

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTAMARÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

VALPARAÍSO – CHILE



“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE EXCELENCIA OPERACIONAL EN PYME MANUFACTURERA Y AVANCES EN EL RESTABLECIMIENTO DE CONDICIONES ÓPTIMAS DE OPERACIÓN.”

FABIÁN ANDRÉS MUÑOZ HERRERA

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

PROFESOR GUIA: ING. RAFAEL MENA YANSSEN

PROFESOR CORREFERENTE: ING. LUIS GUZMÁN BONET

Valparaíso 17 de septiembre de 2023

Agradecimientos

Todo el trabajo realizado a continuación es dedicado a esposa Scarlett e hija Elizabeth, quienes siempre me han brindado su apoyo y amor incondicional durante en todo el proceso ha implicado obtener un título universitario. A Scarlett además le debo todo su sacrificio y compromiso hacia mí, desde posponer sus estudios, hasta mudarse a otra región para poder terminar los míos, espero pronto poder retribuirle todo el esfuerzo.

Les debo agradecer a mis padres y mi suegro, quienes siempre se mantuvieron al tanto de nuestra situación y ayudaron a mantener un lugar que hoy podemos llamar hogar. También de manera especial le agradezco al señor Sergio Álvarez que quien, sin tener ninguna obligación, de manera desinteresada asumió un rol benefactor para mi familia, cubriéndonos ante la necesidad siempre con algún mensaje de sabiduría y experiencia.

Finalmente, y fundamental para el desarrollo de este trabajo de título, se le agradece a Don Marco Otton, debido a toda la confianza depositada en mi persona para llevar a cabo toda clase de cambios profundos en la empresa que ha tomado años en crear y mantener. Con todo el compromiso y motivación demostrado, es claro que la mejora continua nos asegurará que el nuevo rumbo de la maestría sea uno de estabilidad y prosperidad.

*“Don't be afraid to give up the good to go for the great”
“No tengas miedo de renunciar a lo bueno para ir a por lo mejor”
John D. Rockefeller.*

*“千里之行，始於足下”
“El viaje de mil millas comienza con un paso”
Lao Tzu.*

Índice

Agradecimientos	2
Resumen Ejecutivo.....	6
Objetivos	7
1. Marco teórico	8
1.1. El origen.....	8
1.2. Conceptos claves de la mejora continua.....	9
2. Levantamiento y tratamiento de la información	20
2.1. Caracterización física de la empresa.....	20
2.1.1. Ubicación	20
2.1.2. Instalaciones y condiciones iniciales.....	21
2.1.3. Listado de Equipos e Instrumentos	25
2.2. Caracterización organizacional.....	26
2.3. Caracterización operativa.	27
2.3.1. Toma de ordenes de trabajo	28
2.3.2. Registros de fallas, incidentes, accidentes y otras perdidas.....	29
2.3.3. Apreciación de los clientes	34
3. Identificación de áreas de mejora.....	36
4. Planificación	39
4.1. Planificación de las capacitaciones.....	41
4.2. Planificación de las 5s	43
4.3. Planificación KAIZEN.....	44
4.4. Planificación del TPM	44
5. Aplicación de Herramientas	46
5.1. Las 5s.....	46
5.1.1. Labores preparativas	47
5.1.2. Clasificar	49
5.1.3. Ordenar	50
5.1.4. Limpiar	51
5.1.5. Estandarizar	51
5.1.6. Disciplina	52
5.2. Ciclo de Deming y Kaizen.....	53
Problemas abordados con la metodología.....	54
5.2.1. Disponibilidad de portaherramientas y laines para el torno.	54

