

**Propuesta de mejora en el proceso productivo de la empresa Kadell De Colombia a partir  
de los principios de Lean Manufacturing**

Liliana Esperanza González Chavarro

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ingenierías  
Programa de Ingeniería Industrial  
Bogotá D.C  
2020

**Propuesta de mejora en el proceso productivo de la empresa Kadell De Colombia a partir de los principios de Lean Manufacturing**

Liliana Esperanza González Chavarro

Director

Román Leonardo Rodríguez Florián

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ingenierías  
Programa de Ingeniería Industrial  
Bogotá D.C  
2020

## **Dedicatoria**

Primero que todo gracias a Dios por permitirme culminar la carrera y ser mi guía, a mis padres, hermanos por ser mi fuerza y fortaleza, en especial a mi hermana menor quien fue mi motivación. A mi compañero de vida por su comprensión y apoyo incondicional.

(Liliana González)

## **Resumen**

La importancia de poder implantar un entorno donde los involucrados dentro de una operación como tal en una empresa u organización es fundamental para el correcto funcionamiento con el cual conllevar a obtener resultados positivos al momento de ejecutar las labores dentro de la misma, partiendo de este supuesto se han determinado una serie de pautas en las que se logre identificar las posibles causas o factores en los sitios de trabajo para reducir el número de daños causados a los equipos y así mismo la cantidad en material empleado en las reparaciones de los mismos; con el fin de reducir el número de garantías pagadas por la empresa. Para identificar las causas que están afectando al proceso de fabricación se realiza un diagnostico en la planta de producción a partir del diagrama Pareto se analizan los defectos en las secciones de Doblado y Soldadura en donde se presenta el mayor número de mudas. Para lograr el objetivo del proyecto se utiliza una metodología que permitió hacer las respectivas correcciones progresivamente a cada una de las factores o causas que estaban afectando la fabricación de los equipos y agregando costos que no generaban valor a la productividad; a partir de esta metodología se fueron reduciendo el número de garantías efectuadas por la empresa generando aspectos positivos en cuanto a calidad, tiempo de fabricación y disminución de costos, y de igual manera se recomiendan de una serie de pautas para que se sigan implementando medidas correctivas para la mejora continua del proceso.

*Palabras clave:* Muda, Lean, Pareto, Dofa, Capacitación.

## **Abstract**

The importance of being able to implement an environment where those involved in an operation as such in a company or organization is essential for the correct operation with which to lead to obtain positive results when executing the work within it, based on this assumption A series of guidelines have been determined in which it is possible to identify the possible causes or factors in the work sites to reduce the number of damages caused to the equipment and likewise the amount of material used to repair them; in order to reduce the number of guarantees paid by the company. To identify the causes that are affecting the manufacturing process, a diagnosis is made in the production plant based on the Pareto diagram, the defects are analyzed in the Bending and Welding sections where the largest number of changes occur. To achieve the objective of the project, a methodology is used that made it possible to progressively make the respective corrections to each of the factors or causes that were affecting the manufacture of the equipment and adding costs that did not generate value for productivity; Based on this methodology, the number of guarantees issued by the company was reduced, generating positive aspects in terms of quality, manufacturing time and cost reduction, and in the same way, a series of guidelines are recommended so that corrective measures are implemented. for the continuous improvement of the process.

*Keywords:* Muda, Lean, Pareto, Dofa, Training.

## Tabla de contenidos

Introducción.....	12
1. Problema de investigación.....	13
1.1. Identificación del problema .....	13
1.2. Antecedentes del problema .....	13
1.3. Descripción del problema .....	14
1.4. Diagrama de flujo .....	15
1.5. Índice de cumplimiento pedidos .....	16
1.6. Árbol de problema .....	17
1.7. Pregunta de investigación .....	17
2. Marco referencial.....	18
2.1. Marco teórico .....	18
2.1.1. Reseñas históricas. ....	18
2.1.2. Primera etapa.....	18
2.1.3. En la segunda etapa.....	18
2.1.4. En la tercera etapa .....	19
2.1.5. Temática .....	19
2.2. Marco conceptual.....	34
2.3. Marco legal .....	35
3. Objetivos.....	36
3.1. Objetivo general.....	36
3.2. Objetivos específicos .....	36
4. Marco Referencial .....	37
4.1. Antecedentes de la investigación.....	37
4.1.1. El caso Wensay Aceros S.A.....	37
4.1.2. El caso Helados Popsy .....	37

4.1.3. El caso Hlf Romero S.A.S. ....	37
4.1.4. El caso Agroindustrias Centurión S.R.L. ....	38
5. Justificación .....	39
6. Marco Metodológico .....	40
6.1. Metodología de la investigación .....	40
6.2. Variables del problema.....	40
6.3. Fuentes de Información .....	41
6.4. Tamaño poblacional y muestra .....	41
7. Diagnostico.....	42
7.1. Estudio de trabajo .....	42
7.2. Mudan recurrentes en producción .....	44
7.3. Porcentaje cumplimiento VS Garantías .....	45
7.4. Top fallas generales .....	45
7.5. Situación actual garantías 2020 .....	48
7.6. Análisis de causas, deficiencias del producto .....	50
7.6.1. Producción.....	50
7.6.2. Montajes e instalaciones. ....	50
7.6.3. Mantenimiento. ....	50
7.7 Seriales.....	50
7.7.1 Problema. ....	50
7.7.2. Planteamiento .....	51
7.7.3. Puesta en marcha.....	51
7.7.4. Seguimiento.....	51
7.7.5. Procedimiento Seriales.....	52
7.8. Organigrama .....	53

7.9. Flujograma Calidad.....	54
8. Propuesta de mejora.....	55
8.1. Diagrama Pareto .....	55
8.2. Análisis DOFA - Soldadura y Doblado .....	56
8.2.1. Dofa Soldadura.....	56
8.2.2. Dofa Doblado .....	62
8.3. Organigrama 5s.....	66
9. Implementación 5s Kadell .....	67
9.1. Seleccionar / Clasificar (eliminar) .....	67
9.1.1. Formato herramientas a usar .....	68
9.1.2. Tarjeta roja .....	69
9.1.3. Control e informe .....	70
10. Indicadores claves de desempeño (KPI).....	81
10.1. Indicadores vs Meta .....	81
10.2. Indicadores Kadell .....	82
11. Plan de acción y capacitación.....	83
11.1. Plan de acción doblado .....	83
11.2. Plan de acción soldadura.....	85
11.3. Evidencias capacitaciones.....	87
12. Cronograma .....	88
13. Análisis Financiero .....	90
Conclusiones.....	91
Referencias .....	93

## Lista de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo.....	15
Figura 2. Índice de cumplimiento año 2019.....	16
Figura 3. Diagrama árbol del problema.....	17
Figura 4. Siete tipos de desperdicio.....	21
Figura 5. Diagrama de Pareto. ....	22
Figura 6. Casa Toyota.....	25
Figura 7. Fases de la metodología 5s.....	27
Figura 8. Marco conceptual. ....	34
Figura 9. procedimiento seriales.....	52
Figura 10. organigrama calidad.....	53
Figura 11. Flujograma calidad.....	54
Figura 12. Diagrama de pareto. ....	55
Figura 13. Organigrama metodología 5s.....	66
Figura 14. Materia prima no corresponde a Doblado.....	70
Figura 15. Láminas en el piso,.....	71
Figura 16. Limpieza sección Doblado.....	72
Figura 17. Inspección puesto de trabajo. ....	74
Figura 18. Capacitación.....	87
Figura 19. Capacitación 5S.....	87

## Lista de tablas

Tabla 1. Tarjeta roja.....	29
Tabla 2. Normograma.....	35
Tabla 3. Empresas de la metalmecánica.....	41
Tabla 4. Equipos fabricados internos y externos 2019.....	42
Tabla 5. Mudanzas en la producción.....	44
Tabla 6. Consolidado fallas generales.....	45
Tabla 7. Garantías sistema eléctrico.....	46
Tabla 8. Garantías sistema refrigeración.....	46
Tabla 9. Garantías estructura.....	46
Tabla 10. Garantías por insumo.....	47
Tabla 11. Garantías sistema de gas.....	47
Tabla 12. Garantías sistema mecánico.....	47
Tabla 13. Disminución de garantías sistema eléctrico.....	48
Tabla 14. Disminución de garantías estructura.....	48
Tabla 15. Disminución de garantías insumo.....	49
Tabla 16. Disminución de garantías gas.....	49
Tabla 17. Disminución de garantías mecánico.....	49
Tabla 18. Pareto.....	55
Tabla 19. Matriz DOFA Sección Soldadura.....	56
Tabla 20. Matriz DOFA Sección Doblado.....	62
Tabla 21. Formato herramientas a utilizar.....	68
Tabla 22. Tarjeta roja.....	69
Tabla 23. Guía rápida auditoría 5S sección Doblado.....	76
Tabla 24. Guía rápida auditoría 5S sección Soldadura.....	77
Tabla 25. Check list Sección Doblado.....	79
Tabla 26. Check list Sección Soldadura.....	80
Tabla 27. Indicadores VS Meta.....	81
Tabla 28. Indicadores Kadell.....	82
Tabla 29. Plan de acción Doblado.....	83
Tabla 30. Plan de acción Soldadura.....	85

Tabla 31. Cronograma .....	88
Tabla 32. Presupuesto para implementar métodos de Lean .....	90

## **Introducción**

Estos métodos de LEAN MANUFACTURING han evolucionado a través del tiempo y en diferentes áreas de la industria han venido cambiando constantemente, las empresas deben hacer un gran esfuerzo por buscar estrategias y aplicar estas herramientas. Además, los empresarios tienen que estar abiertos a los cambios tecnológicos y hacer frente a la transformación tecnológica.

Por lo anterior, es fundamental que las empresas implementen estrategias organizacionales y de Ingeniería que faciliten la permanencia de estas dentro del mercado, con el fin de buscar la mejora continua de sus procesos, calidad y, sobre todo, evitar consumos innecesarios de recursos. La presente investigación se desarrolla en Kadell de Colombia, una empresa manufacturera que tiene como principal actividad la fabricación de productos metalmecánicos.

Para el desarrollo de su producción la empresa requiere de componentes e insumos de diferentes proveedores, en este se han identificado problemas que traen como consecuencia desorden en los materiales, mala ubicación de la materia prima. Para transformar estos aspectos que no favorecen la sección de Doblado y Soldadura se busca juntamente con las 5S desarrollar un método que nos permita evaluar y reducir las falencias y sobre costos, los cuales le restan competitividad ante los demás proveedores. Por este motivo la propuesta del diseño de metodologías generales, con lo cual se busca mejorar la calidad, tiempos de entrega y de esta manera llegar a la mejora continua.

La propuesta es la implementación de la metodología 5S nos permitirá mejorar las condiciones actuales del proceso de producción de equipos en acero inoxidable y entrar un proceso de mejora continua, apostándole a convertirse en el proveedor más importante de cocinas y restaurantes, esto garantizaría un buen flujo de trabajo y las posibilidades de crecimiento tanto en lo económico como en lo social para la empresa y sus trabajadores.

## **1. Problema de investigación**

### **1.1 Identificación del problema**

La empresa Kadell de Colombia a lo largo de su trayectoria en el mercado sigue implementando los mismos métodos y procesos para la fabricación de sus productos, debido a que como consecuencia de su falta de estandarización de procesos se vienen representando reprocesos, accidentes de trabajo y demora en la entrega de producto terminado, lo que ha provocado inconformidad de los clientes.

Uno de los factores que afecta para tomar decisiones de cierta manera oportunas, son la falta de información para generar acciones correctivas sobre los productos no conformes y tiempo de fabricación total de cada ítem. También se desconoce quién o quiénes fueron los trabajadores encargados de la fabricación en turno y por ende se desconocen los responsables de los desperdicios generados en el proceso de la fabricación.

Con esto se quiere mejorar cada uno de los procesos operativos y productivos para obtener una mejor rentabilidad a través de la mejora continua. En estos momentos la planta carece de herramientas y técnicas de trabajo que mejoren la producción y que se reduzcan los tiempos empleados, mejore la calidad de los productos y se reduzca el uso indebido de material e insumos a través de las buenas prácticas.

### **1.2 Antecedentes del problema**

Kadell cuenta con el área de diseño el cual está enfocado a crear equipos pensados en soportar las condiciones de trabajo más pesadas, el área de punzado se encarga esencialmente en el corte de láminas computarizado que asegura la calidad de los equipos, el área de doblado tiene como principal tarea dar el dobles a las láminas haciendo ensambles perfectos, Soldadura TIG y MIC o Eléctrica que garantizan equipos robustos y de larga duración, Mecanizado encargados de fabricar los propios componentes, ensamble donde su armados son perfectos para que no se presente proliferación de bacterias y finalmente terminado donde se supervisa los detalles de calidad de nuestros equipos.

En la sección de Doblado se presentan errores al doblar las piezas, los esquemas los pegan en sentido contrario, causando así error al doblar las piezas y marcando la lámina, lo cual conlleva a repetir la pieza y perder materia prima.

Otro problema es el traslado de material a las demás secciones, no se tiene control por área donde se evidencie el daño en el traslado de punzonado ha doblado, casi siempre se ve hasta que el equipo llega a la sección de terminado, en este momento se le quita el papel que recubre la lámina y se identifican rayones y golpes.

Una vez mecanizadas las piezas pasan a el área de ajuste, allí se realizan las actividades como rectificado de tornillos, pulimiento y ensamble. Cuando un equipo ya está ensamblado se lleva a la planta de producción donde se realizan las pruebas de funcionamiento y control de calidad, si estas pruebas son satisfactorias tanto se programa el despacho, de lo contrario se lleva al área de terminado para realizar las modificaciones correspondientes.

Esta compañía ha dado poca importancia al buen uso y manejo de materiales, pasando por alto los efectos negativos que estos pueden llegar a generar, implicando retrasos en la operación y afectaciones en la calidad del producto.

### **1.3 Descripción del problema**

Kadell de Colombia SAS, Es una empresa de metalmecánica, claramente familiar, fue constituida hace 52 años por el actual representante José Carlos Camelo, persona que ha logrado sostener la empresa, generar empleo a muchas familias y generar crecimiento con el pasar de los años. Se encuentra ubicada en la zona industrial de Puente Aranda, cuenta con una sede en la que se encuentra planta de producción, área comercial y administrativa.

La empresa cuenta con aproximadamente 90 empleados de producción y 30 administrativos y un área de repuestos y mantenimiento lo cual les da esa confianza y respaldo ante los clientes.

Al ser una empresa nacional nos da facilidades para realizar un mantenimiento correctivo ya que no debemos esperar a que lleguen los repuestos de importación. Ingresan las ordenes de fabricación a la planta de producción los cuales son formatos estándar y especiales, estos dentro de la planta pueden llegar a ser vulnerables a daños o imperfectos causados por una mala manipulación o un daño hecho en construcción del equipo.

Los daños generados en la fabricación son corregidos en el proceso, pero generando uso indebido de material y agregando tiempo total de fabricación y por ende generar sobre costos, la empresa no ha contemplado un control lo cual permita identificar las causas que generan daños al material, ni mucho menos el responsable.

## 1.4 Diagrama de flujo

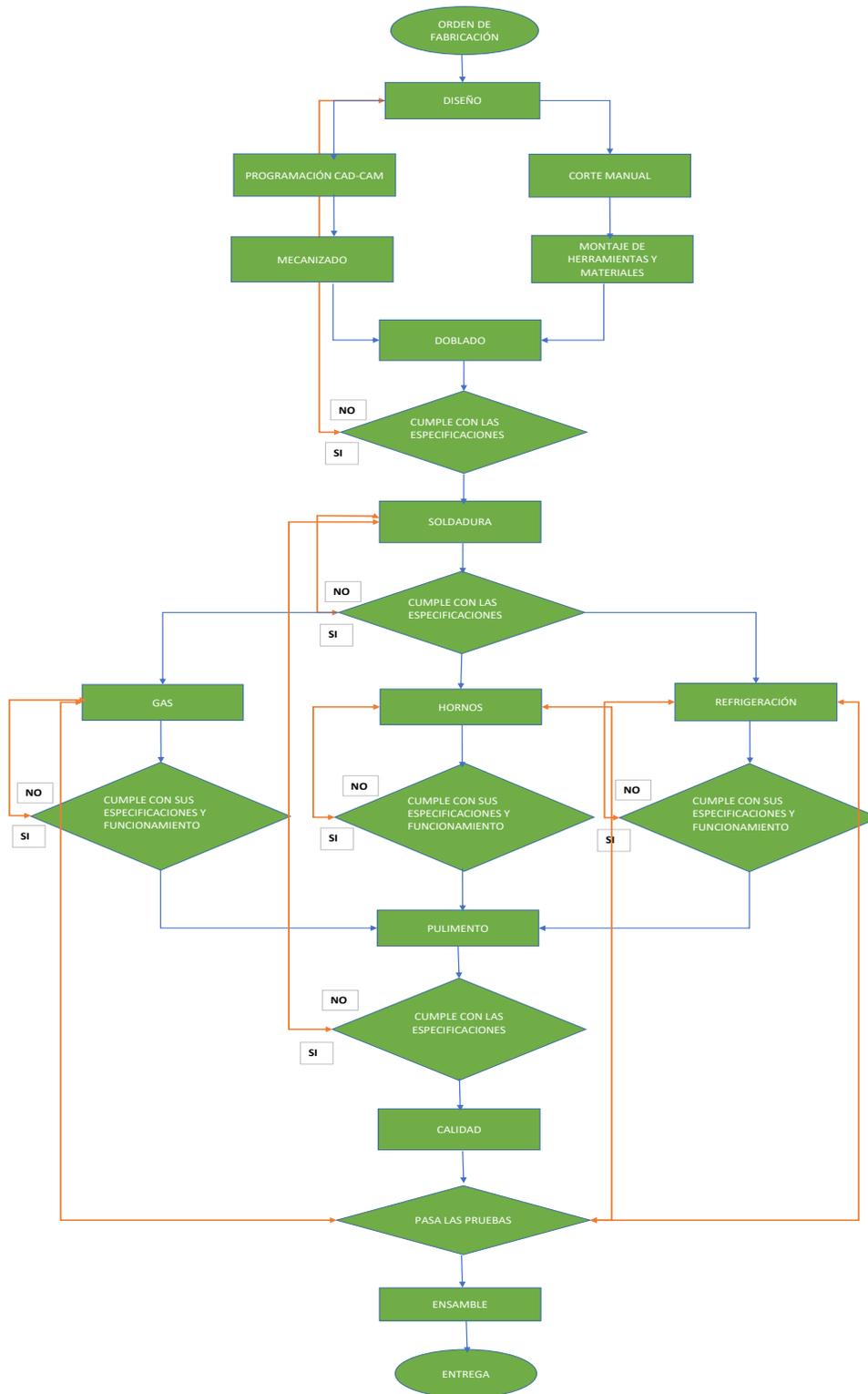
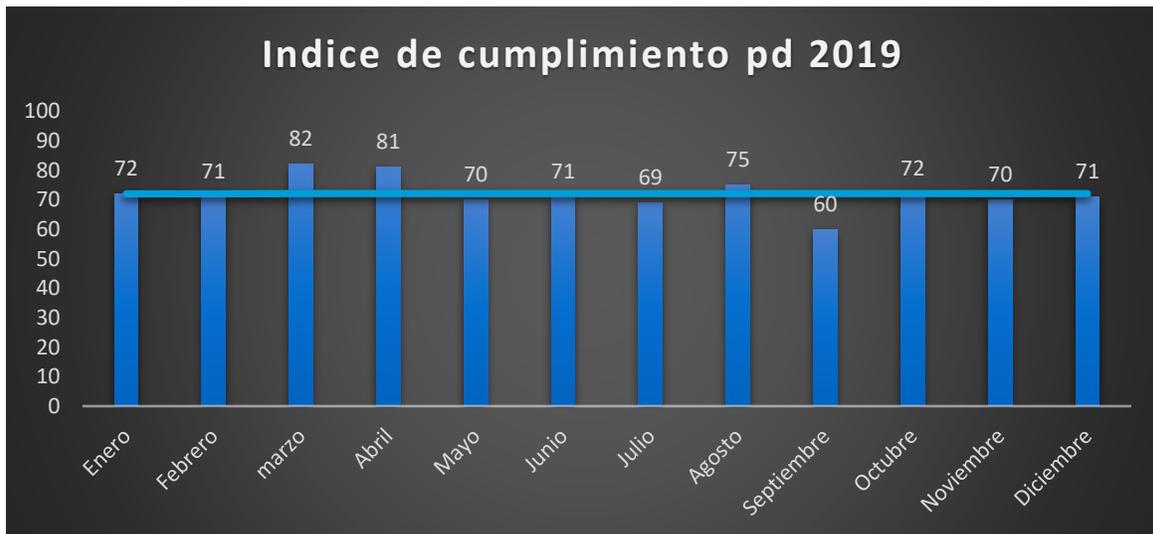


Figura 1. Diagrama de flujo. Autoría propia.

