



Universidad del Azuay

**FACULTAD DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA**

Escuela de Ingeniería de la Producción

**PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING EN LA
BODEGA DE QUÍMICOS DE LA EMPRESA
AGUAS DEL ECUADOR, ADE, CIA. LTDA.**

Autora:

María Joaquina Álvarez Ortiz

Director:

Dr. Sc. Jonnatan Fernando Avilés González

**Cuenca – Ecuador
2022**

DEDICATORIA

A mis compañeras de estudio por estar ahí desde el inicio apoyándome y por seguir juntas este camino.
A mis abuelos y padres quienes me han guiado y apoyado.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón a aquellos profesores de la Universidad del Azuay, que aparte de enseñarme teoría y conocimientos, me enseñaron valores para la vida.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1	1
1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN INICIAL DE LA EMPRESA	1
1.1 Situación inicial	1
1.2 Delimitación del estudio	3
1.3 Pre diagnóstico de la empresa	4
1.3.1 Mapa de cadena de valor VSM	4
1.3.2 Snap picture	6
CAPÍTULO 2	13
2 DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN	13
2.1 Introducción a la filosofía Lean Manufacturing	13
2.2 Identificación y descripción de los desperdicios	14
2.3 Herramientas Lean Manufacturing	18
2.4 Evaluación de herramientas Lean Manufacturing	19
2.5 Descripción de herramientas	20
2.5.1 Herramienta 5S	20
2.5.2 Herramienta Andon	21
2.5.3 Herramienta Kanban	22
CAPÍTULO 3	24
3 APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS Y PROPUESTAS DE MEJORAS	24
3.1 Aplicación de 5S	24
3.1.1 Evaluación radar	24
3.1.2 Análisis ABC	26
3.2 Aplicación de Andon (Control visual)	29
3.3 Aplicación de Kanban	30
3.4 Discusión de prueba piloto	31
3.5 Propuestas de mejora	35
3.5.1 Andon: Piso de bodega	35
3.5.2 2S	36
CONCLUSIONES	37
ANEXOS	38
BIBLIOGRAFÍA	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Toma de tiempos	6
Tabla 2 Definición de desperdicios	16
Tabla 3 Causas de desperdicios	17
Tabla 4 Comparación de autores 1/2	18
Tabla 5 Comparación de autores 2/2	19
Tabla 6 Ponderación	20
Tabla 7 Resumen de tarjetas rojas	25
Tabla 8 Análisis ABC	27
Tabla 9 Toma de tiempos 2	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ventas anuales ADE	1
Figura 2 Diagrama de Ishikawa	2
Figura 3 Plano general ADE	3
Figura 4 VSM actual	5
Figura 5 Snap picture 1/6	7
Figura 6 Snap picture 2/6	8
Figura 7 Snap picture 3/6	9
Figura 8 Snap picture 4/6	10
Figura 9 Snap picture 5/6	11
Figura 10 Snap picture 6/6	12
Figura 11 Monden	14
Figura 12 Análisis de valor agregado	15
Figura 13 Etapas de 5S	21
Figura 14 Guía de líneas en piso	22
Figura 15 Diagrama de flujo para herramientas	23
Figura 16 Evaluación radar inicial	24
Figura 17 Acción de tarjeta roja 1	26
Figura 18 Acción de tarjeta roja 2	26
Figura 19 Layout antes y después	28
Figura 20 Tablero Kanban	31
Figura 21 Control visual Colores	35

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Organigrama	38
Anexo 2 layout del área 4	39
Anexo 3 Ítems evaluación radar 1/2	40
Anexo 4 Formato tarjetas rojas.....	41
Anexo 5 Cronograma de limpieza	42
Anexo 6 Ítems evaluación radar 2/2	43

RESUMEN

En el presente trabajo de titulación se desarrolló un diagnóstico de la empresa ADE; misma que se encarga de la producción y la comercialización de productos químicos para la potabilización de agua. Primero se realizó un análisis a detalle de la situación inicial del área 4 de la empresa, donde se visualiza que los problemas principales son el desorden y falta de limpieza, seguido se describió e identificó tres desperdicios los cuales son: i) sobreinventario, ii) transporte de materiales y herramientas, y iii) movimientos innecesarios del trabajador.

El objetivo principal de este estudio es disminuir los desperdicios encontrados, para ello, se analizaron diferentes herramientas Lean para lograr identificar cuáles se acoplan mejor, se efectuó una prueba piloto aplicándolas, se evaluó las mejoras y por último se realizó propuestas de mejora para que la empresa las considere.

Palabras clave: Desperdicios, Lean, producción, mejora, procesos, herramientas



Dr. Sc. Jonnatan F. Avilés González
Director del trabajo de titulación



Ing. Damián Encalada Avila
Coordinador de Escuela de Producción



María Joaquina Álvarez Ortiz
Autora

ABSTRACT

This degree project offers a diagnosis of the ADE company, which is in charge of the production and commercialization of chemical products for the purification of water. First, a detailed analysis of the initial situation of area 4 was carried out. It was found that the main problems are disorder and lack of cleanliness. After, a description and identification of three processes in which waste occurs were performed. These processes are: i) inventory, ii) transportation of materials and tools, and iii) unnecessary movements of the worker. The main objective of this study was to reduce the waste that was found. For this purpose, different “Lean” tools were analyzed to identify which ones fit better. A pilot test was carried out by applying such tools. The improvements were evaluated and, finally, improvement proposals were made for the company to consider.

Keywords: Waste, Lean, production, improvement, processes, tools



Dr. Sc. Jonnatan F. Avilés González
Thesis Director



Ing. Damián Encalada Avila
**Coordinator of the Production
Engineering School**



María Joaquina Álvarez Ortiz
Author

Translated by



Joaquina Alvarez



INTRODUCCIÓN

La empresa ecuatoriana AGUAS DEL ECUADOR, ADE, CIA. LTDA ofrece productos, equipos y asesoría técnica para el tratamiento de agua, integrando conocimientos con una vasta experiencia, productos y equipos de alta calidad, consiguiendo funcionamiento eficiente del proceso de tratabilidad del agua para satisfacer los requerimientos de calidad del agua potable.

El caso de estudio se fundamenta específicamente en la bodega 4 de la empresa donde la problemática radica en la limpieza y el orden. Con el objetivo de mantener la bodega limpia y eliminar el desorden generado de modo que las actividades se desempeñen de una manera adecuada, se sigue los objetivos descritos a continuación:

- i) Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa.
- ii) Mapear los comportamientos de los desperdicios.
- iii) Evaluar herramientas Lean de mejora que se acoplen.
- iv) Implementar prueba piloto de las herramientas Lean.
- v) Realizar propuestas de mejora para la empresa.

CAPÍTULO 1

1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN INICIAL DE LA EMPRESA

1.1 Situación inicial

ADE es una empresa ecuatoriana creada en 2015, ofrece productos, equipos y asesoría técnica, para el tratamiento de agua potable. Actualmente la empresa importa cuatro tipos diferentes de químicos, además, importa equipos y envases, produce tres químicos en el laboratorio de la empresa, produce placas de floculación y módulos de sedimentación. La empresa cuenta con la planta principal que se encuentra ubicada en el sector de Cuenca “Baños” y una bodega ubicada en el sector “Narancay”. El total de trabajadores de ADE son 13, y su estructura se visualiza en el Anexo 1.

La empresa importa químicos aproximadamente cada tres meses, la cantidad a pedir depende de la demanda y de la liquidez actual de la empresa, a través de estimaciones empíricas. La producción de químicos, módulos de sedimentación y placas de floculación se realiza únicamente bajo contrato.

La empresa ha incrementado sus ventas año tras año, en la figura 1 se muestra el crecimiento de ventas anuales de la empresa desde 2016 hasta el mes de septiembre de 2021. Se puede visualizar la tendencia creciente de ADE. En 2020 se muestra un porcentaje negativo, esto se debe a la situación de la pandemia mundial por el Covid19, sin embargo, la empresa no generó pérdidas en ese año.

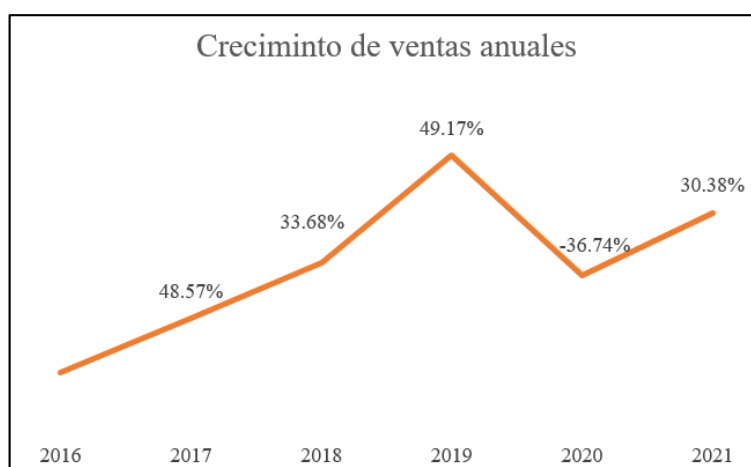


Figura 1 Ventas anuales ADE

Fuente: Elaboración propia

Para empezar a trabajar de manera óptima, se conversó con los trabajadores de la empresa, al preguntarles “¿Qué mejorarían en la empresa?”, la principal respuesta fue la falta de orden y limpieza que existe en las bodegas de la empresa, por ello se optó por realizar un diagrama de Ishikawa para poder identificar posibles causas de este problema.

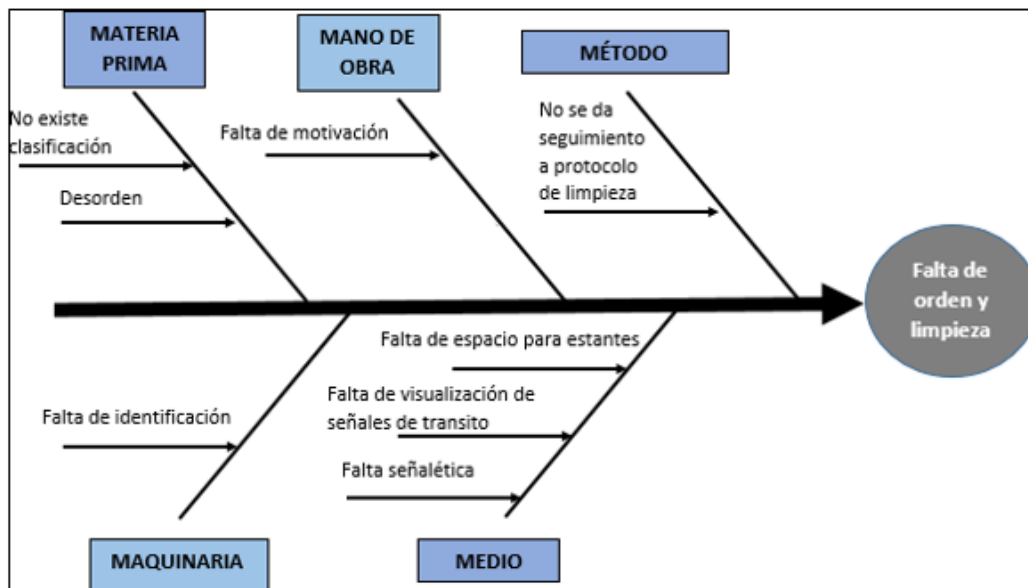


Figura 2 Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

Como se detalla en la figura 1, los trabajadores ven como un problema empresarial la falta de orden y limpieza, al indagar posibles causas, las principales son: falta de clasificación y desorden de los productos, no existe motivación y conciencia por parte de los operarios, la bodega no dispone de estantes y señaléticas y se realiza limpieza en la bodega los días sin producción o despachos.

Tras visualizar como se trabaja en la bodega en el despacho de productos, un problema es la calidad de los pedidos, debido a que cuando el jefe de bodega recibe la orden con los productos a despachar, se hace un llamado a todo el personal operativo de la empresa, y al no tener clasificado los productos y sin un personal calificado, existen pedidos que van con productos equivocados o en menor cantidad. Como indicador se tiene los pedidos efectuados correctamente entre los pedidos totales, en el mes de junio se tuvo cinco pedidos, donde tres de ellos se despacharon correctamente, al sacar el porcentaje se obtuvo un total de 60%, lo cual indica que no se está trabajando correctamente.

$$\frac{\text{Pedidos correctos}}{\text{Pedidos totales}} \times 100\% = \frac{3}{5} \times 100\% = 60\%$$

Otro problema encontrado es el tiempo de ejecución de tareas. Al no tener organizada la bodega a los trabajadores se les dificulta encontrar los productos, por el desorden el montacarga no puede acceder a ciertos sitios. Por lo que en este proyecto se desea determinar: ¿Cómo disminuir los desperdicios en cuanto a desorganización, desorden y limpieza, que generan una pérdida de tiempo y calidad en la bodega de químicos de la empresa ADE?

1.2 Delimitación del estudio

La estructura física actual en la planta de Baños, se divide en 4 áreas: la primera corresponde a oficinas de administrativos, laboratorio y bodega general, en la segunda área se realiza la producción de las placas de sedimentación, la tercera área corresponde a la producción de planchas de floculación y la cuarta área es donde se encuentra la bodega de químicos, además, esta área contiene máquinas mezcladoras de químicos. Se hizo un plano general con la distribución de la empresa, el cual no está en escala real, como se visualiza a continuación.

