TESIS

Universidad La Salle Noroeste

"Aplicación de herramientas Lean Manufacturing en el proceso de producción en el Aserradero de Pallet Tec S.A. de C.V"

Que para obtener el título de

Ingeniería Industrial en Calidad

con Reconocimiento de Validez Oficial No. 982211
de fecha del 25 de Septiembre de 1998

presenta

Carlos Andrés Arreola Valenzuela

Luis Alberto Beltrán Fernández

Director de Contenido
Dr. Eusebio Jiménez López

Ciudad Obregón, Sonora, México; mayo 2022

Universidad La Salle Noroeste

Universidad La Salle Noroeste
Coordinación de Tecnología e Informática
BIBLIOTECA

ULSA – Biblioteca
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDS) de los Estados Unidos Mexicanos (México)

El uso para la reproducción parcial o total del contenido que sea objeto de protección de derechos de autor, se restringe para fines educativos e informativos, citando la fuente de donde se obtuvo y sus autores.

Sanciones pueden resultar aplicables en caso de lucro, reproducción, edición o modificación, sin la autorización del titular de los derechos.

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo a mi abuelo Luis Rafael Valenzuela Esparza y a mis padres Carlos Javier Arreola Roiz y Georgina María Valenzuela Murguía, por todos sus sacrificios, apoyo, esfuerzo y dedicación por siempre brindarme lo mejor a lo largo de mi formación profesional.

Agradecimientos

La culminación de este proyecto para dar cierre a una gran etapa universitaria es solo el comienzo por un gran camino por recorrer, por lo cual estoy eternamente agradecido con mi familia por darme la oportunidad de estudiar una maravillosa carrera y apoyarme incondicionalmente en cada paso a lo largo del proceso, gracias por sus consejos, ánimos, guías, enseñanzas y trascendencia en mi persona para hacer posibles mis sueños, llevare siempre conmigo sus grandes lecciones de vida tienen un lugar especial en mí corazón.

Gracias a todas las personas que estuvieron involucradas durante mi formación profesional, amigos, maestros y mentores, agradezco su tiempo compartido, por sus gran conocimiento y sabiduría y por impulsarnos a ser mejores. Especialmente agradezco a mis asesores Dr. Eusebio Jiménez López y Claudia Elene Mungarro Ibarra, por brindar su tiempo, apoyo y discernimiento para poder concluir este trabajo de tesis.

Por último, gracias a la Universidad La Salle Noroeste por haberme permitido formarme y ser la sede de todo el conocimiento adquirido estos años, por haberme brindado tantas oportunidades y darme entrada al mundo laboral.

Muchísimas gracias.

Resumen

La filosofía Lean Manufacturing consta de un proceso continuo y sistemático que ayuda a la identificación y eliminación de actividades que no agregan valor en un proceso, es una herramienta de eficiencia que ayuda a reducir costos, eliminar desperdicios, para así poder generar mayor satisfacción a los clientes. La filosofía que sustenta Lean Manufacturing es "Todo puede mejorar". Esto en una empresa debería ajustar su producción a la demanda, en el momento y las cantidades en que sea solicitada, y con un costo mínimo.

En este trabajo, se utilizaron herramientas de Lean Manufacturing, como los diagramas de proceso, los pronósticos de demanda, takt time y entre otras, para estudiar los procesos de una empresa local que fabrica tarimas de madera.

La aplicación de estas herramientas permitió obtener la demanda actual que requiere el cliente por semana y con el takt time se pudo analizar si la empresa podía con esta demanda requerida y así tener un número más preciso de tarimas a producir. Se obtuvo un análisis del diagrama de proceso que muestra desde la entrada de la materia prima (tronco) hasta que sale transformada en tarima.

Fue aplicada la metodología de las 5'S para analizar y seleccionar aquellas herramientas partes o piezas que eran necesarios y cuáles no en los procesos. Se propuso un cambio en el acomodo de la producción para que esta fuera más eficiente y más estandarizada, esto es, para que los equipos y las máquinas quedarán fijos sus posiciones y se pudiera tener más flujo en las actividades y, al mismo tiempo, que se pudieran clasificar las actividades como la materia prima y los ensambles, separando los dos grupos para poder diferenciar los dos tipos de tablas a utilizar (barrotes y tablas comunes).

Palabras clave: 5'S, orden, limpieza, estandarización, mejora, Lean Manufacturing.

Índice

Dedicatoria 2
Agradecimientos 3
Resumen 4
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN 13
1.1. Antecedentes 13
1.2. Planteamiento del problema 15
1.3. Objetivos 16
1.3.1. GENERAL 16
1.3.2. ESPECÍFICOS 16
1.4 Justificación 16
1.5. Delimitaciones y limitaciones. 17
1.5.1. DELIMITACIONES 17
1.5.2. LIMITACIONES 17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO 18
2.1. Industria Maderera 18
2.1.1 ASERRADERO 20
2.1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO ASERRADERO 22
2.2. Principios de Lean Manufacturing 26
2.2.1 Estructura Lean Manufacturing 27
2.2.2. Técnicas Lean Manufacturing 29
2.3 Indicadores 37
2.3.1 USO DE INDICADORES 38
2.3.2. TIPOS DE INDICADORES 38
2.4 Modelo 5'S 41
2.5. Método SMART 47
2.6. Descripción de la empresa 48
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA 49
3.1. Tipo de Investigación 49
3.2. Diseño de la investigación 49

3.3. Objeto bajo estudio *50*
3.4. Materiales e instrumentos *50*
3.4.1. INSTRUMENTOS 50
3.4.2. MATERIALES 50
3.5. Procedimiento *51*
3.5.1. PASOS GENERALES 51
3.5.2. DIAGRAMA DE FLUJO LEAN 52
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN *53*
4.1. Situación actual de la empresa *53*
4.2. Método propuesto *54*
4.3. Diseño de la propuesta *56*
4.4. Diagnóstico de propuesta *61*
4.4.1. DIAGRAMA DE GANTT 62
4.4.2. DIAGRAMA DE PROCESOS Y TOMA DE TIEMPOS 63
4.4.3. PRONOSTICO DE LA DEMANDA 65
4.4.4. TAKT TIME 66
4.4.5. VALUE STREAM MAP 67
4.4.6. TRAZADO DE LAY-OUT 68
4.4.7. ANALISIS DE LA PRODUCTIVIDAD "4Q's" 70
4.4.8. DIAGRAMA DE RECORRIDOS "DIAGRAMA DE SPAGHETTI" 74
4.4.9. AUDITORIA INICIAL 5'S 76
4.5. Discusión de resultados *81*
4.6. Propuesta de Mejora *86*
4.6.1. FASE PRELIMINAR 86
4.6.2. FASE DE IMPLEMENTACION 92
- Seiri – Clasificar 92
- Seiton – Ordenar 94
- Seiso – Limpieza 96
- Seiketsu – Estandarización 98
- Shitsuke - Disciplina 103

4.6.3. FASE DE TERMINACION 106
- Tableros 106

V. Conclusiones y recomendaciones *111*
Bibliografía: *113*
Anexos *115*
Anexo 1. Carta de Definición de Proyecto *115*
Anexo 2. Diagrama de Gantt *116*
Anexo 3. Diagrama de Proceso *116*
Anexo 4. Resumen Diagrama de Proceso *117*
Anexo 5. Toma de tiempos *118*
Anexo 6. Pronóstico de la demanda *118*
Anexo 7. Takt Time *118*
Anexo 8. Value Stream Map *119*
Anexo 9. Lay-Out de la empresa Pallet Tec S.A. de C.V. *119*
Anexo 10. Análisis de la productividad *120*
Anexo 11. Primer cuadrante (Gráfica de tendencia) *120*
Anexo 11.1. Tabla de datos para la elaboración de la gráfica de tendencia 121
Anexo 12. Segundo cuadrante (Diagrama de Pareto) *121*
Anexo 12.1. Tabla de datos para elaboracion del diagrama de Pareto 122
Anexo 13. Tercer cuadrante (5 ¿Porqués?) *122*
Anexo 14. Cuarto cuadrante (Acciones a implementar) *123*
Anexo 15. Diagrama de recorridos *123*
Anexo 15.1. Tabla para recolección de datos del diagrama de recorridos 124
Anexo 15.2. Gráfica de las variables de los datos recolectados del diagrama de recorridos. 124
Anexo 16. Auditoría 5'S *125*
Anexo 17. Propuesta diagrama de Gantt para la implementación 5´S *127*
Anexo 18. Presentación introductoria de White Belt para la empresa Pallet Tec S.A. de C.V. *127*
Anexo 19. Evaluación 5´S para jefes y operadores de la empresa Pallet Tec S.A. de C.V. 128
Anexo 20. Propuesta para aumento de productividad del área del Aserradero de la empresa *129*
Anexo 21. Diferencia de ganancia *129*

Anexo 22. Primera propuesta de distribución del área del Aserradero **130**

Anexo 23. Tarjetas rojas **131**

Anexo 24. Segunda propuesta de distribución del área del Aserradero **131**

Anexo 25. Programa de limpieza **132**

Anexo 26. Procedimiento de limpieza de actividades **132**

Anexo 27. Propuesta para contener aserrín arrojado por la máquina Fresadora Tradicional **133**

Anexo 28. Propuesta para depositar desperdicios resultantes de la transformación de la materia prima **133**

Anexo 29. Propuesta de delimitación del área del Aserradero **134**

Anexo 30. Etiquetas para maquinaria **134**

Anexo 31. Tablero para métrico de las 5´S **135**

Anexo 32. Acciones de mejora Kaizen **135**

Anexo 32.1. Datos para graficar acciones Kaizen **136**

Anexo 33. Propuesta de mejora para operadores **136**

Anexo 34. Diagrama de recorridos mejorado **137**

Anexo 34.1. Gráfica de los resultados esperados del diagrama de recorrido **137**

Anexo 35. Tablero de control de indicadores **138**

Anexo 36. Registro de resultados obtenidos de los tableros de control de indicadores para productividad, calidad, disponibilidad, scrap y producción real **138**

Anexo 36.1. Gráficas de tendencia de indicador para el área del Aserradero calidad. **139**

Anexo 36.2. Gráficas de tendencia de indicador para el área del Aserradero productividad. **139**

Anexo 36.3. Gráficas de tendencia de indicador para el área del Aserradero disponibilidad **140**

Anexo 37. Registro de pedidos para estimar el tiempo de entrega de productos **140**

Anexo 37.1. Gráfica de tendencia de indicador para las entregas a tiempo de la empresa... **141**

Anexo 38. Tabla de distribución de tarimas y diferencia de costos **141**

Anexo 39. Diagrama de flujo Lean **142**

Anexo 40. Diagrama de relación de herramientas Lean **142**

Apéndices **143**

Apéndice 1. Portada de Tesis **143**

Apéndice 2. Diagrama de selección de artículos..... 144
Apéndice 3. Códigos de colores..... 144
Apéndice 4. Ejemplo de tablero general para planta..... 145
Apéndice 5. Fases para implementación de proyecto Lean..... 145
Apéndice 6. Vista frontal del área del Aserradero..... 146
Apéndice 7. Vista trasera del área del Aserradero..... 146
Apéndice 8. Área del Aserradero de la empresa Pallet Tec S.A. de C.V. 147
Apéndice 9. Fresadora Tradicional..... 148

Índice de Tablas

Tabla 1. Distribución de tarimas y costos 54
Tabla 2. Carta de definición de proyecto 55
Tabla .3. Diagrama de Gantt aplicación de herramientas Lean Manufacturing en la empresa Pallet Tec S.A. de C.V. 62
Tabla .4. Resumen del diagrama de Proceso 64
Tabla .5. Toma de Tiempos 65
Tabla .6. Pronóstico de la demanda 65
Tabla .7. Análisis de productividad actual del área Aserradero..... 70
Tabla .8. Datos de productividad del área Aserradero para grafica de tendencia..... 71
Tabla .9. Datos para histograma de Pareto del área Aserradero..... 72
Tabla .10. 5 ¿Porqués?..... 73
Tabla .11. Acciones de mejora para aumento de la Productividad del área Aserradero..... 73
Tabla .12. Recolección de datos del diagrama de recorridos 75
Tabla .13. Secuencia de operaciones con mayor frecuencia, tiempo y distancia 76
Tabla .14. Auditoría Inicial 5'S para el área del Aserradero..... 78
Tabla .15. Comentarios de la Auditoría Inicial 5'S para el área del Aserradero..... 79
Tabla .16. Actividades a realizar para el aumento de producción en el área del Aserradero .. 83
Tabla .17. Cronograma para la propuesta de implementación..... 87
Tabla .18. Diferencia de ganancia por aumento de productividad 90
Tabla .19. Control de distribución de tarjetas rojas..... 93

Tabla .20. Guía de colores para delimitación de pisos 96

Tabla .21. Programa de limpieza para el área del Aserradero 96

Tabla .22. Listado de limpieza de actividades para elaborar su procedimiento 97

Tabla .23. Formato para auditoría bimestral del área Aserradero 100

Tabla .24. Datos para la gráfica de acciones de mejora 104

Tabla .25. Tablero para propuestas de mejora para operadores del área del Aserradero 104

Tabla .26. Resultados esperados por obtener 105

Tabla .27. Tablero de control por máquina para productividad, disponibilidad y calidad del área Aserradero 107

Tabla .28. Registro de resultados obtenidos de las variables del tablero de control 107

Tabla .29. Registro de pedidos y seguimiento para cálculo de OTD 109

Índice de Figuras

Figura .1. Comportamiento de los recursos de la industria forestal 20

Figura .2. Distribución de las áreas y puestos de trabajo en un aserradero 21

Figura. 3. Tabla de Eficiencia vs Eficacia 27

Figura .4. Las 3 M 29

Figura .5. Elementos del Value Stream Mapping, (VSM) 30

Figura .6. Familia de productos VSM 31

Figura .8. Jidoka 32

Figura .9. Andon 32

Figura .10. SMED 33

Figura .11. Poka Yoke 34

Figura .12. Orden de Fabricación Kanban 34

Figura .13. Heijunka 36

Figura .14. Pilares de mantenimiento 37

Figura .15. Seiri – Clasificacion 42

Figura .16. Seiton – Orden en área de trabajo 43

Figura .17. Seiso – Limpieza en un almacen 45

Figura .18. Seiketzu – Estandarización en un área de producción 46

Figura .19. Ciclo DMAIC 47
Figura .20. Diagrama de Flujo Lean 52
Figura .21. Fases de proyecto Lean 57
Figura .22. Diagrama de relaciones entre las herramientas Lean 61
Figura .23. Vista frontal área Aserradero 61
Figura .24. Vista trasera área Aserradero 62
Figura .25. Diagrama de Proceso de Fabricación de Tarima 64
Figura .26. Resultado de Takt Time del área Aserradero 66
Figura .27. Value Stream Map de la empresa Pallet Tec 67
Figura .28. Lay-Out de la empresa Pallet Tec S.A. de C.V. 69
Figura .29. Gráfica de tendencia de productividad del área Aserradero 71
Figura .30. Histograma de Pareto de Inventario en Proceso del área Aserradero 72
Figura 31. Diagrama de Recorridos "Diagrama de Spaghetti" 74
Figura .32. Gráfica de las variables del Diagrama de Recorridos 75
Figura .33. Área bajo estudio Aserradero de Pallet Tec S.A. de C.V. 77
Figura .34. Resultados de la Auditoria Inicial 5'S del área Aserradero 79
Figura .35. Histograma de Pareto "cuellos de botella de la productividad" 82
Figura .36. Gráfica de tendencia "Comportamiento de la productividad" 82
Figura .37. Gráfica de radar resultados de la auditoria inicial 83
Figura .38. Presentación de capacitación White Belt para la empresa Pallet Tec 88
Figura .39. Evaluación White Belt del modelo 5´S 89
Figura .40. Fresadora Tradicional 90
Figura .41. Primera propuesta de redistribución del área Aserradero 91
Figura .42. Diagrama de selección de artículo 92
Figura .43. Tarjetas rojas 93
Figura .44. Segunda propuesta de distribución del área del Aserradero 95
Figura .45. Fresadora tradicional con contenedor para aserrín 97
Figura .46. Contenedores para desperdicios de tablas colocados por fuera del área 98
Figura .47. Lay-Out propuesto con delimitaciones de maquinaria y material 99
Figura 48. Etiquetas para maquinaria 99

Figura .49. Tablero para resultados de la Auditoría 5´S del área del Aserradero 102

Figura .50. Formato acciones de mejora Kaizen resultante de la auditoría..... 103

Figura .51. Resultado esperados del diagrama de recorrido inicial vs mejora..... 105

Figura .52. Indicador de productividad del área Aserradero con meta de cumplimiento del 98% 108

Figura .53. Indicador de calidad del area Aserradero con meta de cumplimiento del 98% ... 108

Figura .54. Indicador de disponibilidad del área Aserradero con meta de cumplimiento del 100%..... 109

Figura .55. Indicador OTD cumplimiento de pedidos de la empresa Pallet Tec..... 110

Figura .56. Ejemplo de tablero para control general de una planta..... 110

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se describen los antecedentes del tema bajo estudio, así como del objeto en investigación que en este caso es la empresa Pallet Tec de reciente creación la cual se encarga de la fabricación y la distribución de tarimas de madera en el estado de Sonora, siendo su principal cliente la empresa cervecera Constellation Brands. Se describe la pregunta de investigación, los objetivos, la justificación y las delimitaciones.

1.1. Antecedentes

Sakichi Toyoda, fue un empresario de Japón que fundó la compañía Toyoda Automatic Loom Works, una empresa dedicada a la venta de variadas máquinas textiles, que rápidamente se convirtió en el número uno del mercado por sus precios económicos. En 1930 Kaiichiro Toyoda, comenzó a diseñar un pequeño motor a gasolina en donde alrededor de 1937 se fundó Toyota Motor Company, destinada a la fabricación de motores, camiones y automóviles. En 1948 después de la segunda guerra mundial la compañía experimentó una gran crisis financiera que llevó a Kiichiro a abandonarla tomada el puesto Taiichi Ohno, fundador del sistema de producción Toyota basando su filosofía en el Just In Time, la producción ya no dependía de los pedidos, sino que se repongan en función de los perdidos ya vendidos y registrados. En 1951, Toyota presentó el Land Cruiser, modelo 4x4 con el que comenzó a ser reconocida en el extranjero, Toyota se basó en técnicas del automovilismo americano por Henry Ford. En 1959 Toyota comenzó a producir automóviles fuera de Japón en una pequeña planta en Brasil, que fue el inicio de una gran red de plantas alrededor del mundo. Cerca de 1966 llegó el Toyota Corolla, un auto familiar que se popularizó rápidamente en Europa convirtiéndose en el quinto mayor fabricante de autos en el mundo. En 1989 se lanzó la marca Lexus, una marca premier en Estados Unidos dirigida al público ejecutivo y un año muy especial fue en 1997 cuando salió a la venta en japón el primer auto híbrido de producción masiva, el Prius.

El sistema de producción Toyota surgió alrededor del siglo XX por Taiichi Ohno, considerado como el “Padre Fundador”, este sistema va más allá de la producción en gran escala. Tuvo una gran evolución a lo largo de los años que tenían un enfoque más amplio

en su forma de pensar. Pasando por grandes retos Toyota logró mantenerse a pie tras tener dificultades en el camino como la “Gran Crisis de Petróleo de 1975” como causa recibiendo poca atención y devaluación, la producción de Henry Ford dando el estilo americano con efectividad en muchos sectores, bajo nivel de crecimiento por el enfoque “si lo hace, puedes venderlo” lo cual los directivos dieron como prioridad la cantidad en la producción, impactos económicos debió a la pérdida de la guerra, y entre otros eventos. Tras al principio todo era por necesidad su idea era retroceder desde un proceso posterior a un proceso inicial, mencionan que “la necesidad es la madre de la invención. Taiichi Ohno fue ascendido como vicepresidente de la empresa Toyota, recibiendo toda la atención del mundo comprobando su gran recuperación, donde dicho sistema se basaba en la búsqueda y eliminación de los desperdicios en todos los niveles, maquinaria manejada por un solo trabajador y a su vez implementando la automatización, se dio introducción a los mecanismos Poka-Yoke detección de errores mecánicos para la prevención de fallos, detección dentro de las líneas de procesos de manera automática cuando existan anormalidades, los cinco porque para descubrir la causa raíz, se desarrolló el sistema SMED para la readaptación de la máquina, etc...La implementación de la autonomización fue clave para dar inteligencia humana a la máquina y al mismo tiempo se adaptaron al movimiento. (Ohno, 1997)

El sistema de producción Toyota con sus dos pilares dedicados a la eliminación absoluta de los desperdicios, representó que puede funcionar en cualquier negocio. Todo éxito fruto de una excelente expansión y de una cuidada filosofía de la empresa, que llevaría a convertirse hoy en día en la mayor fabricante del mundo y un ejemplo de tecnología punta.

De estos pilares del SPT, surge Lean Manufacturing, son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no agregan valor al producto, servicio o proceso, aumenta el valor de cada actividad realizada y elimina lo que no se requiere, reduce los desperdicios y mejora las operaciones basándose siempre en el respeto al trabajador. Como resultado las 7 mudas (desperdicios) son: Sobreproducción, Inventarios, Sobre Proceso, Esperas, Defectos, Transportes y Movimientos.

Lean Manufacturing nació en Japón y fue desarrollado por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota, Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo y Eijy Toyoda. El pensamiento Lean busca entregar el mayor valor posible a sus clientes, con procesos libres de desperdicios en todas las áreas de la organización. El valor agregado es todo aquello por lo que el cliente está dispuesto a pagar, es todo aquello que transforma las entradas conforme a las expectativas del cliente.

Sin embargo, Valenzuela (2020), afirma que los beneficios de la Manufactura Esbelta no pueden darse en lugares de trabajos sucios y desorganizados. En tales condiciones se genera gran cantidad de desperdicio, así como movimientos extras y demoras por defectos. Establecer condiciones básicas en los lugares de trabajo es uno de los primeros pasos esenciales dentro de Manufactura Esbelta. Una herramienta Lean que facilita el trabajo en equipo se denomina las 5S (clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y sostener,

una serie de actividades para eliminar los despilfarras que contribuyen a los errores, los defectos y los accidentes.

Un ejemplo de aplicación del modelo 5'S es en la empresa IDMM México (Industrie Doloise de Micro Mecanique) es una empresa ubicada en Ciudad Obregón, Sonora de origen francesa, de giro aeroespacial, es una empresa que surge de la expansión de Radiall Obregón. El modelo 5'S ha creado una cultura Lean en IDMM teniendo un gran impacto principalmente en sus procesos de producción, lo cual ha logrado eliminar despilfarros en el área de trabajo, teniendo espacios más ordenados, más limpios, estandarizados e incluyendo a sus operadores en mantener esta metodología, es decir, disciplina.

1.2. Planteamiento del problema

Como se mencionó en el apartado anterior, la empresa Pallet Tec, se encuentra en sus primeros meses de operación, donde el equipo directivo se ha enfocado en la instalación de los procesos y en la comercialización de sus productos. Este trabajo de tesis estudiará la implementación y la supervisión de las áreas de trabajo de la empresa sobre la base del pensamiento esbelto (Lean).

Después de entrevistar al gerente de la empresa, se determinó que no se cuenta con sistemas de seguimiento y evaluación de los procesos que permitan detectar sus fallas o incumplimientos y mejorarlos, lo que limita que la empresa pueda tener un crecimiento constante.

Complementando lo mencionado por el gerente y al hacer un recorrido por la empresa, se observó que las áreas de reciente creación no cuentan con procedimientos, instrucciones de trabajo, ayudas visuales, ni planes de trabajo formales para mantener las instalaciones en condiciones adecuadas para su operación. Se observó un desorden y una falta de organización en las diversas áreas, lo que dificultaba el trabajo de los operadores y, por ende, los tiempos de ciclo de las tareas se incrementan, debido al tiempo perdido (demoras) en la producción.

Adicional a esto, en un recorrido realizado a las instalaciones el mes de enero del 2022, se observó que en el área de producción se cuenta con un desorden en el área de trabajo y no se tiene el hábito de la limpieza, lo cual se cuenta con un área sucia, llena de residuos y equipos, entre otras cosas. Los tiempos de preparación en los reportes generados al momento, especifican tiempos perdidos debido a la falta de orden y estandarización en las instalaciones. Es por eso que en este trabajo se pretende realizar una propuesta de mejora tomando como base el diagnóstico de la situación actual y así lograr las metas establecidas. Esta falta de orden en las instalaciones representa un riesgo latente para la integridad física de los empleados y en su bienestar psicológico.

Con los argumentos descritos anteriormente, se planteó el siguiente cuestionamiento:

¿Cómo generar una cultura lean, que permita mejorar las condiciones de orden, limpieza y estandarización de actividades en los procesos de la empresa Palletec, para disminuir los tiempos de preparación y proceso?

1.3. Objetivos

1.3.1. GENERAL

Diseñar una estrategia para lograr una cultura lean que permita mejorar las condiciones de orden, limpieza y estandarización de actividades en el proceso de producción en la empresa Pallet Tec, mediante la aplicación de la metodología 5 's, buscando reducir tiempos, traslados y eliminación de desperdicios en el proceso.

1.3.2. ESPECÍFICOS

1) Elaborar un diagnóstico de la situación actual de las diferentes áreas de la empresa.
2) Identificar y traducir indicadores de productividad, calidad, tiempo de entrega y disponibilidad en los procesos.
3) Analizar y priorizar las causas que influyen en el actual desempeño de los indicadores.
4) Aplicar la metodología 5'S en el área del Aserradero de la empresa.
5) Comparar la productividad en el área de operaciones de la empresa Pallet Tec, antes y después de la implementación de la metodología de las 5S, demostrando su incremento.

1.4 Justificación

Este trabajo de tesis se justifica debido a que los estudios desarrollados le darán una visión integral a la empresa Pallet Tec para que realice los cambios necesarios para mejorar su sistema de producción de tarimas. La aplicación de las herramientas Lean para el análisis del proceso le permitirá a la empresa proponer cambios en sus procesos lo que le generará beneficios económicos importantes, debido a la reducción de operaciones y actividades que no agregan valor y en utilizar de manera eficiente su maquinaria. Del mismo modo los estudios permitirán una mejora en las áreas de trabajo lo que se traducirá en beneficios para sus operarios, tanto en materia de eficacia y eficiencia en sus tareas, como en su seguridad. Finalmente, este trabajo de tesis podrá ser aprovechado por los profesores y alumnos de la carrera de Ingeniería Industrial en Calidad de la Universidad La Salle Noreste para mejorar la docencia, ya que el tema trata de un caso industrial real.

1.5. Delimitaciones y limitaciones.

1.5.1. DELIMITACIONES

Las líneas de producción que serán estudiadas en este trabajo pertenecen a la empresa de Pallet Tec.

1.5.2. LIMITACIONES

El desarrollo del estudio se realizará en el periodo de tiempo que abarca de septiembre de 2021 a mayo de 2022, en las instalaciones de la empresa Pallet Tec.

El acceso a información de la empresa, la disponibilidad de los gerentes/operadores/jefes, es limitada.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

El marco teórico que se desarrolla a continuación, permite conocer los conceptos básicos necesarios para el entendimiento del desarrollo de este proyecto. Primero se partirá por la industria maderera con el fin de comprender desde donde comienza la producción de la empresa. Después se explicará el proceso de aserradero para comprender como se produce. Después se describirán los principios del Lean Manufacturing para describir los términos que serán utilizados en esta investigación, también se desarrollará su estructura con la finalidad de comprender como este proyecto será llevado a cabo. También se describirán algunas técnicas de Lean Manufacturing que se utilizarán durante el proyecto. Luego se analizará los indicadores que se utilizarán en el proyecto, con el fin de conocer el tipo de indicadores utilizados para la obtención de datos. Por último, se describirán las 5´s sus funciones y sus principales características con el fin de comprender la forma en la que este proyecto será llevado a cabo.

2.1. Industria Maderera

La industria maderera es el sector que se ocupa del procesamiento de la madera, desde su plantación hasta su transformación en objetos de uso práctico.

Actualmente, según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO), se estima que a nivel mundial la superficie forestal alcanza aproximadamente a 4033 millones de hectáreas de los cuales solo un 7% corresponden a bosques plantados por el hombre. Cerca del 76% de los bosques plantados mundiales tienen fines productivos que fueron nombrados anteriormente, el 24 % restante tiene fines de protección enfocados en la conservación del suelo y agua (FAO, 2005). Los lugares con mayor extensión de Bosques Plantados son Asia Oriental, Europa y Norte América que en conjunto suman un 75% de los bosques plantados del mundo.

De acuerdo con datos de la Asociación Mexicana de Proveedores de la Industria Maderera y Mueblera (AMPIMM), la actividad del sector mueblero es una de las más dinámicas para la manufactura nacional, que brinda empleo a más de 100 mil personas y ha mostrado un crecimiento de 10% anual, en promedio. Así, su valor en el mercado asciende a 2,470 millones de dólares, lo que lo convierte en el segundo más atractivo en América Latina, según estimaciones de la red profesional Woodworking Network.

Son eslabones clave en la mayoría de las cadenas de abastecimiento de las empresas, esenciales para el transporte de todo tipo de mercancía. Más de dos mil millones de pallets están en circulación en un momento dado en Estados Unidos, de acuerdo con analistas de la industria. Aproximadamente el 94 por ciento de los bienes industriales y de consumo de Estados Unidos viajan en un pallet en algún momento de su traslado desde la planta de producción o manufactura hasta las instalaciones donde se distribuyen al cliente final.

Del total de la superficie territorial de México, el 72% (141,7 millones de hectáreas) se encuentra dedicada a los distintos usos forestales.

Por su situación geográfica y características de clima y relieve, México cuenta con diferentes tipos de recursos forestales:

- Bosques tropicales, en donde se encuentran maderas preciosas como: cedro rojo, caoba, ébano, palo de rosa y otras.
- Bosques mixtos
- Bosques de confieras, que también se conocen como maderas blandas, que en especial sirve a la industria de la celulosa y el papel.
- Bosques espinosos o Chaparrales, en las zonas semidesérticas, se explota: cera de candelilla, ixtle, guayule, jojoba, nopal, sábila y más.

México produce 7 millones de M3 de recursos maderables, los principales Estados productores son: Durango, Chihuahua, Tabasco, Veracruz y Michoacán, los tipos de madera que principalmente se producen en nuestro país, es el pino, encino, oyamel y algunas maderas preciosas y algunas comunes tropicales.

Las áreas forestales también son fuente de recursos primordiales para la economía mexicana, entre los que destacan la madera, la celulosa y otros productos secundarios como resinas y ceras. Tan solo en 2019, el valor de la producción forestal maderable en México alcanzó los 17.700 millones de pesos mexicanos, un 18% más de lo reportado el año anterior. Así, la explotación maderera mantuvo una tendencia al alza por el quinto año consecutivo, sobrepasando los 8,4 millones de metros cúbicos.

Durante el período 2008-2017 la producción forestal maderable ha fluctuado, iniciando con 6.3 millones de metros cúbicos rollo en el año 2008 y finalizando con 9.0 millones de m3r en el año 2017. En esta década la producción alcanzó un aumento en los años 2012, 2013, 2015, 2016 y 2017, reportando 5.9, 6.0, 6.1, 6.7 y 9.0 millones de m3r,

respectivamente, lo que representa incrementos del 7.4%, 0.8%, 8.1%, 9.7% y 34.2%, respectivamente, en relación con el año anterior. (Figura 1)

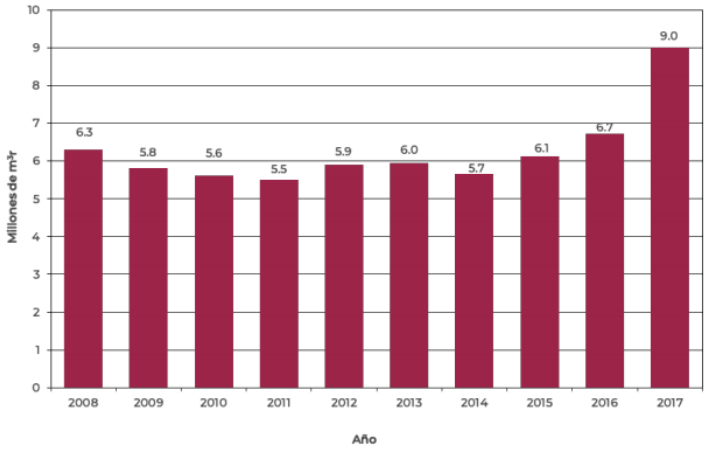


Figura .1. Comportamiento de los recursos de la industria forestal (Fuente: https://www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/Manual-de-buenas-practicas-en-aserraderos-de-comunidades-forestales.pdf)

Adicionalmente, en los años 2010, 2011 y 2014 se registraron las producciones más bajas durante el período, donde se obtuvieron volúmenes de 5.6, 5.5 y 5.7 millones de m3r, respectivamente, con una disminución del 3.1%, 2.2% y 4.9% en relación con el año anterior. Para el año 2017, la producción forestal maderable tuvo un incremento de 2.3 millones de mts cúbicos en relación con el año 2016.

La industria de los pallets también se está ampliando hacia otros grupos de la industria centrados en la cadena de abastecimiento, entre ellos las asociaciones de transporte por carretera y de almacenamiento, y los organismos gubernamentales encargados de emitir normas relativas a los pallets.

2.1.1 ASERRADERO

El aprovechamiento maderable de los bosques y selvas ha sido motivo de atención pública a lo largo de la historia. Esto ha sido así, en primer lugar, porque los bosques son proveedores de servicios ambientales importantes: regulación hidrológica, mantenimiento del hábitat para la vida silvestre, provisión de madera, leña y materiales de construcción, entre otros. Gracias a los bosques y selvas, las comunidades rurales han obtenido alimentos, agua, combustibles, plantas medicinales y otros productos forestales que han sido fundamentales para la sobrevivencia y condiciones de salud de comunidades rurales y urbanas, así como un complemento de su economía.

Las empresas de ejidos y comunidades, llamadas empresas forestales comunitarias (EFC), generalmente han construido economías colectivistas basadas en la extracción y transformación primaria de sus materias primas forestales. Se ha estimado que las EFC generan entre 25000 y 30000 empleos permanentes y temporales en sus aserraderos y pequeñas fábricas de productos secundarios en el país. Estos empleos son ocupados por

personas de los mismos núcleos agrarios ejidatarios, comuneros y avecindados, aunque, en ocasiones, los aserraderos y minifábricas completan su planta laboral con trabajadores de pueblos vecinos (https://www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/Manual-de-buenas-practicas-en-aserraderos-de-comunidades-forestales.pdf)

Por otro lado, es relevante mencionar que los estándares mínimos exigidos por el comercio internacional de la madera aserrada aplicados en México por las grandes firmas minoristas son, entre otros:

a) clasificación estricta de acuerdo con sus normas de calidad;

b) estufado de madera en ciertas clasificaciones;

c) entrega puntual de los pedidos acordados, en tiempo y en volumen;

d) empaquetado y flejado por medida;

e) firma de un convenio de penalización para compensar fallas en la entrega de los pedidos, y

f) código de barras.

Adicionalmente, con la operación de prácticas de buen manejo de aserraderos se tratará de vincular los valores comunitarios como la identidad y la pertenencia bajo el concepto de gerenciamiento forestal especializado en ejidos y comunidades.

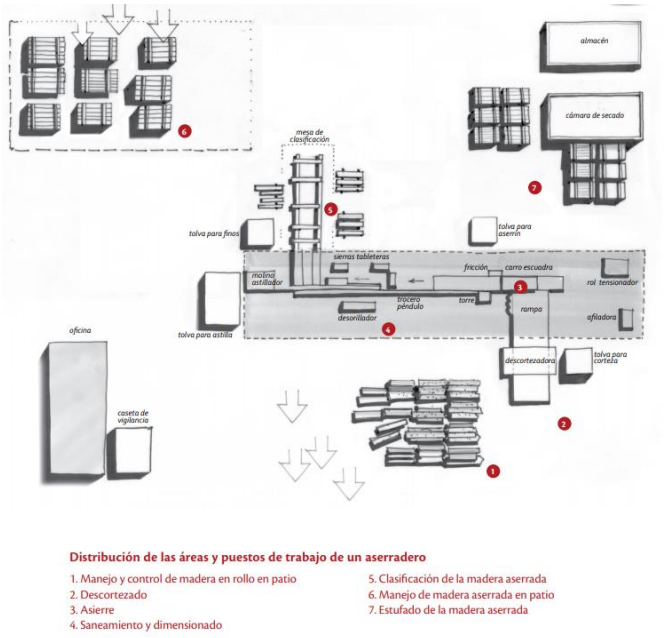


Figura .2. Distribución de las áreas y puestos de trabajo en un aserradero (Fuente: https://www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/Manual-de-buenas-practicas-en-aserraderos-de-comunidades-forestales.pdf

2.1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO ASERRADERO

1.- Manejo y control de madera en rollo en patio:

La mayoría de ejidos y comunidades forestales en México que cuentan con aserraderos manejan sus patios de materias primas forestales con una serie de deficiencias, tales como:

• Ausencia de una clasificación y ordenamiento de la trocería, ni por apariencia ni por dimensiones, lo que ocasiona pérdidas debido al deterioro de las materias primas.

• Falta de coordinación entre las áreas de corta y los pedidos de los clientes.

• Carencia de controles en patio, en muchos casos sólo se cuenta con controles elaborados desde las áreas de corta.

• Generalmente los datos se registran en cuadernos o libretas de notas; no existe un manejo de registros formales para almacenar la información.

• En la mayoría de los casos no se dispone de equipos de cómputo para sistematizar la información.

En esta sección se propone que las empresas forestales comunitarias (EFC) apliquen algunas medidas que permitan ordenar los patios de los aserraderos, vincular los pedidos comerciales con el almacenamiento de materias primas y sistematizar los programas de producción de madera aserrada desde las áreas de corta. Para la incorporación de esta buena práctica, de bajo costo de aplicación, se requiere una computadora y la capacitación de un encargado documentador o del jefe de patio y del jefe de aserradero en el manejo de hojas de cálculo.

El objetivo es ordenar los inventarios de madera en rollo con el fin de atender los pedidos de madera aserrada, procurando que la madera se conserve en un estado óptimo para su asierre y manteniendo el proceso de transformación primaria alineado.

2.- Descortezado:

Algunas empresas forestales comunitarias (EFC) iniciaron el descortezado de la madera en rollo por el surgimiento de ciertos mercados que favorecieron un aprovechamiento integral de sus materias primas. Esto ha posibilitado el establecimiento de economías más diversificadas en las que se logra aprovechar hasta la corteza, ya sea como combustible para sus estufas de secado y/o como abono orgánico en sus actividades agrícolas. Sin embargo, la práctica del descortezado todavía no está extendida en la mayoría de las EFC, lo que ocasiona los siguientes problemas:

• Pérdida de madera de la mejor clase (“2 y mejor”) que se va adherida en las costeras y tiras de la troza.

• Altos costos en el mantenimiento y reposición de equipos de corte (principalmente sierras cinta).

• Bajos rendimientos por exceso de maniobras en el asierre.

• Acceso limitado a los mercados de astilla para papel.

La implementación del descortezado mecanizado requiere de una inversión que oscila entre los quinientos mil y un millón de pesos. Los programas de la Comisión Nacional Forestal (Conafor) y otras instituciones pueden subsidiar parcialmente la adquisición de este tipo de equipos. Si la EFC decide incorporar esta práctica a través del descortezado manual, puede generar entre cuatro y diez empleos por empresa comunitaria, dependiendo de los volúmenes de trocería disponibles y del programa de producción de madera.

El objetivo es eliminar la corteza de la madera en rollo con el propósito de optimizar su transformación en madera aserrada, incrementar el rendimiento de madera de las mejores clases y maximizar la vida útil de las sierras cinta y otras partes del equipo de asierre.

3.- Asierre:

Existen alrededor de 600 centros de transformación primaria de productos forestales en nuestro país, de los cuales sólo unas 20 empresas forestales comunitarias (EFC) cuentan con aserraderos debidamente equipados para obtener madera aserrada, pues han incorporado herramientas para optimizar el uso del carro escuadra y de la torre principal. El coeficiente de asierre de estos aserraderos se ubica entre 50 y 60% y su volumen de madera aserrada varía entre 212 y 230 pies tabla. (Barreira y Cuervo, 2010). Esta situación permite un buen nivel de competitividad en el mercado genérico de la madera aserrada y contrasta con la realidad de la mayoría de las EFC del país, donde todavía se presentan diversas circunstancias que originan la siguiente problemática:

• Exceso de maniobras para el manejo de trocería en el banco de volteo, carro escuadra y torre principal.

• Bajo rendimiento por escaso mantenimiento de los componentes del carro escuadra y de la torre principal.

• Baja producción de madera de las mejores clases por falta de capacitación del aserrador y por equipos incompletos

Para optimizar los equipos de asierre, disponibles en los aserraderos de la mayoría de las EFC, se requiere de la instalación física de herramientas complementarias, cuyo valor oscila entre los doscientos mil y quinientos mil pesos; además de los costos de capacitación del “maestro” aserrador y de los operadores del carro escuadra. Actualmente

los programas de la Comisión Nacional Forestal (Conafor) ofrecen financiamiento tanto para la adquisición de dichas herramientas como para la referida capacitación.

El objetivo es transformar la madera en rollo en madera aserrada, optimizando la productividad y la obtención de piezas de alta calidad, con la finalidad de satisfacer los requerimientos del mercado y mantener estable la producción diaria.

4.- Saneamiento y dimensionado:

El mercado de la madera aserrada exige que las piezas estén debidamente dimensionadas en anchos y en largos con sus respectivos refuerzos. Sin embargo, todavía persisten prácticas inadecuadas que generan las siguientes situaciones:

• Exceso de refuerzos en anchos y largos.

• Saneamiento ineficiente de la madera aserrada por falta de equipamiento y de capacitación.

• Volúmenes elevados de madera angosta con poca demanda (4 y 6 pulgadas).

• Altos volúmenes de subproductos de menor valor en los mercados. Es necesario diseñar un programa de capacitación para el manejo eficiente del trocero péndulo y del desorillador. Las inversiones para optimizar el funcionamiento de ambos equipos son muy bajas y pueden financiarlas los productores. Tanto el saneamiento como el dimensionado en el trocero péndulo y el desorillador son prácticas que mejoran la clase de la madera aserrada y la ajustan a las medidas comerciales que requieren los mercados. Con la aplicación de esta herramienta se asegura la disminución de los desperdicios del aserradero y un porcentaje moderado de recuperación de subproductos.

El objetivo es mejorar la calidad y clase de la madera aserrada y asignar a las piezas las dimensiones comerciales requeridas, con el fin de incrementar rendimientos en las maderas anchas y aumentar el volumen de madera de los mejores grados.

5.- Clasificación de la madera aserrada

En la mayoría de las regiones forestales de México, la madera obtenida en las empresas forestales comunitarias (EFC) se vende localmente como madera mill run, es decir madera sin clasificar. Esta situación origina que haya uno o dos eslabones adicionales en la cadena de valor para llegar a los mercados finales o a las industrias que agregan valor a las materias primas. Asimismo, esto es causal de que gran parte de los ingresos se quede en intermediarios o en agentes externos a la comunidad, lo que ocasiona la especulación y otros problemas, como:

• Poco acceso a mercados que demandan madera clasificada.

• Falta de uniformidad en los estándares nacionales de clasificación.

Las industrias que agregan valor a la madera aserrada mediante su procesamiento requieren de un producto previamente clasificado. Por ejemplo, la industria mueblera normalmente solicita madera aserrada de clases Nº 3 y 4, y en algunos casos madera estufada de clase "2 y mejor". Otro caso es la industria de la construcción, que necesita madera de clase Nº 5, polines, vigas y otros productos especiales. La clasificación de la madera aserrada es una de las herramientas para que las EFC aumenten sus ingresos y generen utilidad neta; por consiguiente, uno de los primeros pasos para ligar positivamente la producción de la empresa forestal con la rentabilidad financiera es la clasificación.

El objetivo es asignar un grado de clase a la madera aserrada por su apariencia mediante un sistema de clasificación uniforme, con el fin de satisfacer la demanda de madera de los mercados regionales y nacionales, que exigen materias primas forestales para diversos y determinados usos.

6.- Manejo de madera aserrada en patio

Los estándares mínimos del mercado nacional exigen la entrega puntual de los pedidos en tiempo y volumen, además del empaquetado y flejado por medida. Es deseable que a estos requerimientos se agreguen estándares como el código de barras y la firma de contratos para que formalicen las transacciones comerciales. Actualmente, existen algunos problemas que las empresas forestales comunitarias (EFC) deberán resolver en el corto y mediano plazos:

• No existen controles formales sobre la madera aserrada en patios.

• Se carece de un diseño adecuado para el manejo de inventarios.

• Deterioro y pérdida de la madera seca al aire libre por el manejo inadecuado de separadores, bases y tapajuntas.

• Falta de uniformidad en la preparación de paquetes que obliga a un mayor número de maniobras de carga y embarque.

La producción de la madera aserrada, clasificada o sin clasificar, requiere de controles de inventarios y un adecuado manejo en patio para su entrega inmediata, secado al aire libre y preparación de cargas que ingresarán a la estufa de secado. El costo de aplicación de esta práctica es mínimo, ya que sólo son necesarios algunos subproductos del aserradero —separadores, waldras y polines, principalmente— y un programa de capacitación. Igualmente, la aplicación de esta práctica permitirá que se mejore la rendición de cuentas y la transparencia de operaciones comerciales ante la asamblea comunitaria.

El objetivo es ordenar los inventarios de la madera aserrada con el fin de atender los pedidos comerciales, como los pedidos de clientes que solicitan madera verde (sin secar), madera seca al aire libre y/o madera estufada.

7.- Estufado de la madera aserrada

El desarrollo de mercados de la madera requiere que una parte de las materias primas se haya secado en rangos de humedad entre 8 y 12%; estos contenidos de humedad son imposibles de obtener en el proceso de secado al aire libre. Igualmente lo solicitan aquellas industrias dedicadas a la exportación de materias primas forestales. Para acceder a un desarrollo sostenible y competitivo, las empresas forestales comunitarias (EFC) deberán resolver los siguientes problemas: • Pérdida de clientes y mercados inaccesibles por falta de madera estufada.

• Resistencia a las inversiones para adquirir estufas.

• Baja capacidad en la operación de las estufas.