### 1.5 Índice de cumplimiento pedidos

De acuerdo con la información suministrada por Kadell, se identificó un índice de cumplimiento de pedidos promedio del 72% en el 2019, lo cual debemos mejorar y acercarnos al 100%.

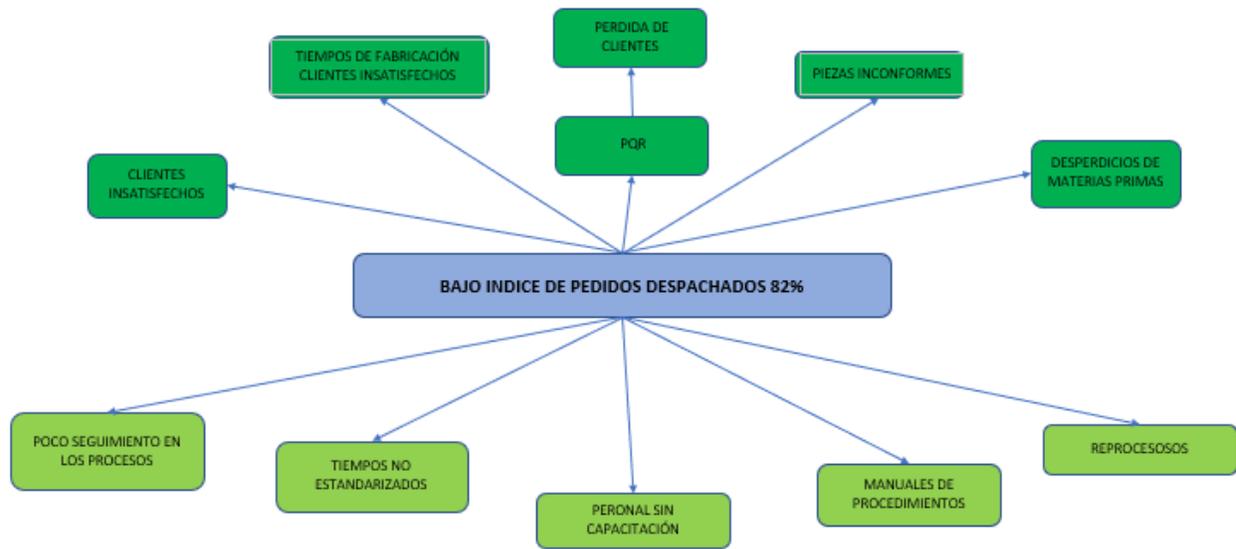
Indicador de cumplimiento pedidos en el año 2019



**Figura 2.** Índice de cumplimiento año 2019. Autoría propia

Dentro de su proceso interno se presenta desperdicio de materia prima, piezas con reprocesos. Los operarios en algunos casos no se cuentan con capacitaciones necesarias para ejecutar dichas tareas, en algunos casos no se tiene un seguimiento por parte de los jefes de área.

## 1.6 Árbol de problema



**Figura 3.** Diagrama árbol del problema. Autoría propia.

## 1.7 Pregunta de investigación

¿Cuál será el impacto para la empresa Kadell de Colombia, reflejado en calidad, tiempo y competitividad en el sector de industria metalmecánica al implementar esta propuesta de LEAN en la planta de producción?

## **2. Marco referencial**

### **2.1 Marco teórico**

#### **2.1.1 Reseñas históricas.**

La evolución Industrial a partir del siglo XIX hasta el siglo XXI nos menciona tres etapas importantes, las cuales vienen acompañadas de mejoras en productos, procesos e innovación.

En la revolución industrial de cierta forma aceleró los procesos artesanales con el fin de que cada vez estas mejoras nos ayuden a producir mayor cantidad de producto y minimizar costos. En algunos casos sustituyendo personas o incluso animales por máquinas. Luego se dio otro paso a la evolución donde ya se concentró en la calidad, seguridad y sustentabilidad dando paso a la innovación y avance a mejores productos y procesos.

Como lo mencionamos anteriormente existen tres etapas en la industrialización:

#### **2.1.2 Primera etapa.**

En esta se usan materias primas como carbón, petróleo, madera y algodón. El mismo carbón, por ejemplo, Ruiz (2003) dice que lo usaban para la máquina a vapor, también se usaba el agua para obtener energía y la mecánica para que funcionara dicha máquina.

La idea era lograr una producción rápida, se logra eliminar la mano de obra y es reemplazada por la máquina de vapor. También fue importante la lanzadera volante y telar mecánico. El principal objetivo es producir en cantidad y a un bajo costo, lo anteriores se desarrollaron con la siderúrgica y textil, el uso del coque de petróleos y fabricación del acero.

Se logra descubrimientos y experimentación en la física y química, logrando mediciones exactas de tiempo y lograron avanzar en las comunicaciones (pp. 1-2).

#### **2.1.3 En la segunda etapa.**

La materia prima es la misma de la primera etapa, pero aparecen otros derivados del petróleo, materias primas químicas, plásticas y textiles, la madera la dejan de usar y aumentan los minerales.

En cuanto al carbón se seguía usando, pero fue cambiado por minerales y la energía hidráulica, el agua ya se almacenaba en cuencas fluviales.

Se buscaba la automatización y mejora de la producción, dentro de las mejoras e inventos se encuentran:

- El motor de explosión:
- El teléfono
- Mejores abonos para cultivos
- Transformación de energía mecánica en eléctrica

Se desarrolla la producción en serie, control de calidad, inspección y mediciones. Se mejora el transporte terrestre y aéreo, se mejoran las explotaciones de gasolina petróleo, carbón y otros.

#### **2.1.4 En la tercera etapa.**

Es la de la información por la aparición de computadores, se descubre nuevos materiales como los plásticos. Las materias primas son las mismas, pero ya se busca que sean a un precio más bajo y resistentes. Ejemplo. Aluminio, cerámica, fibra de vidrio y acero. En cuanto a energías aparece la energía atómica y natural. En esta tercera etapa se busca la automatización y robotización, la maquinaria cada vez es más exigente y precisa por lo que necesita de alta tecnología, por lo general la inversión de las máquinas requieren de un buen capital ya que en algunos casos requieren de equipos de precisión.

#### **2.1.5 Temática.**

El estudio está enfocado en la siguiente temática:

- ✓ Mudas recurrentes en producción
- ✓ Diagrama Pareto
- ✓ Análisis DOFA
- ✓ 5S
- ✓ Indicadores KPI

### ***2.1.5.1 Mudas recurrentes en producción.***

También conocidas como desperdicios o muda.

Cualquier cosa actividad que genera costos pero que no agrega valor al producto se considera un desperdicio o muda. En Ohno (1988) se identifican siete tipos de desperdicios: sobreproducción, esperas, transportación, sobre procesamiento, inventarios, movimientos y retrabajos. (Pulido, 2010, pág. 96)

Algunos autores han agregado un octavo desperdicio; el talento humano debido a que se falla en el uso de habilidades de la gente para incrementar el desempeño de los procesos. (Pulido, 2010, pág. 96)

La sobre producción es el peor de los desperdicios, puesto que éste esconde y causa los otros tipos de desperdicios. (Pulido, 2010, pág. 97)

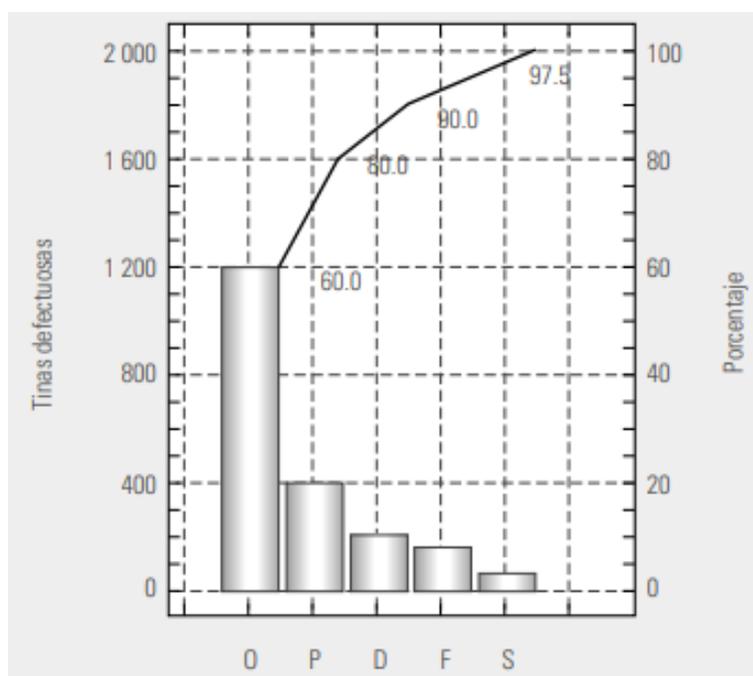
En la siguiente tabla se muestra la descripción más detallada de estos siete tipos de desperdicios; sus síntomas, es decir, los aspectos que se está generando cada tipo de desperdicio. (Pulido, 2010, pág. 96)

Tipo de desperdicio	Síntomas	Posibles causas	Ideas y Herramientas
<b>Sobreproducción</b> Producir mucho o más pronto de lo que necesita el cliente	Se producen muchas partes y/o se producen con mucha anticipación. Las partes se acumulan incontroladamente en inventarios Tiempo del ciclo extenso Tiempos de entrega pobres	Mucho tiempo para adaptar el proceso para que produzca otro modelo o parte Tamaño grande de lotes Pobre programación de la producción o de las actividades Desbalance en el flujo de materiales	Justo a tiempo SMED Reducir tiempos de preparación, sincronizar procesos, haciendo sólo lo necesario.
<b>Esperas</b> Tiempo desperdiciado (de máquinas o personas), debido a que durante ese tiempo no hubo actividades que le agregaran valor al producto	Trabajadores en espera de materiales, información o de máquinas no disponibles Operadores parados y viendo las máquinas producir Grandes retrasos en la producción Tiempos de ciclo extensos.	Tamaño de lote grande Mala calidad o malos tiempos de entrega de los proveedores Deficiente programa de mantenimiento Pobre programación	Eliminar actividades innecesarias, sincronizar flujos, balancear cargas de trabajo, trabajador flexible y multihabilidades, organizar el proceso en forma Kanban
<b>Transportación</b> Movimiento innecesario de materiales y gente	Mucho manejo y movimiento de partes Daños excesivos por manejo Largas distancias recorridas por las partes en proceso Tiempos de ciclo extensos	Procesos secuenciales que están separados físicamente Pobre distribución de planta Inventarios altos La misma pieza en diferentes lugares	Procesamiento en flujo continuo, sistemas Kanban y distribución de planta para hacer innecesario el manejo/transporte
<b>Sobreprocesamiento</b> Esfuerzos que no son requeridos por los clientes y que no agregan valor	Ejecución de procesos no requeridos por el cliente Autorizaciones y aprobaciones redundantes Costos directos muy altos	Diseño del proceso y el producto Especificaciones vagas de los clientes Pruebas excesivas Procedimientos o políticas inadecuados	Simplificar proceso y eliminar actividades y operaciones que no agregan valor
<b>Inventarios</b> Mayor cantidad de partes y materiales que el mínimo requerido para atender los pedidos del cliente	Inventarios obsoletos Problemas de flujo de efectivo Tiempos de ciclo extensos Incumplimiento en plazos de entrega Muchos retrabajos cuando hay problemas de calidad	Sobreproducción Pobres pronósticos o mala programación Niveles altos para los inventarios mínimos Políticas de compras Proveedores no confiables Tamaño grande de lotes.	Acoratar tiempos de preparación y respuesta; organizar el proceso en forma Kanban; aplicar Justo a Tiempo
<b>Movimientos</b> Movimiento innecesario de gente y materiales dentro de un proceso	Búsqueda de herramientas o partes Excesivos desplazamientos de los operadores Doble manejo de partes Baja productividad	Pobre distribución de las celdas de trabajo, herramientas y materiales Falta de controles visuales Pobre diseño del proceso.	Organización de celdas de trabajo, procesamiento en flujo continuo; administración visual
<b>Retrabajo</b> Repetición o corrección de un proceso	Procesos dedicados al retrabajo Altas tasas de defectos Departamentos de calidad o inspección muy grandes	Mala calidad de materiales Máquinas en malas condiciones Procesos no capaces e inestables Poca capacitación Especificaciones vagas del cliente.	Control estadístico de procesos; mejora de procesos; desarrollo de proveedores

Figura 4. Siete tipos de desperdicio. (Pulido, 2010, pág. 97).

### 2.1.5.2 Diagrama Pareto.

- Es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos cuyo objetivo es ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes. (Pulido, 2010)
- El diagrama se sustenta en el llamado principio de Pareto, conocido como ley “80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, el cual reconoce que sólo unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte de efecto (80%); el resto genera muy poco del efecto total. De totalidad de problemas más de una organización, sólo son unos cuantos importantes. (Pulido, 2010)



**Figura 5.** Diagrama de Pareto. (Pulido, 2010, pág. 22)

Además de ayudar a seleccionar el problema que es más conveniente atacar, el diagrama de Pareto facilita la comunicación, motiva la cooperación y recuerda de manera permanente cuál es la falla principal. El análisis de Pareto es aplicable a todo tipo de problemas: calidad, eficiencia, conservación de materiales, ahorro de energía, seguridad, etc. (Pulido, 2010)

- Otra ventaja del diagrama de Pareto es que permite evaluar objetivamente, con el mismo diagrama, las mejoras logradas, para lo cual se observa en qué cantidad disminuyó la altura de la barra correspondiente a la categoría seleccionada. (Pulido, 2010)

- La aplicación del diagrama de Pareto y la estratificación permite profundizar el pensamiento estadístico y usar datos para la toma de decisiones en las diferentes áreas de una organización, y de esta forma ayudar a superar la subjetividad en la toma de decisiones. (Pulido, 2010)

### **2.1.5.3 Análisis DOFA o FODA.**

Es una herramienta que permitirá construir una estrategia de mejora a partir de la misión, visión y la situación interna de la empresa con el propósito de determinar sus mayores fortalezas y debilidades. Aquí se incluyen formas de organización y dirección, cultura organizacional, desempeño de procesos, tecnologías, competencias, recursos, etc.; en general, las situaciones internas que favorecen o impiden, la realización de la misión y visión de la compañía.

También es importante la evaluación del entorno para determinar las posibles amenazas y oportunidades. Se analizan los escenarios previsible externos que, por sus efectos inmediatos o futuros, favorecen o impiden, facilitan o dificultan el éxito de la organización; por ejemplo, la situación económica, política y social, etc. También se consideran los aspectos más cercanos a la empresa, como la situación y tendencia de la rama industrial, los mercados y la competencia. Ya que esto permite identificar las capacidades clave que una organización debe desarrollar para mejorar su posición competitiva en un mundo global y cambiante.

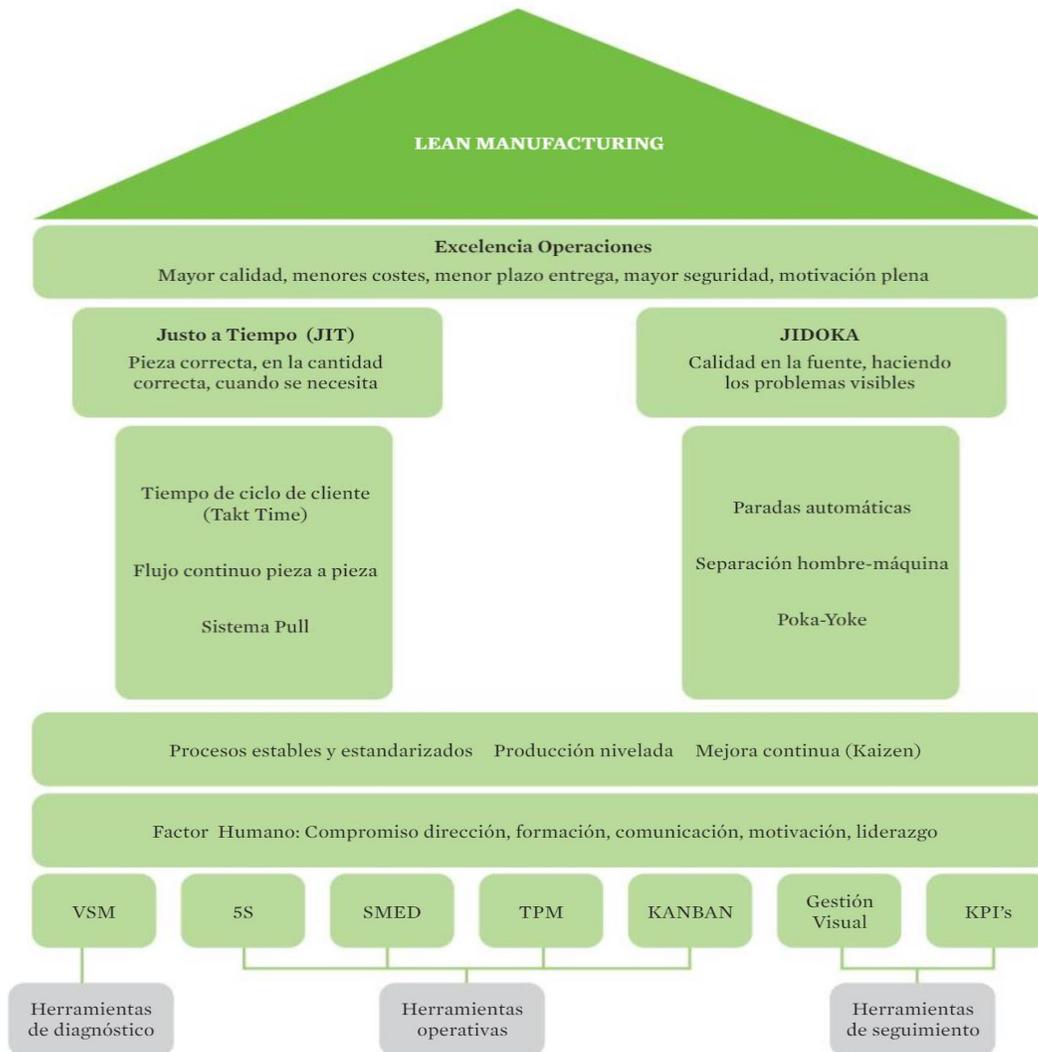
Con el análisis FODA o DOFA se deben conocer las FO de una empresa (las Oportunidades que ofrece el entorno debido a las fortalezas de una organización), así como las DA, es decir, las Amenazas y peligros que representa o acarrea el entorno como consecuencia de la Debilidades de una organización. El supuesto de análisis es que a mayor capacidad o fortalezas de una organización (F), existen mayores oportunidades (O) para realizar exitosamente sus fines; mientras que a mayores puntos vulnerables o debilidades (D) de una organización, mayores son los peligros y amenazas (A) que obstaculizan o impiden la realización de la visión y la misión.

