADORES               | Limpia y ordenada (cada elemento en su ubicación y en la cantidad establecida)  | 0,75                    | ESTANTERÍA CONSUMIBLES: 2 BIDONES DE EXCESO DE DESMOLDEANTE DE ALTA TEMPERATURA<br>PALES CAMBIADOS DE UBICACIÓN<br>SEPARADORES DE CARTÓN APOYADOS DELANTE DE ESTANTERÍA DE CORTADORES   |
| TARIMA LATERAL, CONSUMIBLES LÍNEA Y BOTELLA DE BUTANO | Limpia y ordenada (cada elemento en su ubicación y en la cantidad establecida)<br>Las botellas de butano en su sitio y con gas  | 0                       | LA TARIMA LATERAL DE LOS DOS LADOS ESTÁ MUY SUCIA Y 1 DE LAS BOMBONAS DE BUTANO ESTÁ VACÍA  |
| SUELO NAVE Y PATIO KELLER                             | Limpio y ordenado. Sin ningún elemento por el suelo y con los pallets/contenedores ubicados correctamente   | 0                       | HAY UN BIDÓN DE RESIDUOS DE FILTROS EN MEDIO DEL PATIO<br>SUELO DEL PATIO MUY SUCIO Y LAS ARQUETAS ESTÁN LLENAS DE SUCIEDAD<br>BIDÓN DE ALTA TEMPERATURA VACÍO DELANTE DEL ASEO PEQUEÑO |
| ZONA HORNO  | Mantener la zona limpia y en orden  | 0                       | SUELO DELANTE DEL FUSOR SUCIO Y EXCESO DE DROSAL EN SU UBICACIÓN  |
| SEGURIDAD   | Cumplimiento estándar de seguridad<br>Elementos de seguridad correctamente ubicados   | 0                       | ANTICAIADAS DEL LUBRIFICADOR DE LA 900R ESTÁ ENCIMA DE LA TARIMA LATERAL  |
|   |   | <b>PUNTUACIÓN</b>       | <b>5,3 44%</b>  |

Figura 60: Auditoría 5S.

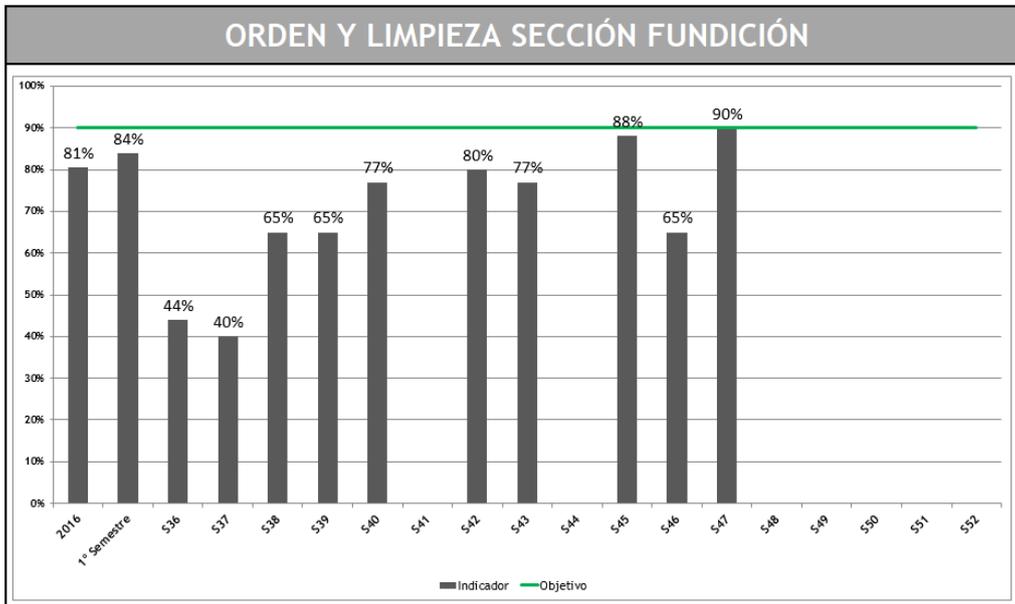


Figura 61: Evolución del indicador 5S en la sección de fundición.

## **F. Auditoría del sistema de gestión lean**

La auditoría valora una serie de ítem previamente definidos que engloban todos los aspectos del sistema de gestión lean, estos ítem se valoran según una puntuación y unos pesos ya asignados. De esta forma se mantiene la imparcialidad al realizarla. En las figuras 62 y 63 se puede ver un ejemplo de la puntuación estandarizada y la valoración realizada en unas secciones.