La inversión para instalar una estufa de secado varía principalmente según su capacidad y nivel tecnológico; es decir, si se trata de una estufa con capacidad de 10000 a 20000 pies tabla, con controles automatizados, su precio oscila entre 1.5 y 2 millones de pesos. Los programas de la Comisión Nacional Forestal y otras instituciones como la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas apoyan parcialmente el costo de los equipos. El estufado de la madera permite cumplir con la normatividad y las exigencias de los estándares de los mercados, así como acceder a otros nichos comerciales: molduras, muebles, pisos, tarimas y otros productos. Se estima que el precio de un pie tabla de madera estufada en el país, se incrementa de 70 a 80 centavos.

El objetivo es disminuir el contenido de humedad de la madera para alcanzar el rango de humedad que exigen los estándares de los mercados; sin dañar las piezas, optimizando las secuelas y costos de secado e incrementando los precios de venta de sus materias primas en nuevos nichos con valor agregado.

2.2. Principios de Lean Manufacturing

Luego de la Segunda Guerra mundial, la compañía automovilística más importante de Japón, Toyota, vio que el método de trabajo de la producción en masa no les convenga por diversas situaciones del país. Como resultado, sus ingenieros Eiji Toyoda y Taiichi Ohno, iniciaron lo que Toyota llamarla el Sistema de Producción Toyota, y que más tarde sería Lean Manufacturing. Esta filosofía de trabajo ha sido divulgada en todo el mundo y puesta en práctica por diferentes sectores productivos tanto de servicios como de manufactura.

Lean Manufacturing es un sistema integrado socio-tecnológico de mejoramiento de procesos, cuyo objetivo principal es eliminar desperdicios o actividades que no agregan valor al cliente. Al eliminar desperdicios la calidad aumenta mientras que los tiempos y costos de producción disminuyen en muy poco tiempo. Este sistema, en general se caracteriza porque emplea personal capacitado, los cuales son agrupados en equipos donde son tratados con respeto, se les asignan responsabilidades, tienen derecho a proponer mejoras, autoridad de detener la producción en caso de detectar algún error, se enfocan en obtener productos de alta calidad, bajo coste de producción y variedad en el

producto enfocados en las necesidades de los clientes, establecen relaciones de larga duración con proveedores y clientes, logran cortos tiempos de fabricación del producto y buscan la mejora continua.



Figura. 3. Tabla de Eficiencia vs Eficacia (Fuente: https://mobilizaacademy.com/efectividad/)

Los principales objetivos de la Lean Manufacturing es implantar una filosofía de Mejora Continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad. Lean Manufacturing proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida. Específicamente, Manufactura Esbelta:

- Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente
- Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción
- Crea sistemas de producción más robustos
- Crea sistemas de entrega de materiales apropiados

• Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad.

2.2.1 Estructura Lean Manufacturing

La filosofía lea manufacturing trata de optimizar el sistema de producción y reducir o eliminar las tareas que no añadan valor. Las actividades que no aportan nada al cliente ni

al propio proceso de producción son denominadas despilfarros o desperdicios del lean manufacturing.

El sistema de Manufactura Flexible o Lean Manufacturing ha sido definida como una filosofía de excelencia de manufactura, basada en:

- La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio
- El respeto por el trabajador: Kaizen
- La mejora consistente de Productividad y Calidad

Lean Manufacturing proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida.

El pensamiento Lean también proporciona un modo de trabajar más satisfactorio ofreciendo un feedback inmediato de los esfuerzos para convertir muda en valor. En contraste con la moda reciente de la ingeniería de procesos, proporciona un método para crear nuevo trabajo, en lugar de simplemente destruir puestos de trabajo en nombre de la eficiencia.

• **Valor del producto:** El valor es lo que realmente satisface las necesidades del cliente, en simples palabras es lo que se paga. Es por eso que es fundamental entender al cliente para que se pueda crear ese valor requerido y ofrecerlo a un precio que el cliente acepte.

• **Identificar Flujo del valor:** En este paso es necesario estudiar las operaciones del proceso productivo desde el diseño hasta que el producto está en lanzamiento. Es por eso importante también el flujo de información que haya entre todos los departamentos o áreas involucradas en la elaboración del producto.

Todo aquello que no es valor o no ayuda a incrementarlo de forma directa y supone un coste para la empresa, se denomina desperdicio. En la teoría Lean se identifican 7 desperdicios básicos (antes ya mencionados), que fueron definidos por el responsable de establecer el sistema de producción en Toyota, Taiichi Ohno. Desperdicio las 3M Muri, Muda y Mura, toda actividad que no aporta valor al producto o servicio pero que consume recursos.

- Muda (Desperdicio): Eliminar las irregularidades o el desbalance en el proceso de producción
- Mura (Variabilidad): Cualquier variación no prevista que produce irregularidad en el proceso y provoca desequilibrio.
- Muri (Sobrecarga): Cualquier actividad que requiere un estrés o esfuerzo poco razonable por parte del personal, material o equipo, provocando cuellos de botella

(la acumulación de tareas en una determinada fase del proceso), tiempos muertos, etc

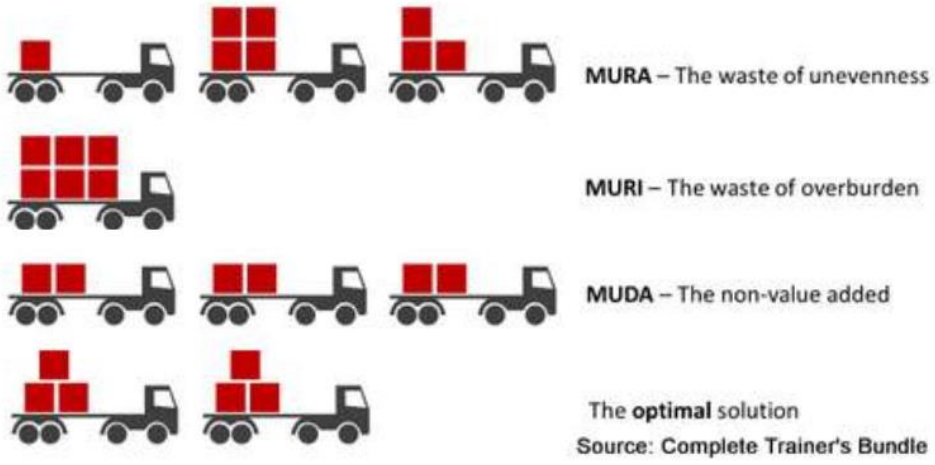


Figura .4. Las 3 M (Fuente: Presentación de Lean Six Sigma Institute Yellow Belt)

- **Flujo continuo:** Esto se logra reduciendo el tiempo de preparación de maquinarias, también se logra alcanzando un balance en la carga del trabajo de los operarios.

- **Sistema Pull:** Es bastante importante este principio, ya que es aquí donde se asume y se respetan los requerimientos que tiene el cliente. De esta forma la empresa trabaja y produce bajo estas condiciones. Perfección: Tiene que existir una continua revisión de los procesos, siempre con el objetivo de eliminar los desperdicios. El resultado de aplicar Lean se ve reflejado en la reducción de costos y de los tiempos de trabajo.

- **Perfección:** Una de las primeras consecuencias que se derivan de la aplicación de los cuatro fundamentos anteriores es el conocimiento de que existe un amplio abanico de posibilidades de mejora y de reducción de esfuerzo, tiempo, espacio, coste etc. Es una filosofía que estimula la cooperación y el entendimiento global del sistema productivo. La transparencia de los implicados (distribuidores, subcontratistas, empleados, consumidores, etc.) resulta esencial para poder.

2.2.2. Técnicas Lean Manufacturing

Lean es una metodología de trabajo que permite trabajar sobre la cadena de valor del producto. Las empresas que trabaja según los principios Lean, buscan sistemáticamente conocer aquello que el cliente reconoce como valor añadido y está dispuesto a pagar por ello, al tiempo que van eliminando aquellas operaciones del proceso que no generan valor. La teoría del Lean Manufacturing está estructurada en una serie de Principios, Conceptos, Herramientas y Técnicas, las cuales de muestran a continuación:

Value Stream Map "VSM" o Cadena de Valor

Este análisis lleva a identificar los desperdicios actuales, y a definir la cadena de valor futura objetivo. La herramienta de Lean asociada al concepto de Cadena de Valor, se denomina Value Stream Mapping (VSM), que se utiliza para analizar de forma global la cadena de valor, más allá del análisis de un único proceso y recogiendo únicamente ciertos datos generales de las distintas operaciones que se realizan. El objetivo del mapeado de la cadena de valor es obtener una perspectiva general del conjunto, no sólo de los procesos individuales, y mejorar todo, no sólo optimizar las partes. A partir de la información recopilada, se debe establecer cuál es la situación objetivo con el mapa futuro de la cadena de valor. Por último, se establecerá un plan de acciones donde se especificarán los cambios que son necesarios realizar y las personas de los distintos departamentos encargadas para ello.

Permite la visualización de todo el proceso a través de una representación gráfica de cada uno de los sub procesos, demostrando la unión entre el flujo de la información y el flujo de los materiales, lo cual ayuda a ver los orígenes de las mudas. Esta herramienta proporciona un lenguaje común para hablar de procesos, manejando concepto lean y técnicas que nos ayudan a evitar el "Cherry picking" que es la práctica de asumir primero el trabajo más fácil.

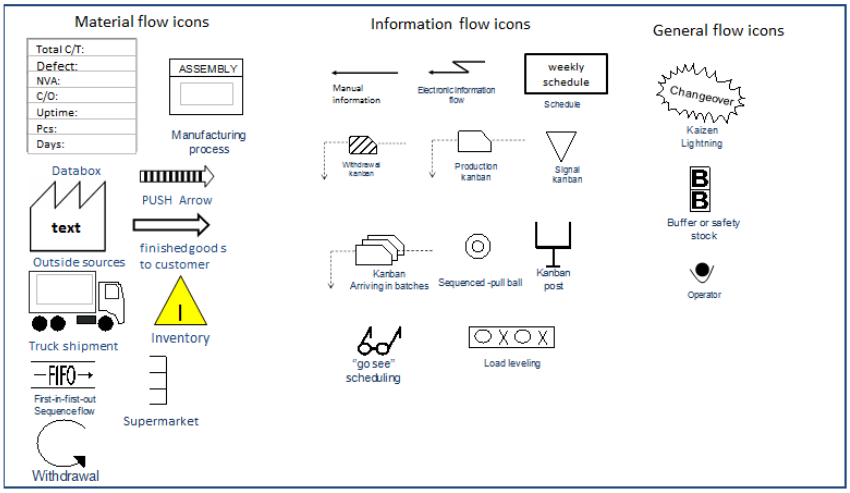


Figura .5. Elementos del Value Stream Mapping, (VSM) (Fuente: Presentación de Lean Six Sigma Institute Yellow Belt)

Un punto a entender claramente antes de empezar a dibujar es enfocarse en una familia de producto. Una familia es un grupo de productos que pasan a través de pasos similares y equipo en común, value stream map significa caminar y dibujar tus pasos de operación (material e información) para una familia de producto.

		PASOS DE OPERACIÓN Y EQUIPOS							
		1	2	3	4	5	6	7	
PRODUCTOS	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Familia de producto

Figura .6. Familia de productos VSM (Fuente: Presentación de Lean Six Sigma Institute Yellow Belt)

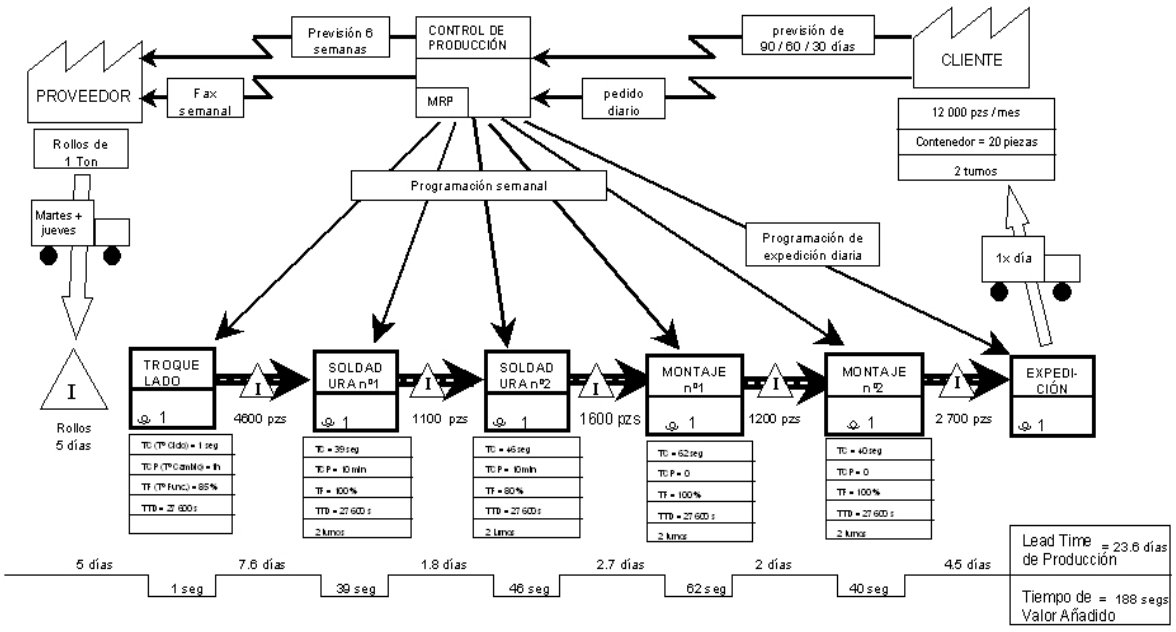


Figura .7. Value Stream Map (Fuente: (Fuente: Presentación de Lean Six Sigma Institute Yellow Belt)

Jidoka

Es una metodología de origen japones que significa: Automatización de los defectos o automatización con enfoque humano. Busca que cada proceso tenga su propio autocontrol de calidad. El objetivo principal de esta herramienta es el dotar a los procesos de mecanismo de autocontrol de la calidad, de tal manera que, ante una eventual situación anormal, el proceso se detenga de manera automática o manual, logrando reducir el número de unidades defectuosas que avanzan en el proceso. Sus beneficios ayudan a la detección de problema en etapas tempranas, a su vez influye en la organización convirtiéndola en clase mundial mediante la integración de la inteligencia

humana en máquinas automatizadas produciendo artículos libres de defectos incrementando la mejora sustancial en la productividad de la organización.

Principios Jidoka

1. Detectar un problema
2. Parar la operación
3. Corregir el problema inmediatamente
4. Investigar y corregir la causa raíz.

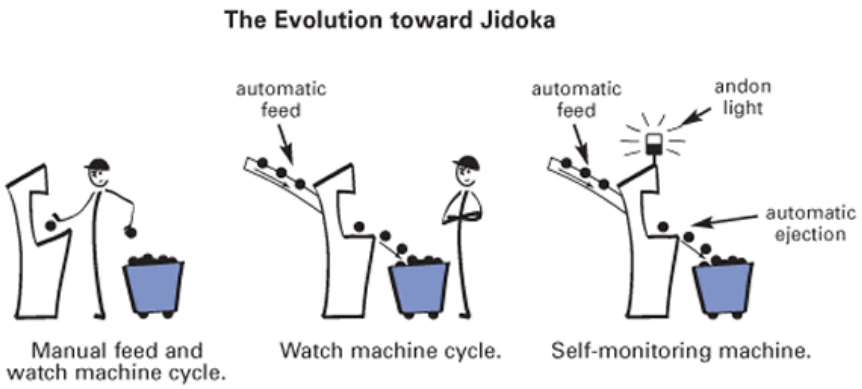


Figura .8. Jidoka (Fuente: https://www.lean.org/lexicon-terms/jidoka/)

Andon

El Andon es un sistema utilizado para alertar de forma visual de problemas en un proceso de producción. Es una expresión de origen japonés que significa "lámpara" y que se relaciona con el control visual. El Andon agrupa un conjunto de medidas prácticas de comunicación utilizadas con el propósito de plasmar, de forma evidente y sencilla, el estado de algún sistema productivo.



Figura .9. Andon. (Fuente: https://www.leanroots.com/wordpress/2017/10/09/andon/)

Just In Time "JIT"

Es un enfoque de fabricación que permite a una empresa producir lo que el cliente quiere, cuando ellos lo quieren y en la cantidad que ellos los necesitan. El JIT ayuda a las compañías a convertirse más competitivas produciendo una variedad de productos que el cliente quiere, manteniendo bajo costo, alta calidad y cortos lead time, puede ser posible eliminando desperdicios en los procesos de manufactura.

SMED "Single Minute Exchange of Die"

Esta técnica permite disminuir el tiempo que se pierde en las maquinas e instalaciones debido al cambio de herramientas, también llamado utillaje, necesario para pasar de producir un tipo de producto a otro. Algunos de los beneficios que aporta esta herramienta son:

- Reducir tiempo de preparación y pasarlo a tiempo productivo "Interno a Externo"
- Reducir el tamaño del inventario
- Reducir el tamaño de los lotes de producción
- Producir en el mismo día varios modelos en la misma maquina o línea de producción.



Figura .10. SMED (Fuente: Presentación de Lean Six Sigma Institute Yellow Belt)

Poka Yoke

Un dispositivo Poka Yoke es cualquier mecanismo que ayude a prevenir los errores antes de que sucedan, o hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y los corrija a tiempo. La finalidad del Poka Yoke es eliminar los defectos en un producto previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

Los sistemas Poka Yoke implican el llevar a cabo el 100% de inspección, así como una reacción inmediata en el momento en que ocurren los defectos o errores. Este enfoque resuelve los problemas asociados a la vieja creencia de que el 100% de la inspección toma mucho tiempo y trabajo, lo que conlleva un costo muy alto.

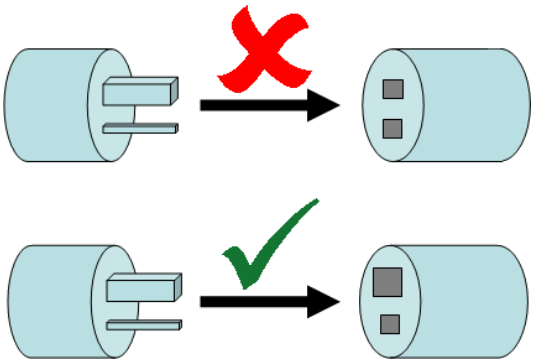


Figura .11. Poka Yoke (Fuente: https://pdcahome.com/english/124/poka-yoke-a-method-to-create-a-safe-design/)

Kanban

Kanban es una herramienta de producción altamente efectiva y eficiente por medio de tarjetas, las cuales son usadas para que los trabajadores sepan que están produciendo, que características lleva, así como que van a producir después, que características tendrá y como será transportando. Kanban es una palabra japones que significa “etiqueta de instrucción”.

Los kanbanes son como antes mencionamos tarjeta que indican u ordenan, que se vuelva a servir un nuevo pedido. Estas describen su origen, destino, cantidad e identidad de los productos a servir. Por lo que cada parte del componente deberá estar bien definido o clasificado por un código o clave, la que podrá estar compuesta, por números o letras, o una combinación de estos. Además, puede incluir una descripción del componente, característica que permita facilitar la comprensión y actuación de los involucrados en la producción. (Figura 12)



Kanban original de Toyota usado para compras

Figura .12. Orden de Fabricación Kanban. (Fuente: Presentación de Lean Six Sigma Institute Yellow Belt)

Sistema Pull

Esta herramienta limita la producción en función a una necesidad del consumidor. Cuando un producto es adquirido, se activan los mecanismos para reemplazarlo. Este sistema permite a las empresas reducir costos en producción e inventarios, así como estructurar los procedimientos de fabricación mediante el uso de carteles o tarjetas, las cuales ayudan a dividir el proceso en fases determinadas y ordenadas de forma secuencial. En el sistema Pull, el enfoque principal son los consumidores y sus necesidades. No obstante, si bien se trata de un modelo que ofrece grandes ventajas, no produce los mismos resultados en todo tipo de empresas.

Un sistema pull en el cual el cliente jala el trabajo y siguiendo esa reaccion a proveedores, luego el fabricante. En el piso, es aquel sistema que jala el trabajo desde la estacion de trabajo mas cercana al cliente final, hacia atrás.

Sistema Push

En el sistema Push las empresas conciben la fabricación de los productos en función de un pronóstico de la demanda o de un itinerario determinado de trabajo. El principal problema de este sistema radica en que no siempre los pronósticos son correctos y a menudo se cae en una sobreproducción, lo que a la larga conlleva a las empresas a desembolsar grandes sumas de dinero de forma innecesaria.

En los **s**istemas push, el inventario se debe pronosticar**,** tanto qué productos comprarán los clientes como la cantidad. Esto hace que tenga que entrar en juego el sistema de predicción, un sistema que se basa en previsiones de años anteriores y en la tendencia del mercado. Éstas, a menudo, suelen ser imprevistas y no se saben con exactitud, pudiendo hacer que el inventario sea insuficiente o, por el contrario, se tenga demasiado stock.

Kaizen

Kaizen (改善, ‘cambio a mejor’ o ‘mejora’ en japonés), en el uso común de su traducción al castellano, significa “mejora continua” o “mejoramiento continuo”, y su metodología de aplicación es conocida como la MCCT: La Mejora Continua hasta la Calidad Total.

En su contexto este artículo trata de Kaizen como una estrategia o metodología en la empresa y en el trabajo, tanto individual como colectivo. Kaizen es hoy una palabra muy relevante en varios idiomas, ya que se trata de la filosofía asociada al casi todos los sistemas de producían industrial en el mundo.

Kaizen significa mejoramiento. Por otra parte, significa mejoramiento continuo en la vida personal, familiar, social y de trabajo. Cuando se aplica al lugar del trabajo, Kaizen significa un mejoramiento continuo que involucra a todos gerentes y trabajadores por igual.

Heijunka

Heijunka se basa en la eliminación de los desniveles en la carga de trabajo, a través de una producción continua y eficiente. Su propósito es ajustar los niveles y las secuencias de los productos según la demanda del cliente. Es importante mencionar que trabajar por lotes no es un buen sistema de producción, ya que no se puede responder a los distintos tipos de pedidos sin que se desnivele el inventario de producción y se reduzca la calidad. Además, se realiza sobrecarga en las máquinas y en mano de obra, lo que significa que aumentan los desperdicios.

La producción responde a las necesidades de la demanda. Produciendo cada producto durante cada período de tiempo relevante, el tiempo de entrega se reduce y el negocio está más cerca de satisfacer la demanda real... Si todos los tipos de producto se crean y almacenan según sea necesario a lo largo de un año, aumenta la flexibilidad. Todos los tipos de pieza deben venderse y la producción podrá satisfacer los períodos de demanda pico. (Figura 13)

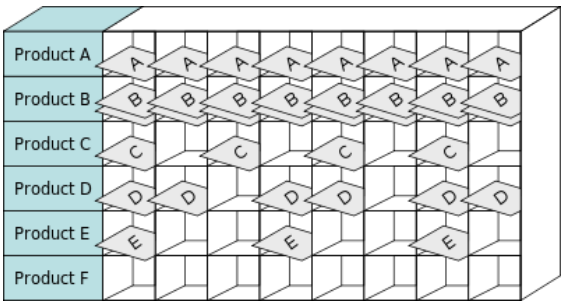


Figura .13. Heijunka. (Fuente: https://kanbanize.com/continuous-flow/heijunka)

TPM “Total Production Management”

El TPM (Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total) es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos.

El TPM es un sistema de gestión que evita todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción, maximizando su eficacia e involucrando a todos los departamentos y a todo el personal desde operadores hasta la alta dirección, y orientando sus acciones apoyándose en las actividades en pequeños grupos.

En contra del enfoque tradicional del mantenimiento, en el que unas personas se encargan de “producir” y otras de “reparar” cuando hay averías, el TPM aboga por la implicación continua de toda la plantilla en el cuidado, limpieza y mantenimiento preventivos, logrando de esta forma que no se lleguen a producir averías, accidentes o defectos.

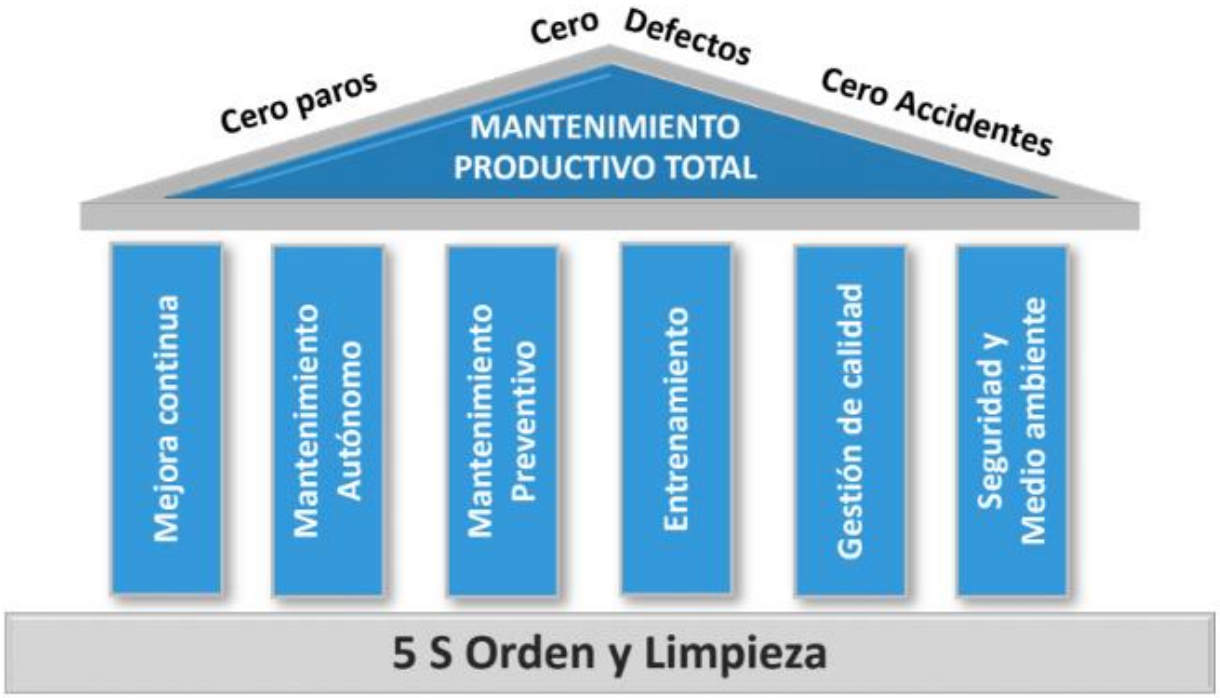


Figura .14. Pilares de mantenimiento (Fuente: Presentación de Lean Six Sigma Yellow Belt)

2.3 Indicadores

Los indicadores son elementos informativos del control de cómo funciona la actividad, pues hacen referencia a parámetros estables que sirven de magnitud de comprobación del funcionamiento de ésta. Son elementos básicos de las técnicas de control de gestión. En un lenguaje más empresarial se conoce como KPI, del inglés Key Performance Indicators o Indicadores Clave de Desempeño, miden el nivel de desempeño de un proceso, centrándose en el cómo e indicando el rendimiento de los procesos de forma que se pueda alcanzar el objetivo establecido.

Según (David Wiley, 2015) La característica común de estas medidas es que son el resultado de muchas acciones llevadas a cabo por muchos equipos, de ahí el uso del término "resultado". Y son buenas medidas de resumen, de ahí el término “Llave”. Ofrecen una imagen clara de si su organización está viajando en la dirección correcta a la velocidad adecuada. Ellos proporcionan el tablero u órgano de gobierno con una buena visión general del progreso con respecto a la estrategia de la organización. Estas medidas son fáciles de determinar y ya se informa con frecuencia a la junta o al órgano de gobierno.

KPI son aquellos indicadores que se centran en los aspectos del desempeño organizacional que son los más críticos para el éxito actual y futuro de la organización. Los KPI rara vez son nuevos preparando la escena la organización o no han sido reconocidos o fueron acumulando polvo en algún lugar desconocido para el actual equipo de gestión.

2.3.1 USO DE INDICADORES

Generalmente en las empresas los indicadores son resultados de operaciones o procesos, es por eso que es necesario identificar los indicadores para su eficiente administración y uso. Estos objetivos permiten:

- Poder interpretar lo que está ocurriendo

- Tomar medidas cuando las variables se salen de los limites

- Definir la necesidad de introducir cambios para evaluar consecuencias en el menor tiempo posible.

2.3.2. TIPOS DE INDICADORES

Según Flapper y otros (1996), los indicadores son importantes dentro de una organización puesto que dicen lo que debe medirse y cuáles son los límites de control dentro de los que debe estar dicho rendimiento. En tal sentido, el nivel de rendimiento que alcanza una organización está en función de la eficiencia y la eficacia de las acciones que realiza (Neely et al., 2005). La eficiencia se basa en la relación entre producción y entradas, con un enfoque de medidas de productividad del proceso y utilización de recursos, mientras que, la eficacia se basa en la idea de salidas apropiadas del proceso.

Indicadores de cumplimiento

Sobre la base que cumplir tiene relación con la conclusión de una tarea, los indicadores de cumplimiento están relacionados con las ratios que nos indican el grado de consecución de tareas y/o trabajos.

Indicadores de evaluación

Sobre la base que evaluación tiene relación con el rendimiento que se obtiene de una tarea, trabajo o proceso, los indicadores de evaluación están relacionados con las ratios y/p métodos que ayudan a identificar las fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora.

Indicadores de eficiencia

Sobre la base que eficiencia tiene relación con la actitud y la capacidad de llevar a cabo un trabajo o una tarea con los mínimos recursos en el tiempo establecido, los indicadores de eficiencia están relacionados con las ratios que indican los recursos invertidos en la consecución de tareas y/o trabajos a los tiempos establecidos.

Indicadores de gestión

Sobre la base que gestión tiene relación con administrar y/o establecer acciones concretas para hacer realidad las tareas y/o trabajos programados y planificados, los indicadores de gestión están relacionados con las ratios que permiten administrar realmente un proceso.

Indicadores de Ejecución

Son los que aluden a resultados de la actividad misma y se dividen en: Indicadores de Economía. Son medidas que indican una realidad económica. El ejemplo más claro es el IPC (Índice de precios del consumidor), que demuestra el saldo de la balanza comercial, deudas externas. Permite comparar y estudiar las realidades de distintos países para apreciar la evolución de la realidad económica en un país a través del tiempo. Los indicadores económicos más conocidos son:

- PIB (crecimiento)
- Empleo (generado)
- Tasa de Inflación
- Tasa de Interés
- Exportaciones e importaciones

Indicadores Financieros

Son relaciones entre magnitudes que forman parte de los estados financieros a fin de determinar la situación financiera de la empresa. Estos resultados son relativos ya que deben efectuarse comparaciones y muchas veces son subjetivas. Los indicadores financieros se clasifican en:

- Indicadores de solvencia, liquidez y gestión
- Indicadores de endeudamiento o apalancamiento
- ·Indicadores de Productividad y rentabilidad
- Indicadores de situación económica
- Indicadores de capacidad de pago

Indicadores de Eficiencia

Se relacionan con las ratios que indican el tiempo invertido en la consecución de tareas y/o trabajos. Se pueden relacionar al tiempo de fabricación de un producto, periodo de maduración de un producto, rotación del material. Al relacionarse con la eficiencia, se pueden encontrar distintos tipos de estas tales como:

- Eficiencia Social
- Eficiencia Económica
- Eficiencia de la Producción
- Uso de la Capacidad Instalada

Indicadores de Eficacia

Se relaciona y familiariza con el producto que se está haciendo, ya que mide el valor de este. Es necesario que el producto logre satisfacer al cliente e impactar al mercado y esto se logra obteniendo el producto adecuado y no necesariamente logrando el 100% de efectividad.

Indicadores de Efectividad

La efectividad es la “Capacidad de lograr el efecto que se desea”. Estos indicadores tienen que hacer realidad los propósitos que se plantean y se relacionan con el cumplimiento de los objetivos que se propone la empresa. La efectividad se vincula con la productividad a través de impactar en el logro de mayores y mejores productos. Sin embargo, adolece de la noción del uso de recursos.

Indicadores de Procesos

Son los indicadores que apuntan a los procesos intermedios de las actividades. Dentro de estos indicadores se pueden encontrar Indicadores de Proceso, de Resultado y de Suceso.

- Proceso: Son los encargados de analizar el desarrollo de las actividades intermedias del proceso de gestión. Miden el funcionamiento del servicio, en otras palabras, el cómo se hacen las cosas.
- Resultado: Tal como el nombre lo dice, son los encargados de medir los resultados finales de las actividades, evaluando la calidad y la capacidad técnica del servicio ya entregado.
- Suceso: Se encargan de medir los hechos graves o relevantes. También son conocidos como Indicadores Centinelas. Al momento de detectar un suceso es necesario una investigación completa de la actividad.

Indicadores de Demanda

Se relacionan generalmente a un servicio, ya que se encargan de medir solicitudes de asistencia para establecer comparaciones de actividad con otro servicio similar.

Indicadores de Calidad

Se encargan de medir la satisfacción del cliente día a día e ir mejorando a través de procesos y resultados. Algunos de estos incluyen procesos de mejora continua dentro de la misma organización. Se pueden encontrar indicadores de calidad tales como:

- Rendimiento de calidad: Se encarga de medir la calidad de los procesos, permitiendo detectar deficiencias en las etapas próximas en su origen. Siempre se mide de forma porcentual.

- Calidad de uso: Mide la calidad del producto tomando en cuenta la aceptación y opinión del cliente.

Indicadores de Productividad

Por lo general estos indicadores son utilizados para comparar niveles de eficiencia en la empresa. Dentro de estos indicadores se pueden encontrar los siguientes índices:

- Productividad Mano Obra

- Productividad Parcial

- Productividad de una actividad

- Productividad Total

También existen los indicadores que muestran la eficiencia total del equipo, este indicador se denomina como el “OEE” es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. Es un indicador que se emplea para medir el rendimiento y productividad de las líneas de producción en las que la maquinaria tiene gran influencia. La ventaja del OEE frente a otras razones es que mide, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, el rendimiento y la calidad.

2.4 Modelo 5’S

El modelo 5S es una aplicación sistemática de principios de limpieza y orden en los puestos de trabajo. Es un modelo japonés donde cada una de las “S” corresponde a una palabra que define una herramienta.

Este modelo incluye la asignación de recursos en cada uno de estos pasos, de esta forma se logra un compromiso tanto a la dirección como a niveles operativos alcanzando una adaptación a la cultura de la empresa y considerando aspectos humanos (Rajadell, 2010)

Los beneficios que puede lograr esta herramienta van a depender de lo que esté buscando la empresa que esté aplicando esta técnica, pero los principales son: Facilidad para el control visual aumento de seguridad en el área de trabajo Mejora de Productividad Incremento de vida útil de los equipos Mejora en el ambiente laboral Para implantar el

modelo hay que seguir una serie de pasos y lograr que la compañía está convencida y asuma que esta técnica requiere tiempo. Si es necesario capacitar al personal hay que hacerlo para que 24 dentro de las áreas de trabajo se logre un conocimiento completo de que es y los beneficios de aplicar esta técnica.

Según (Henriquez y Vizan, 2013) este principio puede ser utilizado para romper con los viejos procedimientos existentes y adoptar una nueva cultura que mantenga el orden, la limpieza y la seguridad como un factor esencial dentro del proceso productivo.

1. SEIRI – Clasificación

Significa distinguir claramente entre lo que es necesario y debe mantenerse en el área de trabajo y lo que es innecesario y debe desecharse o retirarse.

El primer paso en la implementación del Seiri consiste en la identificación de los elementos innecesarios en el lugar seleccionado para implantar las 5S. Para esto se emplea la técnica de las tarjetas rojas. Esta técnica permite marcar o "denunciar" que en el sitio de trabajo existe algo innecesario y que se debe tomar una acción correctiva.

Una tarjeta roja busca captar la atención e indicar la información que se considere necesaria para fines de inventarios. Una tarjeta roja puede contener la siguiente información:

Nombre del elemento innecesario

Cantidad

Fecha de adhesión de la tarjeta. Por qué creemos que es innecesario.

Área de procedencia del elemento innecesario.

Posibles causas de su permanencia en el sitio. Plan de acción sugerido para su eliminación.



Figura .15. Seiri – Clasificacion. (Fuente: http://ctcalidad.blogspot.com/2019/02/implementando-5s-en-tu-organizacion.html)

2. SEITON – Orden

Significa organizar los modos de situar y mantener las cosas necesarias de modo que cualquiera pueda encontrarlas y usarlas fácilmente.

Estrategia de indicadores

Una vez que se ha realizado la clasificación, mediante la estrategia de las tarjetas rojas, sólo los elementos necesarios permanecen, éstos deben ser organizados de manera que puedan ser utilizados eficientemente. La estrategia de indicadores es un método para indicar claramente qué elementos necesarios se situarán en cuáles localizaciones y en qué cantidades conforme se va haciendo más ordenada la planta u oficina. La estrategia de los indicadores es una herramienta que hace del orden un proceso más visual. Un control visual se utiliza para informar de una manera fácil entre los siguientes temas:

Sitio donde se encuentran los elementos.

Frecuencia de lubricación de un equipo, tipo de lubricante y sitio donde aplicarlo.

Sitio donde deben ubicarse los elementos de aseo, limpieza y residuos clasificados.

Estándares sugeridos para cada una de las actividades que se deben realizar en un equipo o proceso de trabajo, etc.



Figura .16. Seiton – Orden en área de trabajo. (Fuente: https://www.sistemasoee.com/implantar-5s/)

3. SEISO - Limpieza

Significa mantener limpia el área de trabajo y las cosas en orden, además de identificar las fuentes de suciedad e inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza con el fin de identificar problemas de escapes, averías o fallos.

Para la limpieza diaria se deben seguir los siguientes pasos:

1. Determinar áreas a limpiar, estas incluyen: depósitos de inventarios de materia prima, componentes de ensamble, productos semielaborados y el producto final; equipos como máquinas, armarios de herramientas, instrumentos de medición, mesas de trabajo; y equipos como pisos, áreas de trabajo, pasillos, paredes, techos, ventanas, estantes y luces.

2. Determinar tareas de limpieza, esto sucede se puede hacer con un mapa 5S, el cual muestra las áreas a limpiar y el responsable de la limpieza, junto con el mapa es conveniente trazar un cronograma 5S que muestra en detalle quien es responsable para que área en que día y a qué hora.

3. Determinar métodos de limpieza, escogiendo herramientas y áreas, definiendo que limpiar, en qué áreas y que suministros y equipos se usará. Además, se pueden realizar 5 minutos de limpieza, creando estándares para procedimientos de limpieza.

4. Preparar herramientas, aplicando Orden para los implementos de limpieza para facilitar su ubicación, uso y regreso.

5. Empezar a limpiar.

Limpieza con inspección.

Una vez que la limpieza se afirma como práctica diaria, se puede ayudar a mantener las condiciones utilizando nuestros 5 sentidos para detectar ligeros defectos u otras anomalías en las diversas unidades del equipo. Así mismo existen pasos para la implementación de esta fase:

1. Determinar áreas para la limpieza/inspección.

2. Asignar tareas de limpieza/inspección a las mismas personas que operan las máquinas, y debe quedar redactado en una cartelera o en la misma máquina.

3. Determinar el método de limpieza/inspección, que generalmente se utiliza el checklist.

4. Implementar la limpieza/inspección.

5. Corregir problemas de los equipos.



Figura .17. Seiso – Limpieza en un almacen. (Fuente: https://www.sistemasoee.com/implantar-5s/)

4. SEIKETZU - Estandarización.

Significa que se mantiene consistentemente la organización, orden y limpieza mediante un estándar o patrón para todos los lugares de trabajos tanto fabriles como administrativos. Esto implica elaborar estándares de limpieza y de inspección para realizar acciones de autocontrol permanente.

Estandarizar las soluciones para mantener el puesto de trabajo limpio y ordenado, preferiblemente mediante control visual. Establecer elementos visuales que permitan distinguir fácilmente y de forma inmediata una situación normal de una anormal, como la ausencia o falta de disponibilidad de un determinado material en el lugar establecido.

El control visual es cualquier dispositivo de comunicación que nos indique el estado de algo con un solo vistazo, permitiendo identificar si esta fuera del estándar. Ayuda a los empleados a ver cómo están haciendo su trabajo.

Beneficios

- Resalta la información importante de manera que no pueda ser ignorada.
- Evita la sobrecarga de información para que los empleados puedan ver sus resultados.
- Reduce significativamente el tiempo necesario para entender la información.
- Se guarda el conocimiento producido durante años de trabajo.
- Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- Se evitan errores en la limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.
- La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo al intervenir en la aprobación y promoción de los estándares
- Se prepara el personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo.
- Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta.



Figura .18. Seiketzu – Estandarización en un área de producción. (Fuente: https://www.sistemasoee.com/implantar-5s/)

5. SHITZUKE – Disciplina

Disciplina significa seguir siempre procedimientos de trabajo especificado y mantener lo implementado

Crear hábitos basados en las 4's anteriores.

Permite fomentar los nuevos hábitos y procura que continúen tus esfuerzos por mejorar en tu labor. Siempre puede haber algo que ayude a ser más eficiente y productiva alguna tarea.

Si bien en un inicio el método 5S fue utilizado para el montaje de automóviles, su adaptabilidad le ha permitido una aplicación práctica que cualquier persona puede realizar con una inversión mínima de tiempo.
Intenta realizarlo en tu trabajo y ve la diferencia que unos pocos cambios pueden hacer por ti, te aseguramos que pronto tendrás mejores resultados en tu calidad laboral y en tu rendimiento.

- ✓ Establecer una cultura de respeto por los estándares establecidos.
- ✓ Promover el hábito del autocontrol acerca de los principios restantes de la metodología
- ✓ Promover la filosofía de que todo puede hacerse mejor
- ✓ Aprender haciendo y enseñar con el ejemplo
- ✓ Haga visibles los resultados de la metodología 5S
- ✓ El shitsuke es el canal entre las 5S y el mejoramiento continuo

2.5. Método SMART

DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) se refiere a un enfoque de ciclo de vida basado en datos para Six Sigma proyectos de mejora de procesos; es una parte esencial de un programa Six Sigma de la empresa. DMAIC es un acrónimo de cinco fases interconectadas: definir medir, analizar, mejorar y control. Las definiciones simplificadas de cada fase figuran 18 son:

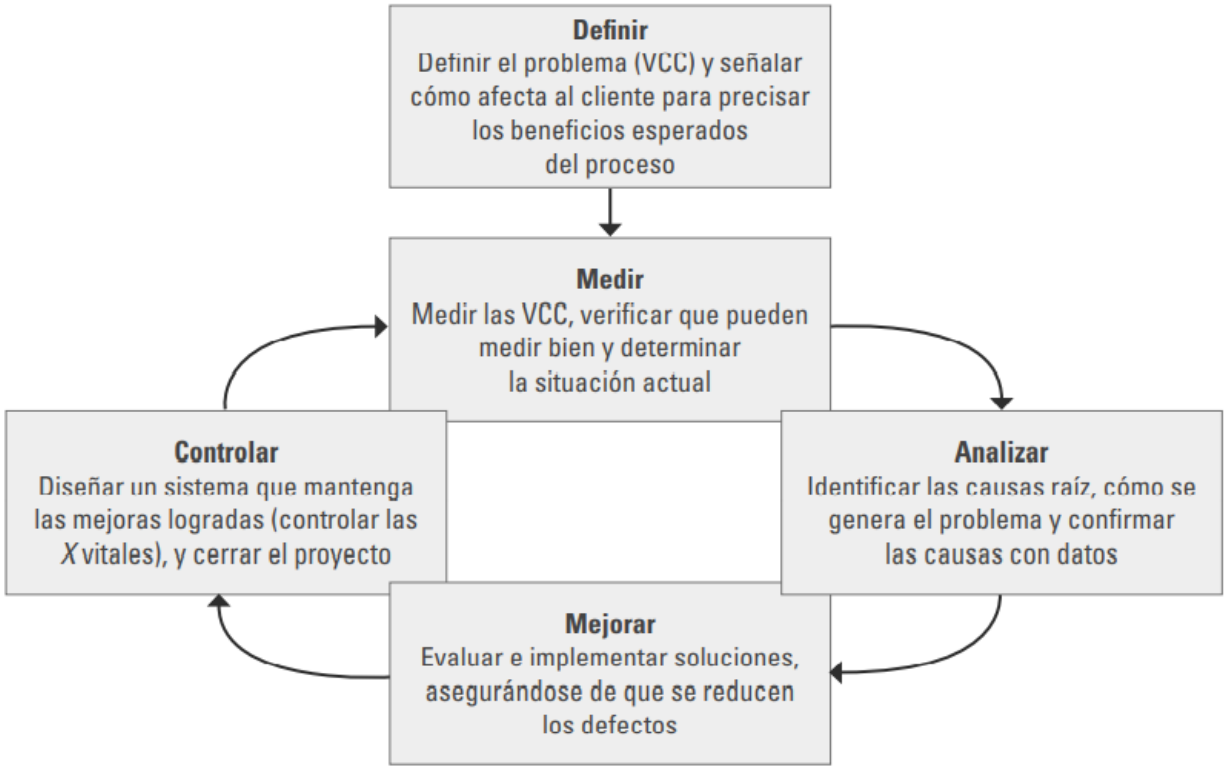


Figura .19. Ciclo DMAIC (Fuente: Humberto Gutiérrez Pulido. (2010). Calidad Total y Productividad. México D.F.: McGraw-Hill.)

Definir identificando, priorizando y seleccionando el derecho proyecto. Medir la característica clave del proceso, el alcance de los parámetros y sus actuaciones. Analizar identificando las causas clave y los determinantes del proceso. Mejorar cambiando el proceso y optimizando actuación. Controlar manteniendo la ganancia.\

Las herramientas de Six Sigma y la excelencia operativa se aplica en el marco de DMAIC. Como tal, DMAIC es una parte integral de una iniciativa Six Sigma. DMAIC también se utiliza para crear un "proceso cerrado" para el proyecto control. Se definen los criterios para una fase particular y finalizar al revisar el proyecto y, si se cumplen los criterios, se pasa a la siguiente fase comienza. Como resumen de la aplicación de la técnica DMAIC, sino puede definir su proceso, no puede medirlo. Eso significa que si no puede expresar los datos que no puede utilizar DMAIC en sus acciones de desarrollo. Por lo tanto, no se

puede mejorar y mantener la calidad. DMAIC es una parte integral de Six Sigma, es sistemático y basado en hechos y proporciona un marco riguroso de orientación a resultados gestión de proyectos. La metodología puede parecer lineal, definida y explícitamente, pero cabe señalar que los mejores resultados de DMAIC se logran cuando el proceso es flexible, por lo tanto, eliminando pasos improductivos. Un enfoque iterativo puede ser también es necesario, especialmente cuando los miembros del equipo son nuevos en las herramientas y técnicas.