Del análisis DOFA o FODA se especifican las áreas y aspectos en los que la organización es fuerte, así como en dónde y en qué radican sus mayores debilidades. Asimismo, se determinan las áreas o aspectos de mayor oportunidad y qué situaciones externas representan los mayores riesgos para el éxito de la organización. Las condiciones externas se califican como oportunidades y amenazas, pero no en general o con referencia a cualquier objetivo organizacional o criterio de valoración, sino con referencia exclusiva a lo indicado por la misión y a los futuros contemplados por la visión, Así, las oportunidades y las amenazas denotan únicamente aquellas situaciones

externas a la organización que merecen tomarse en consideración porque son relevantes y significativas en lo que concierne a la realización de la visión, ya sea por obstaculizarla o facilitarla, impedirle o favorecerla, muy costosa o accesible. (Pulido, 2010, pág. 134)

Para realizar el análisis FODA o DOFA se puede recurrir a grupos de discusión y a la técnica de lluvia de ideas, con la participación de directivos y mandos clave, para que cada uno de ellos genere por separado de a 5 o 10 de las principales debilidades que la organización tiene. Es posible recurrir a ciertos instrumentos que ayuden a profundizar mejor en los aspectos críticos de cada elemento del FODA o DOFA, como los estudios de desempeño de la empresa, los análisis externos, las opiniones de expertos, etc. Una vez generadas las ideas del FODA o DOFA, un grupo más pequeño se puede dar a la tarea de agrupar y organizar la información generada (los aspectos que reciben más menciones; etc. (Pulido, 2010, pág. 134))

### 2.1.5.4 Estructura del sistema Lean.



**Figura 6.** Casa Toyota. Hernández, pág.18, (2013).

La figura 4 muestra la estructura general de la filosofía Lea, también llamada casa Toyota. Todos los elementos de esta casa se construyen través de la aplicación de múltiples técnicas que han sido divididas según se utilicen para el diagnóstico del sistema, a nivel operativo, o como técnicas de seguimiento (Hernández Matías & Vizán Idopei, 2013) visto lo anterior, se procederá a definir las herramientas.

El techo de la casa está constituido por las metas perseguidas que se identifican con la mejor calidad, el más bajo costo, el menor tiempo de entrega o tiempo de maduración (Lead-time).

Sujetando este techo se encuentran las dos columnas que sustentan el sistema: JIT y Jidoka. El JIT, tal vez la herramienta más reconocida del sistema Toyota, significa producir el artículo indicado en el momento requerido y en la cantidad exacta.

Jidoka consiste en dar a las máquinas y operadores la habilidad para determinar LEAN MANUFACTURING. Cada empresa debe implementar con objetivos, seleccionando e implantando paso a paso las técnicas más adecuadas en función de sus características, experiencias, mercado, personal y objetivos.

#### **2.1.5.5 5S.**

La herramienta 5S se corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal y metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción. El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramientas y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito (Hernández Matías & Vizán Idopei, 2013).

Es una metodología que, con la participación de los involucrados, permite organizar los lugares de trabajo con el propósito de mantenerlos funcionales, limpios, ordenados, agradables y seguros. El enfoque primordial de esta metodología desarrollada en Japón es que para que haya calidad se requiere antes que todo esté en orden, limpieza y disciplina. Con esto se pretende atender problemáticas en oficinas, espacios de trabajo e incluso en la vida diaria, donde las mudas (desperdicios) son relativamente frecuentes y se generan por el desorden en el que están útiles y herramientas de trabajo, equipos, documentos, etc., debido a que se encuentran en lugares incorrectos y entremezclados con basura y otras cosas innecesarias. (Pulido, 2010, pág. 110)



**Figura 7.** Fases de la metodología 5s. (Hernández Matías & Vizán Idopei, 2013. Pág. 37).

#### 2.1.5.5.1 Eliminar (Seiri).

La primera de las 5S significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o inútiles para la tarea que se realiza. Esta consiste en separar lo que se necesita de lo que no y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos que originen despilfarros como el incremento de manipulaciones y transportes, pérdida de tiempo en localizar cosas, elementos o materiales obsoletos, falta de espacio, entre otros. En la práctica, el procedimiento consiste en usar unas tarjetas rojas para identificar elementos susceptibles de ser prescindibles y se decide si hay que considerarlos como un desecho (Hernández, 2013)

Este principio implica que en los espacios de trabajo los empleados deben seleccionar lo que es real mente necesario e identificar lo que no sirve o tiene una dudosa utilidad para eliminarlo de los espacios laborales. Por lo tanto, el objetivo final es que los espacios estén libres de piezas, documentos, muebles, herramientas rotas, desechos, etc., que no se requieren para efectuar el trabajo y que solo obstruyen su flujo. Por lo general, hacer tal selección puede complicarse cuando existe la posibilidad de que en el futuro se necesite algo que ahora se decide a eliminar, y la tendencia natural es conservarlo “por si acaso”. Sin embargo, esta duda, sensación y, en última instancia, decisión, están distorsionadas por la tendencia de los seres humanos a atesorar cosas (el instinto material).

Por lo tanto, la aplicación de esta primera S implica aprender y desarrollar el arte de librarse de las cosas. Para ellos habrá que tomar riesgos y aplicar algunos criterios de sentido común, como: “si no lo usé o necesité en el último año, seguramente no lo volveré a necesitar.” Esto no está con archivar adecuadamente los documentos de valor. De esta manera, habrá que empezar lo cotidiano en casa, continuar en las oficinas y espacios de trabajo, en la planta, los almacenes, los laboratorios, etc., hasta librarse de lo que es necesario en cada uno de esos lugares, una forma efectiva de identificar los elementos que habrán de eliminarse es etiquetarlos en rojo, es decir cada objeto que se considera innecesario se identifica mediante una tarjeta o adhesivo rojo (de expulsión), enseguida, estas cosas se llevan a un área de almacenamiento transitorio. Más tarde, si se confirmó que en realidad eran innecesarias, se dividirán en dos clases: las que son utilizables para otra necesidad u operación, y las que son inútiles y serán descartadas. Los beneficios para el ambiente de trabajo y productividad de esta primera S se reflejan en la liberación de espacio, la reutilización de las cosas en otro lugar y el desecho de objetos que en la práctica son estorbo y basura. (Pulido, 2010, págs. 110-111)

Tabla 1.

*Tarjeta roja*

**GRÁFICO 4**  
Ejemplo de tarjeta roja para identificación de elementos inútiles

TARJETA ROJA			
NOMBRE DEL ARTÍCULO			
CATEGORÍA	1. Maquinaria	6. Producto terminado	
	2. Accesorios y herramientas	7. Equipo de oficina	
	3. Equipo de medición	8. Limpieza	
	4. Materia Prima		
	5. Inventario en proceso		
FECHA	Localización	Cantidad	Valor
RAZÓN	1. No se necesita	5. Contaminante	
	2. Defectuoso	6. Otros	
	3. Material de desperdicio		
	4. Uso desconocido		
ELABORADA POR		Departamento	
FORMA DE DESECHO	1. Tirar	5. Otros	
	2. Vender		
	3. Mover a otro almacén		
	4. Devolución proveedor		
FECHA DESCHECHO			

*Nota.* (Hernández Matías, Vizán Idopei, 2013, pág. 38).

#### 2.1.5.5.2 Ordenar (*Seiton*).

Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad, determinar su lugar de ubicación identificándolo para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición inicial. La actitud que más se opone a lo que representa *Seiton*, es la de “ya lo ordenaré mañana”, que acostumbra a convertirse en “dejar cualquier cosa en cualquier sitio” (Hernández Matías & Vizán Idopei, 2013)

Para este segundo paso es recomendable:

- Marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenamiento y zonas de paso.
- Disponer de un lugar adecuado, evitando duplicidades y se debe dejar cada cosa en su lugar.

Con la aplicación de la segunda S habrá que ordenar y organizar un lugar para cada cosa en su lugar, de tal forma que minimice el desperdicio de movimientos de empleados y materiales. La idea es que lo que se ha decidido mantener o conservar en la primera S se organice de tal modo que cada cosa tenga una ubicación clara y, a sí, esté disponible y accesible para que cualquiera lo pueda usar en el momento que lo disponga. No hay que olvidar qué tan importante es localizar algo y poder regresarlo al lugar que corresponde. La clave es fácil: uso y acceso, así como buena imagen o apariencia del lugar. Para clasificar se deben emplear reglas sencillas como: etiquetar para que haya coincidencia entre las cosas y los lugares de guardar; lo que más se usa debe estar más cerca y a la mano, lo más pesado abajo, lo liviano arriba, etc. Lo anterior implica entonces que “todo esté lugar”: pintura de pisos delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como estantería modular o gabinetes para tener las cosas en su sitio, desde un bote de basura o una escoba hasta una carpeta. Por último, la máxima es: “un lugar para cosa y cada cosa en su lugar”. Sin duda, esto contribuye al orden y a la buena utilización del tiempo y los espacios, lo que implica menores desperdicios (mudas). (Pulido, 2010, pág. 111)

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

Seiso significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir anticiparse para prevenir defectos (Hernández Matías, Vizán Idopei, 2013)

Para esta tercera etapa es necesario:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario y tarea necesaria.
- Centrarse en la eliminación de los focos de suciedad
- Conservar los elementos en condiciones óptimas, reponer los elementos que faltan (tapas de máquinas, técnicas, etc.), y recuperar aquellos que no funcionan (relojes, utillajes, etc.)

Esta S consiste en limpiar e inspeccionar el sitio de trabajo y los equipos para prevenir la suciedad implementando acciones que permitan evitar, o al menos disminuir, la suciedad y hacer más seguros los ambientes de trabajo. Por lo tanto, esta S no solo consiste en “tomar el trapo y sacudir el polvo”, implica algo más profundo; se trata de identificar las causas por las cuales las cosas y los procesos no son como deberían ser (limpieza, orden, defectos, procesos, desviaciones, etc.), de forma tal que se pueda tener la capacidad para solucionar estos problemas de raíz, evitando que se repitan. Para identificar las causas y decidir qué acciones se deben llevar a cabo, las herramientas básicas son los diagramas de Ishikawa y los gráficos de Pareto, entre otros. Los

beneficios de tener limpios los espacios no sólo es el agrado que causa a la vista y en general el ambiente de trabajo (menos contaminación), sino que también ayuda a identificar con mayor facilidad algunas fallas; por ejemplo, si todo está limpio y sin olores extraños es más probable que se detecte a un principio de incendio por el olor a humo o un mal funcionamiento de un equipo por una fuga de fluidos, etc. Por lo tanto, el reto es integrar la limpieza como parte del trabajo diario. (Pulido, 2010, pág. 111)

#### *2.1.5.5.4 Estandarizar (Seiketsu)*

La fase de Seiketsu permite consolidar las metas una vez asumidas las tres primeras “S”, porque sistematizar lo conseguido asegura unos efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. Un estándar es la mejor manera, la más práctica y fácil de trabajar para todos, ya sea con un documento, un papel, una fotografía o un dibujo. El principal enemigo del Seiketsu es una conducta errática, cuando se hace “hoy sí y mañana no”, lo más probable es que los días de incumplimiento se multipliquen. (Hernández Matías & Vizán Idopei, 2013)

Estandarizar pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzando con el uso de las primeras 3S, mediante la aplicación continua de éstas. En esta etapa se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas para que todos los trabajadores puedan verlas y así recordarles que ése es el estado en el que debería permanecer; otra herramienta es el desarrollo de normas en las cuales se especifica que lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo. De manera adicional, es posible diseñar procedimientos y desarrollar programas de sensibilización, involucramiento y convencimiento de las personas, para que las 3 primeras S sean parte de los hábitos, acciones y actitudes diarias. (Pulido, 2010, pág. 112)

#### *2.1.5.5.1 Disciplina (Shitsuke).*

Shitsuke se puede traducir por disciplina y su objetivo es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Su aplicación está ligada al desarrollo de una cultura de autodisciplina para hacer perdurable el proyecto de las 5S. Este objetivo la convierte en la fase más fácil y difícil a la vez. La más fácil porque consiste en aplicar regularmente las normas establecidas y mantener el estado de las cosas. La más difícil porque su aplicación depende del grado de compromiso con el espíritu de las 5S a lo largo del proyecto de

implantación. El líder de la implantación lea establecerá diversos sistemas o mecanismos que permitan el control visual, como, por ejemplo: flechas de dirección, rótulos de ubicación, luces y alarmas para detectar fallos, tapas transparentes en las máquinas para ver su interior, utillajes de colores según el producto o la máquina, etc. (Hernández Matías & Vizán Idopei, 2013).

Shitsuke significa evitar a toda costa que se rompan los procedimientos ya establecidos. Sólo si se implementan la autodisciplina y el cumplimiento de normas y procedimientos adoptados será posible disfrutar de los beneficios que éstos brindan. La disciplina es el canal de las 5S y el mejoramiento continuo. Implica control periódico, vistas sorpresa, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismos y por los demás, así como una mejor calidad de vida laboral. (Pulido, 2010, pág. 112)

#### **2.1.5.6 Indicadores KPI.**

Kpi significa Key Performance Indicator es decir indicadores clave de rendimiento.

Los indicadores son datos que nos sirven para valorar las características o la intensidad de un determinado hecho. (Sánchez J. , 2019)

En una empresa se generan miles de datos diferentes. Desde ¿Cuánto hemos facturado? A número de clientes, tesorería, horas trabajadas, reclamaciones, productividad del personal, etc. Pero ni el mejor gestor del mundo puede analizar todos esos datos, ni tampoco se debería hacer. Pues se puede llegar a una situación de “parálisis por análisis”. (Sánchez J. , 2019)

Para que sirven los Kpi's.

Nos permite de unos pocos datos la situación de un departamento de una empresa, siempre que se habla de indicadores siempre se acaba usando el mismo ejemplo, los kpi de una empresa es lo mismo que el cuadro de instrumentos de un vehículo. Da igual que este vehículo sea un coche o un avión.

Nadie sabe exactamente como está una empresa o como está el avión. Pero existen indicadores, que como la propia palabra dice, nos indica cómo va la cosa. Tenemos un indicador para saber la altura, otro para la velocidad, otro de la temperatura del motor. (Sánchez J. , 2019)

Características que debe tener un buen kpi

La finalidad de un indicador es dar información. Por tanto, esta característica debe ser común a todos los indicadores, pero los indicadores deben cumplir al menos con 6 características:

Específicos: Deben ser para medir un proceso o una actividad concreta.

Medibles: Por su puesto, debe ser algo que podamos medir con facilidad.

Controlable: El indicador no puede ser aleatorio. Se debe poder controlar dentro de la organización.

Limitado en el tiempo: El indicador debe hacer referencia a un tiempo concreto. Un día, un mes, un año, el periodo de tiempo en el que se ha ejecutado una acción, etc.

Mantenido en el tiempo: Cambiar el indicador es como cambiar las reglas del juego a mitad del partido. Por supuesto es necesario cambiar las reglas de juego, en el momento que el indicador no nos da la información que necesitamos debemos cambiarlo. Pero esto debe hacerse de manera excepcional.

Entendible: El indicador debe estar claro y ser comprendido y entendido por quienes lo usan. (Sánchez J. , 2019)

Las partes de un indicador.

Definición: Se debe describir concretamente lo qué se está midiendo.

Forma de calcularlo: La fórmula de calcularlo.

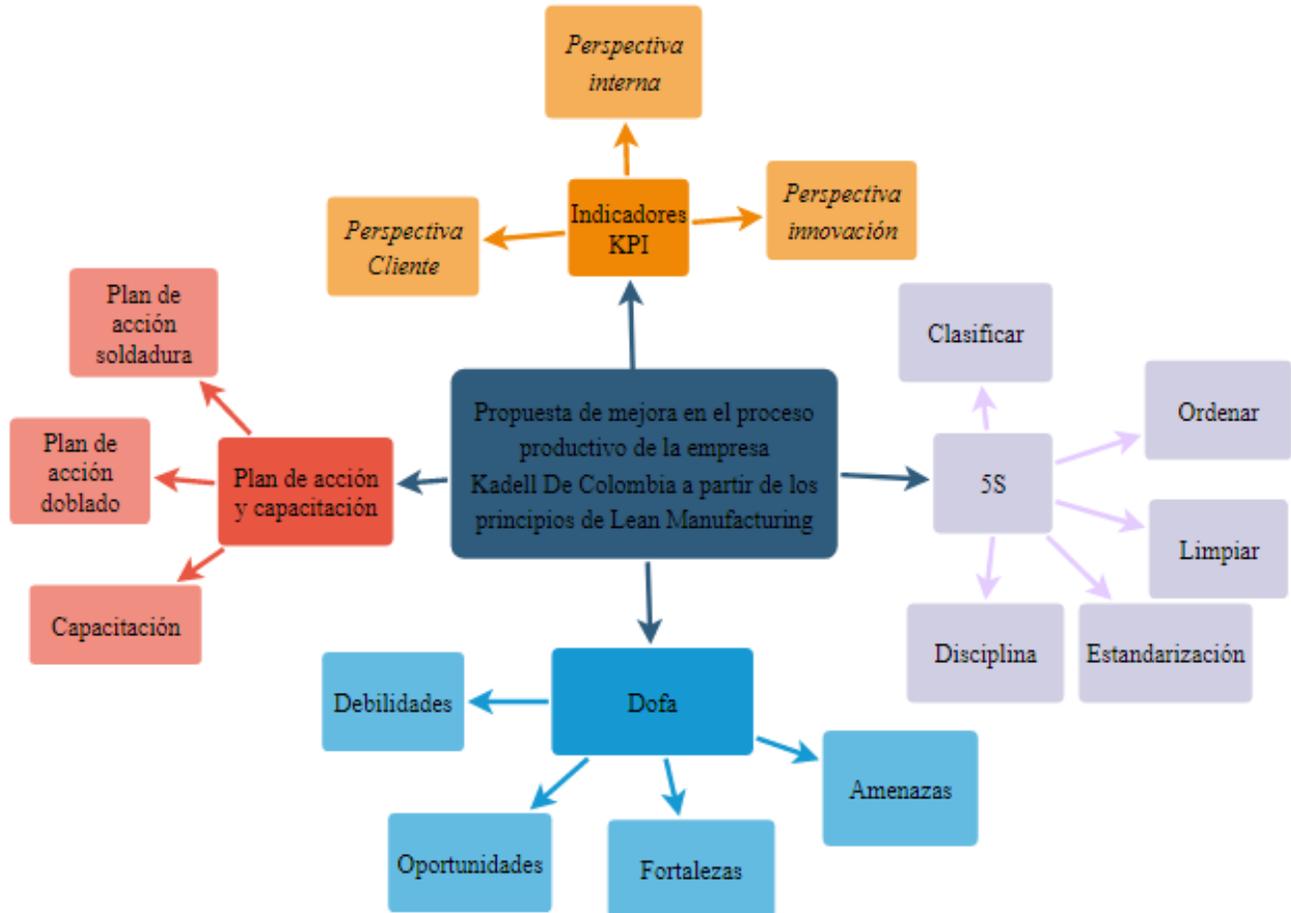
Unidades: En que unidades esta nuestro indicador: (Euros, metros, es un %, etc.).

