



Ingeniaritza Goi Eskola Teknikoa  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Bilbao



Universidad del País Vasco  
Euskal Herriko Unibertsitatea

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

# **Estandarización de tiempos y reducción del Lead Time en una empresa del sector eléctrico “Fundación Lantegi Batuak- Taller Abadiño”**

**Viviana Iris Valdez Vargas**

**Grado en Ingeniería en Organización Industrial**

**Dirigido por Jesús Rodríguez**

**Curso 2018-2019**

---

## RESUMEN

Con el pasar de los años, los requerimientos del entorno: a nivel político, económico y social, se han acrecentado y han influido en el comportamiento del mercado; lo que ha obligado a las empresas, a estar en constante cambio; ofreciendo productos de menor coste, en el menor tiempo posible y con la mayor calidad deseada. Bajo esta perspectiva, se ha desarrollado una serie de teorías, entre ellas el Sistema de Producción Toyota, que se ha aplicado a muchas empresas; dando como resultado compañías con mayor capacidad de respuesta, mayor solvencia económica, razones por las que se pretende emplear en la empresa caso de estudio. Así pues, el proyecto está enfocado en uno de los pilares sobre los que se sustenta el sistema de producción Toyota, llamado “kaizen” que significa cambiar para mejor, eliminando todo tipo de despilfarros, siendo este último la filosofía que sigue el Lean Manufacturing, por otro lado, se estudiarán diferentes técnicas de mejora. Por consiguiente, se hará un análisis completo de la empresa, fundación Lantegi Batuak, un estudio centrado en uno de los talleres del que se compone; así como de sus instalaciones, actividades que desempeña, para finalmente, centrarse en el contexto específico de aplicación (sección calderería). Se pretende realizar, el análisis de la cadena de valor de la sección, con dos objetivos; estandarizar los tiempos en cada una de las etapas y reducir el lead time; para ello se hará un diagrama de flujo, con la correspondiente toma de tiempos, que serán plasmados en un VSM actual y con la ayuda de las técnicas de mejora aprendidas se construirá el VSM futuro, eliminando así todo tipo de desperdicios.

Palabras clave: Mejora continua, Sistema de Producción Toyota, Kaizen, Lean Manufacturing, Value Stream Mapping (VSM), despilfarros.

## LABURPENA

Urteetatik, ingurunearen eskakizunetatik, pasatzearekin: maila politiko, ekonomiko eta sozialera, hazi dira eta merkatuaren portaeran eragin dute; etengabeko aldaketan|kanbioan egotera, enpresak behartu dituena; kostu txikiagoko produktuak, denbora|eguraldi posible txikienean eta desiratutako kalitate handienarekin, eskainiz. Perspektiba honen azpian, teoria-saila garatu da, haien artean Toyota Ekoizpeneko Sistema, enpresa askotan aplikatu deneko; erantzunaren ahalmen handiagoarekiko konpainiak, kaudimen ekonomiko handiagoa, ikerketaren|estudioaren kasua enpresan erabiltzea nahi den arrazoiak emaitza bezala emanaz. Beraz, proiektua fokuratuta dago bat zeinen gainean Toyota, zarrastelkeria-mota guztiak ezabatuz hobeto aldatzea esan nahi duen “kaizen-a” deitutako ekoizpen sistema mantentzen den oinarrietako|zutabeetako, izan hau amaitzen dut Lean Manufacturing-a, bestalde, jarraitzen duen filosofia hobekuntza-teknika desberdinak ikasiko

dira. Beraz, egingo da enpresaren, Lantegi Batuak fundazioaren analisi betealosa, osatzen deneko lantegietako batean zentratutako ikerketal estudioa; bere instalazioen, bahitik ateratzen dituen jardueren bezala horrela, azkenik, aplikazioaren (sail galdaragintzaren) espezifikoa den testuinguruan zentratzea. Bi helbururekin, sailaren baliozko katearen analisia, egitea nahi da; etapetako aldiak bakoitzeko denboretan eguraldietan estandarizatzea eta lead-a txikiagotzea iruzur dezan; hartarako egingo da gaurko VSM-ean irudikatuko duten eta ikasitako hobekuntza-tekniken laguntzarekin etorkizuneko VSM-a, hondakin-mota guztiak horrela ezabatuz, eraikiko duen fluxu-diagrama, denbora eguraldi-hartze egokiarekin

Gako-hitzak: Hobekuntza jarraitua, Toyota Ekoizpen Sistema, Kaizen, Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, zarrastelkeriak.

## ABSTRACT

With the moving years, the requirements of the environment at the political, economic and social level have been increased and influenced the behavior from the market; this has forced firms to be in constant change and offer products at lower cost in the shortest possible time and with the desired quality. From this perspective, it has been developed a lot of theories, among them the Toyota Production System, which is applied in the majority of companies and gives as a result greater responding capacity to the business, so the best result is obtained in qualitative and quantitative terms; for those reasons that concept is intended to be applied in the case study. The project is focusing on one of the pillars of the Toyota Production System called "kaizen" which means to change for the better, eliminating all kinds of waste; being this, the philosophy that follows the lean manufacturing, by the other hand this study will also consider other improvement techniques. Therefore, a complete analysis will be done of the company "Foundation Lantegi Batuak" and it will be focused on one of the workshops of which it is composed, but also its facilities and activities that carries out in order to finally focus on the specific context of implementation (boiler section). The aim is to perform an analysis of the value chain of the section, in order to standardize the times of each of the stages and reduce the lead time, therefore a flowchart will be developed with the corresponding timings which will be later captured in a current VSM and with the improvement techniques learned, a future VSM will be built later eliminating all sorts of waste

Keywords: Continuous Improvement, Toyota Production System, Kaizen, Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, waste.

## INDICE

<b>1. Introducción</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Contexto</b> .....	<b>4</b>
<b>3. Objetivos y alcance</b> .....	<b>7</b>
<b>4. Beneficios del proyecto</b> .....	<b>8</b>
<b>5. Estado del arte</b> .....	<b>9</b>
5.1. Definición y principios KAIZEN .....	9
5.2. Beneficios tras el KAIZEN .....	10
5.3. Herramientas de Mejora .....	12
5.3.1. Herramientas de planificación control y seguimiento .....	13
5.3.2. Recursos Humanos .....	20
5.3.3. Herramientas de estandarización de procesos .....	22
5.4. Fundamentos teóricos de la empresa caso de estudio .....	25
5.4.1. Antecedentes de la Empresa .....	25
5.4.2. Descripción del sistema productivo-taller Abadiño .....	34
5.4.3. Mapeo del flujo de valor actual .....	40
5.4.4. Mejora en los procesos productivos .....	39
5.4.5. Future Value Stream .....	46
5.4.6. Plan de implementación .....	47
<b>6. Descripción de las tareas Gantt</b> .....	<b>49</b>
<b>7. Presupuesto</b> .....	<b>52</b>
<b>8. Conclusiones</b> .....	<b>53</b>
<b>9. Bibliografía</b> .....	<b>57</b>
<b>10. Anexos</b> .....	<b>61</b>
<b>ANEXO I Trabajo de campo del VSM</b> .....	<b>61</b>
<b>ANEXO II Toma de tiempos del cambio de utillaje.</b> .....	<b>63</b>
<b>ANEXO III Análisis de la materia prima</b> .....	<b>65</b>
<b>ANEXO IV Diagrama de espagueti en la sección de calderería.</b> .....	<b>66</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5.1. Elementos del Sistema Kaizen .....	11
Figura 5.2 Fases principales del VSM. Adaptado de KAIZEN Institute (2018). Metodología de Mapeo de Procesos (p. 3) .....	14
Figura 5.3 Símbolos del diagrama de procesos a partir de KAIZEN Institute (2018) ....	15
Figura 5.4. Trayectoria Lantegi Batuak e integrantes .....	26
Figura 5.5. Distribución por áreas de trabajo. Adaptado de presentación Lantegi Batuak (2018).....	27
Figura 5.6. Sección Calderería. Adaptado de Documentación Lantegi Batuak, Taller Abadiño .....	29
Figura 5.7. Sección Daimler. Adaptado de documentación Lantegi Batuak, Taller Abadiño .....	30
Figura 5.8. Sección Plastibor. Adaptado de Lantegi Batuak, Taller Abadiño .....	30
Figura 5.9. Sección Montajes Varios. Adaptado de Lantegi Batuak, Taller Abadiño ....	30
Figura 5.10. Sección Prensas. Adaptado de Lantegi Batuak, Taller Abadiño .....	31
Figura 5.11. Sección WEC. Adaptado de Lantegi Batuak, Taller Abadiño .....	31
Figura 5.12. sección ASSL. Adaptado de Lantegi Batuak, Taller Abadiño .....	32
Figura 5.13. Plan de trabajo 2019-2020 .....	32
Figura 5.14. Familia de productos por secciones.....	34
Figura 5.15. Productos calderería.....	35
Figura 5.16. Distribución de la sección de Calderería .....	38
Figura 5.17. Esquema del sistema pull .....	39
Figura 5.18 Análisis producto proceso CALD y MECA .....	40
Figura 5.19 Diagrama de componentes de CALD1094 .....	41
Figura 5.20 Flujoograma de las referencias que constituyen los CALD .....	41
Figura 5.21 Información del cliente en el VSM actual .....	42
Figura 5.22 Información del proceso productivo en el VSM actual .....	42

---

Figura 5.23 Representación de Inventario .....	43
Figura 5.24 Símbolo de transporte y frecuencia.....	43
Figura 5.25 Representación del flujo de información dentro la empresa .....	43
Figura 5.26 Flecha que simboliza el sistema push .....	44
Figura 5.27 El VSM actual .....	38
Figura 5.28 El VSM futuro.....	47
Figura 5.29 Pasos para la implementación en el VSM futuro .....	48
Figura 6.1 Diagrama de GANTT .....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1 Aspectos del VSM .....	14
Tabla 5.2. Datos de la sección calderería anual .....	33
Tabla 5.3 Demanda del cliente.....	41
Tabla 7.1 Horas internas.....	52
Tabla 7.2 Amortizaciones.....	53
Tabla 7.3 Desglose de gastos .....	53
Tabla 7.4 Gastos Totales .....	53
Tabla 8.1 Cuantificación de personal .....	55
Tabla 8.2 Resultados obtenidos.....	55

## LISTA DE ACRÓNIMOS

**SMED:** Single Minute Exchange of Die.

**TFG:** Trabajo de Fin de Grado.

**JIT:** Just In Time.

**VSM:** value stream mapping

**SPT:** Sistema de Producción Toyota

**OEE:** overall equipment effectiveness

**MOD:** Mano de Obra Directa

**TT:** Takt Time

## 1. Introducción

Este proyecto consiste en el estudio de la cadena de valor, en una empresa del sector eléctrico, en este caso Fundación Lantegi Batuak, centrado en uno de los talleres que la integra: taller Abadiño, ubicado en el municipio del mismo nombre Abadiño.

Se pretende estudiar las distintas etapas de producción, en una de las secciones que comprende el taller, sección Calderería, con objeto de estandarizar los tiempos de fabricación y obtener flujos de producción continua, además de reducir los tiempos de entrega; el trabajo se ha estructurado en cinco campos.

El primer campo, aborda aspectos teóricos relacionados con el Sistema de Producción Toyota, así como de los pilares que la constituye, se hace referencia al Lean Manufacturing y concluye con el desarrollo de uno de los pilares, Kaizen, describiendo en que consiste, cuáles son los beneficios que aporta, entre otros aspectos; además se menciona las diferentes herramientas de mejora.

El segundo campo, trata ampliamente las distintas herramientas de mejora, comprendidas en tres áreas; las que tienen que ver con planificación, control y seguimiento, donde se estudia, el VSM, las 5S's y otros; por otro lado, están las que comprenden los recursos humanos y finalmente, las que son de estandarización de procesos.

El tercer campo es entrar en materia, se desarrolla todo lo relacionado con la empresa-fundación, como está constituido, que áreas abarca; para después centrarse, en el taller Abadiño, como está estructurado, que secciones comprende y finalmente realizar el análisis en una de las secciones, en este caso calderería. Se recoge toda la información, para elaborar el VSM inicial de la sección, posteriormente se analiza utilizando las distintas técnicas vistas anteriormente, se detectan los desperdicios que se generan y a partir de ahí se plantean mejoras que se ven reflejadas en el VSM futuro, además de elaborar el plan de implementación.

El cuarto trata específicamente, aspectos relacionados con el presupuesto y planificación del tiempo que ha llevado realizar el proyecto.

El ultimo comprende las conclusiones, limitaciones, que se han encontrado a raíz de este análisis, que se acompaña de la bibliografía y anexos que muestran las fases que ha seguido el proyecto.

## 2. Contexto

A finales del s.XIX, con la llegada del capitalismo, se cambia las líneas de actuación; el comportamiento del mercado es variable, las necesidades del consumidor son cada vez más particulares; con lo cual el precio y la calidad juegan un papel determinante.

Así en el afán de mantener e incrementar la productividad, se intentan reducir costes de producción, se reorganizan los puestos de trabajo, se modifican las tecnologías existentes; acciones que las empresas han llevado a cabo, con el fin de mantenerse en el mercado, pero no son suficientes y entendiendo la problemática a la que se enfrentaban; Taylor y Ford, modificaron las directrices de actuación.

Durante muchos años, la fabricación artesanal lideraba el sector industrial; como es el caso del sector automotriz, concentrado principalmente en Europa; se encargaban de producir coches, con un toque especial en cada uno de ellos, el montaje, realizado de manera peculiar por cada operario, dando como resultado modelos únicos no intercambiables, pero de calidad cuestionable y con alto coste de personal.

Taylor (1856-1915), preocupado por este tema (coste de personal), intenta estandarizar las tareas, para que ocupe el tiempo suficiente, eliminando movimientos innecesarios que no añaden valor.

Del mismo modo, Henry Ford (1863-1943), interesado en lo mismo, pero centrado en aspectos relacionados con calidad y coste, pretende a través de la producción en masa, utilizando piezas intercambiables, simplificar operaciones; con herramientas específicas para cada operación, que el trabajo sea más sencillo y sin elevada cualificación de personal.

De esta manera, el taylorismo y fordismo incrementaron notablemente la venta de automóviles a nivel mundial; hasta llegar a Japón, un país castigado por la fuerte crisis, que venía arrastrando desde la I guerra mundial é intentado recuperarse por todo los medios, se hundía cada vez más, después de la II guerra mundial; parecía imposible, levantar su economía, es entonces que Fijji presidenta de la corporación Toyota Motors, viaja y visita las instalaciones FORD (autor de las teorías fordianas), con el fin de poner en práctica las líneas de actuación, que se estaban llevando a cabo y adaptarlas según sus necesidades; le encomienda a Taichí Ohno (ingeniero de producción) llevarlas a cabo, siendo su propósito mejorar el proceso productivo, que permitiera mejorar la productividad y si fuera posible igualarla.

A raíz de esto se observa, que el modelo occidental no es perfecto, presenta deficiencias, como la elevada cantidad de desperdicios, con poco control de calidad en los productos;

Ohno que había investigado al respecto, se centró en profundizar conceptos de calidad, (desarrollados por Deming<sup>1</sup>), que implicaban la mejora en todo el proceso productivo hasta su venta, bajo el principio de hacer las cosas bien desde el inicio, para eliminar disconformidades.

Bajo esa filosofía, de eliminar estos desperdicios (de transporte, demora, inventario, espacio) nace el concepto del Just in Time (JIT)<sup>2</sup> y el principio Kaizen, este último basado en la metodología de la mejora continua, usando como herramienta el ciclo de Deming, lo que da lugar al sistema de producción Toyota (STP)<sup>3</sup>, convirtiendo a Ohno, en el principal responsable de este sistema.

Así pues, este sistema (STP), se sustenta sobre tres pilares: el JIT<sup>4</sup>, JIDOKA<sup>5</sup> y KAIZEN<sup>6</sup>, que consiste en producir, al menor coste, en el menor tiempo posible, ofreciendo el mejor servicio con una mayor calidad, además de proporcionar una elevada flexibilidad en la producción; da como resultado; cero inventarios que implican coste; cero despilfarros, que van ligados a tiempos de espera elevados y finalmente tiempos de entrega cortos.

Como consecuencia, del éxito que estaban teniendo este sistema, el Gobierno Japonés se planteó extenderlo a todo el empresariado (1970). Así pues, de la mano de Fijji Toyoda (1982) se firma un acuerdo, para enseñar exclusivamente el modelo Toyota al resto del mundo; para ello se establece una Joint Venture con General Motor, sobre la fabricación de automóviles. Que más adelante se ampliaría con la creación de un centro de soporte de proveedores de Toyota (1992), para enseñar el modelo STP a compañías americanas.

Entonces, EE. UU. adoptando las buenas prácticas de éste sistema, hace referencia, al LEAN MANUFACTURING<sup>7</sup>, que no es más que la producción ajustada, ágil, que se basa en eliminar desperdicios, buscando hacer más fácil, flexible y económico. Teniendo como

---

<sup>1</sup> Denominado círculo de calidad de Deming, que comprenden el PDCA (por sus siglas en inglés plan, doing, check, action).

<sup>2</sup> Concepto que fue desarrollado y puesto en práctica, Sakichi Toyoda (fundador Toyota), Kiichiro Toyoda (hijo de Sakichi Toyoda), quién fundó la corporación Toyota Motor y Taiichi Ohno.

<sup>3</sup> Cabe aclarar que el concepto surge en Toyota (1970), bajo la modalidad de fabricar una variedad de vehículos en la misma línea, lo que implica tiempos de cambio de utillaje cortos.

<sup>4</sup> Término en inglés que significa Justo a tiempo, que consiste en producir lo que el mercado demande cuando lo demande.

<sup>5</sup> Término en japonés que significa control de defectos a través de la automatización con toque humano.

<sup>6</sup> Término en japonés, que significa la mejora continua, bajo la idea de que todo es mejorable.

<sup>7</sup> Es una filosofía de trabajo, que consiste en eliminar todo tipo de desperdicio que no añada valor, para así obtener la mayor eficiencia, implicando a todo el personal para ser más competitivo. Pero cuando se habla de desperdicio, se refiere al uso excesivo de recursos más de lo necesario, como ser tiempos de entrega largos, transporte, inventarios, movimientos innecesarios, etc.

objetivos: eliminar despilfarros, inestabilidades e inflexibilidades que se traducen en las siguientes palabras japonesas: MURA, MURI, MUDA<sup>8</sup>.

**MURA**, comprende todas las irregularidades no previstas, tiempos de espera, defectuosidades, entre otros y que son controladas a partir del JIT.

**MURI**, son todas aquellas sobrecargas innecesarias, que provocan averías, cuellos de botella; que son controlados a partir de la estandarización, las 5S', la reducción en el tiempo de cambio de utillaje.

**MUDA**, hace referencia a todos los desperdicios, que no aportan valor añadido, siendo estos; la **sobreproducción**, que provoca **exceso de inventarios, desplazamientos innecesarios**, además del **transporte**, así también los **rechazos por defectuosidades**, ocasionando **paros de máquina o averías**, que pausan su funcionamiento.

Siendo este modelo (LEAN MANUFACTURING), sustentado en las bases del modelo japonés (JIT), desarrollado mucho antes del STP y sobre la cual se sustenta actualmente, además de las otras dos, mencionadas anteriormente. Este trabajo aborda únicamente el modelo japonés (STP), centrado en uno de los pilares, KAIZEN (mejora continua), porque es lo que se está llevando cabo, en la empresa caso de estudio.

---

<sup>8</sup> Son conceptos del KAIZEN o mejora continua.

### 3. Objetivos y alcance

El objetivo principal del TFG es la estandarización de tiempos, en cada una de las etapas que integra el proceso productivo y reducción en los tiempos de entrega. Para ello se ha estudiado, distintas técnicas de mejora del trabajo, que serán aplicables a una empresa en concreto.

La comprensión teórico-práctica de estas, serán de utilidad, para la sección donde se aplica dicho estudio, además del beneficio que otorgan estas técnicas, el comprender como, donde y cuando aplicarlo, se obtendrá beneficios inmediatos; que van desde espacios de trabajo mejor aprovechados, mejor aprovechamiento de recursos, así como mejora en los tiempos de fabricación, que a su vez incurre en menores tiempos de entrega, reduciendo la cantidad de stocks en curso y terminado.

Así pues, se hará un diagrama de flujo inicial, donde se identificará los distintos despilfarros, que serán puntos clave, para plantear mejoras, empleando las diferentes técnicas de mejora estudiadas.

Por otra parte, el alcance del proyecto es, familiarizarse con el manejo de las técnicas de mejora, ser capaces de realizar diagramas de flujo, plasmados en un VSM actual, identificado los destinitos despilfarros y a través de estas técnicas, eliminarlas o en su caso disminuirlos, para construir el VSM futuro, el óptimo.

Todo lo planteado, debe ser medible, para que sea valorable el grado de avance, al que se está llegando; para ello se deben definir indicadores de tipo cuantitativo y cualitativo, planteados desde la propia Fundación, pero la puesta en marcha, esta fuera del alcance de este proyecto, aunque existen pasos claros, hacia donde se quiere llegar.