2.6. Descripción de la empresa

La empresa Pallet Tec, es una empresa en proceso de apertura localizada en Ciudad Obregón, Sonora, que tiene como giro industrial la transformación de la madera, específicamente se encuentra enfocada en la producción de tarimas para brindar un nuevo tipo de soporte a todo tipo de mercancía y ahorro de espacio para cualquier giro de empresa. Actualmente cuenta con una planta, con capacidad de más de 20 empleados.

Su estrategia se basa en ser una organización que entiende el balance entre sus propietarios, trabajadores, comunidades vecinas y partes interesadas. Al ser de reciente creación, comenta el Gerente de la misma, que para ellos es un reto adaptarse a nuevas las nuevas herramientas de Lean Manufacturing, y a las nuevas técnicas y metodologías, ya que al no existir una cultura Lean, los procesos de producción no cumplen las metas que la empresa desea obtener y no deja aprovechar las oportunidades para la mejora de sus sistemas y áreas.

Es fundamental el presente proyecto ya que esta investigación abarca un análisis completo tanto del sistema de producción de la empresa Pallet Tec como su metodología ya ejecutada para su comienzo, ya que, no tendrán altos estándares tanto de producción y de calidad, obteniendo varias problemáticas a tratar en donde se encontrarán en constante mejora para llegar a un nivel óptimo de producción y dar seguimiento y control de las mejoras. Este proyecto es hacedero a la aplicación de herramientas lean manufacturing ya que no necesitarán más recursos aparte de los que ya tienen, al contrario, se obtendrán grandes beneficios económicos, productivos e innovadores, es de gran apoyo en sus inicios como una empresa nueva para obtener reconocimiento en el mercado y todo lo que conlleva del éxito profesional tanto interno como externo, se propone un compromiso de parte del alumno involucrado como las partes interesadas, es decir, los dueños, para llevar a la empresa a un alto desempeño, mediante las herramientas lean, análisis, control, medición y mejora del sistema de producción, donde contribuye en el presente trabajo y crear relaciones a futuro con diferentes empresas.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

En este capítulo se verán los diferentes componentes necesarios para el desarrollo del proyecto; al inicio se analiza el tipo de investigación se utilizó, además del diseño de la misma esto menciona los factores de la empresa donde se está elaborando. Después el sujeto de estudio el cual es el análisis y planteamiento de los resultados obtenidos es los diferentes estudios realizados a la empresa, lo siguiente son los materiales utilizados, los instrumentos que se implementaron, las herramientas y por ultimo las metodologías que se implementaron a lo largo del proyecto.

3.1. Tipo de Investigación

Este proyecto se desarrolla bajo el tipo de investigación cuantitativa/descriptiva, debido que primero se basará en la recolección de datos sobre la empresa para determinar por qué están sucediendo los errores en la empresa.

El proyecto está desarrollado mediante este tipo de investigación, porque el objetivo es el análisis de los datos recaudados, para así poder dar oportunidad de mejora en las áreas que presentan incumplimientos y aplicar las herramientas pertinentes, para así incrementar la eficiencia y eficacia de la empresa.

3.2. Diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación según Hernández, Fernández y Baptista (2014) tiene un enfoque cuantitativo, no experimental y de corte transversal, debido a que recolectará información numérica relacionada a la productividad en la línea de producción, a través instrumentos de registro de datos que permitan comprender la situación actual, generar hipótesis, evaluar y medir, con el objetivo de obtener resultados y conclusiones; esto se respalda por Baena (2017) quien sostiene que los datos recopilados sobre la productividad durante el proceso contribuirá en la construcción de teorías y resultados que lleven a solucionar la problemática de la investigación.

En cuanto de los diseños no experimentales**,** se retoma el criterio de Hernández, Fernández y Baptista (2010), quienes los diferencian "por su dimensión temporal o el número de momentos o puntos en el tiempo, en los cuales se recolectan datos". Los estudios no experimentales, no existe ningún tipo de incidencia, por parte de quien investiga, sobre las variables independientes; por tanto, contrario a la experimentación, se realizan análisis causa-efecto sin mediación alguna sobre las causas.

Por corte transversal definimos mediante la recolección de datos y sus propósitos pueden variar entre las siguientes opciones:

1. analizar cuál es el nivel o modalidad de una o diversas variables en un momento dado;
2. evaluar una situación, comunidad, evento, fenómeno o contexto en un punto del tiempo y/o;
3. determinar o ubicar cuál es la relación entre un conjunto de variables en un momento.

3.3. Objeto bajo estudio

El objeto bajo estudio es la línea de producción de la empresa Pallet Tec S.A. de C.V.

3.4. Materiales e instrumentos

3.4.1. INSTRUMENTOS

- Entrevistas a dueños y coordinadores del área. La entrevista a dueños y coordinadores es para la recolección de datos de la empresa y de su sistema de producción en totalidad para conocer las áreas de oportunidad y sus problemáticas.

- Exámenes de evaluación. Evaluar los conocimientos de los empleados (Dueños, coordinadores y operadores) acerca de las herramientas Lean Manufacturing, después de la introducción y a futuro para posibles capacitaciones.

3.4.2. MATERIALES

- ✓ Hoja de cálculo Excel: Esta herramienta se utilizará para la creación de formatos y exportación de resultados obtenidos del objeto bajo estudio, consiste en desarrollo de gráficas, registro de resultados y control de acciones.

- ✓ PowerPoint: Se utilizará con el fin de transmitir el Modelo 5's para el conocimiento de las partes interesadas de la empresa.

- ✓ Cintas métricas: La necesidad de este material es requerido para la medición de perímetros y distancias del objeto bajo estudio.

- ✓ Dispositivos celulares: El uso de esta tecnología es para el uso del cronometro para toma de tiempos y comunicación.

- ✓ Micas: Se utilizará para la protección de los métricos a establecer dentro del objeto bajo estudio y ayudas visuales.

3.5. Procedimiento

Para el presente proyecto, es necesario tener claro los procedimientos además de las herramientas que se utilizarán para la recolección de datos de la empresa Pallet Tec S.A. de C.V. A través del trabajo de campo se pudo obtener la información cuantitativa, en la cual se tiene como objetivo realizar mejoras obteniéndose resultados numéricos positivos. Con la información recolectada se registrarán los datos que se producen antes y durante del proceso, para así llevar a cabo la propuesta de mejora enfocado en el modelo 5´S y uso de indicadores.

3.5.1. PASOS GENERALES

PASO 1: Entrevista dueños y gerente del área

Por medio de la entrevista a los dueños se pretende tener la mayor información posible tanto del área de producción como en la totalidad del negocio, esto para tener un mejor análisis y comprender las necesidades existentes.

PASO 2: Análisis de las condiciones actuales del área de producción

Realizar un análisis completo en Gemba para observar el comportamiento del área de producción, específicamente operadores, maquinaria, equipo e infraestructura, mediante uso de hojas de observación.

PASO 3: Verificación de los resultados obtenidos del análisis

Los resultados obtenidos del paso anterior, se analizarán mediante las herramientas Value Stream Map, diagrama de procesos, análisis 4Q, diagrama de recorridos y takt time para la determinación lo vital de lo trivial, de misma manera cual es la causa raíz de las problemáticas en el área de producción.

PASO 4: Verificación de datos con el gerente del área

La verificación con el gerente después del análisis, es para el reforzamiento del paso anterior e indagar más a fondo las necesidades actuales. Al igual realizar una en realizar una serie de preguntas de acuerdo con cada S del Modelo 5's para la identificación de cada una de ellas en el área de producción y crear una auditoria.

PASO 5: Definición del problema

Este paso consiste en juntar todos los pasos anteriores para determinar las problemáticas resultantes de las entrevistas, observaciones y la verificación del análisis, utilizando un diagrama de Gantt para definir las acciones a implementar.

PASO 6: Elaboración de propuesta del modelo 5's

Obteniendo los resultados de los pasos anteriores, se elaborará una propuesta del modelo 5'S adecuándolo al proceso de producción, para así mejorar su eficiencia, reducción de artículos no necesarios, reducir y eliminar desperdicios, entre otras acciones.

PASO 7: Definición indicadores para el proceso para su control y seguimiento

La implementación de los KPI es vital para la empresa, les dan un panorama más extenso de cómo se comporta su producción, pueden tomar acciones de mejora o correctivas para la disminución y eliminación de posibles desperdicios que se obtengan dentro de los procesos.

PASO 8: Realización de formatos para el control, seguimiento y mantenimiento del Modelo 5's y control de los métricos

De los pasos anteriores se crearán formatos para el control, seguimiento y mantenimiento por parte del gerente y operadores del proceso de producción, esto creando evaluaciones para los operadores tipo examen, auditorias 5's, presentaciones para generar cultura Lean y acciones Kaizen y correctivas, de la misma manera para el seguimiento de los métricos QCD "Voz del Cliente" para observar su comportamiento semana por semana.

3.5.2. DIAGRAMA DE FLUJO LEAN

Para el presente proyecto se propone llevar a cabo la aplicación de las herramientas de forma ordenada y con coherencia para realizar un análisis más preciso al área bajo estudio, esto proporcionara resultados más certeros y con secuencia para complementar las técnicas por aplicar. Para ejemplificar la forma del uso de dichas herramientas se mostrará a continuación en la figura 20 una guía que abarca todo lo se debe seguir sobre la aplicación, y seguimiento, de acuerdo con los procedimientos detallados anteriormente, paso a paso para llevar a cabo el análisis de con mayor profundidad.

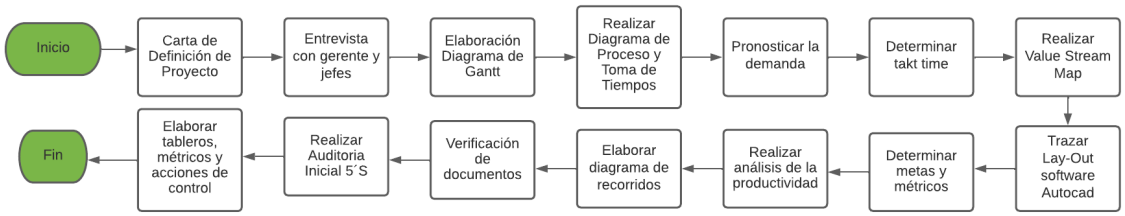


Figura .20. Diagrama de Flujo Lean (Elaboración propia)

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Situación actual de la empresa

La empresa del presente proyecto se llama “Pallet Tec”, es una organización enfocada al servicio de transformación de madera para la fabricación de tarimas, se encuentra en constante desarrollo en cuanto las nuevas tendencias del mercado. Actualmente cuenta con tres clientes:

- Constellation Brands
- Sales del Valle
- Aminoro de Tijuana

La empresa genera una alta demanda para poder cubrir gastos, sueldos, suministros, fletes, equipos, maquinaria, entre otras cosas. La demanda de la empresa es de 30,560 tarimas distribuidas entre sus tres clientes, para Constellation Brands se debe de cumplir una demanda de 8,000 tarimas, Sales del Valle requiere 10,560 tarimas y por último Anónimo de Tijuana 12,000 tarimas y, por ende, se puede definir que la industria posee estabilidad económica.

Las materias primas utilizadas por la empresa, son de calidad, debido a que cumplen los estándares requeridos por sus clientes de acuerdo con sus especificaciones. Reciben dos tipos de materia prima, madera estructural (tronco) y madera dimensionada, es decir, ya transformada.

Debido a la limitación de la maquinaria y operadores, se tiene un nivel de producción bajo en su aserradero, generando tiempos muertos por las técnicas de operación, altos tiempos de ciclo y sobre todo la falta de orden, limpieza y estandarización en el área. El área actualmente se encuentra en total desorden, hay artículos innecesarios y material en proceso estorbando en lo que debería de ser el “pasillo” y no hay lugares fáciles de identificar para saber dónde deberían de ubicarse; hay altos niveles de suciedad por los residuos arrojados por la madera, llamado aserrín, los operadores se ven en la necesidad de utilizar protección para evitar contacto y evitar inhalar dicho residuo (lentes, bandanas/cubrebocas, lentes, guantes, y entre otros) y, por último, no

existe una estandarización en el lugar de trabajo y la falta de delimitación hace que pongan materiales necesarios e innecesarios en cualquier parte del área.

Actualmente la empresa produce 5,000 tarimas por parte de su aserradero para cubrir parte de la demanda, y con materia ya dimensionada que recibe por parte de sus proveedores, cubre la otra parte necesaria para producir 25,560 tarimas aproximadamente. Se observó que no cuentan con una planeación, lo cual causa que produzcan de acuerdo a lo que ellos prevén, es decir, no cuentan con una meta estándar de producción para llevar un control de la productividad por ambas partes del aserradero y el área de ensamble (producen lo que creen necesario). El precio unitario de la tarima es de $382 pesos (MXN), los precios varían según sus clientes, es decir, por utilizar dicha materia prima ya cortada. La distribución de tarimas producidas por parte de aserradero junto con las tarimas producidas con materia prima dimensionada se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Distribución de tarimas y costos

Cliente	Diferencia de Costo	Tarimas (Aserradero)	Tarimas (MP Dimensionada)	Pérdida
Anónimo de Tijuana	$70.00 MXN	2,000	10,000	$700,000.00 MXN
Sales del Valle	$57.00 MXN	2,000	8,560	$487,920.00 MXN
Constellation Brands	$26.00 MXN	1,000	7,000	$182,000 MXN

La empresa genera alrededor de $10,000,000 de pesos MXN mensuales y por utilizar la materia prima anteriormente mencionada pierde alrededor de $1,369,920.00 pesos MXN mensualmente, esto debido a la baja producción de “pies tablas” para el ensamble de tarimas, a diferencia de producir tarimas por parte de su aserradero tienen un margen de ganancia de $1,910,000.00 pesos MXN.

4.2. Método propuesto

Para el presente proyecto, Lean Manufacturing fue la metodología adecuada de acuerdo con sus problemas actuales. Para entender de una manera más precisa la importancia de la aplicación de las herramientas Lean, se realizó la “Carta de definición de Proyecto Lean Six Sigma” para determinar los propósitos, objetivos y métricos a evaluar para llevar a cabo la selección y adaptación de las técnicas propuestas del método mencionado. Dicha carta se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Carta de definición de proyecto (Elaboración propia)

CARTA DE DEFINICIÓN DE PROYECTOS LEAN SIX SIGM

Nombre del iniciador	Carlos Andres Arreola Valenzuela	**PROYECTO #**	PLTC - 001
Fecha	31 de Enero del 2022	**Fecha inicio**	31/1/2022
Documento #	PLTC - 001 - 001	**Fecha esperada fin**	15/05/2022
		Fecha real fin	

1. CASO DE NEGOCIO

Como compañía, el desempeño de nuestra productividad para el área de produccion del aserradero, no cuenta con una meta establecida de acuerdo con sus capacidades, solamente se produce lo que creen correcto. Esto está causando problemas en baja productividad en el aserradero, lo cual causa que utilizen materia prima ya dimensionada recibida de su proveedor, por el momento se produce 5,000 tarimas por parte del aserradero y utilizando materia dimensionada 25,560 tarimas. Esto genera un perdida alrededor de $1,000,000 de pesos al mes.

2. PROPÓSITO (CTQ´s a mejorar)

CTQ´S	Línea base
Productividad	20%
Disponibilidad	N/A
5´S	N/A
Reduccion de Costos	$1,000,000
Capacidad	5000
OTD	N/A

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

CTQ´S	Línea base	Objetivo	Ahorro/Ganancia
Productividad	20%	50%	30%
Disponibilidad	N/A	100%	100%
5´S	N/A	85%	85%
Reduccion de Costos	$1,000,000	30%	$300,000
Capacidad	5000	50%	5000
OTD	N/A	98%	98%

4. ALCANCE

Proceso de productivo de elaboracion de tablas/barrotes para ensamble de Tarimas.

5. ROLES Y RESPONSABILIDADES

	Nombre	e-mail		Teléfono/Movil
Campeón:	Andres Tapia			644 110 2204
	Alfredo Tapia			644 462 2254
Líder:	Carlos Castillo/Carlos Arreola			
Miembros del equipo:	Ramon	Miguel Salcido	Antonio	
	Manuel	Miguel Balbanero	Miguel Benitez	
	Jesus	Ivan	Fernando	
	Lorenzo	Yair	Alejandro	

6. RECURSOS

Hoja de Calculo, Cinta Metrica, Dispositivos tecnologicos, Micas, Pintura, PowerPoint

7 METRICOS

No	Métrico	Actual	Objetivo	Comentario
1	Productividad	No existe		
2	OTD	No existe		
3	Calidad	No existe		
4	Disponibilidad	No existe		
5	5´S	No existe		

La consistencia de estas herramientas, tiene como finalidad reducir y/o eliminar las limitantes de la productividad, que viene siendo la sobrecarga (Trabajos pesados, estrés en el trabajo, riesgos), la variabilidad el cual es toda la combinación de la variación de todas las entradas de los procesos y los desperdicios. De lo anteriormente mencionado los beneficios de aplicar Lean Six Sigma son la reducción de tiempos, costos, defectos, inventario, espacio y desperdicio. Lean Six Sigma busca el aumento de productividad, satisfacción del cliente, calidad, flujo de caja, etc. Lo cual se pretende aplicar en el proyecto.

Este instrumento es aplicado al inicio, para tener conocimiento con lo que actualmente cuentan y que es lo que les hace falta. Se llevó a cabo una entrevista con el supervisor y los jefes de la empresa, para determinar cuáles herramientas de la metodología Lean Manufacturing serían las apropiadas para el proyecto.

Lean sirve para el análisis específico de las problemáticas que surgen y pueden surgir en la empresa, y así prevenir futuros inconvenientes y tener un mayor control para entender el significado de la aplicación de las herramientas más básicas y cuán importante es que los colaboradores de la empresa entiendan su valor, además de adaptar las técnicas y metodologías aprendidas durante el proceso. En este aspecto, cabe recalcar que el capital humano no siempre cuenta con ningún conocimiento de las herramientas, pero que traen una cultura de orden y limpieza, lo cual puede facilitar la aplicación de las 5´S y, por lo tanto, es posible contar con su apoyo. Estas herramientas aplican para todo tipo de empresa, en especial aquellas empresas que siguen siendo:

- Lentas en sus servicios o para entregar sus productos
- Tienen constante quejas o rechazos
- Su calidad es inconsistente
- Precios y costos altos
- Comunicación deficiente

Una vez identificadas las variables del estudio, además de las técnicas y procedimientos a realizar, fue necesario establecer la manera en que se va a desarrollar este análisis debido a la naturaleza de las variables. Como consecuencia del estudio se obtuvieron “La aplicación de las 5´S”,” Gestión de producción” y” Aplicación de indicadores” de las variables consecuentes y tendrán como finalidad eliminar todo tipo de desperdicio, controlar y aumentar la productividad y observar el comportamiento a decisión de la empresa ya sea semanal o mensual para identificar donde están sus fallas. Se busca entregar el mayor valor posible a sus clientes, con procesos libres de desperdicios en todas las áreas de la organización.

4.3. Diseño de la propuesta

Lean Manufacturing ofrece herramientas para la velocidad y calidad, esto para generar procesos flexibles, es decir, que dichos procesos puedan adaptarse a cualquier situación al momento de algún cambio o modificación alineadas a las estrategias de la organización para poder actuar de manera rápida, de la misma manera brinda soluciones de problemas para procesos reduciendo la variación teniendo como impacto la reducción de costos, menores tiempo de ciclo y tiempo de entrega, mejora la calidad y sobre todo la satisfacción de los clientes.

Dicha metodología se basa en el método DMAIC, son siglas en conjunto y es utilizado para los ciclos de mejora, que consisten de la siguiente manera:

- Definir: Define el problema/Seleccionar Proyecto, determina los objetivos y los resultados del proyecto para clientes (internos y externos).

- Medida: Describir y mapear el proceso/Evaluar los sistemas de medición identifica uno o más productos o servicios características, mapea el proceso, evalúa los sistemas de medición y estima la capacidad de referencia.

- Analizar: Evalúa la capacidad y reduce las variables con análisis gráfico y prueba de hipótesis e identifica los pocos factores vitales para la mejora del proceso.

- Mejorar: Optimizar y robustecer el proceso/Validar la mejora descubre relaciones variables entre los pocos vitales, establece tolerancias operativas y valida mediciones.

- Control: Controlar y dar seguimiento al proceso/Mejorar continuamente determina la capacidad de controlar los pocos vitales factores e implementa sistemas de control de procesos.

Lean divide la implementación de las herramientas en 4 fases (ver figura 21), para tener una secuencia para la aplicación formal de las técnicas a utilizar y dividida en cuanto tiempo debe de tomar cada una de las fases, para el presente proyecto la fase piloto es a la cual la empresa empezará a tomar su camino hacia Lean Manufacturing para convertirse más adelante en una compañía de alto desempeño con procesos esbeltos y poca variación, para eso se seleccionarán las herramientas conforme las problemáticas que la empresa presenta.



Figura .21. Fases de proyecto Lean (Fuente: Presentación de Lean Six Sigma Yellow Belt)

Project Charter "Carta de definición de Proyecto":

El Project charter, define el proyecto, en la etapa de la definición se al enfoca el proyecto, se delimita y se sientan las bases para su éxito, al finalizar esta fase se debe tener claro el objetivo del proyecto, la forma de medir su éxito, su alcance, los beneficios potenciales y las personas que intervienen en éste.

Con el bosquejo de definición de proyecto se debe completar la definición especificando los diferentes elementos del marco del proyecto. De tal forma que a través de éste quede claro de qué se trata el proyecto, los involucrados, los beneficios esperados, etc. El proceso se define a un nivel más detallado para entender el flujo del trabajo, los puntos de decisión y los detalles de su funcionamiento; asimismo, se establecen con mayor detalle las métricas con las que se evaluará el éxito del proyecto.

Diagrama de Gantt:

El diagrama de Gantt muestra anticipadamente y de una manera simple, las fechas de terminación de las diferentes actividades del proyecto en forma de barras graficadas con respecto al tiempo en el eje horizontal. Los tiempos reales de terminación se muestran mediante el sombreado de barras adecuadamente. Si se dibuja una línea vertical en una fecha determinada, se podrá determinar qué componentes del proyecto están retrasados o adelantados. El diagrama de Gantt obliga al administrador del proyecto a desarrollar un plan con antelación y proporciona un vistazo rápido del avance del proyecto en un momento dado.

Diagrama de Proceso:

La gráfica del proceso operativo muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en un proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaquetado del producto terminado. La gráfica muestra la entrada de todos los componentes y subensambles al ensamble principal. De la misma manera el esquema muestra detalles de diseño tales como partes, tolerancias y especificaciones, la gráfica del proceso operativo ofrece detalles de la manufactura y del negocio.

El diagrama de proceso operativo ya terminado ayuda a los analistas a visualizar el método en curso, con todos sus detalles, de tal forma que se pueden identificar nuevos y mejores procedimientos. Este diagrama muestra a los analistas qué efecto tendrá un cambio en una determinada operación en las operaciones precedentes y subsecuentes.

Recolección de Datos:

Identifica correctamente aquellos datos que son relevantes para establecer un estado actual, es decir, se aprende del proceso y se conoce al personal a través de dicha recolección la cual permite una ejecución más eficiente del proyecto, se tiene un punto promedio en la variación, para así reconocer las oportunidades potenciales para mejorar

la calidad de los datos que se generan en los procesos y así corroborar que datos recolectados son fidedignos. Permite obtener datos de una manera confiable y facilita el uso de herramientas más sofisticadas.

Takt Time:

Es el ritmo al que debe trabajar un sistema para cubrir la demanda.

Value Stream Map (VSM):

Es una representación gráfica de los pasos de un proceso, así como de su flujo de información. Es una herramienta que permite entender el flujo del proceso e identificar actividades que no agregan valor, de tal manera que puedan establecerse planes de mejora.

El VSM incluye todas aquellas actividades que son necesarias para satisfacer las solicitudes del cliente desde el pedido hasta la entrega. Proporciona una visión general del proceso de negocio de extremo a extremo, ayuda mucho en el desarrollo de una estrategia de mejora para la cadena de valor antes de ejecutar los cambios.

Gestión Visual:

Consiste en una serie de tableros dependiendo del área que permiten involucrar a todos los miembros de la organización en la realización de los objetivos estratégicos de la misma. Y así, se podrá medir el nivel de satisfacción del cliente, valorar el compromiso de los empleados. Además, permite conocer el comportamiento futuro que pueda presentar la planta. Monitorea el estado actual de la organización, funciona para analizar patrones de tiempos extraordinarios, resolver problemas o áreas de oportunidad y medir el progreso.

Análisis 4Q´S:

Es un método para entender una situación desde un punto de vista objetivo, analizando su impacto y las causas raíz para así tomar decisiones agiles y, por ende, soluciona problemas en el lugar donde se generan y se tiene un mayor entendimiento de cualquier indicador. Este análisis tiene un enfoque en solo los aspectos más importantes para la operación, datos reales obtenidos en el lugar de trabajo que sirven como base para realizar propuestas de mejora. Está conformada por cuatro elementos clave, diagrama de tendencias, diagrama de Pareto, análisis causa-efecto o ¿5 porqués? y acciones correctivas o mejora.

El diagrama de tendencias se utiliza para entender el comportamiento de los indicadores con respecto a un periodo de tiempo. Previene la ocurrencia, la recurrencia, mejora el nivel de desempeño y mantiene lo ganado.

El diagrama de Pareto, es una gráfica de barras para datos de conteo o categóricos, ordenadas de manera descendente, con respecto a su frecuencia y unidad a una línea curvada que mide la frecuencia acumulada, separando lo vital de lo trivial. Se utiliza para definir y analizar, para tener un enfoque de los recursos del proyecto sobre los productos, problemas, departamentos, etc...

El análisis causa-efecto consiste en el diagrama de Ishikawa usando las 6M, que incluye la mano de obra, medio ambiente, maquinaria, método, materia prima y medición. Las 6M son aplicada para identificar la causa raíz de un determinado problema. Y, por otro lado, se cuenta con el método ¿5 porqués? consta de una serie de preguntas consecutivamente a la que se pregunta por qué cinco veces para encontrar la causa raíz principal del problema.

Diagrama de Espagueti:

El diagrama de flujo o recorrido es una representación gráfica de la distribución de los pisos y edificios que muestra la ubicación de todas las actividades en el diagrama de flujo del proceso. Cuando los analistas elaboran un diagrama de flujo o recorrido, identifican cada actividad mediante símbolos y números correspondientes a los que aparecen en el diagrama de flujo del proceso. La dirección del flujo se indica colocando pequeñas flechas periódicamente a lo largo de las líneas de flujo. Se pueden utilizar diferentes colores para indicar líneas de flujo en más de una parte.

Distribución de planta (Lay-Out):

La distribución en planta implica la coordinación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, como el almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller. En el esquema habitual, la distribución en planta o lay-out, parte de considerar el número de actividades a realizar en el proceso productivo, el área requerida y las interrelaciones existentes entre ellas (flujos de materiales) La distribución ideal se tiene que considerar el espacio de la planta y la forma.

5´S:

La técnica 5´S es una disciplina que logra mejoras en la productividad del lugar de trabajo mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza. Tiene como finalidad encontrar cualquier cosa en menos de 30 segundos, aumento de producción, mejora la satisfacción personal e incremente significativamente la seguridad.

Una vez explicadas las herramientas, a continuación (ver figura 22), se describe en forma gráfica un diagrama de flujo que muestra la forma en que las herramientas Lean Six Sigma, son aplicadas en el proyecto:

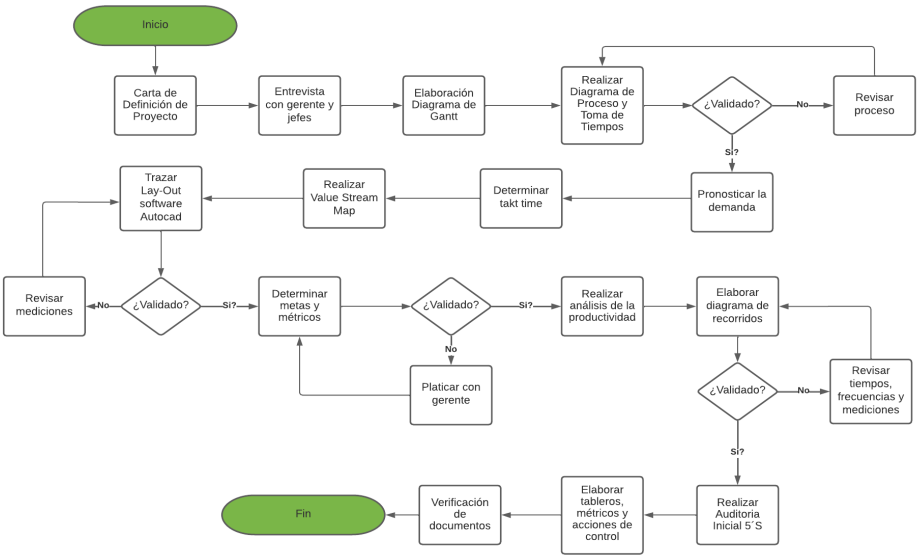


Figura .22. Diagrama de relaciones entre las herramientas Lean (Elaboración propia)

4.4. Diagnóstico de propuesta

Para el presente estudio se visitó repetidamente la empresa Pallet Tec S.A. de C.V. para conocer de forma visual y técnica de los procesos y a su vez el estado de las instalaciones. Por medio de una entrevista con el Gerente y los jefes de la empresa, se obtuvo información de acuerdo con estado actual, de la misma manera se le consultó si tenían algún conocimiento previo de la metodología Lean Manufacturing. Se encontró que tenían poco conocimiento acerca de las herramientas teóricas. Con el permiso de la empresa Pallet Tec S.A. de C.V. se muestran las siguientes evidencias fotográfica del área bajo estudio (ver figuras 23 y 24):



Figura .23. Vista frontal área Aserradero



Figura .24. Vista trasera área Aserradero

4.4.1. DIAGRAMA DE GANTT

En esta sección se presenta el primer paso de la metodología Lean Manufacturing, que consiste en diagnosticar una propuesta. Esta primera parte fue importante para el estudio de los procesos de la empresa, debido a que se detectó una baja productividad, que tiene implicaciones negativas en el flujo de caja. La tabla (x) muestra el concentrado del diagnóstico de la propuesta el cual fue hecho en una hoja de cálculo de Excel:

Tabla .3. Diagrama de Gantt aplicación de herramientas Lean Manufacturing en la empresa Pallet Tec S.A. de C.V. (Elaboración propia)

GANTT DE PROYECTO LEAN PALLET TEC
PROYECTO # PLTC - 001

PALLET TEC

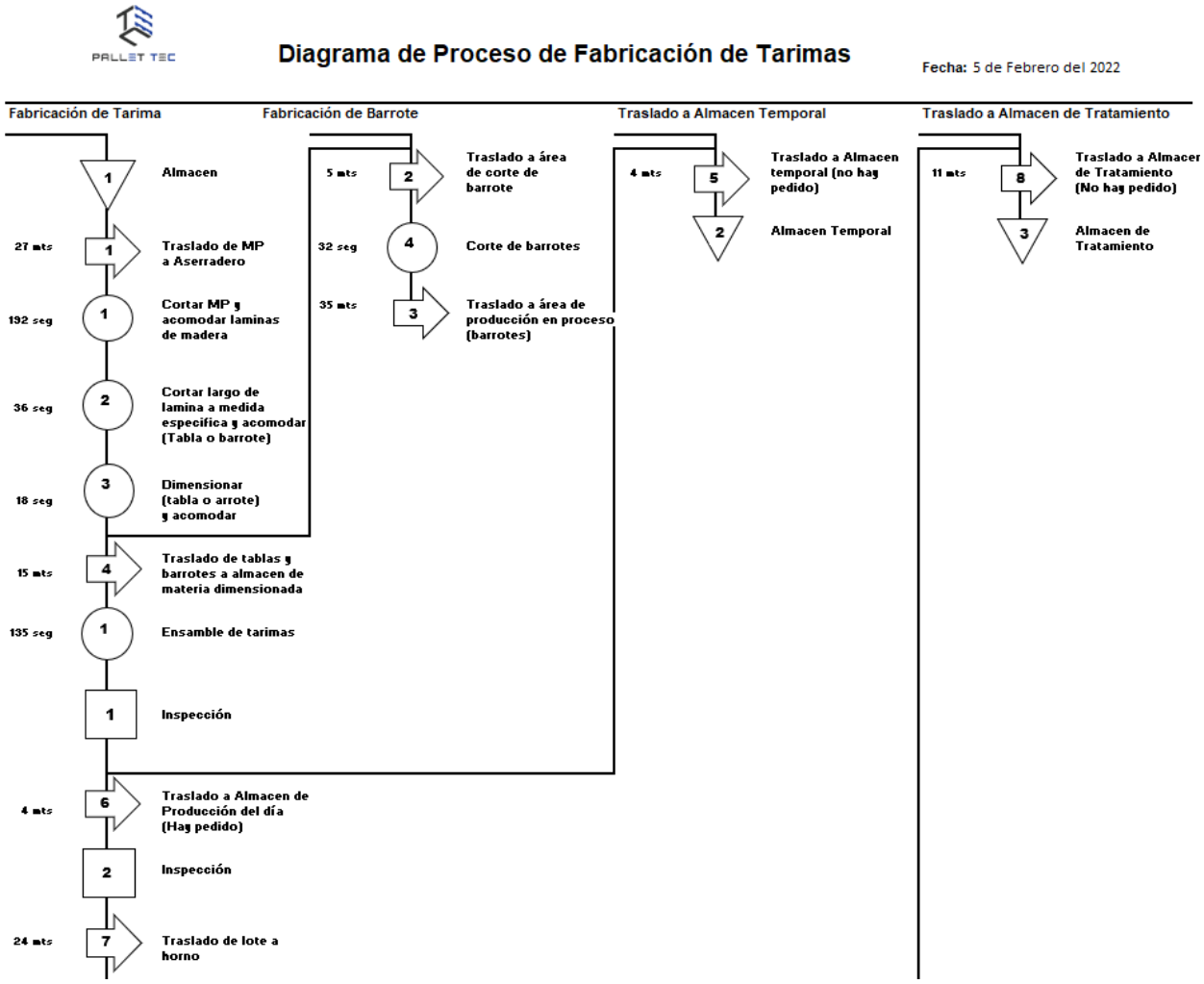
Fecha Inicio: 1/31/2022
Fecha Actual: 5/26/2022
Elaborado: Carlos Arreola y Luis Beltrán

	Duración (Semanas)	Inicio	Fin	Extender Fecha	Fin Real	Estatus	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20
DEFINIR	1	1/30/2022	1/31/2022		2/1/2022	Concluido																
Definir el proyecto,	1	1/31/2022	2/1/2022		2/1/2022	Concluido																
Desarrollo Carta de proyecto	1	1/31/2022	2/1/2022		2/1/2022	Concluido																
Formación de equipo	1	1/31/2022	2/1/2022		2/1/2022	Concluido																
Definir el proceso y métricos	1	1/31/2022	2/1/2022		2/1/2022	Concluido																
Aprobación de Proyecto	1	1/31/2022	2/1/2022		2/1/2022	Concluido																
MEDIR	6	2/1/2022	3/5/2022		3/12/2022	Concluido																
Entrevista con jefes y supervisor	1	2/1/2022	2/5/2022		2/5/2022	Concluido																
Mapear el proceso	1	2/1/2022	2/5/2022		2/5/2022	Concluido																
Pronóstico de demanda	1	2/1/2022	2/5/2022		2/5/2022	Concluido																
Determinar Takt Time	1	2/5/2022	2/12/2022		2/12/2022	Concluido																
Realizar Value Stream Map	1	2/5/2022	2/12/2022		2/12/2022	Concluido																
Trazar planta en software AutoCAD	4	2/12/2022	3/2/2022	3/12/2022	3/12/2022	Concluido																
ANALIZAR	3	3/18/2022	4/2/2022		4/2/2022	Concluido																
Determinar metas y registros para los métricos	1	3/19/2022	3/20/2022		3/19/2022	Concluido																
Analizar las limitantes de la productividad	1	3/19/2022	3/20/2022		3/19/2022	Concluido																
Realizar diagrama de spaghetti	2	3/19/2022	4/2/2022		4/1/2022	Concluido																
Analizar situación actual 5'S auditoria inicial	2	3/19/2022	4/2/2022		4/2/2022	Concluido																
Analizar areas de oportunidad en el área para 5'S	2	3/19/2022	4/2/2022		4/2/2022	Concluido																
MEJORAR	5	4/2/2022	5/15/2022		5/15/2022	Concluido																
Elaborar propuesta de mejora	1	5/14/2022	5/15/2022		5/15/2022	Concluido																
CONTROLAR	1	5/14/2022	5/21/2022		5/21/2022	Concluido																
Elaborar acciones de control	1	5/14/2022	5/15/2022		5/15/2022	Concluido																
Elaborar tableros de control	1	5/14/2022	5/15/2022		5/15/2022	Concluido																
Elaborar métricos para observar comportamiento	1	5/14/2022	5/15/2022		5/15/2022	Concluido																
Verificación de documentos	1	5/15/2022	5/16/2022		5/16/2022	Concluido																
Terminación formal del proyecto	1	5/21/2022	5/21/2022		5/21/2022	Concluido																

En la tabla anterior se puede observar el diagrama de Gantt realizado con la metodología DMAIC, para tener claras las herramientas por aplicar en la empresa en su debido orden cronológico. Esto para tener un itinerario por cumplir establecido en semanas. Se coloca una fecha de inicio y una de compromiso por actividad para cumplir dicha meta establecida y tener un buen manejo de tiempo para aplicar la herramienta. Esta información fue utilizada para definir el inicio del proyecto y encontrar las limitantes que tienen en sus procesos.

4.4.2. DIAGRAMA DE PROCESOS Y TOMA DE TIEMPOS

Para el segundo paso se elaboró el diagrama de procesos de la empresa Pallet Tec S.A. de C.V. denominado como ¨Proceso de Fabricación de tarimas¨ en donde se identificaron las operaciones con respecto a sus símbolos (Almacén, Traslado, Operación, Inspección, Demora, Operación combinada). Este diagrama (ver figura 25) fue hecho en conjunto con el Gerente de producción dado a que no contaban con dicho instrumento y no conocían sus tiempos y distancias.



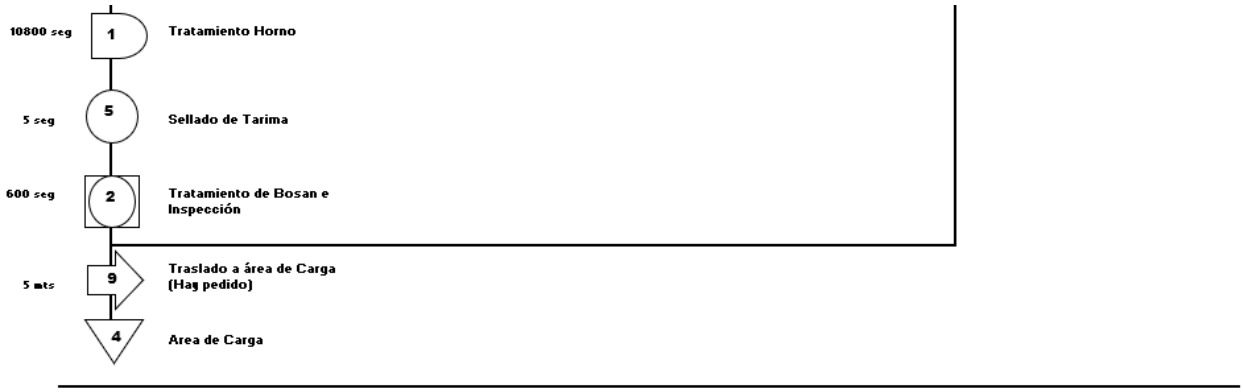


Figura .25. Diagrama de Proceso de Fabricación de Tarima (Elaboración propia)

El proceso de fabricación de tarimas se divide entre procesos con sus determinados tiempos y distancias, esto se debe a que la empresa puede tener pedidos durante el día o de lo contrario no cuentan con pedido abierto. La fabricación de tarima se realiza de forma lineal en caso de haber pedido por parte de sus clientes, se divide el proceso y pasa a la fabricación del barrote y se vuelve a integrar al proceso. En caso de que no exista algún pedido, el proceso tiende a terminar, primero es cuando finaliza la transformación de la tarima y procede a almacenarse en el almacén temporal y la segunda es después del tratamiento de la tarima (Horno y Bosan). A continuación, se muestra en la tabla 4 un resumen de las operaciones, tiempos y distancias del diagrama de procesos (N/A resalta a que no aplica en ese proceso):

Tabla .4. Resumen del diagrama de Proceso (Elaboración propia)

Resumen del Diagrama de Proceso

Símbolo	Nombre	Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia
	Operación	Indica las principales fases del proceso, agrega, modifica, ensamble, corte, etc.	5	283 seg	N/A
	Inspección	Verifica la calidad y/o cantidad. En general no agrega valor.	2	N/A	N/A
	Transporte	Indica el movimiento de materiales. Traslado de un lugar a otro.	9	N/A	130 mts
	Espera	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentáneo.	1	10800 seg	N/A
	Almacenamiento	Indica deposito de un objeto bajo vigilancia en un almacen o transporte	4	N/A	N/A
	Combinada	Indica varias actividades simultaneas	1	735 seg	N/A

En relación con lo anteriormente mostrado, para el diagrama de procesos se recolectaron datos por medio de una toma de tiempos para determinar el tiempo de las operaciones tomando en cuenta la posible variación que se tienen al momento de operar, ya que los tiempos tienden a variar por sus distintas técnicas y/o fallas que se pueden presentar lo

cual causa tiempos muertos en la operación. La siguiente tabla contiene una serie de tomas con sus respectivos procesos:

Tabla .5. Toma de Tiempos (Elaboración propia)

PALLET TEC HOJA DE MEDICIÓN DE TIEMPOS			PROCESO						Fecha Análisis			2/5/2022			Observador			Carlos Arreola/Luis Beltrán
			Fabricación de Tarimas						Hora Análisis			11:00 a.m. - 3:30 p.m.			Validó			Carlos Castillo
No.	Operación	Punto de Medición	#Parte x tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Max	Min	Fluct	Ajuste	Tiempo Mínimo
1	Corte de MP y acomodo de laminas	Fresadora	1	195.87	189.78	193.29	190.78	189.51	193.45	190.12	195.90	190.33	193.24	195.90	189.51	6.39	2.85	192.36
1	Corte de MP y acomodo de laminas	Sierra estacionaria	1	609.65	617.54	618.27	620.36	620.41	606.19	616.77	620.62	620.05	614.86	620.62	606.19	14.43	6.44	612.63
2	Corte de MP a medida especifica	Estación de corte	15	32.69	33.89	35.59	34.69	33.53	32.17	34.58	36.42	34.46	37.59	37.59	32.17	5.42	2.42	2.31
3	Dimensionado de tabla y acomodo	Sierra dimensionadora	15	17.69	16.42	18.37	19.15	17.51	18.20	16.97	18.64	19.33	18.46	19.33	16.42	2.91	1.30	1.18
4	Corte de barrotes	Estación de corte	3	29.65	34.28	32.49	33.04	30.57	35.71	29.97	32.36	34.40	31.24	35.71	29.65	6.06	2.70	10.78
5	Ensamble de tarimas	Área de ensamble	1	128.76	133.46	127.59	131.93	129.16	130.51	128.14	129.57	128.42	126.27	133.46	126.27	7.19	3.21	129.48
6	Tratamiento horno	Horno	1	10800.00	10800.00	10800.00	10800.00	10800.00	10800.00	10800.00	10800.00	10800.00	10800.00	10800.00	10800.00	0.00	0.00	10800.00
7	Sellado de tarima	Horno	1	4.97	5.69	5.14	4.86	5.23	5.67	5.43	5.05	5.28	5.51	5.69	4.86	0.83	0.37	5.23
8	Tratamiento bosan	Horno	1	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	0.00	0.00	600.00
Tiempos de ciclo				12419.28	12431.06	12430.74	12434.81	12425.92	12421.90	12421.98	12438.56	12432.27	12427.17	12448.30	12405.07	19.28	19.28	12353.96

Para las operaciones se registraron 10 tomas por proceso, con sus respectivas partes a producir para promediar el tiempo en que la operación tarda en producir solo una tabla. Dicha toma se realizó de acuerdo con la transformación de una tarima obtenido un tiempo de ciclo elemental total de 12353.96 segundos, es decir, 3.43 horas. Por lo consecuente, los resultados obtenidos en esta toma, contemplando la variación, son los tiempos estándar de cada operación, que se refleja en la tabla 5 - Diagrama de Proceso de Fabricación de tarima (ver figura 24).

4.4.3. PRONOSTICO DE LA DEMANDA

Dado que la empresa Pallet Tec S.A. de C.V. de reciente creación se encuentra en sus primeros meses de operación, con permiso de la empresa, se realizó un forecast con los datos proporcionados, para determinar la futura demanda que posiblemente puedan tener a lo largo del año. Este estudio los prepara para sus futuros pedidos y para que estén precavidos para tener un control de su producción. Se muestra en la siguiente tabla el promedio móvil simple para su pronóstico:

Tabla .6. Pronóstico de la demanda (Elaboración propia)

PALLET TEC

Pronostico de la demanda mensual

Por: Carlos Arreola **Fecha: 12 de Febrero del 2022**

		PRONÓSTICO					PRONÓSTICO					PRONÓSTICO				
Mes	Demanda real de inventario	Cantidad de periodos promediados = 3 meses	ERROR	MAD (Desviación absoluta)	MSE (Error al cuadrado)	MAPE (error de porcentaje)	Cantidad de periodos promediados = 5 meses	ERROR	MAD (Desviación absoluta)	MSE (Error al cuadrado)	MAPE (error de porcentaje)	Cantidad de periodos promediados = 7 meses	ERROR	MAD (Desviación absoluta)	MSE (Error al cuadrado)	MAPE (error de porcentaje)
1	30650															
2	28350															
3	29500															
4	28350	29500	-1150.00	1150.00	1322500.00	4%										
5	28733	28733	0.00	0.00	0.00	0%										
6	28094	28861	-766.67	766.67	587777.78	3%	29117	-1022.22	1022.22	1044938.27	4%					
7	28137	28393	-255.56	255.56	65308.64	1%	28606	-468.52	468.52	219509.60	2%					
8	27725	28322	-596.30	596.30	355569.27	2%	28563	-837.65	837.65	701664.76	3%	28831	-1105.38	1105.38	1221863.15	4%
9	27616	27986	-369.14	369.14	136261.24	1%	28208	-591.56	591.56	349947.71	2%	28413	-796.41	796.41	634275.06	3%
10	27306	27826	-520.58	520.58	270999.51	2%	28061	-755.62	755.62	570967.84	3%	28308	-1002.39	1002.39	1004787.22	4%
11	27130	27549	-419.62	419.62	176077.51	2%	27776	-646.25	646.25	417639.80	2%	27995	-865.07	865.07	748351.01	3%
12	26864	27351	-486.92	486.92	237093.74	2%	27583	-719.17	719.17	517200.15	3%	27820	-956.62	956.62	915118.21	4%

Nota: El pronostico promedio móvil de 7 meses se considera como el optimo debido a su menor margen de error.