Periodicidad: ¿Cada cuánto lo vamos a medir?

Responsable: Una buena práctica es que detrás de cada indicador exista un responsable. Cuando las cosas van mal, este responsable es quien debe determinar las acciones para su puesta en marcha o al menos informar para determinar acciones en instancias superiores. Normalmente es el jefe de departamento.

Los indicadores se deben comprar con unos valores previamente establecidos como puede ser el objetivo; valor al que queremos llegar. Los valores límite, valores que si se alcanzan deben ponerse en marcha las acciones correspondientes. (Sánchez J. , 2019)

## 2.2 Marco conceptual



**Figura 8.** Marco conceptual. Elaboración propia.

## 2.3 Marco legal

Tabla 2.

### Normograma

TEMA	NORMA	AÑO	ORIGEN	TITULO	ART.
NTC 6038	Ley 1259	2008	Congreso de la republica	Implementación del comparendo ambiental	Art. 2,3 y 4
NTC - ISO 14024	Ley 4741 2005	2005	Ministerio de ambiente	Cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o es un líquido cuyos generados rechaza entregas porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó.	Art. 5 y 6
	Resolución Número 02400	1979	Estatuto de seguridad industrial	Son obligaciones del Patrono y del trabajador.	Art. 2 y 3
	Decreto No. 13	1967	Código Sustantivo del Trabajo	Medidas de higiene y seguridad.	Art. 348
	Resolución 0312	2019	Ministerio del Trabajo	Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST.	
	Resolución 1401	2007	Ministerio de la Protección Social	Por la cual se reglamenta la investigación de incidentes y accidentes de trabajo.	
	Resolución Número 0312	2019		Estándares Mínimos del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo SG-SST.	
	Ley Numero 52	1993		Seguridad en los lugares de trabajo.	Art. 13
	Decreto 1072	2015		Política de SST deben incluir aspectos: identificar los peligros, evaluar y valorar los riesgos y establecer los respectivos controles.	Art. 2.2.4.6.7

Nota: Autoría propia.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Diseñar una propuesta de Lean Manufacturing para la empresa Kadell de Colombia SAS, que permita mejorar el indicador de calidad de los productos.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Realizar el diagnóstico de productividad mediante el análisis de la recopilación de información y el muestreo de trabajo.

Diseñar un plan integral para mejorar la productividad mediante el diagnóstico de las 5S.

Identificar e implementar los KPI que ayudarían a medir el estado real de la productividad.

Diseñar un modelo de capacitación que genere cultura LEAN en la organización para que sean aplicadas y se evidencie una mejora continua.

## **4. Marco referencial**

### **4.1 Antecedentes de la investigación**

Durante el progreso de la investigación se han revisado algunos casos de la industria metalmecánica que han tenido problemáticas análogas a la que se van a tratar en este trabajo de investigación, para lo cual vamos a citar algunos casos.

#### **4.1.1 El caso Wensay Aceros S.A.**

De acuerdo con el desarrollo de investigación esta empresa de fabricación de productos metalmecánicos presentaba problemas de productividad en su planta debido a fallos en su proceso de producción para lo cual (Bances Paz, 2017) realizó la implementación de herramientas lean manufacturing como las 5s, el mapa de cadena de valor (VSM), Kaizen entre otras. Con la finalidad de mejorar el proceso de producción del tambor algodónero, el producto más representativo para la empresa y el que más solicitado.

Tras esta implementación se observa el 24% de mejora en la productividad, que permite cumplir con los pedidos solicitados a la empresa manteniendo una mejora continua.

#### **4.1.2 El caso Helados Popsy.**

Según la investigación en la empresa Helados Popsy se desarrollaron herramientas de lean, con lo cual se evidencio un aumento de la productividad representado y que pasó de una ejecución de 80 órdenes promedio mes a 120 órdenes promedio mes. además, se logró disminuir la tercerización, teniendo en cuenta la inclusión de tres técnicos adicionales. (Alonso Fagua & Tamayo Gómez, 2016) Todo lo anterior basado en el aumento del seguimiento y de la administración organizada de los insumos, materiales, repuestos y herramientas, que desembocaron en un aprovechamiento mayor de las horas hombre disponible y de los espacios concedidos por el área de manufactura o producción para poder realizar las intervenciones de mantenimiento a los equipos e infraestructura.

#### **4.1.3 El caso Hlf Romero S.A.S.**

Esta empresa del sector metalmecánico dedicada a la fabricación y comercialización de hierro laminado y figurado presentaba una serie de dificultades relacionadas con los tiempos de entrega a su principal cliente (Homecenter), los cuales estaban generando demoras hasta de 4 días según (Beltán Rodríguez & Soto Bernal, 2017, págs. 13-15). De acuerdo a la problemática planteada por los autores (Beltán Rodríguez & Soto Bernal, 2017) propusieron el uso de herramientas lean manufacturing como las 5s y Smed entre otras, de las cuales pudieron concluir que “Con la

aplicación de las herramientas SMED Y 5S en el área de recepción de materia prima se logró disminuir en un 7,2 % la distancia de recorrido de los operarios y en un 20% el tiempo de espera...” (Beltán Rodríguez & Soto Bernal, 2017, pág. 76). Además de esto concluyeron que: “Para las actividades realizadas en el área de despacho se generó un reentrenamiento a los operarios donde de igual forma se aplicaron las herramientas SMED Y 5S para disminuir los movimientos innecesarios y los tiempos de espera en cada operación generando una disminución del 37,2 % y 23,6% respectivamente en los desperdicios presentes en el proceso de despacho.” (Beltán Rodríguez & Soto Bernal, 2017, pág. 76).

#### **4.1.4 El caso Agroindustrias Centurión S.R.L.**

De acuerdo con el proceso de implementación de las 5S en referencia al proyecto (Correa Namoc y Huamán Vásquez, 2016) de la mejora de procesos productivos se desarrolló este proceso en esta empresa que pertenece al sector Agroindustrial, dedicada a la producción y comercialización de azúcar ecológica. Los principales problemas eran transportes y movimientos innecesarios de los operarios, los cuales generaban tiempos considerables, (Correa Namoc y Huamán Vásquez, 2016) se identificó falta de mantenimiento, el cual afectaba la eficiencia de los equipos y la calidad del producto, la cantidad de paradas planificadas del trapiche (molino), finalmente se identificó procesos inapropiados y falta de autocontrol de calidad, que generaba kilogramos defectuosos y reprocesados.

Las Herramientas de Manufactura Esbelta implementadas fueron: 5'S, Tarjeta Kanban. (Correa Namoc y Huamán Vásquez, 2016) con la propuesta se planteó eliminar la distancia de transporte al unir operaciones, finalmente con el diseño y propuesta implementación de la Herramienta Kanban controlaron la cadena logística, tomando en cuenta que no es un sistema de control de inventario. (Correa Namoc y Huamán Vásquez, 2016) se llega a la conclusión que con la propuesta de implantación de las Herramientas de Lean Manufacturing en el proceso de producción de panela orgánica se logra incrementar la productividad de mano de obra de 66.66 Kg /H a 85.6 Kg/H. Con la metodología costo-beneficio se determinó que el proyecto es viable, ya que el VAN obtenido es S/. 244,955.14 y el TIR obtenido es 60%.

## **5. Justificación**

En la actualidad cada vez son más las empresas que se van sumando a la implementación de herramientas Lean, cada día nacen pymes que de algún modo van entrando al mercado y compitiendo con precios bajos y con excelente calidad. No es fácil mantenerse en pie por la situación económica que atraviesa actualmente el país, siempre es necesario saber cómo se encuentra la empresa frente a las demás y con esta nace la necesidad de realizar mejoras en los procesos en donde se busca diseñar herramientas de Lean Manufacturing para obtener cambios en la terminación de un producto con alto estándar de calidad y ofreciendo a los clientes cumplimiento en las entregas.

Por otro lado, se busca proponer y promover la adecuación en el área de trabajo por parte de los operarios mediante el uso de las 5S ya que la falta de compromiso y no contar con la filosofía de mejora continua, también se desea buscar la seguridad de los operarios teniendo en cuenta las normativas establecidas por las entidades del gobierno, por último, e igualmente importante se busca la reducción en los costos de fabricación.

Todo con un solo propósito: el de mejorar la productividad de la empresa con el uso de herramientas de Lean y buenas prácticas para el desarrollo de las diferentes tareas y recursos. De esta manera que permita manejar precios que sean competitivos con los del resto de las empresas.

De no llegar a realizar esta mejora se seguirán presentando riesgos que incurran directamente al aumento de los daños y el incremento de garantías a los clientes, este aumento de daños en material nos genera sobre costos lo que conlleva un retraso en el crecimiento de la empresa y seguidamente de la oferta al no tener capacidad de repuesta para nuevos clientes.

## **6. Marco etodológico**

### **6.1 Metodología de la investigación**

Se empleará la investigación mixta, es decir, que tendrá apartes de la investigación cuantitativa, ya que será necesario seguir un procedimiento en un orden específico para determinadas acciones de la investigación, como por ejemplo la recolección de la información de la planta de producción, la cual nos permitirá establecer, evaluar y corregir causas que se presenten para lograr un mayor entendimiento de manera más estructurada.

Por otra parte, el enfoque de esta investigación es mixto, lo cual implica la recolección de alguna información, análisis y vinculación de datos cualitativos y cuantitativos para responder al planteamiento del problema. Para el desarrollo de estrategias de mejora continua o la autodisciplina de los empleados con la filosofía que se implementara, se buscará una relación más cercana con el empleado y el empleador, en donde la interpretación de cada uno de ellos se tendrá en cuenta en el desarrollo de la investigación y los resultados obtenidos, así se determinara cuál es la percepción de los empleados con respecto a la propuesta de mejora con las herramientas de Lean.

### **6.2 Variables del problema**

Independientes (Causa)

Peligros en los puestos de trabajo por material desordenado

Falta de capacitación en 5s

Falta de procedimientos y métodos de trabajo

Dependientes (Efecto)

Incremento riesgo de accidentes en los trabajadores

Bajo desempeño en cada sección

Disminución de la productividad de la planta.

### 6.3 Fuentes de información

La información recopilada es obtenida directamente de la sección de Doblado y Soldadura; ha sido generada en el transcurso de sus procesos; y nos servirá de ayuda para analizar el comportamiento de cada una de las variables y cada persona responsable de los procesos involucrados.

Como fuente secundaria se tomará información a través de una revisión documental o base de datos.

#### 6.3.1 Instrumentos de recolección de la información.

La recolección de información se realizará a través de las encuestas a los operarios, además se llevará a cabo la revisión de documentos, como carpetas de los turnos de los operarios, también se realizarán entrevistas las cuales nos permiten información de primera mano.

### 6.4 Tamaño poblacional y muestra

La población de donde tomaran los datos corresponde a la producción que se ha desarrollado en Kadell de Colombia durante el año 2019. La muestra corresponderá a los datos de la producción correspondientes a los meses de enero del 2019 a diciembre del 2019.

A continuación, se identifican algunas de las empresas que se dedican o hacen parte de esta actividad económica, se caracterizan por tener la misma o similar actividad, podrían ser objeto de la investigación.

Tabla 3.

*Empresas de la metalmecánica.*

EMPRESA	ACTIVIDAD	UBICACIÓN
WESTON SAS	Fabricación de refrigeración, equipos de restaurante y panaderías.	Calle 16 # 65B-82
DUMAR S A S	Fabricación de productos metálicos para uso estructural.	Carrera 49 F 68 D Sur
INDHUMAT LTDA	Fabricación de máquinas formadoras de metal y de máquinas herramienta.	Calle 35 S 65 77
INDUSTRIAS DIAZ	Mobiliario y archivo rodante.	Av. Caracas No.4 – 54

*Nota:* Empresas con las misma o similar actividad económica. Autoría propia.

## 7. Diagnostico

En este punto mostraremos los equipos fabricados internos, externos y sus garantías. También las causas que afectan la producción y que no permiten mejorar el indicador de calidad de los productos y el indicador de entrega de pedidos a tiempo.

### 7.1 Estudio de trabajo

A continuación, se relacionan los equipos fabricados por Kadell y proveedores externos.

Tabla 4.

*Equipos fabricados internos y externos 2019.*

Línea	Externos	Internos
Abatidores	4	
Amasadoras	2	2
Asadores		3
Autoservicio caliente		12
Autoservicio frio		6
Autoservicio neutro		9
Bandejas	14	
Baño maria		25
Bases	13	25
Batidoras	3	
Campanas		83
Canastos	9	
Cárcamos		504
Cilindradoras	7	15
Congeladores	15	
Contenedores	71	
Cortadoras	7	
Cuarto de crecimiento		26
Cuarto frio	6	
Ductos		672
Enchapes		52
Escabiladero		144
Escurridores		11
Estanterías		75
Estufas		98
Exhibidores		10
Extractores	49	19

Filtros		3
Freidores	2	33
Gabinetes		33
Grifería	21	
Karusel		7
Lámparas		1
Latas	888,5	1764,5
Lavamanos		61
Lavatraperos		20
Lavavajillas	10	
Lr		27
Mantenedores		16
Mesas	20	484
Modular		52
Moldes	460	
Panel		33
Parrillas		68
Pedaleras		90
Planchas		49
Pocetas		22
Portacomandas	57	
Refrigeradores	32	
Repisas		306
Salamandras		5
Secadoras		32
Soporte		104
Trampas de grasa		234
Venix	42	34
Vitrina caliente		61
Vitrina neutra		41
Vitrina refrigerada		57
<b>Total</b>	<b>1732</b>	<b>5429</b>
	<b>Total, general</b>	<b>7161</b>

*Nota:* Autoría propia.

Para el año 2019, son fabricados en Kadell 5429 productos de los cuales 38 tienen garantía, de los proveedores externos o importados se origina 1732 productos de los cuales 32 tienen garantías.

## 7.2 Mudras recurrentes en producción

En esta fase se evidenciaron mudras en cada una de las secciones de la empresa Kadell de Colombia, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5.

*Mudras en la producción.*

Tiempo disponible					
Tiempo productivo neto	Tiempo perdido por defectos	Tiempo perdido por operación	Tiempo de parada no planificada por equipos	Tiempo de preparación de equipo	Tiempo de parada planificada
Producción real estándar (ideal)	Fallas por defecto	Fallas de operación	Fallas de los equipos	Preparación & ajuste de los equipos	Planeamiento y control de producción
	Falta de magnetización de puertas	Esquemas mal pegados	Fijaciones mecánicas inadecuadas	Arranque	Estandarización en cantidades de componentes.
	Daño de material: rayones, golpes	Equipos sin actualizar	Corto en cables	Cambio de producto	<b>Mantenimiento</b>
	No verificación material	Inconsistencia en cantidad de piezas	Amperaje inadecuado	Cambio de turno	Mantenimiento preventivo de Dobladoras
	Error en medidas muebles especiales	Error en desarrollo de piezas		Fugas tubería	
	Defectos en soldadura	Piezas faltantes		Equipos sin programar	
	Remates no adecuados de soldadura	Trazos corridos		Pruebas técnicas	
	Desbaste excesivo	Mal uso de escuadra			
		Terminados de lija inadecuados			
		Error en numeración de piezas			

Nota: Autoría propia.

### 7.3 Porcentaje cumplimiento VS Garantías

Tabla 6.

*Consolidado fallas generales.*

Familia	Línea	Eléctrico	Gas	Refrigeración	Mecánico	Estructural	Insumos	Internos	Fabricación	Externo	% cumplimiento	% falla
Conservación	Mantenedores	7	0	0	3	2	4	16	19	0	16%	-84%
Conservación	Baño maria	0	0	0	0	5	8	13	25	0	48%	-52%
Hornos	Lr	2	9	0	0	3	0	14	27	0	48%	-52%
Exhibición	Vitrina refrigerada	4	0	8	0	0	1	13	57	0	77%	-23%
Hornos	Modular	0	1	0	0	0	10	11	52	0	79%	-21%
Cocción	Freidores	4	1	0	0	0	1	6	33	0	82%	-18%
Exhibición	Vitrina caliente	10	0	0	0	0	0	10	61	0	84%	-16%
Maquinas	Cilindradoras	0	0	0	2	0	0	2	15	0	87%	-13%
Frio	Refrigeradores	0	0	3	0	0	0	3	0	32	91%	-9%
Frio	Mesas	3	0	0	0	0	0	3	32	0	91%	-9%
Exhibición	Vitrina neutra	0	0	0	0	3	0	3	41	0	93%	-7%
<b>TOTALES</b>		<b>30</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>24</b>	<b>38</b>	<b>234</b>	<b>32</b>	<b>72%</b>	<b>-28%</b>

Nota: Autoría propia.

### 7.4 Top fallas generales

A continuación, se realiza levantamiento de información de las garantías recurrentes, ya sea eléctrico, gas, refrigeración, sistema mecánico, estructura o insumo.

Tabla 7.

*Garantías sistema eléctrico***Garantías sistema eléctrico**

Familia	Línea	eléctrico	Costo unitario	Costo total
Exhibición	Vitrina caliente	10	\$ 250.000	\$ 2.500.000
Conservación	Mantenedores	7	\$ 230.000	\$ 1.610.000
Cocción	Freidores	4	\$ 350.000	\$ 1.400.000
Exhibición	Vitrina refrigerada	4	\$ 450.000	\$ 1.800.000
Frio	Mesas	3	\$ 450.000	\$ 1.350.000
Hornos	Lr	2	\$ 500.000	\$ 1.000.000
				<b>\$ 9.660.000</b>

Nota: Autoría propia.

Tabla 8.

*Garantías sistema refrigeración***Garantías sistema refrigeración**

Familia	Línea	refrigeración	Costo unitario	Costo total
Exhibición	Vitrina refrigerada	8	\$ 450.000	\$ 3.600.000
Frio	Refrigeradores	10	\$ 450.000	\$ 4.500.000
				<b>\$ 8.100.000</b>

Nota: Autoría propia.

Tabla 9.

*Garantías estructura***Garantías por estructura**

Familia	Línea	estructural	Costo unitario	Costo total
Conservación	Baño maria	5	\$ 250.000	\$ 1.250.000
Hornos	Lr	3	\$ 1.000.000	\$ 3.000.000
Exhibición	Vitrina neutra	3	\$ 800.000	\$ 2.400.000
Conservación	Mantenedores	2	\$ 400.000	\$ 800.000
Mobiliario	Trampas de grasa	1	\$ 200.000	\$ 200.000
				<b>\$ 7.650.000</b>

Nota: Autoría propia.