5.2.2.	Complicaciones para la selección y búsqueda de machos para hilos.....	55
5.3.	TPM.....	55
5.3.2.	Mejora enfocada.....	58
5.3.3.	Mejora autónoma.....	60
5.3.4.	Mantenimiento planificado	66
5.3.5.	Educación y entrenamiento	67
5.3.6.	Prevención del mantenimiento	69
5.3.7.	Mantenimiento de la calidad	69
5.3.8.	Administrativo	71
6.1.	Avances 5s.....	76
6.1.1.	Baño	76
6.1.2.	Sector mecanizado	78
6.1.3.	Sector soldadura	84
6.1.4.	Cocina	88
6.1.5.	Exterior.....	91
6.1.6.	Avances en pañol.....	92
6.2.	Avances Ciclo Deming y Kaizen	97
6.2.1.	Disponibilidad de portaherramientas y laines para el torno.	97
6.2.2.	Complicaciones para la selección y búsqueda de machos para hilos.....	99
6.3.	Avances TPM.....	101
6.3.1.	Seguridad, salud e higiene	102
6.3.3.	Mejora autónoma.....	110
6.3.5.	Educación y entrenamiento	118
6.3.6.	Prevención del mantenimiento	119
6.3.7.	Mantenimiento de la calidad	119
6.3.8.	Administrativo	120
7.	Mejoras por realizar a corto, mediano y largo plazo	122
7.1.	Corto plazo	122
7.2.	Mediano plazo.....	123
7.3.	Largo plazo.....	124
8.	Conclusiones	125
9.	Referencias.....	129
10.	Anexos	131
	Anexo 1: Encuesta de satisfacción.....	131
	Anexo 2: Conjunto de tablas informativas de medidas para hilos normados, métricos e imperiales.....	132

Anexo 3: Láminas de educación	135
➤ Introducción	135
➤ Casa lean	146
➤ 5s	151
➤ Avances ciclo de Deming-Kaizen	164
Anexo 4: Plantillas Ciclo de Deming Completadas.....	166
➤ Disponibilidad de portaherramientas y lainas para el torno	166
➤ Complicaciones para la selección y búsqueda de machos para hilos.....	167
➤ Altas esperas para la recepción de instrucciones	168
➤ Información inexacta e incorrecta de fabricación.....	169

Resumen Ejecutivo

En este trabajo de título se abarca la forma en la que se planea implementar el método TOYOTA en la maestría MMT SPA, que cuenta con personal con vasta experiencia pero que está constantemente aquejada por las diversas pérdidas y sus repercusiones. Al estar ubicada en Placilla, localidad conocida por su alta demanda de servicios de reparación, mantenimiento y fabricación, de parte del rubro del transporte y de las diversas operaciones industriales llevadas a cabo en sus alrededores, ésta organización posee grandes oportunidades de destacar en el rubro.

Para lograr este cometido, se profundizó en las diversas herramientas y métodos que son facilitados por el también denominado LEAN MANUFACTURING, ajustando su aplicación al contexto de una maestría chilena de pequeño tamaño y que aspira a tener una gran versatilidad y calidad en su operación.

Al caracterizar en detalle a la empresa en cuestión, gracias al levantamiento de información realizado, se identificó las diversas áreas de mejora y se trazó el plan de acción anual que permitirá una transición rápida y efectiva a la excelencia operacional, con el fin de poder facilitar la entrega de valor a los diversos clientes, lo cual, como ha sido registrado y confirmado en las diversas literaturas referenciadas, conlleva a una mayor estabilidad en todos los aspectos de las organizaciones que han logrado efectivamente este cambio.

En relación con la planificación realizada, la primera parte está enfocada en el restablecimiento de las condiciones óptimas de operación, las cuales abren las puertas para la persecución de la excelencia. En este sentido cabe destacar la importancia de las capacitaciones realizadas sobre el tema a los colaboradores, entendiendo que este cambio no es solo un conjunto de medidas aplicadas, si no la creación de una cultura enamorada por la calidad, la precisión y la mejora continua.

La siguiente parte de la planificación anual se basa en las formas de preservar los cambios realizados de manera efectiva y constante, con la ayuda de la estandarización de diversas actividades que facilitan enormemente la operación diaria de la empresa, como, por ejemplo, la ejecución de las 5s diariamente, listas de chequeo, rutinas de mantenimiento diario y planificado para los equipos, entre otras.

Una vez recuperado y estabilizado el estado óptimo de las operaciones, la parte final está enfocada directamente en la mejora activa de las tareas llevadas a cabo, con la búsqueda y eliminación de las pérdidas, destacadas por el método de gestión que propone Lean Manufacturing, en los distintos procesos donde se espera que el trabajo fluya rápidamente a través de la organización.