En la realización del pronóstico de la demanda, por medio del promedio móvil simple, se utilizaron los primeros tres meses de los pedidos que se tuvieron en el mes. Se utilizó una fórmula de la hoja de cálculo “=PRONOSTICO ()” para obtener los datos suficientes para el cálculo del error, MAD, MSE y MAPE, durante los promedios de 3 meses, 5 meses y 7 meses. Se tomaron en cuenta los meses del año en orden cronológico, para proyectar los valores obtenidos. El pronóstico se basa en un promedio variable para así calcular un número específico de los periodos anteriores, y así observar su tendencia mes a mes. El mes promedio con mayor error, se determina como el óptimo debido a su gran margen de error, es decir, elimina el efecto de elementos irregulares históricos, mediante los periodos recientes.

4.4.4. TAKT TIME

En este paso se determinó el tiempo de tacto, para obtener el ritmo factible y un flujo de trabajo que cumpla con la tasa de satisfacción de la demanda requerida de la empresa, para proporcionar un ritmo a los procesos que afectan la producción y dar una secuencia de las actividades, sobre todo dar una perspectiva clara sobre la próxima operación. En la figura 26 se puede observar los datos anteriores del pronóstico para el cálculo del Takt Time.

PALLET TEC

Takt Time

Producto / Servicio	**Fabricación de Tarima**		Fecha:	12 de Febrero del 2022	
Descripción	**Tableros de control**		Elaborado:	Carlos Arreola	

Demanda mensual

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
30650	28350	29500	29500	28733	28861	28393	28831	28413	28308	27995	27820

Días laborales	24	Tiempo disponible	28800	seg		
Horas por turno	8	Demanda diaria	1199	tarimas	***Demanda Promedio Mensual***	**28780**
Turnos	1	Meta diaria	1067	tarimas		
Descansos x turno (min)	30					
Estaciones de ensamble	5					
Ensamble x tarima (seg)	135					
		TAKT TIME	24	seg/tarima		
El cliente está dispuesto a comprar una pieza o un servicio cada			**24**	**segundos**		

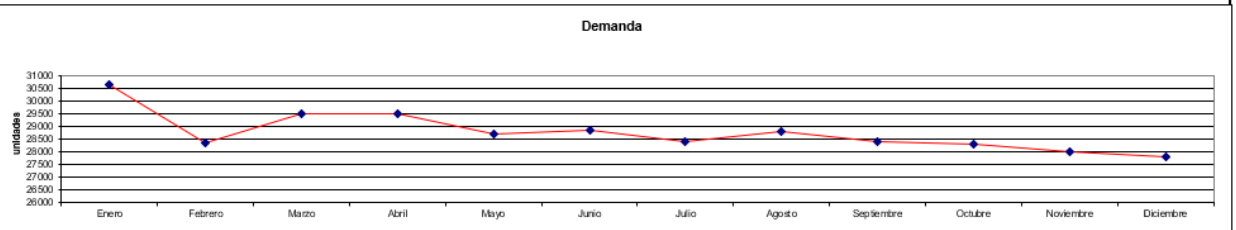


Figura .26. Resultado de Takt Time del área Aserradero (Elaboración propia)

En la figura anterior se muestran los datos utilizados para el cálculo del Takt Time, se tienen en cuenta los días laborales, horas por turno, descansos, número de estaciones y el tiempo estándar para el ensamble de tarimas. Se introducen los datos del pronóstico de la demanda para obtener un promedio mensual, y se obtuvo como resultado 24 seg/tarima, esto significa que el cliente está dispuesto a comprar una tarima cada 24 segundos, por lo que ese es el objetivo de la producción.

4.4.5. VALUE STREAM MAP

El mapeo de proceso de valor de la empresa Pallet Tec, se llevó a cabo para graficar los pasos del proceso en general, así como su flujo de información. Esta herramienta permite a los encargados, entender el flujo del proceso y así identificar las actividades que no agregan valor, incluye todas las actividades que son necesarias para satisfacer las solicitudes de sus tres clientes, desde el pedido hasta el momento de la entrega. La figura 27 muestra la representación de la cadena de valor actual de la empresa.

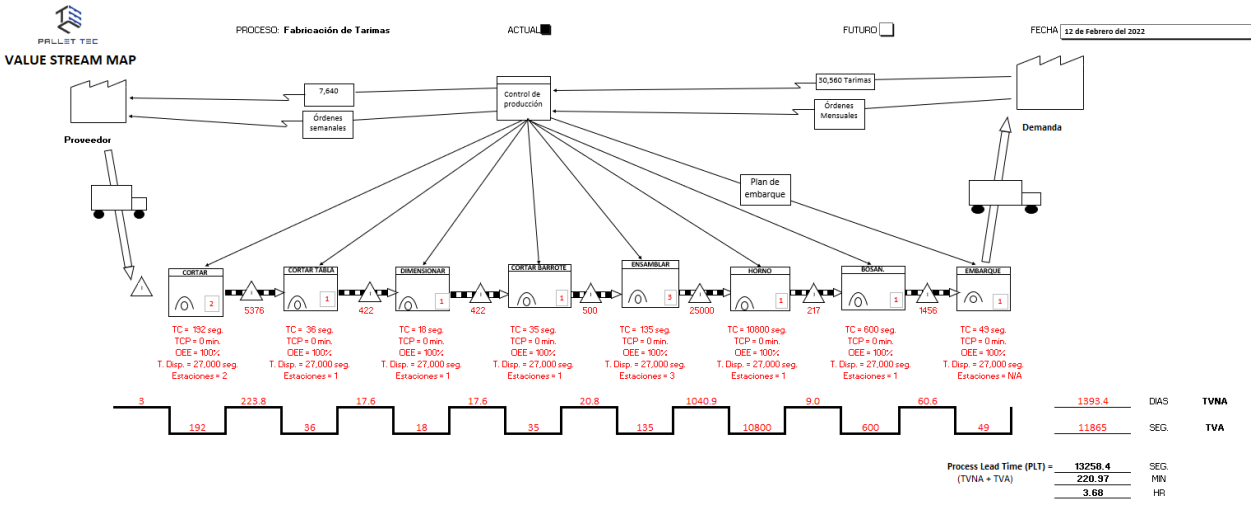


Figura .27. Value Stream Map de la empresa Pallet Tec (Elaboración propia)

La representación gráfica del VSM indica que la empresa tiene órdenes mensuales de 30,560 tarimas, debido a que la empresa no cuenta con un control de producción actual, solo reciben el pedido y dan la orden semanal para producir a lo que creen correcto para satisfacer la demanda. Requieren la materia prima a su proveedor y por mayoría hacen el pedido de materia prima dimensionada. Las operaciones están en secuencia para la transformación de la madera a la tarima, se consideran los tiempos de ciclos anteriormente calculados (véase en la tabla 5), tiempos de ciclos programados que en este caso la empresa no cuenta, el OEE de las maquinas esto para tener contemplado el rendimiento de la maquinaria, tiempo disponible del turno y el número de estaciones, todo esto se concentra dentro del VSM para obtener una visión general de todo el proceso y plasmar los históricos en una línea del tiempo, utilizando el Takt Time previamente calculado (ver figura 26) y así obtener el Lead Time que maneja la empresa a sus

condiciones. Esto quiere decir, que la empresa Pallet TEC, tiene un Lead Time de 3.68 horas para entregar sus productos.

4.4.6. TRAZADO DE LAY-OUT

En esta fase se efectuó el trazado de la planta de la empresa Pallet Tec S.A. de C.V. ya que no contaban con las medidas específicas de sus áreas. El trazo se llevó a cabo junto con el Gerente de producción para la validación de medidas y coincidencias de la planta, esto para tener en cuenta para futuros acomodos y/o proyectos que la empresa quisiera mejorar. Para llevar a cabo el trazado de la planta, se utilizó cinta métrica, software AutoCAD y dispositivos electrónicos. En Lay-Out de la planta con sus áreas se muestra en la figura 28:



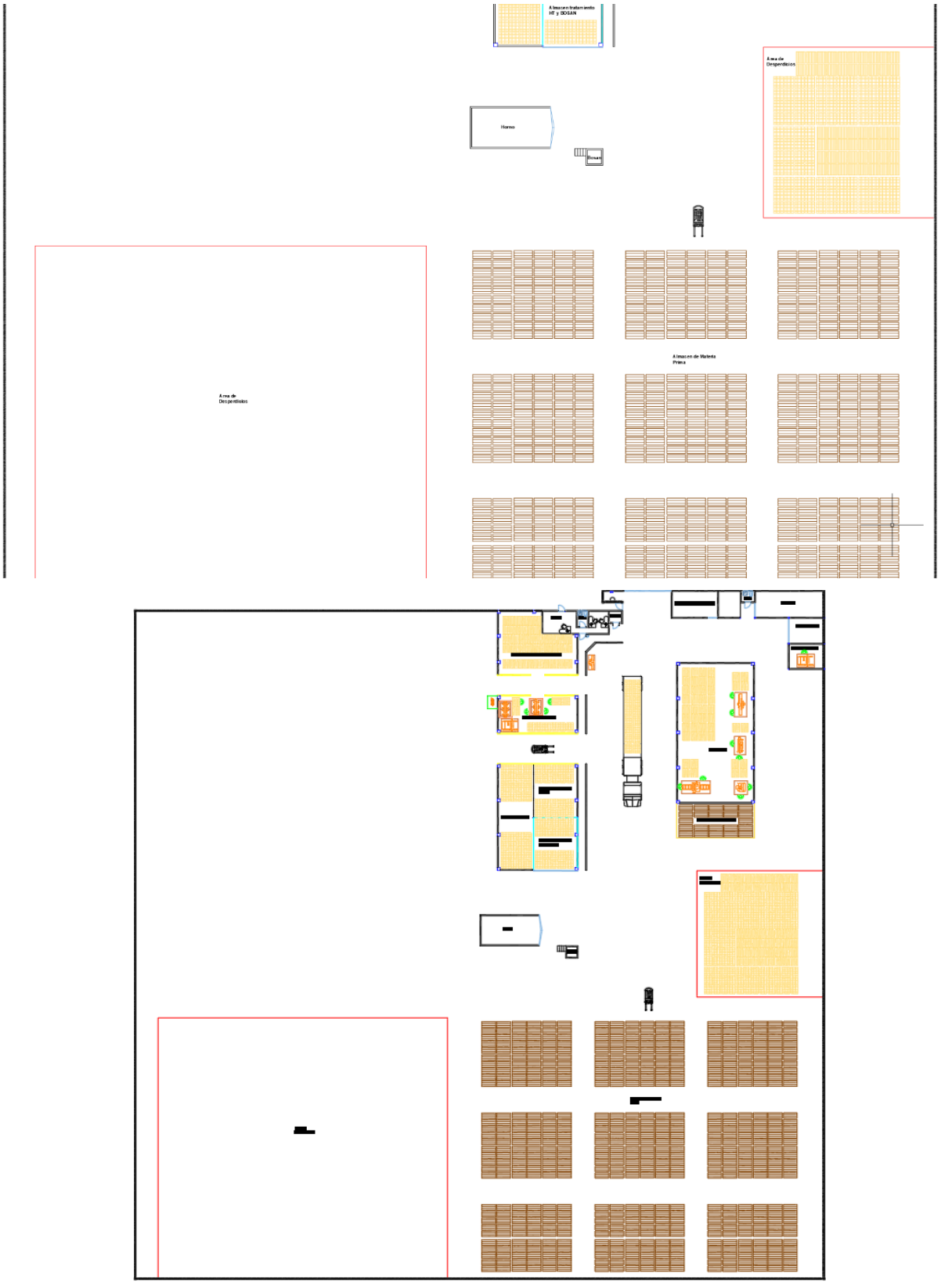


Figura .28. Lay-Out de la empresa Pallet Tec S.A. de C.V. (Elaboración propia)

El Lay-Out cuenta con sus áreas trazadas a medidas exactas, se puede observar en donde están ubicados sus almacenes, áreas de desperdicio, procesos de producción, tratamientos de la tarima (Horno y Bosan), oficina, entrada y salida, comedor, área de mantenimiento, corte de barrotes, baños, caceta, estaciones de trabajo y una gran área de expansión. Para la elaboración del layout, se consideran las actividades a realizar en el proceso productivo, el área requerida y las relaciones existentes entre ellas (flujos de materiales) en este caso las tablas y tarimas. La distribución ideal debe considerar el espacio y la forma de la planta, conceptos que la empresa puede aprovechar para generar grandes mejoras.

4.4.7. ANALISIS DE LA PRODUCTIVIDAD “4Q’s”

En la posterior fase se procedió a analizar la productividad actual de la empresa, en donde se manejaron los datos de acuerdo con sus horarios laborales, días, tablas por tarima y tiempos de ciclo estándar de la maquinaria de corte (Fresadora y Sierra estacionaria). Este análisis tiene como función dar un objetivo a cumplir a lo largo de los turnos del día a día, para lograr la satisfacción de la demanda conforme sus condiciones actuales. La tabla 7 presenta los cálculos estimados.

Tabla .7. Análisis de productividad actual del área Aserradero (Elaboración propia)

PALLET TEC

Productividad Actual

		Fresadora Tradicional	Sierra estacionaria	Producción Promedio		
Días laborales	24	3.12 min	10.2 min			
Días a la semana	6	480 min/turno	480 min/turno	**Producción Diaria**	225	Tarimas
Horas por turno	8	154 troncos/turno	47 troncos/turno			
Turnos	1	15 pies/tabla	37 pies/tabla	**Semanal**	1350	Tarimas
Descansos x turno (min)	30	2308 tablas/turno	1741 tablas/turno	**Mensual**	5398	Tarimas
Tablas por tarima (15 tablas y 3 barrotes)	18	128 tarimas/turno	97 tarimas/turno			

Métrico:	Productividad en el área de producción Aserradero
Objetivo:	**Aumentar productividad del área de producción Aserradero**

La productividad actual de la empresa Pallet Tec se estima mediante los tiempos de ciclo estándar de las dos maquinarias de corte para la transformación de la materia prima en tablas. Dado que la fresadora tradicional demora 3.12 min en realizar el corte de un solo tronco, el cual equivale a 15 tablas por tronco, se estimó que a lo largo del turno debe de cortar 154 troncos, dando un total de 2308 tablas, por lo tanto, la fabricación de la tarima consiste en 15 tablas y 3 barrotes, teniendo que producir 128 tarimas por turno. Por otro lado, la sierra estacionaria efectúa cortes de troncos más largos, lo cual causa tiempos de ciclo más altos: 10.2 min por solo un tronco; debido a que se realizan cortes de gran tamaño de materia prima se obtienen 37 tablas por cada uno, por ende, se estimó que la sierra debe de cortar 47 troncos en el turno, que es el equivalente de 1741 tablas, en donde se obtienen 97 tarimas por turno. Al combinar ambas operaciones, la producción diaria del aserradero es de 225 tarimas, 1350 tarimas semanales y 5398 tarimas al mes. De lo previamente mencionado, el primer cuadro de la tabla 8, muestra el análisis de la

tendencia de la productividad del aserradero durante 10 semanas y la figura 29 muestra la gráfica de tendencia de productividad del área Aserradero.

Tabla .8. Datos de productividad del área Aserradero para grafica de tendencia (Elaboración propia)

Semana	Productividad	Meta
4	94%	98.00%
5	95%	98.00%
6	87%	98.00%
7	91%	98.00%
8	96%	98.00%
9	91%	98.00%
10	90%	98.00%
11	94%	98.00%
12	95%	98.00%
13	92%	98.00%

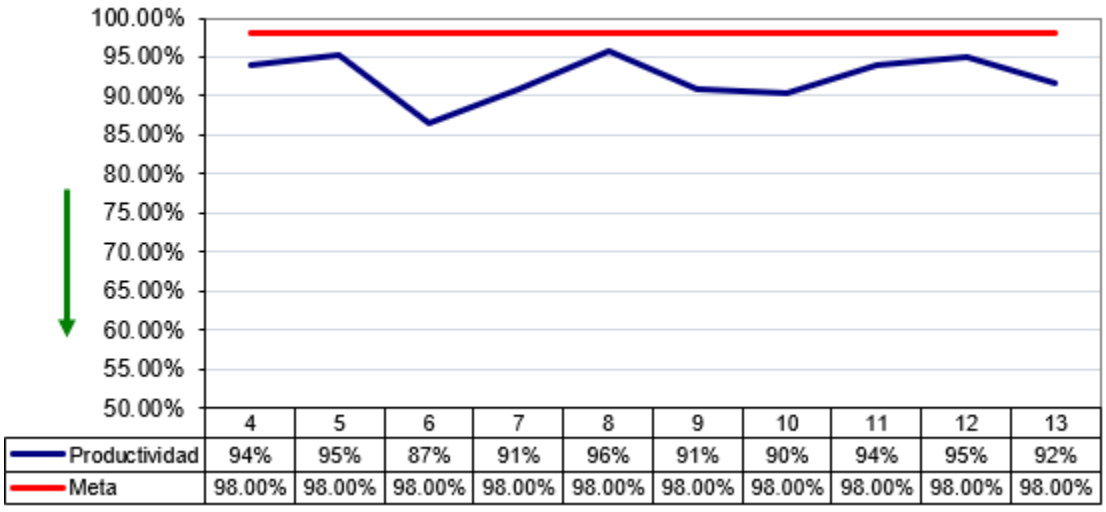


Figura .29. Gráfica de tendencia de productividad del área Aserradero (Elaboración propia)

En las imágenes preliminares, se puede observar el comportamiento de la productividad del área del Aserradero de la empresa, a lo largo del tiempo transcurrido de la semana 4 a finales de enero hasta la semana 13 a principios de marzo del año 2022. Estos fueron los primeros meses donde la empresa recién empezaba con su producción de tarimas, y dio suficiente información con su permiso, lo cual la meta fue establecida y validada por el Gerente de producción. En la figura 29 se puede distinguir que la productividad no alcanza la meta en las condiciones vigentes que se encuentra, rinde por arriba del 90% la de las semanas a excepción de una con el 87%. En la tabla 9 y figura 30, se muestran las causas raíces de la insuficiencia productiva del área Aserradero:

Tabla .9. Datos para histograma de Pareto del área Aserradero (Elaboración propia)

Proceso con mas inventario en proceso	Cantidad	%	% Acum
Fresadora	2308	43%	43%
Sierra	1741	32%	75%
Corte tabla	472	9%	84%
Dimensionado	472	9%	93%
Corte de barrotes	400	7%	100%
TOTAL	**5393**		

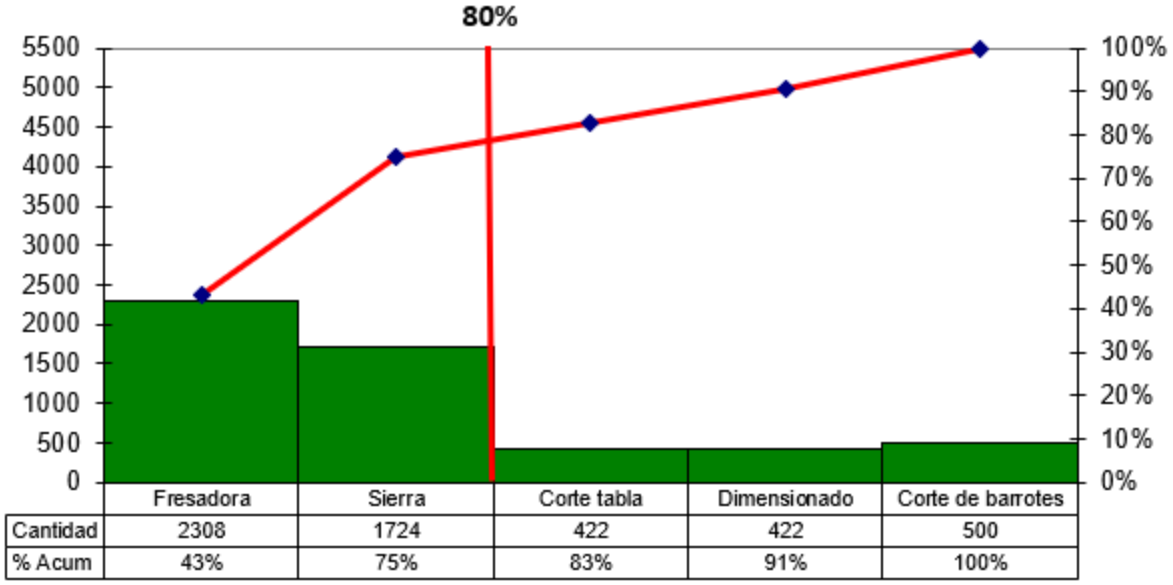


Figura .30. Histograma de Pareto de Inventario en Proceso del área Aserradero (Elaboración propia)

De la tabla y figura anteriores se analizan los procesos de acuerdo con las máquinas, el cual es el inventario actual que manejan durante la operación en el turno. La fresadora tradicional cuenta con 2308 tablas, sierra estacionaria con 1741, para corte de tabla y dimensionado con 472 tablas y corte de barrotes 400, juntas las operaciones dan un total de 5393 tablas para la transformación de tarima. En el histograma de Pareto (ver Figura 30), las máquinas con más inventario en proceso fueron la fresadora y la sierra, eso se debe a sus altos tiempos de ciclos cubriendo el 80% de las operaciones del área del Aserradero y, por ende, se definen como el "cuello de botella". Esto quiere decir que, por el ritmo de producción que tienen ambas máquinas, se tienen altos tiempos de espera en las próximas operaciones para dar flujo al proceso, es decir, continuidad. En la tabla 10 se observa las causas raíces del "cuello de botella" que provocan estos altos tiempos de demora.

Tabla .10. 5 ¿Porqués? (Elaboración propia)

CAUSA RAÍZ DEL PRINCIPAL PROBLEMA
Por qué ?
Operadores platican demasiado tiempo y no ponen atención a la operación
Por qué ?
Demoras por mantener limpio su alrededor
Por qué ?
Cortan troncos largos y pesados, se les llegan a caer
Por qué ?
Los troncos son difíciles de maniobrar al momento de operar

La técnica utilizada para llegar a la causa raíz de la problemática existente en el área, fue el *5* ¿Porqués? En este caso en el cuarto ¿porqué?, se llegó al origen del porqué les toma tanto tiempo en llevar a cabo la transformación de la materia. La primera causa, fue porque lo operadores tienden a platicar entre ellos olvidándose de sus actividades primarias dejando la operación descuidada. En la segunda causa, los operadores tienden a limpiar su entorno del lugar de trabajo, esto por altos índices de suciedad por el llamado "aserrín" que despide la materia prima. La tercera causa hace referencia a que, dado que los troncos que utilizan para llevar a cabo el proceso son largos y pesados, se les llegan a caer y los deben recoger a cada momento. Y la última causa, ya que los operadores lograr acercar la materia prima a la maquinaria, los troncos son difíciles de maniobrar al momento de la operación. Cabe resaltar, comentado por el Gerente de producción que: "Se les ha brindado capacitación para la agilización de la operación, brindando técnicas nuevas para su facilidad y rapidez de la transformación de la materia prima, pero no quieren usar dichas técnicas". En la tabla 11 se presenta una serie de acciones de mejora para reducir los tiempos muertos de la operación y aumentar la rapidez.

Tabla .11. Acciones de mejora para aumento de la Productividad del área Aserradero (Elaboración propia)

Sem	Acción	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin
Sem 13	Hablar con los operadores minimizar tiempo muerto	Carlos Castillo	4/1/2022	4/1/2022
Sem 13	Capacitar a los operadores con las técnicas propuestas por el Gerente para acostumbrar a los operadores y hacerlos mas efectivos	Carlos Castillo	4/1/2022	Indeterminado
Sem 13	Evaluar areas para orden y limpieza	Carlos Castillo	4/2/2022	Indeterminado
Sem 13	Agregar otras 2 fresas tradicionales para aumentar productividad	Carlos Castillo	4/1/2022	Indeterminado

4.4.8. DIAGRAMA DE RECORRIDOS “DIAGRAMA DE SPAGHETTI”

En esta fase se elaboró el diagrama de recorridos, asemejando el Lay-Out actual de la empresa Pallet Tec, esto para representar el movimiento que el personal tiene que hacer durante la transformación de sus productos en el turno; esto incluye materiales e información de cualquier tipo de proceso. De modo que, el Gerente de producción, pueda identificar movimientos o transportes innecesarios que se puedan dar durante los procesos en conjunto con el tiempo que les llega a tomar entre operaciones. La figura 31, muestra las operaciones conectadas entre ellas tomando en cuenta la frecuencia, tiempo y distancia que les llega a tomar para la transformación de un producto.

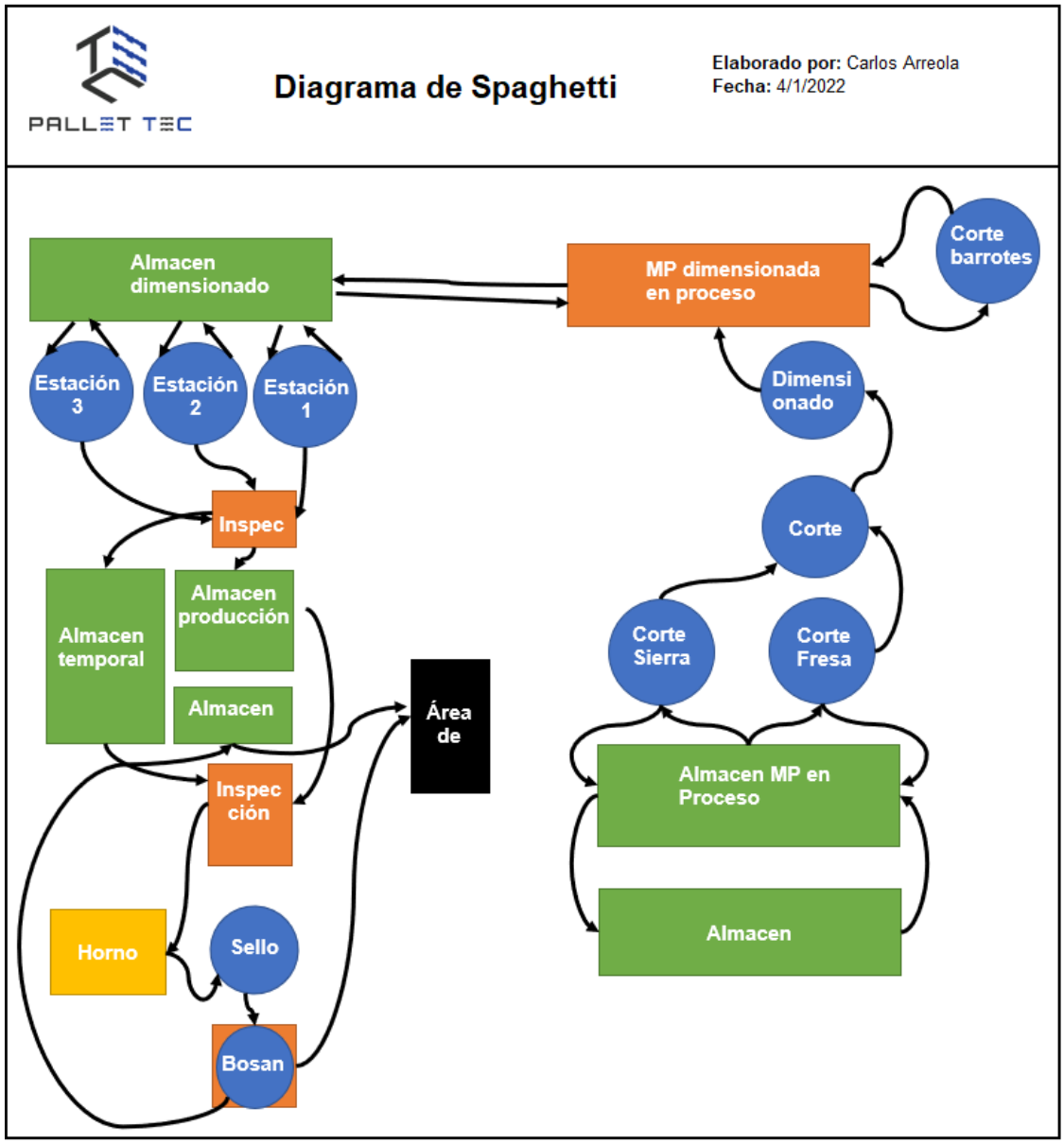


Figura 31. Diagrama de Recorridos “Diagrama de Spaghetti” (Elaboración propia)

La imagen anterior muestra el Lay-Out de la empresa conectando las operaciones correspondientes, es decir, las que tienen la necesidad de requerir suplemento del proceso anterior. Se manejaron códigos de colores para la elaboración del diagrama de recorridos para definir las operaciones (azul), almacenes (verde), materia prima en proceso e inspecciones (naranja), demoras (amarillo) y área de carga (negro). Las flechas indican la conexión de recorridos que el operador realiza y es lo que da flujo a la operación para llevar a cabo la transición del producto interno. La tabla 12 muestra las operaciones relacionadas y los datos recolectados a lo largo del recorrido observado.

Tabla .12. Recolección de datos del diagrama de recorridos (Elaboración propia)

Spaghetti Inicial							
Inicio	Fin	F	T	D	F x D	F x T	F x D x T
Almacen	Almacen MP en Proceso	8	30	27	216	240	6480
Almacen MP en proceso	Corte (Fresa/Sierra)	4	1.23	3	12	4.92	14.76
Corte (Fresa)	Corte largo de la tabla	1	0.13	3.82	3.82	0.13	0.4966
Corte (Sierra)	Corte largo de la tabla	15	0.36	2.5	37.5	5.4	13.5
Corte largo de tabla	Dimensionar	4	0.18	2.84	11.36	0.72	2.0448
Dimensionar	Corte de barrotes	1	0.29	11.5	11.5	0.29	3.335
Dimensionar	MP dimensionada en proceso	1	0.17	4.4	4.4	0.17	0.748
Corte de barrotes	MP dimensionada en proceso	1	0.09	7.1	7.1	0.09	0.639
MP dimensionada en proceso	Almacen dimensionado	1	3.35	14.31	14.31	3.35	47.9385
Almacen dimensionado	Ensamble de Tarimas	1	0.41	3.12	3.12	0.41	1.2792
Ensamble de Tarimas	Inspección	1	1.53	1	1	1.53	1.53
Inspección	Almacen de producción temporal	1	2.06	4.4	4.4	2.06	9.064
Inspección	Almacen de Producción del día	1	1.42	4.4	4.4	1.42	6.248
Almacen de Producción del día	Inspección	1	1.69	16.5	16.5	1.69	27.885
Inspección	Horno	1	4.74	2	2	4.74	9.48
Horno	Sello de Tarima	1	1.22	1	1	1.22	1.22
Sello de tarima	Tratamiento Bosan e inspección	1	0.28	2	2	0.28	0.56
Tratamiento Bosan e inspección	Almacen de tratamiento	1	1.8	10.84	10.84	1.8	19.512
Tratamiento Bosan e inspección	Área de carga	1	2.38	10.84	10.84	2.38	25.7992
	TOTALES	46	53.33	132.57	374.09	272.6	6666.0393

	Spaghetti
	Inicial
Frecuencia	46
Tiempo	53.33
Distancia	135.07
F x D	411.59
F x T	272.6
F x D x T	6679.5393

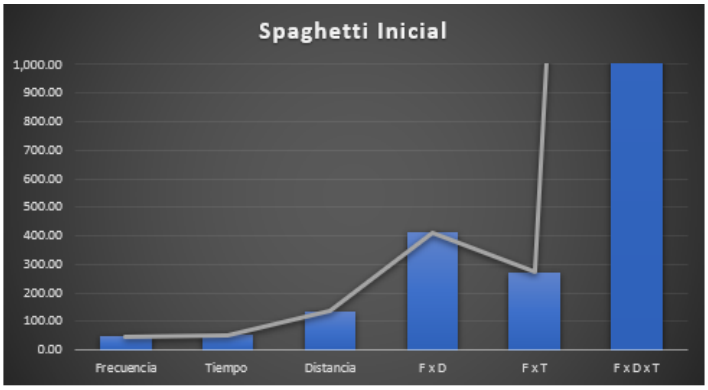


Figura .32. Gráfica de las variables del Diagrama de Recorridos (Elaboración propia)

La recolección de datos del diagrama de recorridos de la empresa Pallet Tec, en conjunto con su gráfica de las variables utilizadas F= Frecuencia, T = Tiempo y D= Distancia, (ver Figura 32) describen la secuencia que las operaciones hacia la siguiente. En la tabla 13 se muestran las operaciones con más frecuencia.

- Almacén a Almacén de MP en proceso con frecuencia de 8 veces.
- Almacén de MP en Proceso a Corte (Fresadora/Sierra) con frecuencia de 4 veces.
- Corte (Sierra) a Corte largo de la tabla con frecuencia de 15 veces.

Tabla .13. Secuencia de operaciones con mayor frecuencia, tiempo y distancia

Spaghetti Inicial							
Inicio	Fin	F	T	D	F x D	F x T	F x D x T
Almacen	Almacen MP en Proceso	8	30	27	216	240	6480
Almacen MP en proceso	Corte (Fresa/Sierra)	4	1.23	3	12	4.92	14.76
Corte (Fresa)	Corte largo de la tabla	1	0.13	3.82	3.82	0.13	0.4966
Corte (Sierra)	Corte largo de la tabla	15	0.36	2.5	37.5	5.4	13.5
Corte largo de tabla	Dimensionar	4	0.18	2.84	11.36	0.72	2.0448

La primera secuencia con mayor frecuencia, se debe a que el montacargas que surte la materia prima al Aserradero, recorre una distancia por cada viaje que realiza de alrededor de 27 mts, esto quiere decir que el recorrido realizado en su totalidad por los 8 viajes que realiza es de 216 mts en un margen de 30 min. Para la segunda secuencia, el operador recoge la materia prima 4 veces para su transformación, recorriendo una distancia de 3 mts por cada ida y vuelta en 1.23 min, es decir, que el personal a cargo de la maquinaria recorre 6 mts en total, teniendo una totalidad de 24 mts en 4.92 min. Y, por último, la tercera secuencia consiste en que el operador corta cada lámina transformada por el proceso anterior: la corta una por una y para elaborar una tarima ocupa 15 tablas, por cada una de las tablas le toma 0.36 segundos con una distancia de 2.5 mts, por cada ida y vuelta por tabla, es decir, en total recorre 5 mts por tabla, teniendo en total 75 mts en 5.4 min. Las variables multiplicadas entre sí son los indicadores que ayudan a alertar al personal a cargo para saber cuál es la operación que más está afectando, verde es estado normal, amarillo que necesita atención y rojo que hay que tomar medidas.

4.4.9. AUDITORIA INICIAL 5'S

El área del Aserradero de la empresa Pallet Tec S.A. de C.V. cuenta con un área desordenada, donde se puede encontrar material en proceso, artículos estorbando, equipo o herramientas fuera de su lugar y sobre todo mucha suciedad por el aserrín provocado por la materia prima. La aplicación de la Auditoría 5S es indispensable para la valoración del estado actual del área y para evaluar áreas de oportunidad para la reducción de suciedad e implementar hábitos de orden, limpieza y estandarización. La figura 33 muestra el estado en el que se encuentra el área bajo estudio.

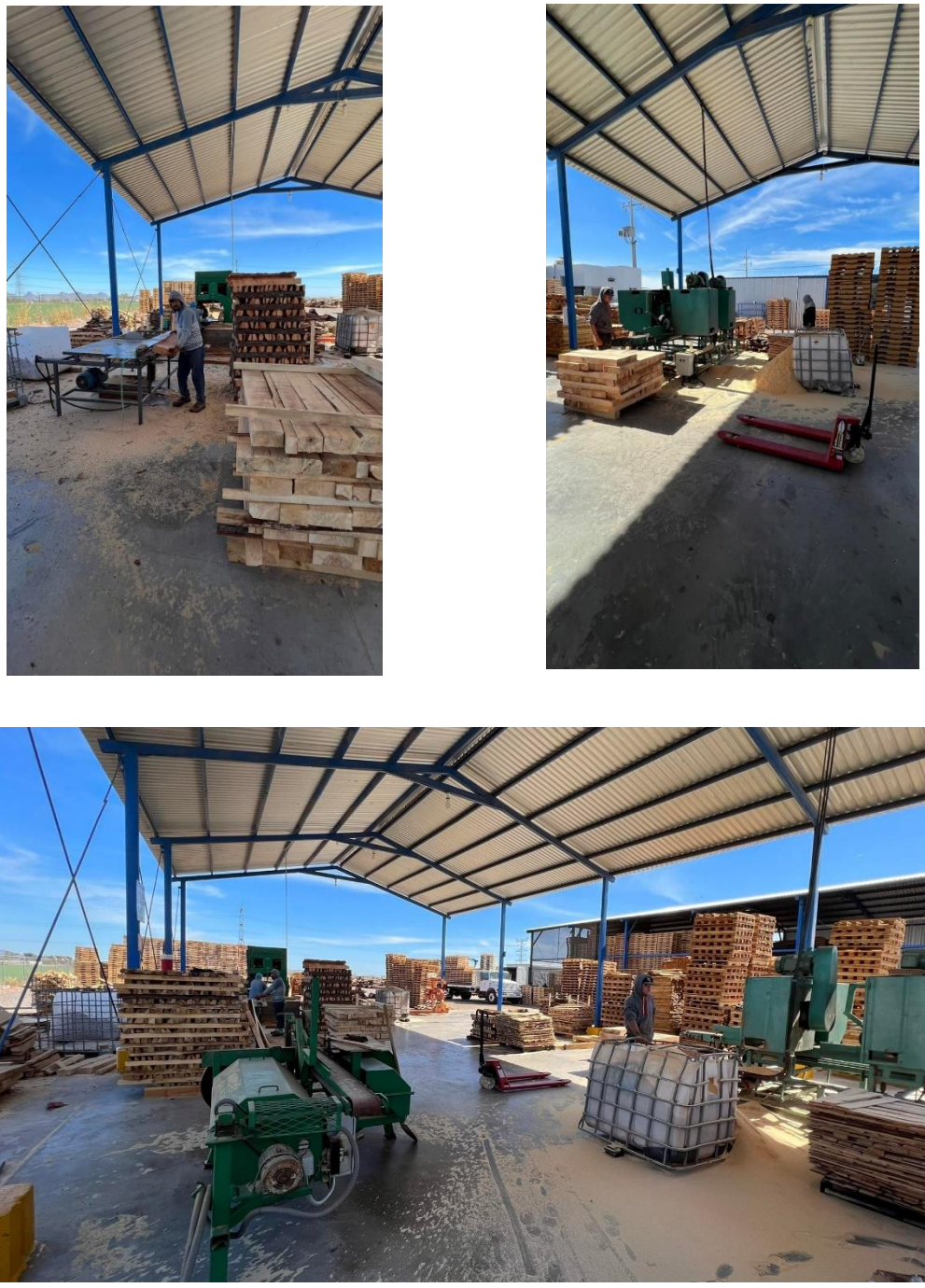


Figura .33. Área bajo estudio Aserradero de Pallet Tec S.A. de C.V. (Elaboración propia)

Al observar la figura anterior se pueden notar los altos índices de desorden, suciedad y falta de estandarización por parte de la empresa. Cabe recalcar que la empresa cuenta con “medidas” para la prevención de la suciedad, sin embargo, el gerente de producción comento que los operadores hacen caso omiso a estar al pendiente de dichas medidas de prevención. De la misma manera, se distingue el desorden de la materia prima en proceso de transformación en el área, al igual que artículos que no deberían estar estorbando en

el camino del operador. Por lo anteriormente descrito, se realizó el análisis de las 5'S por medio de una auditoría inicial, la cual ayudó a calificar el estado actual en que se encuentra (ver tabla 14).

Tabla .14. Auditoría Inicial 5'S para el área del Aserradero (Elaboración propia)

PALLET TEC

AUDITORIA 5´S

Pág. 1/2

Fecha: 4/2/2022 **Responsable del área:** Carlos Castillo

Área auditada: Aserradero **Auditor:** Carlos Arreola

Tabla de evaluación

Categoría	n.°	Criterio	Puntaje	Escala
SEIRI *Clasificar*	1	Se cuenta con una lista de artículos necesarios?	1	4
	2	Se han establecido cantidades (máximos o mínimos) de los artículos necesarios?	1	4
	3	Los artículos necesarios se encuentran en buen estado para su uso?	3	4
	4	La lista de artículos necesarios coincide con el que realmente se tiene?	1	4
	5	Los pasillos y areas de trabajo están libres de obstáculos y artículos innecesarios?	1	4
	6	Los artículos incensarios fueron enviados a cuarentena o descartados?	1	4
SEITON *Ordenar*	7	En la lista de artículos necesarios se han establecido claves de ubicación para cada articulo?	1	4
	8	Se han definido lugares para cada cosa? (equipos, herramientas, materiales, etc.)	2	4
	9	Se han establecido y estandarizado métodos de identificación (códigos de colores, claves de ubicación, métodos para organización de anaqueles y herramientas)?	1	4
	10	Se ha realizado el marcado de areas, tuberias y materiales según códigos de colores?	1	4
	11	Se respetan lugares y códigos para cada cosa (los artículos necesarios se encuentran debidamente identificados y en su lugar?	1	4
	12	Hay información visual que comunique el orden de las areas, objetos y artículos necesarios?	1	4
	13	La información desplegada se encuentra actualizada?	1	4
	14	Es posible identificar cuando algo esta fuera de su lugar?	1	4
	15	Es posible encontrar cualquier articulo en menos de 30 segundos?	4	4
SEISO *Limpiar*	16	Las areas de trabajo se encuentran limpias?	1	4
	17	Las herramientas y artículos necesarios se encuentran limpios?	3	4
	18	Se han establecido métodos para no ensuciar?	2	4
	19	Se tienen programas de limpieza establecidos y registradas las actividades de limpieza?	2	4
	20	Se cuenta con el equipo de limpieza necesario y en buen estado?	4	4
	21	La apariencia de los integrantes del equipo de trabajo luce limpia e impecable? (Uniforme, zapatos, cara, etc.)	3	4
SEIKETSU *Estandarizar*	20	Se han estandarizado códigos de colores, etiquetas, señalización por escrito?	1	4
	21	Se han estandarizado mobiliario, herramental, utensilios, materiales de trabajo, etc.?	1	4
	22	Se ha establecido un manual de estandarización? Reglamento de las 5's, guía de ubicación, planos	1	4
	23	Se ha estandarizado el uso de equipo de seguridad en las operaciones que lo requieren?	4	4
SHITSUKE *Disciplina/ Mantener*	24	El personal usa el equipo de protección personal? (Lentes, tapones, zapatos, etc.)	2	4

Porcentaje de cumplimiento de acuerdo al criterio de evaluación:

1: 0% - 30% *2: 31% - 60%* *3: 61% - 99%* *4: 100%*

La auditoría se ejecutó, bajo un criterio de evaluación en escala del 1 al 4, donde 1 equivale 0-30%, seguido del 2 con su equivalente del 31%-60%, posteriormente el 3 que está entre el 61%-99% y, por último, el 4 con 100%. Este criterio se basa en las cantidades actuales de lo que tienen y se observa en el área auditada. Este criterio consistió en realizar un recorrido a través de todos los espacios, pasillos, maquinaria, contenedores y

entre otros para su evaluación, observando lo necesario e innecesario. Los resultados obtenidos de cada criterio, se muestran en la figura 34.

Resultados de la Auditoría

Categoría	Puntaje	Escala	Resultado
Clasificar	8	24	33%
Ordenar	13	36	36%
Limpiar	15	24	63%
Estandarizar	3	12	25%
Disciplina	2	4	50%

Nota: los resultados serán calculados por el encargado de Producción

Resultado de la auditoria realizada: 41%

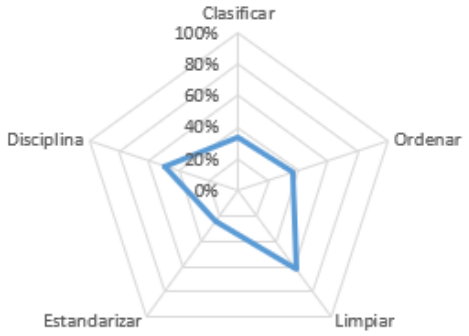


Figura .34. Resultados de la Auditoria Inicial 5'S del área Aserradero (Elaboración propia)

De los resultados obtenidos de la auditoría efectuada en la empresa Pallet Tec, se obtuvo un resultado de las 5'S del 41% total, este resultado obtenido es debido a su baja calificación en la primera S "clasificación" con 8 puntos de 24 equivalente al 33%, seguido del orden con 13 puntos de 36 dando un 36%, posteriormente la limpieza con 15 puntos de 24 obteniendo un 63%, la estandarización con 3 puntos de 12 como resultado 25% y, por último, la disciplina con 2 puntos de 4 con 50%. La limpieza en este caso fue la "S" con mayor puntuación, debido a que contaban con medidas establecidas, pero no tienen control alguno de la viruta producida por la madera. Junto con la auditoría, se llevaron a cabo comentarios, resultado de la observación que se dio durante el recorrido, los cuales se describen en la tabla 15.