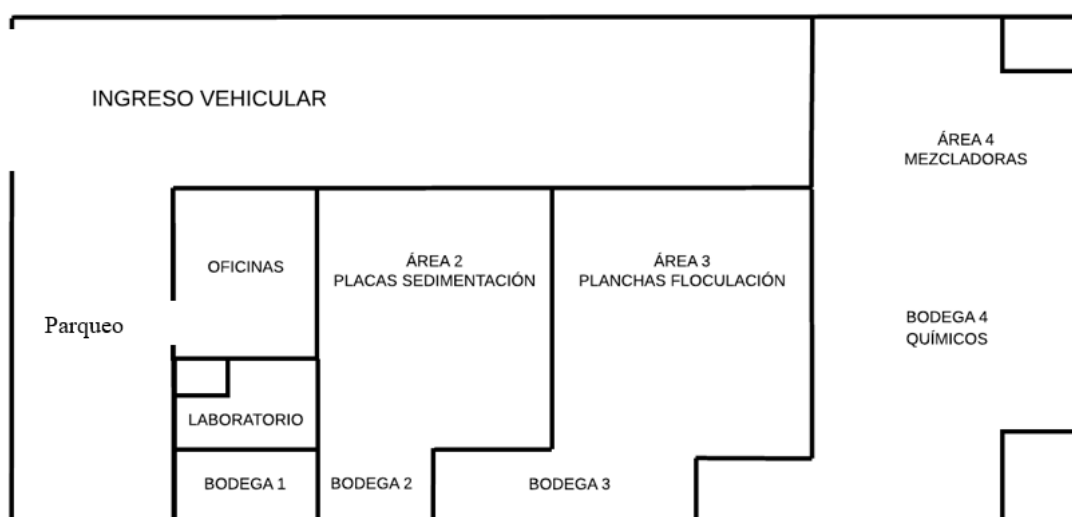


Figura 3 Plano general ADE

El presente proyecto se basará en el área y bodega 4 de la empresa, la cual está destinada para almacenamiento únicamente de químicos y para el proceso de mezclado

de químicos. En la actualidad, en la bodega 4 se genera demasiado desorden y no existe la limpieza adecuada, por este motivo el presente estudio se enfoca en analizar este inconveniente para describir una propuesta de mejora. El layout de la bodega 4 se puede visualizar en el Anexo 2, el cual muestra su distribución.

1.3 Pre diagnóstico de la empresa

Para comprender el proceso y las actividades que se llevan a cabo en la empresa, se pone en práctica diferentes herramientas, las cuales se detallarán a continuación:

1.3.1 Mapa de cadena de valor VSM

Mediante la herramienta VSM se demuestra la secuencia de las actividades para llevar a cabo un proceso específico (Womack & Jones, 2013). Para ello se obtuvo una muestra mínima de toma de tiempos (5), y se realizó para un proceso específico que es el despacho de policloruro de aluminio, para ello se tomó en cuenta las siguientes variables: el pedido total por parte del cliente y el total de paquetes para ese pedido.

Los pedidos realizados al proveedor se realizan de manera empírica por el gerente de la empresa. Cada almacenamiento y despacho depende de la cantidad de productos, por ello se realizó un promedio de estos tiempos. El VSM se puede visualizar en la figura 4 y la tabla 1 muestra toma de tiempos.

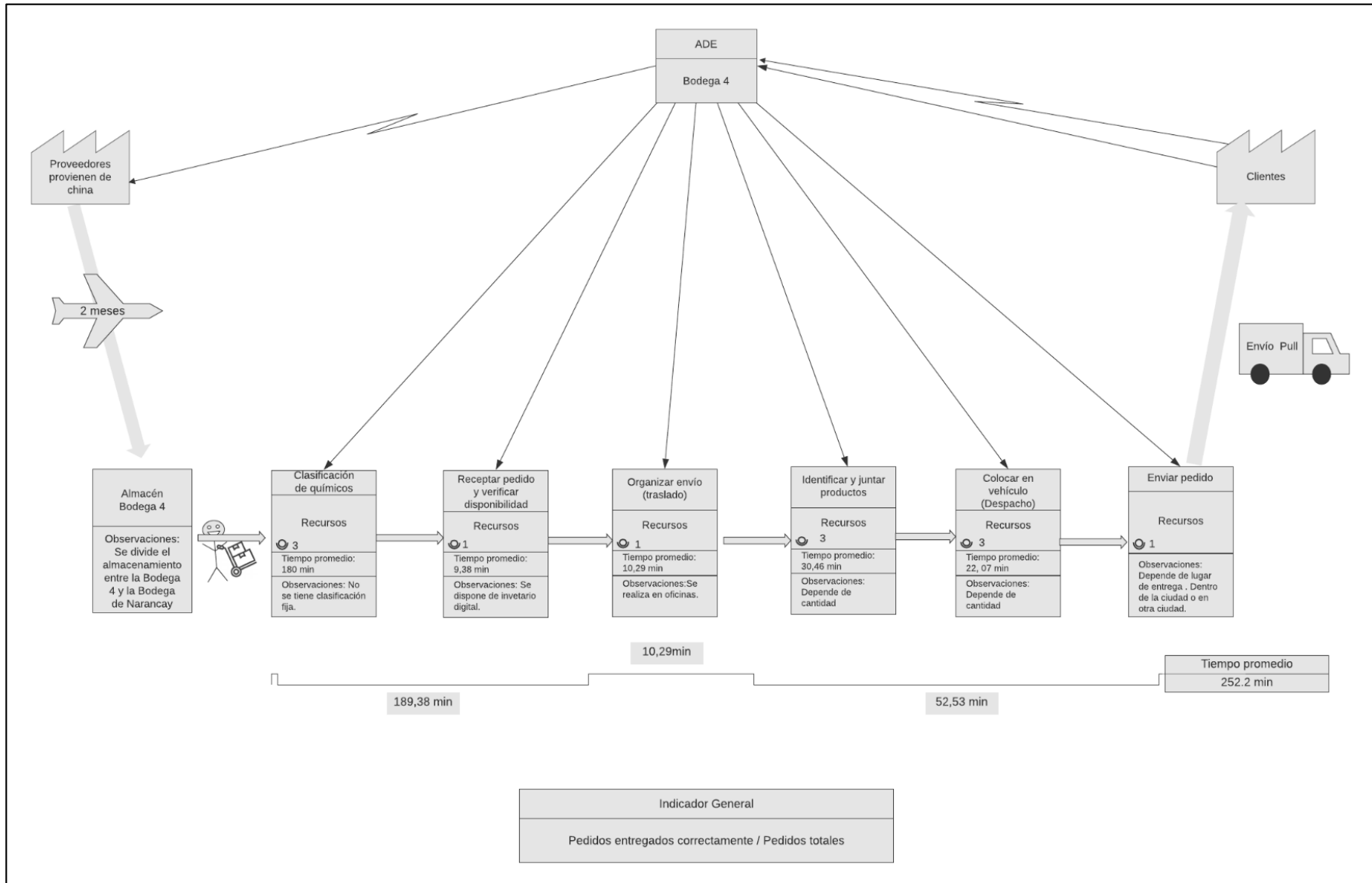


Figura 4 VSM actual

	Despacho de Policloruro de aluminio (25Kg)					
Muestra	Pedido	Total Paquetes	Receptar pedido y verificar disponibilidad (min)	Organizar envío (min)	Organizar en pallets (min)	Despacho (min)
1	600	24	7,65	6	18,54	13,12
2	2250	90	11,34	5,34	33,45	21,17
3	2500	100	8,65	17,32	29,21	23,54
4	1500	60	8,23	8,56	29,34	17,43
5	5000	200	11,01	14,23	410,76	35,02
Promedio			9,38	10,29	30,46	22,07

Tabla 1 Toma de tiempos

1.3.2 Snap picture

Para identificar los desperdicios Lean, se realizó la herramienta Snap-Picture, para la toma de las fotografías se realizó en dos días diferentes de trabajo.



Figura 5 Snap picture 1/6

La figura 5 nos muestra la existencia de productos que pertenecen a otra área de la empresa, se evidencia que no existe algún tipo de clasificación para los químicos y también basura.

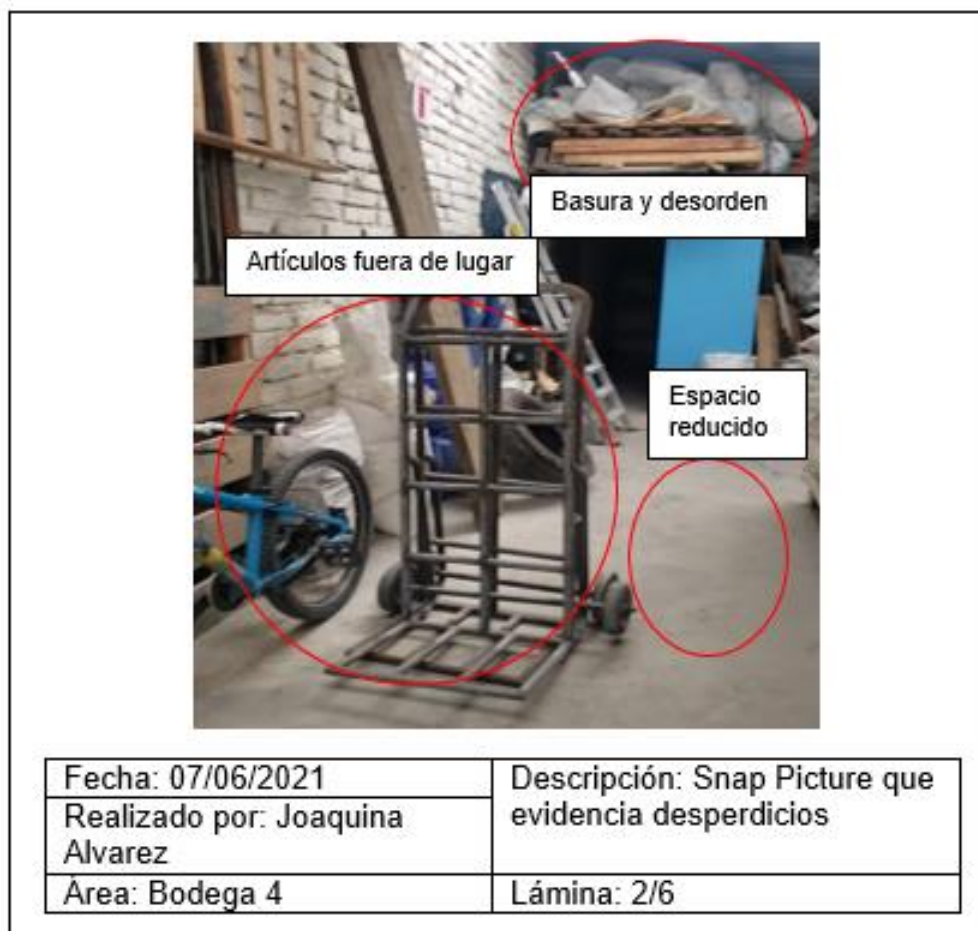


Figura 6 Snap picture 2/6

En la figura 6 se puede observar que existe poco espacio para que las personas circulen porque existen varios recursos impidiendo el paso, también se observa desorden y basura en la parte superior de los vestidores y por último existen artículos no pertenecientes al área.



Figura 7 Snap picture 3/6

La figura 7 muestra los pallets que se necesitan para apilar los diferentes químicos, estos se encuentran a la entrada del área 4 y en desorden.



Figura 8 Snap picture 4/6

En la figura 8 se observa un montacarga, obstruyendo el paso, un día en el que no se la utilizó y se encuentra en la entrada de la bodega.