Como el siguiente paso lógico que conlleva la planificación, se analizó como fue la ejecución de las mejoras realizadas en el periodo de enero y febrero, donde se muestran registros fotográficos y chequeos de la situación actual en relación con cada mejora implementada para una posible reevaluación en el ciclo de Deming.

Finalmente se presentan los diversos proyectos a realizar durante el transcurso del año, a propósito de las demás metodologías en proceso de implementación, con la meta de que en este plazo la organización haya realizado una transformación lo más completa posible a una Maestría LEAN.

Objetivos

Objetivo Principal

- Planificar la implementación de una cultura Lean en la maestría MMT SPA.
- Introducir los conceptos relativos a la mejora continua a los colaboradores.
- Concretar avances en la restauración de condiciones óptimas de operación.

Objetivos Específicos

- Definir diversos conceptos esenciales del Método TOYOTA.
- Recopilar información para caracterizar detalladamente a la empresa.
- Determinar las áreas de mejoras mediante el tratamiento de la información recopilada.
- Establecer y planificar diversas metodologías para lograr los cambios esperados.
- Desarrollar la forma en la que se abordarán las metodologías establecidas.
- Llevar a cabo los planes agendados y comprobar su efectividad.
- Presentar diversas acciones específicas a realizar o profundizar en el transcurso del año.

1. Marco teórico

1.1. El origen

En la actualidad la mejora continua es una metodología ampliamente reconocida a nivel mundial, a pesar de existir cierto escepticismo de su eficacia durante los primeros años, se consolidó como el medio para generar cambios significativos en cualquier organización, según el compromiso que se tenga. Para comprender la manera en la que surgieron las bases de todas estas medidas, se contextualizará la realidad vivida por TOYOTA a continuación.

La historia de Lean Manufacturing está estrechamente ligada a la historia del automóvil, por lo que todo comienza desde su invención. Los primeros modelos funcionales se desarrollaron en año 1886, hito que sirvió de inspiración a un gran número de inventores que se propusieron crear sus propias versiones, con el objetivo de vender y obtener beneficio de lo que para ese entonces se acercaba más a una carreta motorizada. La forma de trabajo de estas empresas emergentes era netamente artesanal, cada componente era hecho individualmente, y en muchos casos limados o ajustados a mano hasta llegar a las tolerancias necesarias. Esta forma de trabajo requería de personal extremadamente capacitado para las labores, ya que, de otro modo, la tarea de armar un vehículo sería imposible. Por otro lado, los tiempos de fabricación llegaban fácilmente a los meses y para este punto en la historia, el valor necesario para su compra era un lujo al que pocas personas podían acceder.

Con el pasar de los años, cada vez era más común ver personas sobre sus vehículos, pero estos aún seguían estando lejos del alcance del público general. Dispuesto a cambiar eso, Henry Ford funda Ford Motor Company con el fin de hacer un automóvil accesible para la mayoría y para lograrlo se dio la tarea de analizar el proceso de fabricación de su más reciente vehículo, el Ford modelo T en el transcurso de 1914, descomponiendo la manufactura y ensamblaje de cada componente, en simples y pequeñas tareas que cualquier persona pudiera realizar, para luego diseñar lo que sería la primera línea continua de ensamblaje de autos, donde se tomaban estas simples tareas para encadenarlas de tal manera que por un extremo entraran las partes y materias primas, y por la otra salieran coche terminados teóricamente sin realizar ninguna detención. La estandarización de estos procesos resultó todo un éxito, y en los años posteriores la mitad de los vehículos en tránsito correspondían a modelos T de color negro.