Tabla .15. Comentarios de la Auditoría Inicial 5'S para el área del Aserradero (Elaboración propia)

PALLET TEC

AUDITORIA 5´S

Pág. 2/2

Categoría	n.°	Comentarios
SEIRI *Clasificar*	1	Realizar un listado de todos los artículos que se encuentra en el área
	2	No existe actualmente máximos o mínimos en el área
	3	Contenedores se encuentran algo desgastados pero en buen estado
	4	N/A
	5	Actualmente se encuentran los contenedores estorbando y materia prima en proceso igual, se encuentra uno que otro articulo no esencial en el área sin estorbar
	6	No existe actualmente área de cuarentena
	7	No existen claves de ubicación para los artículos
	8	No tienen un lugar establecido
	9	No hay códigos que identifiquen (equipos, herramientas, pasillos, etc...)
	10	No hay marcado de areas

SEITON *Ordenar*	11	No se logra identificar los artículos innecesarios debido que no hay una lista actual
	12	No cuentan con información visual de areas para el orden
	13	N/A
	14	Si es posible, pero no tiene un área delimitada
	15	Si debido a que no tienen ningún recorrido largo y no utilizan herramientas
SEISO *Limpiar*	16	No, hay mucho aserrín en toda el área
	17	
	18	Se tienen contenedores pero están descuidados y al final del turno los operadores limpian su área
	19	No existe un programa de limpieza
	20	
	21	
SEIKETSU *Estandarizar*	22	No hay estandarización en el área
	23	No hay estandarización en el área
	24	Actualmente se encuentra en realización guías, planos y ubicaciones
	25	
SHITSUKE *Disciplina/ Mantener*	26	No siempre usan su equipo de protección

Como se puede observar en la tabla anterior, se argumentó por cada "S" las acciones y comentarios con lo que actualmente cuentan y con que no cuenta la empresa. La primera "S" que es Clasificar, se dio a conocer durante el estudio, que no cuentan con una lista de artículos del área auditada y mucho menos están establecidos máximos y mínimos de los objetos que deberían de existir, seguido que se encuentran artículos estorbando y que el Aserradero no cuenta con espacio de cuarentena para productos no conformes.

En la segunda "S", definida como Orden, se observó que los objetos utilizados en el área no cuentan con un espacio establecido y los trabajadores ponen de manera libre cualquier producto o artículo utilizado y no cuenta con un código de colores para su identificación rápida. La tercera S, denominada como Limpieza, cuenta con medidas suficientes, solo que con equipamiento desgastado y no apto para el área. De la misma manera no cuenta con un plan y falta el hábito de la limpieza. La cuarta S, nombrada Estandarización, verificó que no cuenta con identificación visual, es decir, no existe delimitación de artículos necesarios, maquinaria, zona para materia prima en proceso entre otros. La empresa analizó el área para elaborar planos y guías, para llevar a cabo la implementación de la ayuda visual. Y, por último, la quinta "S" que es la Disciplina, describe que los operadores utilicen en todo momento el equipo de protección proporcionado por la empresa para

evitar cualquier tipo de accidente y/o enfermedad. Se observó que algunos empleados hacen caso omiso de esta medida.

4.5. Discusión de resultados

La presente investigación tiene como finalidad el diseño y la propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing, adicionalmente las 5'S, Indicadores clave y capacitación de los operadores acerca de White Belt, para la mejora productiva, reducción de desperdicios y control de seguimiento de la empresa Pallet Tec S.A. de C.V.

Los resultados obtenidos de la presente investigación permiten mostrar, que la productividad de la empresa no se encuentra en óptimas condiciones acordes con su estado actual, ya que no llegan a cumplir la meta establecida, debido a sus cuellos de botellas identificados como la fresadora tradicional y la sierra estacionaria, provocando altos tiempos de ciclo y tiempos desatendidos y, por lo mismo, pierden tiempo e ignoran la operacion por estar platicando y por limpiar constantemente su área de trabajo, de la misma manera, batallan por recolectar materia prima y acercarlas a su zona de trabajo ya que tienen que levantar troncos largos y pesados y, por último, los operadores batallan en realizar los cortes del tronco para la transformación de la materia a tablas, la empresa no cuenta con metas de producción y se genera un exceso de inventario en sus almacenes y por la falta de planeación se produce conforme se les indica a los operadores, es decir, producen por producir.

De lo previamente mencionado, por contar con altos niveles de contaminación por el aserrín, el área de trabajo no está limpia del todo y puede llegar a provocar accidentes que afectarían al operador. Por otro lado, existe un desorden del área donde se encuentran artículos innecesarios, materia prima transformada en proceso en el camino de los operadores, entre otras cosas. Todo lo anterior repercute en los traslados del operador y el desaprovechamiento del espacio del Aserradero. La estandarización no se aplica en esta empresa, tampoco existe la delimitación de las áreas de trabajo, materia prima, artículos necesarios, etc. Es dispensable identificar cada una de las variables antes mencionadas para agilizar los procesos.

Tomando en cuenta contexto anterior, para la fundamentación de esta investigación, se mencionaron diferentes barreras que se presentaron y se describió que las principales causas de las fallas en el diagnóstico para la elaboración de la propuesta se basan en los análisis realizados, en el capítulo anterior, luego de desarrollar los datos correspondientes, la problemática de la productividad en el área del Aserradero son las maquinas fresadora y sierra estacionaria como se muestra en la siguiente figura .35.:

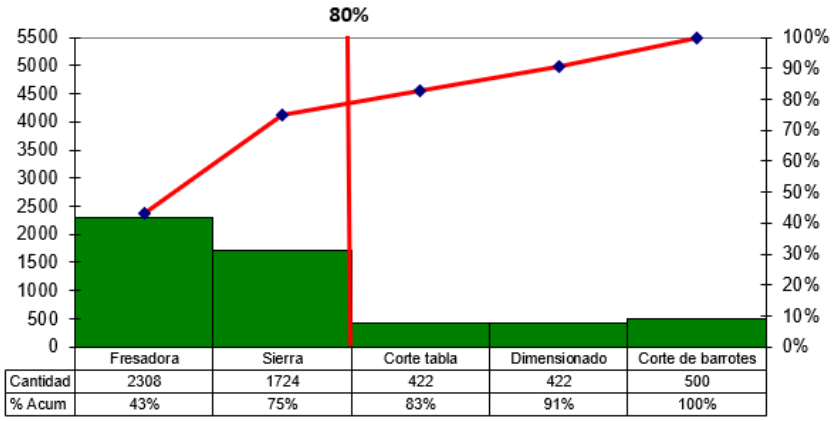


Figura .35. Histograma de Pareto "cuellos de botella de la productividad" (Elaboración propia)

En la figura anterior se puede observar que el 80% de la problemática se conforma por la fresadora y la sierra, es decir, son las consecuencias provenientes del otro 20% de las causas que se componen del corte de tabla, dimensionado y corte de barrotes. En otras palabras, los productos transformados durante el proceso de corte de tablas, se genera mucho inventario en proceso en cada operación, reconociendo las causas raíces de los problemas donde se priorizaron las soluciones. Por otra parte, el incumplimiento de las metas establecidas de la productividad, son derivadas a las problemáticas mencionadas anteriormente y su comportamiento se puede observar en la figura 36.

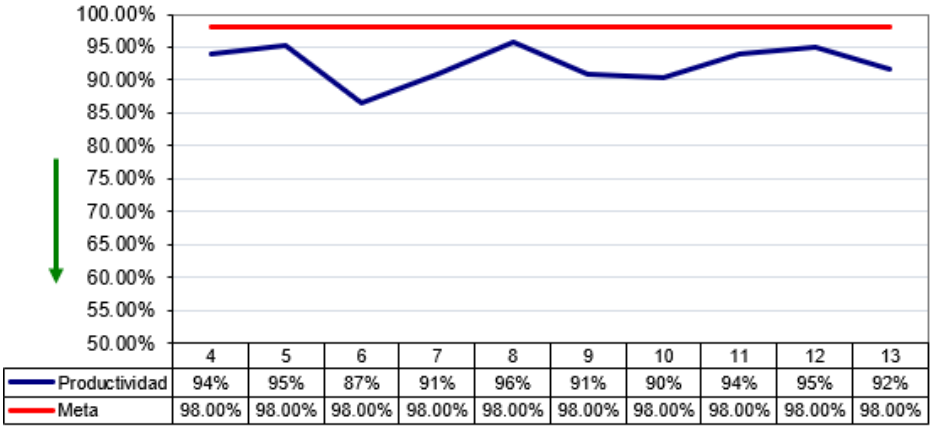


Figura .36. Gráfica de tendencia "Comportamiento de la productividad" (Elaboración propia)

Por lo tanto, la falta de mejoramiento de técnicas, poca atención de la operación y el difícil manejo de la materia prima, tienen efecto en el comportamiento de dicha tendencia, obteniendo altibajos en su trazo en la gráfica. Para dichas causas se establecieron las siguientes actividades a realizar las cuáles son mostradas en la tabla 16.

Tabla .16. Actividades a realizar para el aumento de producción en el área del Aserradero (Elaboración propia)

Sem	Acción	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin
Sem 13	Hablar con los operadores minimizar tiempo muerto	Carlos Castillo	4/1/2022	4/1/2022
Sem 13	Capacitar a los operadores con las técnicas propuestas por el Gerente para acostumbrar a los operadores y hacerlos mas efectivos	Carlos Castillo	4/1/2022	Indeterminado
Sem 13	Evaluar areas para orden y limpieza	Carlos Castillo	4/2/2022	Indeterminado
Sem 13	Agregar otras 2 fresas tradicionales para aumentar productividad	Carlos Castillo	4/1/2022	Indeterminado

Las acciones a realizar tienen como objetivo el aumento de la productividad del área del Aserradero de la empresa Pallet Tec. Cabe resaltar que, de las mismas actividades propuestas, surgió la evaluación de la auditoría inicial 5'S para la reducción de los tiempos tardíos de los operadores, dado que se encuentran en condiciones no conformes para laborar de manera continua. Los resultados obtenidos se muestran en la figura 37.

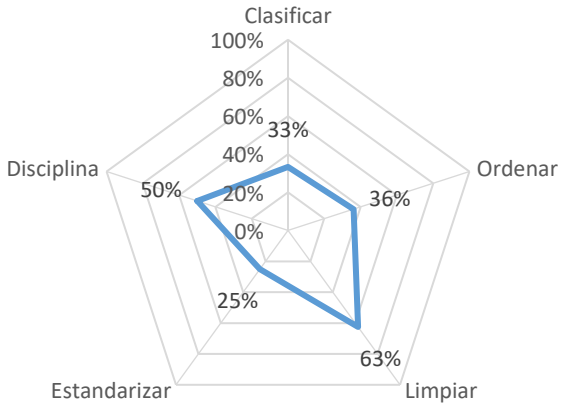


Figura .37. Gráfica de radar resultados de la auditoria inicial (Elaboración propia)

La baja calificación en la auditoría significa que los hábitos de las variables están ausentes en el área, creando grandes complicaciones para el personal en turno, es decir, por baja calificación en clasificación se entiende que no hay artículos definidos como necesarios e incensarios, al igual que el orden y no se tienen lugares identificados para cada cosa que debería ir en su lugar, esto causa que el operador tenga que estar evadiendo los "obstáculos" del área, como anteriormente se mencionó, el personal limpia su lugar de trabajo constantemente y llega a perder tiempo productivo, esto se debe al aserrín que arroja la madera al aire, afectando tanto el área en general como al operador. La falta de estandarización en el área crea dificultades visuales para el operador y para el sencillo acomodo de la maquinaria y materiales, ya que al no tener un lugar delimitado pueden

afectar a las tres primeras S. Por último, la disciplina, es la falta de cultura del operador, es decir, falta de limpieza, compromiso, comunicación, orden y entre otras... Por consiguiente, las herramientas utilizadas en la presente investigación se usaron por las siguientes razones:

-Diagrama de Gantt

Para el presente proyecto, este diagrama tuvo como función la priorización de actividades y dar a conocer el orden cronológico en que se deberían de aplicar, así como el tiempo que implica el llevar a cabo las actividades para su cumplimento en su plazo y forma. En dado caso que se llegue a complicar dicha actividad se extiende el tiempo de duración, comprometiéndose en efectuar la acción correspondiente, como se llevó a cabo en el único caso en el trazo de Lay-Out de la empresa.

-Diagrama de Proceso y toma tiempos

El diagrama de procesos se efectuó para dar a conocer las operaciones, distancias y tiempos, en el flujo de la elaboración de las tarimas. Esto con la finalidad de analizar y describir cada evento a lo largo del proceso, conectando los símbolos utilizados de eventos consecutivos en línea vertical, y, por otro lado, los procesos secundarios que se incorporan en determinada acción del flujo de operaciones. Dicho diagrama se encontraba en proceso de elaboración, sin embargo, no contaban con conocimientos básicos para la toma de tiempos para la estimación de los tiempos de ciclo de las maquinas por lo cual no pudieron concretarlo. Se incorporó la recolección de datos en esta herramienta, para que los encargados tengan en cuenta la variación que tienen por operación definiendo un tiempo de ciclo estándar y arrojando como resultado, el tiempo de ciclo elemental total de todo el proceso.

-Pronóstico de la demanda

Por medio de los datos brindados por la empresa Pallet Tec, se ejecutó un pronóstico de la posible demanda que tendría en el transcurso del año, ya que eran los primeros meses de operación de la empresa. Se contó con la suficiente información para la elaboración de un pronóstico con los primeros tres primeros meses de demanda del presente año 2022. Por lo tanto, se estimó el “forecast” utilizando el promedio móvil simple, teniendo como resultado de este análisis, la proporción de buenos pronósticos o predicciones de los valores futuros de la serie de tiempo, con un menor margen de error considerando como el más óptimo, el promedio móvil de 7 meses. La principal función de esta herramienta sirvió para el cálculo del Takt Time.

-Takt Time

Para la estimación del tiempo de tacto que el cliente está dispuesto a pagar por las tarimas producidas por parte de la empresa, se utilizaron los datos de la herramienta “Pronósticos de la demanda” introduciéndolos en secuencia de acuerdo con los meses, del mismo modo, manejando los datos en cuanto días laborales, horas del turno, número de tablas a utilizar por tarima, tiempo de ciclo de ensamble y descansos, para calcular la meta diaria

que deben producir y teniendo como resultado un tiempo de tacto para servicio del cliente de 24 segundos. La herramienta empleada para el proyecto actual, tiene un efecto en el Value Stream Map, cual ayuda al cálculo del Lead Time.

-Value Stream Map

La creación del mapeo de cadena de valor (VSM) para el presente proyecto tiene como función dar a conocer el procedimiento en general que se lleva a cabo para la transformación de sus productos, desde el pedido por parte del cliente, requerimiento de materia prima a su proveedor, proceso de transformación, hasta que llega a su cliente el pedido requerido. Esto para que el Gerente de producción pueda identificar en donde puedan existir problemáticas durante el proceso plasmándolos en una línea de tiempo utilizando el tiempo de tacto, dividiéndolo entre el material en proceso que se encuentra en cada uno de los procesos, teniendo como resultado el "Lead Time", el tiempo que transcurre desde la orden hasta la entrega, con un tiempo de 3.68 horas por cada pedido.

-Trazado de Lay-Out

El trazado de la planta de la empresa Pallet Tec sirvió para dar a conocer las distancias y límites de las áreas de todo el proceso, con el permiso de los jefes. Dicho lo anterior, cabe resaltar que el gerente y los jefes se encontraban en la necesidad de la creación del dibujo dado que querían saber con exactitud las medidas de su empresa, por otro lado, no contaban con los conocimientos básicos para la elaboración del trazo en el software AutoCAD. Esta herramienta fue utilizada, con la finalidad de ilustrar a escala en el software AutoCAD el Lay-Out del área bajo estudio, para así definir las delimitaciones a abarcar, determinar las distancias entre los procesos, analizar los espacios desaprovechados y auxiliar para la aplicación de otras herramientas, sobre todo para la preparación de la propuesta de mejora aplicación del modelo 5'S.

-Análisis de la productividad "4Q's"

Para el análisis de la producción del área del Aserradero de la empresa, se utilizó la herramienta de los cuatro cuadrantes, la cual tuvo como función determinar las metas de producción que deberían de cumplir a lo largo del turno para la transformación de materiales para el producto final, partiendo de las limitantes que se encontraban en el proceso. Mencionado lo anterior, para observar el comportamiento productivo del área, el primer cuadrante se conforma por la gráfica de tendencias, que tuvo como finalidad estudiar el desempeño semanal de la producción conforme a la meta establecida. Por otro lado, el segundo cuadrante conformado por el diagrama de Pareto "80/20" tuvo como fin el señalar cuales son las limitaciones en el flujo del proceso, es decir, cual retiene más la producción, separando el 80% que es donde se encuentra el problema del otro 20% de las actividades. Por ende, el tercer cuadrante es el seguimiento del segundo cuadrante, analiza las posibles causas raíces de las limitantes del proceso de transformación de la materia, para a lo último entender por qué sucede. Y, el último cuadrante representa las

acciones de mejora a realizar para la eliminación o reducción de las problemáticas que surgieron a lo largo del análisis.

-Diagrama de recorridos "Diagrama de Spaghetti"

La aplicación de la herramienta "diagrama de recorridos" utilizada en todas las áreas de la empresa Pallet Tec, sirvió como una representación gráfica del movimiento físico de las personas de acuerdo con los productos y materiales a través de su proceso, para así identificar los tiempos desperdicios y movimientos incensarios y para analizar cuáles se deberán eliminar o reducir, con la finalidad de identificar las ineficiencias del proceso y las posibles oportunidades en el acomodo o redistribución de las estaciones, para tener una mejora en el manejo de producto y a su vez la comunicación entre los operadores en el área de trabajo, permitiendo identificar las redundancias en el flujo del proceso y acelerarlo.

-Auditoría Inicial 5'S

Para dar a conocer el estado actual en cuanto orden, limpieza y estandarización en el que se encontraba el área del Aserradero de la empresa, se ejecutó una auditoría inicial para el modelo 5'S, con el propósito de calificar cada criterio de la auditoría, para llevar a cabo comentarios y/o acciones propuestas para el aumento de la productividad del área, para así mejorar el flujo de materiales, productos y de operadores (evitar la necesidad de limpiar constantemente su área de trabajo y evasión de artículos innecesarios) al igual que el incremento significativo de la seguridad y satisfacción personal, optimizando sus espacios desaprovechados y reduciendo los desperdicios.

4.6. Propuesta de Mejora

En este punto para el proyecto actual, se propusieron una serie de fases para llevar a cabo la implementación del Modelo 5'S, Gestión Visual "Uso de tableros e indicadores" y propuesta para el aumento de productividad en el área del Aserradero. El siguiente contenido detallará una serie de imágenes actuales de la empresa y la propuesta de mejora, con el fin de expresarles los cambios que se va a realizar entre todo el equipo y lo que se espera lograr con la implementación; para ello se asignará un líder que será el Gerente de Producción Carlos Castillo y como ayudante al Ingeniero Carlos Arreola y de esta manera se demostrará el involucramiento y la forma de cómo llevar dicha metodología y uso de las herramientas para el logro del objetivo de incrementar la productividad del área bajo estudio.

4.6.1. FASE PRELIMINAR

En esta fase, se establecerán en orden cronológico las actividades a realizar en el transcurso del proyecto, para dar cumplimiento en tiempo y forma de cada una de ellas. Dichas actividades se muestran en la tabla 17.

Tabla .17. Cronograma para la propuesta de implementación (Elaboración propia)

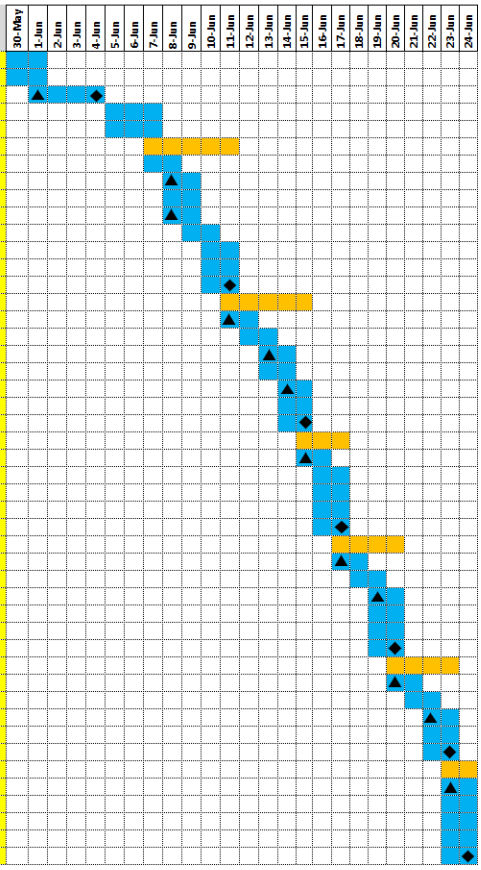
GANTT DE PROYECTO IMPLEMENTACION MODELO 5'S
PROYECTO # PLTC - 002

PALLET TEC

Fecha Inicio: 5/30/2022
Fecha Actual: 5/26/2022
Elaborado: Carlos Arreola

Prioridad
Milestone
En proceso
Concluido

	Duración (Días)	Inicio	Fin	Extender Fecha	Fin Real	Estatus
Realizar presentación de introducción	2	5/30/2022	6/1/2022			6
Definición de equipo guía	2	5/30/2022	6/1/2022			6
Capacitar todo el personal y directivos	4	6/1/2022	6/4/2022			9
Definición de areas y acomodos en software AutoCAD	3	6/5/2022	6/7/2022			12
Fotos del estado actual	3	6/5/2022	6/7/2022			12
Implementación 1ra S	5	6/7/2022	6/12/2022			17
Realizar listado de articulos del área	1	6/7/2022	6/8/2022			13
Clasificar	1	6/8/2022	6/9/2022			14
Distribuir tarjetas rojas	1	6/8/2022	6/9/2022			14
Verificar tarjetas rojas	1	6/8/2022	6/9/2022			14
Reunión de avance	1	6/9/2022	6/10/2022			15
Eliminar artículos innecesarios del área	1	6/10/2022	6/11/2022			16
Fotografias de avances	1	6/10/2022	6/11/2022			16
Actualizar estatus del proyecto	1	6/10/2022	6/11/2022			16
Implementación 2da S	5	6/11/2022	6/15/2022			20
Revisión de avances y decidir iniciar o prolongar 1ra S	1	6/11/2022	6/12/2022			17
Revisión de areas y acomodos en software AutoCAD	1	6/12/2022	6/13/2022			18
Ordenar y marcar (usando códigos de colores)	1	6/13/2022	6/14/2022			19
Reunión de seguimiento y verificación	1	6/13/2022	6/14/2022			19
Tomar decisiones sobre artículos en cuarentena	1	6/14/2022	6/15/2022			20
Fotografias de avances	1	6/14/2022	6/15/2022			20
Actualizar estatus del proyecto	1	6/14/2022	6/15/2022			20
Implementación 3ra S	3	6/15/2022	6/17/2022			22
Revisión de avances y decidir iniciar o prolongar 2da S	1	6/15/2022	6/16/2022			21
Establecer programas y métodos de limpieza	1	6/16/2022	6/17/2022			22
Establecer alternativas para la reducción de aserrín	1	6/16/2022	6/17/2022			22
Reunión de seguimiento y verificación	1	6/16/2022	6/17/2022			22
Actualizar estatus del proyecto	1	6/16/2022	6/17/2022			22
Implementación 4ta S	4	6/17/2022	6/20/2022			25
Revisión de avances y decidir iniciar o prolongar 3ra S	1	6/17/2022	6/18/2022			23
Elaborar manuales de 5 S	1	6/18/2022	6/19/2022			24
Delimitar maquinaria, MP, pasillos, etc...	1	6/19/2022	6/20/2022			25
Reunión de seguimiento y verificación	1	6/19/2022	6/20/2022			25
Fotografias de avances	1	6/19/2022	6/20/2022			25
Actualizar estatus del proyecto	1	6/19/2022	6/20/2022			25
Implementación 5ta S	4	6/20/2022	6/23/2022			28
Revisión de avances y decidir iniciar o prolongar 4ta S	1	6/20/2022	6/21/2022			26
Reuniones de seguimiento y verificación	1	6/21/2022	6/22/2022			27
Adecuar auditoria a la situación actual de las 5'S	1	6/22/2022	6/23/2022			28
Auditorías periódicas (Bimestrales)	1	6/22/2022	6/23/2022			28
Establecer métrico 5'S	1	6/22/2022	6/23/2022			28
Control y seguimiento	1	6/23/2022	6/24/2022			29
Implementar tableros de acciones de control	1	6/23/2022	6/24/2022			29
Implementar tableros de control	1	6/23/2022	6/24/2022			29
Implementar métricos para observar comportamiento	1	6/23/2022	6/24/2022			29
Actualizar estatus del proyecto	1	6/23/2022	6/24/2022			29
Terminación formal del proyecto	1	6/23/2022	6/24/2022			29

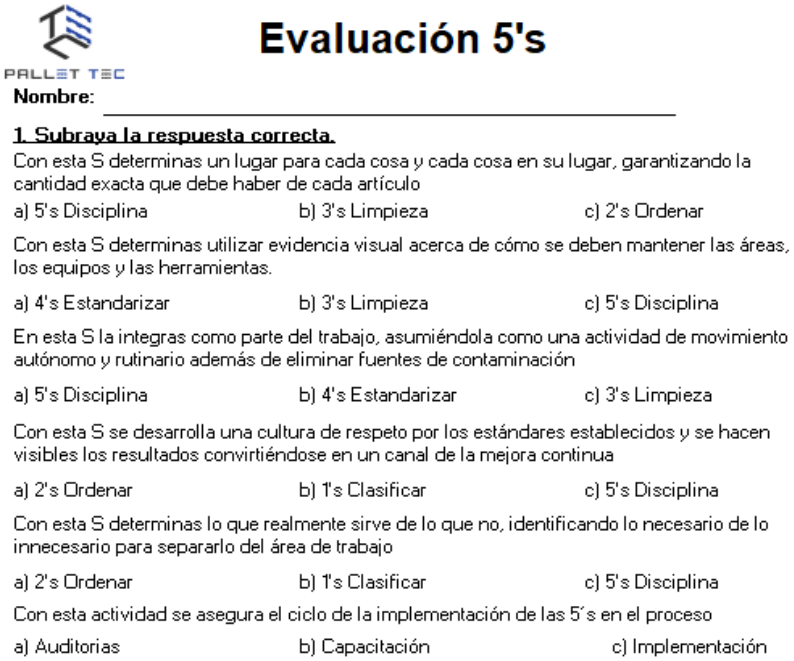


Para llevar a cabo la implementación de la metodología del Modelo 5'S con éxito, se establecerá una reunión privada con los jefes y el gerente para brindarles una presentación de las propuestas de mejora a realizar y darles un mayor panorama sobre sus beneficios, para posteriormente tener una reunión general de todo personal, para dar a conocer el proyecto a realizar. Por otro lado, debido a que no cuentan con los conocimientos básicos de Lean Manufacturing, se les apoyará con una breve capacitación de White Belt, para mostrar la necesidad de crear una cultura organizacional de pensamiento esbelto teniendo con mayor importancia el tema de orden, limpieza y estandarización para comprender el impacto que se tendría en el proceso. La Figura 38 muestra la capacitación que se pretende dar al personal de la empresa. muestra la capacitación que se pretende dar al personal de la empresa.



Figura .38. Presentación de capacitación White Belt para la empresa Pallet Tec (Elaboración propia)

Tras finalizar la capacitación de White Belt a los operadores de la empresa Pallet Tec, se evaluará con una pequeña prueba la comprensión de las 5´S y se analizará que involucramiento se le podrá brindar durante el proceso de implementación. La propuesta de evaluación se muestra en la figura 39.



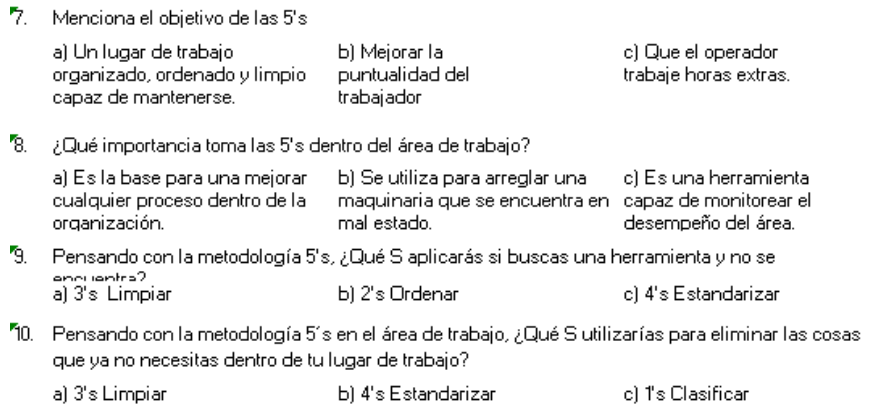
PALLET TEC

Evaluación 5's

Nombre: _____

1. Subraya la respuesta correcta.

1. Con esta S determinas un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar, garantizando la cantidad exacta que debe haber de cada artículo
   a) 5's Disciplina b) 3's Limpieza c) 2's Ordenar
2. Con esta S determinas utilizar evidencia visual acerca de cómo se deben mantener las áreas, los equipos y las herramientas.
   a) 4's Estandarizar b) 3's Limpieza c) 5's Disciplina
3. En esta S la integras como parte del trabajo, asumiéndola como una actividad de movimiento autónomo y rutinario además de eliminar fuentes de contaminación
   a) 5's Disciplina b) 4's Estandarizar c) 3's Limpieza
4. Con esta S se desarrolla una cultura de respeto por los estándares establecidos y se hacen visibles los resultados convirtiéndose en un canal de la mejora continua
   a) 2's Ordenar b) 1's Clasificar c) 5's Disciplina
5. Con esta S determinas lo que realmente sirve de lo que no, identificando lo necesario de lo innecesario para separarlo del área de trabajo
   a) 2's Ordenar b) 1's Clasificar c) 5's Disciplina
6. Con esta actividad se asegura el ciclo de la implementación de las 5´s en el proceso
   a) Auditorias b) Capacitación c) Implementación



7. Menciona el objetivo de las 5's

a) Un lugar de trabajo organizado, ordenado y limpio capaz de mantenerse.
b) Mejorar la puntualidad del trabajador
c) Que el operador trabaje horas extras.

8. ¿Qué importancia toma las 5's dentro del área de trabajo?

a) Es la base para una mejorar cualquier proceso dentro de la organización.
b) Se utiliza para arreglar una maquinaria que se encuentra en mal estado.
c) Es una herramienta capaz de monitorear el desempeño del área.

9. Pensando con la metodología 5's, ¿Qué S aplicarás si buscas una herramienta y no se encuentra?

a) 3's Limpiar
b) 2's Ordenar
c) 4's Estandarizar

10. Pensando con la metodología 5´s en el área de trabajo, ¿Qué S utilizarías para eliminar las cosas que ya no necesitas dentro de tu lugar de trabajo?

a) 3's Limpiar
b) 4's Estandarizar
c) 1's Clasificar

Figura .39. Evaluación White Belt del modelo 5´S (Elaboración propia)

Dentro de esta fase, se encuentra establecido, la definición de áreas y acomodos del área bajo estudio, esto servirá para tener las delimitaciones de la maquinaria, pasillos, producto y entre otro. Para que los integrantes del proyecto ya estén listos para efectuar su reacomodo y marcado con mayor eficiencia, y así tener una pronta recuperación productiva de las operaciones del Aserradero, del mismo modo se verificará si el rediseño de la distribución es el óptimo para operar. De la misma manera, para la propuesta del Lay-Out, se agregaran dos fresadoras tradicionales para el aumento de la productividad del área, dicho esto, la consideración de agregar dos máquinas más en específico las fresadoras, se deriva por su menor tiempo de ciclo de operación a comparación de la sierra estacionaria y por la posibilidad de mejorar las técnicas de corte de los operarios, para lograr un flujo de material más fluido y un aumento significativo del doble de producir, es decir, un 50% más de las condiciones actuales que se encontraban. En la tabla 17 se puede observar el impacto que tendría al agregar estas dos máquinas.

Tabla .17. Aumento de productividad por agregar dos máquinas más al área Aserradero (Elaboración propia)

Propuesta para aumento de productividad								
	Fresadora tradicional		Sierra tradicional		Fresadora tradicional		Fresadora tradicional	
1 tarima	40	tablas	37	tablas	40	tablas	40	tablas
15 tablas	10.3	min	10.3	min	10.3	min	10.3	min
3 barrotes	480	min/turno	480	min/turno	480	min/turno	480	min/turno
18 tablas	47	troncos/turno	47	troncos/turno	47	troncos/turno	47	troncos/turno
6 dias/semana	2162	tablas/turno	1739	tablas/turno	2162	tablas/turno	2162	tablas/turno
24 dias/mes	120	tarimas/turno	97	tarimas/turno	120	tarimas/turno	120	tarimas/turno
Nota: Se tomo el tiempo de ciclo mas alto para realizar los calculos, en este caso el de la cierra estacionaria con 10.3 min								
Actual	**Total**		**217**	**tarimas/turno**	**Futuro**	**Total**	**457**	**tarimas/turno**
	Mensuales		**5208**	**tarimas/mes**		**Mensuales**	**10968**	**tarimas/mes**

De lo previamente mencionado, el costo de agregar las dos máquinas extra, tiene un costo unitario de $70,000 pesos MXN cada una (Fresadora Tradicional representada en la figura 40). Reflexionando la información de la tabla anterior, se observa que el impacto que tendría añadir las dos fresadoras, reducirá el uso y compra de la materia dimensionada recibida por su proveedor, por ende, aumentando su productividad a casi 11,000 tarimas, lo cual estaría generando una ganancia tomando en cuenta el precio unitario por tarima de $382.00 pesos MXN y el aumento de productividad por 5760 tarimas, dando como resultado en total más de $4,000,000 de pesos por parte del Aserradero. El aserradero

de la empresa estaría ahorrando más de $300,000 pesos por la transformación de materia prima a tarimas. La tabla 18 y la figura 41 muestran la propuesta para la redistribución del área del Aserradero de la empresa Pallet Tec, la fresadora tradicional a invertir y la diferencia de ahorro con el aumento de productividad.



Figura .40. Fresadora Tradicional

Tabla .18. Diferencia de ganancia por aumento de productividad (Elaboración propia)

Actual			
Tijuana	Sales	Ceverzeria	
2000	2000	1000	Tarimas asignadas
12000	10560	8000	Demanda
$ 3,820,000.00	$ 3,269,920.00	$ 2,674,000.00	Lo que deberia generar
$ 3,120,000.00	$ 2,782,000.00	$ 2,492,000.00	Lo que genera
$ 700,000.00	$ 487,920.00	$ 182,000.00	$ 1,369,920.00

Propuesta			
Tijuana	Sales	Ceverzeria	
8000	1000	1000	Tarimas asignadas
12000	10560	8000	Demanda
$ 1,528,000.00	$ 3,651,920.00	$ 2,674,000.00	Lo que deberia generar
$ 1,248,000.00	$ 3,107,000.00	$ 2,492,000.00	Lo que genera
$ 280,000.00	$ 544,920.00	$ 182,000.00	$ 1,006,920.00
			Actual vs Propuesta
			$ 363,000.00

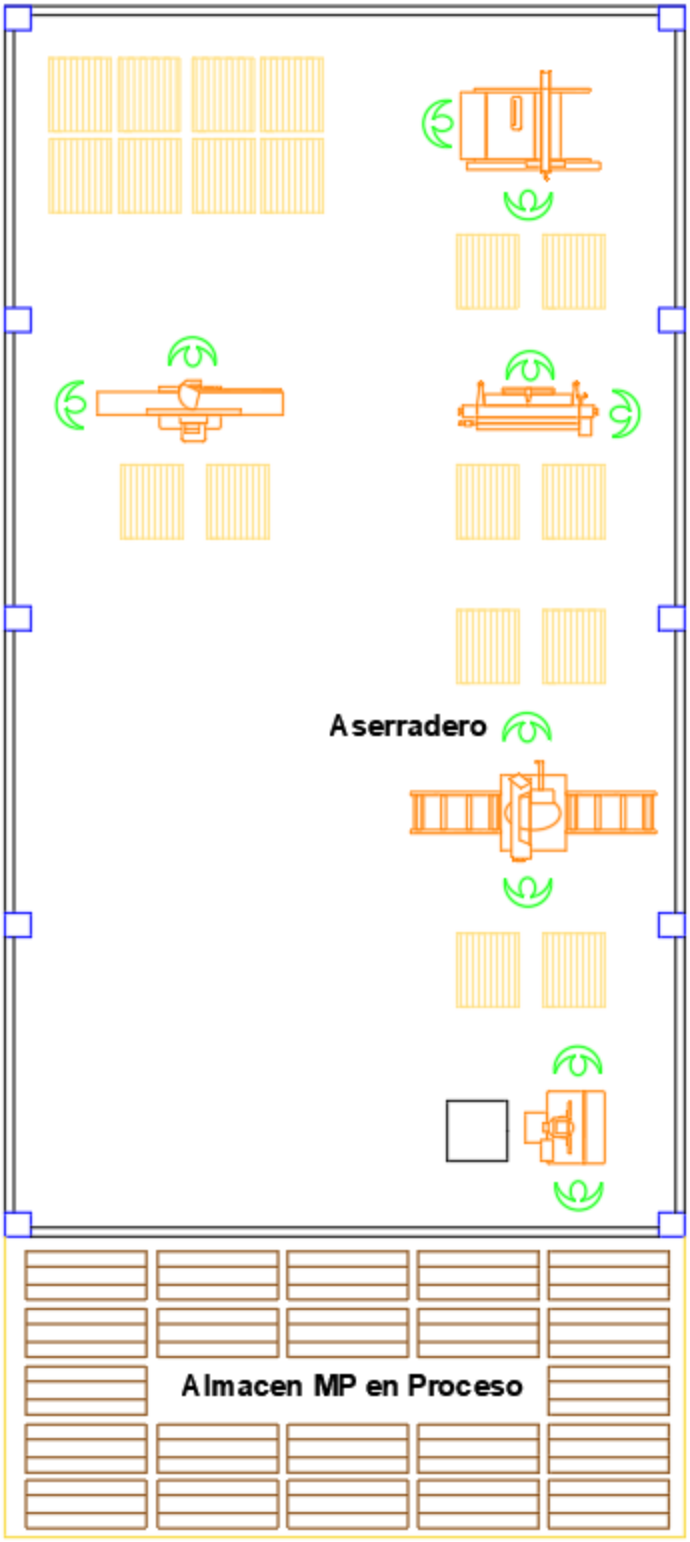


Figura .41. Primera propuesta de redistribución del área Aserradero (Elaboración propia)

La figura 40 muestra la nueva distribución contemplando los espacios de las maquinarias a agregar, la primera fresadora se encuentra igual, a lo contrario de la sierra para dar un flujo lineal del proceso. Se les creo un espacio frente de cada una de las máquinas para colocar la materia prima en proceso. Del proceso de transformación sigue el proceso de corte de largo de la tabla, del mismo modo que tiene la materia prima su lugar especificado para dicha operación, como subsecuente la operación de dimensionado, se colocó a lado izquierdo del proceso anterior teniendo su espacio para introducir la materia prima correspondiente terminando en el acomodo de tarimas en proceso o dar seguimiento a corte de barrotes. La máquina de corte de barrotes se colocó dentro del proceso para eliminar el recorrido innecesario y aprovechando el área libre para colocar más material en proceso en dado caso de necesitar espacio.

4.6.2. FASE DE IMPLEMENTACION

La fase de implementación llevará a cabo la ejecución de cada una de las 5's de acuerdo con el plan cronológico programado. De modo que, la aplicación de esta metodología reduzca de manera significativa los residuos producidos por la madera, y se incremente la seguridad e higiene de los operadores, se produzca un aumento productivo por disminución de tiempos y se logre espacios libres sin obstáculos, y se pueda generar una cultura de orden y limpieza del área del Aserradero de la empresa.

- **Seiri – Clasificar**

El objetivo de la primera S "Clasificación" consistirá en separar los artículos necesarios de los que no lo son, es decir, retirar del lugar de trabajo en este caso en el área del Aserradero todos los artículos que no agreguen valor para las operaciones. El proceso de selección dará a conocer las áreas de oportunidad, definir los criterios de selección, identificar los objetos seleccionados para darse cuenta de sus espacios desperdiciados y disponer de los elementos clasificados. Para definir el criterio de selección se deberá decidir qué hacer con los artículos u objetos seleccionados como no necesarios ver figura 42).

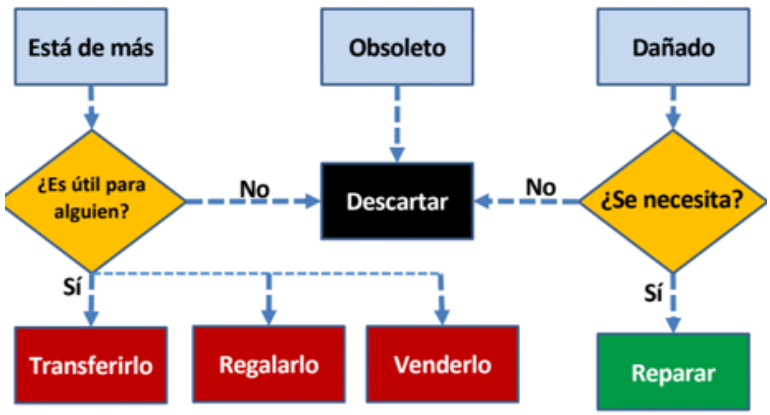
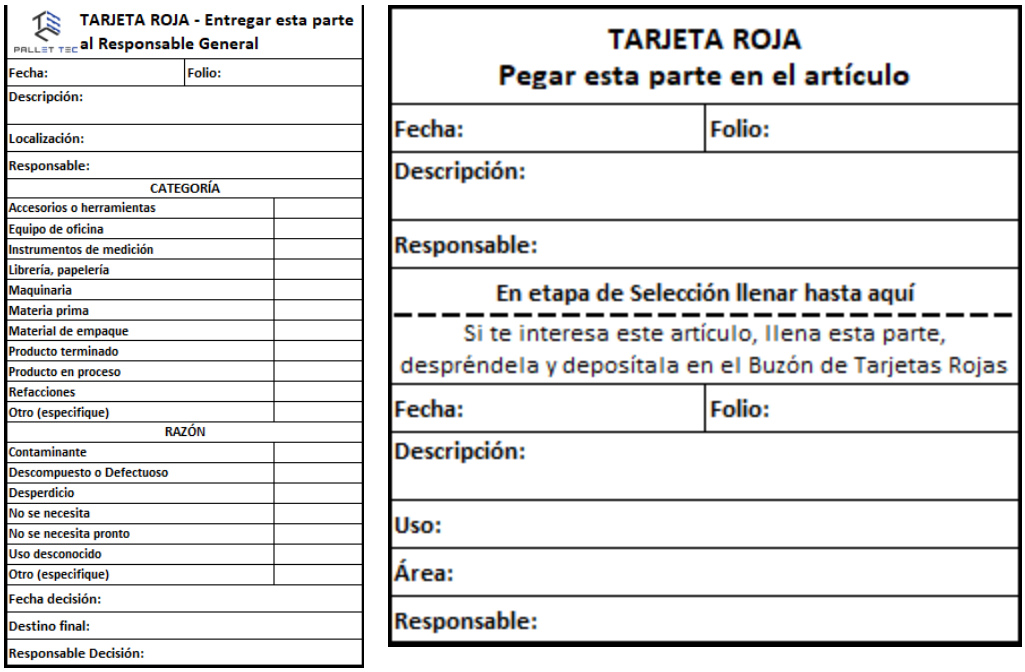


Figura .42. Diagrama de selección de artículo (Fuente: Presentación de Lean Six Sigma Yellow Belt)

Para tener localizados los artículos necesarios de los innecesarios, los objetos seleccionados como no necesarios deberán de ser identificados con una “tarjeta roja” y confinados en un área de cuarentena, en lo que se deciden las acciones a tomar si serán desechados o utilizados más delante, solo lo que se necesita, la cantidad necesaria y cuando se necesitará. La tabla 43 muestra las tarjetas antes mencionadas.



TARJETA ROJA - Entregar esta parte al Responsable General	
Fecha:	Folio:
Descripción:	
Localización:	
Responsable:	
CATEGORÍA	
Accesorios o herramientas	
Equipo de oficina	
Instrumentos de medición	
Librería, papelería	
Maquinaria	
Materia prima	
Material de empaque	
Producto terminado	
Producto en proceso	
Refacciones	
Otro (especifique)	
RAZÓN	
Contaminante	
Descompuesto o Defectuoso	
Desperdicio	
No se necesita	
No se necesita pronto	
Uso desconocido	
Otro (especifique)	
Fecha decisión:	
Destino final:	
Responsable Decisión:	

TARJETA ROJA Pegar esta parte en el artículo	
Fecha:	Folio:
Descripción:	
Responsable:	
En etapa de Selección llenar hasta aquí	
Si te interesa este artículo, llena esta parte, despréndela y depositala en el Buzón de Tarjetas Rojas	
Fecha:	Folio:
Descripción:	
Uso:	
Área:	
Responsable:	

Figura .43. Tarjetas rojas (Elaboración propia)

De lo antes referido, la distribución de tarjetas será entregada al responsable del área, en este caso el gerente de producción quién tomará las decisiones de si mantener los artículos o desecharlos. Para la identificación de los artículos una parte de la tarjeta será adherida al objeto indicando si es de interés explicando el porqué, de lo contrario pasará a ser retirado del área. Y, por último, para llevar un control de las tarjetas rojas, se llenará un Checklist para la verificación y validación final de cada artículo, como se puede observar en la tabla 19.