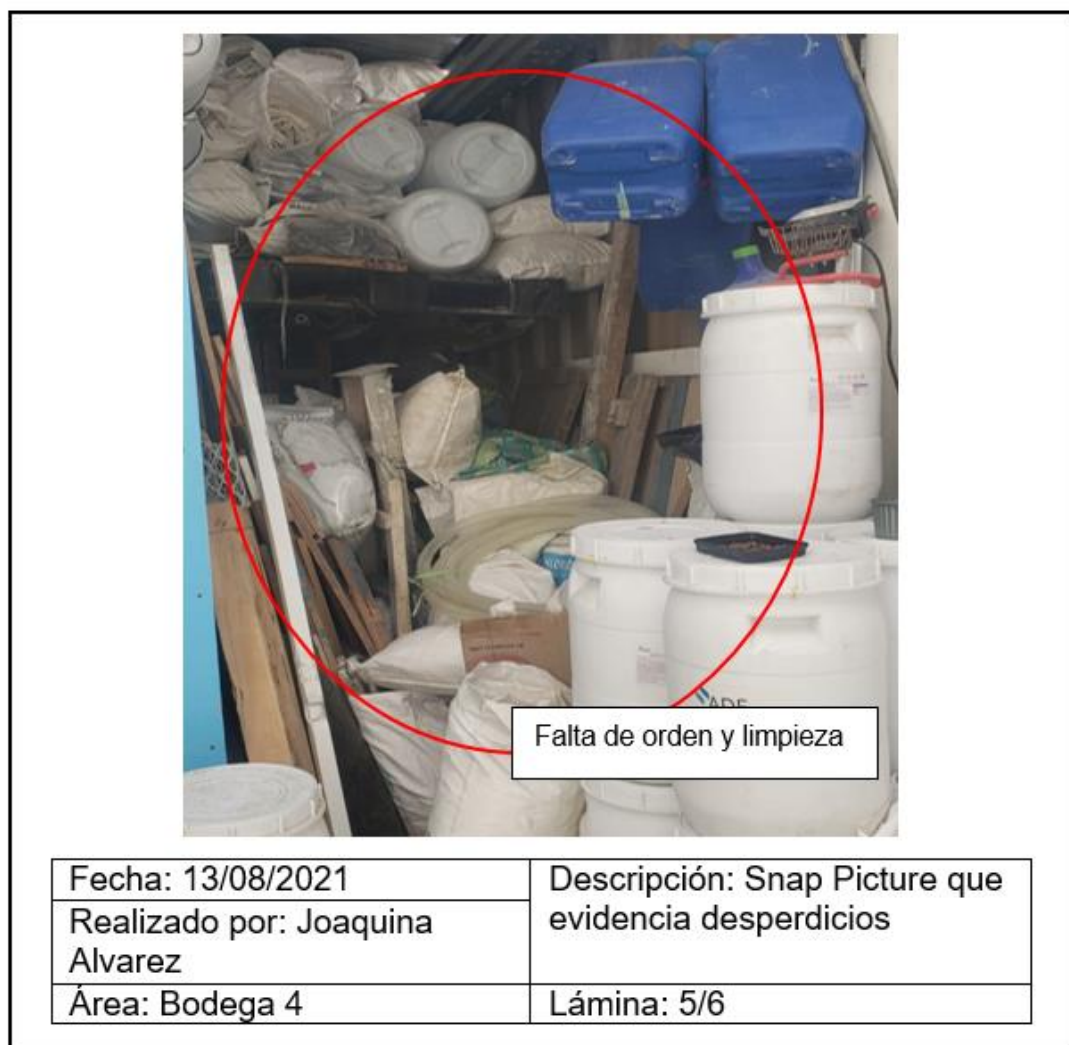


Figura 9 Snap picture 5/6

En la figura 9 se evidencia claramente desorden en la parte trasera de la bodega, al igual que basura.

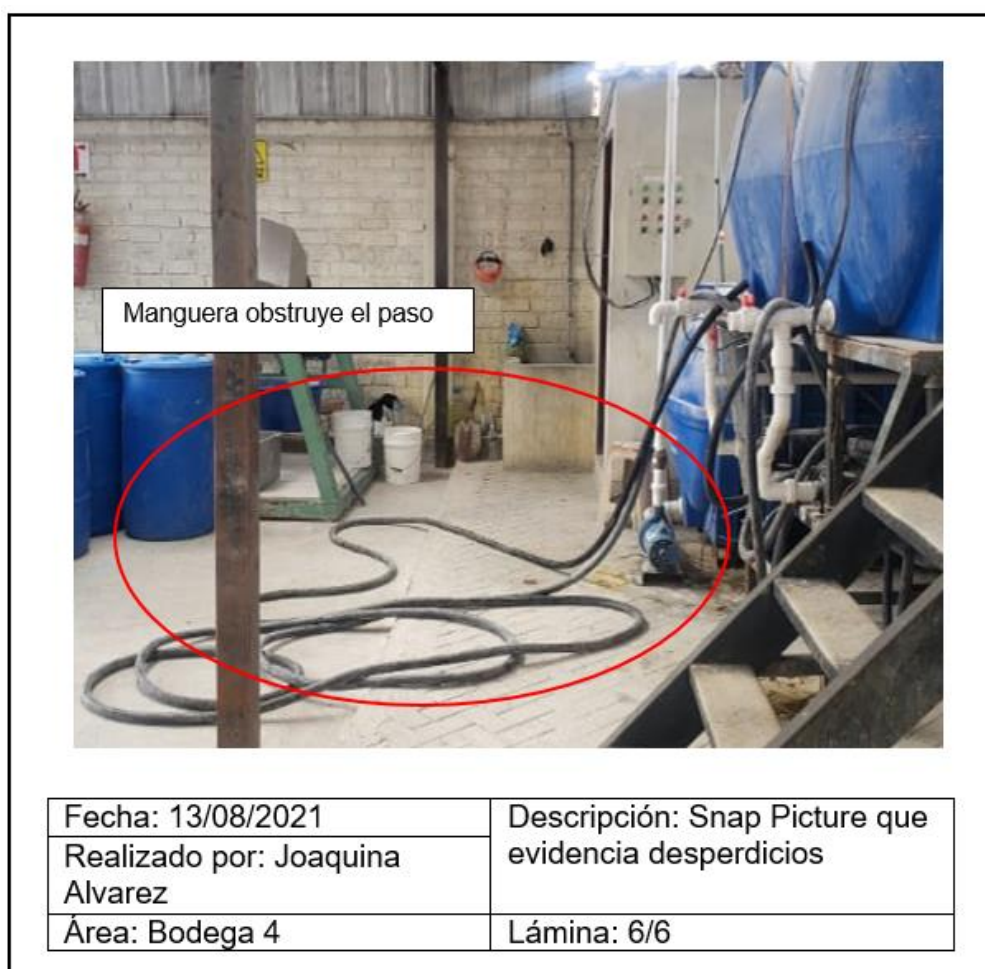


Figura 10 Snap picture 6/6

La figura 10 muestra la manguera de la mezcladora de químicos que impide el paso y se mantiene así durante el día completo.

Al revisar diferentes láminas de snap picture, podemos observar que los problemas más comunes son: i) la bodega dispone de artículos pertenecientes a otras áreas, ii) no se dispone de clasificación de los productos químicos, iii) existen varios artículos que impiden el paso del personal y iv) se evidencia desorden y falta de limpieza.

CAPÍTULO 2

2 DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING

2.1 Introducción a la filosofía Lean Manufacturing

“Se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero sí costo y trabajo” (Socconini, 2013, pág. 11).

Para aplicar Lean Manufacturing existen varias herramientas las cuales se agrupan en tres niveles distintos, el primer nivel trata de entender que necesidades tiene el cliente considerando tiempos de entrega, precios y características de calidad, el segundo nivel busca crear un flujo continuo, es decir, entregar los productos y materiales indicados en tiempo necesario y en unidades correctas, por último, el tercer nivel conlleva una nivelación, donde, se busca una distribución uniforme en el trabajo por volumen y variedad (Villaseñor y Galindo, 2009).

Monden propone que la aplicación del Sistema de Producción Toyota deba realizarse a base de una relación sistematizada entre los objetivos deseados y los medios, siguiendo un camino desde abajo hacia arriba en la figura que se visualiza en el Anexo 4 (Monden, 2012).

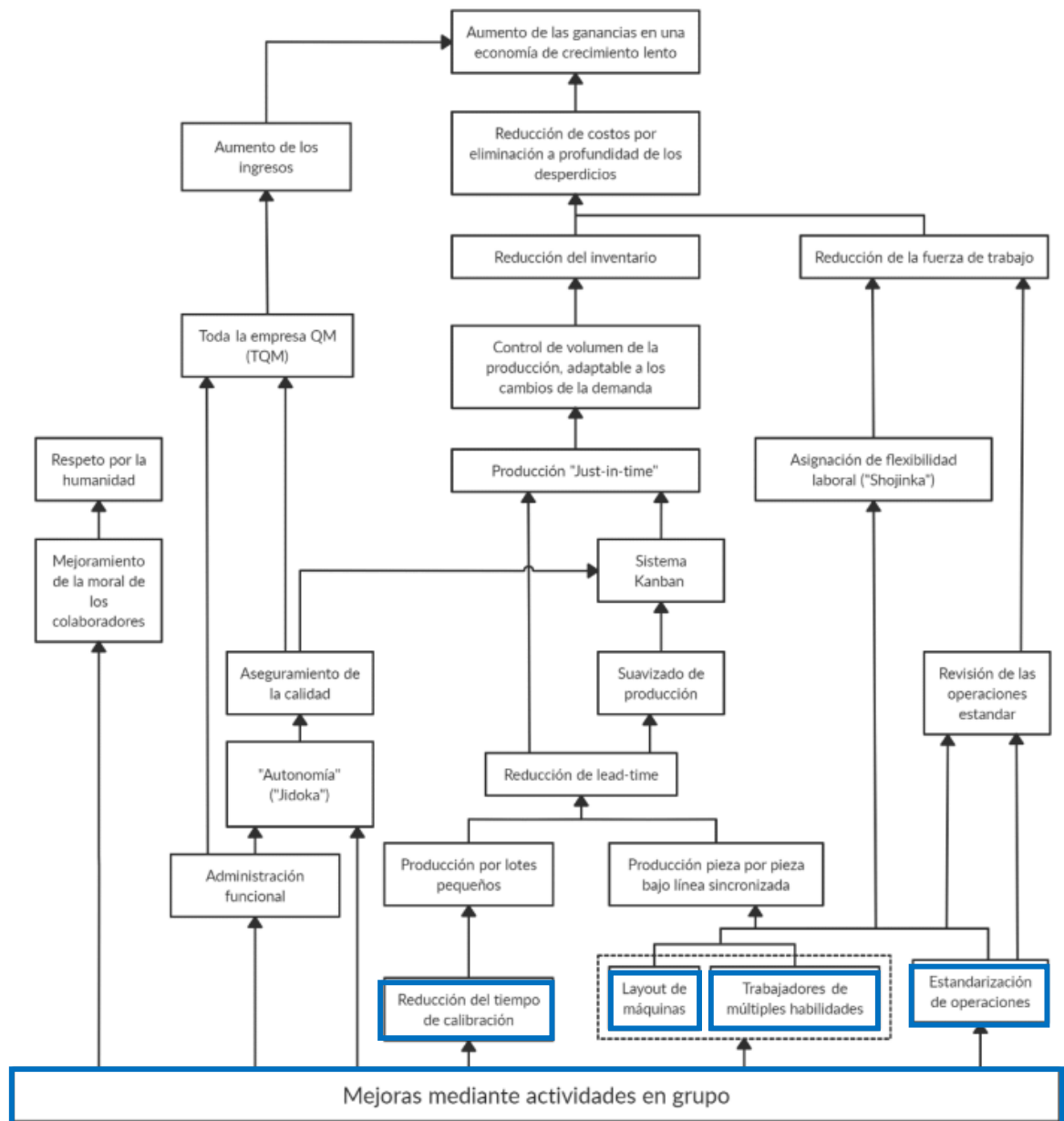


Figura 11 Monden

Como se puede observar en la figura 11, el objetivo final es aumentar las ganancias, para ello se debe iniciar realizando mejoras mediante actividades grupales y se espera, mediante este proyecto, alcanzar la etapa siguiente en el diagrama donde se encuentra reducción de tiempos, trabajadores multifuncionales y estandarización de operaciones.

2.2 Identificación y descripción de los desperdicios

El objetivo principal de Lean Manufacturing es eliminar desperdicios o actividades que no agreguen valor a los clientes, aumentando calidad y disminuyendo

tiempos y costos de producción. Para su implementación se debe realizar un cambio en el pensamiento de toda la empresa (Tejeda, 2011).

Se realiza un análisis de valor agregado del proceso que se ejecuta en la bodega 4 de la empresa, para identificar tiempos de ejecución de cada actividad para así analizar si contribuyen al valor agregado para el cliente o la empresa. El análisis de valor agregado se puede visualizar en la siguiente figura:

Proceso en Bodega									
ANÁLISIS DEL VALOR AGREGADO									
SITUACIÓN ACTUAL		VA		NVA					Tiempo
No	Actividad	VAC	VAO	P	I	E	M	A	(min)
1	Clasificar productos en bodega		150.00				30.00		180.00
2	Receptar pedido y verificar disponibilidad		9.38						9.38
3	Organizar envío	10.29							10.29
4	Identificar y juntar productos		10.00				11.00	9.46	30.46
5	Colocar en vehículo		10.07			12.00			22.07
Total Actividades de VA		10.3	179.5						
Total Actividades de NVA				0.0	0.0	12.0	41.0	9.5	

Tiempo de ciclo del proceso TCP		252.2
Tiempo de valor agregado TVA		189.7
Tiempo de no valor agregado TNVA		62.5

Eficiencia del valor agregado TVA/TNVA		3.0
Eficiencia total del ciclo de proceso TVA/TCP		75.2%
Eficiencia real del ciclo de proceso TVAC/TCP		4.1%

Figura 12 Análisis de valor agregado

En la figura 11 se puede observar la situación actual del proceso que se lleva a cabo en la bodega 4 de la empresa, el tiempo total de no valor agregado es de 62.5 minutos lo que provoca una eficiencia total del proceso de 75.3%, esto se debe a la existencia de pérdida de tiempo por esperas, pérdida de tiempo por exceso de movimiento y almacenamiento.