Tabla 10.

*Garantías por insumo***Garantías por insumo**

Familia	Línea	insumos	Costo unitario	Costo total
Hornos	Modular	10	\$ 150.000	\$ 1.500.000
Conservación	Baño maria	8	\$ 120.000	\$ 960.000
Conservación	Mantenedores	4	\$ 150.000	\$ 600.000
Exhibición	Vitrina refrigerada	1	\$ 120.000	\$ 120.000
Cocción	Freidores	1	\$ 200.000	\$ 200.000
				<b>\$ 3.380.000</b>

Nota: Autoría propia.

Tabla 11.

*Garantías sistema de gas***Garantías sistema gas**

Familia	Línea	gas	Costo unitario	Costo total
Hornos	Lr	9	\$ 120.000	\$ 1.080.000
Cocción	Freidores	1	\$ 200.000	\$ 200.000
Hornos	Modular	1	\$ 200.000	\$ 200.000
				<b>\$ 1.480.000</b>

Nota: Autoría propia.

Tabla 12.

*Garantías sistema mecánico***Garantías sistema mecánico**

Familia	Línea	mecánico	Costo unitario	Costo total
Conservación	Mantenedores	3	\$ 150.000	\$ 450.000
Maquinas	Cilindradoras	2	\$ 200.000	\$ 400.000
				<b>\$ 850.000</b>

Nota: Autoría propia.

De acuerdo con el análisis anterior en cuanto a sus garantías y costos, en primer lugar y con el mayor costo se encuentra el sistema eléctrico con un total de \$ 9.660.000, en segundo lugar, encontramos refrigeración con \$8.100.000, en el tercero se encuentra fallas por estructura con un costo de \$ 7.650.000, en el cuarto encontramos por insumos \$3.380.000, en el quinto se encuentran

las garantías por gas \$1.480.000 y por último sistema mecánico \$850.000. Lo anterior para un total anual de costos provocados por las garantías equivalentes a \$ 31.120.000.

### 7.5 Situación actual garantías 2020

De acuerdo con el análisis realizado durante el año 2020 en los meses de enero a noviembre del presente año se han disminuido las garantías a diferencia del 2019. Lo que se pretende con las herramientas de Lean precisamente es establecer, evaluar y corregir causas que se presenten para lograr un mayor rendimiento en productividad y mayor calidad. De esta forma disminuir sobre costos con el uso indebido de material.

A continuación, se mostrará la disminución de garantías en un 43%, información registrada en las siguientes tablas.

Tabla 13.

#### *Disminución de garantías sistema eléctrico*

#### **Garantías sistema eléctrico**

Familia	Línea	eléctrico	Costo unitario	Costo total
Exhibición	Vitrina caliente	5	\$ 250.000	\$ 1.250.000
Conservación	Mantenedores	2	\$ 230.000	\$ 460.000
Cocción	Freidores	2	\$ 350.000	\$ 700.000
Exhibición	Vitrina refrigerada	3	\$ 450.000	\$ 1.350.000
Hornos	Lr	1	\$ 500.000	\$ 500.000
				<b>\$ 4.260.000</b>

Nota: Autoría propia.

Tabla 14.

#### *Disminución de garantías estructura*

#### **Garantías por estructura**

Familia	Línea	estructural	Costo unitario	Costo total
Conservación	Baño maria	5	\$ 250.000	\$ 1.250.000
Hornos	Lr	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Exhibición	Vitrina neutra	3	\$ 800.000	\$ 2.400.000
Conservación	Mantenedores	2	\$ 400.000	\$ 800.000
Mobiliario	Trampas de grasa	1	\$ 200.000	\$ 200.000
				<b>\$ 5.650.000</b>

Nota: Autoría propia.

Tabla 15.

*Disminución de garantías insumo***Garantías por insumo**

Familia	Línea	insumos	Costo unitario	Costo total
Hornos	Modular	3	\$ 150.000	\$ 450.000
Conservación	Baño maria	2	\$ 120.000	\$ 240.000
Conservación	Mantenedores	1	\$ 150.000	\$ 150.000
Cocción	Freidores	1	\$ 200.000	\$ 200.000
				<b>\$ 1.040.000</b>

Nota: Autoría propia.

Tabla 16.

*Disminución de garantías gas***Garantías por gas**

Familia	Línea	gas	Costo unitario	Costo total
Hornos	Lr	9	\$ 120.000	\$ 1.080.000
Cocción	Freidores	1	\$ 200.000	\$ 200.000
Hornos	Modular	1	\$ 200.000	\$ 200.000
				<b>\$ 1.480.000</b>

Nota: Autoría propia

Tabla 17.

*Disminución de garantías mecánico***Garantías sistema mecánico**

Familia	Línea	mecánico	Costo unitario	Costo total
Conservación	Mantenedores	3	\$ 150.000	\$ 450.000
Maquinas	Cilindradoras	2	\$ 200.000	\$ 400.000
				<b>\$ 850.000</b>

Nota: Autoría propia

## **7.6 Análisis de causas, deficiencias del producto**

### **7.6.1 Producción.**

- Todas las secciones trabajan como islas, por lo tanto, ninguna responde por la calidad de lo que produce en su proceso.
- El proceso de optimización de producto se realiza en pleno proceso productivo, no está de manera independiente, lo que hace que no se pueda estandarizar el proceso de ensamble.
- No existen procedimientos de actividades, por lo tanto, cualquier persona puede cambiar el proceso de acuerdo con su conveniencia.
- No todos los equipos tienen plano.
- Falta herramienta de medición.
- No existe una inducción adecuada para el ingreso de personal o cambio de actividades.
- Incumplimiento cronograma de producción sin mirar el impacto externo

### **7.6.2 Montajes e instalaciones.**

- Retrasos en el proceso productivo afectan la programación establecida.
- Problemas dimensionales
- Problemas estructurales, mala calidad en la terminación de los equipos.

### **7.6.3 Mantenimiento.**

- Recurrencia en fallas a nivel Eléctrico, Refrigeración.
- No se conoce la trazabilidad de producción de los equipos.
- El área no trabaja por referencias, sino por familias y en el momento del análisis de garantías no se identifica fácilmente la recurrencia en referencias específicas.

## **7.7 Seriales**

### **7.7.1 Problema.**

- No se tiene trazabilidad real de los equipos.
- No tienen hoja de vida, no se conoce incidencias en el proceso productivo
- No se tiene control de insumos.
- Con los clientes recurrentes no conocemos si el equipo está en periodo de garantía por posibles cambios de sitio.

### **7.7.2 Planteamiento.**

- Diseño realiza el planteamiento a la Gerencia para proceder a la definición del serial para los equipos.
- Diseño y Tecnología determinaron la aplicación para generar a partir de la OF

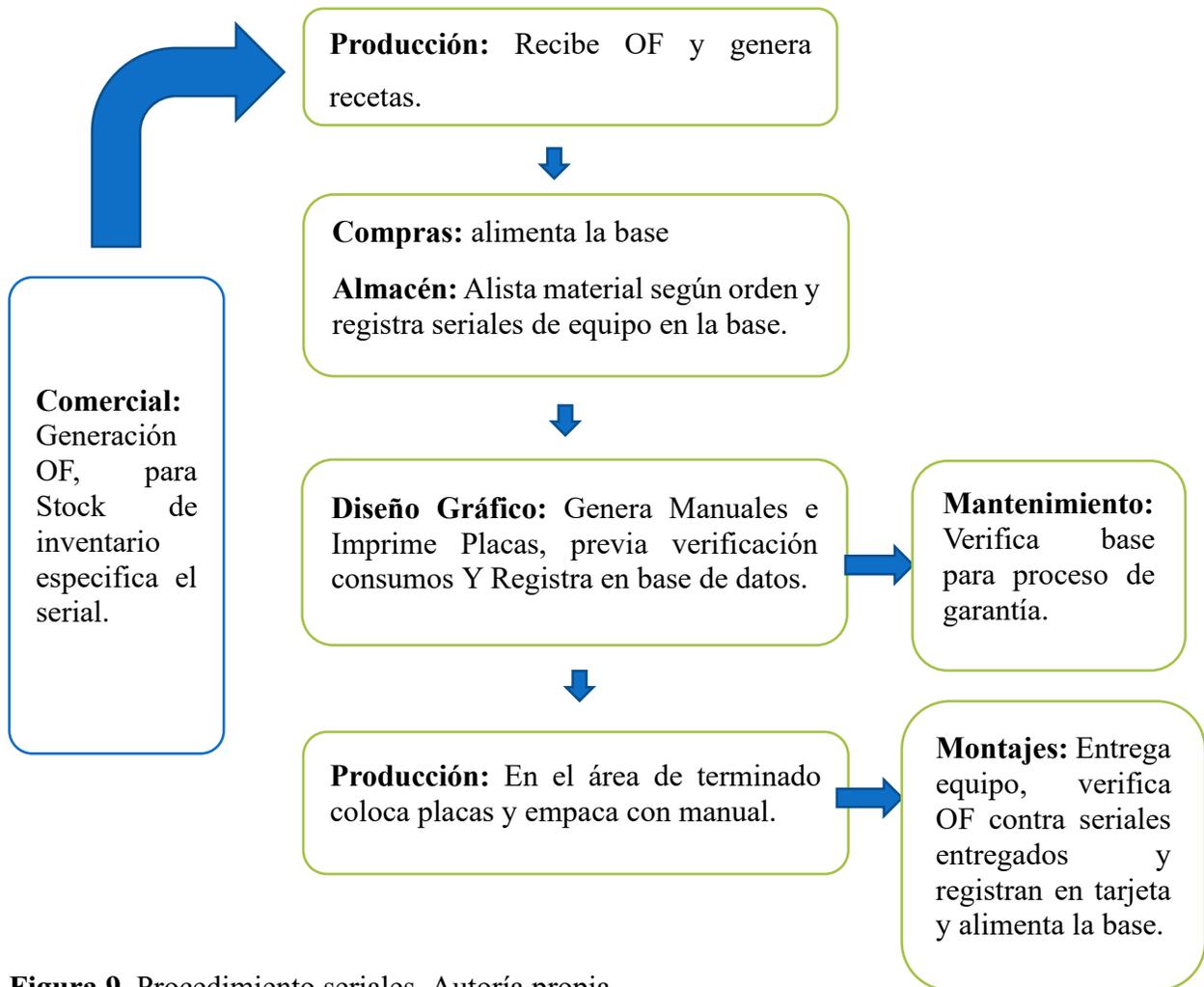
### **7.7.3 Puesta en marcha.**

- Se realizo una prueba inicial y se socializo con la planta.
- Se determino el procedimiento involucrando a las áreas de impacto: Contabilidad, Compras, Almacén, Producción, Diseño Gráfico y se definieron roles dentro del proceso.

### **7.7.4 Seguimiento.**

- Se codifico todo el inventario de stock y comercial
- Diseño gráfico y tecnología realizaron pruebas de material de impresión y ajustes a la impresión.
- Se determino la base para alimentar la codificación, realizar el seguimiento y trazabilidad.

### 7.7.5 Procedimiento Seriales.



**Figura 9.** Procedimiento seriales. Autoría propia

## 7.8 Organigrama

Se diseña el organigrama para realizar su proceso de verificación de seriales, cumplimiento en tiempos de entrega y revisión de calidad. En cada una de las secciones se tendrá un inspector encargado.

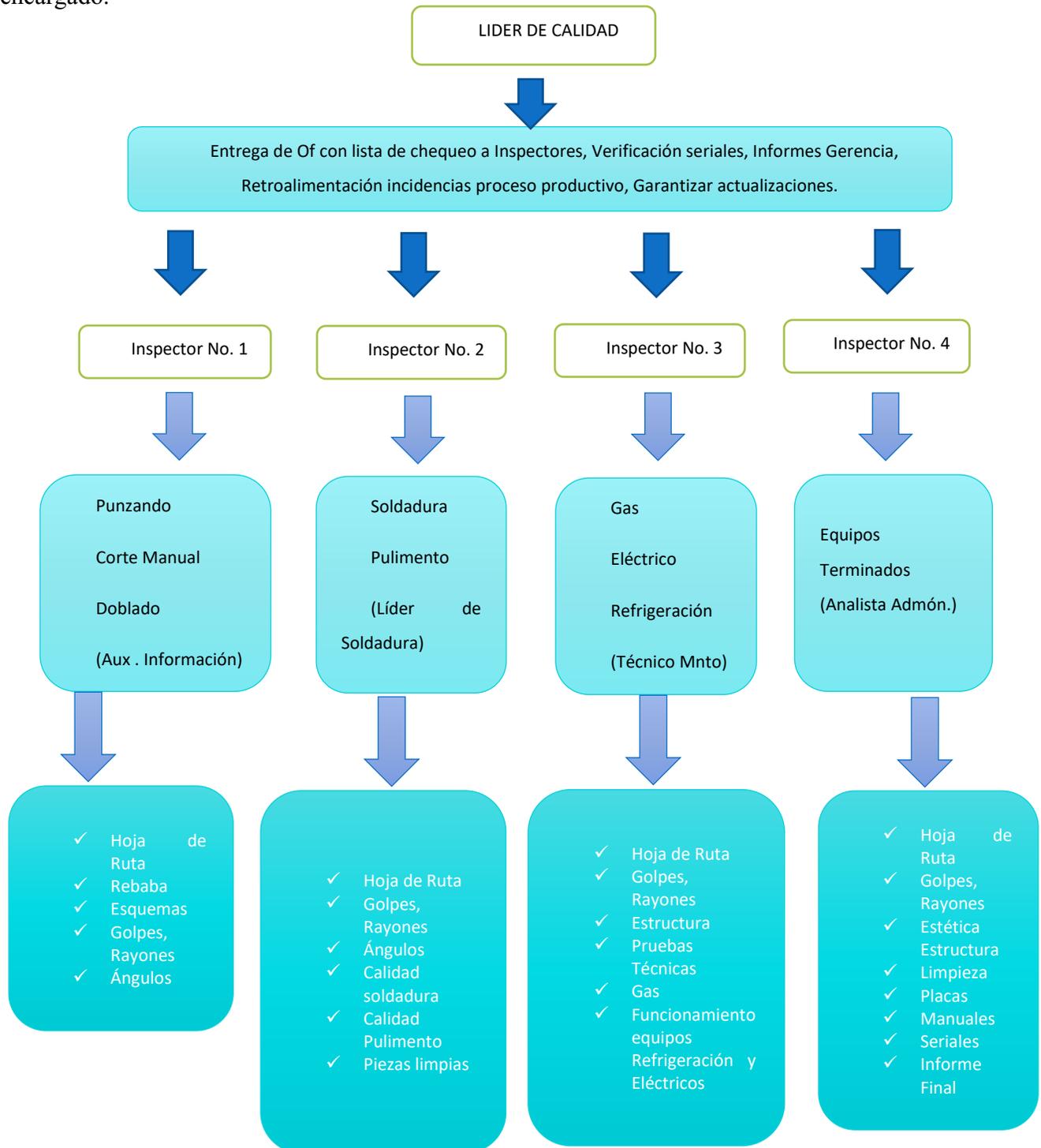
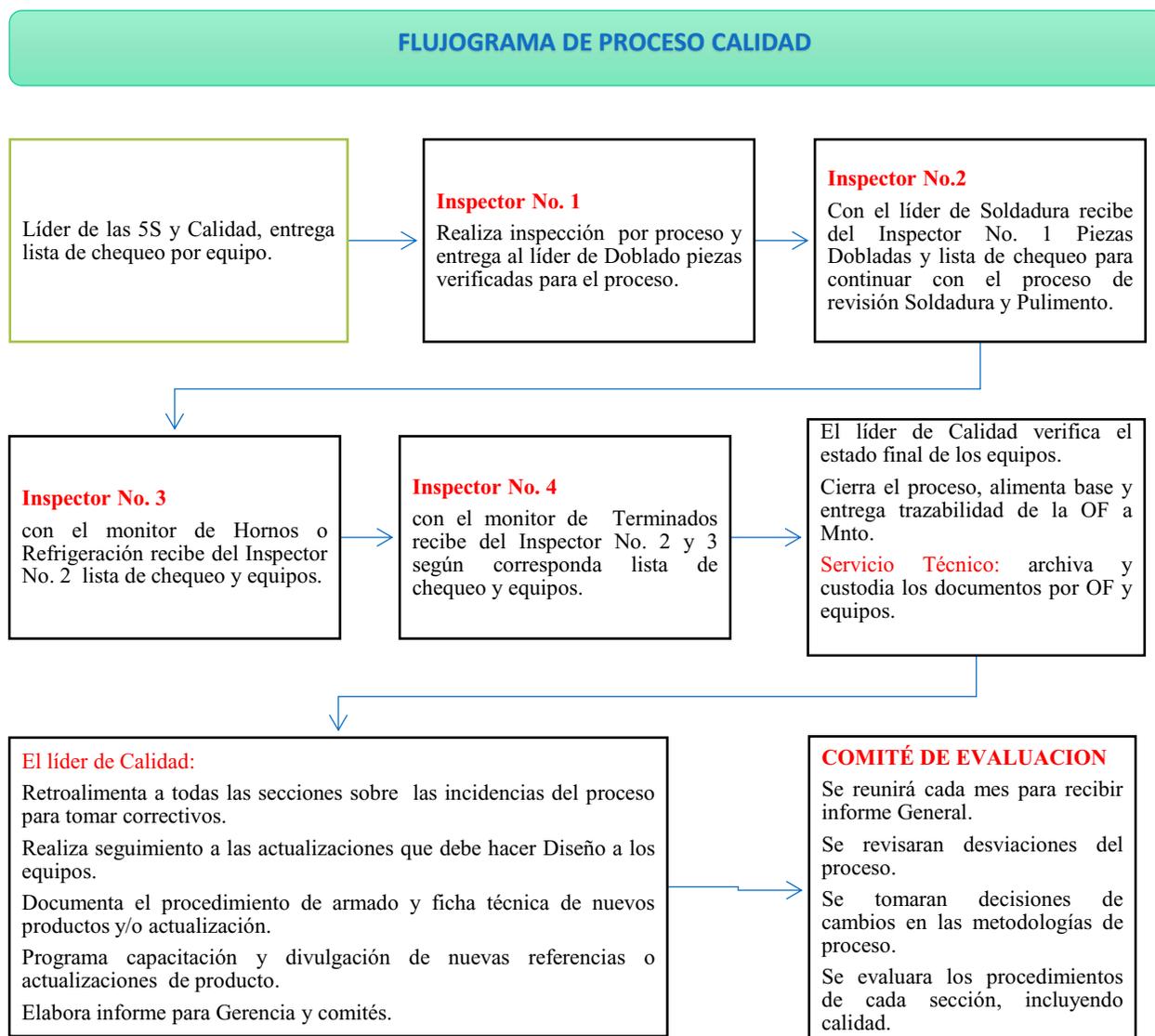


Figura 10. Organigrama calidad, Autoría propia.

## 7.9 Flujograma calidad

Se diseña el flujograma en el cual mostraremos el paso a paso que se realizara para su respectiva ejecución como lo muestra el esquema.



**Figura 11.** Flujograma calidad. Autoría propia

## 8. Propuesta de mejora

La metodología 5S se utilizará como mecanismo para mejorar la productividad en las secciones que más presentan producto no conforme.

### 8.1 Diagrama Pareto

De acuerdo con el análisis de los defectos, según el diagrama pareto 80/20 nos concentramos en la sección de Soldadura y Doblado por esto estas dos secciones se toman como modelo para la implementación de las 5S.