Tabla .19. Control de distribución de tarjetas rojas (Elaboración propia)



PALLET TEC

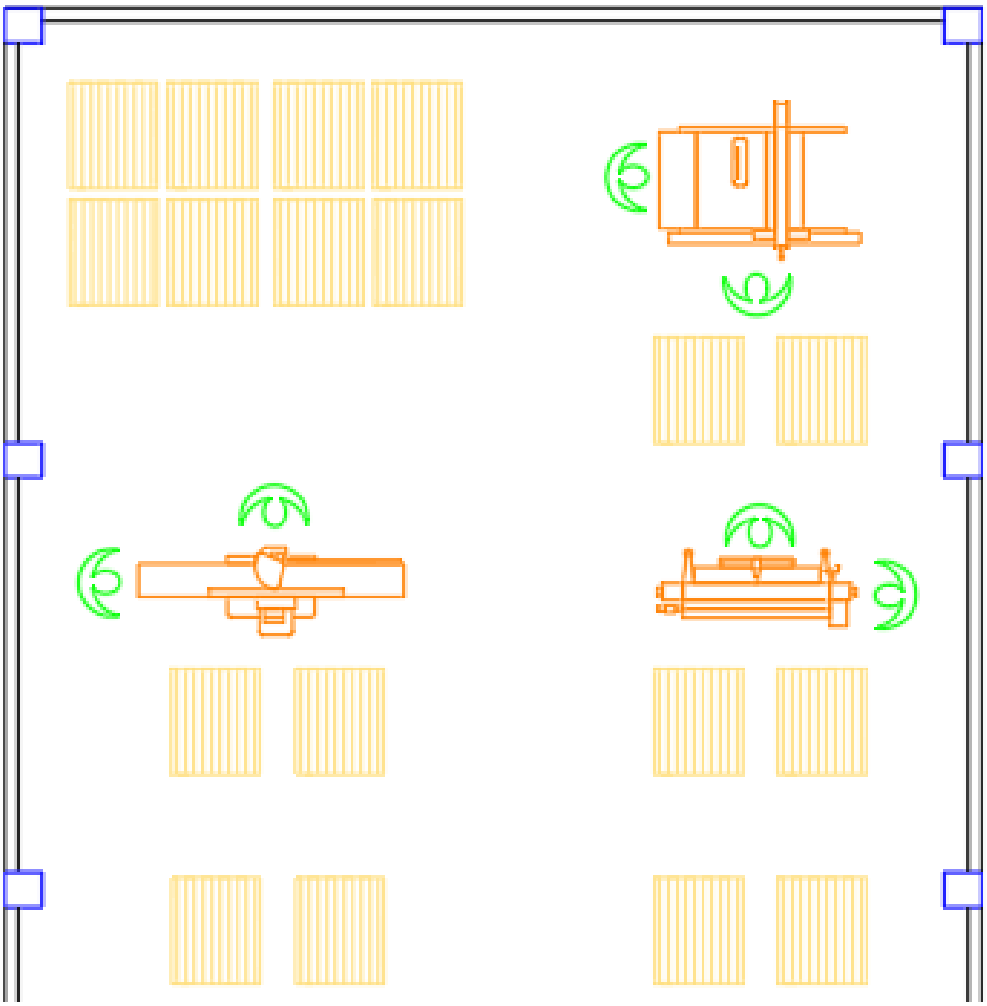
Control de Tarjetas Rojas

No.	Fecha	Descripción	Categoría	Razón	Fecha Decisión	Destino Final	Responsable	Ubicación
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

- **Seiton – Ordenar**

Al terminar de aplicar la primera S denominada “Clasificación” se dará inicio a la segunda S “Orden” la cual tendrá como objetivo ordenar los artículos relevantes del área asignándolos a un lugar específico, un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.

La implementación de este paso se basará en ordenar el Aserradero con elementos necesarios para su trabajo, estableciendo espacios definidos para cada uno de ellos, de manera que facilite su identificación, localización, disposición y regreso al mismo o el siguiente lugar después de ser usados. Se deberá prepara el área de trabajo, es decir, disponer de tiempo para su reacomodo para la asignación de lugares específicos estableciendo reglas para su seguimiento. La organización del área enfatizará la colocación funcional de la materia prima, herramientas y materiales, asignando nombres y lugares designados, esto para la recuperación rápida y fácil de la materia transformada para dar flujo al proceso. En la figura 44 se muestra la segunda distribución de acuerdo con la segunda S, estableciendo espacios designados tomando en cuenta la futura maquinaria a agregar.



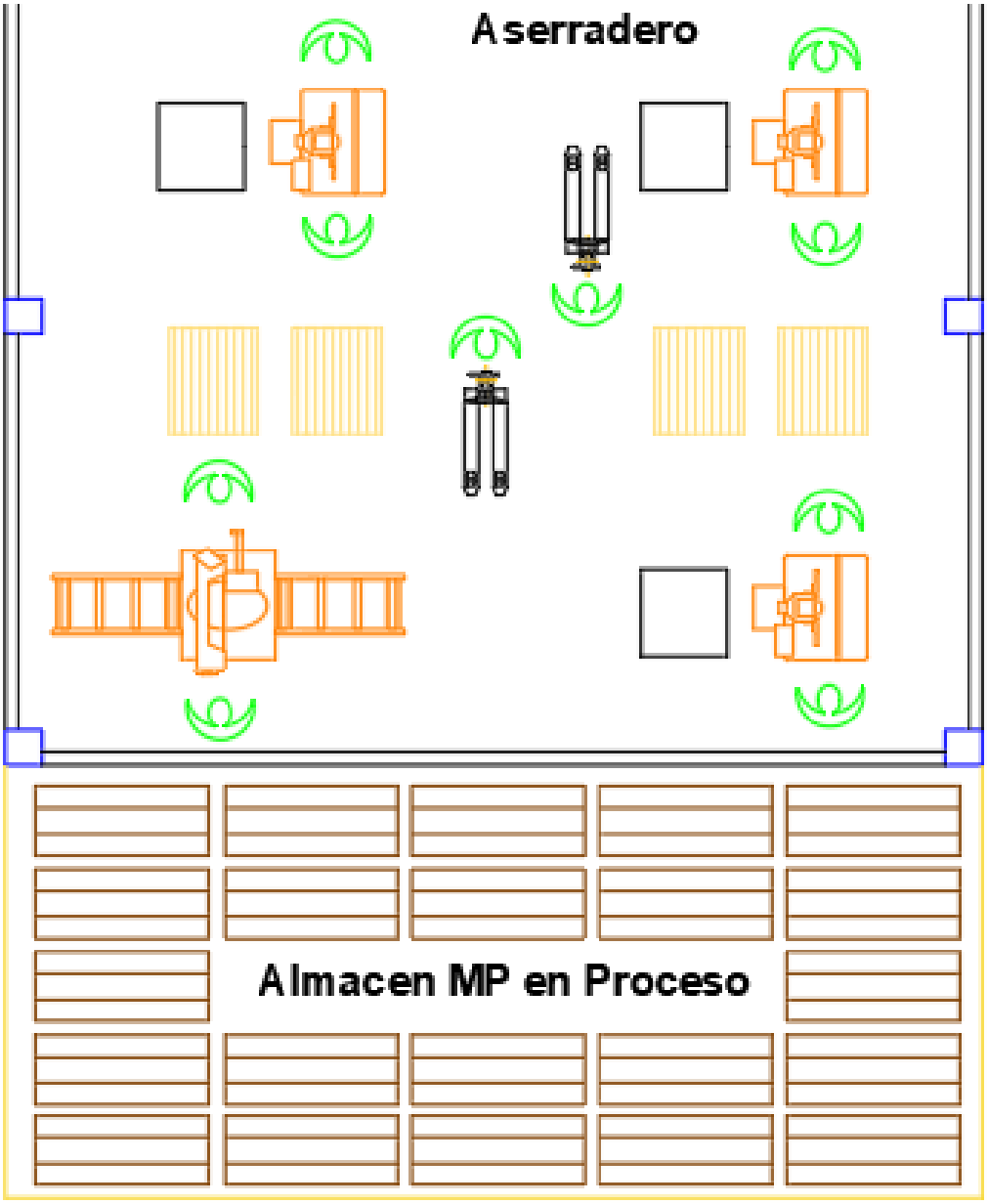
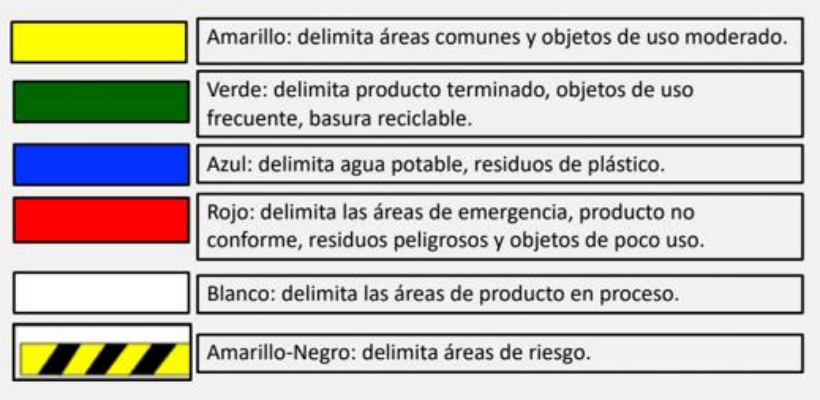


Figura .44. Segunda propuesta de distribución del área del Aserradero (Elaboración propia)

En la segunda propuesta, se puede notar que la sierra estacionaria fue devuelta a su lugar original, dando el espacio a las dos fresadoras. Cada una de las estaciones se ubicó un espacio para colocar la materia prima en proceso, los espacios entre las máquinas y materia prima correspondiente a sus procesos, cuentan con el espacio suficiente para que el operador pueda moverse y maniobrar los troncos y las tablas resultante del corte. En el Lay-Out se creó un pasillo para dar flujo de materiales. Este lugar es un espacio con bastante distancia para que con la ayuda de dos pallets jacks puedan circular de ida y vuelta surtiendo la materia prima a cada estación, eliminando el recorrido mismo de los operadores que se encuentran en trabajo.

Finalmente, de los lugares definidos de los espacios, pasillos, maquinarias, materiales, etc. se deberá delimitar con pintura de diversos colores de acuerdo con la necesidad del área, como adicional agregando señalizaciones de seguridad que se requieran. El estándar de colores para marcar las 5'S en los pisos, se muestran en la tabla 20.

Tabla .20. Guía de colores para delimitación de pisos (Fuente: Presentación Lean Six Sigma Yellow Belt)



- **Seiso – Limpieza**

El área del Aserradero de la empresa Pallet Tec se encuentra combatiendo la suciedad, ya que elaboran tablas para el ensamble de tarimas, y este proceso arroja viruta producida por la madera llamada "aserrín", lo cual provoca que el espacio de trabajo no esté totalmente limpio y libre de partículas las cuales pueden afectar a la salud del operador. Actualmente la empresa no cuenta con un programa de buenas prácticas de limpieza, por ello se busca la implementación de la tercera S "Limpieza" donde se busca conservar un área limpia de trabajo para una operación más rápida y eficiente.

Esta herramienta tendrá como objetivo, básicamente erradicar la suciedad lo más posible. Cabe mencionar que el lugar más limpio no es el que más asea, sino el que menos se ensucia, por ende, se determinará un programa de limpieza, métodos de limpieza e inculcar esa disciplina. La tabla 21 muestra un formato acerca del programa de limpieza a realizar.

Tabla .21. Programa de limpieza para el área del Aserradero (Elaboración propia)

PALLET TEC	PROGRAMA DE LIMPIEZA				
ÁREA	OBJETOS A LIMPIAR	DESCRIPCIÓN / PROCEDIMIENTO	ARTÍCULO KIT DE LIMPIEZA	RESPONSABLE	FRECUENCIA

Para llevar a cabo el llenado del formato, se deberán asignar responsables de las actividades de limpieza y definir con qué frecuencia y cuando se deberán realizar. Se deberá elaborar un listado con cada una de las actividades de limpieza que se han de realizar, listando los artículos y equipos de limpieza que se necesita, documentando dichas actividades en un procedimiento, como se muestra en la tabla 22.

Tabla .22. Listado de limpieza de actividades para elaborar su procedimiento (Elaboración propia)

Procedimiento de limpieza de las Actividades

No.	Actividades	Artículos limpiados	Equipo utilizado	Responsable	Procedimiento de limpieza
1					
2					
3					

Para la reducción y control del aserrín, se colocará un contenedor en cada máquina por donde sale arrojado el desperdicio de la madera, esto para minimizar la suciedad del área de trabajo de los operadores y reduzcan su limpia constante de su alrededor. Los contenedores a utilizar se encuentran dentro del área bajo estudio sin valor agregado y solo lo utilizan para almacenar tablas desperdiciadas. Dicho contenedor se puede aprovechar para la retención de aserrín arrojado por la máquina, lo cual evitará la fuga de la viruta por el área de trabajo, y por otra parte, el desperdicio resultante de la madera será arrojado a contenedores por fuera del Aserradero, como se muestra en las figuras 45 y 46.

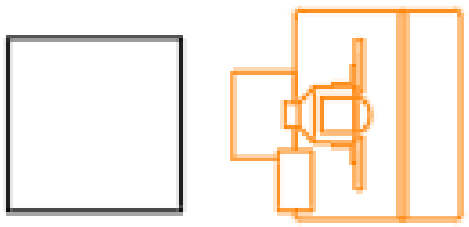


Figura .45. Fresadora tradicional con contenedor para aserrín (Elaboración propia)

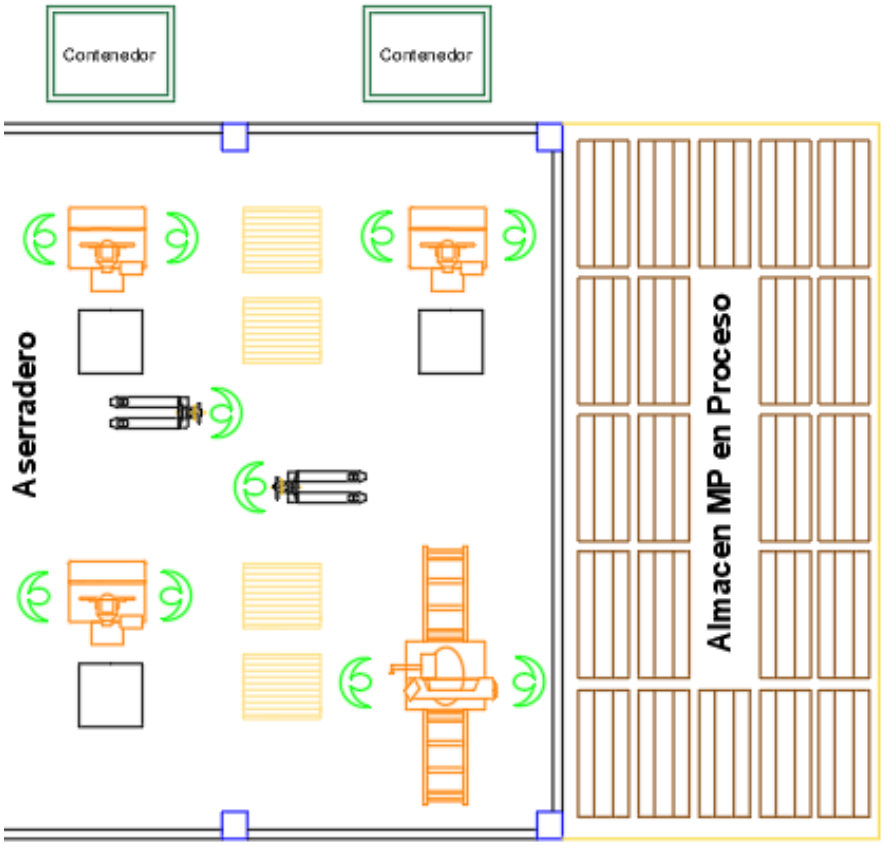


Figura .46. Contenedores para desperdicios de tablas colocados por fuera del área (Elaboración propia)

- **Seiketsu – Estandarización**

La cuarta S "Estandarización" consiste en mantener las tres primeras "S". Su propósito es lograr que los procedimientos, operaciones y actividades se ejecuten constantemente de manera consistente y regular para asegurar que la clasificación, orden y limpieza sean mejoradas en el área del Aserradero. Esto deberá darse a partir de la supervisión por parte del responsable (el gerente de producción), quién tendrá que encargarse de realizar un recorrido para llevar a cabo la auditoría y comentarios de las "S" implementadas anteriormente. Para la empresa Pallet Tec se propuso que cada uno de los encargados de las áreas de la planta realice la auditoría del área del Aserradero, puesto que al tener una limitación de personal a cargo puedan llegar a rotar en caso de que haga falta un elemento o no se encuentre disponible en el momento.

Para el presente proyecto, se propuso la delimitación de las áreas y la designación de que debería de ir en dicha delimitación, es decir, qué máquina, material en proceso, material terminado en proceso, área de deshecho y entre otra. Del mismo modo se propuso adherir señalamientos para la fácil identificación del personal en turno, para que indiquen que número de máquina es, tableros de control y área de desperdicios, también se debe pintar en el piso qué material se encuentra en proceso, si es material en transformación,

desperdicio o material terminado en proceso. En las figuras 47 y 48 se muestra el Lay-Out propuesto con su delimitación y los señalamientos por pegar en las maquinarias.

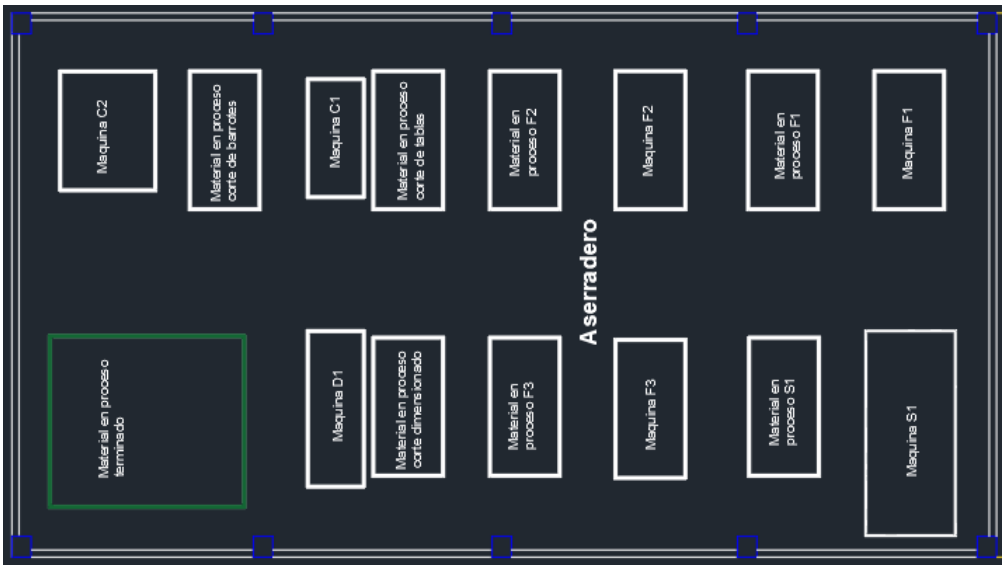


Figura .47. Lay-Out propuesto con delimitaciones de maquinaria y material (Elaboración propia)

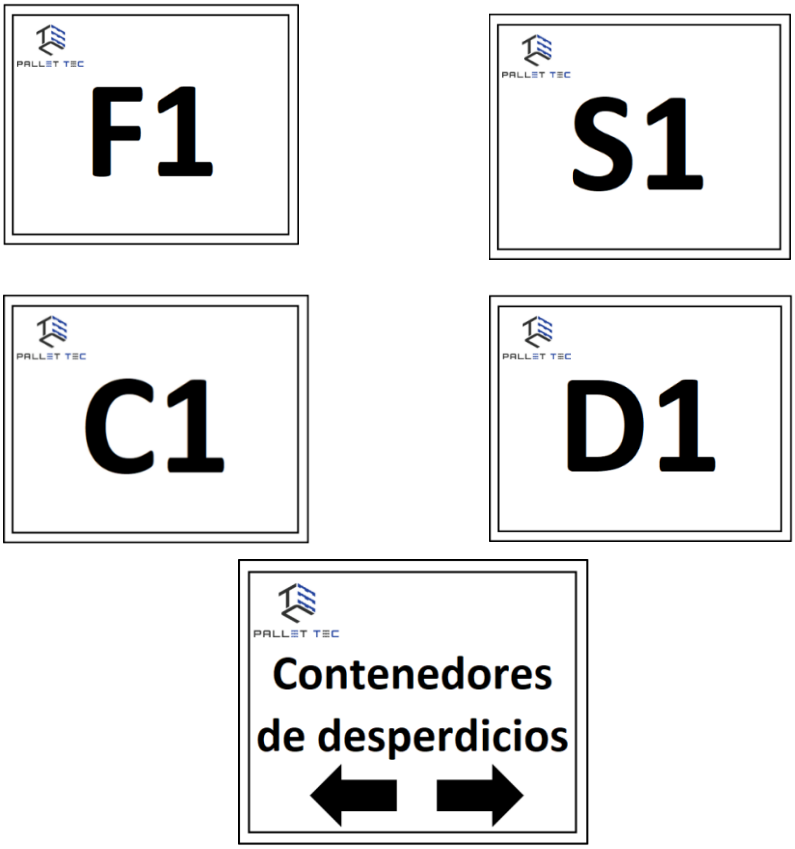


Figura 48. Etiquetas para maquinaria (Elaboración propia)

La figura 48, hace referencia respecto a qué máquina corresponderán adherir los señalamientos, es decir, F1 pertenece a la primera Fresadora Tradicional, S1 hace referencia a la Sierra Estacionario, C1 a la máquina de cortes de largo de tabla, D1 va de la mano con la máquina dimensionadora, etc. Igual se colocarán señalamientos para operaciones externas pero que pertenecen al proceso y un marcado de piso del área para evitar confusiones de los operadores y sepan que corresponde dentro de cada recuadro. El Lay-Out propuesto está pintado de acuerdo con los códigos de colores que significan lo siguiente:

-Blanco: Máquinas y material en proceso de transformación o flujo.

-Verde: Material en proceso terminado y área de deshechos o desperdicios.

Para dar seguimiento y mantener el modelo 5´S se adecuará una auditoría acorde con las condiciones futuras, despúes de la implementación, para llevar a cabo revisiones bimestrales y así controlar el comportamientos de cada “S”. Dicho resultado fue plasmado en un tablero con gráficos de radar y una gráfica de tendencia, donde se podrán observar la calificación de la auditoría total. En la tabla 23se observa el formato a utilizar para las revisiones y en la figura 49 se muestra el tablero de las 5´S.

Tabla .23. Formato para auditoría bimestral del área Aserradero (Elaboración propia)

PALLET TEC

AUDITORIA 5´S

Pág. 1/2

Fecha: _____ **:ponsable del área:** _____

Área auditada: _____ **Auditor:** _____

Tabla de evaluación

Categoría	n.°	Criterio	Puntaje	Escala
SEIRI *Clasificar*	1			4
	2			4
	3			4
	4			4
	5			4
	6			4
SEITON *Ordenar*	7			4
	8			4
	9			4
	10			4
	11			4
	12			4
	13			4
	14			4
	15			4
SEISO *Limpiar*	16			4
	17			4
	18			4
	19			4
	20			4
	21			4

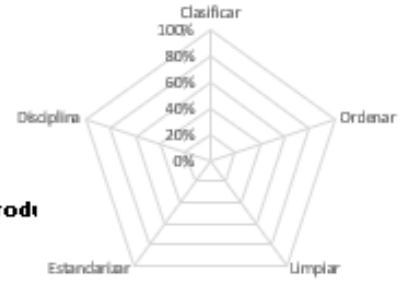
SEIKETSU *Estandarizar*	20			4
	21			4
	22			4
	23			4
SHITSUKE *Disciplina/ Mantener*	24			4

Porcentaje de cumplimiento de acuerdo al criterio de evaluación:

1: 0% - 30% *2: 31% - 60%* *3: 61% - 85%* *4: 100%*

Resultados de la Auditoría

Categoría	Puntaje	Escala	Resultado
Clasificar			
Ordenar			
Limpiar			
Estandarizar			
Disciplina			



los resultados serán calculados por el encargado de Prod

Resultado de la auditoría realizada: _____

PALLET TEC

AUDITORIA 5´S

Categoría	n.°	Comentarios
SEIRI *Clasificar*	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
SEITON *Ordenar*	7	
	8	
	9	
	10	
	11	
	12	
	13	
	14	
	15	
SEISO	16	
	17	
	18	

Limpiar	19	
	20	
	21	
SEIKETSU *Estandarizar*	22	
	23	
	24	
	25	
SHITSUKE *Disciplina/ Mantener*	26	

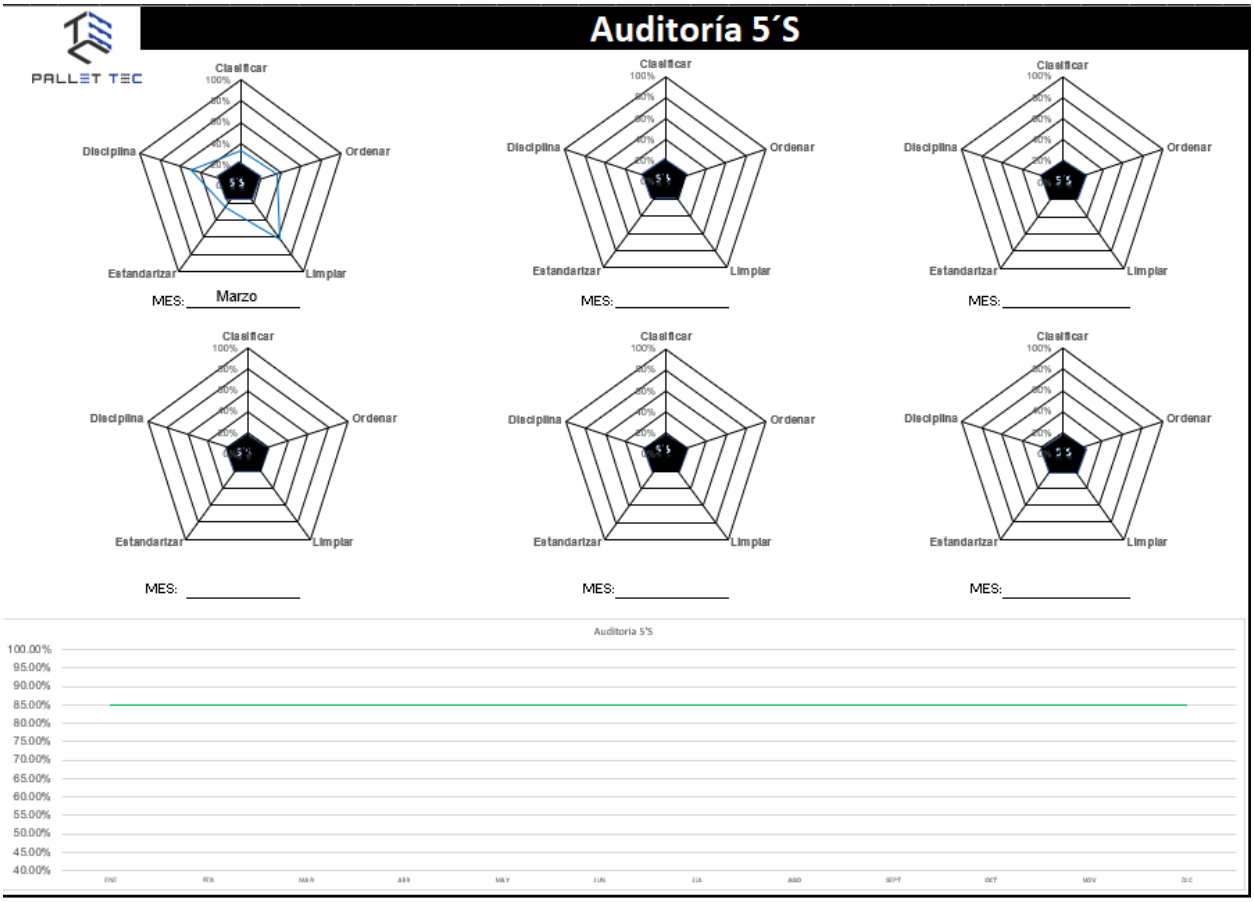


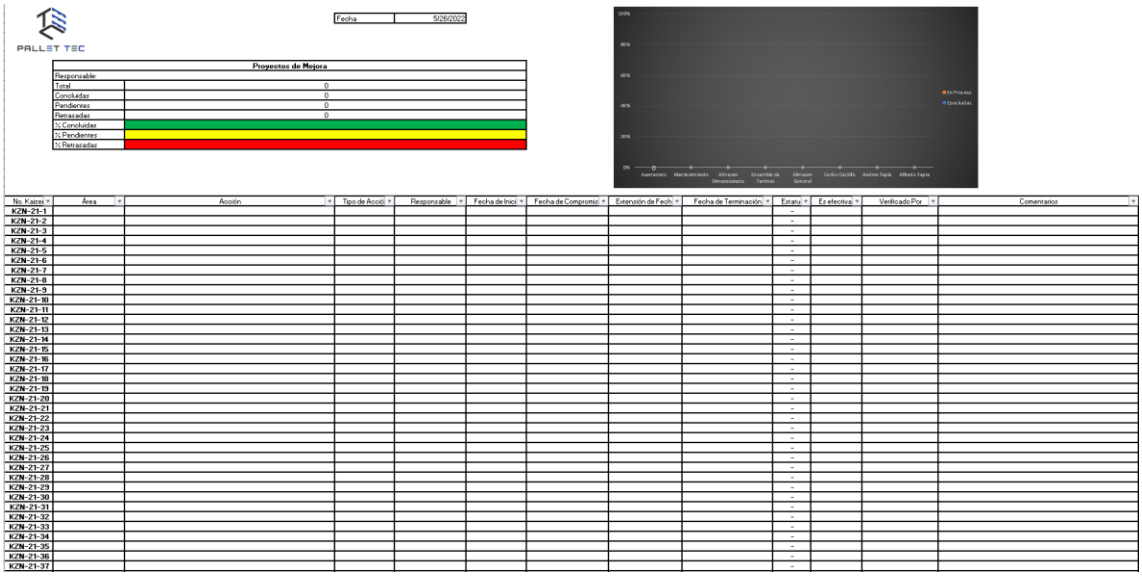
Figura .49. Tablero para resultados de la Auditoría 5´S del área del Aserradero (Elaboración propia)

- **Shitsuke – Disciplina**

La última S “Disciplina” hace referencia al control y seguimiento de todas las S anteriores, su meta es que se vuelvan costumbre, se convierta en un hábito de las partes internas para el éxito de mantenerlas, al igual que llevar acciones periódicas para mejorarlas constantemente, esto se logrará en base a un entrenamiento y una correcta comunicación, además de juntas periódicas para analizar la productividad, con la finalidad de evaluar los resultados del área del Aserradero de la empresa Pallet Tec.

Al igual, la autodisciplina permite que los operadores se familiaricen con su trabajo día a día, del mismo modo, que estén inlcuidos en las participaciones para cualquier mejora, ellos mismos puedan proponer acciones que beneficien el trabajo de los demás, por ende, fortalece el compromiso con la empresa y crecimiento personal lo cual tendrá como efecto el rendimiento del operador, mejorar los estándares, reducción de recorridos y reconocerlos por sus éxitos.

Como consecuencia de la implementación del modelo 5´S, para llevar a cabo el mantenimiento y seguimiento de cada una de ellas, se brindará un formato de acciones de mejora denominadas como ´´Kaizen´´ resultantes de la auditoría, las partes encargadas de la planta serán quienes tendrán que cumplir las propuestas. La figura 50 muestra el formato propuesto a llenar con su respectiva gráfica indicando acciones abiertas y cerradas.


PALLET TEC

Fecha	5/26/2022

Proyectos de Mejora	
Responsable	
Total	0
Concluidas	0
Pendientes	0
Retrasadas	0
% Concluidas	
% Pendientes	
% Retrasadas	

No. Kaizen	Área	Acción	Tipo de Acció	Responsable	Fecha de Inici	Fecha de Compromiz	Extensión de Fecha	Fecha de Terminación	Estatu	Es efectivo	Verificado Por	Comentarios
KZN-21-1									-			
KZN-21-2									-			
KZN-21-3									-			
KZN-21-4									-			
KZN-21-5									-			
KZN-21-6									-			
KZN-21-7									-			
KZN-21-8									-			
KZN-21-9									-			
KZN-21-10									-			
KZN-21-11									-			
KZN-21-12									-			
KZN-21-13									-			
KZN-21-14									-			
KZN-21-15									-			
KZN-21-16									-			
KZN-21-17									-			
KZN-21-18									-			
KZN-21-19									-			
KZN-21-20									-			
KZN-21-21									-			
KZN-21-22									-			
KZN-21-23									-			
KZN-21-24									-			
KZN-21-25									-			
KZN-21-26									-			
KZN-21-27									-			
KZN-21-28									-			
KZN-21-29									-			
KZN-21-30									-			
KZN-21-31									-			
KZN-21-32									-			
KZN-21-33									-			
KZN-21-34									-			
KZN-21-35									-			
KZN-21-36									-			
KZN-21-37									-			

Figura .50. Formato acciones de mejora Kaizen resultante de la auditoría (Elaboración propia)

Tabla .24. Datos para la gráfica de acciones de mejora (Elaboración propia)

	Responsable	Acciones Abiertas	Concluidas	En Proceso	Progreso
Areas	Aserradero	0	0	0	100%
	Mantenimiento	0	0	0	100%
	Almacen Dimensionado	0	0	0	100%
	Ensamble de Tarimas	0	0	0	100%
	Almacen General	0	0	0	100%
		0	0	0	100%
Personal	Carlos Castillo	0	0	0	100%
	Andrés Tapia	0	0	0	100%
	Alfredo Tapia	0	0	0	100%
		0	0	0	100%
		0	0	0	100%
		0	0	0	100%
		0	0	0	100%

Se registrará el área, acciones por realizar, quién se responsabilizará de la actividad, de dónde resultaron dicha acciones, sí por auditoría o propuesta por operador (pizarra); tendrá una fecha de inicio y compromiso iniciando un conteo de días restantes por cumplir en el estatus, y quedará cerrada en la fecha que se concluya la acciones, en caso de necesitar más días para cumplirla se extenderá la fecha y por último se retroalimentará la propuesta realizada.

De lo anteriormente mencionado, la tabla 25 muestra la pizarra a implementar en el área bajo estudio de la empresa Pallet Tec para que los operadores puedan expresar sus ideas para involucrarlos en las acciones de mejora, donde se decidirá si es acción correctiva o kaizen.

Tabla .25. Tablero para propuestas de mejora para operadores del área del Aserradero (Elaboración propia)

PALLET TEC

Propuestas de Mejora

K= Kaizen
C= Corrección

Numero de Acción	Celda /Área	Acción	Autor	K	C	Fuente	Responsable	Fecha de inicio	Fecha de compromiso	Fecha de cierre	Estado				Comentarios
											P	D	C	A	
											P	D	C	A	
											P	D	C	A	
											P	D	C	A	
											P	D	C	A	
											P	D	C	A	
											P	D	C	A	
											P	D	C	A	
											P	D	C	A	

Por último, el resultado de la aplicación de las 5´S tuvo un impacto en la minimización de recorridos, ya que al proponer surtido de materia prima se matendrá a los operadores ocupados y en constante operación (ver tabla 26 y figura 51).

Tabla .26. Resultados esperados por obtener (Elaboración propia)

Spaghetti Mejorado							
Inicio	Fin	F	T	D	F x D	F x T	F x D x T
Almacen MP en proceso	Corte (Fresa/Sierra)	1	1.23	3	3	1.23	3.69
Corte (Fresa)	Corte largo de la tabla	1	0.13	2.9	2.9	0.13	0.377
Corte (Sierra)	Corte largo de la tabla	1	0.36	2.5	2.5	0.36	0.9
Corte largo de tabla	Dimensionar	1	0.09	1.12	1.12	0.09	0.1008
Dimensionar	Corte de barrotes	1	0.16	2.06	2.06	0.16	0.3296
Dimensionar	MP dimensionada en proceso	1	0.08	1.31	1.31	0.08	0.1048
Corte de barrotes	MP dimensionada en proceso	1	0.09	2.34	2.34	0.09	0.2106
	TOTALES	7	2.14	15.23	15.23	2.14	5.7128

	Spaghetti		
	Inicial	Mejora	Diferencia
Frecuencia	24	7	17
Tiempo	2.45	2.14	0.31
Distancia	35.16	15.23	19.93
F x D	78.68	15.23	63.45
F x T	8.03	2.14	5.89
F x D x T	24.4534	5.7128	18.7406

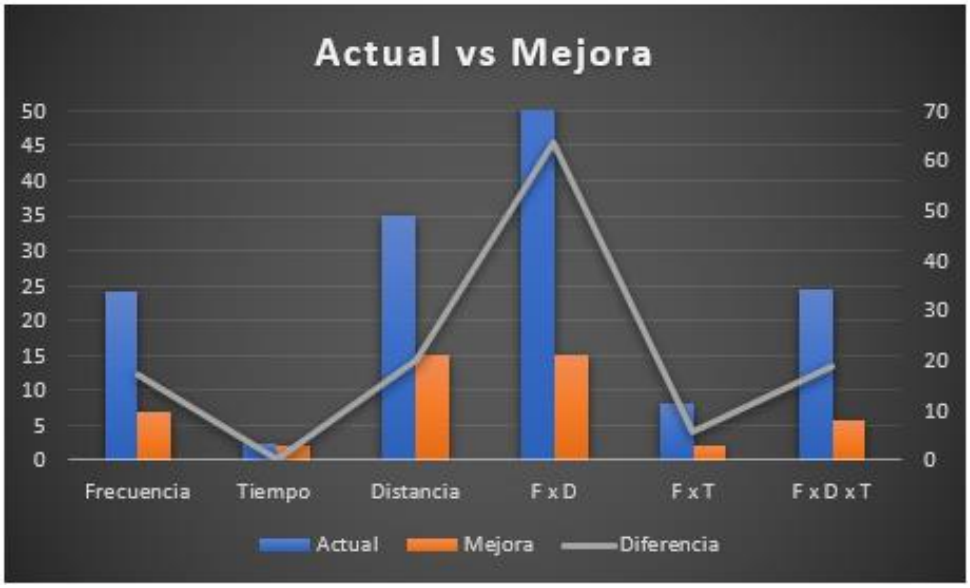


Figura .51. Resultado esperados del diagrama de recorrido inicial vs mejora (Elaboración propia)

Las variables de la figura 51, representan la reducción mínima de las operaciones, observando la reducción de recorridos por materia prima y eliminando por completo los tiempos y distancias del área de corte de barrotes por el reacomodo en el área bajo estudio, las diferencias entre el inicial y mejorado, reflejan que hubo una disminución de frecuencias, esto fue debido a la propuesta de utilizar surtidores de materia prima y en proceso, reduciéndolas a 17. Por el tiempo de operación se obtiene una reducción mínima de 0.31 segundos y se reducirán las distancias, sobre todo por el reacomodo del corte de barrotes, eliminando su recorrido hacia su antigua área a estar adentro del area del aserradero por 19.93 metros.

4.6.3. FASE DE TERMINACION

En la fase de terminación, se añaden los últimos arreglos de las fases anteriores. Se implementarán tableros de control de productividad en cada máquina de acuerdo con su capacidad de producción e indicadores generales enfocados en la voz del cliente, que son la calidad, tiempo de entrega y costo (traducido en productividad). De igual manera, se colocarán tableros para propuestas de mejora para los operadores y responsables del área, y un registro de control de las acciones en proceso, conlcuidas y retrasadas que se lleven a cabo en el área. Y, por último, la terminación formal del proyecto, mediante una junta general, se expresará la gratitud, resultados obtenidos y felicitaciones a las partes involucradas.

- **Tableros**

A falta de indicadores, la propuesta del proyecto actual es colocar indicadores para controlar la productivdad, calidad, disponibilidad, producción real y scrap de cada una de las máquinas del área del Aserradero hora con hora, con la finalidad de cumplir las metas establecidas acorde las capacidades de las máquinas, es decir, sus tiempos de ciclo, y de acuerdo con lo que deberían estar produciendo contra lo que actualmente producen, el uso de tableros servira para medir la productividad, disponibilidad y calidad, y para el conocimiento del operador de como calcularlos se colocaron en cada una de las variables una breve descripcion de lo que debera registrar en cada recuadro y como calcular cada variable mencionada. En la tabla 27 se observa el diseño del tablero a colocar en las máquinas para el seguimiento del día y analizarlos por semana.

Tabla .27. Tablero de control por máquina para productividad, disponibilidad y calidad del área Aserradero (Elaboración propia)

PALLET TEC	Productividad			Acumulado/Meta						
				Turno	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab
				Primero						
Área		Fecha			Operadores					

Control / Horas	Prod. Real (Tablas buenas)	SCRAP (Tablas Malas)	Meta (Capacidad de Producción)	Acumulado	Disponibilidad (60 min – tiempo perdido)	Calidad (Buenas/Buenas + Malas)*100
07:00 - 08:00 a.m.			504			
08:00 - 09:00 a.m.			504			
09:00 - 10:00 a.m.			504			
10:00 - 11:00 a.m.			504			
11:00 - 12:00 p.m.			504			
12:00 - 13:00 p.m.			504			
13:30 - 14:30 p.m.			504			
14:30 - 15:30 p.m.			504			
TOTAL						

Para registrar los resultados obtenidos, se les brindará un formato para el registro de lo que se obtuvo durante el turno. Este formato dará seguimiento semana por semana de las variables establecidas en el tablero, en donde finalmente se registrarán en una gráfica de tendencia, para que las partes responsables puedan verificar el desempeño del área de acuerdo con las metas por cumplir y así poder tomar medidas o acciones que mejoren constantemente el proceso y obtengan mayores beneficios (ver tabla 28 y figura 52, 53 y 54).

Tabla .28. Registro de resultados obtenidos de las variables del tablero de control (Elaboración propia)

PALLET TEC	Voz del Cliente (Productividad y Calidad) "Aserradero"								
Semana	Prod. Real	Scrap	Meta	Productividad	Costo unitario x tarima	Disp. Real	% Disp.	Calidad	Utilidad
			4032		$ 382.00				
			4032		$ 382.00				
			4032		$ 382.00				
			4032		$ 382.00				
			4032		$ 382.00				
			4032		$ 382.00				
			4032		$ 382.00				
			4032		$ 382.00				
			4032		$ 382.00				
			4032		$ 382.00				
			4032		$ 382.00				
			4032		$ 382.00				
			4032		$ 382.00				
			4032		$ 382.00				
			4032		$ 382.00				
			4032		$ 382.00				
			4032		$ 382.00				

Tabla .28. Registro de resultados obtenidos de las variables del tablero de control (Elaboración propia)

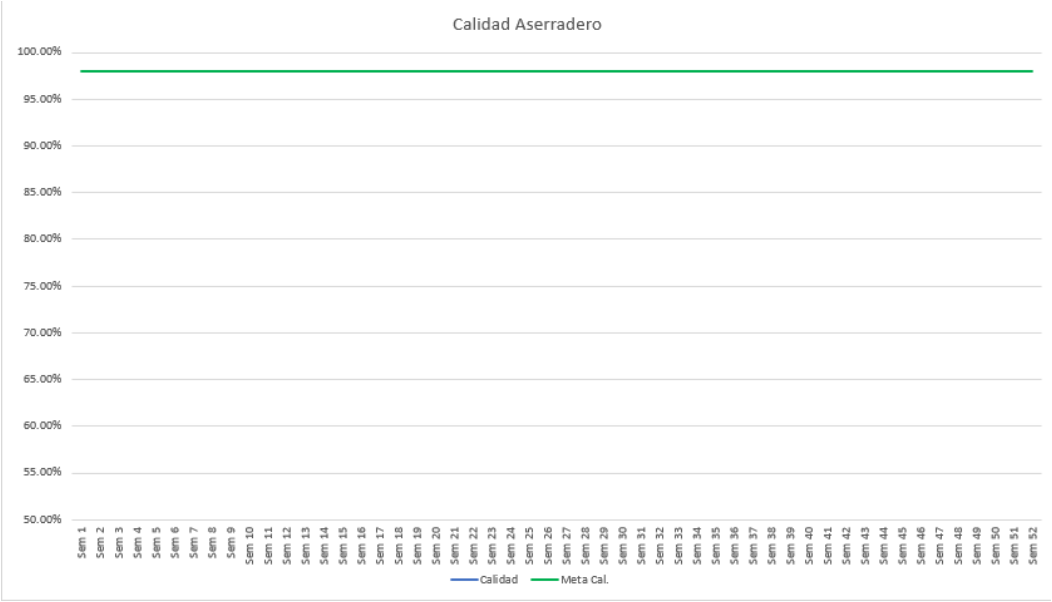


Figura .52. Indicador de productividad del área Aserradero con meta de cumplimiento del 98% (Elaboración propia)

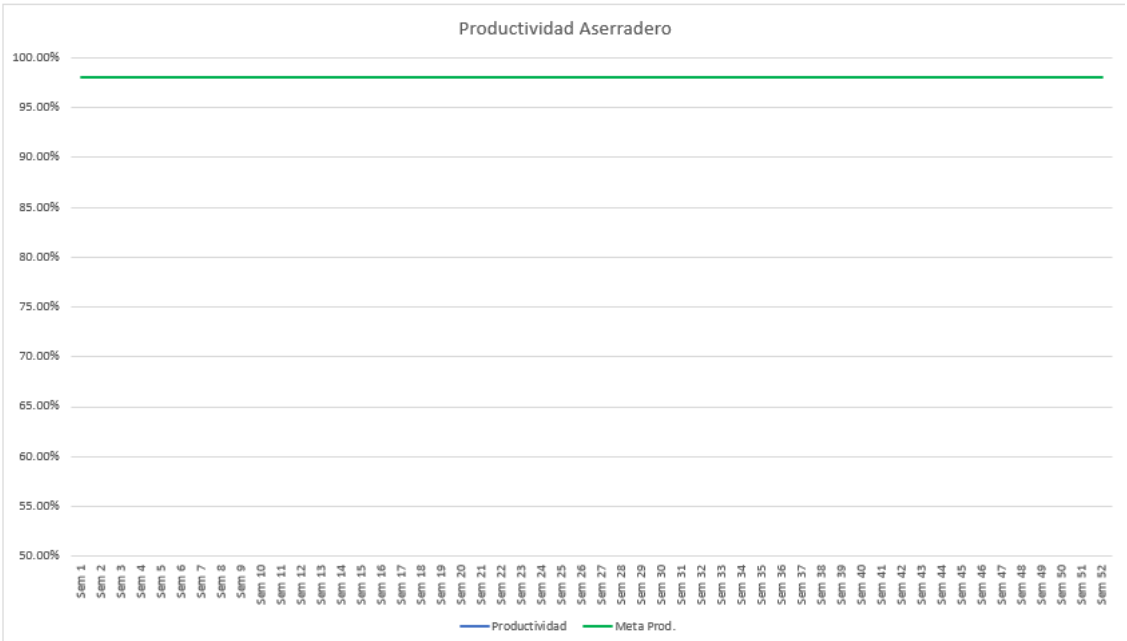


Figura .53. Indicador de calidad del area Aserradero con meta de cumplimiento del 98% (Elaboración propia)



Figura .54. Indicador de disponibilidad del área Aserradero con meta de cumplimiento del 100% (Elaboración propia)

El tiempo de entrega se estimará de acuerdo con los pedidos recibidos por parte de sus clientes. Se elaboró un registro de pedidos correspondiendo con cada cliente con la fecha de requerimiento, fecha de comprimiso, cantidad requerida, cantidad entregada, estatus de dicho pedido, cantidad entregada a tiempo margen de utilidad, OTD y meta. Esto les servirá para poder analizar el comportamiento de sus entregas a tiempo contra sus retrasos y el porcentaje que eso significa, reperesentado en una gráfica de tendencia con una meta del 98% y las posibles pérdidas que puedan perder por incumplimiento y en dado caso de requerir más tiempo extender las fechas (ver tabla 29 y figura 55).