Según Socconini (2019), en la empresa toda actividad que no agregue valor se le considera como desperdicio, el objetivo de Lean Manufacturing es eliminarlos; los desperdicios se describen en la siguiente tabla:

Desperdicio	Definición
Sobreproducción	Producir más de lo que se necesita
	Producir más rápido de lo que se requiere

	Manufacturar productos antes de que se necesiten
Sobreinventario	Material, producto en proceso o productos terminados que exceden a lo que se necesita para satisfacer la demanda del cliente
Productos defectuosos	Pérdida de los recursos empleados para producir un artículo o servicio defectuoso
	Realizar una actividad dos o más veces
Transporte de materiales y herramientas	Traslados dentro de las instalaciones que no apoyan directamente el sistema de producción
Procesos innecesarios	Procesos que no agregan valor para el cliente
Espera	Tiempo que se pierde cuando un operador espera a que su máquina termine su trabajo
	Tiempo que se pierde cuando una máquina se detiene en espera del operador
	Tiempo que se pierde a la espera de materiales, herramientas o instrucciones
Movimientos innecesarios del trabajador	Traslado de personas en la empresa sin que ello aporte valor al producto
	Trabajador camina más de lo necesario

Tabla 2 Definición de desperdicios

Fuente: Socconini, 2009

Existe hoy en día un octavo desperdicio añadido por Womack, el cual es la subutilización del personal, este desperdicio nos indica que no se utiliza la habilidad creativa, física y mental del personal.

Con la ayuda del VSM, Snap picture y análisis de valor agregado, podemos describir los desperdicios que existen hoy en la empresa ADE:

- Sobreinventario: La empresa importa químicos cada tres meses desconociendo la demanda y se evidencia que la distribución en la bodega no es la adecuada.
- Transporte de materiales y herramientas: existe inadecuado diseño de la distribución de la bodega, se visualiza que existen diferentes sitios de almacenamiento que contienen el mismo producto.
- Movimientos innecesarios del trabajador: se emplea mucho tiempo en localizar productos. Muchos esfuerzos para alcanzar productos.

Al indagar las posibles causas de los desperdicios encontrados se obtuvo:

Desperdicio	Causa
Sobreinventario	Durante la pandemia de Covid-19 en 2020, la empresa al tener liquidez, importó una cantidad grande de químicos sin importar la demanda por lo que existe gran cantidad de productos y al ser un pedido grande existe una mala distribución de los mismos
Transporte de materiales y herramientas	Los trabajadores no disponen de conocimiento sobre el lugar donde están los productos, ya que no existe una clasificación fija de los mismos.
Movimientos innecesarios del trabajador	La distribución del área no es adecuada por falta de organización y clasificación.

Tabla 3 Causas de desperdicios

Fuente: Elaboración propia

Al realizar un estudio de situación inicial de la empresa ADE, se evidenció mediante fotografías en la herramienta snap picture los problemas principales de la empresa, estos generan que el indicador general de la empresa, pedidos realizados correctamente entre los pedidos totales, sea bajo. Para identificar los desperdicios de la empresa, también se realizó un análisis de valor agregado, el cual indica que el proceso en la bodega tiene la existencia de pérdida de tiempo por esperas, pérdida de tiempo por exceso de movimiento y almacenamiento.

Con ayuda del VSM, snap picture y análisis de valor agregado, se concluye que la empresa cuenta con tres desperdicios: Sobreinventario, transporte de materiales y herramientas y movimientos innecesarios del trabajador, los cuales son importantes y necesarios de disminuir o eliminar, por lo que en el siguiente capítulo se analizarán diferentes herramientas correspondientes a Lean Manufacturing para lograrlo.

2.3 Herramientas Lean Manufacturing

Para definir las herramientas Lean, mediante una investigación bibliográfica, se hace una matriz de comparación entre diferentes autores, la matriz se muestra a continuación en las tablas 4 y 5.

Herramienta Autor	VSM	5'S'	Andon	Poka Yoke
HIROYUKI HIRANO 2010	-	Cimientos sobre los que se asienta el flujo de producción, control visual, operaciones estándar y otros bloques de JIT.	Sirve para convertir la gestión del conocimiento de los especialistas en una gestión sencilla y transparente para todos.	Operación y prevención de errores. "A prueba de errores".
MADARIAGA 2021	Representación gráfica del flujo de materiales e información a lo largo de un proceso.	Seguir cinco pasos para mejorar las condiciones del puesto de trabajo.	Tablero que muestra anomalías detectadas.	Integrar dispositivos sencillos para evitar defectos humanos.
HERNÁNDEZ VIZÁN 2013	Herramienta visual que muestra flujo de actividades, desde aprovisionamiento hasta el cliente.	Sirve para cambiar hábitos que mejoran eficiencia, seguridad y motivación a partir del orden y limpieza.	Dispositivos visuales o auditivos que permiten a los trabajadores conocer el estado actual y alertarlos sobre problemas.	Dispositivos a prueba de error para prevenir defectos.
SOCCONINI 2019	Sirve para conocer a fondo el proceso, tanto dentro de la planta como en la cadena de suministro, además ayuda a detectar actividades que no agregan valor en el proceso.	Disciplina para lograr mejoras en la productividad mediante estandarización de hábitos de orden y limpieza.	Identifica, instruye o indica con simples señales visuales y de audio, que se identifican y entienden con facilidad.	Métodos para evitar errores humanos en los procesos antes de que se conviertan en defectos. Permiten realizar inspección al 100% y tomar acciones inmediatas ante defectos.
MONDEN 2021	-	Método para disminuir defectos ocultos en planta. Limpiar la planta para poder utilizar las cosas necesarias en el momento necesario y en la cantidad necesaria.	Supervisa el estado y flujo de producción. Sistema que indica una anomalía en la producción.	Evita trabajo defectuoso mediante la implementación de diferentes dispositivos de control en instrumentos.
WOMACK JONES 2013	Conjunto de todas las acciones específicas necesarias para llevar un producto específico.	Se deriva de las palabras japonesas que designan cinco prácticas que conducen a un trabajo limpio y manejable: seiri (organización), seiton (orden), seiso (pureza), seiketsu	Indica el estado actual del sistema de producción alerta a los miembros del equipo de los problemas que surgen.	Un dispositivo o procedimiento a prueba de errores para evitar un defecto durante la toma de pedidos o la fabricación.
CABRERA 2014	Diagrama para ver y entender un proceso.	Crear hábitos de orden y limpieza, para estandarizar actividades.	Transmitir alertas para realizar acciones de prevención.	Reducir los errores por causa de humanos a través de maneras simples y a bajo costo.

Tabla 4 Comparación de autores 1/2

Fuente: Elaboración propia

Herramienta Autor	Smed	TPM	Kanban	Jidoka
HIROYUKI HIRANO 2010	–	–	Señales con instrucciones de operaciones o información de entrega de producto.	Automatización con un toque humano, para garantizar fiabilidad, flexibilidad y precisión.
MADARIAGA 2021	Reducir tiempos de cambio.	Maximizar la eficiencia global de los equipos productivos y optimizar el coste.	Señal que autoriza a producir o transportar una determinada cantidad de un producto.	Sustituir el trabajo manual por el trabajo de máquinas autónomas.
HERNÁNDEZ VIZÁN 2013	Disminuir tiempo de preparación.	Técnicas para realizar mantenimiento preventivo.	Implementar tarjetas o señales, basada en sistema de tirar de la producción (pull).	Incorporar sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad de detectar que se están produciendo errores.
SOCCONINI 2019	Cambio de herramientas en un solo dígito de minuto.	Permitir continuidad de operación mediante prevención, cero defectos, cero accidentes y participación total de las personas.	Sistema de información visual que indica a operarios cuando iniciar una actividad.	–
MONDEN 2021	-	-	Sistema de información que controla la producción en cantidades necesarias, en el tiempo necesario.	Remplazar operaciones manuales, sin eliminar trabajadores.
WOMACK JONES 2013	Crear cambios instantáneos para crear flujo continuo.	Garantizar que las máquinas realice sus tareas sin interrupciones.	Pequeñas tarjetas que regula el sistema pull.	Automatizar con toque humano.
CABRERA 2014	Desarrollar actividades en tiempo reducido.	Máquinas y equipos funciones cuando se las requiera de manera correcta.	Dispositivo visual que contienen información para ordenar una acción específica.	Automatización con inteligencia humana sin la necesidad de presencia humana continua.

Tabla 5 Comparación de autores 2/2

Fuente: Elaboración propia

2.4 Evaluación de herramientas Lean Manufacturing

Para la implementación de la filosofía Lean Manufacturing existen varias técnicas o herramientas, las cuales se pueden de manera individual o conjunta. A través de las definiciones propuestas en las tablas 4 y 5, se realiza una matriz de ponderación, donde se califican diferentes herramientas de Lean Manufacturing a través de variables que se basan en los desperdicios y problemas detallados en el capítulo 1, los valores de ponderación los fijó el gerente y el jefe de bodega, de acuerdo a la importancia de cada desperdicio.

		Herramientas													
		5S		Andon		Smed		TPM		Kanban		Jidoka		Poka Yoke	
Variables ADE	Pond.	Calif/5	C.Pond.	Calif/5	C.Pond.	Calif/5	C.Pond.	Calif/5	C.Pond.	Calif/5	C.Pond.	Calif/5	C.Pond.	Calif/5	C.Pond.
Sobreinventario	0.25	3	0.75	5	1.25	5	1.25	1	0.25	3	0.75	1	0.25	3	0.75
Transporte de materiales y herramientas	0.3	5	1.5	5	1.5	1	0.3	3	0.9	5	1.5	1	0.3	5	1.5
Movimientos innecesarios del trabajador	0.45	5	2.25	5	2.25	3	1.35	3	1.35	5	2.25	1	0.45	5	2.25
TOTAL	1		4.5		5		2.9		2.5		4.5		1		4.5

Tabla 6 Ponderación

Las variables seleccionadas para realizar la matriz de ponderación que se muestran en la tabla 6 son: sobreinventario, transporte de materiales y herramientas, y movimiento innecesarios del trabajador, a cada variable se le asignó una ponderación relativa a las causas mencionadas en la tabla 2. Para la clasificación de cada herramienta se asignó el valor de 1 a “bajo”, 3 “medio” y 5 “alto”. Para la obtención del total de cada herramienta se multiplica la ponderación de la variable con la calificación dada a cada una, por último, se realiza una suma de las calificaciones ponderadas, como se visualiza en la tabla 6, las herramientas que alcanzaron la mayor puntuación son: Andon, 5S, Kanban y Poka Yoke.

2.5 Descripción de herramientas

Al realizar la matriz de ponderación y evaluar que herramientas se usará para el presente proyecto, a continuación se profundiza cada una.

2.5.1 Herramienta 5S

Un lugar sin orden conlleva a cometer errores o incrementar el tiempo de ejecución de las actividades, la herramienta 5 S busca mejorar, estandarizando hábitos de orden y limpieza en la empresa. Al implementar esta herramienta se consigue aprovechar de mejor manera los recursos como el tiempo, hacer visible anomalías, crear un ambiente laboral más seguro y placentero e incrementar la capacidad de mejorar la calidad. (Socconini, 2013; Hirano, 1998)

En la figura 12 se muestra las cinco etapas que se debe seguir:

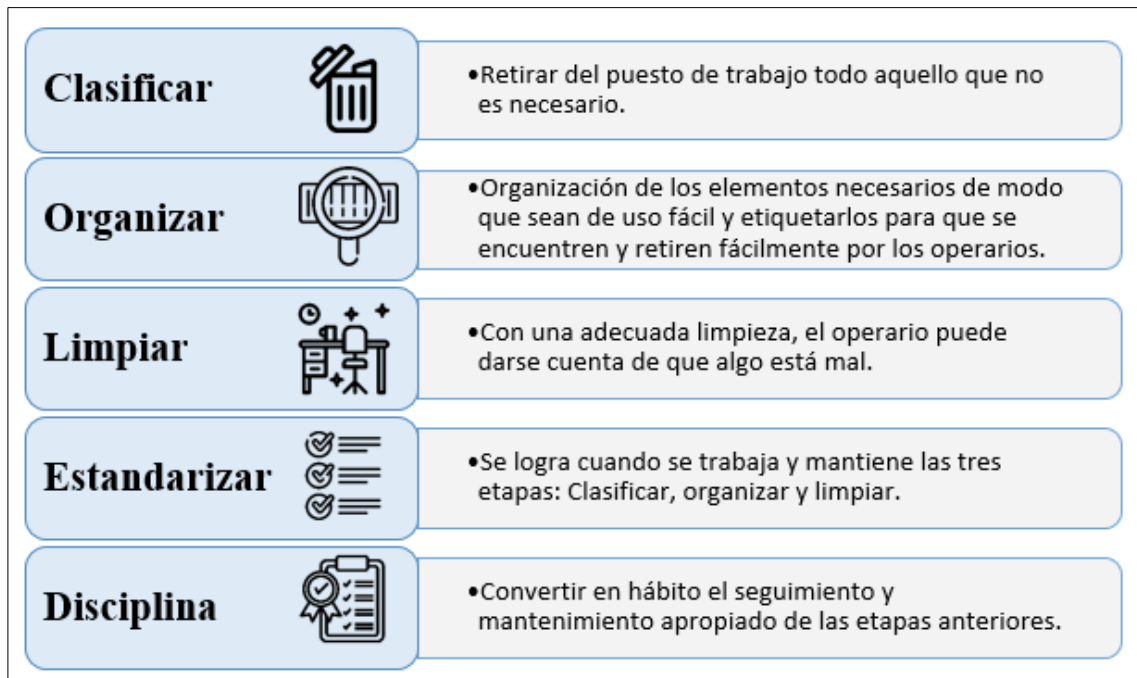


Figura 13 Etapas de 5S

Fuente: Elaboración propia

Para esta herramienta, se implementará solamente las primeras 3 S debido a que las siguientes 2 S se basan en crear un hábito donde la empresa debe crear un seguimiento de manera continua y sin fin. Para cada etapa de esta herramienta existen varios métodos que se pueden aplicar, Hirano (1993), recomienda empezar la implementación de esta herramienta realizando una evaluación radar, la cual consiste en calificar cada una de las cinco etapas de acuerdo con el área que se desea trabajar, lo mismo se debe realizar al concluir con la implementación de la herramienta para así poder comparar resultados obtenidos.