## 4. Beneficios del proyecto

En cuanto a los beneficios del proyecto, son cualitativos y cuantitativos; es decir para la empresa supone un ahorro económico, el abordar este tipo de mejoras, porque le da la posibilidad de adjudicar proyectos, que por falta de capacidad no lo hacían; así también se traduce en ahorros de personal, es decir el no contratar personal nuevo, cuando se presenta mayor carga de trabajo, sumado a esto se encuentra la estabilidad laboral, que supone para el trabajador; por otra parte proporciona espacios de trabajo mejor aprovechados, junto a menos espacios para almacenaje, además de otros.

Por otro lado, a nivel cualitativo, está el aprendizaje que obtiene el alumno, al encontrarse con un caso real y enfrentarse a las limitaciones, que han dado lugar el caso de estudio, que no son comparables con lo aprendido en la teoría, pero que aprenderá a sopesarlos.

Así también, aunque no se ha puesto en marcha el proyecto, porque se está a la espera de la consecución de otros proyectos, existe ya un paso grande, en cuanto al manejo de las técnicas de mejora, que tranquilamente serán aplicables, a otras secciones que comprende el taller.

## 5. Estado del arte

Como se comentó anteriormente, esta investigación aborda el modelo japonés (STP), centrado en uno de sus pilares KAIZEN, que está siendo implantando en Lantegi Batuak (la empresa caso de estudio), para el cual se hará una breve descripción de la técnica, los beneficios tras su aplicación, las herramientas que utiliza, la sistemática de su aplicación, además de otros aspectos.

### 5.1. Definición y principios KAIZEN

La palabra Kaizen, fue desarrollada después de la II guerra mundial y definido por Masaaki Imai, a mediados de los años 80, como "...mejoramiento continuo que involucra a todos, gerente y trabajadores por igual"; basándose en el derivado del significado japonés "KAI" que significa cambio y "Zen" que quiere decir mejorar, viniendo a ser los **cambios para mejorar** (Suárez y Miguel, 2008); aunque traducida al español, hace referencia a la **mejora continua**, un tipo de filosofía, que consiste en no dar nada por hecho, más al contrario siempre buscar la forma de optimizar (Atehortua & Restrepo, 2010).

Además, según Imai, se trata de implicar a todo el personal, para realizar mejoras, desde los propios puesto de trabajo. Bajo esta perspectiva Dan y Bowen (1994), desarrollaron este concepto, en tres esferas como; filosofía gerencial, como elemento del TQM<sup>9</sup>, como principio teórico de metodología y técnicas de mejora, que derivan en principios, que son lo que rigen el KAIZEN.

*Kaizen como filosofía gerencial*, se basa en el mantenimiento y mejora en los puestos de trabajo; a través de la estandarización, empleando como técnicas: 5S y control visual, JIT, además de otros.

*Kaizen como elemento TQM*, considera lo anterior, pero a nivel dinámico evolutivo, es decir no es un sistema estático, en el que, una vez implantada la mejora, se quede ahí, sino que se reevalúe continuamente, siguiendo las líneas del círculo de calidad de Deming (PDCA). Para el cual tiene como técnicas benchmarking, diagrama de flujo, etc.

*Kaizen como principio teórico de metodologías y técnicas de mejora*, se basa en eliminar todo tipo de desperdicio (MUDA), que no añade valor alguno, más al contrario genera coste

---

<sup>9</sup> Management quality total, que significa gestión de la calidad total.

y tiempo. Y entre, los métodos más utilizados, son: el VSM, la estandarización, plan de acciones, etc.

### **Principios kaizen**

Se recoge a continuación los principales principios KAIZEN:

- Dejar de lado aportes, desactualizados que no se ajustan al entorno actual.
- No buscar salidas, para no realizar cambios.
- Cuestionar el sistema actual, para encaminar nuevas ideas, acordes a las exigencias del mercado.
- Apresurar acciones, que respondan de manera inmediata, oportuna y con calidad.
- Realizar seguimiento y correcciones constante en los tiempos previstos.
- Hallar recursos que respondan a dificultades que se presentan.
- Las complicaciones, se convertirán en recursos propicios para implementar mejoras.
- Cuestionar el origen de los problemas, empleando 5 cuestionantes; que respondan el porqué de los hechos.
- Involucra, los aportes del equipo de trabajo.
- introducir progresos de manera constante.

## **5.2. Beneficios tras el KAIZEN**

Tras haber visto la definición KAIZEN, un tipo más de mejora continua; con la particularidad que está, sigue los lineamientos del sistema japonés, basado en la eliminación de desperdicios o comúnmente llamados MUDAS; para cuyo cometido, requiere de la participación de todo el personal, siendo su objetivo incrementar y mejorar la productividad. Así pues, se menciona algunos de los beneficios tras el KAIZEN, estos son:

- Todo el personal, se siente involucrado y con ganas de colaborar en la construcción del nuevo sistema y como resultado, se tiene personal altamente motivado.
- Mayor énfasis en la planeación y ejecución de procesos, porque es la que ayudara a detectar posibles fallos que generen desperdicio.
- Reducción de inventarios, formados por sobreproducción, que generan desplazamientos innecesarios, además de tiempo; así también se reducirán productos en proceso y terminado que derivan de éste.
- Disminución del número de accidentes, al estar todo correctamente organizado, estandarizado, con espacio definidos.

- Descenso de la cantidad de fallos, producido en máquina-herramienta. Porque estarán debidamente definidos, además se reducirán los tiempos de preparación máquina.
- Aumento en la calidad de productos, por tanto, clientes más satisfechos.
- Mayor movimiento en la rotación de inventarios.
- Aumento de beneficios, por la reducción de costes en actividades que no añaden valor y al mismo tiempo aumento de la productividad.

Estos son alguno de los beneficios, que proporciona el sistema tras su aplicación y que la estandarización, es el mecanismo principal de este sistema, para poder visualizar fallos y realizar mejoras (Atehortua & Restrepo, 2010).

Hay que añadir, que tanto las personas que forman los equipos de trabajo, como los desperdicios; son la fuente de ventaja competitiva, para realizar avances incrementales, hasta llegar a innovaciones radiales. Por tanto, el sistema kaizen, reposa sobre estos dos elementos, que me muestra en la fig. 5.1.



**Figura 5.1. Elementos del Sistema Kaizen**

En torno a estos principios giran las técnicas KAIZEN, teniendo como objetivo reducir y en lo posible eliminar toda clase de despilfarros, inflexibilidades e inestabilidades, conocidos como MUDA (desperdicio); MURI (inconsistencias) y MURA (sobrecargas).

**Muri:** son sobrecargas de gente o de procesos, que se pueden evitar través del just in time, tarjetas KANBAN, heijunka, y otros; consiguiendo así procesos más estandarizados. Es más, necesitan ser controlados, porque de lo contrario constituirán desperdicios(muda).

**Mura:** son inconsistencias, irregularidades en la producción debido a la demanda, cuando existen periodos de subidas y bajadas repentinas; donde es muy difícil predecir su comportamiento; pero a través de la producción programada (heijunka) y el just in time, se puede regular y prevenir excesos de producción, no contemplados, impidiendo de esta manera sobrecargas (muri).

**Muda:** son toda clase de desperdicios, actividades que no añaden valor; tipificadas en siete categorías según Tiachi Ohno, al que se añadió una más según (Jones y Womack, 2012):

- ❖ Defectos: son todos aquellos productos, que no cumplen las exigencias del cliente

- ❖ Sobre producción: es producir más de lo que demanda el cliente, y una vez más se plasma esa necesidad, de saber cuándo, cuanto producir para evitar, los restantes mudas.
- ❖ Espera: referidas a material, personal y maquinaria, en espera; debido a la falta de control en la producción; es difícil predecir, su nivel de ocupación, que a la larga puede derivar en cuellos de botella, averías, etc.  
Pero, a través de la programación de la producción (heijunka), se puede controlar estas mudas.
- ❖ Movimientos innecesarios: ocasionados por la mala distribución del material de trabajo, generados por falta de, orden, disciplina, limpieza, producen tiempos muertos.
- ❖ Sobre procesamiento: son actividades de no valor añadido o procesos necesarios, para corregir materiales o productos defectuosos; ya sea, porque el material puede venir con durezas, que necesitan ser retrabajadas, antes de entrar al proceso.
- ❖ Exceso de inventarios: son ineficiencias en procesos, tiempos en espera; que forman material en tránsito, además si la demanda, no está ajustada al cliente (pull), produce producto terminado en exceso.
- ❖ Transporte: incremento de movimientos, por una mala distribución de planta, y si al mismo tiempo existe sobreproducción, requiere desplazamientos sobrantes, hacia almacenaje y puestos de trabajo.
- ❖ Desperdicio del talento humano, no se toma en cuenta las ideas del personal de trabajo, con lo cual difícilmente se pondrán en marcha. Logrando de esta manera, que el trabajador, pierda poco a poco la motivación en su trabajo.

Por tanto, si son controladas las sobrecargas (mura), se pueden evitar toda clase de desperdicio (muda) (Smith, 2014).

### **5.3. Herramientas de Mejora**

Por lo tanto, para emplear cualquier proceso de mejora, se iniciará con un diagnóstico de la situación actual, donde se extraer puntos en lo que abra que incidir y realizar el análisis correspondiente, es decir un análisis a nivel macro para luego ir al detalle. Para ese fin, se han desarrollado una serie de técnicas, que se contemplan en tres categorías las de planificación, control y seguimiento, recursos humanos y las de estandarización de procesos.

## 5.3.1.      Herramientas de planificación control y seguimiento

### 5.3.1.1.    VSM (Value Stream Mapping)

Es una técnica del Sistema de Producción Toyota, que significa mapeo de la cadena de valor y (es un diagrama que refleja mediante iconos especiales, las operaciones necesarias tanto si son de valor añadido como si no, para transformar la materia prima en producto terminado, incluyendo el flujo de información y materiales que se llevan a cabo en este tránsito, además de los proveedores y clientes), considerada por muchos autores, como punto de partida para incursionar en el mundo de la mejora continua, se comienza analizando la situación actual de la empresa desde el punto de vista del del flujo de valor, consiste en inspeccionar la sección, observar cómo se están llevando a cabo las diferentes tareas, con objeto de detectar actividades que no añaden importe alguno, mudas que generan desperdicio, además del personal poco aprovechado; aspectos que serán valorados en el VSM actual, para corregirlos o en su caso eliminarlos, en la construcción del VSM futuro.

Para tal fin, se realiza un trazado de todas las acciones que contengan valor añadido como las que no; siguiendo el flujo de productos, que va de cliente hasta proveedor, un enfoque que significa ir, del final de la cadena al inicio, con objeto de no dejarse nada en el camino; así también se debe tener en cuenta, la planificación, que proporciona información de producción, materia prima, stocks acumulados y otros aspectos, que ayudaran a realizar el mapeo.

Así pues, el objetivo se traduce básicamente en visualizar la mejora a través del VSM futuro, contiene información de las diferentes tareas con las mejoras realizadas y deben:

- ✓ Alcanzar un flujo de proveedor a cliente final, con el mínimo lead time y con la mejor calidad posible. Para ello se debe crear un flujo continuo, similar al de un supermercado, al ritmo del Takt Time, es decir con tiempos de ciclo más o menos iguales, obteniendo de esta manera tareas sincronizadas.
- ✓ Compaginar información de necesidades de demanda con el material disponible, para responder a las necesidades de producción de cuándo y cuánto producir.

Para ello se inicia con el análisis del VSM actual hacia un VSM futuro, respondiendo las siguientes cuestiones, tabla 5.1:

- Cuál es el Takt Time(TT), que viene a ser el tiempo que se dispone entre la demanda del mercado, con el fin de igualar los tiempos de ciclo a ese tiempo.
- Cuál es el tipo de fabricación si es a pedido de cliente o contra stock, importante de cara a regular la producción.
- Ubicar tareas para obtener un flujo continuo de piezas teniendo como resultado tiempos de ciclo  $\leq$  al TT.
- Obtener flujos de producción regulada, similar al de un supermercado, y en aquellos que sea imposible realizar el flujo, se hará por medio de tarjetas Kanban, cajas de nivelación, etc.

### Tabla 5.1 Aspectos del VSM

Esto permitirá reducir el Lead Time y stocks, mejor aprovechamiento del espacio, reducción del número de personas, que serán ocupadas en otras tareas; logrando de esta manera reducir el número de mudas.

Por otra parte, hay que señalar las observaciones del VSM actual, derrochas evidentes como:

- Desequilibrados cargas de trabajo entre puestos.
- Elevado stock en curso y terminado y como resultado ocupan mayor espacio en almacén y por ende espacio en planta.
- Elevados tiempos de cambio de herramienta, que elevan el tiempo de ciclo de la tarea y por tanto Lead Time mayores.

La metodología que sigue para el trazado del VSM es la siguiente:

Se presenta a través de fases, figura 5.2:



Figura 5.2 Fases principales del VSM. Adaptado de KAIZEN Institute (2018). Metodología de Mapeo de Procesos (p. 3)

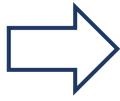
#### Selección de la familia de productos

Consiste en categorizar la variedad de productos en familias y clasificarlos de mayor a menor prioridad, con el fin de realizar el mapeo de aquellas actividades que generan mayor valor añadido.

Es evidente, que no se puede realizar el trazado de cada uno de los productos que se han elegido, por lo tanto, se selecciona aquella que abarque la mayor cantidad de tareas por las que pasen.

### Mapeo de la Situación Actual

Una vez hecha la selección, se comienza a dibujar el diagrama de todo el proceso de cliente final a proveedor, para el cual se hace uso de simbología, que representa cada una de las actividades que se llevan a cabo. Estos símbolos son los siguientes, figura 5.3:

	Operación		Transporte	<table border="1"> <tr><td>tiempo de ciclo</td></tr> <tr><td>capacidad</td></tr> <tr><td>Nº de turnos</td></tr> <tr><td>Eficiencia</td></tr> </table>	tiempo de ciclo	capacidad	Nº de turnos	Eficiencia	  
tiempo de ciclo									
capacidad									
Nº de turnos									
Eficiencia									
	Inspección		Transporte con camión						
	Almacén		Localizaciones externas (cliente, proveedor)	Información del Proceso					

**Figura 5.3 Símbolos del diagrama de procesos a partir de KAIZEN Institute (2018)**

### Vision Kaizen

Después de haber hecho la clasificación por familias y elegir el producto que contiene la mayor cantidad de tareas, se realiza el mapeo del proceso de fabricación para empezar a realizar su análisis.

Este análisis, consiste en detectar actividades de no valor añadido, los mudas que generan despilfarro como son, el tiempo de ocupación de la máquina, lead time elevados, enormes desplazamientos, stocks que ocupan espacio en almacén, productos en curso. Con toda esa información, se analiza las causas y se proponen mejoras para eliminarlas o si no fuera posible reducirlas al mínimo, que serán reflejados en el VSM futuro, para ello se debe contar con la participación de todo el personal de la empresa, junto con el técnico de mejora.

Estos se reúnen, para analizar y plantear acciones, realizar sugerencias que serán ejecutados a través de un plan de implementación.

A estas reuniones, se les conoce como semana Kaizen o Blitz Kaizen que consiste en realizar mejoras inmediatas en el plazo de una semana, ya que, si no se ven resultados en tres días, algo se está haciendo mal.

### Plan de Implementación

Finalmente se realiza el plan de implementación con todas las acciones propuestas, de la que se hará un seguimiento para observar la evolución que están teniendo en un horizonte de tiempo corto y corregir aquellas que se desmarcan de los objetivos planteados.

### 5.3.1.2. La técnica de las 5´S

La técnica de las 5S, llamada así por sus cinco palabras en japonesas; se basa en el mejor acondicionamiento del puesto de trabajo, para evitar desplazamientos innecesarios, proporcionando al trabajador, mejor ergonomía en su trabajo, optimizando el almacenamiento, la búsqueda de material; manteniendo así un área limpia, ordenada y segura, evitando accidentes, por elementos mal ubicados que dificulten, el movimiento.

Todo ello se traduce, en mayor calidad de trabajo, mayor productividad y por tanto menos desperdicio. Pero todo esto, se logra a través de cinco pasos, que se describen a continuación:

#### ***Eliminar (Seiri)***

Significa clasificar y eliminar elementos innecesarios en el área de trabajo, que impiden el desempeño eficiente de las tareas. Obteniendo de esta manera, mayor seguridad, mayor productividad.

#### ***Ordenar (Seiton)***

Consiste en ordenar los elementos clasificados, para que sean fácilmente encontrados, dándoles una ubicación exacta; que, en el momento de necesidad de uso, sean accesibles, retornando inmediatamente al lugar asignado; para cuando venga otra persona, acceda y ubique de manera inmediata, lo que va a utilizar.

#### ***Limpieza e inspección (Seiso)***

Comprende la limpieza e inspección del lugar de trabajo, es decir identificar el origen de la suciedad; a través de una inspección exhaustiva, para detectar las causas y eliminarlas, más que atacar en las consecuencias; porque por más que resuelvan estos, no dejaran de aparecer si no se detecta su procedencia. Hay que intentar, que la limpieza sea una parte más del trabajo.

#### ***Estandarización (Seiketsu)***

Una vez aplicada las 3S anteriores, es necesario consolidarlo, sistematizarlo y en eso consiste la estandarización; una metodología que se basa en seguir una serie de pasos o procedimientos, en el que el orden y la limpieza acompaña en todo momento.

Este cometido, se puede lograr a través de fotos instantáneas del antes y el después; o a través de normas, en el que el trabajador comprenda, las actuaciones que se intentan llevar a cabo le facilitan su trabajo, además de otorgarle mayor confort.

### ***Disciplina (Shitsuke)***

Es la disciplina o normalización de los métodos estandarizados, es decir regular la técnica en normas, para que se conviertan en hábitos. Incidiendo en la cultura de la empresa, bajo la

perspectiva del autocontrol, y provocar en los miembros la autodisciplina, para su ejecución. Pero es difícil, porque muchos tienen hábitos enraizados, al que hay que luchar día a día, hasta lograr un cambio de mentalidad.

De todo esto, hay que resaltar los tres primeros pasos se implantan de manera inmediata; en cambio los dos últimos, es más difícil pero no imposible; ya que implica a la dirección y parte de la disciplina del trabajador (Pérez y Quintero, 2017).

#### **5.3.1.3. Kanban**

Es otra metodología más desarrollada, dentro del sistema de producción Toyota, relacionado con la existencia de producto; que busca reducir inventarios, a través de la rotación continua en almacén.

Su objetivo es, obtener una tasa de producción nivelada, para evitar exceso de producto terminado, cuellos de botella, retrasos en las entregas; que influyen en la generación de stock. De esta manera se obtiene mayor flexibilidad y productividad.

Por tanto, Kanban es un método visual, que controla el sistema productivo en cada estación de trabajo y mediante señales, vigila la necesidad de material, para producir lo que demanda el cliente, es decir supervisar que se fabrique en la cantidad suficiente y se reemplacen inmediatamente, una vez que se hayan consumido; como resultado se obtendrá, producción sin existencias, muy similar al sistema de producción tipo pull, un tirón de la demanda, que quiere decir, fabricar al ritmo de lo que el cliente necesite y no como antiguamente se hacía un sistema push, un empujón de la demanda, que genera stock, sobre producción y por tanto desperdicio.

Siguiendo esa dirección de cero existencias, se sustentan los principios Kanban, mencionados a continuación:

**Visualización**, que permite el control de todo el sistema productivo, y así realizar las modificaciones que sean pertinentes.

**Calidad**, realizar bien desde el inicio, dejará menos defectos, retrasos, etc.

**Priorizar-flexibilidad**, mediante un orden y gestión del tiempo se priorizará tareas.

**Proceso**, modificar actividades que sean requeridas por el método Kanban.

**Mejora continua**, realizar continuamente mejoras en función a los objetivos que se van marcando.

En resumen, la metodología Kanban, consiste en mandar señales desde el último puesto de trabajo al inicio, es decir la estación de trabajo aguas arriba, manda una señal Kanban al puesto anterior, para que le proporcione el material necesario y una vez que finalice sus tareas, enviará nuevamente una señal, para que empiece de nuevo.

Estas señales, pueden ser a través de tarjetas o tableros, visuales o electrónicos; que harán, reducir inventarios, detectar y eliminar actividades que no añaden valor, por tanto menos costes de producción (Castellano, 2019).

#### 5.3.1.4. SMED

Es una técnica más de mejora continua, conocida como *single minute Exchange of die*, que significa, cambio de troqueles en menos de diez minutos y se basa en reducir tiempos de cambio de herramienta, aminorar tiempos improductivos de actividades que no añaden valor alguno.

De este modo, se incrementa la productividad, proporcionando mayor flexibilidad al sistema para responder a cambios requeridos de mercado, se reducen los costes y finalmente se mejora las condiciones ergonómicas del trabajador (Diez et al., 2017).

Esta metodología, es utilizada principalmente, para evitar paros de máquina, que no aportan ningún beneficio económico; más al contrario se busca que estén al 100 por cien ocupadas.