En la figura 64a se muestra el resultado final de la auditoría dónde se estanca tanto las carencias cómo las virtudes del sistema en cada una de las áreas como paso previo a obtener mejoras. En la figura 64b se puede observar el resultado final para la planta de producción de S1.

| ÁREA         | Nº                                 | ELEMENTO   | AFECTA             | EVIDENCIA   | ESCALA DE VALORACIÓN   |  |   | MÁXIMO ESCALA | PESO |
|--------------|------------------------------------|--|--------------------|---|--|--|---|---------------|------|
|              |                                    |  |                    |   | 0  | 1  | 2   |               |      |
| 1. OHP Y SCL | 1                                  | OHP  |                    |   |  |  |   | 3             |      |
|              | A                                  | OHP con roles definidos                                    | GAP CENTRO SOPORTE | GV + DOC  | No hay roles definidos y/o no está en la gestión visual                      | Existe y está en la gestión visual, pero no está actualizado                   | Existe, está en la gestión visual y actualizado y corresponden con las exigencias del sistema | 3             | 2    |
|              | 2                                  | TOP5   |                    |   |  |  |   |               |      |
|              | A                                  | Horario, frecuencia y asistencia                           | GAP SOPORTE        | PRESENCIAL  | No está definido horario, frecuencia y asistencia                            | Se cumple frecuencia   | Se cumple frecuencia y horario  | 3             | 1    |
|              | B                                  | Gestión visual para la TOP5                                | GAP SOPORTE        | GV  | No existe área definida ni gestión visual                                    | Existe un panel de gestión visual y la reunión se realiza frente a él          | Lo anterior y el panel de gestión visual está actualizado.                                    | 2             | 1    |
|              | C                                  | Gestión de incidencias y denuncia de problemas (Acta TOP5) | GAP SOPORTE        | PRESENCIAL + DOC  | No se denuncian problemas.   | Se denuncian los problemas.  | Se denuncian problemas y se queda constancia  | 3             | 2    |
|              | D                                  | Gestión de acciones lanzadas o transmisión de información  | GAP SOPORTE        | DOC   | No se gestionan/no hay acciones/no se transmite la información               | Se transmite la información pero no se gestionan acciones lanzadas             | Se transmite la información y se gestionan acciones lanzadas                                  | 3             | 2    |
|              | E                                  | Evolución de los indicadores                               | GAP SOPORTE        | GV  | Ninguno presenta evolución positiva.   | Menos del 50% presenta evolución positiva.                                     | Más del 50% presenta evolución positiva.  | 3             | 2    |
|              | 3                                  | TOP60  |                    |   |  |  |   |               |      |
|              | A                                  | Horario, frecuencia y asistencia                           | CENTRO SOPORTE     | PRESENCIAL  | No está definido horario, frecuencia y asistencia                            | Se cumple frecuencia   | Se cumple frecuencia y horario  | 3             | 1    |
|              | B                                  | Gestión visual para la TOP60                               | CENTRO SOPORTE     | GV  | No existe área definida ni gestión visual                                    | Existe un cuadro de mando visual para los asistentes y se realiza en sala      | Todo lo anterior y el cuadro de mando está actualizado  | 2             | 1    |
|              | C                                  | Gestión de desviaciones en indicadores                     | CENTRO SOPORTE     | PRESENCIAL + DOC  | No hay lanzamiento de acciones   | Se lanzan acciones todas las semanas con responsable y plazo                   | Se lanzan acciones todas las semanas con responsable y plazo y no hay acciones retrasadas     | 2             | 2    |
|              | D                                  | Escalado de problemas no resolubles por SV                 | CENTRO SOPORTE     | PRESENCIAL + DOC  | No se escalan problemas concretos  | Se escalan pero no genera acción   | Se escala y genera acción   | 3             | 2    |
|              | E                                  | Gestión de retrasos de acciones de POCA                    | CENTRO SOPORTE     | PRESENCIAL + DOC  | No se denuncian los retrasos   | Se denuncian pero no generan acción  | Se denuncian y generan acción/no hay retrasos   | 2             | 2    |
|              | F                                  | Plazos respuesta IDM                                       | CENTRO SOPORTE     | PRESENCIAL  | Los plazos de respuesta de las IDM son superiores a 1 semana.                | Los plazos de respuesta de las IDM no superan 1 semana.                        | Los plazos de respuesta (menor a 1 semana) y ejecución se cumplen.                            | 2             | 2    |
| G            | Plazos ejecución IDM               | CENTRO SOPORTE   | PRESENCIAL         | Los plazos de ejecución superan los 3 meses en más del 50% de las IDM | Los plazos de ejecución están entre 1 / 3 meses para el 80% de las IDM       | Todos las IDM se ejecutan en menos de 3 meses                                  | 2   | 2             |      |
| 4            | TOP 20 FABRICA                     |  |                    |   |  |  |   |               |      |
| B            | Horario, frecuencia y asistencia   | CENTRO   | PRESENCIAL         | No está definido horario, frecuencia y asistencia                     | Se cumple frecuencia   | Se cumple frecuencia y horario   | 3   | 1             |      |
| B            | Gestión visual para la TOP Fabrica | CENTRO   | GV                 | No existe área definida ni gestión visual                             | Existe un panel de gestión visual y la reunión se realiza de pie frente a él | Lo anterior y el panel cumple el estándar, está en un lugar visible de planta. | 3   | 1             |      |
| C            | Gestión de prioridades             | CENTRO   | PRESENCIAL + DOC   | No hay plan de acciones/no está completo con responsable y plazo      | Existe plan completo pero no se lanzan acciones si hay prioridades           | Existe plan completo y se lanzan acciones si hay prioridades                   | 3   | 2             |      |
| 5            | RUTINA SUPERVISOR                  |  |                    |   |  |  |   |               |      |
| A            | Realización de la rutina del SV    | GAP SOPORTE  | PRESENCIAL + DOC   | No existe rutina del SV   | Existe rutina del SV pero no se cumple/está actualizada                      | Existe rutina del SV y se cumple/está actualizada y es escalada en la TOP60    | 3   | 2             |      |