2.5.2 Herramienta Andon

Andon es una herramienta que tiene como fin brindar una comunicación sencilla entre las actividades y los operarios, plasmando de forma evidente un sistema productivo. Andon está relacionado con el control visual cuyo objetivo es mejorar el flujo de información relevante, como consecuencia genera motivación para el personal (Salazar, 2019).

Se realizará marcas en el piso de la bodega para así identificar líneas divisoras, entradas y salidas, aberturas de puertas y líneas de tráfico. Para marcar las líneas en el piso se hará uso de la siguiente guía:

TIPO		COLOR	ANCHO CM	NOTAS
Líneas divididas Salidas/Entradas Aperturas de puertas Líneas de flujo de tráfico Patrón de tigre		Amarillo Amarillo Amarillo Amarillo Negro y Amarillo	10 10 10	Línea sólida Líneas rotas Líneas rotas Flechas Rayas
Líneas de espacio de almacenamiento	Trabajo en progreso Mesas de trabajo Ítems defectuosos	Blanco Blanco Blanco	5 5 5	Línea sólida Línea de esquina Línea sólida

Figura 14 Guía de líneas en piso

Fuente: Hirano, 1993, p. 28

Otro tipo de Andon a utilizar es colocar tableros de información en cada tipo de producto, donde se colocará el nombre de cada ítem.

2.5.3 Herramienta Kanban

Kanban es una herramienta que mejora la eficiencia de un flujo de trabajo porque ayuda a visualizar las tareas de manera transparente para la empresa. “El Método Kanban genera un cambio evolutivo a través de los conocimientos adquiridos por las personas que trabajan con el Tablero Kanban y realizando actos de liderazgo para mejorar continuamente su forma de trabajar” (Bartel, 2021).

Se hará uso de un tablero Kanban en donde se visualiza las actividades que se deben efectuar, para poder concluir tareas asignadas y no acumularlas. Para el presente proyecto se realizará un tablero Kanban físico el cual se dividirá en tres secciones: pendiente, en curso y hecho.

Para implementar Lean Manufacturing en la empresa ADE, se inicia con la herramienta 5S donde se realizará una evaluación radar, un análisis ABC para poder crear una nueva distribución en la planta, en esta fase también se asignan tarjetas rojas para poder distinguir objetos inadecuados, al tener únicamente lo necesario en la bodega se

procede a crear un checklist y un cronograma de limpieza, se procede a implementar la herramienta Andon donde inicialmente se dibujaran líneas divisoras en el piso, se colocará tablero de identificación, y por último se usará la herramienta Kanban. Colocando un tablero Kanban. Las actividades se pueden visualizar en el siguiente diagrama de flujo:

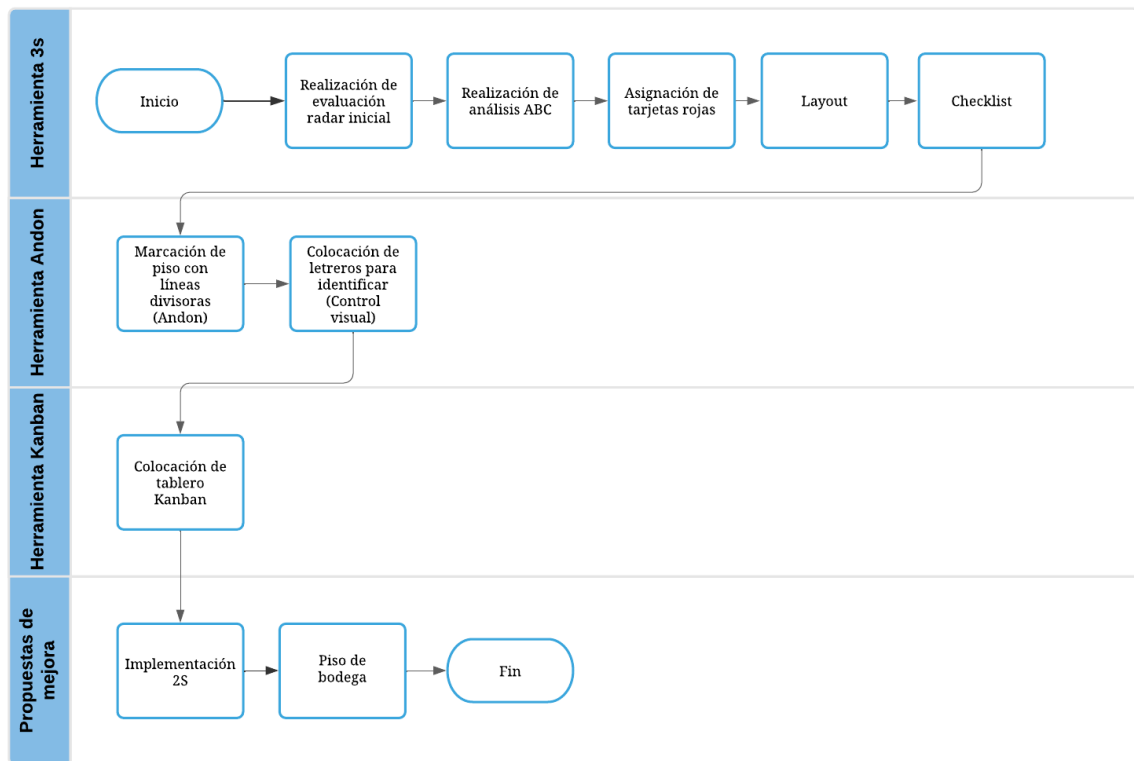


Figura 15 Diagrama de flujo para herramientas

Fuente: Elaboración propia

En el capítulo tres se realizará la prueba piloto, donde se detallara la implementación de las herramientas mencionadas anteriormente y se hará propuestas de mejora para la empresa.

CAPÍTULO 3

3 APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN Y PROPUESTAS DE MEJORAS

Para dar inicio a la aplicación de las herramientas Lean, es indispensable socializar el proyecto a todo el personal de la empresa, así se podrá contar con el apoyo necesario, para ello se realizó una reunión grupal donde se les explicó el procedimiento a realizar.

3.1 Aplicación de 5S

A continuación se implementarán varias herramientas para las primeras 3S: clasificar, organizar y limpiar, para las siguientes 2S: estandarizar y autodisciplina se realizará una propuesta de mejora, la cual se puede observar en el inciso 3.6.2.

3.1.1 Evaluación radar

Antes de empezar a implementar las primeras S de la herramienta 5S, Hirano (1993) recomienda hacer una evaluación radar, donde se muestra las condiciones actuales de la empresa en las cinco etapas de esta herramienta, para ello, se califican los aspectos del área 4, del 1 al 5, siendo 1 muy malo y 5 muy bueno, la evaluación se realizó en conjunto con el gerente de la empresa. Los ítems evaluados se pueden observar en el Anexo 3.

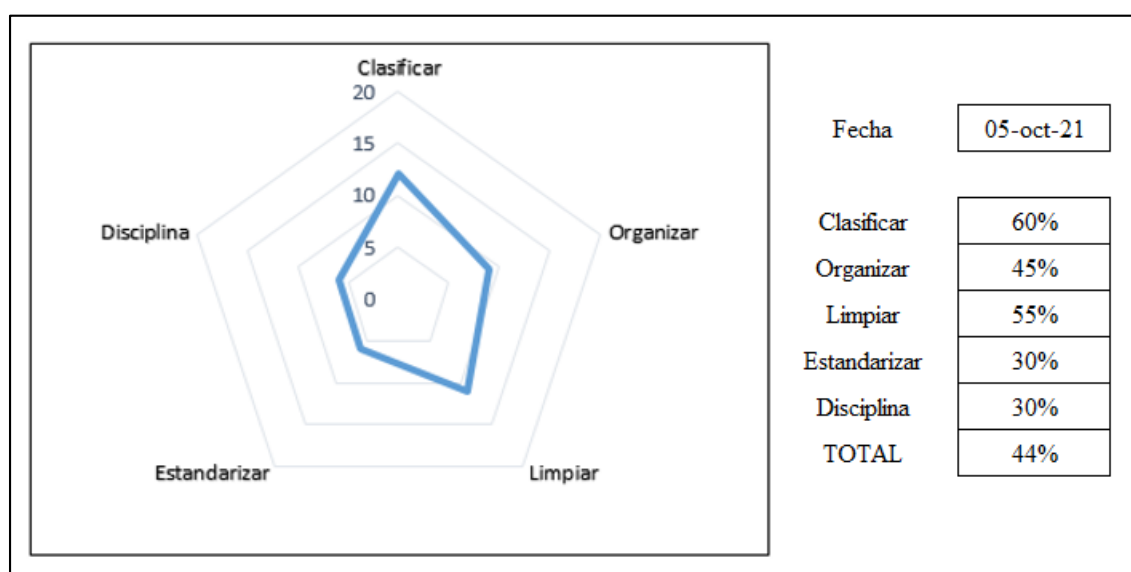


Figura 16 Evaluación radar inicial

En la figura 16 se muestra el gráfico radar, donde se observa una baja calificación del área 4 de la empresa en cada una de las cinco etapas, el promedio de las 5S en esta área es de 44%, el objetivo de utilizar la evaluación radar es el poder realizarla nuevamente al final de la implementación, para así compararla y saber si existen mejoras.

Primera etapa: Clasificar

Como inicio se procede a realizar la aplicación de tarjetas rojas las cuales sirven para distinguir diferentes ítems dentro del área del trabajo que son innecesarios, para ello se debe colocar una tarjeta roja en cada ítem encontrado, junto al jefe de bodega, una vez realizada la mejora se retiran. Para esta herramienta se propone una plantilla que se puede visualizar el Anexo 4, en la tarjeta se debe colocar el nombre y cantidad del ítem encontrado, e identificar su clasificación, motivo y acción recomendada.

NOMBRE ITEM	CLASIFICACIÓN	CANTIDAD	MOTIVO	ACCIÓN RECOMENDADA
Báscula	Herramienta	1	Mal ubicado	Mover a otro lugar
Bloques de ladrillo	Otros	3	Uso desconocido	Eliminar
Botellas de plástico	Otros	4	No se necesita	Eliminar/reciclar
Cilindro clorogas	Materia prima	1	Mal ubicado	Mover a otro lugar
Equipo de protección	Equipo	1	Mal ubicado	Mover a otro lugar
Escobas y palas	Herramienta	4	No se necesita pronto	Mover a otro lugar
Macetas	Otros	2	No se necesita	Mover a otro lugar
Maderas	Otros	15	No se necesita	Eliminar/reciclar
Mesa	Equipo	1	No se necesita	Mover a otro lugar
Muestras de químicos	Accesorio	3	No se necesita pronto	Mover a otro lugar
Pallets	Herramienta	4	No se necesita pronto	Mover a área temporal
Tablas	Otros	5	Uso desconocido	Eliminar/reciclar
Tanques vacíos	Partes/accesorios	2	Mal ubicado	Mover a otro lugar

Tabla 7 Resumen de tarjetas rojas

El total de tarjetas rojas colocadas es de 13, conjuntamente con el equipo de trabajo se procede a identificar cada tarjeta roja y hacer lo descrito en la misma. A continuación se muestra las acciones realizadas de algunas tarjetas rojas.

Tarjeta roja	Acción realizada
	

Figura 17 Acción de tarjeta roja 1

Tarjeta roja	Acción realizada
	

Figura 18 Acción de tarjeta roja 2

Segunda etapa: Organizar

3.1.2 Análisis ABC

Con la finalidad de clasificar todos los elementos que pertenecen a la bodega se realiza un análisis ABC, donde se clasifica al producto como categoría “A”, a los más importantes, el 20% de inventario en cuanto a los químicos pertenecientes a la bodega 4, estos productos deben estar situados en zonas de fácil acceso y cercanas a la zona de despacho, después tenemos los productos de categoría “B”, los cuales representan el 30% del total de productos en la bodega 4, los cuales se situarán en lugares accesibles, y por último tenemos los productos de clasificación “C” que son más de 50% de productos

totales de la bodega, los cuales se debe definir y estudiar si deben estar o no en la bodega.