Tabla .29. Registro de pedidos y seguimiento para cálculo de OTD (Elaboración propia)

PALLET TEC	Voz del Cliente (OTD)														Fecha: 5/26/2022 Elaborado: Carlos Arreola
Semana	**Cliente**	**No. Pedido**	**Cant. Requerida**	**Precio de Compra**	**Fecha de pedido**	**Fecha requerida**	**Extender Fecha**	**Fecha de entregada**	**Estatus**	**Costo unitario x tarima**	**Cant. Entregada a tiempo**	**Utilidad**	**OTD**	**META**	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	
										$ 382.00		$ -		98%	

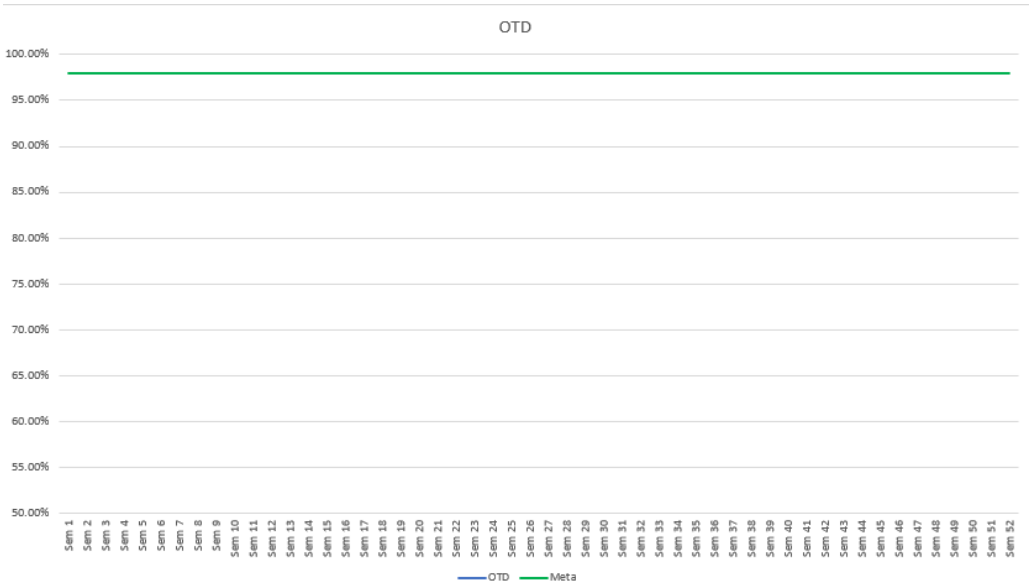


Figura .55. Indicador OTD cumplimiento de pedidos de la empresa Pallet Tec (Elaboración propia)

Por finalizar, el uso de indicadores deberá ser representado en un tablero tipo pizarrón, para llevar un control general de toda la planta, utilizando todos los registros anteriores como se muestra en la Figura 56.

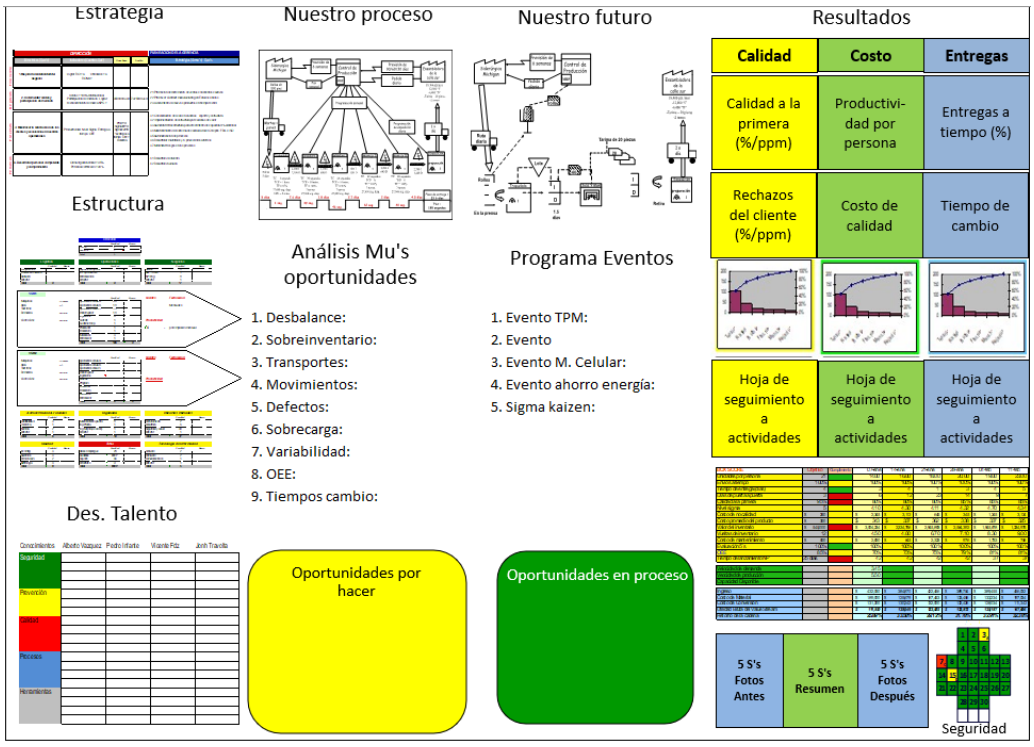


Figura .56. Ejemplo de tablero para control general de una planta (Fuente: Presentación Lean Six Sigma Yellow Belt)

V. Conclusiones y recomendaciones

En el presente proyecto se aplicaron, las herramientas de Lean Manufacturing para mejorar los procesos de una línea de producción de la empresa Pallet Tec. Las principales conclusiones se resumen en los puntos siguientes:

La aplicación de las herramientas Lean, como el diagrama de proceso, ayudó a especificar el modo de hacer las tarimas y observar en qué punto demoraban más con esto se tuvo la capacidad de analizar los cuellos de botella y poder dar soluciones a este tipo de problemas, como más maquinara o hacerlo en un orden distinto.

Se utilizó el pronóstico de la demanda y el takt time para determinar cuántas tarimas es capaz de hacer la empresa semana, por día y por hora.

El trazado del layout fue uno de los puntos más importantes durante el trabajo ya que al momento de ver el plano se puede analizar más fácilmente un reacomodo de las estaciones de trabajo, separándolas por transformación de materia prima y ensambladora, para que este sea más eficiente al momento de tener flujo, a la vez con esto se dieron ideas de un mejor reacomodo del almacén, para que tuviera pasillo donde pasará el montacargas y cupieran más tarimas, en menos espacio, y con una mayor facilidad a la hora de sacarlas.

Por último, el punto más fuerte y la herramienta más utilizada, y que engloba todas estas herramientas, son las 5'S debido a que esta herramienta ayudó en todo el proceso; primero para determinar qué áreas y qué procesos eran de más o simplemente no se utilizaban para estos eliminarlos ya que no agregan valor al proceso, después ordenas y restablecer un bue proceso y control, algo muy importante fue la idea de mantener la

limpieza en el área de trabajo ya que este siempre estaba sucio lleno de aserrín y se veía mal aparte de que estorbaba a los trabajadores, con esto propusimos una mitología para poder dar revisiones mensuales para ver si se están siguiendo las recomendaciones y así poder tener un control sistematizado para lograr las 5'S.

Bibliografía:

Nayelli Lázala. (18/12/2011). Lean Manufacturing y sus herramientas. 1/24/2021, de EOI Escuela de Organización Industrial Sitio web: https://www.eoi.es/blogs/nayellymercedeslazala/2011/12/18/lean-manufacturing-y-sus-herramientas/

Paul Sisternas. (2018). Las principales herramientas de Lean Manufacturing. 1/24/2021, de Emprender Pymes Sitio web: Las principales herramientas de lean Manufacturing para tu empresa

Plan Rector de Investigación 2018-2022. Universidad La Salle Noroeste

Presentaciones proporcionadas por el Maestro Moisés Valenzuela. Universidad La Salle Noroeste

Taiichi Ohno. (1991). El Sistema de Producción Toyota. Barcelona: CRC Press.

Gemba Kaizen. (2012). Gemba Kaizen. New York: McGraw Hill.

Francisco Gonzales Correa. (2007). Lean Manufacturing Principales Herramientas. 28/02/2021, de Beachmold México Sitio web: https://www.researchgate.net/publication/46531895_Manufactura_Esbelta_Lean_Manufacturing_Principales_Herramientas

James Womack. y Daniel T. Jones (1996). Lean Thinking. Nueva York: Simon & Chuster.

David Parmenter Wiley. (2015). Key Performance Indicators: Developing, Winning and Using Winning KPIs. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons Inc.

Juan Manuel Barrera y Sara Cuervo. (2010). Manual de Buenas Prácticas en Aserraderos de Comunidades Forestales. 9/17/2021, de Reforestamos México A.C. Sitio web: https://www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/Manual-de-buenas-practicas-en-aserraderos-de-comunidades-forestales.pdf

Jeffrey K. Liker. (2010). Las Claves de Éxito Toyota:14 Principios de Gestión del fabricante más grande del mundo. Estados Unidos, Nueva York: McGraw Hill.

Juan Pablo Curumilla Ojeda. (2017). PROPUESTA DE MEJORA MODELO 5S EN MADERAS ARAUCO S.A, PLANTA SAN JOSE DE LA MARIQUINA MEDIANTE LA METODOLOGIA LEAN MANUFACTURING. 26/08/2021, de Universidad Austral de Chile Sitio web: http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2017/bpmfcic981p/doc/bpmfcic981p.pdf

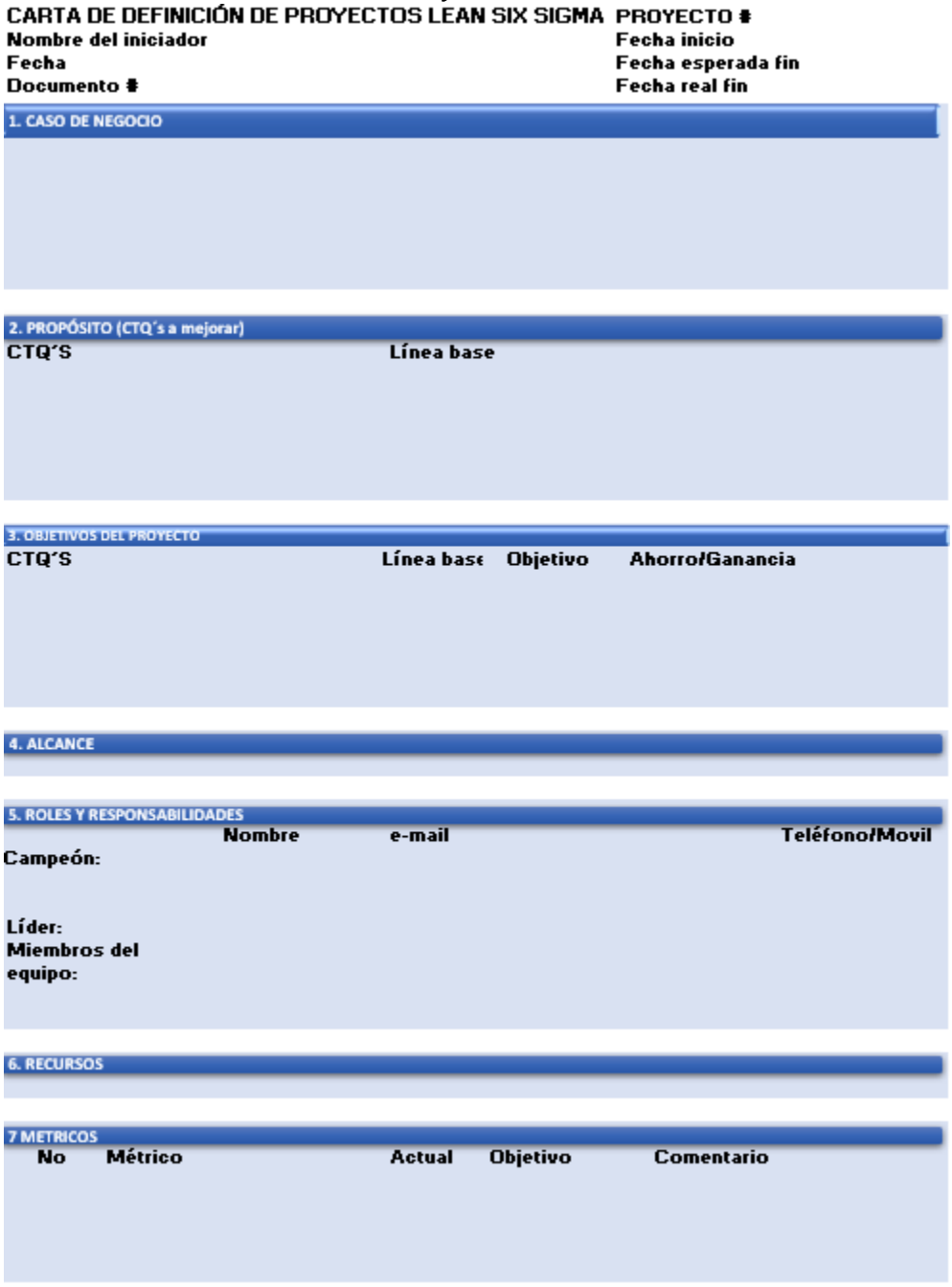
Anthony Denis Caballero León. (2017). Universidad Peruana Los Andes. 26/08/2021, de “IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA RIF NIKE DE LA CIUDAD DE JAUJA Sitio web: https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/221

Nicolas Arturo Arguello Rosero. (2011). Evaluación de la Metodología 5S implementada en el Área de Esmalte de una Empresa Manufacturera De Cocinas. 26/08/2021, de Universidad de Guayaquil Sitio web: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2134/1/1071.pdf

Franco Bruno López Venegas, Harlys Melina Poma López. (2019). Propuesta de implementación de las 5S en el área de envasado de la empresa Bodega Sotelo S.A.C. 26/08/2021, de Universidad Tecnológica de Perú Sitio web: https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3477/Franco%20Lopez_Harlys%20Poma_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Anexos

Anexo 1. Carta de Definición de Proyecto



Anexo .1. Carta de definición de proyecto (Elaboración propia)

Anexo 2. Diagrama de Gantt

GANTT DE PROYECTO
PROYECTO #

Fecha Inicio:
Fecha Actual:
Elaborado:

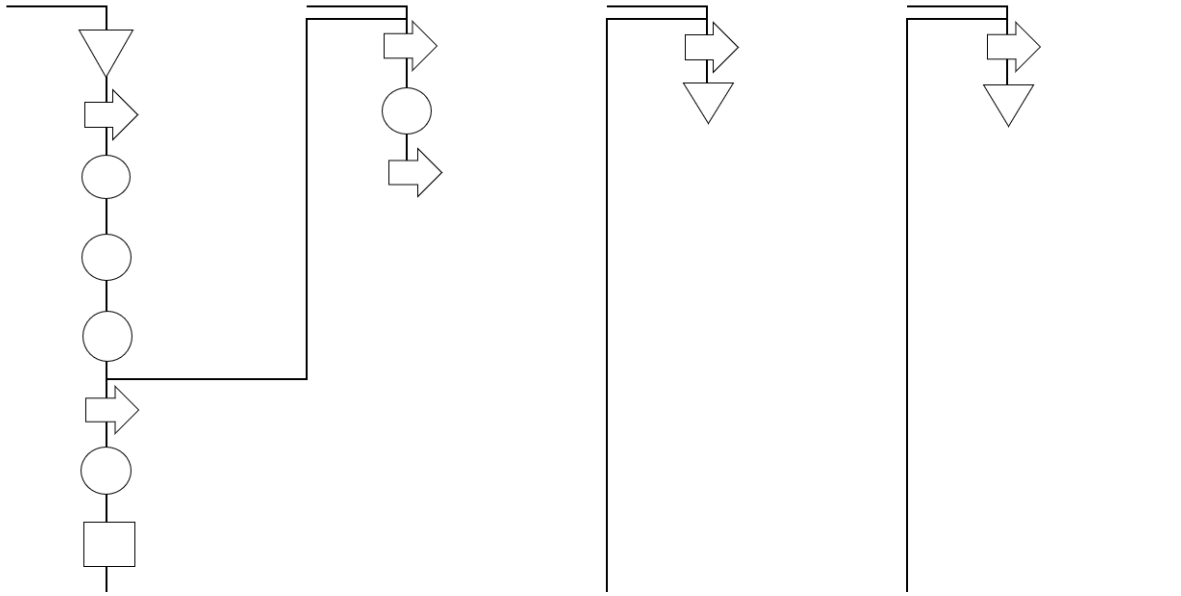
	Duración (Semanas)	Inicio	Fin	Extender Fecha	Fin Real	Estatus	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20	Sem 21
DEFINIR						-																	
						-																	
						-																	
						-																	
						-																	
						-																	
MEDIR						-																	
						-																	
						-																	
						-																	
						-																	
						-																	
						-																	
ANALIZAR						-																	
						-																	
						-																	
						-																	
						-																	
						-																	
MEJORAR						-																	
						-																	
CONTROLAR						-																	
						-																	
						-																	
						-																	
						-																	
						-																	

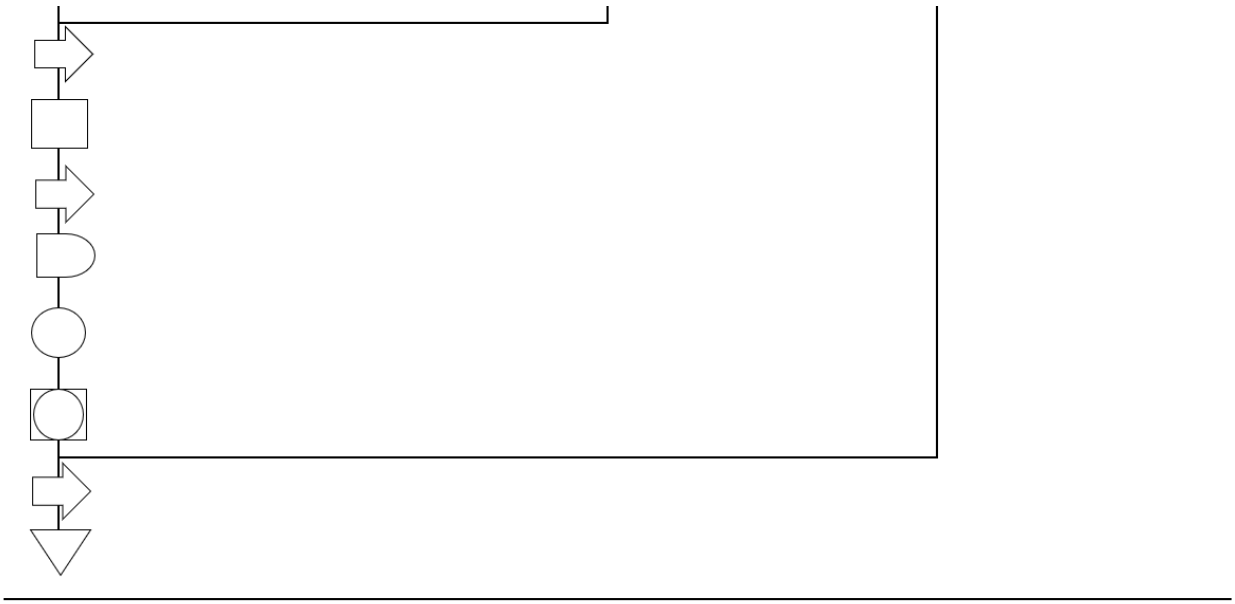
Anexo .2. Diagrama de Gantt (Elaboración propia)

Anexo 3. Diagrama de Proceso

Logo

Fecha:





Anexo .3. Diagrama de proceso (elaboración propia)

Anexo 4. Resumen Diagrama de Proceso

Resumen del Diagrama de Proceso

Símbolo	Nombre	Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia

Anexo .4. Resumen diagrama de proceso (elaboración propia)

Anexo 5. Toma de tiempos

HOJA DE MEDICIÓN DE TIEMPOS			PROCESO						Fecha Análisis						Observador			
									Hora Análisis						Validó			
No.	Operación	Punto de Medición	#Parte x tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Max	Min	Fluct	Ajuste	Tiempo Mínimo
Tiempos de ciclo																		

Anexo .5. Toma de tiempos (elaboración propia)

Anexo 6. Pronóstico de la demanda

Logo

Pronostico de la demanda mensual

Fecha:

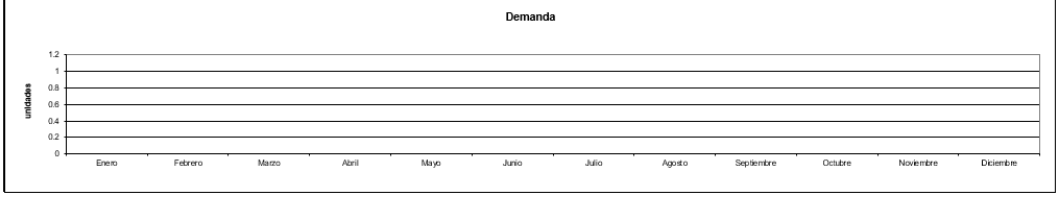
Mes	Demanda real de inventario	PRONÓSTICO Cantidad de periodos promediados = 3 meses	ERROR	MAD (Desviación absoluta)	MSE (Error al cuadrado)	MAPE (error de porcentaje)	PRONÓSTICO Cantidad de periodos promediados = 5 meses	ERROR	MAD (Desviación absoluta)	MSE (Error al cuadrado)	MAPE (error de porcentaje)	PRONÓSTICO Cantidad de periodos promediados = 7 meses	ERROR	MAD (Desviación absoluta)	MSE (Error al cuadrado)	MAPE (error de porcentaje)

Anexo .6. Pronóstico de la demanda (elaboración propia)

Anexo 7. Takt Time

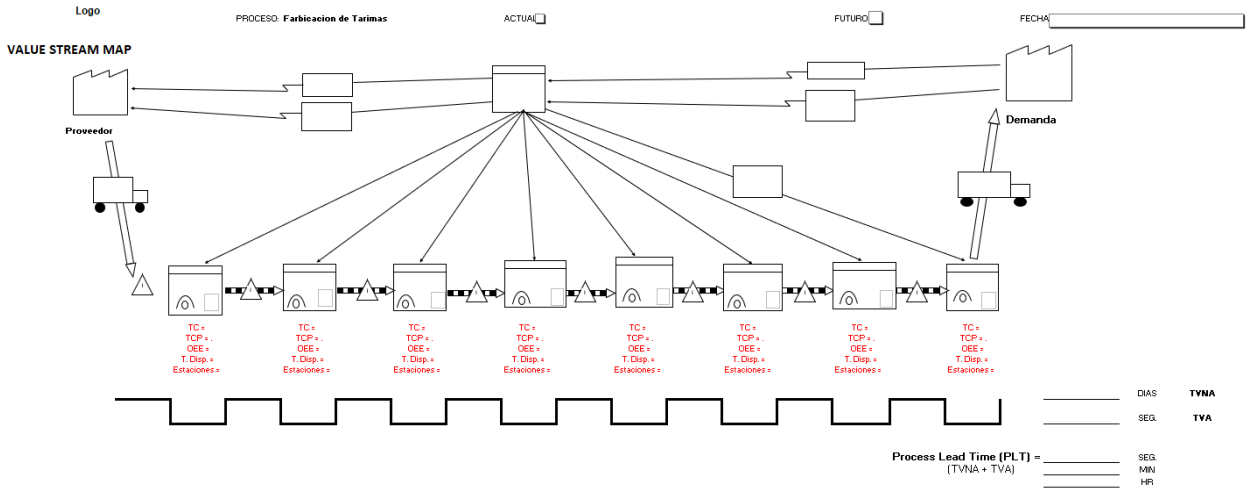
Takt Time

Producto / Servicio		Fecha:	
Descripción		Elaborado:	
Demanda mensual			
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días laborales		Tiempo disponible	seg								
Horas por turno		Demanda diaria	tarimas		***Demanda Promedio Mensual***						
Turnos		Meta diaria	tarimas								
Descansos x turno (min)											
Estaciones de ensamble											
Ensamble x tarima (seg)											
		TAKT TIME	seg/tarima								
El cliente está dispuesto a comprar una pieza o un servicio cada			**segundos**								



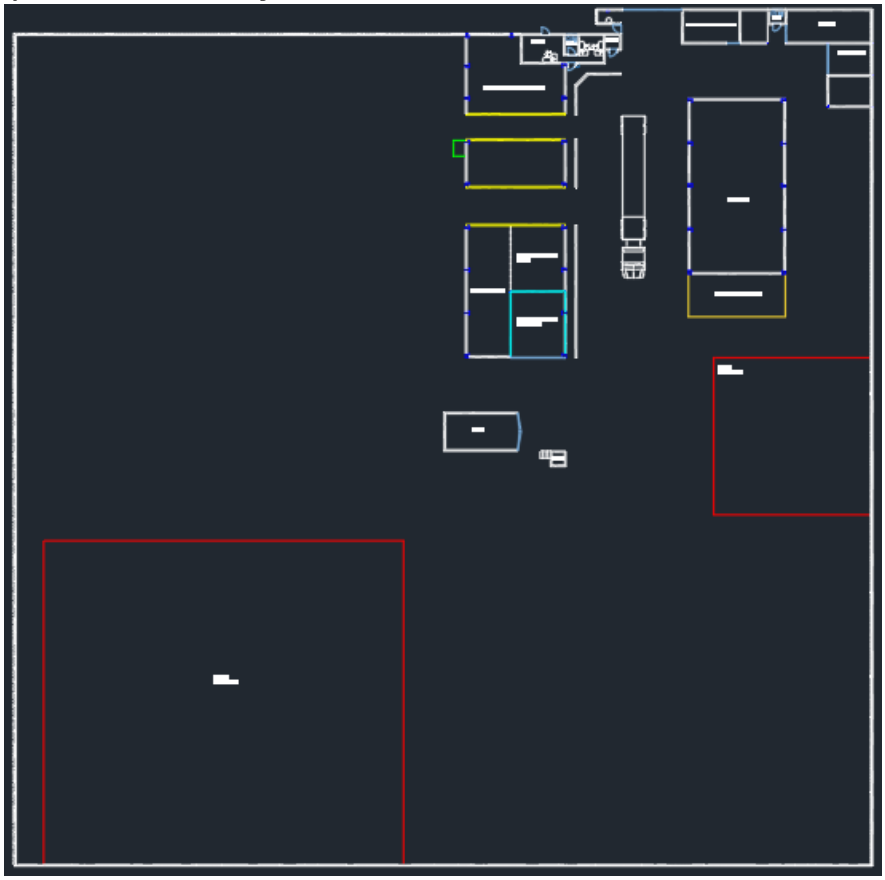
Anexo .7. Takt Time (elaboración propia)

Anexo 8. Value Stream Map



Anexo .8. Value Stream Map (elaboración propia)

Anexo 9. Lay-Out de la empresa Pallet Tec S.A. de C.V.



Anexo .9. Lay-Out original de la empresa Pallet Tec S.A. de C.V. (elaboración propia)

Anexo 10. Análisis de la productividad

Logo

Productividad Actual

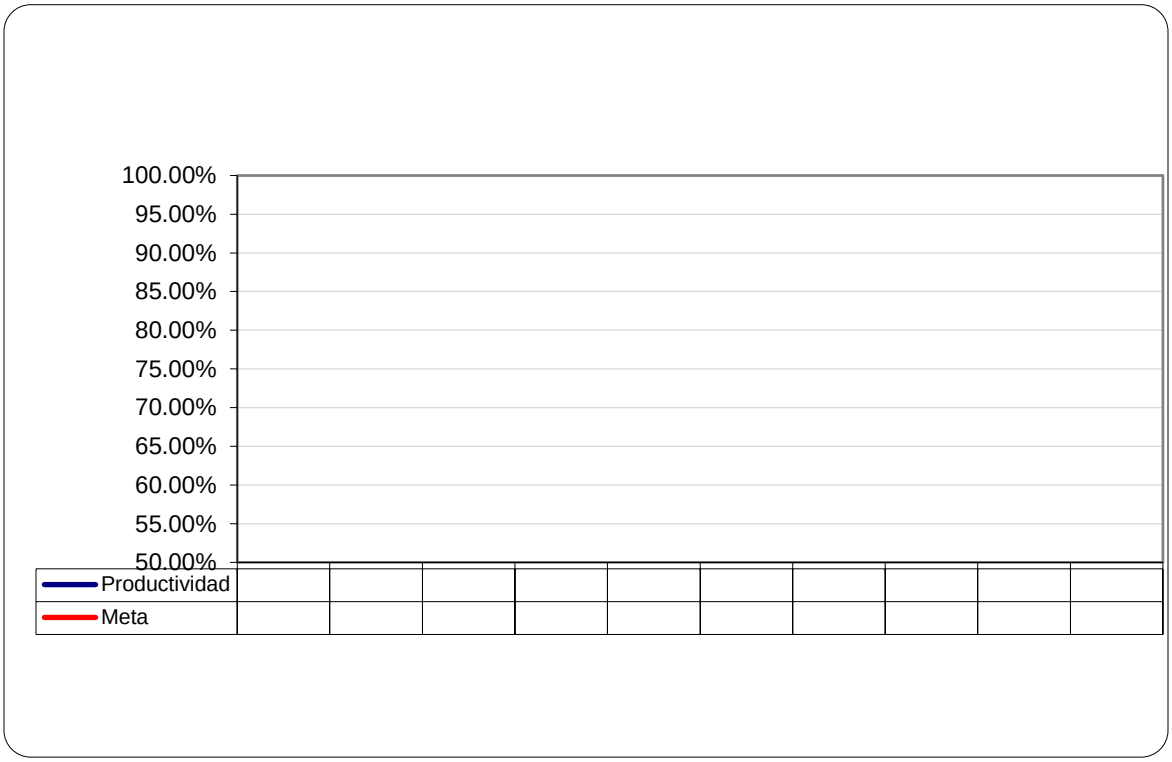
	Fresadora Tradicional	Sierra estacionaria	
Días laborales	min	min	**Produccion Promedio**
Dias a la semana	min/turno	min/turno	**Produccion Diaria** Tarimas
Horas por turno	troncos/turno	troncos/turno	
Turnos	pies/tabla	pies/tabla	**Semanal** Tarimas
Descansos x turno (min)	tablas/turno	tablas/turno	**Mensual** Tarimas
Tablas por tarima (15 tablas y 3 barrotes)	tarimas/turno	tarimas/turno	

Métrico:	

Objetivo:	

Anexo .10. Análisis de la productividad (Elaboración propia)

Anexo 11. Primer cuadrante (Gráfica de tendencia)



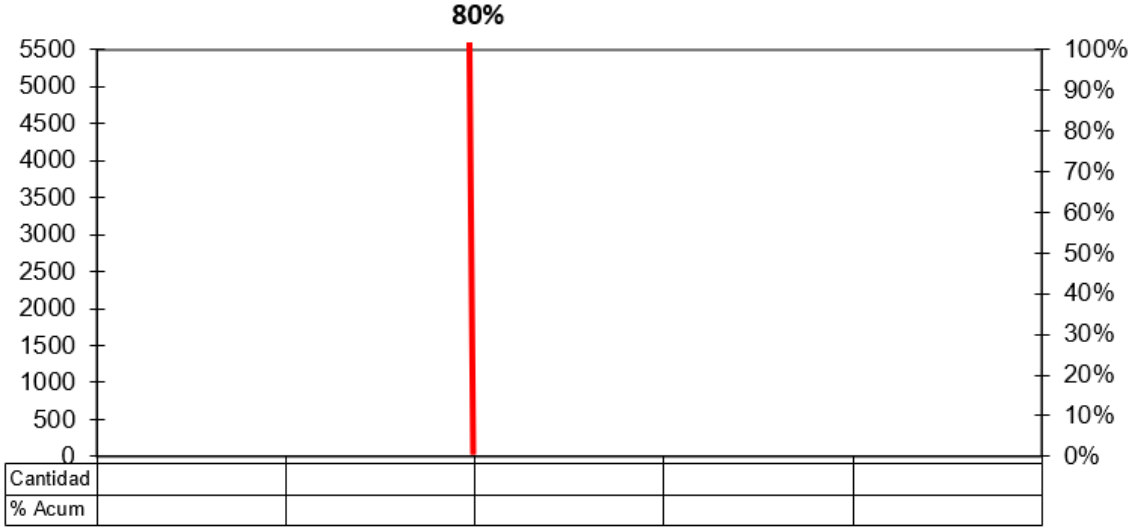
Anexo .11. Gráfica de tendencia de la productividad (Elaboración propia)

Anexo 11.1. Tabla de datos para la elaboración de la gráfica de tendencia

Semana	Productividad	Meta

Anexo .11.1. Tabla para la introducción de datos de la productividad para la elaboración de la gráfica de tendencia (Elaboración propia)

Anexo 12. Segundo cuadrante (Diagrama de Pareto)



Anexo .12. Diagrama de Pareto (Elaboración propia)

Anexo 12.1. Tabla de datos para elaboracion del diagrama de Pareto

Proceso	Cantidad	%	% Acum
TOTAL			

Anexo .12. Tabla para la introducción de datos para la elaboración del diagrama de Pareto (Elaboración propia)

Anexo 13. Tercer cuadrante (5 ¿Porqués?)

CAUSA RAÍZ DEL PRINCIPAL PROBLEMA
Por qué ?
Por qué ?
Por qué ?
Por qué ?
Por qué ?

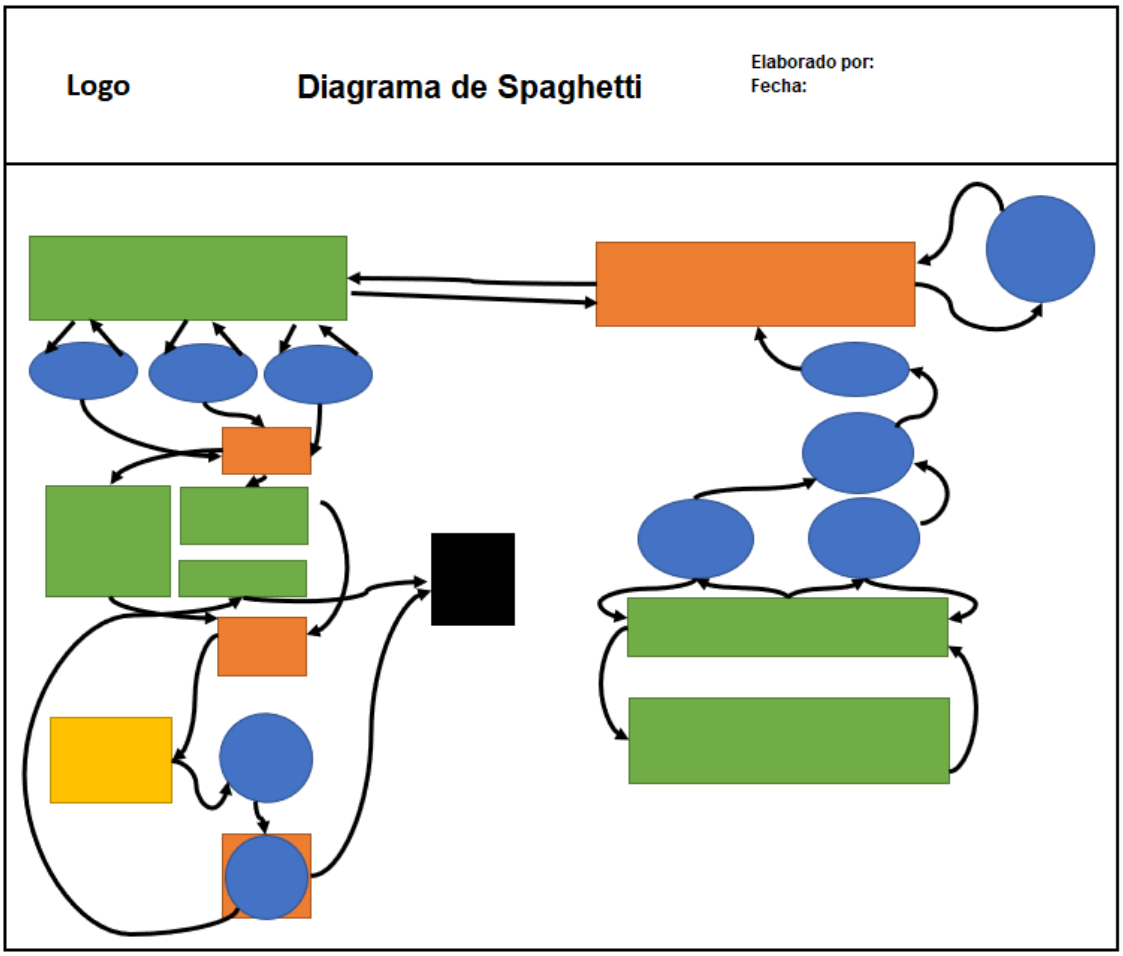
Anexo .13. 5 ¿Porqués? (Elaboración propia)

Anexo 14. Cuarto cuadrante (Acciones a implementar)

Sem	Acción	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin

Anexo .14. Acciones de mejora (Elaboración propia)

Anexo 15. Diagrama de recorridos



Anexo .15. Diagrama de recorridos de la empresa Pallet Tec S.A. de C.V. (Elaboración propia)

Anexo 15.1. Tabla para recolección de datos del diagrama de recorridos

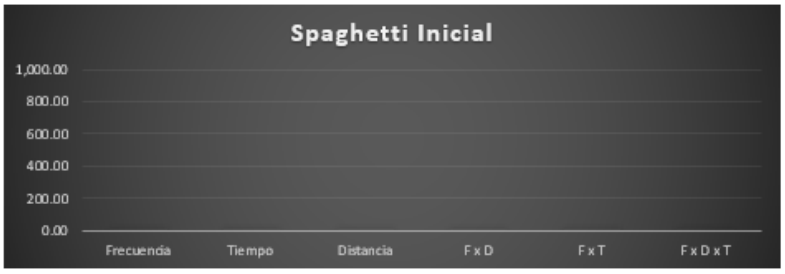
F = Frecuencia
T = Tiempo
D = Distancia

Spaghetti Inicial							
Inicio	Fin	F	T	D	F x D	F x T	F x D x T
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
	TOTALES						

Anexo .15.1. Tabla para introducción de datos de frecuencia, tiempos y distancia para la elaboración del diagrama de recorridos (Elaboración propia)

Anexo 15.2. Gráfica de las variables de los datos recolectados del diagrama de recorridos

	Spaghetti Inicial
Frecuencia	0
Tiempo	0
Distancia	0
F x D	0
F x T	0
F x D x T	0



Anexo .15.2. Gráfica de las variables del Diagrama de Recorridos (Elaboración propia)

Anexo 16. Auditoría 5'S

PALLET TEC

AUDITORIA 5´S

Pág. 1/2

Fecha: _____ **Responsable del área:** _____

Área auditada: _____ **Auditor:** _____

Tabla de evaluación

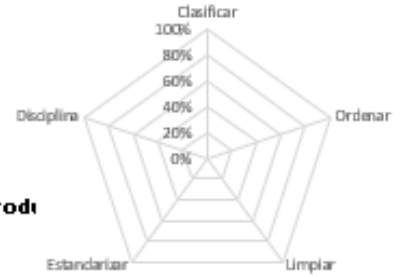
Categoría	n.°	Criterio	Puntaje	Escala
SEIRI *Clasificar*	1			4
	2			4
	3			4
	4			4
	5			4
	6			4
SEITON *Ordenar*	7			4
	8			4
	9			4
	10			4
	11			4
	12			4
	13			4
	14			4
	15			4
SEISO *Limpiar*	16			4
	17			4
	18			4
	19			4
	20			4
	21			4
SEIKETSU *Estandarizar*	20			4
	21			4
	22			4
	23			4
SHITSUKE *Disciplina/ Mantener*	24			4

Porcentaje de cumplimiento de acuerdo al criterio de evaluación:

1: 0% - 20% *2: 21% - 60%* *3: 61% - 85%* *4: 100%*

Resultados de la Auditoría

Categoría	Puntaje	Escala	Resultado
Clasificar			
Ordenar			
Limpiar			
Estandarizar			
Disciplina			



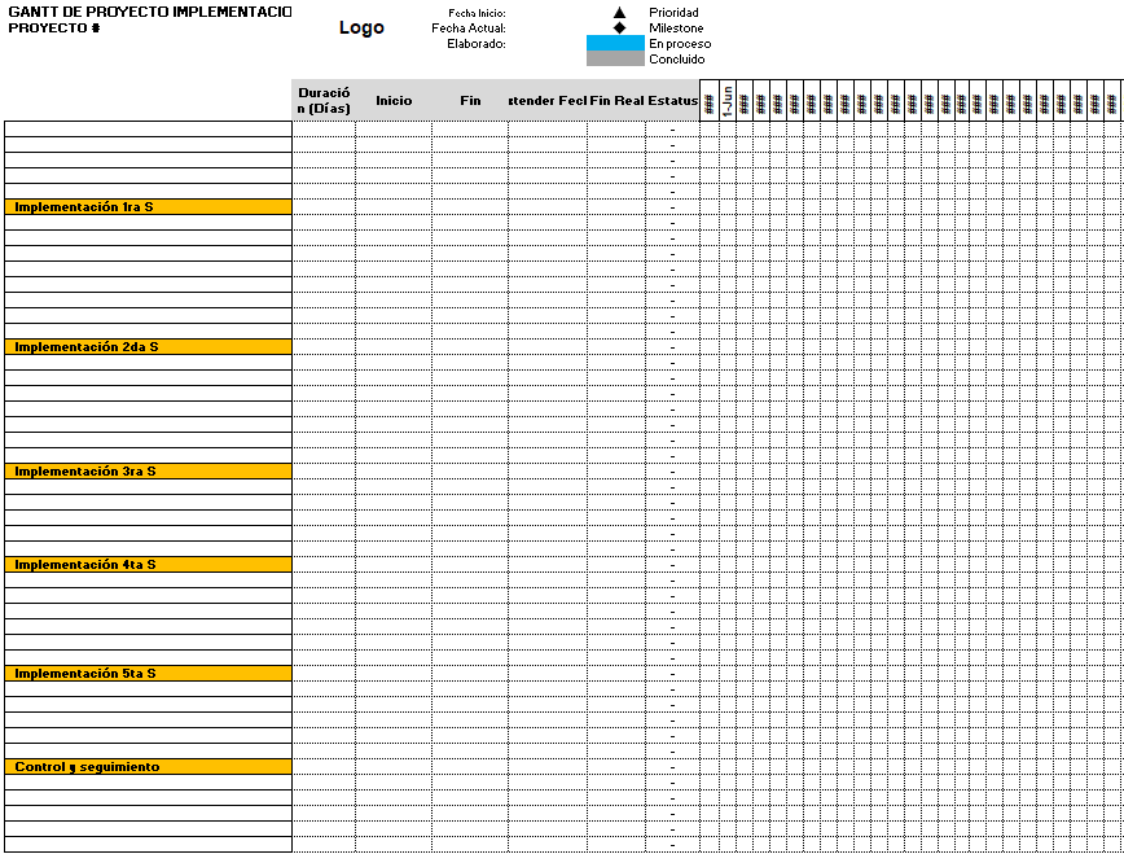
los resultados serán calculados por el encargado de Prod

Resultado de la auditoría realizada: _____

Categoría	n.º	Comentarios
SEIRI *Clasificar*	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
SEITON *Ordenar*	7	
	8	
	9	
	10	
	11	
	12	
	13	
	14	
	15	
SEISO *Limpiar*	16	
	17	
	18	
	19	
	20	
	21	
SEIKETSU *Estandarizar*	22	
	23	
	24	
	25	
SHITSUKE *Disciplina/ Mantener*	26	

Anexo .16. Auditoría 5´S (Elaboración propia)

Anexo 17. Propuesta diagrama de Gantt para la implementación 5´S



Anexo .17. Cronograma para la propuesta de implementación del modelo 5'S (Elaboración propia)

Anexo 18. Presentación introductoria de White Belt para la empresa Pallet Tec S.A. de C.V.



Anexo .18. Presentación de capacitación White Belt para la empresa Pallet Tec (Elaboración propia)

Anexo 19. Evaluación 5´S para jefes y operadores de la empresa Pallet Tec S.A. de C.V.

PALLET TEC

Evaluación 5's

Nombre: _____

1. Subraya la respuesta correcta.

1. Con esta S determinas un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar, garantizando la cantidad exacta que debe haber de cada artículo

   a) 5's Disciplina b) 3's Limpieza c) 2's Ordenar

2. Con esta S determinas utilizar evidencia visual acerca de cómo se deben mantener las áreas, los equipos y las herramientas.

   a) 4's Estandarizar b) 3's Limpieza c) 5's Disciplina

3. En esta S la integras como parte del trabajo, asumiéndola como una actividad de movimiento autónomo y rutinario además de eliminar fuentes de contaminación

   a) 5's Disciplina b) 4's Estandarizar c) 3's Limpieza

4. Con esta S se desarrolla una cultura de respeto por los estándares establecidos y se hacen visibles los resultados convirtiéndose en un canal de la mejora continua

   a) 2's Ordenar b) 1's Clasificar c) 5's Disciplina

5. Con esta S determinas lo que realmente sirve de lo que no, identificando lo necesario de lo innecesario para separarlo del área de trabajo

   a) 2's Ordenar b) 1's Clasificar c) 5's Disciplina

6. Con esta actividad se asegura el ciclo de la implementación de las 5´s en el proceso

   a) Auditorias b) Capacitación c) Implementación

7. Menciona el objetivo de las 5's

   a) Un lugar de trabajo organizado, ordenado y limpio capaz de mantenerse. b) Mejorar la puntualidad del trabajador c) Que el operador trabaje horas extras.

8. ¿Qué importancia toma las 5's dentro del área de trabajo?

   a) Es la base para una mejorar cualquier proceso dentro de la organización. b) Se utiliza para arreglar una maquinaria que se encuentra en mal estado. c) Es una herramienta capaz de monitorear el desempeño del área.