Así pues, esta metodología consta de una serie de pasos, que se muestran a continuación:

- 0) Como primer paso es, una evaluación de la situación actual, identificar tareas que se hacen con la máquina en marcha y con máquina parada. Pero, previamente a través de videos, cronometrando el tiempo, se registran, todas aquellas que interviene en el proceso productivo y se clasifican en tareas internas (con máquina parada) y externas (con máquina en marcha). Así mismo se debe formar a los trabajadores sobre los ajustes, mediciones para la puesta a punto antes del funcionamiento y todo deberá estar documentado.

- 1) Una vez hecho esto, se intenta convertir la mayor cantidad de tareas internas en externas, a través de:
  - la estandarización de operaciones de preparación.
  - trabajos realizados en paralelo, es decir mientras la máquina esté funcionando realizar otras tareas.
  - Utilización de sistemas de fijación rápida.
- 2) Como último paso, está la optimización, que consiste en vigilar continuamente, el proceso en máquina y detectar posibles oportunidades de mejora para ser ejecutadas mediante el plan de acciones.

#### 5.3.1.5. TPM (total productive maintenance)

Es total productive maintenance, que significa mantenimiento de la productividad total, una estrategia desarrollada en Japón, para mejorar la efectividad de mantenimiento de los equipos/máquinaria en planta; que permitirá cumplir con los requerimientos del cliente, disminuir el número de defectos, averías, costes de producción y por lo tanto se incrementen los ingresos.

Esta metodología apunta a que los únicos responsables, de que las tareas sean bien ejecutadas; son los trabajadores que están a cargo de máquinas/equipos y saben de primera mano, los problemas que se suscitan en cada puesto; pero no son únicamente ellos, si no todos los integrantes de la empresa, en sus diferentes niveles, por esa razón se involucra desde el personal en planta hasta dirección.

Así pues, se han desarrollado varias estrategias de manteniendo, de las que destacan tres:

- *Mantenimiento preventivo*, son activadas programadas en tiempo y uso del equipo, a posibles fallos que se puedan suscitar.
- *Mantenimiento predictivo*, son en respuesta a un caso particular que suceda en la máquina.
- *Mantenimiento correctivo o de averías*, son aquellas que después de que se han hecho las dos anteriores y aun así no cumple las funciones deseadas o simplemente se presenta fallas, se precisa corregirlas, para ello requiere de un tiempo y parón de máquina.

Por lo tanto, prevenir, detectar y corregir anomalías, ayudara a disminuir fallos en los equipos que provocan interrupciones y parones; así también se reduce el número de defectos, otorgando mayor satisfacción al cliente, con un mayor uso de la máquina y bajos costes de mantenimiento. (Modgil y Sharma, 2016; Herrero, 2017)

### 5.3.1.6. Herramientas de seguimiento

Son herramientas que se utilizan para realizar un seguimiento del proceso de mejora, de cómo se está llevando a cabo y si está cumpliendo los objetivos. Para ello, se establece unos indicadores, que informen sobre la situación actual, los objetivos, y hasta qué punto se están cumpliendo y realizar correcciones. Y uno de ellos son los KPI (key performance indicator) indicadores claves de rendimiento.

### 5.3.2. Recursos Humanos

Una vez visto, las herramientas de planificación y control, que evitan generar desperdicio y trabajar al cien por cien de rendimiento; es importante considerar, los recursos humanos, que son los responsables de ejecutar las tareas, en los diferentes puestos de trabajo. Por lo tanto, un personal motivado, cualificado, identificado con la misión de la empresa, podrá llevar con éxito los procesos de mejora.

Para ello, se ha identificado dos herramientas útiles; Shojinka y Soikufu.

#### 5.3.2.1. Shojinka

Es una técnica de origen japonés, que significa variación del número de trabajadores en taller, combinado con el saber hacer del trabajador; es decir cuando existe variación en la demanda, en el que hay periodos, donde el incremento es significativo; entonces para poder satisfacer a la necesidad del mercado es necesario, aumentar el número de trabajadores y pasa lo mismo cuando decrece, cuando solo se necesitan un número limitado de trabajadores, y lo que hace esta sistema es responder a estas fluctuaciones (Anaya, 2007).

Pero, un aspecto importante que considerar, es la polivalencia del trabajador; es decir que pueda desempeñar cualquier tarea que se requiera, bajo la perspectiva de atender la demanda sin necesidad de contratar personal extra y abastecerse con el que cuenta.

Y para poder implantar esta técnica, es necesario cumplir los siguientes requisitos:

- ✓ Disponer de un diseño de layout de planta basado en el producto, es decir agrupar procesos similares, que comparten más o menos la misma tecnología, constituyendo pequeñas líneas en U, en el que estén próximas entre sí.
- ✓ Contar con personal polivalente, que sepa del manejo de distintos tipos de máquina, mantenimiento entre otras; para ello es necesario que la empresa se encargue de formarlos, motivarlos, y que realicen las tareas rotando diferentes

puestos y así, no solo sabrá el uso de la máquina, sino también del proceso en sí.

- ✓ Realizar un seguimiento continuo de todas las operaciones, rutinas y demás.

Con lo cual, permitirá obtener mayor flexibilidad, en cuanto a número de trabajadores, que se requieran en función a la demanda; por otra parte, se disminuyen inventarios en curso, porque solo se fabrica lo que se demanda, reduciendo en gran medida plazos de fabricación, espacios innecesarios, que generar desperdicio.

### 5.3.2.2. Soikufu

Es una estrategia desarrollada en Japón que significa "...programa de recogida y aprovechamiento de ideas y sugerencias de los trabajadores" (Aráuzo, 2016, p.42); donde se toman en cuenta las aportaciones del trabajador.

Para ello, existen diferentes mecanismos; como buzones de sugerencias, donde se depositan ideas, que son recogidas y analizadas por diferentes expertos y aquellas que sean buenas, son recompensadas, a través de promociones internas o recompensas monetarias, logrando de esta manera mayor motivación del empleado.

Por otra parte, el resto de las ideas que quizás no son factibles en este momento se guardan para ser revisadas más adelante.

Por otro lado, otra forma de aprovechar las ideas de los trabajadores, son los círculos de calidad; que están constituidos en no más de diez personas de un mismo proceso, acompañado del jefe de sección.

Este grupo se encarga, básicamente de analizar los problemas que se presenta en la sección, encontrar posibles soluciones y realizar seguimiento de las buenas prácticas puestas en marcha; también se realiza propuestas de mejora, que se han detectado para ser implantadas.

Es importante, la implicación del empleado en cualquier proceso de mejora, porque muchas veces son ellos la solución al problema, porque conocen muy bien el trabajo que desempeñan; y debe realizarse de manera constante, no solo para momentos puntuales.

De esta manera, se impulsa la participación del trabajador a través de sus aportaciones, se fomenta el desarrollo de sus capacidades, se contribuye a la formación continua y sobre todo, mayor motivación del trabajador hacia su trabajo.

### 5.3.3. Herramientas de estandarización de procesos

Para la elaboración del sistema de producción Toyota, la estandarización de procesos, es fundamental para evitar generar desperdicio, un aspecto que considerar en cualquier pilar sobre los que se sustenta este sistema. Para ello se verán:

#### 5.3.3.1. Heijunka

Es “la distribución uniforme de la producción de diferentes tipos de productos a lo largo del día, la semana, el mes” (Anónimo, 1992 citado en Coleman y Vaghefi, 1994), un concepto que ha sido desarrollado dentro del sistema de producción Toyota y que muchos autores, consideran la base; porque toma en cuenta la variabilidad de la demanda, en cuanto cantidad, plazo y tipo de producto.

Así pues, muchas empresas no son uni-producto, generalmente tienden a fabricar más de uno, con alguna variación entre ellas o suele darse el caso, que son totalmente diferentes una de otra; pero en cierta medida comparten procesos.

Y para responder a esta cuestión; se ha desarrollado lo que viene a llamarse producción mixta o Heijunka, que se encarga de formar pequeñas series de modelos mixtos-intercambiables, para que sean producido en la misma línea.

De esta manera, se consigue una producción mixta de modelos intercambiables, al que se incorpora el concepto de nivelado, conocido también como balanceo de línea, que consiste en balancear e igualar si fuera posible, las cargas de trabajo de cada proceso que afecta a la línea, con el objetivo de conseguir un equilibrado homogéneo.

Así pues, en lugar de fabricar por lotes, como se hacía antiguamente, se fabrican pequeñas series, que son repuestas en la misma proporción, de esta manera se evita generar inventarios, pero además proporciona otras ventajas como:

- Tiempos de entrega regulados, entre un lote y otro, porque vienen a ser pequeñas series.
- Reposición de materiales, producto solo si es necesario, así se evita generar inventarios.
- El nivelado, absorbe necesidades imprevistas.

Hay que recalcar que este sistema no funciona si no se trabajan adecuadamente, las otras técnicas de mejora como: SMED, 5S´, Tarjetas Kanban, y otros, que evitan generar despilfarros.

### 5.3.3.2. JIT (Just in Time)

La filosofía JIT (just in time) se basa principalmente en eliminar desperdicios; se trata básicamente de producir lo que se necesita, en el momento en que sea requerido; similar al de un supermercado, reponer cuando haga falta.

Por ejemplo, por medio de tarjetas, donde el último en coger la existencia lleva la tarjeta para dar el reporte y ser repuesta en la misma cantidad.

Por otro lado, están las capacidades y habilidades del trabajador, aprovechar su pericia, para resolver problemas de manera eficaz, eficiente y rápida y responder a las fluctuaciones de la demanda.

Este concepto, desarrollado en 1950 (por japoneses), donde la calidad y los plazos de entrega, eran los aspectos que más cuidaban las empresas; pero el comportamiento de la demanda obligaba a reducir esos plazos, pero además se exigía variabilidad en los productos.

Por tanto, manejar lotes en gran cantidad, no era una opción; además que se exigía espacios de almacenaje enormes, generando inventarios, coste, etc.

Es así como Taichio Ohno, estableció satisfacer a la demanda como si se tratase de un supermercado, en el que únicamente se fabrique en función a lo que se demandé, es decir que cada unidad de trabajo produzca lo que mande puesto siguiente, creando un sistema PULL (jalón de la demanda).

Para llevar a cabo este sistema es necesario que:

- Los tiempos de ciclo, de cada estación de trabajo, deben ser mínimos y ajustados a la demanda, con cargas de tiempo similares.
- Rediseñar los flujos de proceso, para detectar y eliminar etapas, que no añaden valor, y seguir una distribución celular,
- Reducir los tiempos de cambio de útil, que se podrá realizar con la ayuda del SMED.
- La materia prima en bruto debe entrar sin defectos.
- No pasar ordenes de trabajo que estén defectuosas.

A continuación, para su implementación se realiza los siguientes pasos:

- ✓ Evaluación de la situación actual, donde se van detectando anomalías, problemas y posibles causas.
- ✓ Analizar la capacidad del personal, cualificación, con el fin de implementar programas de formación si fuese necesario.

- ✓ Analizar el mercado actual, a través de un análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas), con el fin de detectar oportunidades de mejora.
- ✓ Se realiza un plan de implementación, que constituirá una serie de proyectos, y estará formado por la dirección y jefes de taller
- ✓ Se forman grupos multidisciplinarios, donde se asignan tareas y propone soluciones.
- ✓ Se realiza la implementación, comunicando a todo el personal.
- ✓ Posteriormente se realiza un seguimiento, de las mejoras puestas en marcha a través de indicadores.

Como resultado se obtiene, aumentó de la productividad, se eliminan inventarios, se reducen costes y sobre todo se evita generar despilfarros.

### 5.3.3.3. Jidoka

Es un sistema que asegura la calidad en los productos y por ende en los procesos. Es un término japonés que significa “automatización con...toque humano” (Galgano , 2004, p.80), es decir involucra la inteligencia humana en la máquina, donde el operario vigila en todo momento su correcto funcionamiento, asimismo se busca que el trabajador, este realizando actividades de valor añadido, para ello existen diferentes mecanismos como por ejemplo:

Dispositivos Poka Yoke, que verifica lo que este saliendo de los diferentes procesos salgan bien; deben ser colocados, en áreas estratégicas o lugares que pasan por desapercibido y elaborados, con la ayuda de los empleados, que conocen mejor los procesos y donde son necesarios.

Por otra parte, están las máquinas, donde se generan problemas, que provocan el paro de la línea de producción, ya sea porque existen, fallos en la propia máquina o se pone en duda la calidad de los productos; entonces se realiza un análisis del origen y las posibles causas. Y una herramienta útil es preguntarse cinco veces porque, es decir que una pregunta lleve a la siguiente, hasta encontrar la raíz del asunto, de tal manera que se responda a esas inquietudes con la ayuda de los operarios.

En ambas situaciones la intervención del trabajador es fundamental para:

- Prevenir productos defectuosos que sigan su curso.
- Eliminar sobreproducción por defectuosidades, que ocupan espacio en almacén.
- Entender la raíz del problema, para que no suceda nuevamente.

Finalmente hay que destacar, que este sistema valora mucho, la implicación del empleado, que ayuda a detectar problemas, que muchas veces pasan por desapercibido; pero además

se consigue mayor motivación en él, que no solamente es aquel, que ejecuta ordenes como si fuera una maquina más, al contrario, es alguien que aporta ideas, resuelve problemas.

## **5.4. Fundamentos teóricos de la empresa caso de estudio**

### **5.4.1. Antecedentes de la Empresa**

Hoy en día, muchas empresas del sector industrial externalizan su trabajo, porque económicamente les es más rentable, en cuanto espacio, tiempo, tecnología o simplemente no les compensa realizar ese tipo de actividad, por el cual muchas compañías, se especializan en diferentes proyectos; consiguiendo de esta manera rentabilizar el negocio a través de la subcontratación.

Como es el caso de la Fundación Lantegi Batuak, especialista en cuatro áreas de negocio, a través de sus 21 centros, distribuidos en todo Vizcaya, que vienen a ser: mecanizado y montaje, electrónica y cableado, montajes eléctricos, producción y logística. Así pues, este trabajo se centra en el área de mecanizado y montaje, ubicado en Abadiño, uno de los centros que desempeña este tipo de actividad.

Para comenzar se hará un breve resumen de la fundación, quienes son, como está constituido, además de otros aspectos.

#### **Fundación Lantegi Batuak**

Lantegi Batuak es una fundación sin ánimo de lucro, que nace de la iniciativa de un grupo de padres, preocupados por el desinterés que existe en la sociedad y lo difícil que es a nivel familiar, lidiar con personas con discapacidad intelectual<sup>10</sup>; fundaron la asociación que lleva el mismo nombre, con el fin de generar conciencia en la sociedad y brindar apoyo a las familias, se crearon varios centros de asistencia inexistentes hasta entonces.

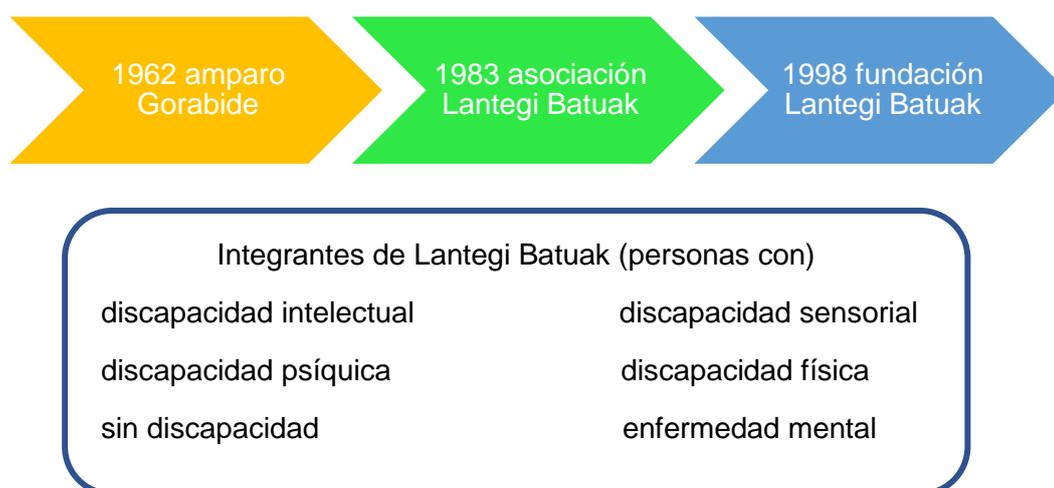
Así en 1962 de la mano de Gorabide, se crea los primeros puestos de trabajo, para personas con discapacidad intelectual, para realiza tareas que posibiliten el desarrollo de sus destrezas, habilidades, lo que provocó el surgimiento de varios talleres. En 1983 se unificaron y dieron lugar a Lantegi Batuak, nombre comercial, que proporciona el desarrollo

---

<sup>10</sup> Discapacidad intelectual, son limitaciones que impiden el desarrollo completo de sus habilidades, son personas que les cuesta, aprender, comprender y comunicarse, pero con el apoyo adecuado pueden progresar tranquilamente, hay que señalar dentro de este tipo existen también las grave y múltiples que necesitan apoyo en todo momento, para vestirse asearse, etc. (Plena Inclusión, s.f.).

de personas con discapacidad psíquica<sup>11</sup>, la oportunidad de formación, ocupación y empleo. Pero su trayectoria fue más allá, en 1987 se incluyó a personas con discapacidad física o sensorial<sup>12</sup> y en 2001 a personas con enfermedad mental<sup>13</sup>.

Logrando así, constituirse como fundación en 1998, compuesta como una sociedad mercantil con personalidad jurídica propia. Hay que añadir, que a día de hoy se han incluido también a personas sin discapacidad, figura 5.4.



**Figura 5.4. Trayectoria Lantegi Batuak e integrantes**

Sobre esta base, se fundamenta su misión, una organización sin ánimo de lucro, que genera oportunidades de desarrollo, a las personas con discapacidad preferentemente intelectual, en el ámbito industrial y de servicios, que posibilita la inserción, pasando por formación y orientación, a los centros ocupacionales de empleo hasta el empleo ordinario. Así pues, este trabajo está orientado en el aspecto industrial, de la fundación.

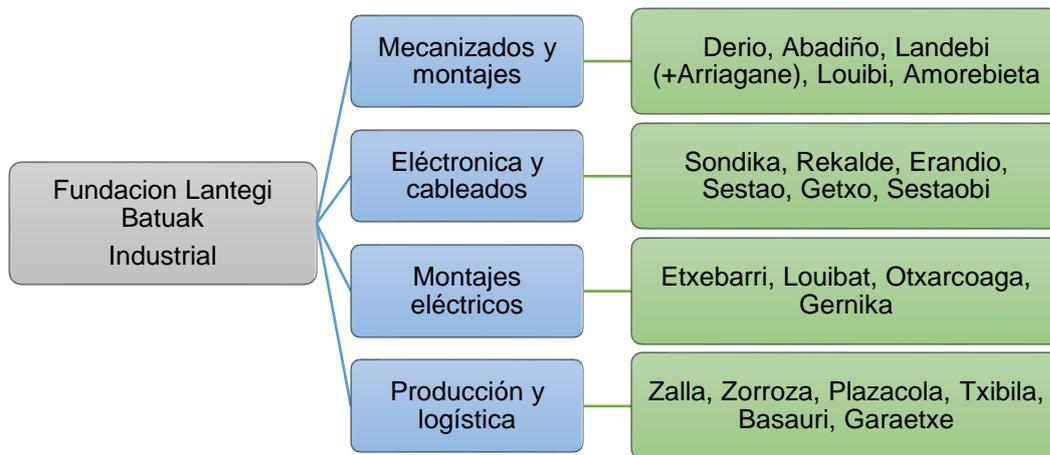
Que comprende, cuatro áreas distribuidos en 21 centros, ubicados en diferentes localidades de Vizcaya. En la fig. 5.5 se muestra las zonas que comprende cada área.

<sup>11</sup> Discapacidad psíquica, son alteraciones que están relacionadas con el comportamiento del individuo, producto del trastorno mental (Tipos de Discapacidad que Existen y Clasificación, 2017)

<sup>12</sup> Discapacidad física, deficiencias en el aparato motor o las extremidades que impiden el pleno desarrollo de sus actividades.

Discapacidad sensorial, es la pérdida de su capacidad auditiva o visual (Tipos de Discapacidad que Existen y Clasificación, 2017)

<sup>13</sup> La enfermedad mental, son trastornos que afectan al comportamiento, a las emociones y al pensamiento. (Enfermedad mental, s.f.)



**Figura 5.5. Distribución por áreas de trabajo. Adaptado de presentación Lantegi Batuak (2018)**

Al respecto hay que añadir la particularidad de la plantilla que ha ido cambiando constantemente, debido a nuevas incorporaciones, que se han dado a lo largo de su trayectoria, que han categorizado la misma en tres tipologías; con la finalidad de dar las mismas oportunidades, a todo aquel que quiera ser parte de Lantegi Batuak, quedando de la siguiente manera:

Centro ocupacional (CO): fomenta el desarrollo personal y social de personas con discapacidad a través del empleo, no involucra contrato de trabajo, ni remuneración económica.

Centro especial de empleo (CEE): es el desempeño de una actividad productiva, que implica remuneración económica para personas con discapacidad (intelectual, mental, física)

Sin discapacidad (SD): es el desarrollo completo en actividades productivas, que implica relación laboral con contrato de trabajo y está regulado bajo el régimen ordinario y se aplica también a CEE.