Figura 62: Criterios de valoración en la auditoría del sistema de gestión lean.

| ÁREA | Nº                           | ELEMENTO       | AFECTA                                     | EVIDENCIA                | MÁXIMO ESCALA  | PESO           | VALOR   | OBSERVACIONES   |   |   |  |
|------|------------------------------|----------------|--|--------------------------|--|----------------|---|---|---|---|--|
| 1    | OHP                          | A              | OHP con roles definidos                    | GAP<br>CENTRO<br>SOPORTE | GV + DOC   | 3              | 2   | José Vicente sigue siendo el Supervisor de la Fundación cuando debería ser Responsable de la UAP. No dispone del tiempo que necesitaría para ejercer las funciones de Supervisor de la forma más adecuada |   |   |  |
|      |                              | 2              | TOP5                                       | A                        | Horario, frecuencia y asistencia                           | GAP<br>SOPORTE | PRESENCIAL  | 3   | 1 | 3 |  |
|      |                              |                |  | B                        | Gestión visual para la TOP5                                | GAP<br>SOPORTE | GV  | 2   | 1 | 2 |  |
|      |                              |                |  | C                        | Gestión de incidencias y denuncia de problemas (Acta TOP5) | GAP<br>SOPORTE | PRESENCIAL +<br>DOC   | 3   | 2 | 0 | La Top5 ha terminado siendo un trámite de planificar y organizar el turno  |
|      |                              |                |  | D                        | Gestión de acciones lanzadas o transmisión de información  | GAP<br>SOPORTE | DOC   | 3   | 2 | 1 | Se transmite la información de forma adecuada. Falta ser más autónomos en la gestión de las acciones y mejorar la comunicación Mantenimiento-GAP |
| E    | Evolución de los indicadores | GAP<br>SOPORTE | GV   | 3                        | 2  | 1              | No se utilizan los indicadores para la extracción de los problemas de la planta |   |   |   |  |
| 3    | TOP60                        | A              | Horario, frecuencia y asistencia           | CENTRO<br>SOPORTE        | PRESENCIAL   | 3              | 1   | N/A   |   |   |  |
|      |                              | B              | Gestión visual para la TOP60               | CENTRO<br>SOPORTE        | GV   | 2              | 1   | N/A   |   |   |  |
|      |                              | C              | Gestión de derivaciones en indicadores     | CENTRO<br>SOPORTE        | PRESENCIAL +<br>DOC  | 2              | 2   | N/A   |   |   |  |
|      |                              | D              | Escalado de problemas no resolubles por 5V | CENTRO<br>SOPORTE        | PRESENCIAL +<br>DOC  | 3              | 2   | N/A   |   |   |  |
|      |                              | E              | Gestión de retrasos de acciones de RICA    | CENTRO<br>SOPORTE        | PRESENCIAL +<br>DOC  | 2              | 2   | N/A   |   |   |  |
|      |                              | F              | Plazos respuesta IDM                       | CENTRO<br>SOPORTE        | PRESENCIAL   | 2              | 2   | N/A   |   |   |  |
|      |                              | G              | Plazos ejecución IDM                       | CENTRO<br>SOPORTE        | PRESENCIAL   | 2              | 2   | N/A   |   |   |  |
| 4    | TOP 20 FABRICA               |                |  |                          |  |                | 0   |   |   |   |  |

1. OHP Y SGL

Figura 63: Valoración de la auditoría para una sección, destaca las observaciones de mejora.