9. Pensando con la metodología 5's, ¿Qué S aplicarás si buscas una herramienta y no se encuentra?

   a) 3's Limpiar b) 2's Ordenar c) 4's Estandarizar

10. Pensando con la metodología 5´s en el área de trabajo, ¿Qué S utilizarías para eliminar las cosas que ya no necesitas dentro de tu lugar de trabajo?

    a) 3's Limpiar b) 4's Estandarizar c) 1's Clasificar

Anexo .19. Evaluación White Belt del modelo 5´S (Elaboración propia)

Anexo 20. Propuesta para aumento de productividad del área del Aserradero de la empresa

Propuesta para aumento de productividad								
	Fresadora tradicional		Sierra tradicional		Fresadora tradicional		Fresadora tradicional	
tarima		tablas		tablas		tablas		tablas
tablas		min		min		min		min
barrotes		min/turno		min/turno		min/turno		min/turno
tablas		troncos/turno		troncos/turno		troncos/turno		troncos/turno
dias/semana		tablas/turno		tablas/turno		tablas/turno		tablas/turno
dias/mes		tarimas/turno		tarimas/turno		tarimas/turno		tarimas/turno
Nota: Se tomo el tiempo de ciclo mas alto para realizar los calculos, en este caso el de la cierra estacionaria con 10.3 min								
	Actual	Total		tarimas/turno	Futuro	Total		tarimas/turno
		Mensuales		tarimas/mes		Mensuales		tarimas/mes

Anexo .20. Aumento de productividad por agregar dos máquinas más al área del Aserradero (Elaboración propia)

Anexo 21. Diferencia de ganancia

Actual			
Tijuana	Sales	Ceverzeria	
			Tarimas asignadas
			Demanda
			Lo que deberia generar
			Lo que genera

Propuesta			
Tijuana	Sales	Ceverzeria	
			Tarimas asignadas
			Demanda
			Lo que deberia generar
			Lo que genera
			Actual vs Propuesta

Anexo .21. Diferencia de ganancia por aumento de productividad (Elaboración propia)

Anexo 22. Primera propuesta de distribución del área del Aserradero

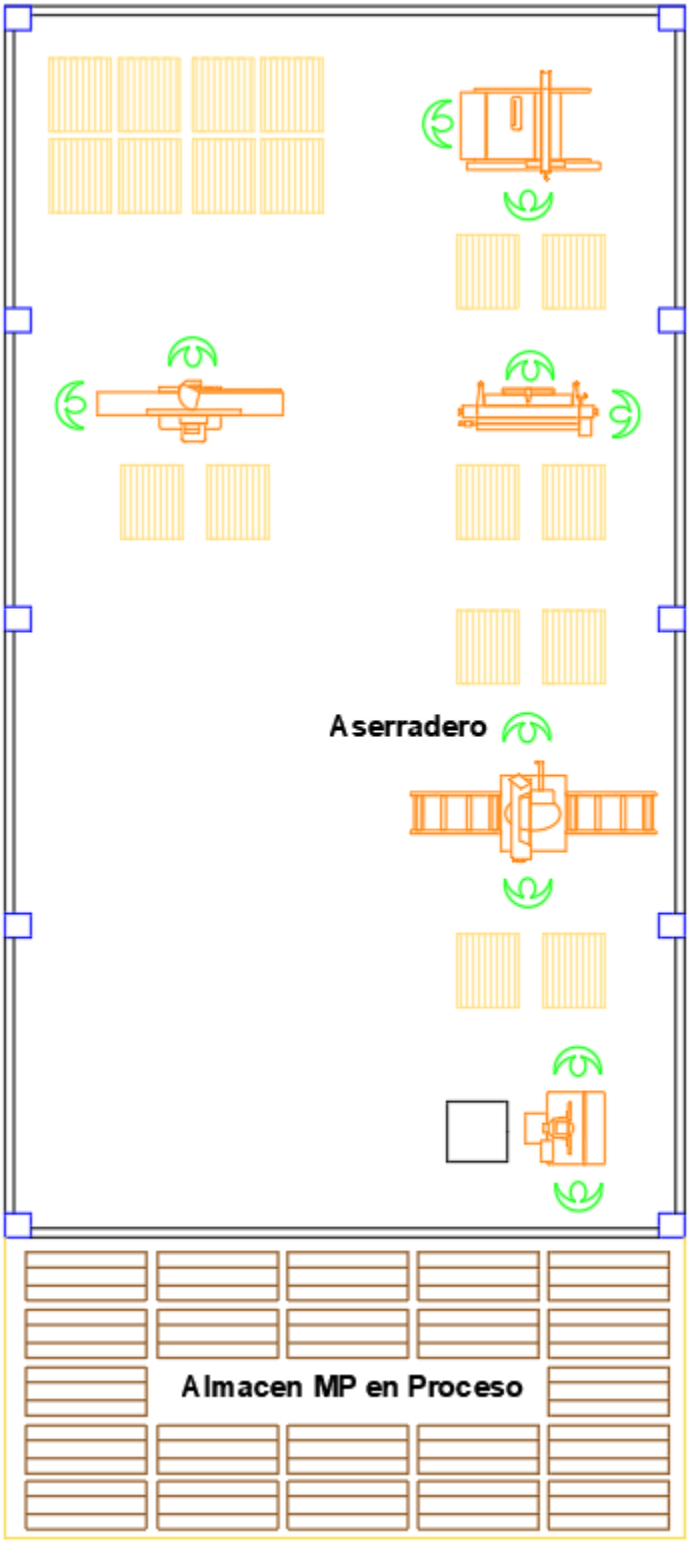


Figura .40. Primera propuesta de redistribución del área Aserradero (Elaboración propia)

Anexo 23. Tarjetas rojas

TARJETA ROJA - Entregar esta parte al Responsable General	
Fecha:	Folio:
Descripción:	
Localización:	
Responsable:	
CATEGORÍA	
Accesorios o herramientas	
Equipo de oficina	
Instrumentos de medición	
Librería, papelería	
Maquinaria	
Materia prima	
Material de empaque	
Producto terminado	
Producto en proceso	
Refacciones	
Otro (especifique)	
RAZÓN	
Contaminante	
Descompuesto o Defectuoso	
Desperdicio	
No se necesita	
No se necesita pronto	
Uso desconocido	
Otro (especifique)	
Fecha decisión:	
Destino final:	
Responsable Decisión:	

TARJETA ROJA Pegar esta parte en el artículo	
Fecha:	Folio:
Descripción:	
Responsable:	
En etapa de Selección llenar hasta aquí	
Si te interesa este artículo, llena esta parte, despréndela y deposítala en el Buzón de Tarjetas Rojas	
Fecha:	Folio:
Descripción:	
Uso:	
Área:	
Responsable:	

Anexo .23. Tarjetas rojas (Elaboración propia)

Anexo 24. Segunda propuesta de distribución del área del Aserradero

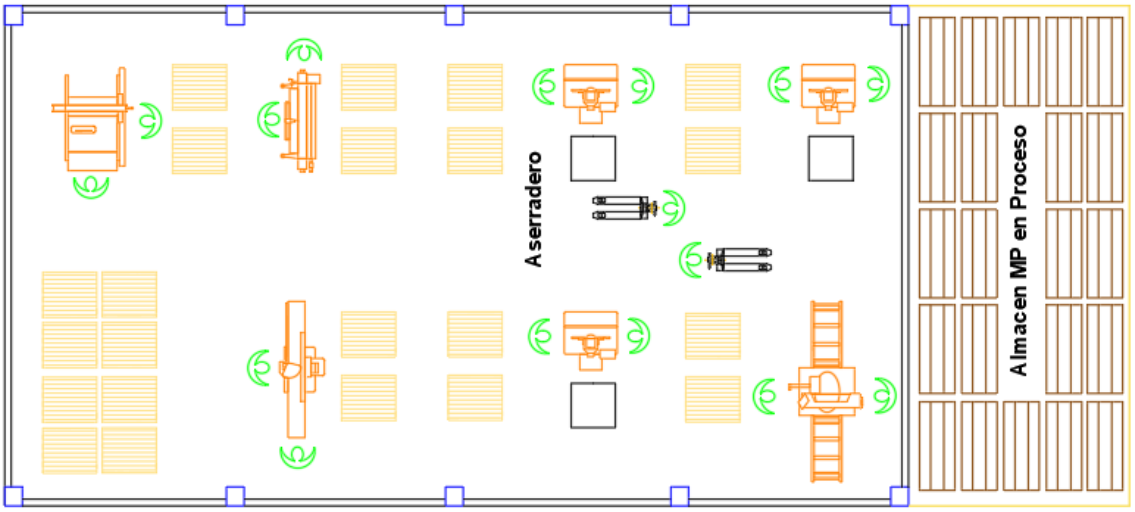


Figura .24. Segunda propuesta de distribución del área del Aserradero (Elaboración propia)

Anexo 25. Programa de limpieza

PROGRAMA DE LIMPIEZA					
ÁREA	OBJETOS A LIMPIAR	DESCRIPCIÓN / PROCEDIMIENTO	ARTÍCULO KIT DE LIMPIEZA	RESPONSABLE	FRECUENCIA

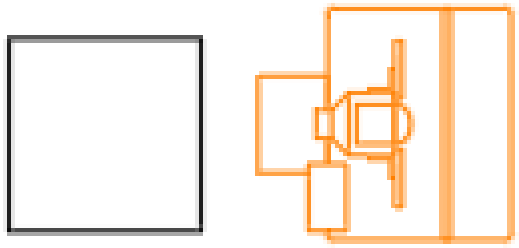
Anexo .25. Programa de limpieza para el área del Aserradero *(Elaboración propia)*

Anexo 26. Procedimiento de limpieza de actividades

Procedimiento de limpieza de las Actividades					
No.	Actividades	Artículos limpiados	Equipo utilizado	Responsable	Procedimiento de limpieza
1					
2					
3					

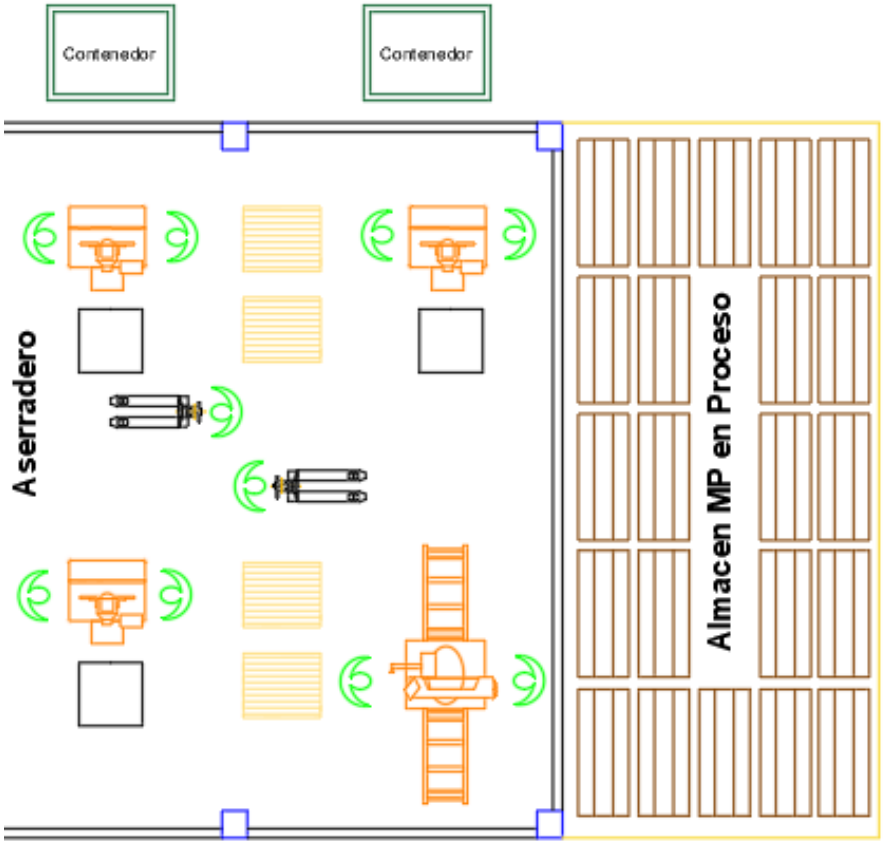
Anexo .26. Programa de limpieza para el área del Aserradero *(Elaboración propia)*

Anexo 27. Propuesta para contener aserrín arrojado por la máquina Fresadora Tradicional



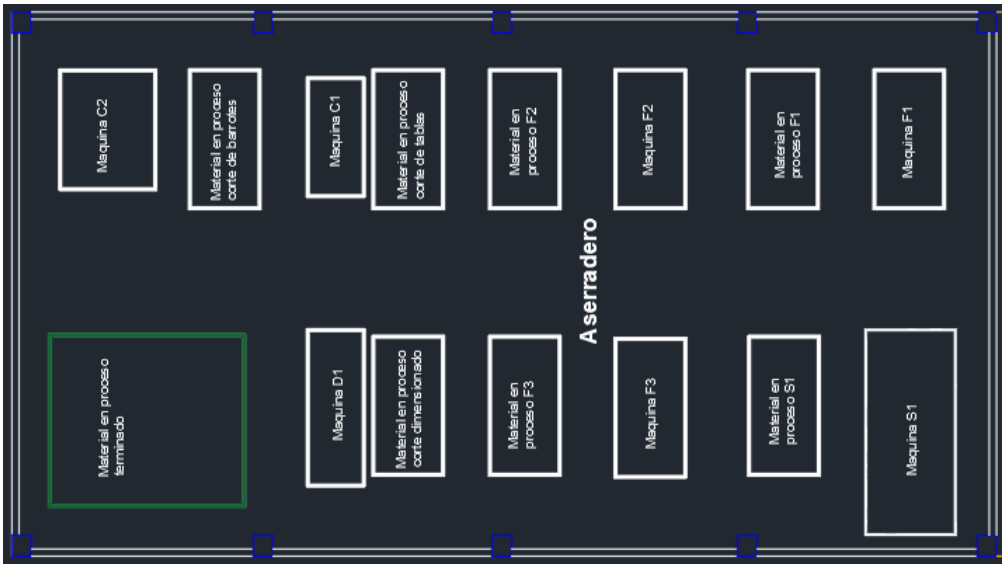
Anexo .27. Fresadora tradicional con contenedor para aserrín *(Elaboración propia)*

Anexo 28. Propuesta para depositar desperdicios resultantes de la transformación de la materia prima



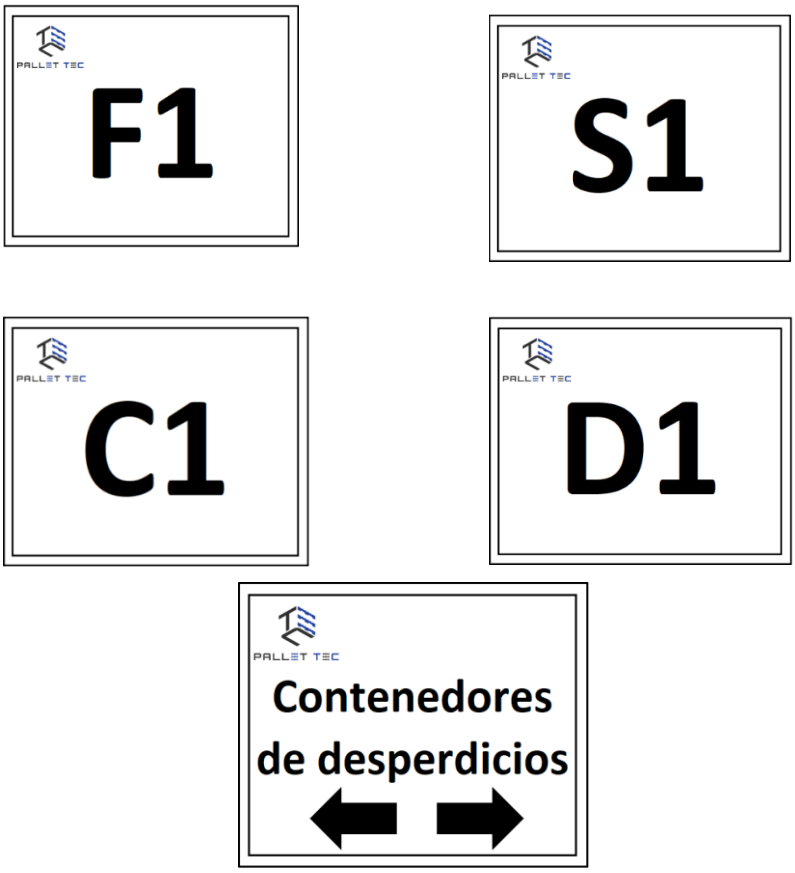
Anexo .28. Contenedores para desperdicios de tablas colocados por fuera del área (Elaboración propia)

Anexo 29. Propuesta de delimitación del área del Aserradero



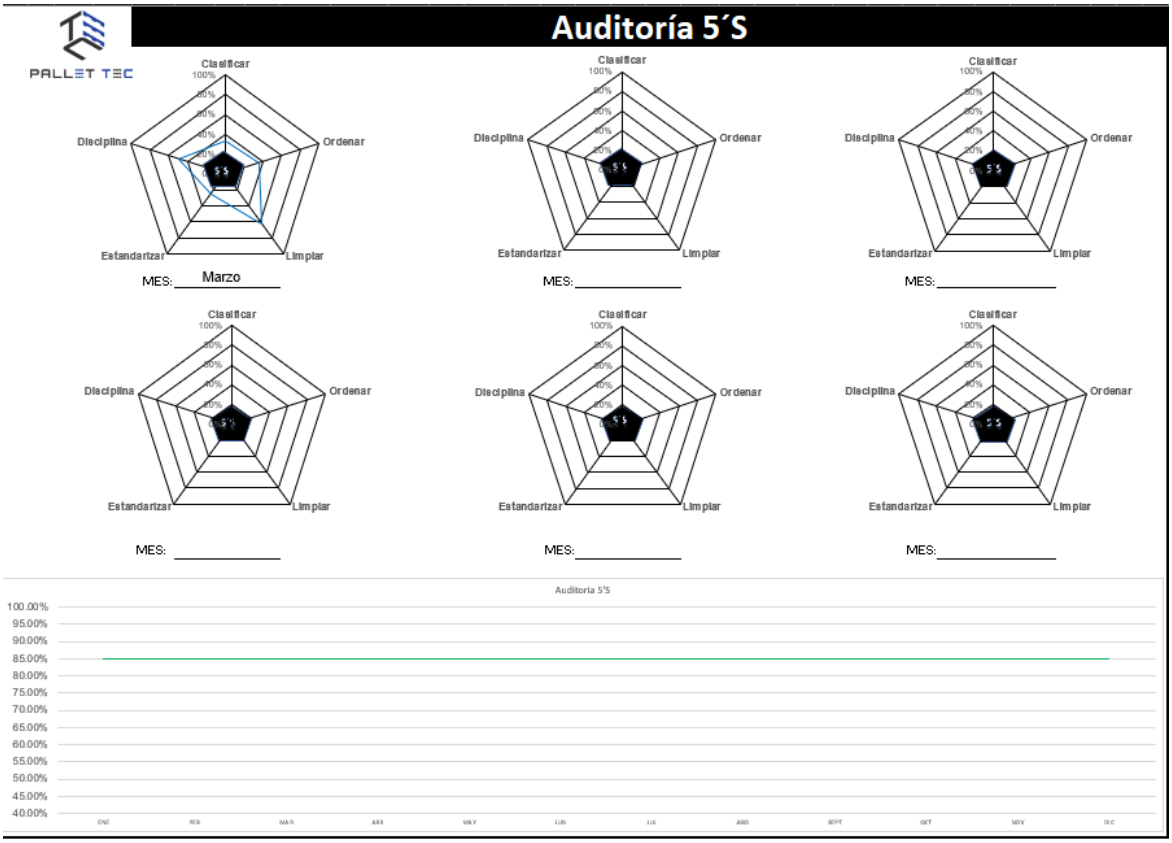
Anexo .29. Lay-Out propuesto con delimitaciones de maquinaria y material (Elaboración propia)

Anexo 30. Etiquetas para maquinaria



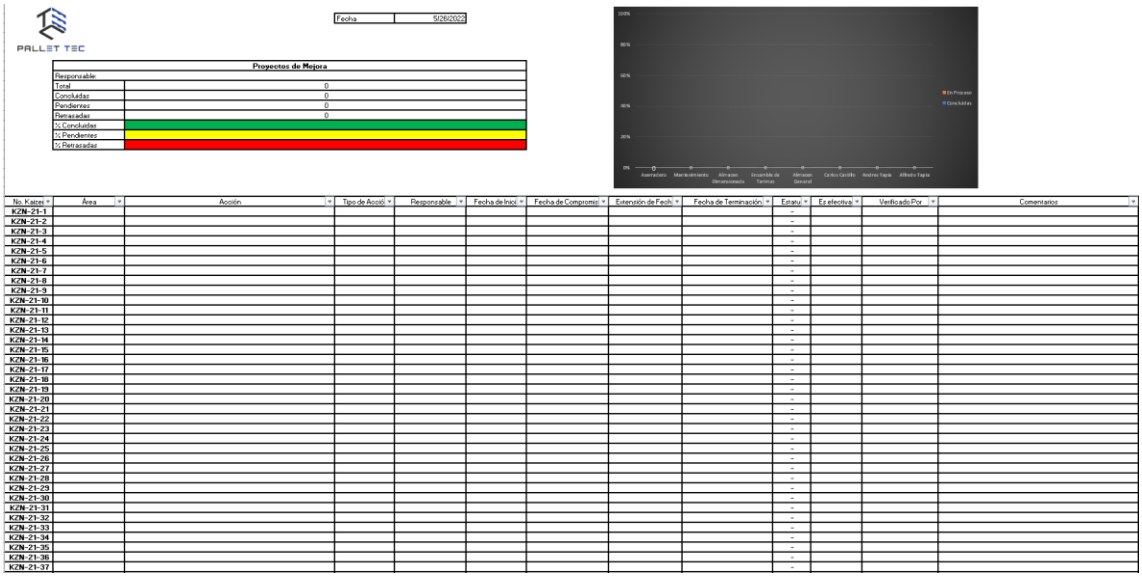
Anexo .30. Etiquetas para maquinaria (Elaboración propia)

Anexo 31. Tablero para métrico de las 5´S



Anexo .31. Tablero para resultados de la Auditoría 5´S del área Aserradero del (Elaboración propia)

Anexo 32. Acciones de mejora Kaizen



Anexo .32. Formato acciones de mejora Kaizen resultante de la auditoría (Elaboración propia)

Anexo 32.1. Datos para graficar acciones Kaizen

	Responsable	Acciones Abiertas	Concluidas	En Proceso	Progreso
Areas					
Personal					

Anexo .32.1. Datos para la gráfica de acciones de mejora *(Elaboración propia)*

Anexo 33. Propuesta de mejora para operadores

PALLET TEC

Propuestas de Mejora

K= Kaizen
C= Corrección

Numero de Acción	Celda /Área	Acción	Autor	K	C	Fuente	Responsable	Fecha de inicio	Fecha de compromiso	Fecha de cierre	Estado				Comentarios
											P	D	C	A	
											P	D	C	A	
											P	D	C	A	
											P	D	C	A	
											P	D	C	A	
											P	D	C	A	
											P	D	C	A	
											P	D	C	A	
											P	D	C	A	

Anexo .33. Tablero para propuestas de mejora para operadores del área del Aserradero (Elaboración propia)

Anexo 34. Diagrama de recorridos mejorado

Spaghetti Mejorado							
Inicio	Fin	F	T	D	F x D	F x T	F x D x T
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
					0	0	0
	TOTALES	0	0	0	0	0	0

Anexo .34. Resultados esperados por obtener (Elaboración propia)

Anexo 34.1. Gráfica de los resultados esperados del diagrama de recorrido

	Spaghetti		
	Inicial	Mejora	Diferencia
Frecuencia			
Tiempo			
Distancia			
F x D			
F x T			
F x D x T			



Anexo .34.1. Resultado esperados del diagrama de recorrido inicial vs mejora (Elaboración propia)

Anexo 35. Tablero de control de indicadores

PALLET TEC	Productividad			Acumulado/Meta						
				Turno	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab
				Primero						
Área		Fecha		Operadores						

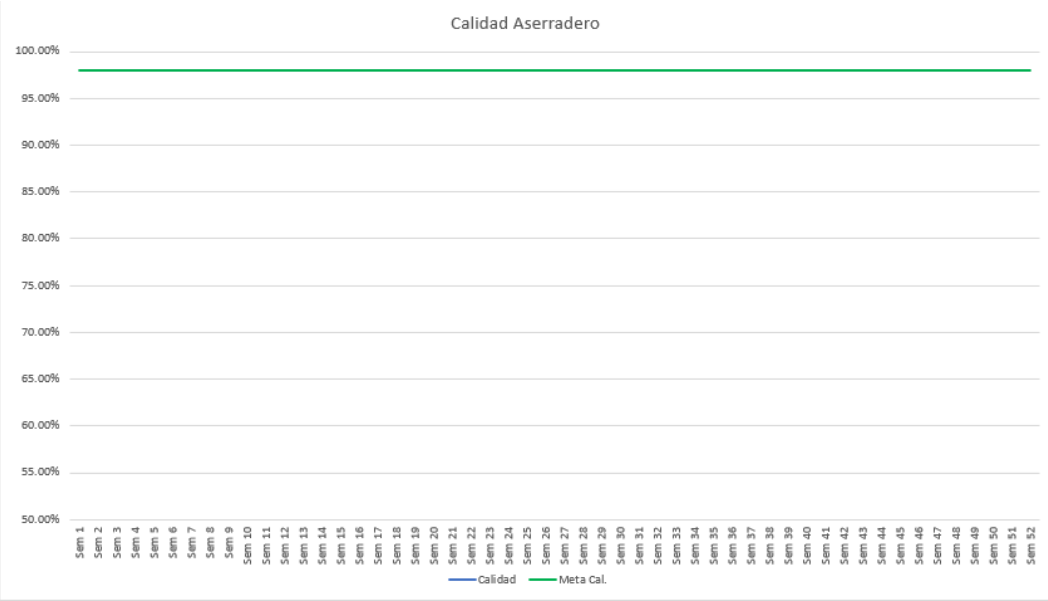
Control / Horas	Prod. Real (Tablas buenas)	SCRAP (Tablas Malas)	Meta (Capacidad de Producción)	Acumulado	Disponibilidad (60 min – tiempo perdido)	Calidad (Buenas/Buenas + Malas)*100
07:00 - 08:00 a.m.			504			
08:00 - 09:00 a.m.			504			
09:00 - 10:00 a.m.			504			
10:00 - 11:00 a.m.			504			
11:00 - 12:00 p.m.			504			
12:00 - 13:00 p.m.			504			
13:30 - 14:30 p.m.			504			
14:30 - 15:30 p.m.			504			
TOTAL						

Anexo .35. Tablero de control por máquina para productividad, disponibilidad y calidad del área Aserradero (Elaboración propia)

Anexo 36. Registro de resultados obtenidos de los tableros de control de indicadores para productividad, calidad, disponibilidad, scrap y producción real.

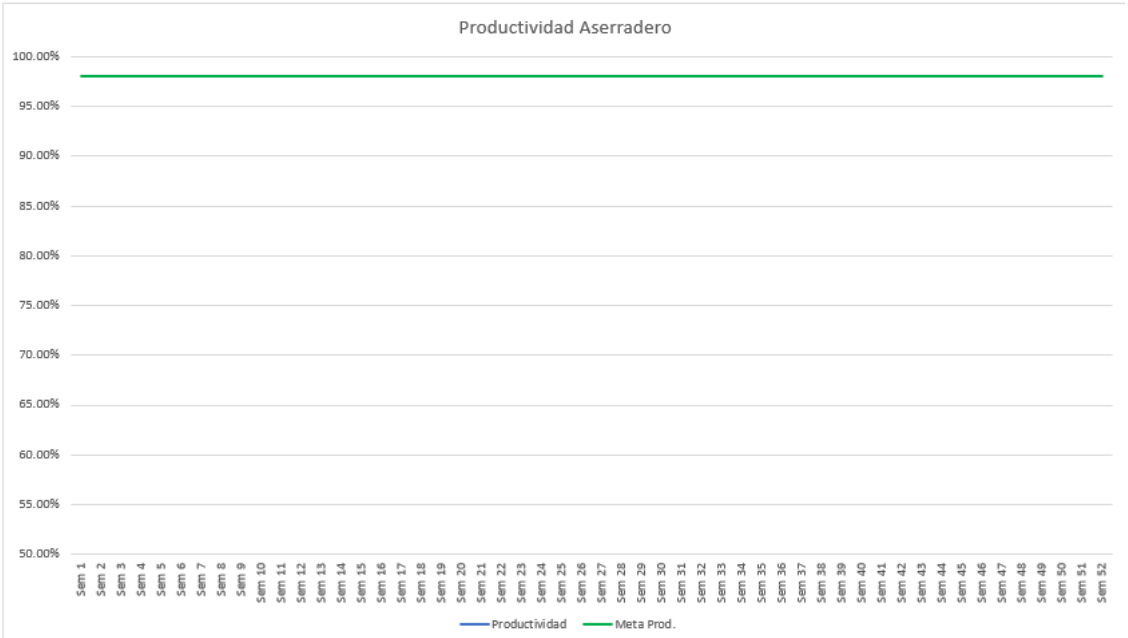
PALLET TEC	Voz del Cliente (Productividad y Calidad) "Aserradero"								
Semana	Prod. Real	Scrap	Meta	Productividad	Costo unitario x tarima	Disp. Real	% Disp.	Calidad	Utilidad
			4032		$ 382.00				
			4032		$ 382.00				
			4032		$ 382.00			

Anexo 36.1. Gráficas de tendencia de indicador para el área del Aserradero calidad.



Anexo .36.1.. Indicador de productividad del área Aserradero con meta de cumplimiento del 98% (Elaboración propia)

Anexo 36.2. Gráficas de tendencia de indicador para el área del Aserradero productividad.



Anexo .36.2. Indicador de calidad del area Aserradero con meta de cumplimiento del 98% (Elaboración propia)

Anexo 36.3. Gráficas de tendencia de indicador para el área del Aserradero disponibilidad



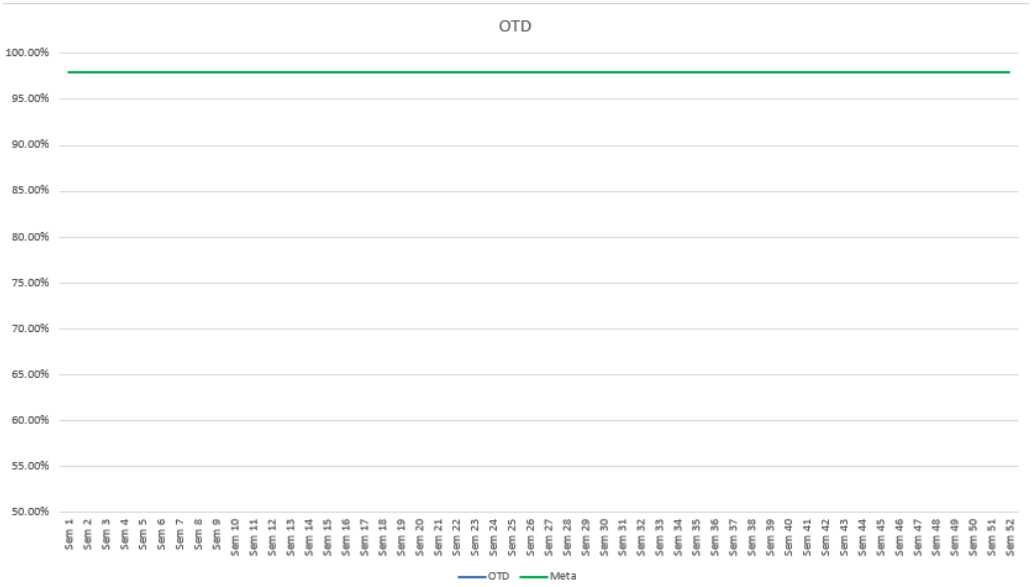
Anexo .36.3. Indicador de disponibilidad del área Aserradero con meta de cumplimiento del 100% (Elaboración propia)

Anexo 37. Registro de pedidos para estimar el tiempo de entrega de productos

PALLET TEC	Voz del Cliente (OTD)											Fecha: 5/26/2022 Elaborado: Carlos Arreola			
Semana	**Cliente**	**No. Pedido**	**Cant. Requerida**	**Precio de Compra**	**Fecha de pedido**	**Fecha requerida**	**Extender Fecha**	**Fecha de entregada**	**Estatus**	**Costo unitario x tarima**	**Cant. Entregada a tiempo**	**Utilidad**	**OTD**	**META**
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%
										$ 382.00		$ -		98%

Anexo .37. Registro de pedidos y seguimiento para cálculo de OTD (Elaboración propia)

Anexo 37.1. Gráfica de tendencia de indicador para las entregas a tiempo de la empresa.



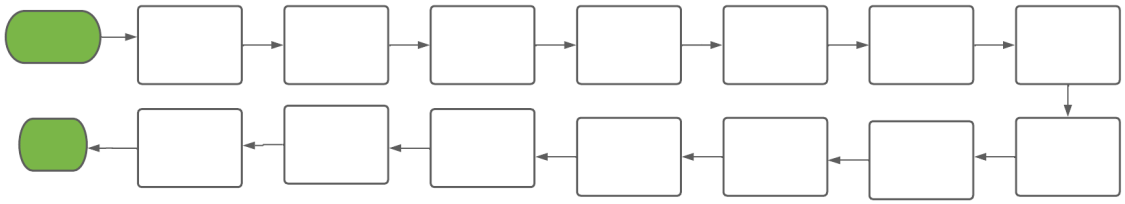
Anexo .37.1. Indicador OTD cumplimiento de pedidos de la empresa Pallet Tec (Elaboración propia)

Anexo 38. Tabla de distribución de tarimas y diferencia de costos.

Cliente	Diferencia de Costo	Tarimas (Aserradero)	Tarimas (MP Dimensionada)	Pérdida

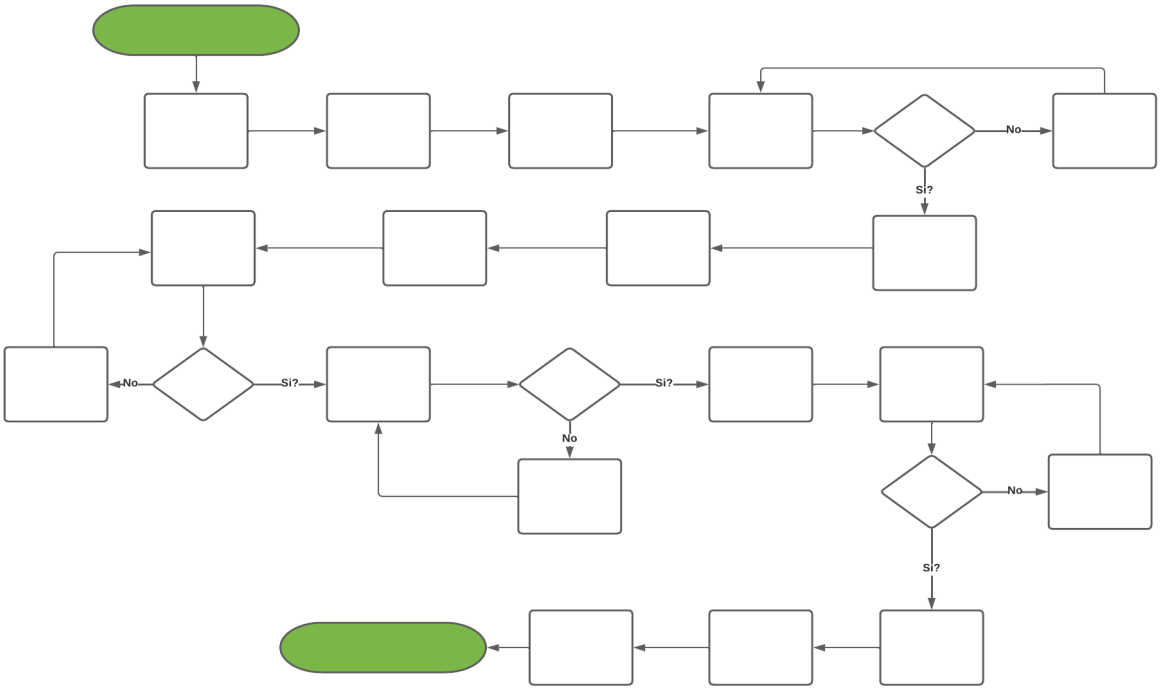
Anexo .38. Distribución de tarimas y costos (elaboración propia)

Anexo 39. Diagrama de flujo Lean



Anexo .39. Diagrama de Flujo Lean (Elaboración propia)

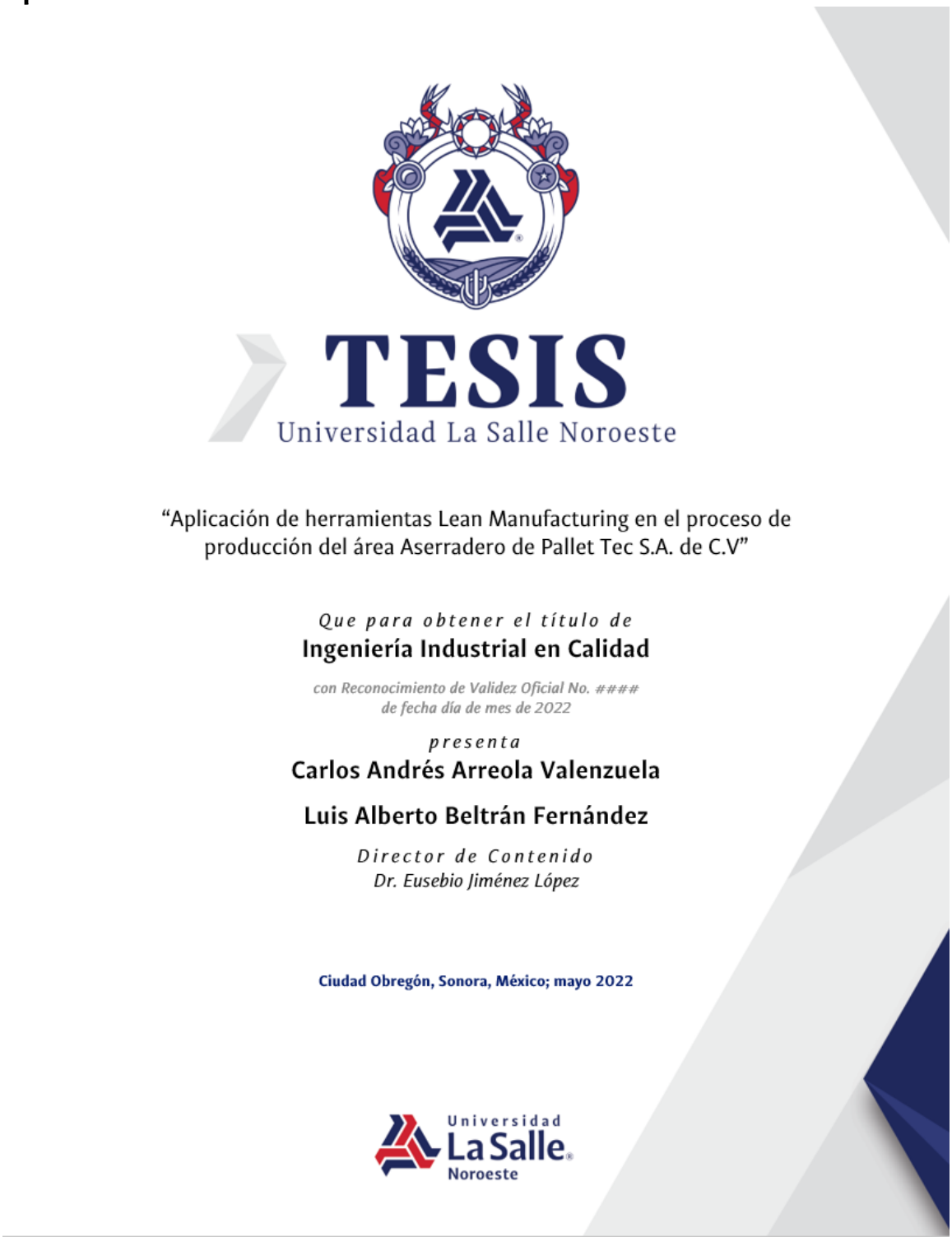
Anexo 40. Diagrama de relación de herramientas Lean



Anexo .40. Diagrama de relaciones entre las herramientas Lean (Elaboración propia)

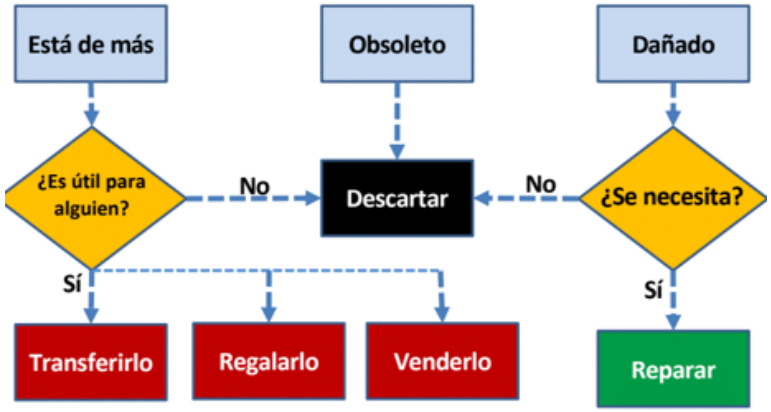
Apéndices

Apéndice 1. Portada de Tesis



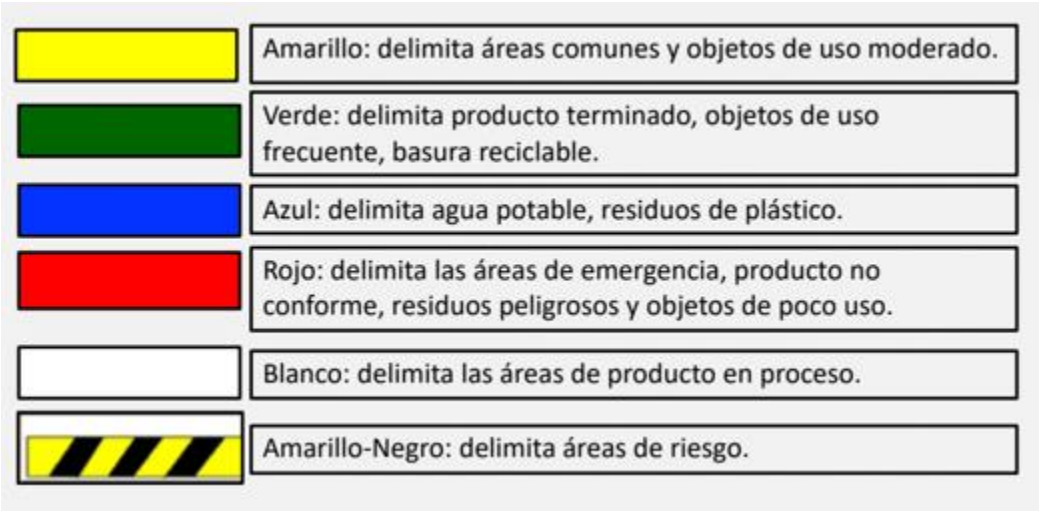
Apéndice .1. Portada Tesis (Fuente: Universidad La Salle Noroeste)

Apéndice 2. Diagrama de selección de artículos



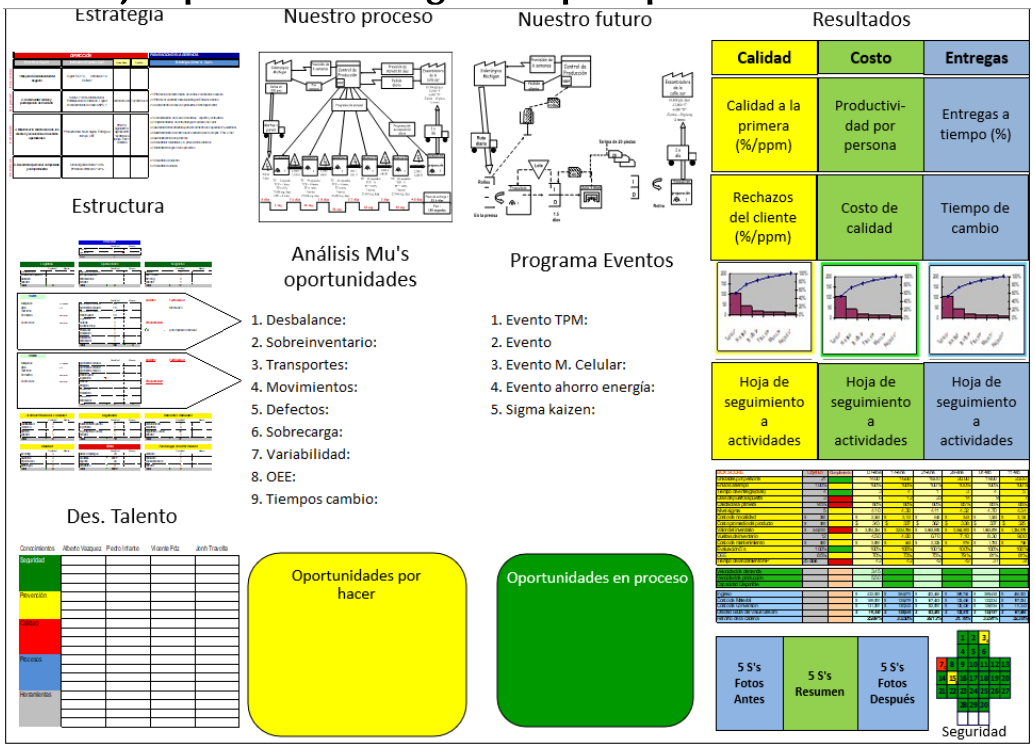
Apéndice .2. Diagrama de selección de artículo (Fuente: Presentación de Lean Six Sigma Yellow Belt)

Apéndice 3. Códigos de colores



Apéndice .3. Guía de colores para delimitación de pisos (Fuente: Presentación Lean Six Sigma Yellow Belt)

Apéndice 4. Ejemplo de tablero general para planta



Apendice .4. Ejemplo de tablero para control general de una planta (Fuente: Presentación Lean Six Sigma Yellow Belt)

Apéndice 5. Fases para implementación de proyecto Lean



Apéndice .5. Fases de proyecto Lean (Fuente: Presentación de Lean Six Sigma Yellow Belt)

Apéndice 6. Vista frontal del área del Aserradero



Apéndice .6. Vista frontal área Aserradero

Apéndice 7. Vista trasera del área del Aserradero



Apéndice .7. Vista trasera área Aserradero

Apéndice 8. Área del Aserradero de la empresa Pallet Tec S.A. de C.V.







Apéndice .8. Área bajo estudio Aserradero de Pallet Tec S.A. de C.V. (Elaboración propia)

Apéndice 9. Fresadora Tradicional



Apéndice .9. Fresadora Tradicional