### Proyecto Kaizen (mejora continua) en Lantegi Batuak

Como se dijo anteriormente, la fundación Lantegi Batuak ha ido creciendo durante estos años, aumentando su bolsa de trabajo, así como el número de centros y en el afán de seguir en ese camino, responder a las necesidades cambiantes del mercado y la alta flexibilidad que requieren; desde 2018, ha emprendido un proyecto de mejora continua, el método Kaizen, que pretende incrementar la competitividad, reducir plazos de entrega, aumentar el valor añadido; involucrando a todo el personal que integra cada centro, que va desde operarios, administrativos hasta llegar a dirección general.

Este proyecto, implantado como prueba piloto, en tres centros (en 2018) y por los buenos resultados que han dado, se extiende a toda la red y para el 2019, se apunta a que varios centros, estén implantando esta metodología entre ellas Abadiño.

Así pues, esta metodología de origen japonés, en el sector de la automoción se ha adaptado a los requerimientos de la fundación; agrupándose en tres pilares, que están interrelacionados:

- Kaizen diario, consiste básicamente en analizar la mejora, organización de equipos y espacios de trabajo, a través de reuniones y círculo PDCA (plan, check, doing, act) como nivel 1, las 5 S´ nivel 2, la estandarización nivel 3, resolución de problemas nivel 4.  
Y una vez que se ha llevado a cabo todos los niveles, se debe mantener ese ritmo de trabajo adquirido.
- Kaizen proyectos, se analiza aspectos relacionados con producción, que implica la distribución del taller, procesos productivos, calidad y otros. Y este se va trabajando a la par del anterior.
- Kaizen líderes, está relacionado con dirección general, que analiza aspectos de formación y gestión del conocimiento, comunicación y auditorías, que se resume en mejora de la estrategia y motivación. Y este al igual que las dos anteriores se trabaja paralelamente.

### **Taller Abadiño (Montajes y Mecanizados)**

Como se ha explicado este trabajo, aborda uno de los centros, que comprende el área de montaje y mecanizado, ubicado en la localidad de Abadiño; llamado bajo el mismo nombre taller de Abadiño.

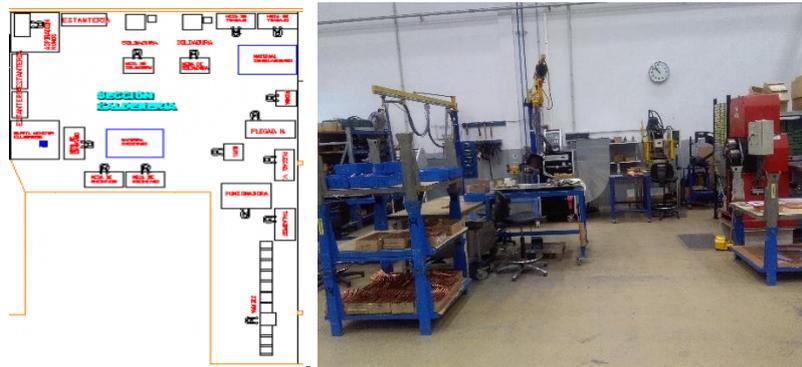
Este taller, empezó su actividad en septiembre del 2009, de la mano del jefe de taller Unai Ibarondo y monitores como Fernando, María, Cristina, Mikel y Manu, iniciando su actividad en el sector de la estampación, operando con taladro y prensa únicamente y que más tarde se añadiría el sector de calderería, plastibor y tecnichapa y otros trabajos que en su momento se trabajaron, pero se quitaron por concentrar otros proyectos más interesantes. Quedando a día de hoy en cinco secciones y de cada uno de ellos, se hará una breve explicación.

#### **Sección Calderería**

La sección, básicamente se dedica a montaje y mecanizado de rotores, estator y ceniceros, para el sector eólico y eléctrico, que engloba una serie de pasos según tipo de cliente, estos

son: lijado, plegado, redondeado, conformado, soldadura, tratamiento y corte; cabe recalcar, que no todos los productos pasan por cada una de estas etapas.

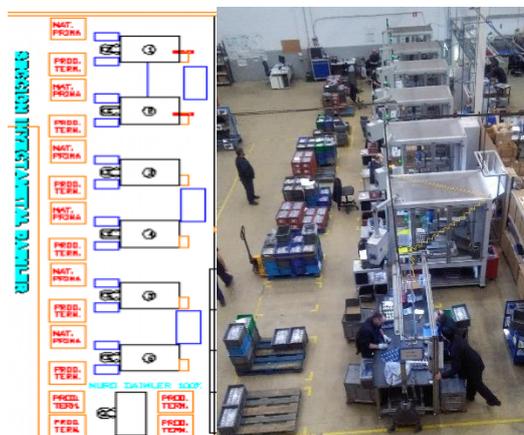
Además, hay que añadir, que la materia prima viene a ser en: pletinas (barras de Cu, de longitudes de hasta 4 metros) y chapas (piezas cortadas por chorro con agua debido a la geometría); al que se les somete diferentes procesos y enviadas a INDAR, taller Derio Lantegi Batuak; en cajas de cartón, en pallet europeo, americano; pero todo esto se explicara a detalle más adelante, figura 5.6.



**Figura 5.6. Sección Calderería. Adaptado de Documentación Lantegi Batuak, Taller Abadiño**

### Sección Daimler

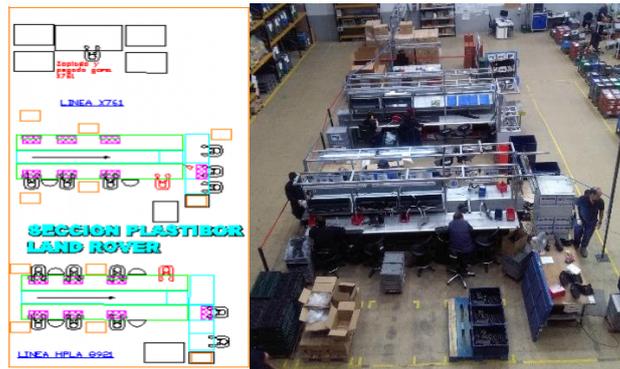
La sección Daimler, realiza únicamente montaje de piezas, para el sector de automoción (Renault), para el cual se le proporciona todo el material; materia prima en bruto, casquillos y las máquinas de inyección, por CIE Inyecta metal, que a la vez es cliente final. La particularidad del proceso, es que una vez montada la pieza con el casquillo, como paso final, pasa por el muro de calidad, que consiste en volver a desembalar, las piezas terminadas y examinar una a una, la posición del casquillo y en caso de no estar, se pasa a rechazo, abriendo una disconformidad. El producto final se envía en cajas de cartón apiladas una sobre otra, en pallets europeos, figura 5.7.



**Figura 5.7. Sección Daimler. Adaptado de documentación Lantegi Batuak, Taller Abadiño**

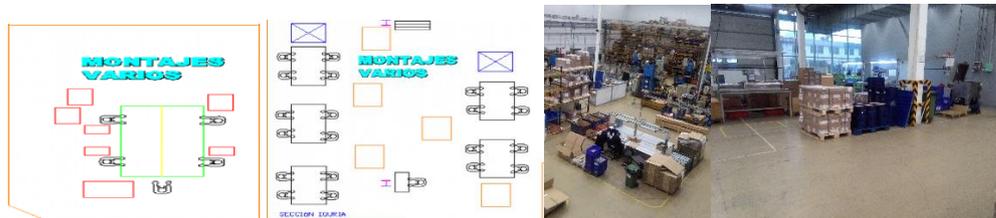
### Sección Plastibor (automoción) y Montajes varios

Comprende dos áreas, por un lado; el montaje de piezas del sector de automoción (Jaguar y Renold), para no meter ruido, que concierne dos proyectos el HPLA y el X761, que constituye cuatro referencias; para el cual el material lo proporciona el propio cliente PLASTIBOR, que trae de diferentes proveedores con los que trabaja, figura 5.8.



**Figura 5.8. Sección Plastibor. Adaptado de Lantegi Batuak, Taller Abadiño**

Y por otro lado esta, montajes varios que constituye diferentes empresas, que son los que proporcionan el material y son clientes finales a la vez, siendo estos: GABI, se hace el montaje de piezas para el sector automoción; ASEBAL, se realizan varios montajes; DOCUMAT, son montajes con cola y a la vez explosivos; IGURIA, se hacen embolsados; LEGRAND, un cliente que es compartido con la sección de estampación, al que se le hace operaciones de prensado, se manda a tratamiento y vuelve para esta sección, para realizar el empaquetado; PRONUTEC, también son montajes, pero lleva sin hacerse dos años, ya que van tirando de stock a medida que lo requiere el cliente, figura 5.9.

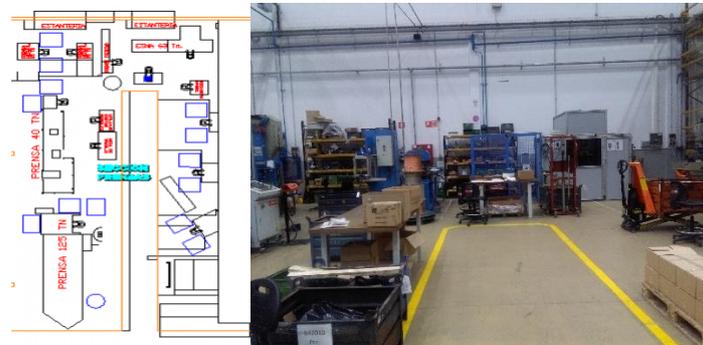


**Figura 5.9. Sección Montajes Varios. Adaptado de Lantegi Batuak, Taller Abadiño**

### Sección Estampación

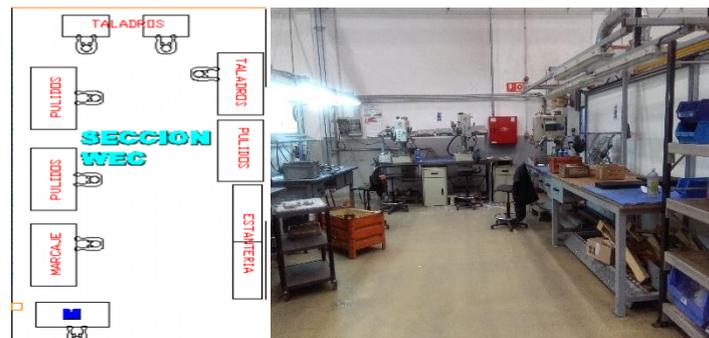
Esta sección se encarga principalmente de fabricación de piezas para componentes eléctricos, interruptores grandes que van a centros de transformación, teniendo como cliente

final ORMAZABAL y MESA. La materia prima de la que se abastecen son galletas (nombrada de esta manera por la forma que tiene) o pletinas de Cu en su mayoría y son transportadas en pallets europeos, figura 5.10.



**Figura 5.10. Sección Prensas. Adaptado de Lantegi Batuak, Taller Abadiño**  
**Sección WEC+ASSL**

La sección WEC realiza piezas pequeñas para aeronáutica, vienen en chapas cortadas por láser al que se le somete distintas operaciones según tipo de pieza, que viene a ser un retaladrado, un avellanado, un matizado y finalmente un grabado, que es la trazabilidad donde se refleja cuando y quien lo ha hecho, cabe señalar que por esta última pasan todas, en cambio en las otras no. Por otro lado, el aprovisionamiento del material lo realiza la misma empresa WEC-MESIMA, al que únicamente se le realiza pequeñas modificaciones y se le envía a el mismo, siendo proveedor y cliente a la vez, figura 5.11.



**Figura 5.11. Sección WEC. Adaptado de Lantegi Batuak, Taller Abadiño**

En cuanto a la sección ASSL (aislantes solidos) realiza montaje para protección de productos de alta tensión del sector eléctrico con borna superior, inferior y un tubo. Y en cuanto material lo provee el mismo ASSL y la fundación Lantegi Batuak, siendo este último que adquiere a proveedores que son marcados por ASSL, figura 5.12.



**Figura 5.12. sección ASSL. Adaptado de Lantegi Batuak, Taller Abadiño**

Después de haber detallado, como está constituido el taller de Abadiño, uno de los centros, que está empezando a implantar el método Kaizen, que se constituye en tres pilares trabajados a la par.

La fase en la que se encuentra actualmente, en relación a Kaizen diario, están con el nivel 1 a la espera de pasar al siguiente nivel.

En cuanto a Kaizen proyectos, se ha desarrollado un planning, como se muestra en la figura 5.13, donde diferentes subproyectos se desarrollarán uno tras de otro. Cada subproyecto marca, el equipo que lo llevara a cabo, los indicadores de control que reflejaran la mejora, el ahorro que supone, así como la inversión. Es evidente, que cualquier mejora que se realice, es necesario cuantificarlo, para evidenciar los resultados.

Proyecto	Equipo	Indicador	Espacion Inicial	Objetivo	% Mejora	Ahorro Anual (€/año)	Inversiones	Trimestre 1 Feb-Mar. 2019	Trimestre 2 Abr-Jun. 2019	Trimestre 3 Jul-Sep. 2019	Trimestre 4 Oct-Dic. 2019	Trimestre 1 Ene-Mar. 2020	Trimestre 2 Abr-Jun. 2020	Trimestre 3 Jul-Sep. 2020	Trimestre 4 Oct-Dic. 2020
Diseño Lay-Out Planta	Urtzi, David, Viviana, Usai, Monitores, Iñzi	Espacio (m <sup>2</sup> )	1934 m <sup>2</sup>	Reducción 150 m <sup>2</sup>	8%	11.700 €/año		Corte por agua							
Diseño área calderería	Julen, Usai, David, Viviana, Iñzi	% Eficiencia (MOD/ventas)	14%	11,5%	18%	37.434 €/año	6.000 €								
Diseño área estampación	Fernando, David, Viviana, Iñzi	% Eficiencia (MOD/ventas)	6,50%	5,3%	18%	17.207 €/año	4.000 €								
Diseño área manipulador.	Haitza, Urtzi, Iñzi	% Eficiencia (MOD/ventas)	110,60%	94%	15%	11.614 €/año	2.000 €								
Diseño área montaje varios/automoción	Iñena, Urtzi, Iñzi	% Eficiencia (MOD/ventas)	89%	76%	15%	20.788 €/año	3.000 €								
Resolución estructura de problemas en montaje dazmier	Joseba, Urtzi, Usai, Iñzi	% Eficiencia (MOD/ventas)	170%	135%	25%	51.600 €/año	20.000 €								
SMED prensas	Fernando, David, Iñzi	Tiempo de cambio	51'	28'	45%	3.655€/año	10.000 €								
Logística interna	Patxi, David, Iñzi	Incluido en diseño en línea													
Diseño de almacén		Eliminar almacén externo													
Planificación capacidad y producción	Urtzi, David, Usai, Monitores, Iñzi														
Gestión componentes y materia prima	Aritz, Usai, Iñzi	Stock materia prima	445.013 €	405.000 €	10%	40.000 € liberación stock, 1000 €/año									
Kaizen diario Nivel 2															

**Figura 5.13. Plan de trabajo 2019-2020**

En el caso de calderería, se ha elegido como indicador la eficiencia (MOD/ventas), porque un tanto el factor humano en este caso los operarios con el proceso productivo, y es el que

mejor reflejara, las mejoras que se planteen en el proceso productivo operarios. Así pues, el punto de partida es el siguiente, tabla 5.2:

<b>Facturación anual</b>	<b>Coste MOD</b>	<b>Inicial (MOD/ventas)</b>	<b>Objetivo (MOD/ventas) Inicial-inicial*mejora</b>	<b>Ahorro anual (coste MOD*mejora)</b>
1.462.793,00 €	205.890,94 €	14,1%	11,56%	37060.36

<b>F.T.E. actual</b>	<b>F.T.E (full time equivalent)</b>	<b>Mejora</b>
<b>11</b>	9	18 %

**Tabla 5.2. Datos de la sección calderería anual**

Como se observa, la sección de Calderería es el segundo subproyecto que realizar y es sobre la que se sustenta el trabajo fin de grado. Porque considera conceptos relacionados con rediseño de línea, estandarización y otros aspectos relacionados, con lo ha aprendido durante los años cursados en el grado y con el fin de ponerlos en práctica y ver la utilidad de lo aprendido, se ha elegido esta sección; además que está contemplado en el horizonte de tiempo.

El resto de las áreas, se analizarán a posteriori, hasta concretar el ultimo subproyecto. Asi mismo, hay que resaltar, que las secciones que mayor valor añadido generan al taller, se centran en dos Calderería y Estampación, principalmente y el resto también, pero en magnitud están esas dos como se ve en la figura 5.14.

Familia de productos	Facturación (€) 2018	Valor Añadido (€) 2018	Stock (€) 2018	Calidad (incidencias-€) 2018	Nivel Servicio (%)
Estampación	1.507.212 (36%)	380.267 (25%)	0	1	100
Calderería	1.462.793 (35%)	682.755 (45%)	215.627	50€ 5	100
Montajes Varios					
Montajes Automoción ASEBAL	1.548.488 (3,7%)	134.439 (8,8%)	0	2 1	100
Montajes Aislantes Sólidos	852.007 (20%)	134.000 (8,8%)	54.380	1	100
Manipulados (taladrado-lijado-pulido) WEC	68.651 (1,7%)	68.651 (4,6%)	0	4	90
Montaje Daimler Automoción	115.057 (2,8%)	115.057 (7,7%)	330.746	3+ 17 goteo	99 (90-100)% letra A
<b>TOTAL</b>	<b>4.160.568</b>	<b>1.515.169</b>	<b>600.753</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**Figura 5.14. Familia de productos por secciones.**

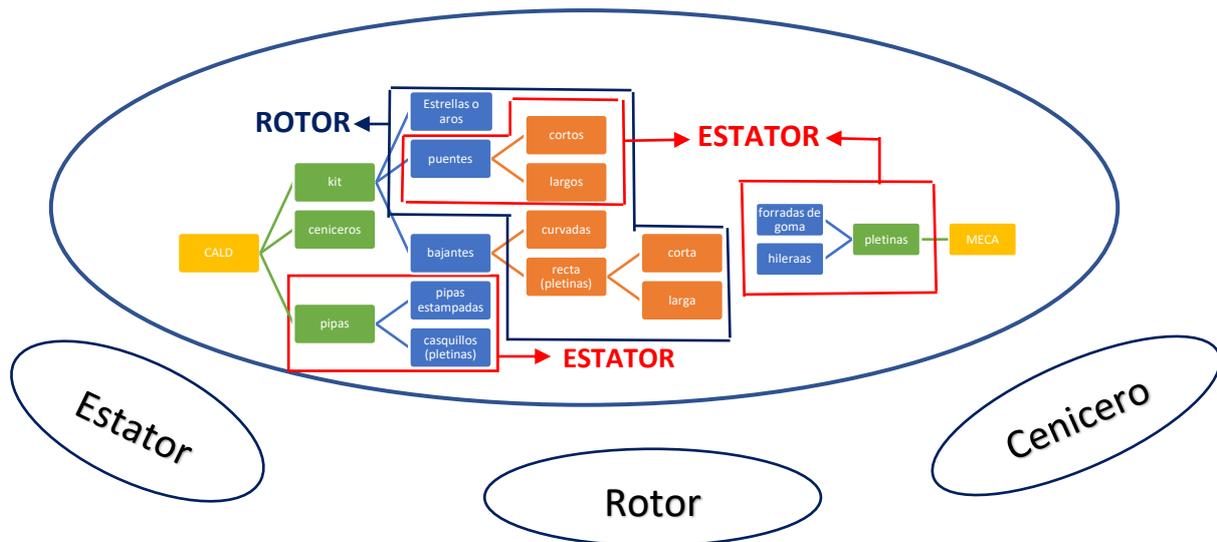
Que han ayudado a definir los proyectos a desarrollar mostrados en la figura 5.13, siguiendo el indicador- valor añadido, ordenados de mayor a menor.

Finalmente, con respecto a Kaizen líderes, lo está desarrollando la alta gerencia, junto a los jefes de cada centro, que ya iniciaron esta metodología.

#### 5.4.2. Descripción del sistema productivo-taller Abadiño

Como se dijo anteriormente, el trabajo fin de grado se centra en la sección de calderería y como primer paso de análisis, se detalla el proceso productivo.

La sección como tal, fabrica diferentes referencias, categorizados como CALD y MECA, que constituyen los rotor, estator y ceniceros; que van para el sector eólico y eléctrico. Así, cada una constituye varias referencias, como ser las estrellas (llamados también aros), puentes (de dos tipos largos y cortos) y bajantes (también de dos tipos curvadas y rectas, siendo esta última de dos tipos: rectas cortas y rectas largas); estas tres generalmente componen los CALD, en cambio los MECAS se forman principalmente de puentes; por otro lado, esta los ceniceros clasificados como CALD y finalmente las pipas, compuesta de pipas y casquillos (pletina H), que son los estator considerados como CALD; como se muestra en la figura 5.15.



**Figura 5.15. Productos calderería**

Al existir tantas referencias, no se puede analizar todas en su conjunto, primero por magnitud segundo, porque muchas de ellas, no son representativas de cara al análisis del proceso productivo. Por esta razón, se ha elegido la que considera la mayor cantidad de operaciones, porque hay algunas, que solo llevan dos, tres o una; por consiguiente, se ha elegido la ref. CALD1094.