| ÁREA   | ELEMENTO                              | MAX. | FUNDICIÓN | PLÁSTICO | B. ALMACÉN | LACADO I | UAP S1 |
|--|---------------------------------------|------|-----------|----------|------------|----------|--------|
| 1. OHP Y SGL                                     | 1. OHP                                | 6    | 4         | 6        | 6          | 6        | 2      |
|  | 2. TOP5                               | 23   | 9         | 21       | 23         | 17       |        |
|  | 3. TOP60                              | 27   |           |          |            |          | 19     |
|  | 4. TOP 20 FÁBRICA                     | 12   |           |          |            |          | 12     |
|  | 5. RUTINA SUPERVISOR                  | 6    | 6         | 6        | 6          | 6        |        |
|  | 6. HERRAMIENTAS DE COMUNICACIÓN       | 12   | 12        | 12       | 12         | 11       |        |
|  | 7. IDEAS DE MEJORA                    | 10   | 4         | 8        | 9          | 9        |        |
| 3. PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN | 8. PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN     | 9    |           |          |            |          | 4      |
|  | 9. PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN      | 3    |           |          |            |          | 1      |
| 4. TALLERES DE MEJORA                            | 10. TALLERES DE MEJORA                | 18   |           |          |            |          | 8      |
|  | 11. TRABAJO ESTANDARIZADO - HOSHIN    | 6    | 3         | 1        | 1          | 2        |        |
|  | 12. FIABILIDAD DE MÁQUINAS - TPM      | 19   |           |          |            |          |        |
|  | 13. CAMBIOS Y LIMPIEZAS - SMED        | 6    | 6         | 0        |            | 0        |        |
|  | 14. VELOCIDAD DE MÁQUINAS - SPEED-LIB | 6    | 1         | 6        |            | 2        |        |
|  | 15. CALIDAD                           | 6    | 2         | 3        |            | 0        |        |
| 5. PLAN ANUAL DE MEJORA                          | 16. ORDEN Y LIMPIEZA - 5S             | 8    | 8         | 2        | 2          | 2        |        |
|  | 17. SEGURIDAD                         | 10   |           |          |            |          | 7      |
|  | 18. POLIVALENCIA                      | 10   |           |          |            |          | 4      |
| 6. GESTIÓN DOCUMENTAL                            | 19. PLAN ANUAL DE MEJORA (PAM)        | 12   |           |          |            |          | 2      |
|  | 20. GESTIÓN DOCUMENTAL                | 4    |           |          |            |          | 4      |
| TOTAL  |                                       |      | 55        | 65       | 59         | 55       | 63     |
| PUNTUACIÓN MÁXIMA                                |                                       |      | 89        | 89       | 71         | 89       | 111    |
| NOTA AUDITORÍA                                   |                                       |      | 62%       | 73%      | 83%        | 62%      | 57%    |

(a) Valoración de la auditoría obtenida.

|                     | A I | A II | A III | A IV | A V |
|---------------------|-----|------|-------|------|-----|
| RESULTADO AUDITORÍA | 52% | 61%  | 54%   | 57%  | 62% |

CENTRO 40% - GAPs Y SOPORTES 60%

(b) Puntuación de la auditoría para todo el sistema en Salinas 1.

Figura 64: Valoración de la auditoría

## Índice de Siglas y Acrónimos

- ABC** Activity-based costing. 94
- CMI** Cuadro de Mando Integral. 51, 56, 92, 93, 96, 105
- ERP** Enterprise Resource Planning. 1, 34, 41, 101
- GAP** Grupo Autónomo de Personas. 53, 63, 64, 65, 69, 75, 79, 91, 92, 93, 108, 113
- KPI** Key Performance Indicator. 38
- MOD** Mano de Obra Directa. 33, 78
- MP** Materia Prima. 13
- OEE** Overall Equipment Effectiveness. 42, 43, 44, 45, 50, 51, 52, 96, 98
- OHP** Organización Humana de la Producción. 54, 63, 69, 96, 97
- PDA** Personal Digital Assistant. 41
- PDCA** Plan-Do-Check-Act. 65, 86, 89, 92
- PF** Producto Final. 13, 21
- PIP** Plan Improvement Performance. 93
- S1** Planta Productiva Salinas 1. v, 6, 19, 20, 31, 33, 35, 51, 54, 60, 71, 69, 76, 84, 93, 96, 105, 108, 119
- S2** Planta Productiva Salinas 2. 93
- SCADA** Supervisory Control and Data Acquisition. 41
- SE** Material Semi-Elaborado. 13, 21
- SGL** Sistema de Gestión Lean. 4, 6, 26, 27, 29, 31, 33, 35, 36, 38, 42, 51, 56, 60, 63, 76, 80, 93, 96, 97
- SMED** Single-Minute Exchange of Die. 37, 42
- TPM** Total Productive Maintenance. 33, 83
- UAP** Unidad Autónoma de Producción. 43, 64, 91, 93