Como es de esperar tras un avance tan importante, muchos competidores comenzaron a utilizar la fórmula propuesta por Ford, para no quedar atrás. En los años posteriores, la misma empresa estaría abierta a recibir visitas en su planta para mostrar los nuevos avances realizados en el método propuesto por Ford. Durante una de estas visitas en 1950, representantes de Toyota apreciaron las líneas de ensamblaje como si fuera un espectáculo, intentando rescatar algo nuevo que pudiera ayudar a su compañía a afrontar la crisis económica que dejó la segunda guerra mundial en su país, donde a pesar de la alta demanda de vehículos de todo tipo existía allí, la escasez de material, espacio, mano de obra capacitada y recursos económicos dificultaban enormemente la generación de beneficios para Toyota, y la visita a la fábrica de Ford solo hacía evidente los múltiples desperdicios en los que se debía incurrir en el proceso de construcción de un automóvil, constantes detenciones en la línea de ensamblaje (a pesar de que no debía detenerse) y muchos defectos que solo se dejaban pasar para ser solucionado por el departamento de calidad, los que tenían a disposición grandes bodegas repletos de coches que debían ser desarmados, en algunos casos casi completamente, para solucionar defectos originados en la línea. Todas estas situaciones eran lujos que no se podían tomar en Japón, y como se cuenta en la anécdota, luego de la visita a la Ford, los altos ejecutivos de Toyota, se dispusieron a comprar en una tienda local, donde se encontraron con una tienda bien ordenada, donde todo lo que el cliente pudiera necesitar, estaba al alcance de la mano y a la medida de que bajaban las

existencias, los bienes eran repuestos desde atrás, de manera que siempre lo primero en entrar a la estantería, era lo primero en salir.

Esta revelación dio el puntapié inicial a lo que sería el método que revolucionaría en la industria del automóvil y de la fabricación a nivel mundial. Las claves eran el orden, la solución temprana de los problemas de raíz en la línea de fabricación y la mejora continua de los procesos, con el fin de reducir los defectos a su mínima expresión. Estas claves posteriormente se transformaron en métodos como las 5s, Kaizen, 5 porqués, TPM, Kanban, JIT, SMED, entre otros que serán detallados posteriormente.

Esta nueva forma de funcionar no presentó inmediatamente una mejora en el desempeño de planta, por el contrario, la línea de producción (que ahora podía ser detenida por cualquier trabajador al detectar un defecto de fabricación) en los primeros periodos se detuvo constantemente debido a la gran cantidad de fallas detectadas, pero en vez de dejarlas pasar, se solucionaban y se analizaban las causas raíz de dicho problema para evitar su recurrencia de manera definitiva. En la medida de que los focos problemáticos fueron disminuyendo, la línea de producción se comenzó a detener cada vez menos, incluso menos que las fábricas americanas; esto implicó que la materia prima se utilizara de mejor manera, con mínimo desperdicio; al no haber defectos en fabricación, no requerían una bodega gigante de automóviles para reparar, ni de un departamento de calidad que los revisara, cada operador era un inspector de calidad con la facultad de detener la línea de ensamble; finalmente al llegar a un punto de mayor estabilidad, todo lo aprendido se fue convirtiendo en los métodos concretos que se enseñan mundialmente a líderes hasta el día de hoy en todo tipo de rubros productivos.

Al pasar el tiempo, los ejecutivos norteamericanos eran los que visitaban Japón para entender los nuevos métodos propuestos, donde se encontraron con pequeñas fabricas que generaban una cantidad considerable de vehículos, pero sin todos los inconvenientes de sus fábricas. Sus primeras reacciones, fueron de negación, para ellos no era posible que tal volumen fuera manejado en un lugar tan pequeño, “seguramente tenían una bodega externa donde se guardaban todos los coches defectuosos”, pero la realidad era que no. Pasaron décadas antes de que en occidente se tomara el verdadero peso de lo que se había creado en Japón, y poco a poco, estos métodos se adoptaron en toda la industria automovilística e industrial.

1.2. Conceptos claves de la mejora continua

Con el fin de entender de mejor manera lo propuesto por Toyota, se explicarán diversos conceptos esenciales de la mejora continua y muy relevantes para el desarrollo de este trabajo de título.

- **Manufactura esbelta (Lean Manufacturing) o Casa LEAN:** Como se podría notar del origen mencionado anteriormente, este concepto se refiere a una modelo de gestión cuyo nombre hace referencia a la complexión del ser humano, por un lado se encuentran las personas robustas, son grandes y fuertes, pero lentas y poco precisas, como podría describirse las operaciones basadas en el fordismo, escalas masivas pero con muchos defectos sin atender, además de poca posibilidad de variaciones; por otro lado, las personas delgadas, tiene poca fuerza pero una mejor movilidad respecto al caso anterior, en este sentido se puede comparar con la manufactura artesanal de vehículos, pueden manejar escalas bajas, con grandes márgenes de tiempo, pero su atención tiende a ser altamente personalizada y además costosa; Ahora, en el punto intermedio, se encuentra el tipo de cuerpo esbelto, es delgado pero fuerte, ágil pero estable, empresas que implementan los métodos son capaces de

manejar altos volúmenes, de manera óptima, con mínimos defectos, tiempos y costos de fabricación, además de contar una capacidad de excepcional para adaptarse a los cambios que requieran la ocasión, de esta manera es como Toyota pudo generar volúmenes tan grandes de producción, con alta variedad y precisión en cada paso.