Pero antes de realizar, el mapeo de la situación actual, se describe cada etapa que constituye la sección y a partir de ahí, conociendo cómo funciona, se podrá analizar y detectar puntos, donde se generan mayor desperdicio, para posteriormente plantear mejoras.

### Recepción de materia prima

La materia prima viene de URLASER, piezas cortadas por chorro con agua; las de GOILASER, son los ceniceros y finalmente pletinas de CU que están forradas de goma, además de las que están sueltas, ambas vienen de diferentes proveedores, con longitudes 4 a 6 mts pero en caso de urgencia se suele pedir a BRONMETAL.

En cuanto a las piezas que vienen de URLASER, están las estrellas, los puentes largos, las bajantes curvadas. En cambio, las que se fabrican en taller son: los puentes cortos, a partir de los largos, las bajantes rectas y algunas estrellas a partir de pletinas.

Todo el material, es pedido cuando entran OF's nuevas, es decir se fabrican bajo pedido, no acumulando stock, de esta manera se evitan fabricar referencias que dejen de fabricarse en un futuro.

### **Sierra**

Se corta material, que son, las pletinas sueltas (que son los casquillos (perfiles H), las estrellas que se fabrican, las bajantes rectas (corta y larga) y las forradas de goma, los puentes largos, que se pliegan y se corta las patas para obtener los puentes cortos, estrellas que no se piden a URLASER y se fabrica en taller, Normalmente, suelen llevar 3 puentes, uno largo y dos cortos o dos largos y uno corto.

En cuanto, a las pletinas forradas de goma, se envían al taller de Derio Lantegi Batuak, después de realizar el corte, punzonado, corte de las gomas en las puntas y prensado para que quede liso.

### **Taladro**

Se realiza el avellanado y si, alguna pieza requiere algún agujero, se le hace también, pero principalmente es ensanchar el agujero.

### **Punzonadora**

Se punzonan las bajantes rectas cortas y largas (que se fabrican de pletinas), los puentes cortos, las pletinas forradas de goma, y para todo el único cambio de herramienta, que se realiza es el punzón, cambiando el diámetro de los agujeros.

Se fabrican series largas, lo que hace rentable utilizarlas en lugar del taladro, que es para trabajos puntuales, además que se tardaría más.

### **Plegadora vertical**

Se realizan el plegado de ceniceros, que vienen de GOILASER y otros trabajos. Siendo el siguiente proceso, para el caso de los ceniceros; la soldadura y el tratamiento a baño que se envía a INAGA, así también se manda a decapado el resto de las piezas, salvo una que otra que no tiene tratamiento.

Una vez, que este en INAGA, solo los ceniceros van directo al taller de Derio y el resto vuelve para continuar su proceso productivo.

### **Plegadora horizontal**

Se realiza el plegado, de los puentes largos, donde las patas se cortan (en la sierra) para obtener los puentes cortos; se da entrada a las estrellas que no vienen de URLASER que se realizan a partir de pletinas sueltas, se conforman piezas y se pliegan las patas.

Hay una excepción, con aquellas que tienen el agujero muy cerca del plegado, para ello, se hace primero el plegado y luego el agujero, para evitar que sea arrastrado y deformado.

### **Prensa**

Se aplastan y se endereza, las puntas curvadas que salen de la plegadora horizontal (que son las pletinas sueltas), como las pletinas forradas de goma que salen con rebaba de la punzonadora, para dejarlas lisas y se engasta los casquillos (que son los perfiles H de pletinas) de las pipas.

Las pipas, son varillas que se cortan a medida, luego se aplasta para dejarlo plano, esto se realiza en la sección de estampación y en la plegadora horizontal, le dan la curva que lleva la pipa, pero previamente, se debe enmarcar las fases y engastar el casquillo, para que finalmente, se llevan a soldar pipas y casquillos.

### **Curvadora**

Se curvan las estrellas, llamados también aros, que se realizan a partir de pletinas.

### **Material semielaborado**

Corresponden a todas las subcontrataciones; las de mecanizado de piezas, que no son realizado en taller, por la forma geométrica que lleva, estas se envían a INDE y las de tratamiento se envían a INAGA, siendo de dos tipos: el de baño y decapado.

El decapado, se realiza para que quede limpio; ambas son enviados, en contenedores metálicos forrados de cartón y regresan así mismo.

### **Mesas de trabajo**

Se realizan trabajos varios.

### **Soldadura**

Se realiza la soldadura, en máquinas de inducción y en este caso, se sueldan los casquillos a las pipas, sin electrodo.

### **Aspiración de Humos**

Se hace el lijado y recanteo de los CALD y MECA.

### **Mesas de encintado**

Una vez que viene el material tratado de INAGA, se realiza las comprobaciones sobre el plano, para verificar, que no exista irregularidades de forma, calidad y en caso de haberlas, se comunica inmediatamente, para corregirlas.

Y una vez que llegan, algunas pasan directamente a encintado, pero hay otras, que requieren de operaciones adicionales, antes de pasar por esta etapa.

Una vez terminadas, son enviadas a cliente final; INDAR BEASAIN e INDAR EE. UU.. Las que se envían a INDAR BEASAIN, se mandan en cajas de cartón en pallet europeo y las de INDAR EE. UU., en cajas de madera, embalaje marítimo, con bolsa envasado al vacío, previamente identificado.

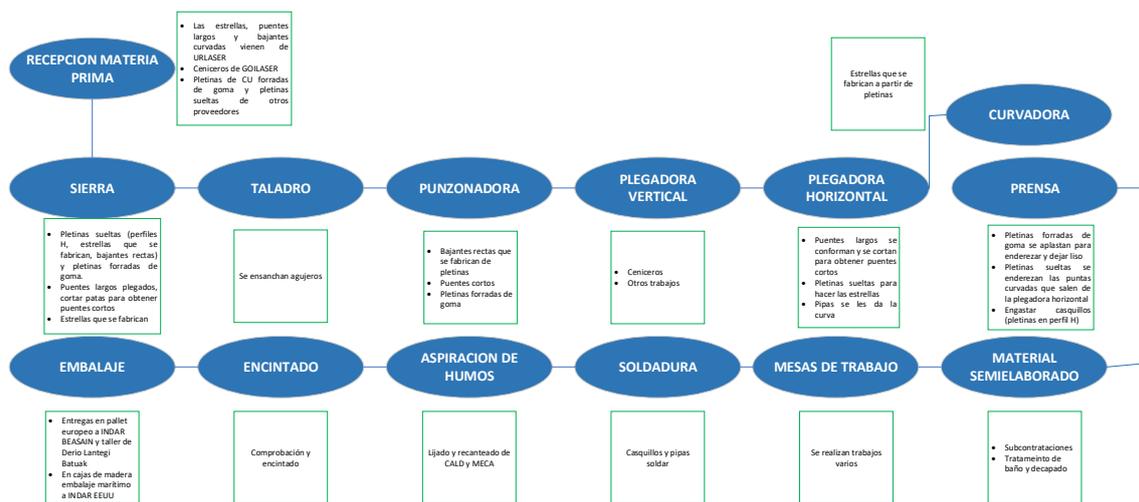
### Entrega cliente final

Finalmente, las entregas se realizan en kit (CALD) y sueltas como las pipas (CALD), ceniceros (CALD), pletinas forradas de goma (MECA), hileras (MECA); por lo tanto, las que se envían a INDAR BEASAIN e INDAR EE. UU. son los kit y pipas y el resto, se envía al taller de Derio LANTEGI BATUAK en pallet europeo.

En el caso de los kits, llamados también juegos, está formado por estrellas, puentes y bajantes, se mandan de uno en uno; salvo si son pequeñas, se expiden más de uno, en una misma caja.

En resumen, tanto los ceniceros, como las pletinas forradas de goma, se envían al taller de Derio Lantegi Batuak y los rotor (kit, pipas) y estator (puentes y pletina) se envían a INDAR BEASAIN e INDAR EEUU.

Todo lo comentado, se muestra en la figura 5.16:

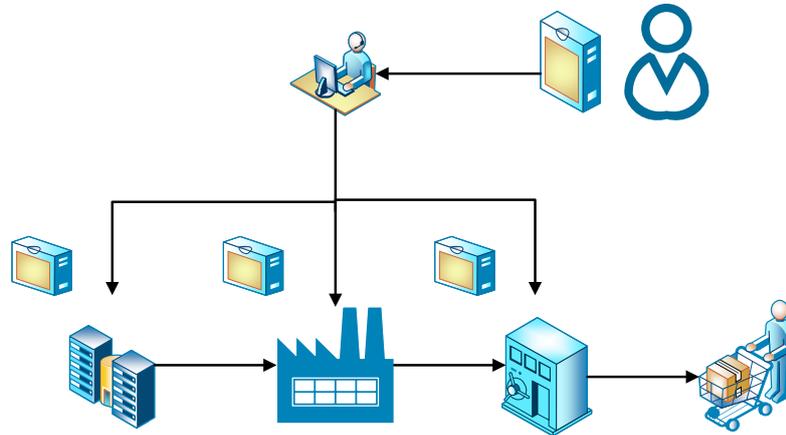


**Figura 5.16. Distribución de la sección de Calderería**

### Planificación actual

La planificación actual, se realiza bajo el sistema pull, como se ve en la figura 5.17, es decir bajo pedido de cliente, de esta manera no acumula stock de producto terminado. Pero

cuando entran OF's nuevas se pide material, verificando primero, lo que se tiene en stock de otras OF's sobrantes y se pide las que faltan.



**Figura 5.17. Esquema del sistema pull**

Hay que decir, que la planificación de pedidos, lo manda previamente el cliente, para que se programe en la sección y salga en el tiempo, siguiendo el sistema FIFO. Pero hay un problema en la compra de material, cuando se pide, llega en exceso o vienen con retraso y eso provoca stock en almacén de materia prima.

Por lo que, se debe tener en cuenta a la hora de planificar; la cantidad, la capacidad y el ritmo productivo de cada operación.

Por tanto, como primer paso, se hará el estudio de la situación actual, utilizando el *value stream mapping (VSM)*, con el fin de detectar anomalías en los procesos, mudas que retrasan el proceso productivo, flujos de material e información, para luego plantear mejoras, plasmadas en un VSM futuro. Para ello, se ha hecho el análisis producto-proceso figura 2.18 de la sección (CALD y MECA, las referencias que se fabrican en la sección), dando como resultado, las que mayor valor añadido aportan los CALD, en comparación con los MECAS; considerando además que este último, tiene muy pocas etapas de cara al estudio; se ha elegido los CALD y en concreto la referencia CALD1094, porque pasa casi por todas las etapas y de cara al estudio, es la que interesa, figura 5.18.

codigo articulo	uds venta 2018	% ventas 2018	acum. 2018	codigo arti	uds venta 2018	% ventas 2018	% ventas acum. 2018
MECA8902	12092	46,76	46,76	CALD1045	2938	27,58	27,58
MECA7766	31950	12,44	59,20	CALD1123	1427	13,40	40,97
MECA7402	25300	9,85	69,05	CALD1119	1306	12,28	53,23
MECA10378	19044	7,42	76,47	CALD1086	1193	11,20	64,43
MECA6774	17280	6,73	83,20	CALD1038	778	7,30	71,74
MECA5146	12480	4,86	88,06	CALD1094	646	6,06	77,80
MECA7689	9000	3,50	91,56	CALD1095	640	6,01	83,81
MECA8975	3845	1,50	93,06	CALD785	384	3,60	87,41
MECA7700	2484	0,97	94,02	CALD1042	151	1,42	88,83
MECA12312	2205	0,86	94,88	CALD1090	147	1,38	90,21
MECA8974	1176	0,46	95,34	CALD1037	127	1,19	91,40
MECA11310	975	0,38	95,72	CALD1038	99	0,93	92,33
				CALD1110	94	0,88	93,21
				CALD1111	93	0,87	94,09
				CALD1109	92	0,86	94,95
				CALD1004	85	0,80	95,75
				CALD1115	69	0,65	96,40

**Figura 5.18 Análisis producto proceso CALD y MECA**

Por lo cual, este análisis está centrado principalmente en el proceso y como está distribuido, ya que la planificación de la capacidad y materiales es analizada en conjunto, con todas las secciones, como un proyecto aparte, que se desarrollara para el 2020; como este puesto en el plan de proyecto del taller.

### 5.4.3. Mapeo del flujo de valor actual

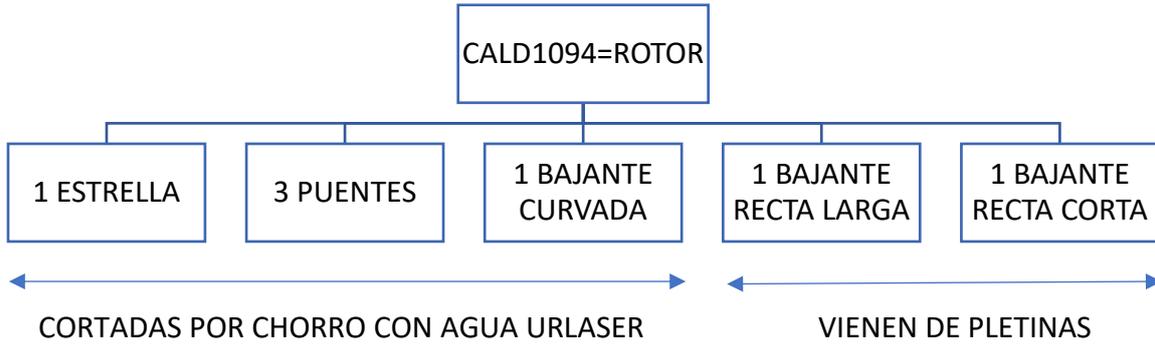
Para comenzar, se realizará el mapeo de la cadena de valor-referencia CALD1094; donde se refleja, las acciones, tanto si son de valor añadido o no, rutas críticas, mudas, desperdicios, para luego plantear mejoras.

En definitiva, se trata de mejorar las operaciones, reducir movimientos, evitar que el personal este sin trabajo, aumentar la velocidad de cada etapa y conseguir un flujo continuo de producción.

Tomando como punto de partida, los requerimientos del cliente, proporcionándole lo que necesita; cuando lo necesita y en el momento en que lo necesita. Por lo tanto, el mapeo se hará, desde cliente final a proveedor, evitando así, olvidar algún proceso y en cada paso, se ira definiendo, las partes que integra el VSM.

#### Cliente

Como se ha dicho, para realizar el VALUE STREAM MAPPING de la situación actual, se hará el flujograma, tomando como referencia CALD1094, que esta compuesto como se muestra en la figura 5.19; en el que las estrellas, los puentes y las bajantes curvadas vienen previamente cortadas (por la geometría que conlleva) de chorro por agua URLASER y en cambio las bajantes rectas largas y cortas vienen de pletinas, como materia prima de otro proveedor.



**Figura 5.19 Diagrama de componentes de CALD1094**

En la figura 5.20 se ve las etapas por las que pasan, tanto los rotor, ceniceros y estator.

codigo art	Familia de producto	Referencia	Corte por Chorro por agua	Pecante ar	Cortar sierra	Punzonar	Avellanar (Taladro)	Prensa ESMA 125	Curvar Plegador a H	Curvar	Plegar Plegador a H	Plegar Plegador a V	Prensa CALD	Cortar sierra	Troqueles	Pemacha	Mecanizar	Soldar	Lijar Soldadura	Marcar/Tratamiento	Soldar cable	Encochar	Etiquetar	Montar kit	
cald1045	CENCEROS	Cenicero pequeño	X	X								X							X	X		X		X	
cald1119	ESTATOR	Katuba			X						X		X						X	X		X			
cald1086	CENCEROS	Cenicero grande	X	X								X							X	X		X		X	
cald1094	ROTOR	Bajante recta larga			X	X	X	X											X	X		X		X	X
		Bajante recta corta			X	X	X	X											X	X		X		X	X
		Bajante curvada	X	X			X	X	X	X	X		X	X					X	X		X		X	X
		Puente	X	X				X	X	X	X			X	X				X	X		X		X	X
		Estrella	X	X				X	X	X	X			X	X				X	X		X		X	X

	Cenicero pequeño (CALD1045) =Cenicero Grande (CALD1086)
	Estator (CALD1119)
	Rotor (CALD1094)

**Figura 5.20 Flujograma de las referencias que constituyen los CALD**

Como se ha dicho anteriormente, se comienza el mapeo, tomando como punto de partida, cliente final, proceso productivo y proveedor y en cada una de las ellas, se extrae información al respecto.

De esta manera, se analizará el proceso y se sacarán conclusiones, que serán comunes, al resto de productos. En la tabla 5.3 se muestra información relacionada con el cliente:

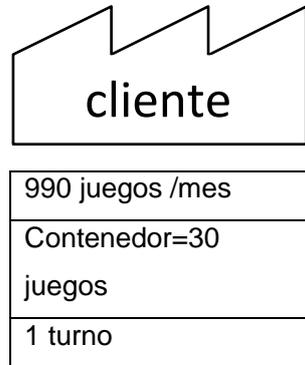
CALD1094	
Demanda anual	10653 piezas
Nº de juegos por contenedor	30 piezas
Nº de turnos	1 turno

**Tabla 5.3 Demanda del cliente**

Considerando, que se trabajan 215 días/año y se contempla 20 días/mes, se calcula la demanda mensual y diaria:

$$\frac{10653 \text{ piezas}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ año}}{215 \text{ dias}} = 49,5 \frac{\text{piezas}}{\text{dia}} \times \frac{20 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} = 990 \frac{\text{piezas}}{\text{mes}}$$

Que será reflejado con la siguiente simbología en el VSM, tabla 5.21:

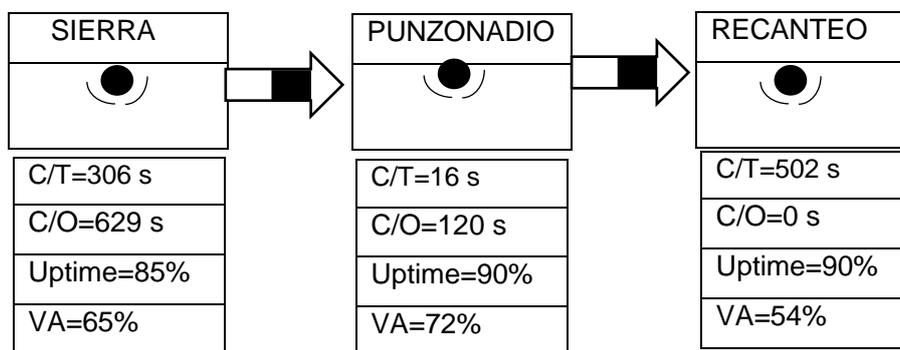


**Figura 5.21 Información del cliente en el VSM actual**

### Proceso productivo

En cuanto al proceso productivo, se representará por medio de cuadros, como se ve en la figura 2.5, con la siguiente información figura 5.22:

- El tiempo de ciclo (T/C), tiempo que transcurre, desde que entra la pieza, hasta que sale otra en la etapa siguiente.
- El tiempo de cambio de utillaje, es el tiempo asociado al cambio de útiles.
- Uptime %, es el porcentaje de utilización de las maquinas.
- Valor añadido %, se refiere al porcentaje de valor añadido, que se calcula, como el cociente del tiempo, que está trabajando la máquina, entre el tiempo total que dura en salir una pieza.



**Figura 5.22 Información del proceso productivo en el VSM actual**

### Inventario

En cuanto al inventario, este se representa con un triángulo, seguido de un cuadro, donde se registra la cantidad y tiempo que permanece almacenado, el material, siendo esta materia prima, semielaborado o producto terminado, figura 5.23:



**Figura 5.23 Representación de Inventario**

Finalmente, se representará el transporte, que se realiza con proveedores, clientes y subcontratas, con el símbolo que se muestra en la figura 5.24 y se acompaña de una flecha, que señala envíos fuera de la empresa.



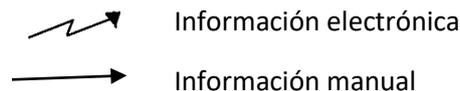
**Figura 5.24 Símbolo de transporte y frecuencia**

### Proveedor

En este apartado, se añade información relacionada con proveedor; frecuencia de entregas y medio de transporte.

### Flujo de información

Está relacionada, con los pedidos del cliente, transferencias de información, en relación a las OF's y material solicitado a proveedores. Si la información de pedidos, que proporciona el cliente es electrónica, se simboliza con una flecha quebrada y si es manual, con una flecha lisa, como se ve en la figura 5.25.



**Figura 5.25 Representación del flujo de información dentro la empresa**

Por último, la información que se transfiere de un proceso a otro, dependiendo de qué sistema se utilice pull (jalar) o push (empujar), se emplea simbologías distintas. En el caso, de la empresa, el sistema que se maneja es bajo pedido, mezclado con el sistema push y

esa es la razón, por la que en muchas de sus etapas tiene, cero inventarios en curso; aunque es evidente que, en algunos, es inevitable la acumulación de stock, y con el VSM se pretenderá reducirlo, para que toda la sección funcione bajo el sistema pull. Este hecho, se detectó cuando se hizo la toma de datos y al observar el proceso de fabricación, en cada una de sus etapas. El símbolo que se utiliza para un sistema push figura 5.26.