Tabla 18.

*Pareto*

PROBLEMÁTICA	EVENTOS (FRECUENCIA)	% ACUMULADO	% FRECUENCIA
Defectos de soldadura	99	24%	99
Daño de material	90	45%	189
Verificación de ángulos	75	63%	264
Trazos corridos	45	73%	309
Demoras en soldadura	37	82%	346
Remates de soldadura	25	88%	371
Piezas marcadas	24	94%	395
Amperaje inadecuado	14	97%	409
Mal uso de escuadra	12	100%	421

Nota: autoría propia

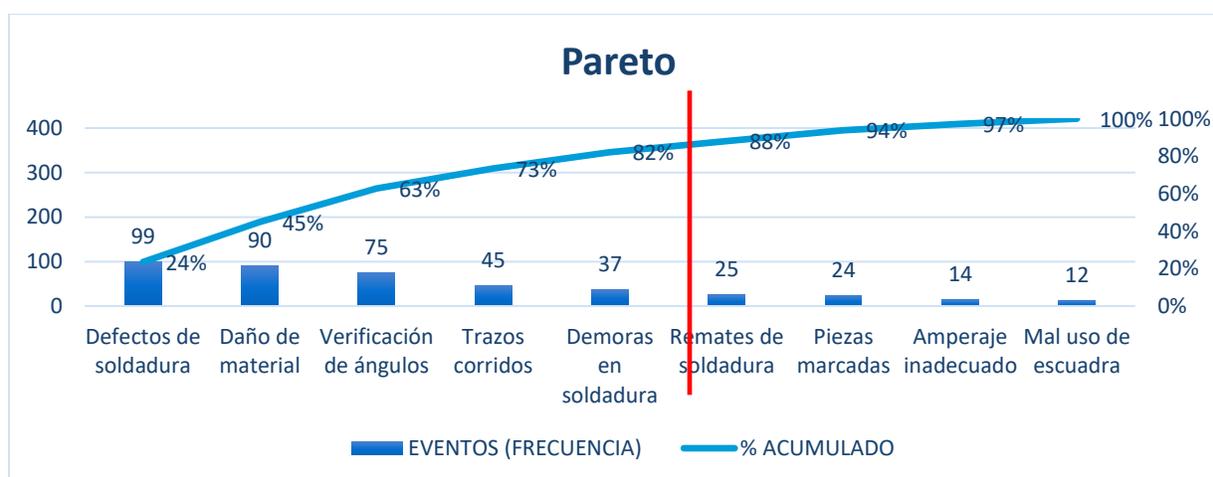


Figura 12. Diagrama de pareto. Autoría propia

De acuerdo con el diagrama de Pareto presentado se logra establecer que el 80% de los eventos de calidad se encuentran dentro de las primeras 5 categorías (defectos de soldadura, Daño de material, Verificación de ángulos, Trazos corridos y Demoras en soldadura). El 20% restante se encuentra en otras 4 categorías (Remates de soldadura, Piezas marcadas, Amperaje inadecuado y Mal uso de escuadra). Al atacar el 80% de las causas vamos a tener ese mismo porcentaje en resultados dentro del valor global de la frecuencia.

## 8.2 Análisis DOFA - Soldadura y Doblado

En la planeación se tiene como objetivo la preparación de las 5S en la empresa Kadell de Colombia, en el cual se realizó una matriz DOFA que nos ayude a dar seguridad para la toma de decisiones; conocer con profundidad el escenario e indicar alternativas de acción.

### 8.2.1 Dofa Soldadura.

Tabla 19

Matriz DOFA Sección Soldadura

Factores internos de la empresa		Factores externos a la empresa	
<b>Debilidades (-)</b>		<b>Amenazas (-)</b>	
1	Se tiene la filosofía de proteger el material.	1	El material que llega de plegado y/o está para Pulimento produce daños en las piezas.
2	La hoja de ruta llega verificada hasta el área de soldadura, donde se puede conocer, si el equipo está completo o no.	2	No hay un plan de acción en el momento en que un equipo llega incompleto.
3	Se maneja un cronograma de producción estimando los tiempos.	3	La prioridad de producción depende netamente del cronograma que se entrega en el área cada 2 o 3 días, esto provoca disturbios y represamientos de equipos.
4	Los soldadores tienen gran conocimiento de su área.	4	Reprocesos y daños en el material.

5	El líder tiene mucha experiencia en el área y conoce el proceso.	5	Demoras excesivas en las entregas de los equipos para las áreas de pulimento y terminado.
6	Se aprovechan los equipos de soldadura que se tienen activos en el momento.	6	Se obtiene una mala presentación en la soldadura de Tig en material galvanizado, pues no es apto para su aplicación.
7	Se tiene un stock de material que se usa con más frecuencia en los equipos.	7	El material se pide en las áreas respectivas (mecanizados, punzonado, corte manual), cuando ya está agotado y de manera urgente.
8	El líder tiene el conocimiento de la habilidad de cada soldador y de esta manera distribuye el trabajo.	8	Algunos soldadores tienen más acumulación de trabajo que otros, por lo tanto, no hay un equilibrio en el área.
9	Buenas habilidades de los soldadores en las tácticas de armado.	9	El procedimiento de soldadura de cada equipo es subjetivo del soldador al que le haya asignado, esto provoca que al final del proceso no todos los equipos tengan las mismas características.
10	Se utilizan elementos de protección personal.	10	Los elementos que se están usando no son los adecuados para proteger a un soldador del arco eléctrico (caretas con filtro), ni de las quemaduras (overol y guantes cortos).
11	El personal tiene los conocimientos empíricos de los procesos para aplicar una buena soldadura.	11	Se desconocen procedimientos teóricos de cómo debe ser el procedimiento de alistamiento del equipo, amperajes, manejo de calibres.
12	En las carpetas de cada equipo se puede ubicar las actualizaciones que tiene cada uno de estos.	12	En muchos casos no hay conocimiento de porque hacen falta piezas en la hoja de ruta y este proceso de investigación, produce pérdidas de tiempo importantes.

13	Conocimientos empíricos de los soldadores para el armado de equipos standard.
14	El soldador tiene la experticia de conocer cómo debe armarse un equipo standard.
15	El soldador tiene claro que para una mejor presentación de la soldadura debe ser aplicada por fusión.
16	Personal con alta experiencia para realizar los patrones indicados.
17	Separación de los puestos de trabajo por medio de paneles.
18	Cada puesto de trabajo maneja sus propias herramientas.

13	Variaciones de calidad y de parámetros en cada equipo por diferentes formas de armado.
14	Equipos tienen variaciones en medidas y soldaduras por desconocimiento de un parámetro standard.
15	Pérdidas de tiempo realizando latoneo en el material para lograr una buena junta de soldadura.
16	Diferencias importantes en presentación de soldaduras en algunos equipos.
17	Desorden de material en las mesas, mezcla de herramientas eléctricas con manuales.
18	La herramienta es usada para cualquier material, lo cual produce que se contamine el acero inoxidable.

Fortalezas (+)	
1	Manejo de estibas para organizar cada material (para transportar como para almacenar).
2	Podría adjuntarse a la hoja de ruta un listado de partes, identificando quien se encarga de producirla y dirigirse a un auxiliar de información que se encargue de ubicarla.
3	Respetar los tiempos que se han dado a los clientes al momento que se ha hecho la venta, teniendo en cuenta los tiempos reales de producción.
4	Realizar un plan de capacitación para personal nuevo y antiguo (retroalimentación) de lectura de planos y procedimientos de soldadura.
5	Ajustar un cronograma semanal que debe cumplir a cabalidad el líder, teniendo en cuenta los tiempos estimados para cada equipo.
6	Aplicación de soldadura Mig para Galvanizado mejora los tiempos, requiere de probetas.
7	Manejar un inventario del material que se tiene en stock, para de esta forma conocer con anterioridad cuando se va

Oportunidades (+)	
1	No hay suficientes estibas para que los equipos sean almacenados y transportados adecuadamente o no se les da el uso adecuado. El transporte se hace en un gato estibador el cual produce mucha vibración con el piso por su rugosidad.
2	Las hojas de ruta no están siendo actualizadas en las variaciones de los equipos y esto puede provocar confusiones.
3	Las fechas de programación varían dependiendo la urgencia del cliente.
4	Lectura errónea de la información que pueda provocar daños en el material y baja calidad.
5	No hay compromiso de parte del líder con la entrega de los equipos en los tiempos establecidos.
6	Calibres muy delgados requieren de un buen entrenamiento en soldadura Mig para lograr una buena presentación.
7	Se pueden provocar disturbios en las áreas productoras porque no es algo que está en el cronograma de producción.

	a terminar y poder solicitarlo con anterioridad.
8	Realizar por escrito un orden de producción semanal donde cada soldador tenga una meta semanal a cumplir.
9	Con la hoja de ruta entregar planos con detalles de soldadura para que sea standard en cada equipo.
10	Hacer un estudio de que posibilidades hay de usar las caretas inteligentes para el apuntado. (Velocidad de respuesta de los sensores). Usar Peto con mangas en baqueta para proteger tanto de quemaduras como de radiación. Guantes de baqueta larga.
11	Crear un procedimiento estándar de manejo del equipo y verificaciones que se deben hacer para lograr una aplicación correcta de la soldadura (Tipo y afilado de tungsteno, amperaje según calibre, cerámica, flujo de Argón, limpieza del material).
12	En un proceso de actualización de estas hojas de ruta hacer un seguimiento por equipo para observar que piezas hay que eliminar o agregar al equipo.

8	Personal nuevo varía los tiempos en un alto rango, requiere de tiempo de capacitación.
9	El mal manejo de estos planos puede provocar filtración de información, debe haber un responsable.
10	Restricciones de tipo económicas. Desacostumbramiento de soldadores.
11	Variaciones que pueden provocar mala aceptación de personal que se rehúse a aceptar el cambio.
12	No se están actualizando las hojas de ruta desde diseño en el momento en que los equipos varían.

13	Tener un procedimiento de fabricación de cada equipo (orden de armado específico).
14	Adjuntar con la hoja de ruta de cada producto un plano con medidas básicas y un plano de soldadura.
15	Realizar un seguimiento al proceso en cada área intentando minimizar el daño al material tanto en transporte como en plegado.
16	Se deben hacer unos patrones de soldadura, teniendo en cuenta las diferentes posiciones que se usan en el proceso profundizando en cuentas las más críticas.
17	Implementación de 5's en los puestos de trabajo.
18	Manejar una separación de la herramienta para acero inoxidable y para acero al carbono, para evitar contaminación y posibles corrosiones.

13	Seguimiento de que sea cumplido el procedimiento.
14	Mala lectura de planos.
15	Pliegues que no pueden ser cerrados más por funcionamiento de la máquina.
16	Falta de conocimiento en algunas partes del personal para lograr el seguimiento de los patrones.
17	Procedimiento paso a paso hasta alcanzar altos niveles de calificación.
18	Depende netamente del operario.

*Nota:* Autoría propia con aportes Kadell

### 8.2.2 Dofa Doblado.

Tabla 20.

*Matriz DOFA Sección Doblado*

Factores internos de la empresa		Factores externos a la empresa	
Debilidades (-)		Amenazas (-)	
1	Conocimientos del líder del área, son idóneos.	1	No existe información escrita de los parámetros KADELL de la máquina.
2	Se usan los esquemas de plegado para realizar la operación necesaria.	2	Algunas veces son pegados de manera inadecuada o el plegador no comprende bien cuál debe ser el orden.
3	Los pliegues largos se hacen en la maquina hidráulica.	3	Por falta de mantenimiento, el punzón está bajando de manera desigual. Lo cual provoca que en los pliegues no se obtengan los ángulos esperados.
4	El personal recoge la información de los tiempos de producción en cada Ítem de cada proyecto.	4	Los tiempos son tomados por los operarios por lo tanto puede haber modificaciones, que alteren el análisis de los resultados.
5	El área de producción lleva un tiempo tomando algunos tiempos para hacer unos estimados de la producción de los equipos.	5	Los equipos no tienen un valor numérico exacto de producción esto produce que los tiempos en que son estimados estén muy alejados de la realidad y no puedan haber correctivos exactos.
6	Conocimiento de los equipos y sus partes por parte del líder. (Samuel)	6	No hay un ritmo implantado de trabajo que pueda ofrecer una mejora en los tiempos de producción.
7	Orden de equipo completo por el área.	7	El material es puesto en el suelo para que vaya siendo tomado por la persona encargada de hacer los terminados y organizarla en el lugar donde será recogida por el patinador.

8	Las personas de corte manual llevan un listado de corte interno.	8	Los equipos que son cortados en corte manual, al no tener hoja de ruta son expuestos a perdidas de partes en el proceso, sin tener una persona responsable en el momento en que esto ocurre.
9	Corte manual cuenta con una gran experiencia empírica.	9	Pierden mucho tiempo analizando desarrollos, teniendo herramientas computarizadas que las hacen de una forma más rápida y exacta.
10	Con el tiempo se han ido desarrollando piezas que dan un mejor terminado a los equipos.	10	Estas piezas no han sido cargadas a la hoja de ruta y por lo tanto son cortadas hasta el último momento cuando ya son requeridas por áreas como Hornos, soldadura o ensambles de manera urgente.
11	La hoja de ruta se llena con cuidado hasta plegado.	11	En el momento en que la hoja de ruta sale del área de plegado se verifica por el patinador que este completa para trasladar el material a su área siguiente (soldadura, hornos, refrigeración, terminado), al llegar a estar áreas solo se le da importancia a orden de fabricación porque su armado es empírico y no hay información valiosa en la hoja para este.
12	Todo el personal está calificado para hacer rebordes.	12	El personal que maneja la plegadora eléctrica se encarga de hacer los rebordes correspondientes para continuar con su proceso lo cual le genera pausas a la máquina de un tiempo importante.
13	Los equipos llegan completos al área desde punzonado o corte manual.	13	Hay piezas que son muy pequeñas y en el transcurso del transporte en las áreas se extravían.

Fortalezas (+)	
1	Realizar tablas de plegado para la maquina hidráulica en donde se obtenga la información de las variaciones que debe tener dependiendo; los grados, la matriz, tope del punzón, calibre de la lámina.
2	Capacitación al personal en pliegues avanzados y lectura de esquemas.
3	Realizarle un mantenimiento correctivo y un plan de mantenimiento preventivo para evitar estos errores.
4	Realizar un formato donde se especifique tiempo por personal (plegado, cambio de uñas) y hacer revisión periódica.
5	Dar un valor numérico a cada equipo dependiendo su dificultad para así mismo tener un estimado más exacto de cuanto tiempo debe demorar en salir de l proceso.
6	Implementar un tiempo Tackt (pieza por pieza) para que se vuelva automático el movimiento de esta por el área.
7	Implementar bases rodantes para transporte interno entre maquina plegadora hidráulica y manual.
8	Realizar un formato donde se especifique las piezas que son entregadas por corte manual, con su respectiva hoja de ruta.
9	De la misma forma que para la Trumatic, entregar un documento de desarrollos para el área de corte manual.

Oportunidades (+)	
1	Información errónea del personal, uso de tiempos para recoger información.
2	Uso de tiempo.
3	Costos de mantenimiento.
4	Se debe manejar un ritmo de trabajo que con el tiempo debe ir aumentando hasta llegar a un punto ideal.
5	Variación de en el cronograma de producción.
6	Bajo conocimiento de información de las personas de las plegadoras manuales, en los equipos y sus partes.
7	Espacio del área es poco. El piso produce mucha vibración por lo tanto marcas y daños en el material.
8	Diseño no envía información con listado de partes a corte manual, solamente entrega medidas básicas en orden de fabricación.
9	Aumento de trabajo para el área de diseño.

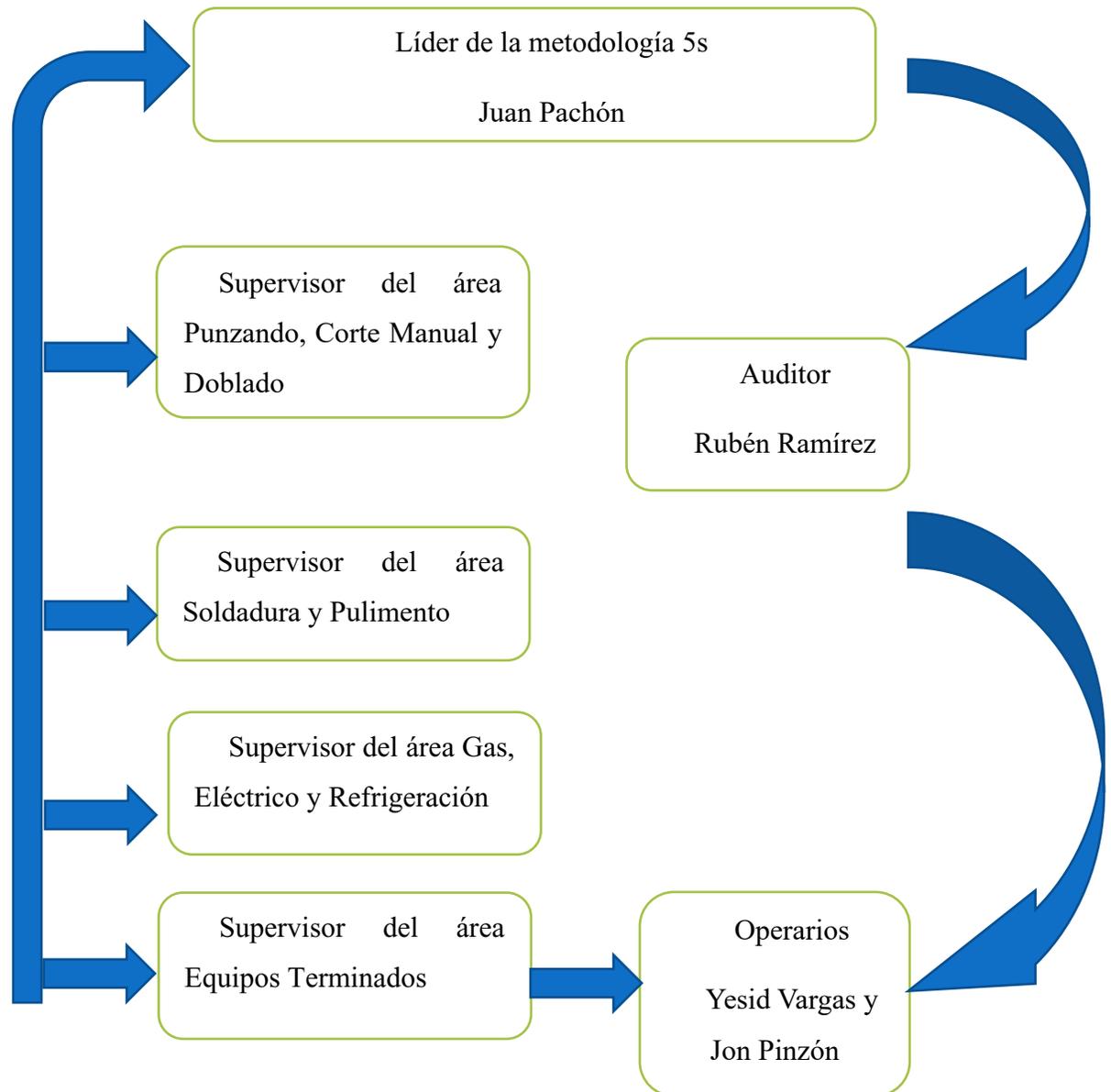
10	Actualizar hojas de ruta con estas piezas específicas para que puedan ser cortadas desde el inicio del proceso. Recogiendo esta información de las áreas afectadas.
11	Se le debe dar la importancia que tiene a esta hoja de ruta, pues además de asegurarnos que las partes lleguen completas, también nos permite verificar la calidad hasta el final del proceso. Se propone una persona (auditor de calidad) para realizar el manejo de estas hojas equipo por equipo).
12	El personal que esta de ayudante es el que debe encargarse de hacer estos rebordes en la troqueladora.
13	Hacer cajas especiales para estas piezas.