El análisis ABC realizado se observa en la siguiente tabla:

NOMBRE DEL PRODUCTO	UNIDADES VENDIDAS (kg)	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	Auxiliar	RANKING POR COSTO	POSICIÓN	PRODUCTO	COSTO TOTAL	COSTO PORCENTUAL	COSTO PORCENTUAL ACUMULADO	CLASIFICACIÓN
Adelfoc 406	250.00	\$9.10	\$2,275	\$2,275	7	1	Cilindro Clorogas	\$ 28,410.00	37%	37.5%	A
Adelfoc 1000	379.58	\$9.10	\$3,454	\$3,454	5	2	Briquetas	\$ 25,077.00	33%	70.6%	A
Hipoclorito de sodio	23,500.00	\$0.40	\$9,400	\$9,400	3	3	Hipoclorito de sodio	\$ 9,400.00	12%	83.0%	B
Hipocloruro de calcio	450.00	\$8.25	\$3,713	\$3,713	4	4	Hipocloruro de calcio	\$ 3,712.50	5%	87.9%	B
Policloruro de aluminio	3,000.00	\$1.15	\$3,450	\$3,450	6	5	Adelfoc 1000	\$ 3,454.18	5%	92.4%	B
Briquetas	3,858.00	\$6.50	\$25,077	\$25,077	2	6	Policloruro de aluminio	\$ 3,450.00	5%	97.0%	C
Cilindro Clorogas	6.00	\$4,735.00	\$28,410	\$28,410	1	7	Adelfoc 406	\$ 2,275.00	3%	100.0%	C

Tabla 8 Análisis ABC

Por motivos de ruido en el proceso de placas de sedimentación que se realizan en el área 3, y debido a que la empresa está situada en una zona residencial, la empresa ha decidido mover el proceso de corte de planchas al área 4, para ello se requiere de una nueva distribución. Con la ayuda del análisis ABC efectuado anteriormente se tomaron las siguientes decisiones: el área 4 ahora está destinada para el almacenamiento de cilindro clorogas, briquetas, policloruro de aluminio y Adelfoc, en esta área también se encuentran las dos mezcladoras de químicos, dos mesas de corte para planchas y los químicos para planchas. En el área 3 de la empresa se encuentra la prensa para las planchas y debido al resultado del análisis ABC se decidió trasladar una parte de policloruro de aluminio a esta área. La nueva distribución se visualiza a continuación:

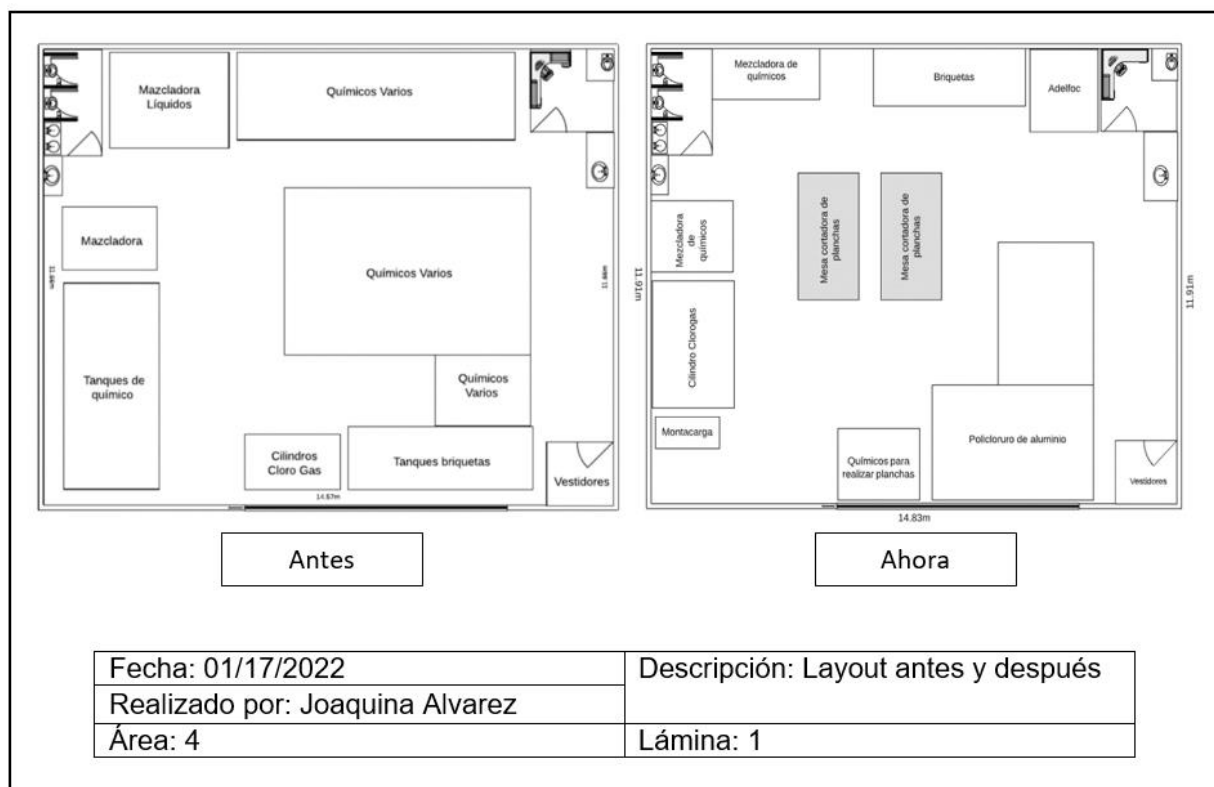


Figura 19 Layout antes y después

Tercera etapa: Limpiar

Es de suma importancia mantener el área limpia, por este motivo con la finalidad de que encargados de la limpieza mantengan la bodega limpia y en excelentes condiciones, se propone un documento “checklist” para que se puedan cumplir con todos los requerimientos de limpieza. Se asignó un espacio en la bodega para que el documento este a la vista de los trabajadores, el primer checklist realizado se muestra en la figura 20 y para mayor control se realizó un cronograma de limpieza para el año 2022, el cual se encuentra en el Anexo 5.

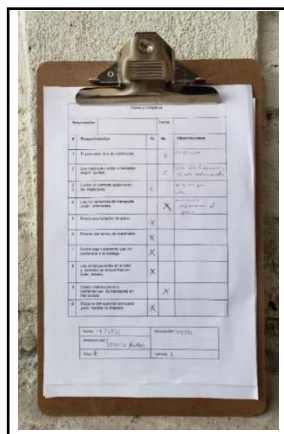


Figura 20 Checklist limpieza

3.2 Aplicación de Andon (Control visual)

Se dibujó líneas divisoras en el piso, para pasillos las líneas son de color amarillo, también de color amarillo se dibujaron líneas de tráfico. Para las mezcladoras de químicos se realizó una marcación a sus alrededores de color blanco, además se asignó un lugar al montacargas en la bodega, el cual fue delimitado igualmente de color blanco.



Figura 21 Marcación de piso

Con la ayuda de la delimitación de los pasillos se espera que los trabajadores mantengan estas áreas libres de objetos para circular libremente. Al realizar la delimitación con cinta de piso, se prevé que por desgaste, se deba colocar nuevamente las cintas cada año, esta actividad la realizará el jefe de bodega.

Otro control visual que se ocupará es la implementación de letreros, al ser un paraca de químicos se cuenta únicamente con letreros de seguridad, por ello al tener una distribución fija que se logró gracias a la implementación de las 3'S, se colocó tableros que contiene el nombre de cada producto en su respectiva sección, los tableros colocados se pueden visualizar a continuación:



Figura 22 Letreros de identificación

El objetivo de la implementación de los tableros, es facilitar la localización de los productos para su almacenamiento y despacho.

3.3 Aplicación de Kanban

Se procedió a incorporar el tablero Kanban, el cual se colocó en un lugar visible para todos en la entrada del área 4, se realizaron tarjetas de pizarra borrrable para evitar desperdicios de papel, donde el jefe de bodega será el único responsable de escribir los despachos por hacer y colocar las tarjetas donde correspondan, para corroborar la correcta información colocada en el tablero, el gerente de la empresa se ha comprometido a revisar que la información sea la adecuada. Los resultados obtenidos se indicarán en la discusión de la prueba piloto en el inciso siguiente. El tablero implementado se visualiza en la figura 23. Se tiene previsto que a los tres meses de ser implementado este tablero, es decir el mes de abril de 2022, se realizará una reunión entre el gerente y el jefe de bodegas para decidir si realmente el tablero está dando resultados positivos, si es así, el funcionamiento del tablero será indefinidamente.



Figura 20 Tablero Kanban

3.4 Discusión de prueba piloto

Al tener el apoyo de todos los integrantes de la empresa se pudo realizar e implementar las diferentes herramientas de manera fácil, rápida y correcta. Se evidencia un cambio en la manera de trabajar, como se indicó anteriormente, al no tener un personal asignado específicamente para despachos, generaba confusión porque el problema general de la bodega 4 de ADE se debía a falta de organización.

Se procede a realizar nuevamente la evaluación radar conjuntamente con el gerente, para poder comparar las mejoras. Considerando la aplicación de todas las herramientas, el promedio de las 5S antes de iniciar fue de 44%, en la figura 24 se puede evidenciar el nuevo promedio a través de los ítems evaluados que se observan en el Anexo 6. El promedio actual de la empresa es de 79%.

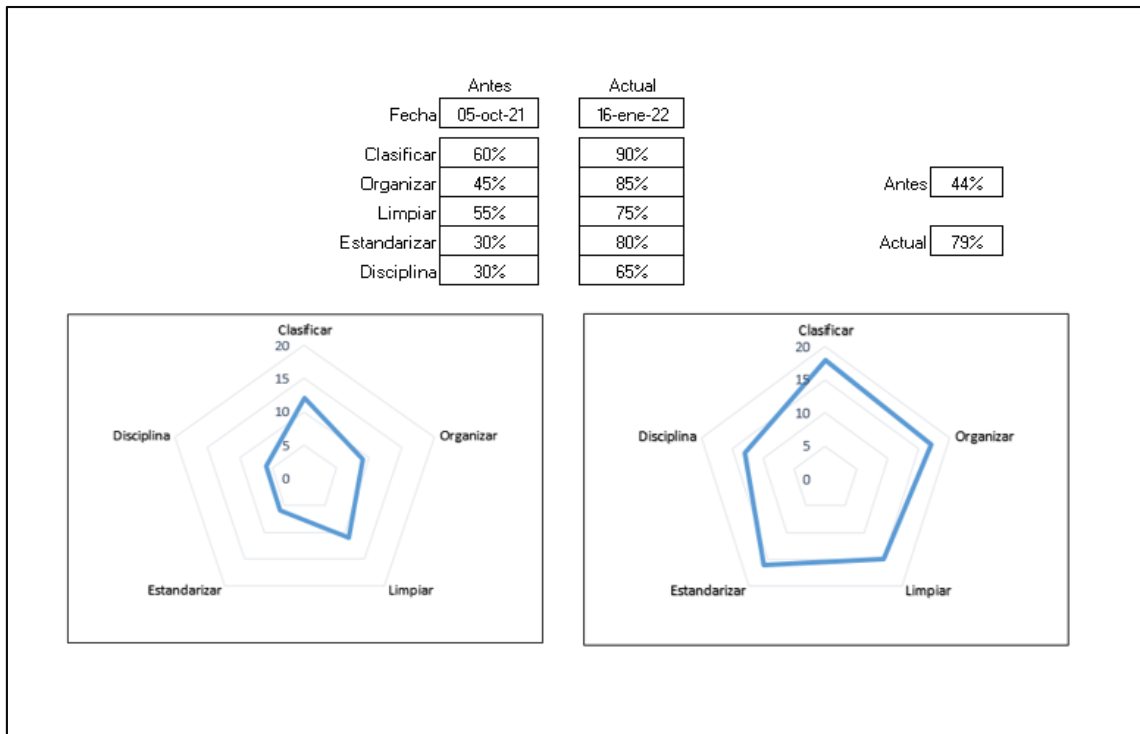


Figura 24 Comparación de evaluación radar

Se crea nuevamente el diagrama VSM futuro, como se puede observar en la figura 25, no existen cambios en las actividades, pero al realizar nuevamente una toma de tiempos se logra una reducción de 10,71 minutos en las actividades de identificar y juntar productos, al mejorar en esta actividad se genera una reducción de tiempo notable en la actividad de clasificación de químicos, debido principalmente a la nueva distribución, donde se logra una mejor identificación y alcance de los productos, por ello se alcanzó una reducción de 80 minutos.