**Figura 5.26 Flecha que simboliza el sistema push**

### Control de la producción

Una vez visto, como se representará la planta en cada una de sus etapas, lo más importante pero sin hacer menos a los demás, está el departamento, que recibe todos los pedidos y a través, de un MRP (MATERIAL REQUERIMENTS PLANNING), planifica las diferentes OF's.

Así pues, el cliente manda mensualmente sus previsiones, por vía electrónica y cada dos a tres días de forma fiable, para confirmar los pedidos. En este caso, utiliza como software de apoyo, Factory Wing.

Cada vez, que se hace un pedido nuevo se prepara la OF's y se lo pasa manualmente al monitor de la sección para que, éste organice al personal y se le comunique las necesidades de producción.

De esta manera, cada uno fabrica, la cantidad marcada, pero, al haber muchos cambios de utillaje, control de la materia prima o simplemente, se esté transportando el material hasta la sección provoca grandes desplazamientos, provoca que el personal se quede parado, hasta que se disponga de material y se genera elevados stocks en curso, lo que se traduce en lead time elevados.

Lo que se pretende con el VSM, es detectar donde se generan desperdicios y a partir de ellos corregirlos, plantear mejoras, prevenir casos que puedan llegar afectar al futuro. Este proporciona la siguiente información:

- El tiempo de ciclo de cada proceso
- El tiempo de valor añadido, es decir el precio, que la cliente está dispuesto a pagar, por dicho producto.

- Lead time, que hace referencia al tiempo de entrega, el tiempo que pasa el producto en la línea de fabricación, antes de salir a cliente final.

Hay que aclarar, que el lead time se calcula a partir de los requerimientos del cliente, es decir, dividir la cantidad de inventario entre la demanda del cliente, una vez hecho esto, se compara con el tiempo de ciclo de valor añadido, que no es más que la suma de los tiempos de ciclo, de cada una de las operaciones, con el lead time total. Producto de esta operación, se tiene un 0.53% de VA y el Lead Time es de 23,6 días.

Con estos resultados, a primera vista, se ve que el material tarda en llegar de proveedores, como de tratamiento, lo que provoca que se acumule stock. Por lo tanto, para eliminar todos estos despilfarros y los que se mencionaron anteriormente, se ha planteado un VSM futuro, con las mejoras necesarias, para el CALD1094, cuyos resultados, se extrapolará al resto de productos; porque los tiempos de fabricación son similares, con pequeñas variaciones. Así pues, se tiene el valúe stream mapping actual figura 5.27.

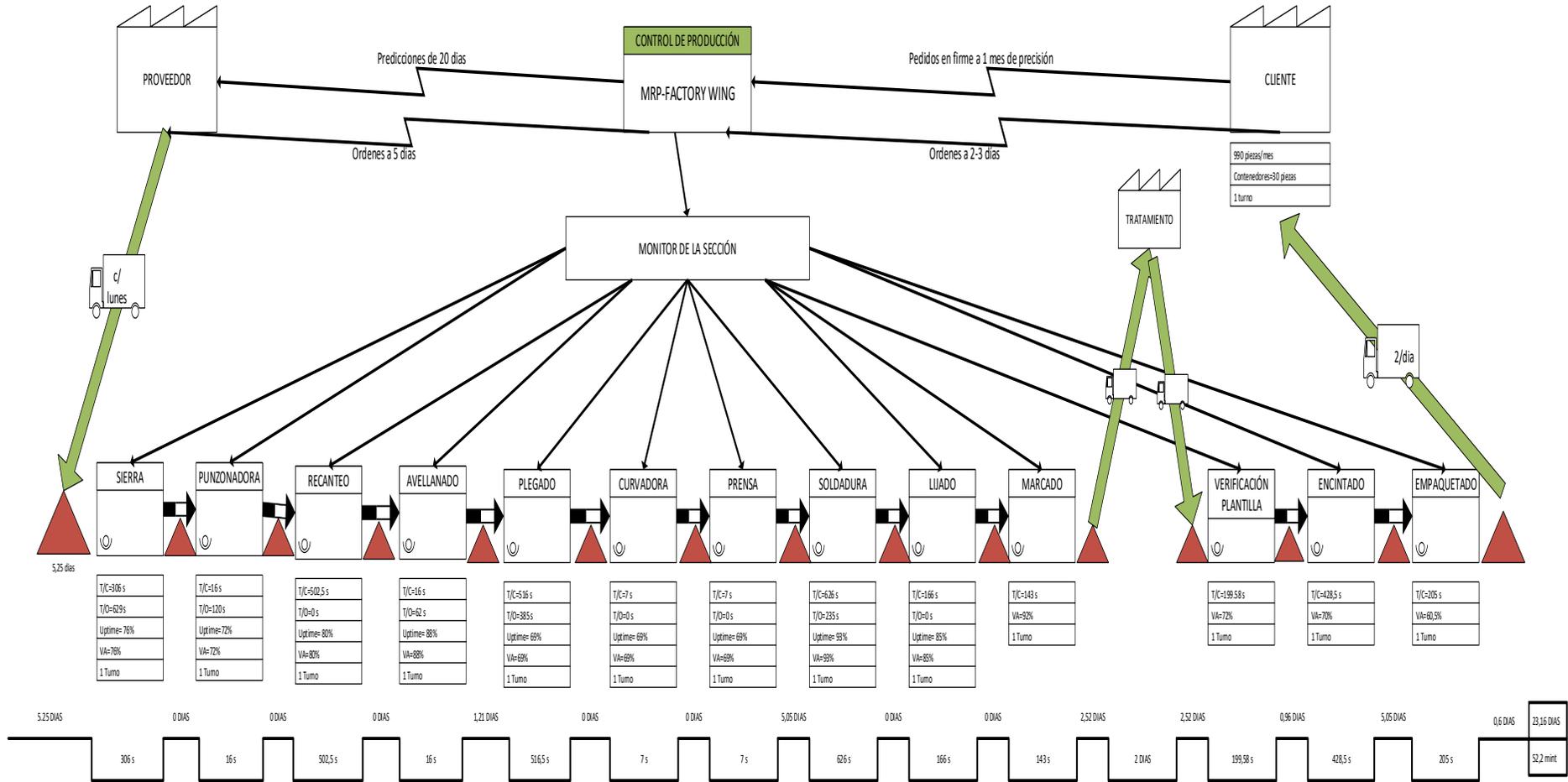


Figura 5.27 El VSM actual

#### 5.4.4. Mejora en los procesos productivos

Para comenzar a realizar el mapeo del VSM futuro, se comienza detectando las mudas, que se generan en el proceso productivo, producto del análisis del VSM actual, e ir actuando sobre cada uno de ellos hasta eliminarlos.

En el caso de estudio, se ha detectado las siguientes mudas:

- **Material parado**, que genera stock, inventarios, además de provocar que el personal para sus actividades por estar a la espera de material.
- **Muda de espera**, se produce cuando hay cambio de utillaje y control de las dimensiones de la materia prima, haciendo que el personal espere hasta que finalicen.
- **Muda de movimiento**, es el transporte de material, que realiza el personal, desplazando grandes distancias o recorridos repetitivos innecesarios.
- **Muda de errores**, son errores humanos, que sucede generalmente en el picking.

Además, hay que considerar las dimensiones de la propia pieza, este es el caso de los aros grandes- estrellas, que se tomará en cuenta, cuando se haga el rediseño de línea de la sección.

Por tanto, para eliminar cada uno de estas mudas, lo primero es rediseñar el layout de la sección, para evitar transportes innecesarios y que estén distribuidos; de manera que se evite, en la medida de lo posible generar inventarios. Y estos, deben estar dispuestos contrarios a las agujas del reloj, para aprovechar el uso de la mano derecha y evitar accidentes; mientras va fluyendo material. Así pues, dicha disposición será establecida, una vez se haya balanceado la línea, es decir ajustar la producción a la demanda del cliente, a través del Takt Time, para obtener un flujo continuo, ininterrumpido de piezas y así evitar genera stocks; pero en el caso, de no poderse establecer un flujo continuo, se pensara en supermercados, tarjetas Kanban; generalmente se situarán, donde los tiempos de cambio son elevados y se necesiten grandes lotes, para satisfacer la demanda, pero esto se verá más adelante.

Cada una de las etapas, debe estar correctamente organizada y distribuido el material, con las herramientas necesarias, fácilmente localizables y dispuestas a la mano, para ello, siguiendo la metodología de las 5S's, se conseguirá estaciones de trabajo limpias y

ordenados. Estos conceptos, hacen referencia a la filosofía Lean, que se fundamenta en producir, lo que el cliente necesita, cuando lo necesita y en el momento en que lo necesita.

Como se ve, en la figura 2.27, el producto pasa mucho tiempo en fabrica, y como resultado un lead time de 23,6 días, frente al tiempo que lleva en producirlo 52,2 mint. Además, se ha visto, que cuando hay cambio de útiles, se producen por lotes de cantidades elevadas, debido al elevado tiempo de cambio de utillaje que conlleva cada producto. A esto, hay que sumar, el tiempo que permanece el material en almacén, en el caso de las materias primas, una vez que llega de proveedor; así también sucede con el producto terminado, cuando termina de salir de la última etapa, se lleva a almacén inmediatamente.

Así pues, para conseguir reducir los stocks, se establecerá flujo continuo pieza a pieza, para ello, es necesario estandarizar operaciones y observar en cada una de las etapas, si se puede establecer este sistema o no; caso contrario se pensará en supermercados y tarjetas Kanban. Para ello se debe fabricar al ritmo del takt time, siendo este:

$$takt\ time = \frac{tiempo\ disponible}{demanda\ del\ cliente}$$

1 año=215 días; 1mes=20 días

1 turno de 8 hr

Descansos; 15 mint merienda+ 45 mint comida=1hr

Tiempo disponible=8-1=7hr

Demanda diaria del cliente= 10653 piezas/215 días=49,5 piezas/días

$$Takt\ time = \frac{1\ turno * 7hr/dia * 3600\ s}{49,5\ juegos/dia} = 508,5\ seg/pieza$$

Cada etapa, debe trabajar a ese ritmo, para obtener una cadencia de trabajo estable, sin exceso de producción, con el número de operarios adecuados y con la capacidad suficiente, de atender otras actividades.

Siendo este, el ritmo al que debe trabajar la línea se observa que sierra, punzonado, avellanado, curvado y prensa tienen una cadencia de producción, muy parecidos y menores al TT, por lo que se integraran en célula; consiguiendo de esta manera, flujo continuo de piezas y evitando generar stocks intermedios y sobre todo que el personal, no esté parado hasta que le llegue material.

Hay que decir, en relación al tiempo de cambio de útil no se considera en el cálculo del takt time, este es considerado el análisis SMED, que esta fuera del alcance de este trabajo; por

lo que puede hacer variar el balanceo, con lo cual habría que rehacer los cálculos, que se verán afectados en los tiempos de ciclo.

Por otra parte, hay que tomar en cuenta el indicado de calidad OEE (overall equipment effectiveness), que considera la eficiencia, disponibilidad y capacidad de los equipos; pero como no se dispone de este dato, en lugar de ello se tiene el uptime, que es el % disponibilidad de los equipos, se hará afectar con este dato al TT de la siguiente manera:

Sierra	$508,58 * 0,76 = 386,52 \text{ s}$
Punzonado	$508,58 * 0,72 = 366,17 \text{ s}$
Avellanado	$508,58 * 0,88 = 447,55 \text{ s}$
Curvado	$508,58 * 0,69 = 350,92 \text{ s}$
Prensa	$508,58 * 0,69 = 350,92 \text{ s}$

Con lo cual, se toma el más desfavorable 350,92 s; sabiendo cual es mi nuevo TT, puedo calcular el número de operarios necesarios en esta célula:

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\text{Tiempo de ciclo total}}{\text{Takt time}} = \frac{306 * 16 + 16 + 7 + 7}{350,92} = 1$$

De esta manera, se tiene holgura para producir hasta 350,92 s, desde 46s y al parecer puede provocar elevado lead time, e inventario que serán controlados, con tarjetas Kanban; de esta manera se seguirá respetando el proceso de flujo continuo. Pero un repunte, estos datos, serán reajustados cuando se disminuya los tiempos de cambio de utillaje.

Por otro parte, se puede combinar la etapa de lijado + marcado por un lado y verificación + encintado + empaquetado por otro; pero además se puede realizar esta otra configuración; lijado + marcado + verificación y encintado + empaquetado; ambas opciones, serán estudiadas a continuación.

**Opción a)**

**Lijado + marcado->estación 1      verificación + encintado + empaquetado->estación 2**

$$N^{\circ} \text{ operarios} = \frac{166+143}{508,58} = 0,6 \sim 1$$

$$N^{\circ} \text{ operarios} = \frac{199,58+428,5+205}{508,58} = 1,6 \sim 2$$

En la estación 2, como el número de empleados tiene que ser un número entero 2 y al parecer el segundo no tendría tanto trabajo, pero no es verdad porque podría realizar otras tareas en un 60%, combinándola con esta. Así pues, el nuevo ritmo de trabajo de la línea sería la siguiente:

$$Takt\ time\ real = \frac{tiempo\ ciclo\ total}{N^{\circ}\ operario} = \frac{833,08}{2} = 416,54\ s$$

Tiempo ciclo total=833,08 s

### Número de contenedores entre la estación 1 y la estación 2

- El número de contenedores en la estación 1 es:

T/C=309 s    Cap.=3600/309=12piezas/hr=84 piezas/día\*2días=168 piezas

Siendo el tiempo de tratamiento = 2días

El número de contenedores para un día es 3 y en dos días es 6 al día

- El número de contenedores en la estación 2 es:

T/C=833.08 s    Cap.=3600/833,08=4 piezas/hr =28 piezas/día\*2días=56 piezas

N.º de contenedores =28/30=0,96~1 por día y 2 en dos días

Por lo tanto, para mantener en flujo continuo, se ha optado por pasillo FIFO lane, ya que no permanecen mucho tiempo, en las estanterías, porque el tiempo lo marca el tratamiento.

Siendo así, el número de contenedores que debe permanecer en el pasillo, una vez fabricados y mandados a tratamiento es de 2 contenedores, porque lo que se fabrica se manda el mismo día y tarda dos días en llegar, entre tanto la siguiente sección, consume lo que hay en el pasillo, reduciendo así el lead time debido a tratamiento, porque siempre habrá material que trabajar en la siguiente sección.

<b>Estación 1</b>	<b>T/C=309 s</b>	<b>N.º operarios=1</b>
<b>Estación 2</b>	<b>T/C=833.08 s</b>	<b>N.º operarios=2</b>

FIFO lane  
2 contenedores

**Opción b)**

**Lijado + marcado + verificación->Estación 1**

$$N^{\circ} \text{ operarios} = \frac{166 + 143 + 199,58}{508,58} = 1$$

Tiempo de ciclo=508,58 s

**Número de contenedores en la estación 1**

El número de contenedores que debe mantener esta célula, para mantener un flujo continuo, será través de FIFO (first in first out) lane, porque las piezas no pasan mucho tiempo antes de salir a producción y está determinado por los días de tratamiento (dos días)

Tiempo de tratamiento=2 días

- Lijado + marcado

1 turno=7hrs y 30 piezas/contenedor

T/C =309 s Cap.=3600/309=12 piezas/hr=84 piezas/día=3 contenedores/día y en dos días 6 contenedores /día

- Verificación

T/C=199,58 s Cap.=3600/199,58=18piezas/hr=126 piezas/día=4 contenedores/día y en dos días 8 contenedores /día

Como el consumo en lijado + marcado para los dos días de tratamiento son 6 y en verificación se consume 8 contenedores en dos días, siendo el consumo por día de 4, se tiene un **déficit de dos contenedores** que tardan en llegar, por lo que tendría trabajadores parados el resto de la jornada. Siendo así, la siguiente etapa pierdo un día de trabajo, sin hacer nada

Lijado +marcado	FIFO lane -2 contenedores
Verificación	

**Encintado + empaquetado->2**

$$N^{\circ} \text{ operarios} = \frac{428,5 + 205}{508,58} = 1,2 \sim 2$$

Como el número tiene que ser entero, se redondeara al siguiente, porque de no hacerlo, se estaría trabajando por encima del Takt Time. Y al igual que la anterior se recalculará el takt time, siguiendo el mismo concepto.

$$\text{Takt time real} = \frac{\text{tiempo ciclo total}}{N^{\circ} \text{ operario}} = \frac{633,5}{2} = 316,75 \text{ s}$$

Tiempo de ciclo total=633,5 s

Estación 1 T/C=508,58 s N.º operarios=1 N.º contenedores=-2

Estación 2 T/C=633.5 s    N.º operarios=2

Por lo tanto, de ambas opciones, la que mejor nivelada esta es la b), pero tiene déficit de dos contenedores, lo que supone un día de trabajo, con operarios parados; en cambio la opción a) si cubre las necesidades de la siguiente estación, aunque tenga stock se ha reducido a 1,21 días; por lo tanto, se considera como mejor la opción a

En cuanto al resto de etapas, hay que decir que la recanteadora está dentro de los márgenes del takt time; en cambio plegado y soldadura no. Y aunque, se disponga de dos máquinas en cada etapa, continúan siendo mayores; además, presentan cambios de utillaje considerables.

Por tanto, para reducirlos, se aplicará la metodología SMED junto al estudio de métodos y tiempos, consiguiendo así, reducir cambios de utillaje, como tiempos de ciclo. Pero en ambos casos, se encuentran fueran del alcance del proyecto, en consecuencia, se asumirá que el tiempo de ciclo iguale al takt time<sup>14</sup>.

Finalmente, queda por definir el flujo, entre el plegado y la célula en "U"; como esta última tiene considerables cambios de utillaje, además del tiempo que tarda el proveedor, en

---

<sup>14</sup> La aplicación de la metodología SMED junto al estudio de métodos y tiempos, serán desarrollados como un proyecto aparte, para el año 2020. Y para continuar con el análisis, se asume que el tiempo de ciclo iguale al takt time.

suministrar material y sin olvidar, que la demanda es variable, se ha decidido poner un supermercado, que toma en cuenta estas consideraciones.

Además, como todos los procesos deben trabajar en flujo, siguiendo un ritmo de producción; se marca a la célula, como marcapasos, por dos razones; la primera porque después de ella, deben seguir en flujo, sin supermercados, ni flujo jalado; la segunda es, como la sección trabaja bajo pedido, el marcapaso debe situarse al inicio, para poder planificar personas, materiales, etc., por norma, absorbe las fluctuaciones que presenta la demanda.

Es decir, el departamento, que recepciónara los pedidos, planificara la línea, en función a las necesidades del consumidor y las pasara directamente, a la célula “marcapaso” en lugar de pasar a todas las etapas. Por lo tanto, ésta debe estar nivelada, para responder en el menor tiempo posible, los requerimientos del cliente, con un menor lead time, así mismo, se reducirá la capacidad de almacenamiento del supermercado, como costes de manipulación.

Hay que añadir, que, si fuera necesario, según la demanda, se reorganizara el número de personas, maquinaria, etc. De esta manera el número de contenedores y tarjetas queda de la siguiente manera:

Tamaño Kanban=30 piezas/contenedor

D=demanda diaria

T<sub>prep</sub>=tiempo de preparación por contenedor

CS=coeficiente de seguridad

CC=capacidad contenedor

$$N^{\circ} \text{ Kanban} = \frac{D * t_{prep} * CS.}{CC}$$

# comp. = Numero de componentes

Como el número de componentes es 7, como se ve en la figura 2.19, la demanda diaria es:

D=49,5 piezas/día\*7= 346.5 piezas/día

T<sub>prep</sub>=30 piezas/contenedor\*352 seg/pieza=10560 seg /contenedor

CS=10%

CC= 30piezas/contenedor

$$N^{\circ} \text{ Kanban} = \frac{346,5 * 10560 * 1,1}{30 * 3600 * 7} = 5 \text{ kanban}$$

Como el plegado, consume 3 contenedores y la célula tiene 5 contenedores al inicio, me quedan dos contenedores en el supermercado, a la espera de que se fabriquen otras tres; lo que da como resultado, que siempre tendré dos contenedores en espera. Así, se reduce el lead time, debido a fluctuaciones en la demanda.

### Proveedor

Como son dos tipos de proveedor; los que proporcionan la materia prima-pletinas y las cortadas previamente por chorro con agua; ambas presentan un consumo relativamente alto; lo que hace que demore, el tiempo de entrega, además de ocupar espacio en almacén y una opción, para disminuirlos, es el “milk run” es decir, a través de un mismo camión, que pase por los distintos proveedores, provoca que se unifiquen los tiempos de entrega, además de reducirlos; por otro lado se acortan los recorridos y se reducen stocks. De este modo, se consigue que el proveedor, envíe pedidos de manera frecuente y más pequeños; evitando así, ocupar grandes espacios en almacén.