Este modelo de gestión se basa en 5 principios que ayudan a tener una mejor claridad de las operaciones de cualquier tipo de empresa:

- 1) Valor: Corresponde a la característica de un producto o servicio que es definida por el cliente, pero gira entorno de 3 cualidades que varían según la necesidad de este.
 - El costo, la cantidad monetaria que la persona está dispuesta a pagar por lo que necesita.
 - La calidad, el conjunto de características que debe cumplir lo demandado, para solventar satisfactoriamente la necesidad del cliente
 - El plazo, la cantidad de tiempo que se puede esperar para recibir lo solicitado.

En la medida que se satisfagan estos 3 parámetros, el valor percibido por el cliente será mayor, y estará dispuesto a pagar incluso más por lo ofrecido por la empresa, en este punto es donde se debe evaluar caso a caso si tomar la oportunidad de concretar mayores ganancias o seguir esforzándose por entregar costos más asequibles.

Por otro lado, se debe tener claro que el valor solo se puede agregar en la planta de fabricación, donde se modifican materia prima, para conseguir los resultados requeridos y que en cada momento en que no se esté modificando este material se está incurriendo en algún tipo de pérdida, o MUDA en el idioma japonés. Originalmente se describen por la metodología 7 tipos de pérdidas, y en el último tiempo se ha agregado una octava pérdida debido a su relevancia.

- 1º Inventario, aunque parezca conveniente tener una gran cantidad de elementos de todo tipo son usualmente pasado por alto los costos de almacenaje que implican como el espacio físico y electricidad, además del deterioro que pueden sufrir algunos materiales y la poca accesibilidad que se puede generar al contar de demasiadas existencias. En este sentido, lo ideal es acumular o generar el mínimo posible de inventario, y agilizar las operaciones de compraventa de modo que la rotación de inventario sea alta y no la bodega para contenerlo.
- 2º Movimientos, obviamente para realizar cualquier actividad, es necesario incurrir en algún tipo de movimiento, pero al abordar pobremente los procesos, rápidamente los tiempos que toman las tareas comienzan a aumentar, por ejemplo, en el caso de que se necesite buscar en un pañol un total de 10 herramientas para el ensamble de un equipo, y toma 1 minuto llegar al pañol, si se busca cada una según sea requerida, se harán 10 viajes al pañol utilizando 10 minutos de movimientos, mientras que si se identifican previamente los artículos necesarios y se traen en un solo viaje al pañol, se podrá notar que había un total de 9 minutos de pérdida en esta simple acción. Es importante analizar el lugar de trabajo para encontrar este tipo de ineficiencias, ya que incluso los segundos cuando las tareas tienen mucha repetitividad, acumulan rápidamente tiempo perdido.
- 3º Esperas, el tiempo entre procesos que agregan valor se denomina espera, mientras más alto sea este periodo, todos los procesos se retrasan, por ejemplo, si un operador debe solicitar de la bodega algunos materiales al encargado, (y

enlazándose con la primera pérdida) pero la bodega esta desorganizada y esta copada de elementos que no son frecuentemente requeridos, la simple acción de traer material se entorpece y termina tomando exponencialmente más tiempo de lo ideal, mientras el operador espera que sus materiales lleguen a su lugar de trabajo. A medida que se desarrollan las operaciones estas ineficiencias deben ser previstas evitar las situaciones problemáticas.