*Nota:* Autoría propia con aportes Kadell

10	Actualización de distribuciones de láminas.
11	Acumulación de equipos. Personal idóneo para la labor de calidad de los productos Kadell.
12	Direccionamiento del personal por parte del líder.
13	Orden de material para que sean fabricadas.

### 8.3 Organigrama 5s

Se propone un organigrama con el fin de tener un equipo de trabajo sólido para implementar las 5S e involucrar el personal relacionado en el proceso de producción.



**Figura 13.** Organigrama metodología 5s. Autoría propia.

## **9. Implementación 5s Kadell**

Lo que se busca es eliminar fallas y mejorar los factores que tiene como objetivo la planeación y preparación del programa 5s la empresa Kadell de Colombia.

Planeación y organización del proyecto

1. las áreas donde se implementará son en Doblado y Soldadura.
2. Las personas encargadas son líder de metodología 5S, Supervisor de área de Doblado y Soldadura, Auditor y operarios.
3. El equipo estará integrado por el líder de metodología 5S, Supervisor de área, Auditor y por el personal relacionado con las áreas de Doblado y Soldadura.

### **9.1 Seleccionar / Clasificar (eliminar)**

En esta primera fase se tiene como finalidad retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para el desarrollo de las operaciones de Doblado y Soldadura.

Para la implementación de esta primera S, se propone como primera medida realizar un inventario, mediante un formato que permita identificar la cantidad y el estado de las herramientas y otros elementos que se encuentren en el lugar de las operaciones.

### 9.1.1 Formato herramientas a usar.

Tabla 21.

*Formato herramientas a utilizar*



#### Herramientas generales área doblado

Fecha revisión	Nombre herramienta	Marca o fabricante	Dimensión o característica	Cantidad de herramientas revisadas	Cantidad de herramientas a reemplazar	Requiere reemplazo (si/no)	Observaciones para tener en cuenta	Fecha reemplazada o dada de baja
25-10-20								
25-10-20								
25-10-20								

Nota: Autoría propia

Una vez identificado los elementos que se deben tener en el área de Doblado de Kadell de Colombia se analizó el estado de cada elemento y el método de eliminación o reubicación de cada uno, para luego proceder a colocar las tarjetas rojas.

### 9.1.2 Tarjeta roja.

Tabla 22.

*Tarjeta roja*

		TARJETA ROJA	
<b>NOMBRE DEL ARTÍCULO</b>			
<b>CATEGORÍA</b>	1. Maquinaria	5. Inventario en proceso	
	2. Accesorios y herramientas	6. Producto terminado	
	3. Equipo de medición	7. Equipo de oficina	
	4. Materia Prima	8. Limpieza	
<b>FECHA</b>	Localización	Cantidad	Valor
<b>RAZÓN</b>	1. No se necesita	4. Uso desconocido	
	2. Defectuoso	5. Contaminante	
	3. Material de desperdicio	6. Otros	
<b>ELABORADA POR</b>		Departamento	
<b>FORMA DE DESECHO</b>	1. Tirar	4. Devolución proveedor	
	2. Vender	5. Otros	
	3. Mover a otro almacén		
<b>FECHA DESCHECHO</b>			

Nota: Autoría propia

Después de ubicar las tarjetas se lleva a cabo el método de eliminación o acción a tomar sobre los elementos que se colocó la tarjeta roja.

### 9.1.3 Control e informe.

Antes	Después
	
<p>Como se evidencia se encontraban piezas o retazos de lámina que nos corresponden a la sección de Doblado lo que podría provocar obstaculización de paso u ocasionar accidentes de trabajo.</p>	<p>Espacio adecuado para ubicar retazos de materia prima.</p>

**Figura 14.** Materia prima no corresponde a Doblado. Autoría propia con aportes de Kadell

Se evidencias láminas realmente necesarias para proceder a doblar.

Al aplicar esta primera S tendremos los siguientes beneficios:

- Área de trabajo despejados de objetos innecesarios
- Facilitación de ubicación de herramientas
- Mejora en la distribución de recursos
- Disminución de accidentes.

## 9.2 Seiton –Organizar

Una vez se tiene la información del inventario y tarjeta roja se inicia la segunda S que tiene como objetivo (ordenar) de acuerdo con las dimensiones y frecuencia de uso de los diferentes elementos de producción, esto permite que todas las piezas necesarias sean fáciles de encontrar, ubicar y doblar.

Antes	Después
	
<p>Las láminas se encuentran en desorden lo cual retrasaría el proceso de doblado ya que implica buscar a que OF corresponde y podría ocasionar accidente.</p>	<p>Se diseñan e implementan bases rodantes para transporte interno entre maquina plegadora hidráulica y manual. Lo anterior facilitará la búsqueda de las piezas específicas. El principio fundamental de esta S está enfocado a “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.</p>

**Figura 15.** Láminas en el piso, Autoría propia con aportes de Kadell

Al aplicar la segunda S tendremos los siguientes beneficios:

- Mayor seguridad
- Facilidad de localización
- Eliminación de tiempos de búsqueda
- Mejora permanente en la producción

### 9.3 Seiso –Limpieza

La tercera S y es muy importante cada personal de trabajo de la empresa debe asumir el compromiso de realizar el aseo a su área de trabajo con el objetivo de tener un ambiente laboral ordenado y a la vez limpio. Para esto es importante identificar focos claves donde se genera la mayor cantidad de suciedad y desechos, de forma eliminarlos.

Antes	Después
	
<p>Se identificó que el área donde se presenta mayor cantidad de suciedad y productos sobrantes son: Sección de punzonado.</p>	<p>Se elimina los sobrantes y se deja solamente lo necesario, lo que no sirve se dispone para chatarra. Es necesario dictar capacitaciones a los empleados generando esta cultura de limpieza y darles a conocer los beneficios cuando se establece de una manera efectiva la tercera S.</p>

**Figura 16.** Limpieza sección Doblado

#### 9.3.1 Tpm.

El Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) son técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados, el TPM se propone cuatro objetivos:

1. Maximizar la eficacia del equipo.

2. Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida útil del equipo que inicie en el mismo momento de diseño de la máquina y a lo largo de toda su vida, es decir sus mantenimientos preventivos.
3. Involucrar a los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos.
4. Implicar activamente a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los operarios, incluyendo mantenimiento autónomo de empleados.

El TPM incluye como primeras actividades la limpieza, la lubricación y la inspección visual.

Fase 1.- Volver a situar la línea en su estado inicial; se debe dejar limpia, sin manchas de aceite, grasa, polvo, libre de residuos.

Paso 2.- Eliminar las fuentes de suciedad y las zonas de difícil acceso; Una fuente de suciedad (fugas de aire o de aceite, caídas de componentes, virutas de metal, etc.) es aquel lugar en el que, aunque se limpie continuamente, sigue generando suciedad.

Paso 3.- Aprender a inspeccionar el equipo; Para el proceso de implantación del TPM es esencial que el personal de producción, poco a poco, se vaya realizando tareas de mantenimiento, hasta llegar a realizarlo solo.

Paso 4.- Mejora continua; En este paso los operarios de producción realizan las tareas de TPM de forma autónoma.

Las dobladoras son máquinas tipo prensa utilizadas para el Trabajo en frío de metales en forma de láminas. La máquina utiliza herramientas como punzones y matrices.

El sistema CNC controla el radio de dirección de la válvula electrohidráulica. Realiza doblado profundo o semicerrado con control digital a través de un codificador óptico. La prensa plegadora CNC controla el sistema de posicionamiento trasero y tiene compensación automática para la deformación de la mesa de trabajo.

## Recomendaciones del área de trabajo de doblado



**Figura 17.** Inspección puesto de trabajo. Autoría propia

- Una vez se encuentre en su área de trabajo es necesario que se realice una inspección a su puesto de trabajo que se encuentre limpia y organizada y con pasillos despejados.
- Traslade cerca al área de trabajo el material a trabajar.
- Limpie los posibles derrames de aceite o grasa que puedan existir en el sitio.
- Aliste todo lo necesario para desarrollar la labor. Esto le evitará perder el tiempo y desplazamientos innecesarios
- Para el traslado del material a doblar si es demasiado pesado utilice ayudas mecánicas.
- Limpie la máquina al terminar su labor, retirando todo el material sobrante que está en la máquina.
- Organice su puesto de trabajo, limpie los derrames de líquidos como aceite y grasa que puedan existir.

Al aplicar la tercera S, se obtendrá los siguientes beneficios.

- Reducción de riesgo potencial de accidentes.
- Incrementó de vida útil de los equipos.
- Mejora el ambiente laboral.

#### **9.4 Seiketsu –Estandarizar**

En la intervención de esta S se busca estandarizar los pasos anteriores para que se conserven de manera continua y que se recuerden cuáles son los parámetros que se deben seguir siempre en cada zona analizada, clasificando, ordenando y limpiando siempre de la misma manera, además de diferenciar sistemáticamente las cosas que agregan valor y las que no a los procesos.

En este punto se realiza la elaboración de una guía rápida que contenga los estándares de la metodología 5 S del área de Doblado y Soldadura. Posteriormente es necesario designar un comité para la constante evaluación del área de trabajo.

La guía rápida nos trae los siguientes beneficios:

- Permanece una constancia del esfuerzo individual y por sección de la metodología 5 S.
- Facilita el mantenimiento y mejora el desempeño de cada sección

Tabla 23.

Guía rápida auditoría 5S sección Doblado.

		<b>Auditoría 5s</b>		Auditor: Juan Pachón	
<b>Sección: Doblado</b>				Día: 14/10/2020	
1.0 - 2.9	Nunca	4.0 - 4.5	Casi siempre		
3.0 - 3.9	Algunas veces	4.6 - 5.0	Siempre		
					<b>Calificación</b>
1ª Separar eliminar innecesarios	s y	1	¿Hay equipos ó herramientas que no se utilicen en el área?		3,9
		2	¿Hay piezas o láminas obsoletas o en mal estado?		3
		3	¿Hay documentación o planos innecesarios en la sección?		3,8
		4	¿Hay objetos personales innecesarios en la sección?		3,2
					<b>Calificación</b>
2ª Situarse identificar necesarios	s e	1	¿Están señalizados los elementos móviles de la sección?		4,8
		2	¿Está libre de obstáculos las máquinas de sección?		4,7
		3	¿Están las herramientas en su ubicación y cerca de la zona de uso?		4,5
		4	¿Están los elementos de limpieza en su ubicación y en buen estado?		4,2
					Total 18,2
					<b>Calificación</b>
3ª Suprimir suciedad	s la	1	¿Hay cables eléctricos o láminas en el suelo que dificulten su limpieza?		3,9
		2	¿Están los cuadros eléctricos cerrados?		4,2
		3	¿Están las máquinas y puestos de trabajo limpios?		3,9
		4	¿Están las áreas de almacenaje limpias?		3,8
					Total 15,8
					<b>Calificación</b>
4ª Señalizar	s	1	¿Hay pautas de limpieza en cada estación de trabajo?		4,8
		2	¿Están identificados los materiales de la sección?		4,9
		3	¿Está la documentación estándar de línea actualizada?		4,2
		4	¿Se aplica la gestión visual en el entorno de la línea?		4,6
					Total 18,5
					<b>Calificación</b>
5ª Sostener respetar	s y	1	¿Se respeta la planificación de limpieza?		4,9
		2	¿Se respeta la planificación de auditorías?		4,5
		3	¿Se respetan las marcas del suelo?		4,2
		4	¿Se mantiene limpia la línea?		4,1
					Total 17,7
					<b>Total 70,2</b>
Evaluación realizada por:			Evaluación validada por:		
Firma			Firma		

Nota: Autoría propia

Tabla 24.

## Guía rápida auditoría 5S sección Soldadura

		<b>Auditoría 5s</b>		Auditor: Juan Pachón	
<b>Sección: Soldadura</b>				Dia: 14/10/2020	
1.0 - 2.9	Nunca	4.0 - 4.5	Casi siempre		
3.0 - 3.9	Algunas veces	4.6 - 5.0	Siempre		
					<b>Calificación</b>
1ª Separar eliminar innecesarios	s y	1 ¿Hay equipos ó herramientas que no se utilicen en el área?		3,9	
		2 ¿Hay piezas o láminas obsoletas o en mal estado?		3	
		3 ¿Hay documentación o planos innecesarios en la sección?		3,8	
		4 ¿Hay objetos personales innecesarios en la sección?		3,2	
					<b>Calificación</b>
2ª Situarse identificar necesarios	s e	1 ¿Están señalizados los elementos móviles de la sección?		4,8	
		2 ¿Está libre de obstáculos las máquinas de sección?		4,1	
		3 ¿Están las herramientas en su ubicación y cerca de la zona de uso?		4,5	
		4 ¿Están los elementos de limpieza en su ubicación y en buen estado?		4,2	
					Total 17,6
					<b>Calificación</b>
3ª Suprimir suciedad	s la	1 ¿Hay cables eléctricos o láminas en el suelo que dificulten su limpieza?		3,9	
		2 ¿Están los cuadros eléctricos cerrados?		4,2	
		3 ¿Están las máquinas y puestos de trabajo limpios?		3,9	
		4 ¿Están las áreas de almacenaje limpias?		3,8	
					Total 15,8
					<b>Calificación</b>
4ª Señalar	s	1 ¿Hay pautas de limpieza en cada estación de trabajo?		3,8	
		2 ¿Están identificados los materiales de la sección?		4,5	
		3 ¿Está la documentación estándar de línea actualizada?		4,2	
		4 ¿Se aplica la gestión visual en el entorno de la línea?		4,6	
					Total 17,1
					<b>Calificación</b>
5ª Sostener respetar	s y	1 ¿Se respeta la planificación de limpieza?		4,9	
		2 ¿Se respeta la planificación de auditorías?		4,5	
		3 ¿Se respetan las marcas del suelo?		4,2	
		4 ¿Se mantiene limpia la línea?		4,1	
					Total 17,7
					<b>Total 68,2</b>
Evaluación realizada por:			Evaluación validada por:		
Firma			Firma		

Nota: Autoría propia

De acuerdo con la evaluación de los conceptos propios de 5S que se realizaron en las áreas de Doblado y Soldadura, se obtuvieron nos llevan a tener un mayor control y disciplina en la sección de Soldadura, manteniendo su orden, estandarización y limpieza. Se destaca el área con puntaje más bajo de 68,2 puntos. La sección con mayor puntaje es la de Doblado con 70,2 puntos. Lo anterior demuestra que se presenta mayor compromiso y responsabilidad en el personal del área de Soldadura.

### **9.5 Shitsuke – Disciplina**

Es la quinta y última S, se llega aquí luego de convertir el compromiso que inicialmente se planteó a un hábito para hacer cumplir todas las demás S. Se debe desarrollar una cultura de autocontrol donde los operarios de la organización estén comprometidos a cumplir la metodología de las 5 s, por lo anterior se desarrolla un check list que nos permita evidenciar el nivel de apego a los hábitos y de esta manera tener control y disciplina.

Para mantener disciplina se recomienda:

- Realizar un reporte de trabajo asignando fechas y responsables.
- Promover dentro del personal repetidamente los beneficios de las 5 S
- Mantener la disciplina y autodisciplina
- Respetar las normas y estándares reguladores del funcionamiento de la organización.

Como muestran las tablas a continuación en la sección de doblado de la semana del 5 al 10 de octubre, se evidencia que 3 días cumple con la auditoria (martes, viernes y sábado), y tres días no cumple con la auditoria. Para la sección de soldadura solo cumplen dos días (martes y sábado) lo anterior nos permite concluir que se requiere mayor compromiso por parte de los operarios de esa sección para lograr el cumplimiento total de las 5S y mantener la disciplina.

Tabla 25.

## Check list Sección Doblado

Checklist 5S - Sección Doblado		Auditor: Jorge P		F5S-001				
PUNTO A VERIFICAR		14	10	2020				
(Escala SI y NO)		LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	
Clasificar	1	¿Hay cosas inútiles que pueden dificultar la manipulación de las láminas?	NO	NO	SI	NO	NO	SI
	2	¿Hay materias primas o residuos ?	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	3	¿Las herramientas se encuentran en sus espacios designados?	NO	NO	SI	NO	SI	SI
	4	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenados y correctamente identificados ?	SI	SI	NO	NO	NO	SI
	5	¿Las maquinas o áreas de trabajo se encuentran libres de desorden?	NO	SI	NO	NO	NO	SI
	6	¿Están los elementos en buen estado?	SI	SI	NO	SI	SI	SI
Ordenar	7	¿Los artículos se encuentran demarcados y en sus lugares ?	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	8	¿Están las herramientas en el lugar correspondiente?	SI	NO	SI	SI	NO	NO
	9	¿Esta libre de objetos no necesarios para el proceso?	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	10	¿La señalización esta en buen estado ?	SI	SI	SI	NO	SI	SI
	11	¿Están indicadas las cantidades máx y mín admisibles y el formato de almacenamiento?	SI	SI	SI	NO	SI	SI
Limpiar	12	¿Se realizan diariamente la tarea de limpieza ?	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	13	¿Están las herramientas y el puesto de trabajo limpio?	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	14	¿Pisos libre de basura, aceite y grasa?	NO	NO	NO	SI	SI	SI
	15	¿Los residuos se clasifican según su composición?	NO	SI	SI	SI	NO	SI
	16	¿Existe un lugar específico para la disposición final de residuos?	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Estandarización	17	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?	NO	SI	SI	SI	SI	SI
	18	¿Están las primeras S mantenidas?	NO	SI	SI	SI	SI	SI
	19	¿Se sigue procedimientos estándar a la hora de ejecutar las actividades?	NO	SI	SI	SI	SI	SI
	20	¿El equipo ha establecido y documentado estándares sobre clasificación 5S?	SI	SI	NO	SI	SI	NO
	21	¿Existen políticas de orden y aseo ?	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Disciplina	22	¿Se realiza el control diario de limpieza?	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	23	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?	NO	SI	NO	NO	SI	SI
	24	¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos?	SI	SI	NO	NO	SI	SI
	25	¿Se están siguiendo, revisando y mejorando los estándares actuales?	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Total Cumplimiento</b>		<b>77</b>	<b>88</b>	<b>81</b>	<b>79</b>	<b>85</b>	<b>88</b>	

\* NOTA: Se APRUEBA auditoria con un porcentaje mayor o igual al 85%

Nota: Autoría Propia

Tabla 26.