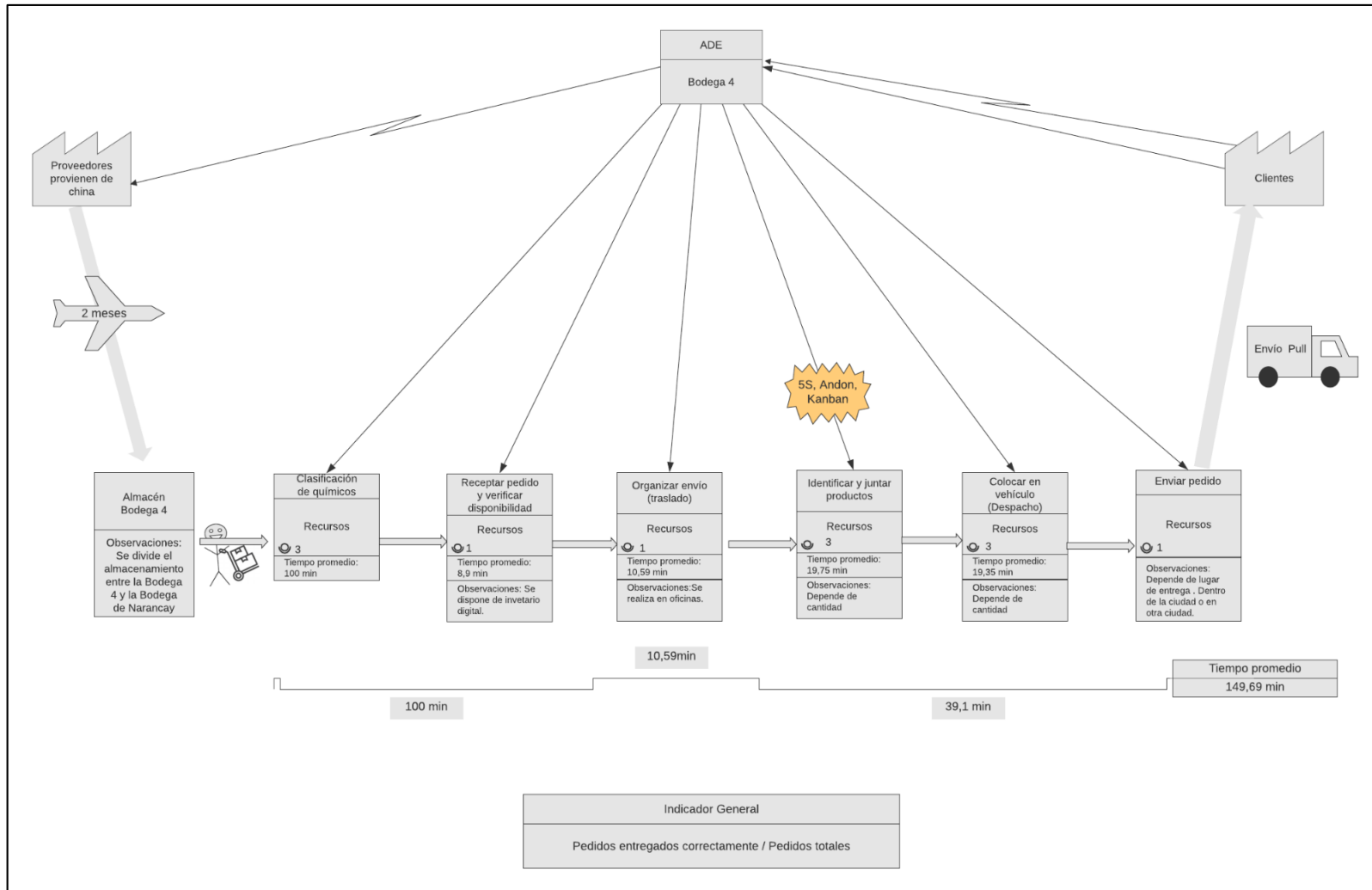


Figura 25 VSM futuro

	Despacho de Policloruro de aluminio (25Kg)					
Muestra	Pedido	Total Paquetes	Receptar pedido y verificar disponibilidad (min)	Organizar envío (min)	Organizar productos (min)	Despacho (min)
1	750	30	10,22	7,45	14,34	12,3
2	1025	41	9,12	11,58	22,57	18,6
3	900	36	7,34	14,43	19,34	21,38
4	900	36	9,50	9,23	16	20
5	2500	100	8,34	10,27	26,5	24,48
Promedio			8,9	10,59	19,75	19.35

Tabla 9 Toma de tiempos 2

Finalmente, recordemos el indicador general de la empresa que es: pedidos realizados correctamente entre los pedidos totales, se tenía en la fecha junio de 2021 un 60 % debido a que tres de cinco pedidos fueron despachados correctamente. En el mes de enero de 2022, se obtuvo cinco de cinco pedidos despachados correctamente, obteniendo un 100% en el indicador general. Este cambio en el indicador se debe a las herramientas aplicadas en la prueba piloto.

$$\frac{\text{Pedidos correctos}}{\text{Pedidos totales}} \times 100\% = \frac{5}{5} \times 100\% = 100\%$$

Gracias a las mejoras realizadas, también se logró reducir gastos en la empresa, debido a que al despachar productos de manera correcta, ya no se ha realizado el trámite de requerir nuevamente de gastos en transporte innecesarios.

El impacto de la prueba piloto se refleja en la evaluación radar y VSM, donde se muestra claramente la mejoría general en el área 4 de la empresa ADE, y demostrando el impacto positivo de implementar Lean Manufacturing en una empresa.

3.5 Propuestas de mejora

Para poder mantener con el tiempo lo realizado anteriormente, se requiere de dedicación por parte de la empresa, y al ser ADE una empresa que ha descuidado por años la manera de trabajar en el área 4, se realzan las siguientes propuestas para la mejora continua, donde se requerirá de trabajo en equipo:

3.5.1 Andon: Piso de bodega

Para un mejor control visual del área 4 de la empresa, se propone la colocación de un piso epóxico, que además de crear un ambiente más presentable, estos no se deterioran con el tiempo. Se ha coordinado con el gerente lo siguiente: una vez que el piso epóxico sea implementado, se pintará de colores diferentes cada sección de productos. Un ejemplo se muestra a continuación:

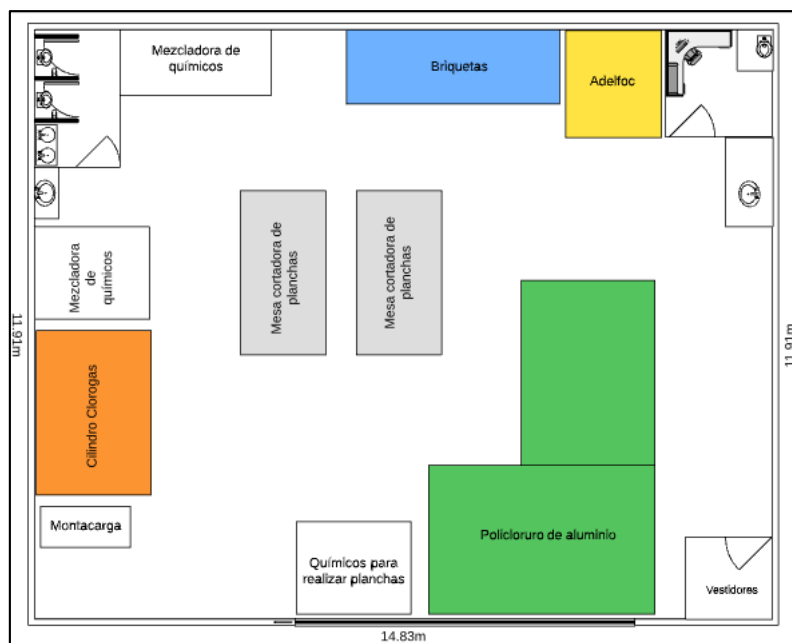


Figura 21 Control visual Colores

3.5.2 2S

Para completar las 5S se propone que la empresa implemente la etapa 4 de *estandarizar* para tener control por parte de la empresa y la generación de una cultura empresarial, y en la etapa 5 de *autodisciplina*, se debe definir líderes y crear hábitos, así la empresa obtendrá resultados más favorables en la evaluación radar. Para lograr complementar las 2S se recomienda implementar un método Kaizen: el ciclo de Deming, el cual está conformado de cuatro actividades: planear, hacer, verificar y actuar, consiste en realizar nuevamente un análisis de situación inicial, describir desperdicios o problemas encontrados en la empresa y planear una mejora y ejecutarla, a continuación se compara los resultados obtenidos con la herramienta VSM o una evaluación radar, y se estandariza. Para la implementación de este método se ha asignado como encargado al jefe de investigación y desarrollo, quien deberá compartirlo con el gerente y jefe de bodega para tomar decisiones finales. El resultado de aplicar el ciclo de Deming es llevar a cabo las actividades mencionadas de una manera consecutiva, es decir, que nunca termina y poder lograr nuevas mejoras constantemente (Castillo, 2019).

CONCLUSIONES

El presente trabajo de titulación desarrolló una propuesta de implementación de Lean Manufacturing, en el área 4 de la empresa AGUAS DEL ECUADOR, ADE, CIA. LTDA, a lo largo del trabajo se incorporó diferentes herramientas para mejorar las actividades que se realizan. Se realizó un diagnóstico de la situación actual donde con ayuda de las herramientas VSM y Snap picture se logró comprender las actividades y escenarios del área, se identificó los tres desperdicios que afectan a la empresa: sobreinventario, transporte de materiales y herramientas y movimientos innecesarios del trabajador.

Tras evaluar diferentes herramientas de Lean que existen, las herramientas apropiadas para el nivel actual de la empresa y sus necesidades son: 5S, Andon y Kanban, donde al aplicar una prueba piloto se logró mejoras en tiempo y calidad, las cuales se evidenciaron al usar VSM, donde el tiempo total que se logró reducir, en las actividades de la bodega, es de 102.51 minutos. Con la evaluación radar se evidenció un cambio de mejoría en la herramienta 5S de 44% a 79%. Es indispensable que la empresa se comprometa a realizar un seguimiento al área y así lograr constantemente una mejora continua.

Con este estudio se logró disminuir los desperdicios encontrados de acuerdo a los objetivos específicos planteados, teniendo en cuenta que es difícil lograr en un corto periodo de tiempo que los trabajadores se acostumbren a emplear nuevas modalidades, lo que me ha demostrado la importancia de una buena comunicación y el trabajo en equipo. A través del estudio he aprendido la importancia de tener un buen líder, en este caso el gerente de la empresa, el cual desde el inicio me apoyó y me enseñó que al momento de tomar nuevas decisiones empresariales es fundamental incluir a diferentes trabajadores de cada nivel jerárquico de la empresa, para así lograr tener diferentes ideas y permitir que todos los miembros de la empresa sean escuchados. Podemos apreciar en las evidencias las mejoras en el área, donde se demuestra, de manera sencilla, el impacto positivo de usar la filosofía de Lean Manufacturing.