Esta distribución, va a estar controlada a través de un supermercado, con tarjetas Kanban; por un lado, una tarjeta se mandará a planificación, para que reponga la cantidad consumida por producción, diciéndole al proveedor que reponga, lo que se ha consumido y la otra tarjeta es la que retira producción, para empezar a fabricar; así se consigue un surtimiento diario.

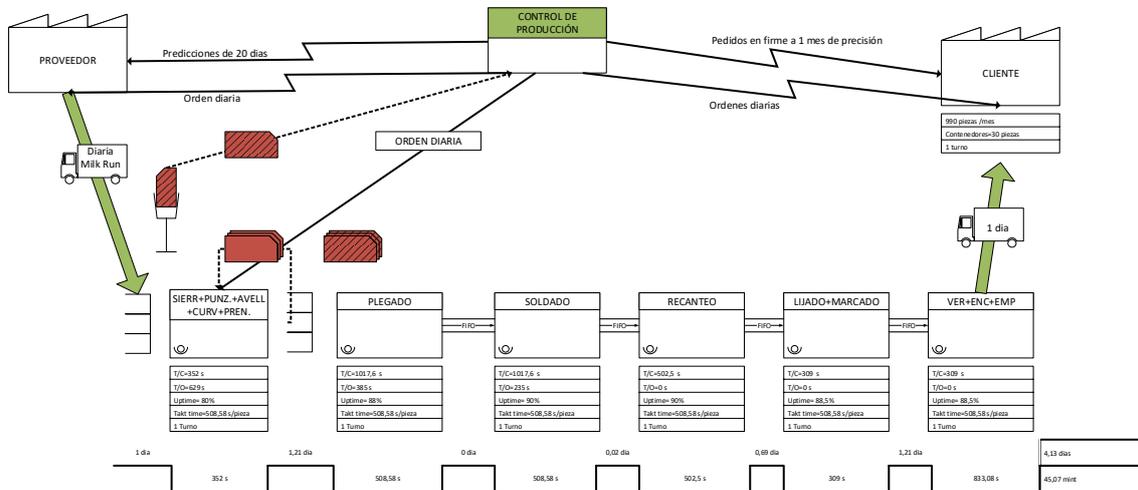
Esta planificación se hará, considerando los días de tratamiento que coincide, con la frecuencia de envíos al cliente. Por otro lado, el cálculo del número de tarjetas, esta fuera del alcance del proyecto, porque se realizará como un proyecto aparte, para el año 2020 “planificación de la capacidad”

### Cliente

En cuanto a cliente, como la demanda es variable y de acuerdo a los resultados, se mantendrá un inventario de dos contenedores, para hacer frente a estas variaciones y si fuera necesario se reajustará, el número de operarios, maquinaria y equipos.

### 5.4.5. Future Value Stream

Finalmente, se obtiene el VSM futuro, con todas las propuestas de mejora planteadas, quedando como se muestra en la figura 5.28.



**Figura 5.28 El VSM futuro**

Se puede observar, como se ha reducido el lead time de 23,16 días, sin días de tratamiento a 4,13 días, considerando el tiempo de tratamiento; además el %VA se ha incrementado en 2,42% y el número de operarios se ha reducido a 8 personas. Lo que conduce a tener 3 operarios libres, recolocados en otras secciones, aprovechando así la polivalencia del trabajador, que adquiere nuevas competencias; por otro lado, se reduce el gasto en mano de obra nuevo.

Hay que decir, también que los tiempos de cambio, que no se han considerado, porque serán trabajados, en un proyecto aparte, harán reducir aún más el lead time.

#### 5.4.6. Plan de implementación

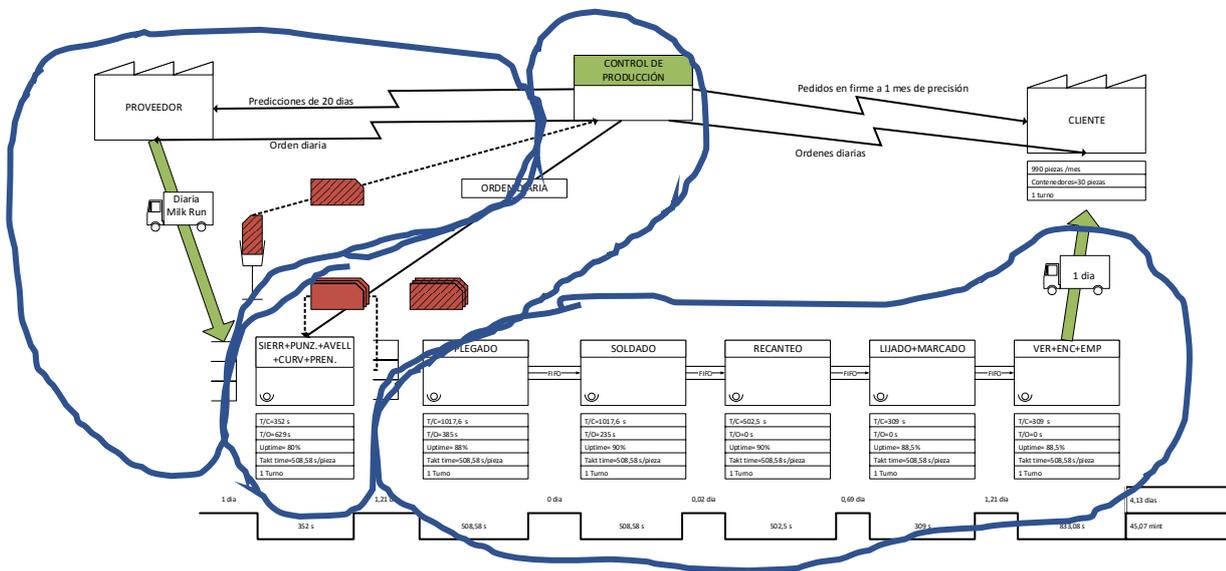
Una vez realizado el VSM futuro, en el que se ha plasmado todas las mejoras detectadas a partir del VSM actual, estas serán ejecutadas, a través de un plan, en el que se plantean objetivos y pasos a seguir.

Así pues, en primer lugar, se informará a todo el personal, acerca del nuevo sistema y la importancia que tiene, en mantener una constante comunicación, entre las diferentes etapas, junto con el flujo de información, que debe existir en cuanto a materiales, maquinaria, etc.; se debe tratar de concienciar al personal, sobre la importancia que tiene el producir en flujo y lo que implica, reducir stocks, como espacio en almacén.

Todo lo mencionado anteriormente, necesita ser evaluable, tanto cualitativa, como cuantitativamente a través de indicadores, definidos por la propia fundación; como ser la eficiencia global de los equipos, el valor añadido, el grado de satisfacción del trabajador, etc.; así se evaluará los progresos que se han ido alcanzando.

Como se dijo anteriormente, se elaborará un plan de implementación, donde se ordena los pasos a seguir. Una forma de hacerlo, es agruparlo en áreas de ejecución, como muestra la figura 5.29, siendo el primer paso seguir el marcapaso y dirigirse hacia aguas arriba. Hay que resaltar, que, dentro de cada una, habrá complicaciones, que habrá que modificar, hasta obtener el resultado buscado. Una manera de hacerlo es plantear prioridades, como se define en los principios Lean:

- Producir en flujo continuo, produciendo al ritmo del takt time,
- Establecer un sistema pull de supermercados, donde el flujo continuo no es posible.
- Determinar, el ritmo de producción en un punto de la cadena de valor, que vendrá a ser el marcapaso.
- Realizar jornadas kaizen, para detectar desperdicios y eliminarlos; reducir supermercados, así como el tamaño de lote; con el objetivo de conseguir flujo continuo.



**Figura 5.29 Pasos para la implementación en el VSM futuro**

Una vez que se tenga claro el camino a seguir, el organizador que esté a cargo de la implementación, ira anotando los pasos en un VSP (value stream plan). Éste deberá contener, los objetivos que se han planteado, para conseguir el VSM futuro, así como las personas, que serán las encargadas de ejecutarlo e incorporarlo al trabajo habitual; por otra

parte, los objetivos, se evaluarán mensual o trimestralmente y se fijarán en aquellos, que no se han alcanzado, para analizar el porqué de su no consecución o logro. Además, la dirección, debe estar involucrada de principio a fin, en el desarrollo del plan e impulsar a todo el personal, para que lidere y sea protagonista de estos cambios.

## 6. Descripción de las tareas Gantt

Finalmente, a través del diagrama, se mostrará el tiempo dedicado al proyecto, que comenzó el 04/02/2019 y concluye el 02/09/2019. Para ello, se ha considerado solo días laborables, de lunes a viernes y fin de semana como no laborable.

### **T1. Determinar el tema a desarrollar como TFG**

#### sT1.1 Definir tema y tutor

- Seleccionar un tema, de los propuestos por el departamento de organización y reunirse con el profesor, para determinar el alcance y directrices del proyecto.
- Duración: 6 días.
- Horas de trabajo: 6
- Recursos humanos: El alumno

#### sT1.2 Revisión Bibliográfica

- Hallar y reunir información, sobre el tema elegido, siguiendo las recomendaciones, hechas por el tutor.
- Duración: 40 días.
- Horas de trabajo: 55 horas de trabajo.
- Recursos humanos: El alumno y el Tutor del TFG

#### sT1.3 Elaboración del cronograma a seguir

- Elaborar un cronograma, que refleje los puntos a seguir en el proyecto y validarlos con el tutor del TFG.
- Duración: 3 días.
- Horas de trabajo: 5
- Recursos humanos: El alumno

#### sT1.4 Desarrollo del marco teórico

- En base a la información buscada y siguiendo el cronograma, se desarrollará el marco teórico.
- Duración: 35 días.
- Horas de trabajo:40
- Recursos humanos: El alumno

## **T2. Análisis del caso de estudio- Fundación Lantegi Batuak**

### sT2.1 Análisis de la sección de calderería en la empresa caso de estudio

- Realizar el diagnóstico y análisis de la situación actual, de la empresa y de la sección-calderería; como está constituido, cuáles son los puestos que engloba, etc.
- Duración: 2 días.
- Horas de trabajo:6
- Recursos humanos: El alumno

### sT2.2 Elaboración del VSM actual

- Elaborar el flujograma, a partir de la toma de tiempos, que se ha realizado, Detectar posibles mejoras
- Duración: 2 días.
- Horas de trabajo:8
- Recursos humanos: El alumno

### sT2.3 Proponer mejoras a partir del VSM actual

- Detectar todas las mejoras, producto del análisis del VSM actual.
- Duración: 2 días.
- Horas de trabajo:10
- Recursos humanos: El alumno

### sT2.4 Elaboración del VSM futuro

- Aplicar las técnicas de mejora Lean (SMED, 5S´s,etc) para la construcción del VSM futuro.
- Duración: 2 días.
- Horas de trabajo:5
- Recursos humanos: El alumno

## **T3 Redacción final del TFG**

### sT3.1 Realizar el borrador final del TFG

- Se redactará, las conclusiones, el presupuesto, así como la duración del proyecto a través del diagrama de GANTT.
- Duración: 12 días.
- Horas de trabajo:10
- Recursos humanos: El alumno

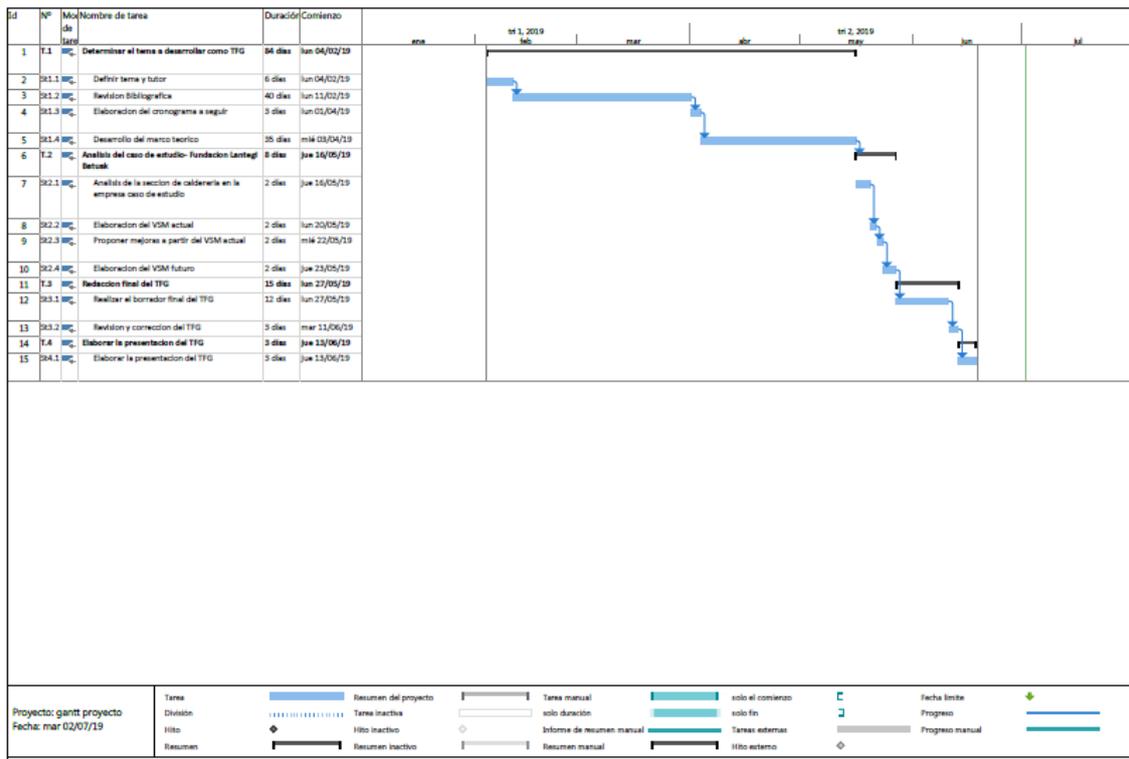
### sT3.2 Revisión y corrección del TFG

- Se hará la revisión y corrección de todo el proyecto, siguiendo las recomendaciones que proporcionadas por el tutor.
- Duración: 3 días.
- Horas de trabajo:6
- Recursos humanos: El alumno

## **T4 Elaborar la presentación final del TFG**

### sT4.1 Elaborar la presentación del TFG

- Elaborar las diapositivas del TFG.
- Duración: 15 días.
- Horas de trabajo:16
- Recursos humanos: El alumno



**Figura 6.1 Diagrama de GANTT**

## 7. Presupuesto

En este apartado, se mostrará el desglose de gastos, que ha llevado realizar este proyecto, Por tal motivo los costes, que se han considerado son:

- Horas internas
- Amortizaciones
- Gastos

Las horas internas, comprende el tiempo empleado por el alumno y tutor del proyecto.

HORAS INTERNAS			
CONCEPTO	Nº HORAS	COSTE UNITARIO	TOTAL
Ingeniero	200 h	30 €/h	6000 €
Director de proyecto	40 h	50 €/h	2000 €
			<b>8000 €</b>

**Tabla 7.1 Horas internas**

Para el proyecto se ha utilizado un ordenador y Microsoft office y deben amortizarse de la siguiente manera:

AMORTIZACIONES				
CONCEPTO	COSTE ADQUISICION	VIDA ÚTIL	TIEMPO UTILIZADO	TOTAL
Ordenador	700 €	15 años	4 meses	15,5 €
Microsoft office	150 €	10 años	4 meses	5 €
				20,5 €

**Tabla 7.2 Amortizaciones**

Finalmente, los gastos para la realización de este proyecto son:

GASTOS	
CONCEPTO	TOTAL
Material de oficina	50 €
Desplazamientos	40 €
Conexiones a internet	50€/mes * 4 meses = 200€
290 €	

**Tabla 7.3 Desglose de gastos**

Lo que da como resultado, sumando los tres bloques anteriores, se obtiene el coste final del proyecto.

RESUMEN DE GASTOS	
PRESUPUESTO TOTAL	TOTAL
Horas internas	8.000 €
Amortizaciones	20,5 €
Gastos	290 €
<b>TOTAL</b>	<b>8.310,5 €</b>

**Tabla 7.4 Gastos Totales**

## 8. Conclusiones

Tras haber realizado el estudio de la cadena de valor, de la sección de calderería, en el taller Abadiño, se ha obtenido en principio, el diagrama de flujo inicial, VSM actual; que se ha elaborado, tomando tiempos, analizando los movimientos de información, que ocurre entre el departamento de producción (que lanza las ordenes de fabricación) tanto con clientes, como con proveedores.

Siendo este, el punto de partida de análisis, que ha sido de utilidad para detectar, los lugares donde se generen despilfarro, que a su vez representan oportunidades de mejora y tras la

correcta aplicación de las técnicas, anteriormente estudiadas, se han planteado mejoras, para luego, elaborar con todo lo desarrollado el VSM futuro; dando como resultado, una forma de trabajo más efectiva.

En consecuencia, se ha reducido, los tiempos de entrega, se ha conseguido trabajar en flujo, estandarizando los tiempos de trabajo y producir únicamente lo que necesita el cliente.

Además, se han reducido stocks en curso y terminado. Y en aquellas donde no era posible, la fabricación en flujo se ha optado por las tarjetas Kanban, reduciendo así el stock y producir solo lo que mande la tarjeta. Por otro lado, se ha optimizado el espacio productivo, gracias al rediseño de línea, que ha dado lugar a menores desplazamientos.

Con este nuevo planteamiento, le da la posibilidad al taller Abadiño, de adquirir nuevos proyectos, que anteriormente eran rechazados, por falta de capacidad, además de proporcionarle mayor velocidad de respuesta, a las necesidades cambiantes del mercado y competir en igualdad de condiciones con otras empresas, teniendo presente, que esta es una fundación y presenta ciertas particularidades.

Como se mencionó al inicio del proyecto, se ha conseguido los objetivos planteados, que eran la estandarización de tiempos, trabajando en flujo, que ha supuesto reducir stocks y a la vez reducir los tiempos de entrega; porque el material, va pasando de un sitio a otro, a un ritmo determinado, lo que ocasiona, que ninguno trabaje de manera independiente, produciendo piezas contra stock. Por lo tanto, existe un ahorro económico considerable, en mano de obra, ventas, y otros, que serán mostrados a continuación.

Hay que aclarar, que el orden en el que se muestran, los resultados económicos, no supone superioridad uno frente al otro.

De esta manera, el coste de mano de obra supone un ahorro del 27 %, que significa, contar con personal propio, sin contratación extra, reubicándolos en secciones que lo necesitan, como se verá a continuación:

Carga horaria : 1702 hrs/año

Coste operario: 10,11 €/año

**Situación actual**

11 operarios

**Visión futura**

8 operarios

11ope\*1702hr/año\*10.11€/año=189279, 42 €    8 ope\*1702hr/año\*10.11€/año=137657,76 €

**Ahorro**

(189279,42-137657,76)/ 189279, 42= 27%

	Nº de operarios	Coste
<b>Situación actual</b>	<b>11</b>	<b>189279, 42 €</b>
<b>Visión Futura</b>	<b>8</b>	<b>137657,76 €</b>
<b>5Ganancia</b>	<b>27%</b>	

**Tabla 8.1 Cuantificación de personal**

Por otro lado, los resultados en términos económicos suponen un 51621,66 € de ahorro al año, en contratar nuevo personal.

**Antes**

MOD: 189279, 42 €

Ventas: 1462793 €

Ventas-MOD=1273513,58

**Después**

MOD: 137657,76 €

Ventas:1462793 €

Ventas-MOD=1325135,24 €

**Ahorro** 1325135,24-1273513,58=51621,66 €

Como se ha visto, este ahorro implica, que el personal reubicado adquiera nuevas habilidades, desempeñando nuevas funciones, desarrollando así, trabajadores polivalentes (SHOJINKA).

Junto a estos valores hay que añadir, aspectos en cuanto a espacio, el antes y el después producto del rediseño de línea, unido a la reducción en las distancias recorridas. Por otra parte, se muestra la ganancia del lead time, uno de los objetivos también buscados.

	Espacio ocupado	Distancia recorrida	Lead Time
<b>Situación actual</b>	<b>222m<sup>2</sup></b>	<b>283m</b>	<b>23,16 días</b>
<b>Visión futura</b>	<b>193m<sup>2</sup></b>	<b>144m</b>	<b>4,13 días</b>
<b>%Ganancia</b>	<b>13%</b>	<b>49%</b>	<b>82%</b>

**Tabla 8.2 Resultados obtenidos**

Por otra lado, hay que añadir, ciertos aspectos que no se han tomado en cuenta, para el proyecto debido al tiempo. Estos son, aspectos de máquina, relacionado con el tiempo de

cambo de utillaje, que será analizados utilizando SMED; como también la planificación de la capacidad y de la producción, que se encuentran planificados para el año 2020.

Por lo cual, una de las limitaciones, que se han encontrado es la falta de disponibilidad del monitor, ya que siempre se encontraba fuera del taller, por lo que se ha acudido al auxiliar de monitor, que ha colaborado con toda la información requerida. Así también hay que agradecer al resto del personal del taller, por la colaboración prestada.

En resumen, las técnicas de mejora no son más que herramientas, si no se trabajan constantemente, porque este mundo globalizado, requiere respuestas inmediatas.