## Check list Sección Soldadura

Checklist 5S - Sección Soldadura		Auditor: Jorge P		F5S-001				
PUNTO A VERIFICAR (Escala SI y NO)		14	10	2020				
		LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	
Clasificar	1	¿Hay cosas inútiles que pueden dificultar la manipulación de las láminas?	NO	NO	SI	NO	NO	SI
	2	¿Hay materias primas o residuos ?	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	3	¿Las herramientas se encuentran en sus espacios designados?	NO	NO	SI	NO	SI	SI
	4	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenados y correctamente identificados ?	SI	SI	NO	NO	NO	SI
	5	¿Las maquinas o áreas de trabajo se encuentran libres de desorden?	NO	SI	NO	NO	NO	SI
	6	¿Están los elementos en buen estado?	SI	SI	NO	SI	SI	SI
Ordenar	7	¿Los articulos se encuentran demarcados y en sus lugares ?	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	8	¿Están las herramientas en el lugar correspondiente?	SI	NO	SI	SI	NO	NO
	9	¿Esta libre de objetos no necesarios para el proceso?	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	10	¿La señalización esta en buen estado ?	SI	SI	SI	NO	SI	SI
	11	¿Están indicadas las cantidades máx y mín admisibles y el formato de almacenamiento?	SI	SI	SI	NO	SI	SI
Limpiar	12	¿Se realizan diariamente la tarea de limpieza ?	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	13	¿Están las herramientas y el puesto de trabajo limpio?	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	14	¿Pisos libre de basura, aceite y grasa?	NO	NO	NO	SI	SI	SI
	15	¿Los residuos se clasifican según su composición?	NO	SI	SI	SI	NO	SI
	16	¿Existe un lugar específico para la disposición final de residuos?	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Estandarización	17	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?	NO	SI	SI	SI	SI	SI
	18	¿Están las primeras S mantenidas?	NO	SI	SI	SI	SI	SI
	19	¿Se sigue procedimientos estándar a la hora de ejecutar las actividades?	NO	SI	SI	SI	SI	SI
	20	¿El equipo ha establecido y documentado estándares sobre clasificación 5S?	SI	SI	NO	SI	SI	NO
	21	¿Existen políticas de orden y aseo ?	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Disciplina	22	¿Se realiza el control diario de limpieza?	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	23	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?	NO	SI	NO	NO	SI	SI
	24	¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos?	SI	SI	NO	NO	SI	SI
	25	¿Se están siguiendo, revisando y mejorando los estándares actuales?	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Total Cumplimiento</b>		<b>74</b>	<b>86</b>	<b>78</b>	<b>76</b>	<b>78</b>	<b>88</b>	

\* NOTA: Se APRUEBA auditoria con un porcentaje mayor o igual al 85%

Nota: Autoria Propia

## 10. Indicadores claves de desempeño (KPI)

Al desarrollar algunas herramientas de lean, también es necesario contar con indicadores que midan el rendimiento de las metodologías para determinar su adecuado trabajo y cuál es el nivel de cambio que ha obtenido Kadell luego de implementarlas.

Es por eso por lo que, a continuación, se plantean unos indicadores de gestión que ayudan a presentar el funcionamiento de la planta con la filosofía Lean Manufacturing, además nos permiten analizar de forma rápida la marcha de la compañía y nos permiten tomar decisiones más precisas, aumentando la eficacia y eficiencia de los procesos.

### 10.1 Indicadores vs Meta

Tabla 27.

*Indicadores VS Meta*

	<b>OBJETIVOS ESTRATEGICOS</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>FORMULA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>META</b>
<i>Perspectiva Cliente</i>	Fidelización de clientes	Retención de clientes	(Clientes retenidos / Total de clientes que solicitan el retiro)	80%	95%
	Mayor alcance de nuevos clientes	Nuevos clientes	(Clientes nuevos al inicio del periodo) / (Total clientes)	33%	45%
	Eficiencia de entregas efectivas	Entregas a tiempo	(Pedidos entregados a tiempo/total pedidos entregados)	91%	97%
	Satisfacción de cliente	Satisfacción del cliente	[(Número de clientes satisfechos/Número de clientes que se prestó el servicio) *100]	93%	95%
<i>Perspectiva interna</i>	Efectividad en despachos.	Nivel de cumplimiento en despachos	(número de despachos cumplidos a tiempo / número total despachos requeridos)	85%	95%
<i>Perspectiva innovación y aprendizaje.</i>	Incentivar al personal por medio de bonos, comisiones, etc.	Satisfacción y Motivación	(Empleados con retribución variable / Total empleados)	58%	80%
	Nuevos productos	Ventas nuevos productos	(Total ventas nuevos productos / Total ventas)	40%	70%
	Software ruteo	Nivel de inversión en TI y SI	(Número de personas formadas en TI y SI / Total plantilla)	100%	100%

Nota: Autoría propia

## 10.2 Indicadores Kadell

Tabla 28.

### Indicadores Kadell

INDICADOR	DESCRIPCIÓN FORMULA	FORMULA	RESULTADO
Retención de clientes	(Clientes retenidos)	28	80%
	(Total de clientes que solicitan el retiro)	35	
Nuevos clientes	(Clientes nuevos al inicio del periodo)	55	33%
	(Total clientes)	168	
Entregas a tiempo	(Pedidos entregados a tiempo)	800	91%
	(Total pedidos entregados)	879	
Satisfacción del cliente	(Número de clientes satisfechos)	430	93%
	(Número de clientes que se prestó el servicio)	462	
Nivel de cumplimiento en despachos	(número de despachos cumplidos a tiempo)	750	85%
	(número total despachos requeridos)	879	
Satisfacción y Motivación	(Empleados con retribución variable)	65	58%
	(Total empleados)	112	
Ventas nuevos productos	(Total ventas nuevos productos)	700	40%
	(Total ventas)	1758	
Nivel de inversión en TI	(Número de personas formadas en TI)	4	100%
	(Total plantilla)	4	

Nota: Autoría propia

## 11. Plan de acción y capacitación

### 11.1 Plan de acción doblado

Tabla 29.

#### Plan de acción Doblado

Plan de acción Doblado	Actividad	Responsables	Fechas de compromiso	Fecha de ejecución	Evidencias
Tablas de plegado actualizadas	Durante el tiempo de practica en la maquina hidráulica se realizará el levantamiento de información y junto con la capacitación de plegado (diseño), se pondrá a disposición de los plegadores para que cualquier operario pueda manejar la máquina.	Plegadores	24/12/2020		
Realizarle mantenimiento correctivo y un plan de mantenimiento preventivo.	No ha habido comunicación de parte del operario de daños en la máquina.	Jefe de mtto interno	19/10/2020	19/10/2020	La máquina lleva mucho tiempo con el desnivel en la cortina, pero es un tema que no se ha intentado solucionar. En el momento que se inicie con el cambio de empaques de los cilindros se va a realizar un mantenimiento completo de la plegadora. El plan de mantenimiento ya existe se debe hacer una actualización.
Dar un valor numérico a cada equipo donde se pueda identificar su complejidad de producción para así mismo tener unas metas (diarias, semanales, mensuales, etc.)	Formatos de medición de tiempos en producción	Analista de producción	20/11/2020		
Implementar un tiempo Tackt time (pieza por pieza).	El ritmo con el que se trabaja depende directamente de la producción y del operario, en la forma en que se organicen los tiempos en que deben estar los equipos completos saliendo del área.	Jefe de doblado	26/10/2020		
El líder debe organizar el trabajo en su área de forma que no haya pérdidas de tiempo en las maquinas, aprovechando la colaboración de los ayudantes para hacer	Durante el tiempo de practica se direccionará para que el líder no sea la persona encargada de hacer los espichados.	Jefe de doblado	28/10/2020		

los rebordes en la troqueladora.					
Uso real de estibas para transportar material sin tener que ubicar en el suelo.	Se trabajará en el diseño de unas plataformas en madera que puedan funcionar para transportar el material y para almacenarlo en plegado y soldadura.	Patinador	28/10/2020		
Implementar bases rodantes para transporte interno del área. (hidráulica a manual)	Se trabajará en el diseño de unas plataformas en madera que puedan funcionar para transportar el material y para almacenarlo en plegado y soldadura.	Patinador	29/10/2020		
Cajas especiales para partes pequeñas de los equipos.	Se harán unos compartimentos en las plataformas para poder disponer de estos para las piezas pequeñas de los equipos.	Patinador	30/10/2020		
<b>Formatos</b>					
Procedimiento de recibo de material para líder de área	Hojas de ruta	Diseño	28/10/2020		
Formato de material de corte manual (# piezas).	Hojas de ruta	Diseño	23/10/2020	23/10/2020	Este formato debe ir con un esquema al respaldo para entregar una información más clara al área de corte manual.
Formato de toma de tiempos en el área plegado (Equipo X persona).	Hojas de ruta	Diseño	28/10/2020		
Formato para tabla de plegado	Hojas de ruta	Diseño	28/10/2020		
<b>Capacitación</b>					
Lectura de esquemas y pliegues avanzados.		Diseño	28/10/2020		
Manejo de hoja de ruta y procedimiento de recibo de material.		Diseño	28/10/2020		
Pausas activas.		Recursos humanos	28/10/2020		
5's		Jefe de calidad	28/10/2020		

Nota: Autoría propia

## 11.2 Plan de acción soldadura

Tabla 30.

### Plan de acción Soldadura

Plan de acción Soldadura	Actividad	Responsables	Fechas de compromiso	Fecha de ejecución	Evidencias
Manejo de estibas exclusivo para transporte y almacenamiento de equipos en fabricación.	(Proyecto plataformas)	Patinador	26/10/2020		
Inventario de material que se tienen en stock (Insumos Kadell).	De acuerdo con el requerimiento de producción se puede tener un estimado de cuantas piezas se necesitan (insumos) para los diferentes equipos.	Analista de producción	28/10/2020		
Proceso de actualización de hojas de ruta	A medida que los productos van ingresando se hacen las actualizaciones correspondientes.	Dto Diseño	28/10/2020		
Patrones de soldadura para estandarizar el proceso.	En el área de soldadura se realizarán las pruebas respectivas para estandarizar.	Jefe de Soldadura	29/10/2020		
Aplicación de soldadura Mig para el galvanizado.	Se realizarán las pruebas con sus respectivos parámetros para identificar si es posible el uso del equipo MIG.	Jefe de Soldadura	29/10/2020		
Implementación de 5 'S en puestos de trabajo.	Se hará un barrido por las mesas identificando puntos que influyan para iniciar con el proceso de calificación de 5's.	Jefe de Calidad	20/10/2020	20/10/2020	Primer puesto de trabajo no está en uso, se evidencia acumulación de material, polvo y material de equipos en proceso. Se encuentran cilindros en puesto de trabajo llenos sin ninguna seguridad, se requiere un lugar de almacenamiento cercano al área de soldadura para evitar accidentes y tener control.
<b>Formatos</b>					
Listado de partes con número de pieza	Receta de materiales	Analista de producción	28/10/2020		
Cronograma de producción semana que debe cumplir a cabalidad el líder, teniendo en cuenta los tiempos estimados por cada equipo.	Cronograma de producción	Analista de producción	28/10/2020		

Orden de producción semanal para cada soldador para cumplir el cronograma del líder.	Formato de tiempos	Analista de producción	29/10/2020		
Procedimiento estándar de arranque de equipo, verificaciones y parámetros iniciales.	Revisión preventiva equipos soldadura	Jefe de soldadura	29/10/2020		
Procedimiento de fabricación por equipo. (Manual de armado)	Planos estructurales	Jefe de soldadura	28/10/2020		
Plano con medidas básicas, adjunto a orden de fabricación.	Planos estructurales	Diseño	28/10/2020		
<b>Capacitación</b>					
Lectura de planos y procedimientos de soldadura. (Personal nuevo y antiguo retroalimentación)		Diseño	28/10/2020		
5'S.		Diseño	28/10/2020		
Manejo de hoja de ruta y procedimiento de recibo de material.		Recursos humanos	28/10/2020		
Pausas activas.		Jefe de calidad	28/10/2020		

Nota: Autoría propia

### 11.3 Evidencias capacitaciones



**Figura 18.** Capacitación. Autoría propia



**Figura 19.** Capacitación 5S. Autoría propia

## 12. Cronograma

Se realizara un cronograma de actividades que como primera meta es la recopilación de datos que conlleven a la identificación de las causas que retrasan la fabricación de los hornos rotatorios, para después ser analizados por medio de la recopilación de información y el muestreo de trabajo y así proponer las metodologías Lean Manufacturing que se deben implementar para reducir el incumplimiento en la producción realizando capacitaciones en las que los operarios se comprometan con una nueva filosofía de trabajo enfocada a la mejora continua, con el fin de que la propuesta sea implementada y tenga el éxito esperado se deberán evaluar los resultados obtenidos tras la realización de “pruebas piloto” y realizar los ajustes o nuevas propuestas con la finalidad de lograr el objetivo general del proyecto.

Tabla 31.

*Cronograma.*

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES		Duración por semanas															
		febrero				marzo				abril				mayo			
A N T E P R O Y E C T O	Actividades	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
		Investigación estudio conocimiento de los temas	■	■	■	■	■	■									
	Visita planta de la empresa	■	■														
	Realizar diagnostico problema actual de la empresa	■	■	■	■												
	Revisar y ajustar el proyecto	■	■	■	■	■											
	Primera revisión y evaluación del proyecto									■	■						
	Establecer objetivos y marcos					■	■	■	■								
	Implementación de marco metodológico									■	■	■	■				
	Propuesta													■	■	■	■
	Resultados de la investigación													■	■	■	■
	Segunda revisión y evaluación del proyecto															■	■
	Realizar acciones de mejora															■	■
Corrección del proyecto		agosto				septiembre				octubre				noviembre			
	Aclarar las herramientas a utilizar de LEAN	■	■	■	■												
	Objetivos específicos y generales			■	■	■											
	Procesos metodológicos				■												
	Estructura general del proyecto					■											

<b>Actividades de diagnostico</b>	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Visita planta de la empresa																	
Identificación de los procesos																	
Análisis de los procesos																	
Identificación de las fallas																	
<b>Recopilación de información</b>	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Encuesta a empleados de la empresa realizar diagnostico																	
Planteamiento de la estrategia para mejoramiento																	
5's																	
Mejoras y correcciones																	
<b>Socialización</b>	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Radicación de proyecto																	
Concepto definido y correcciones																	
Concepto final																	
Sustentación final																	

Nota: autoría propia

### 13. Análisis financiero

Presupuesto.

A continuación, se relacionan los costos que estas herramientas de Lean le generarán a la empresa una vez tome la decisión de implementarlas.

Tabla 32.

*Presupuesto para implementar métodos de Lean*

No.	Concepto	Cant.	Valor unitario
<b>Equipos</b>			
1	Computador portátil	1	\$2.300.000
2	Impresora	1	\$120.000
<b>Insumos</b>			
3	Esfero	1	\$1.000
4	Resma de papel	1	\$12.000
5	Fotocopias	1	\$4.000
<b>Otros</b>			
6	Implementar herramientas Lean	1	\$1.200.000
7	Capacitación operarios	1	\$1.800.000
8	Evaluación desempeño de trabajadores	1	\$250.000
<b>Sub total</b>		<b>\$5.687.000</b>	
<b>Iva (19%)</b>		<b>\$1.080.530</b>	
<b>Total</b>		<b>\$6.767.530</b>	

Nota: autoría propia

Se evidencia un costo de inversión de \$6.767.530, el cual se requiere para las mejoras propuestas. Se debe tener presente que una vez el área reciba la capacitación debe velar porque se cumplan cada una de estas y realizar supervisión para que las ejecuten a diario. Con la experiencia que los Jefes van adquiriendo también es deber de ellos dar capacitación y recomendaciones a los operarios nuevos sin dejar a un lado sus responsabilidades dentro de la empresa.

## **Conclusiones**

Se realiza el levantamiento de información y posteriormente implementación de algunas herramientas de Lean, para las garantías del 2020 frente a las del 2019 muestra una disminución del 43% en costos.

No se tenía implementados los seriales para lo cual se realizó una prueba inicial y se socializo con los Jefes y operarios. De esta manera se determinó el procedimiento involucrando y las áreas a intervenir, de igual manera se definieron roles dentro del proceso.

Se debe invertir en capacitaciones para que los operarios cambien su cultura y mejorar sus hábitos las 5S, así lograr un mejor desempeño y que se sientan comprometidos con la empresa Kadell.

Dado el levantamiento de información se procede a realizar análisis de Mudas y Diagrama Pareto, razón por la cual se inició la investigación de los factores que estaban generando esta problemática.

Mediante el recurso de análisis de datos proporcionados por los trabajadores se logra evidenciar altos niveles de fallas en las secciones de Doblado y Soldadura, por lo anterior nos concentramos en estas y se realiza Matriz Dofa y Plan de acción y capacitación.

## **Recomendaciones**

Mediante la metodología 5s propuesta en este proyecto que encaminan la empresa Kadell para su consecución y cumplimiento de objetivos, se debe realizar un plan integral para mejorar la productividad mediante el diagnóstico de las 5S en cada una de las demás secciones.

Se recomienda aplicar la implementación de los KPI en cada una de las secciones de la compañía, de esta forma medir el estado real de la productividad, razón por la cual se sugiere intervenir la sección de refrigeración.

Se evidencio que no existe un procedimiento estandarizado en cada sección al realizar su trabajo, razón por la cual los operarios usan técnicas diferentes, de acuerdo con su manera. Se recomienda diseñar y emplear un manual de procedimientos.

Es importante definir un solo paso a paso y estandarizarlo, con este proceso se disminuye la variación de componentes y duración de tiempos de ensamble.

## Referencias

- Hernández, J., & Vizán, A. (2015). *Lean Manufacturing. concepto, técnicas e implementación*. Madrid: eoi escuela de organización industrial.
- Cala, L., Ribero, J., (2019). *Propuesta de aplicación de metodología 5S para disminuir la duración del proceso de montaje en el taller de mecanizados de Ajoever 2019* (Trabajo de grado, Universitaria Agustiniana). Recuperado de: <http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/handle/123456789/1150>
- Beltán Rodríguez, C. E., & Soto Bernal, A. D. (2017). *aplicación de herramientas lean manufacturing en los procesos de recepción*. (Tesis de grado de Ingeniería Industrial, Universidad de la Salle). Recuperado de: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1023&context=ing\\_industrial](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1023&context=ing_industrial).
- Correa Namoc, C. M. & Huamán Vásquez, Z. A. (2016). *propuesta de implementación de las herramientas lean manufacturing para incrementar la productividad en el proceso de producción de panela orgánica en la empresa agroindustrias centurión s.r.l* (Trabajo de grado, Universidad Privada del Norte) Perú.
- Alonso Fagua, A. & Tamayo Gómez, A. F. (2016). *diseño del sistema de gestión de procesos y operaciones para la administración del mantenimiento*. (Trabajo de grado, Universidad Sergio Arboleda). Bogotá, Colombia.
- Pulido, H. G. (2010). Calidad total. En H. G. Pulido, *Calidad total* (pág. 134). Mexico: McGrawHill.
- Sacristán, F. R. (2005). *Las 5S Orden y Limpieza en el puesto de trabajo*. Madrid: FC Editorial.
- Sánchez, J. (marzo de 2019). *mejorqueunmba*. Obtenido de mejorqueunmba: <https://mejorqueunmba.com/blog/kpi/>
- Sánchez, M. R. (2010). *Lean Manufacturing - La evidencia de una necesidad*. España: Díaz de Santos.
- Zúñiga, A. E.-J. (2015). *Ingeniería Industrial Métodos y Tiempos con manufactura ágil*. México: Alfaomega.