ANEXOS

Anexo 1 Organigrama

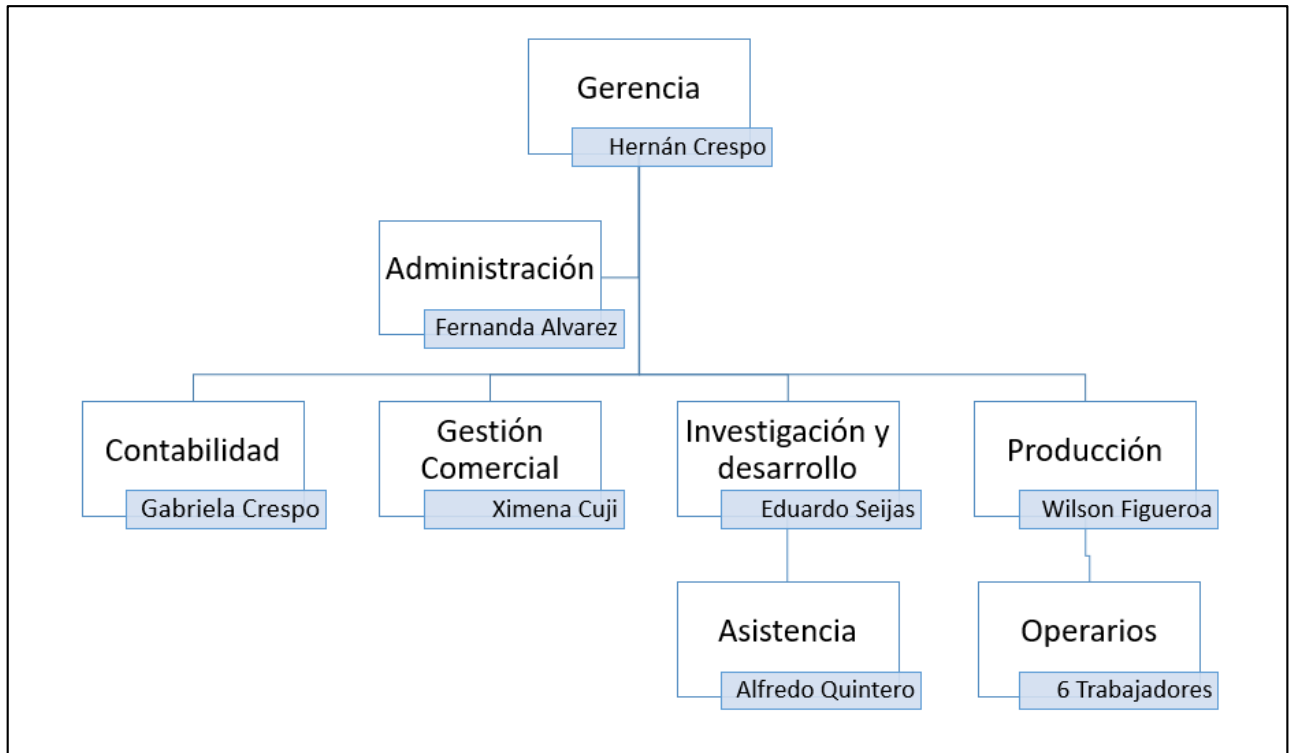


Figura 26 Organigrama Ade

Anexo 2 layout del área 4

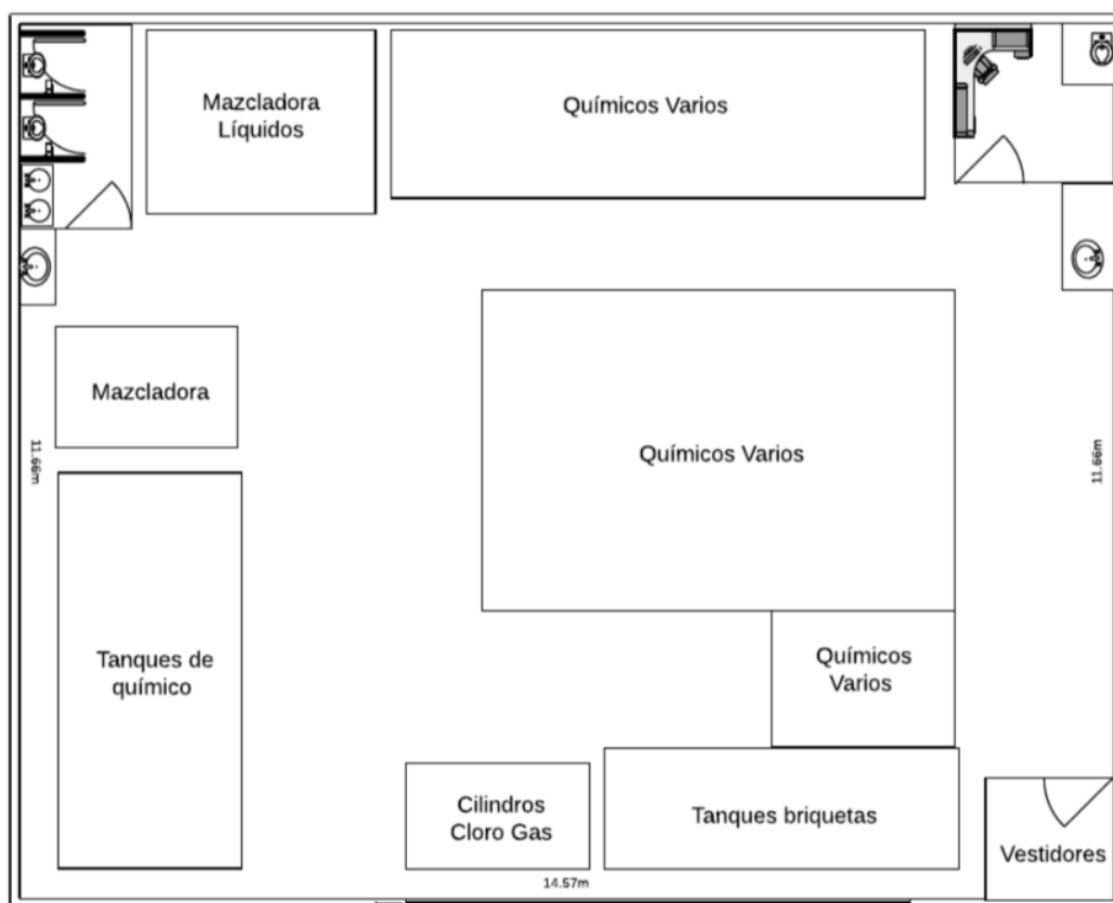


Figura 27 Layout área 4 inicial

Anexo 3 Ítems evaluación radar 1/2

		Fecha					05-oct.21	
5'S	Item a evaluar	1	2	3	4	5	Total	Suma
Clasificar	1 ¿Existen objetos innecesarios chatarra y basura en el piso?			X			3	12
	2 ¿Existen equipos, herramientas y materiales innecesarios?				X		4	
	3 ¿En armarios y estantes hay cosas innecesarias?			X			3	
	4 ¿Existe objetos en áreas de circulación?		X				2	
Organizar	1 ¿Cómo es la ubicación de herramientas, materiales, etc?		X				2	9
	2 Armarios, equipos, herramientas, etc. ¿Están identificados?		X				2	
	3 ¿Hay objetos sobre y debajo de armarios y equipos?			X			3	
	4 ¿Ubicación de máquinas y lugares?		X				2	
Limpiar	1 ¿El piso está siempre limpio?			X			3	11
	2 ¿El estado de paredes, techos y ventanas?				X		4	
	3 ¿Limpieza de armarios, estanterías, herramientas y mesas?		X				2	
	4 ¿Limpieza de máquinas y equipos?		X				2	
Estandarizar	1 ¿Se aplican las tres primeras "S"?	X					1	6
	2 ¿Cómo es el hábitat de la planta?			X			3	
	3 ¿Se hacen mejoras?	X					1	
	4 ¿Se aplica control visual?	X					1	
Disciplina	1 ¿Se aplican las cuatro primeras "S"?	X					1	6
	2 ¿Se cumplen las normas de la empresa y del grupo?			X			2	
	3 ¿Se usa uniforme de trabajo?			X			2	
	4 ¿Se cumple con la programación de las acciones "5S"?	X					1	

Figura 28 Ítems evaluación radar 1/2

Anexo 4 Formato tarjetas rojas

TARJETA ROJA		
Nombre del Ítem		
Clasificación	1. Materia Prima 2. Trabajo en proceso 3. Reproceso 4. Herramientas	5. Máquina/equipo 6. Partes/accesorios 7. Equipo/ ítem de oficina 8. Producto terminado
Localización: área bodega 4	Cantidad	
Motivo	1. No se necesita 2. Defectuoso 3. No necesario pronto 4. Sobrante/desperdicio	5. Uso desconocido 6. Contaminante 7. Otro
Acción recomendada	1. Eliminar	Fecha
	2. Vender	
	3. Mover a otro lugar	Aprobación
	4. Mover a área temporal	
	5. Otra	

Figura 29 Formato utilizado para tarjetas rojas

Anexo 5 Cronograma de limpieza

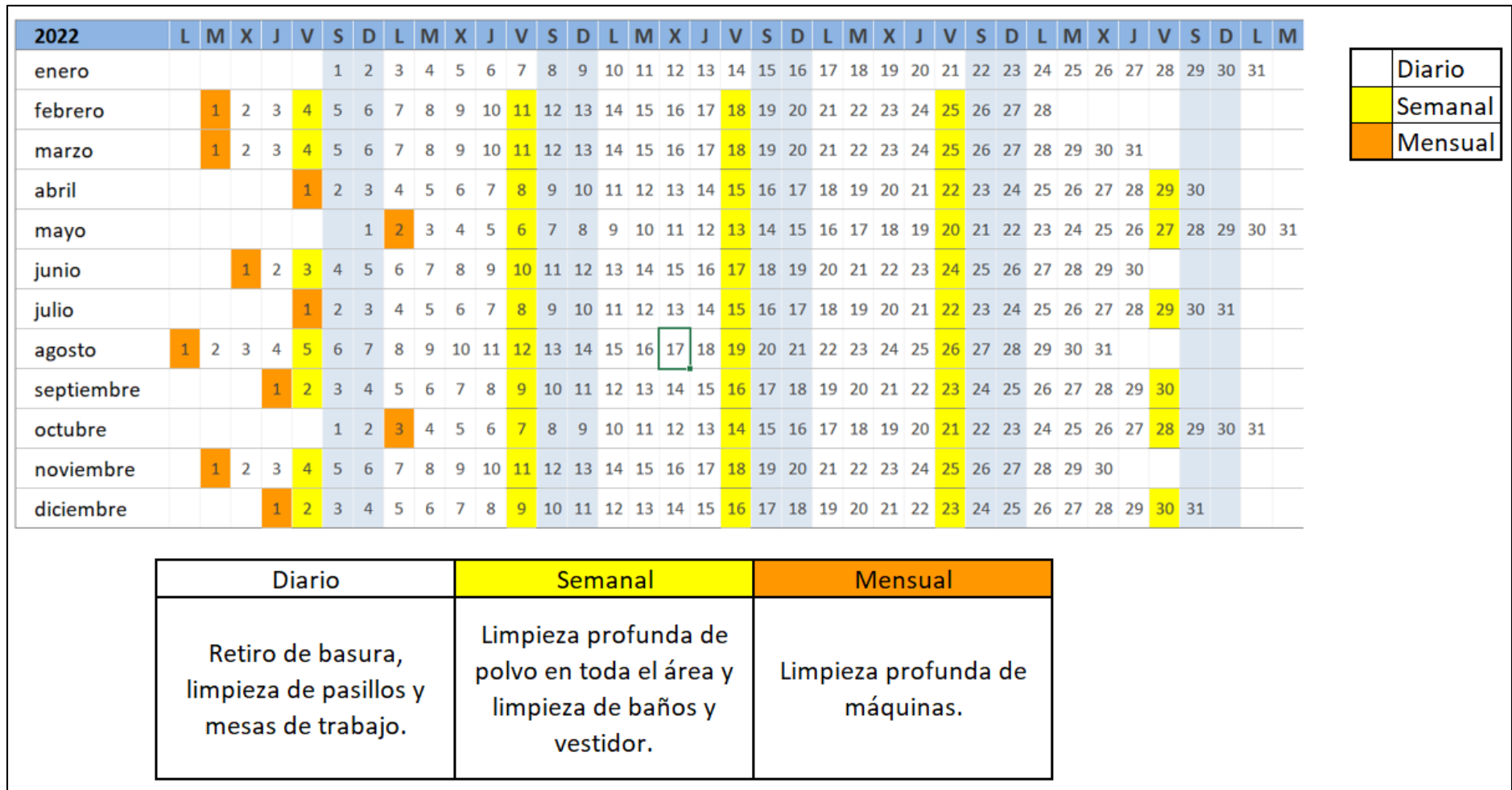


Figura 30 Cronograma 2022

Anexo 6 Ítems evaluación radar 2/2

		Fecha				16-ene-22	
5'S	Item a evaluar	1	2	3	4	Total	Suma
Clasificar	1 ¿Existen objetos innecesarios chatarra y basura en el piso?				X	5	18
	2 ¿Existen equipos, herramientas y materiales innecesarios?				X	5	
	3 ¿En armarios y estantes hay cosas innecesarias?				X	4	
	4 ¿Existe objetos en áreas de circulación?				X	4	
Organizar	1 ¿Cómo es la ubicación de herramientas, materiales, etc?				X	4	17
	2 Armarios, equipos, herramientas, etc. ¿Están identificados?				X	4	
	3 ¿Hay objetos sobre y debajo de armarios y equipos?				X	4	
	4 ¿Ubicación de máquinas y lugares?				X	5	
Limpiar	1 ¿El piso está siempre limpio?				X	4	15
	2 ¿El estado de paredes, techos y ventanas?			X		3	
	3 ¿Limpieza de armarios, estanterías, herramientas y mesas?				X	4	
	4 ¿Limpieza de máquinas y equipos?				X	4	
Estandarizar	1 ¿Se aplican las tres primeras "S"?				X	4	16
	2 ¿Cómo es el hábitat de la planta?				X	4	
	3 ¿Se hacen mejoras?				X	4	
	4 ¿Se aplica control visual?				X	4	
Disciplina	1 ¿Se aplican las cuatro primeras "S"?				X	4	13
	2 ¿Se cumplen las normas de la empresa y del grupo?			X		3	
	3 ¿Se usa uniforme de trabajo?			X		3	
	4 ¿Se cumple con la programación de las acciones "5S"?			X		3	

Figura 31 Ítems evaluación radar 2/2

BIBLIOGRAFÍA

- Bartel, A. (2021). La guía oficial del método kanban. Obtenido de https://resources.kanban.university/wp-content/uploads/2021/08/The-Official-Kanban-Guide_Spanish_US.pdf
- Calva, R. C. (2012). Manual de Lean Manufacturing. Académica Española.
- Castillo, L. (2019). El modelo Deming (PHVA) como estrategia competitiva para realzar el potencial administrativo. Obtenido de [https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/34875/CastilloPineda%20La dyEsmeralda2019.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/34875/CastilloPineda%20La%20dyEsmeralda2019.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación. Madrid: Creative Commons.
- Hirano, H. (1993). Putting 5S to work. PHP institute, Inc.
- Hirano, H. (1998). 5 pilares de la fábrica visual. Productivity Press.
- Madariaga, F. (2013). Lean Manufacturing. Creative Commons.
- Monden, Y. (2021). Toyota Production System. Taylor and Francis Group.
- Rajadell Carreras, M., & Sánchez García, J. (2010). Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad. Madrid: Díaz de Santos.
- Salazar, B. (2019). Andon: Control Visual. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/andon-control-visual/>
- Socconini, L. (2019). Lean Manufacturing. Paso a Paso. Marge Books.
- Tejeda, A. S. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87019757005>
- Womack, J., & Jones, D. (2013). Lean Thinking. Simon and Schuster Inc.
- Villaseñor, a. & Galindo, e. (2009). Manual de Lean Manufacturing. Guía básica. Editorial Limusa.