Asi pues, una de las acciones que está desarrollando la Fundación Lantegi Batuak, es ser su propio proveedor, adquiriendo una máquina de corte de chorro por agua, que tendrá impacto en su valor añadido, reduciendo costes de transporte, almacenaje, manipulación, pero que no son contemplan en este proyecto, únicamente se hace mención a una de las buenas prácticas que está realizando.

## 9. Bibliografía

- Anaya Tejero, J. J. (2007). *Logística Integral*. Madrid: ESIC EDITORIAL.
- Añaguari Yarasca, M. A., & Gisbert Soler, V. (2016). Lean Manufacturing como herramienta de competitividad en las PYMES españolas. *3C tecnología*, 20-29.
- Arango Serna, M. D., Alzate López, J. F., & Zapata Cortes, J. A. (2012). TPM implementation impact on companies competitiveness the Medellin metropolitan and antioquia's eastern region, Colombia. *Dyna*, 164-170.
- Arenas, R., & Muñ, B. (2014). Learning Japan's success secrets. *Businessline*.
- Atehortua Tapias, Y. A., & Restrepo Correa, J. H. (2010). Kaizen: un caso de estudio. *Scientia et Technica*, 59-64.
- Bertoncelj, A., & Kavacic, K. (2012). Takt-Time model optimisation on basis of shop-floor approach. *Studia Ubb, OECONÓMICA*, 72-83.
- Bueno Merino, F. (1991). La gestión basada en el factor tiempo. *Boletín de Estudios Económicos*, 267-274.
- Cabrera, R. (2012). *Manual de Lean Manufacturing*. EAE.
- Cárcel Carrasco, F. J. (2016). Características de los sistemas TPM y RCM en la ingeniería del mantenimiento. *3C tecnología*, 68-75.
- Carrillo Landazabal, M. S., Alvis Ruiz, C. G., Méndez Álvarez, Y. Y., & Cohen Padilla, H. E. (2018). Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmeccánica en Cartagena, Colombia. *SIGNOS*, 71-86.
- Castellano Lendinez, L. (2019). Kanban, metodología para aumentar la eficiencia de los procesos. *3C Tecnología, Glosas de innovación aplicada a la pyme*, 30-41.
- Ceballos Cháve, B. A., & Miguel Dávila, J. Á. (2017). Teaching experience of application of Kaizen in a company. *Working Papers on Operations Management*, 58-61.
- Chen, Z. (2015). The relationships among JIT, TQM and production operations performance. *Business Process Management*, 1015-1039.
- Daniel T., J. (2006). Heijunka: leveling production. *Manufacturing Engineering*, 29-35.
- Diez Reza, J. R., García Alcaraz, J. L., Mendoza Fong, J. R., Martínez Loya, V., Jimenez Macías, E., & Blanco Fernández, J. (2017). Interrelations among SMED Stages: A causal model. *Hindawi Complexity*, 1-11.
- Enfermedad mental*. (s.f.). Obtenido de Mayo Clinic: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/mental-illness/symptoms-causes/syc-20374968>
- Enfermedad Mental*. (s.f.). Obtenido de Saude Mental Feafes Galicia: <http://feafesgalicia.org/ES/content/que-es-la-salud-mental>

- Galgano , A. (2004). *Las tres revoluciones*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- García, Á. A. (1998). *Conceptos de organización industrial*. Barcelona: Marcombo.
- Gisbert Soler, V. (2015). LEAN MANUFACTURING, QUÉ ES Y QUE NO ES, ERRORES EN SU APLICACIÓN E INTERPRETACIÓN MAS USUALES. *3C Tecnología*, 42-52.
- Gómez , A., Puente, J., De la Fuente, D., & Nazarío García. (2006). *Organización de la Producción de las Ingenierías*. Asturias: Ediciones de la Universidad de Oviedo .
- Gracia Ramos , M. C., Yaguez Insa , M., López Jurado González, P., & Casanovas Ramon , M. (2007). *Guía práctica de la economía de la empresa II: áreas de gestión y producción*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Hernández Barrueco, L. C. (2017). *Técnicas operativas en almacén*. Barcelona: Marge Books.
- Herrero Galván, L. (s.d. de Marzo de 2017).  
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/23022/1/TFG-I-583.pdf>. Obtenido de  
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/23022/1/TFG-I-583.pdf>:  
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/23022/1/TFG-I-583.pdf>
- Hunter, S. L. (2004). The 10 steps to Lean Production. *FDM management*, 22-25.
- Ignacio Pires, S. R., & Carretero Díaz, L. E. (2007). *Gestión de la cadena de suministros*. Madrid: McGraw-Hill España.
- Jay Coleman, B., & Reza Vaghefi, M. (1994). Heijunka (?): A Key to The Toyota Production System. *Production and Inventory Management Journal: Fourth Quarter* , 31-35.
- Justin, P. (2011). *International Business*. New Delhi: PHI Learning Private Limited.
- K. Liker, J., & P. Meier, D. (2008). *El talento Toyota*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- KAIZEN Institute. (2018). *Metodología de Mapeo de Procesos*. Bilbao: KAIZEN Institute.
- Kojima Campos , V. M., Lemos Cotrim, S., Cardoza Galdamez, E. V., & Lapasini Leal, G. C. (2016). Introduction of Lean Manufacturing philosophy by Kaizen event: case study on a metalmechanical industry. *Independent Journal of Management & Production*, 151-167.
- Kot, S., & Grondys, K. (2013). Total Productive Maintenance in Enterprise Operations Support Processes. *Applied Mechanics and Materials* , 324-331.
- Lummus , R. R., & Duclos-Wilson, L. (1992). When JIT is not JIT. *Production and Inventory Management Journal*, 61-65.
- Luyster, T., & Tapping , D. (2006). *Creating Your Lean Future State*. New York: Productivity Press.
- Marin-Garcia, J. A., & García Sabalter, J. J. (2007). Manufacturing Performance: Impact of Kaizen- Blitz implementation in several automotive components first tier suppliers.

- International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management*, 1475-1484.
- Markey, M. (1996). Examining a kanban Material Acquisition System . *Industrial Management* , 22-26.
- Modgil, S., & Sharma, S. (2016). Total productive maintenance, total quality management and operational performance . *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 353-377.
- Monden, Y. (1996). *El just in time hoy en Toyota*. Vitoria: Ediciones Deusto.
- Monsó i Bustio, J. (1993). *Sistemas de identificación y control automáticos (I)*. Barcelona: MARCOMBO.
- Newspapers. (1995). Concientizan a empresarios sobre la importancia del mantenimiento . *General interest periodicals-Mexico*, 0-7.
- Nuñez Carballosa , A., Guitart Tarrés, L., & Baraza Sánchez , X. (2014). *Dirección de Operaciones*. Barcelona: Editorial UOC.
- Oudhius , M., & Tengblad, S. (2013). Experience from implementation of Lean Production: Standardization versus Self-management: A Swedish Case Study. *Nordic Journal of Working Life Studies*, 31-48.
- Pascual , M. D. (2012). *Toyota: principios y fortalezas de un modelo de empresa*. Buenos Aires: Pluma Digital Ediciones.
- Pascual, M. D. (2012). *Toyota-Principios y fortalezas de un modelo de empresa*. Buenos Aires: Pluma Digital Ediciones.
- Pau i Cos, J., & Navascués, G. R. (1998). *Manual de logística integral*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Pelegrin Solé, A., & Jansana Tanehashi, A. (2011). *Economía de Japón*. Barcelona: Editorial UOC.
- Pérez Rave, J., La Rotta, D., Sánchez , K., Madera , Y., Restrepo, G., Rodríguez , M., . . . Parra , C. (2011). Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo. *Revista chilena de ingeniería*, 396-408.
- Pérez Sierra, V., & Quintero Beltrán, L. C. (2017). Metodología dinámica para la implementación de 5's en el area de producción de las organizaciones. *Revista Ciencias Estratégicas*, 411- 423.
- Plena Inclusión. (s.f.). *Qué es discapacidad intelectual*. Obtenido de Plena Inclusión: <https://www.plenainclusion.org/discapacidad-intelectual/que-es-discapacidad-intelectual>
- Rajadell Carreras, M., & Sánchez García, J. L. (2010). *Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad* . Madrid: Ediciones Díaz de Santos .

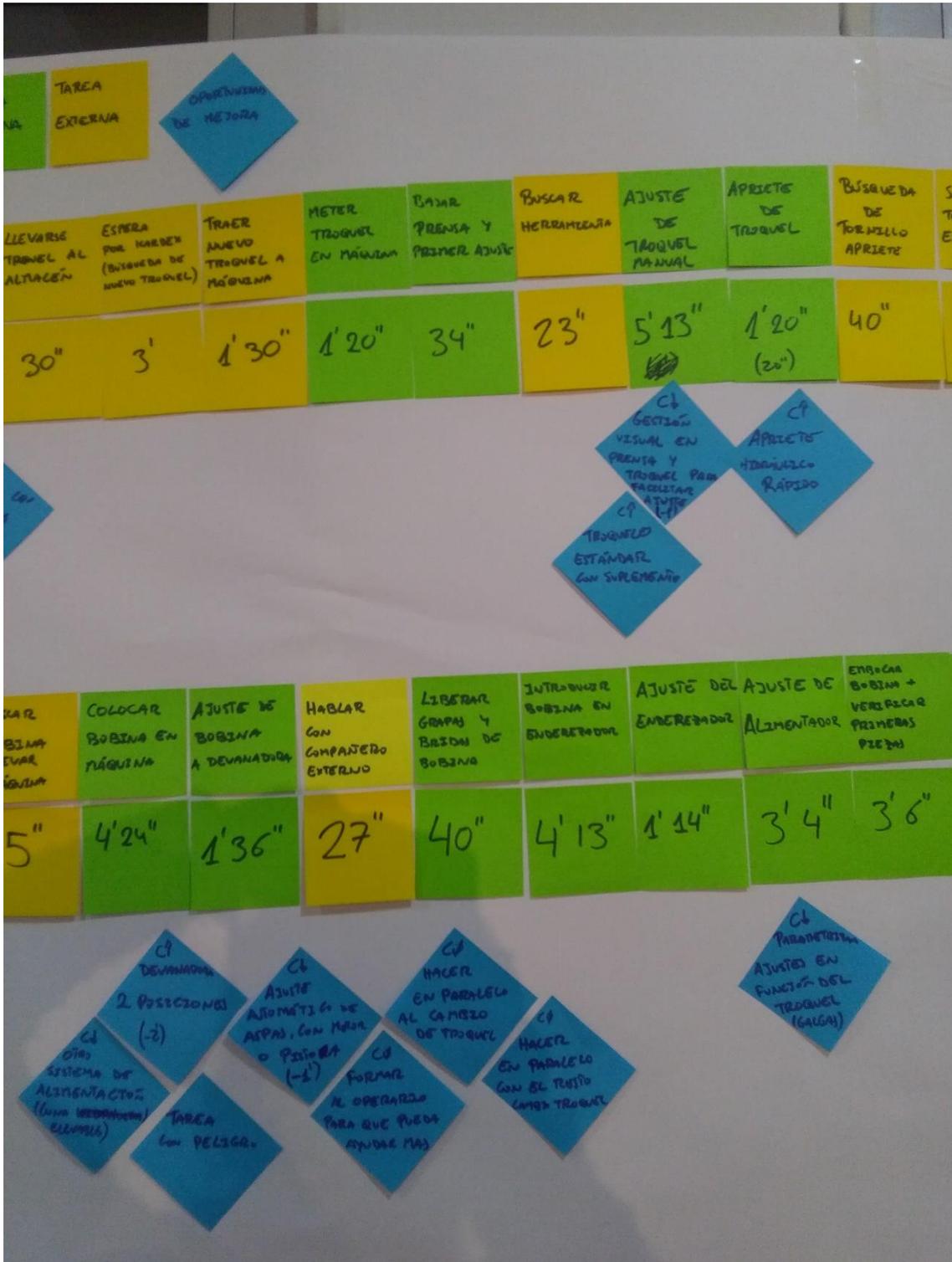
- Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Rooney, Stephen, A., & James, J. (2005). Lean Glossary. *Quality Progress*, 41-47.
- Sánchez Ruiz, L., Blanco Roj., B., & Pérez-Labajos, C. A. (2013). Lean Management. Un estudio bibliométrico. *Tiempo de Gestión-Nº15*, 9-28.
- Serrano Lasa, I., Ochoa Laburu, C., & De Castro Vila, R. (2008). An Evaluation of the value stream mapping tool. *Business Process Management*, 39-49.
- Shah, S., & Naghi Ganji, E. (2017). Lean production and supply chain innovation in baked foods supplier to improve performance. *British Food Journal*, 2421-2447.
- Shahabuddin, S. (1992). Is JIT really appropriate for American Manufacturing. *Industrial Management*, 26-28.
- Smalley, A. (2009). *Creating Level Pull*. EEUU: The Lean Enterprise Institute.
- Smith, S. (2014). Muda, Muri and Mura. *ASQ Six Sigma Forum Magazine*, 36-37.
- Steve, B. (2006). *Lean Enterprise Systems*. EEUU.
- Suarés Barraza, M. F., Castillo Arias, I., & Miguel Dávila, J. A. (2011). La aplicación del Kaizen en las organizaciones mexicana. Un estudio empírico. *Journal Globalization, Competitiveness & Governability*, 60-74.
- Suárez Barraza, M. F., & Miguel-Dávila, J.-A. (2008). Encontrando al Kaizen: Un análisis teórico de la Mejora Continua. *Pecunia*, 285-311.
- Suárez Barraza, M. F. (2009). *El Kaizen-GP*. México: Editorial Miguel Angel Porrúa.
- Tipos de Discapacidad que Existen y Clasificación*. (06 de Noviembre de 2017). Obtenido de Disiswork: <https://disiswork.com/blog/tipos-de-discapacidad/>
- Wilson, R., V. Hill, A., & Glazer, H. (2013). *Tools and Tactics for Operations Managers*. New Jersey: Pearson Education.
- Xia, W., & Sun, J. (2013). Simulation guided value stream mapping and lean improvement: A case study of a tubular machining facility. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 456-476.
- Yacuzzi, E. (2009). *El management japonés: una revisión de su literatura parte II: aspectos originales, críticas y desafíos*. Argentina: Universidad del CEMA.
- Yamamoto, Y., & Bellgran, M. (2010). Fundamental mindset that drives improvements towards lean production. *Assembly Automation*, 124-130.





## ANEXO II Toma de tiempos del cambio de utillaje.





## ANEXO III Análisis de la materia prima

**GESTION DE MATERIA PRIMA**

REFERENCIA	CONSUMO ANUAL	CONSUMO DIARIO	€ (STOCK)	STOCK (INVENTARIO) ENERO 2019	LOTE MÍNIMO	PLAZO ENTREGA	CONSUMO DIARIO TÍPICO	STOCK DE SEGURIDAD	PUNTO DE PEDIDO	STOCK MEDIO	VARIACIÓN STOCK (%)
17CV.143 (GANDRE)	4.159 kg	19'34 kg	6534 €	421 (22 días)	500-1000 kg	3 MESES (60 días)	31 kg	699 kg (36 días)	1800 kg (96 días)	943 kg (49 días)	125%
MP139 (GANDRE)	25.354 kg	117'92 kg	8311 €	1416 (12 días)	500-1000 kg	4 SEMANAS (20 días)	177 kg	1186 kg (10 días)	3545 kg (30 días)	1436 kg (12 días)	1%
MP134 (GANDRE)	38.997 kg	181'38 kg	22.678 €	3864 (21 días)	500-1000 kg	4 SEMANAS (20 días)	298 kg	2341 kg (13 días)	5969 kg (32 días)	2590 kg (14 días)	-33%
MP133 (GANDRE)	36.764 kg	170'99 kg	11.597 €	1976 (12 días)	500-1000 kg	4 SEMANAS (20 días)	256 kg	1700 kg (10 días)	5.000 kg (30 días)	1950 kg (11 días)	-1%
117366 (URLASER)	751 kg UBS	3'49 UBS	23.613 €	201 (58 días)	SIN PEDIDO CLIENTE	4 SEMANAS (20 días)	6 ud.	52 UBS (15 días)	122 ud. (35 días)	76 UBS (21 días)	-62%
MP160 (VULCANIZADOS ALUMBRER, MEDIAN)	19.564 kg UBS	90'99 UBS	12.744 €	1600 (18 días)	1.080 UBS	1 MES-3 MESES (20-60 días)	146 ud.	2200 UBS (24 días)	5240 ud. (64 días)	2598 UBS (28 días)	62%
MP161 (PROJINJECT)	19.564 kg UBS	90'99 UBS	25.382 €	2814 (34 días)	1.080 UBS	8 SEMANAS (40 días)	146 ud.	2200 UBS (24 días)	5240 ud. (64 días)	2379 UBS (26 días)	-15%

€ Stock  
 M KE  
 ⇒ 25% Total

053672 UBS  
 -107 Stock MP  
 (40.000 €)

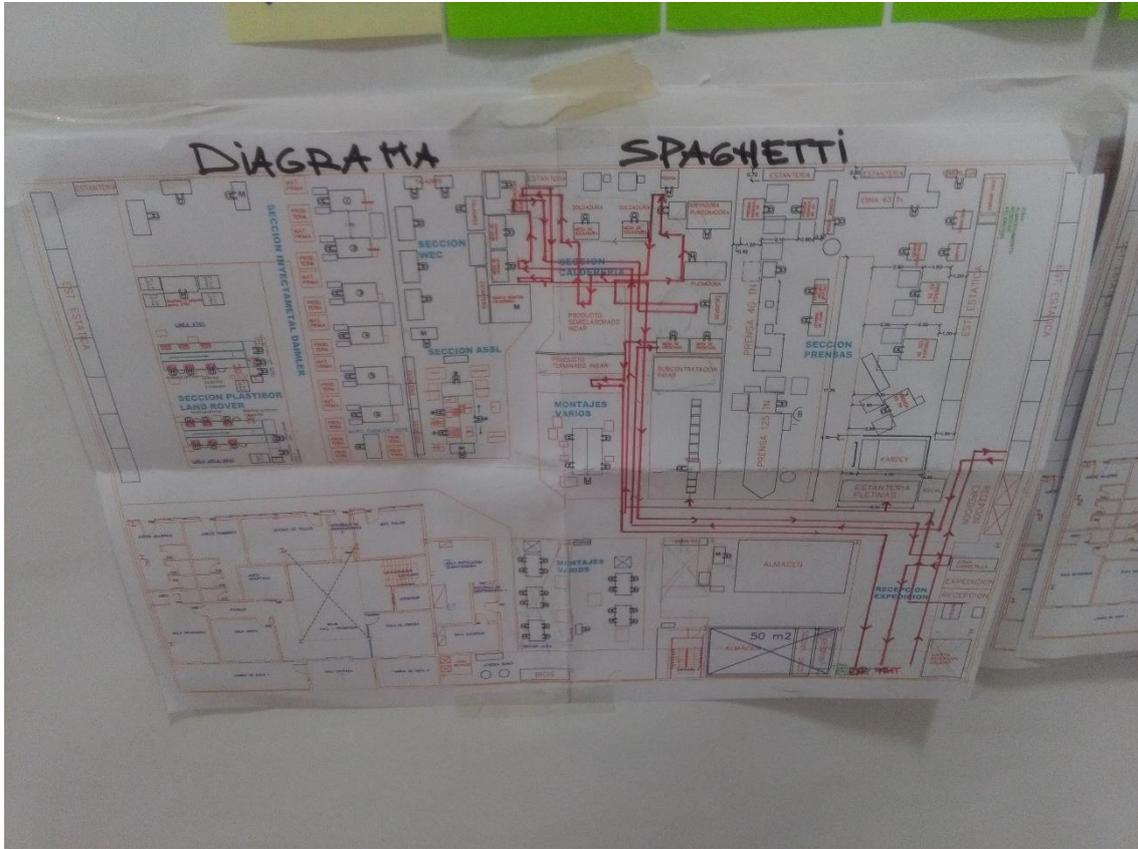
Valor stock MP Total  
 Inventario Ene-19  
 445.013 €

Consumo Anual

↓

REFERENCIA	CONSUMO ANUAL	STOCK	PLAZO ENTREGA	STOCK DE SEGURIDAD	PUNTO DE PEDIDO	STOCK MEDIO	VARIACIÓN STOCK (%)
17CV.143	4.159 kg	421	3 MESES	699 kg	1800 kg	943 kg	125%
MP139	25.354 kg	1416	4 SEMANAS	1186 kg	3545 kg	1436 kg	1%
MP134	38.997 kg	3864	4 SEMANAS	2341 kg	5969 kg	2590 kg	-33%
MP133	36.764 kg	1976	4 SEMANAS	1700 kg	5.000 kg	1950 kg	-1%
117366	751 kg UBS	201	SIN PEDIDO CLIENTE	52 UBS	122 ud.	76 UBS	-62%
MP160	19.564 kg UBS	1600	1 MES-3 MESES	2200 UBS	5240 ud.	2598 UBS	62%
MP161	19.564 kg UBS	2814	8 SEMANAS	2200 UBS	5240 ud.	2379 UBS	-15%

## ANEXO IV Diagrama de espagueti en la sección de calderería.





ematen la zabal zara



Universidad Euskal Herriko  
del Pais Vasco Unibertsitatea

---