- 4º Sobre procesamiento, está pérdida se refiere a los procesos innecesarios o adicionales a la materia prima. Si se requiriera soldar y pintar acero que estuvo mucho tiempo en la intemperie, este se encontraría con capas de óxido que dificultarían su uso, por lo que habría que, adicionalmente, remover esta capa con gratas o escobillas de acero, tomando más tiempo e insumos de los que debía esta operación. Por otro lado, pero con el mismo resultado negativo, está la situación en la que el cliente solicita, por ejemplo, un lavado de auto simple de 5 minutos, pero al querer entregar un extra, se lava durante 10 minutos, se encera y pule el vehículo, si bien el resultado será excelente, no es lo que solicitó el cliente, y no estaría dispuesto a pagar el trabajo extra, por lo que se incurriría de tiempo y materiales. Es importante tener claro los requerimientos, ya que, si bien es agradable como cliente recibir más de lo esperado y evaluar detenidamente lo “extra” que se le pueda entregar para no incurrir en una pérdida excesiva necesario.

- 5º Sobreproducción, de manera similar al exceso de inventario, esta pérdida tiende a ser confundida con algo positivo, ya que se “adelanta trabajo”, pero no se considera el hecho de que mientras no se venda lo fabricado, estos productos deberán ser almacenados en algún lugar, aumentando la posibilidad de que se deteriore en la espera, incurriendo en sobre procesamiento para recuperar la condición ideal de los productos. Para evitar esta situación, se debe trabajar con las cantidades requeridas, de manera precisa, y en vez de querer adelantar trabajo, buscar formas de que el trabajo pieza a pieza sea lo más fluido posible, de modo que se pueda responder rápidamente a los requerimientos.

- 6º Defectos, las cualidades que no cumplen con lo solicitado por el cliente son considerados defectos, los cuales desencadenan varias otras pérdidas, ya que luego de ser detectada se debe volver a ingresar una orden de fabricación o reparación, generándose sobre proceso, sobreproducción, más esperas, movimientos y transportes que no debieron haber ocurrido. Dentro de un régimen productivo siempre se podrá encontrar algún tipo de defecto, pero es importante reducir su ocurrencia al mínimo, solicitando la información correcta y pertinente para llevar a cabo las tareas necesarias, solucionando los problemas raíces en la medida que sean revelados, además de controlar la calidad paso a paso, para evitar que el producto final sea rechazado.

- 7º Transporte, en el proceso de entrega de productos o servicios tiende a ser necesario movilizar materia prima, productos o personal, esta movilización requiere de tiempo y usualmente costo de transporte. Al ser poco riguroso con esta etapa en la entrega de valor, los errores se hacen presentes, implicando que se deban realizar varios o más largos viajes, aumentando notoriamente las esperas y los costos finales.

- 8º Talento no utilizado, cada colaborador de una organización, posee experiencia, conocimientos y creatividad que puede ser ocupado en el lugar de trabajo para impactar positivamente en muchos aspectos de la operación, pero por lo general esta realidad suele ser ignorada, dejando a la gerencia la gestión de cambios que afectan a los trabajadores de planta, cuando ellos son los que

tienen la mayor claridad de los inconvenientes del día a día. Esta pérdida impide que se aproveche el potencial de cada persona para mejorar las condiciones en las que trabajan o los métodos que se emplean para llevar a cabo los requerimientos. Para evitarla es importante poner a disposición herramientas que permitan la comunicación de las diversas mejoras propuestas o los inconvenientes que se presencian, para asistir en la mitigación de focos de pérdidas.

2) Cadena de valor: este principio propone que se deben concatenar de manera eficaz todas las tareas ayudan a agregar valor, en este sentido se identifican 3 tipos de acción:

- Las que agregan valor: Se refiere a las acciones que modifican activamente las características de la materia prima para cumplir con los requisitos establecidos, como podría ser el torneado de una pieza para llegar a la dimensión deseada. Estas acciones se deben maximizar y optimizar de manera que no existan pérdidas durante estos procesos.
- Las que no agregan valor, pero son necesarias, estas acciones no incurren en modificaciones directas a la materia prima, pero son imprescindibles para concretar las tareas, como podrían ser los cambios de herramientas de corte entre procesos de torneado o el transporte de los productos terminados. Al no poder eliminarse en su totalidad, es necesario buscar minimizar este tipo de acciones analizando detenidamente los procesos para identificar las oportunidades de mejora.
- Las que no agregan valor y son innecesarias, en este caso se refiere a todas las acciones que implican generar alguna o varias de las 8 pérdidas mencionadas anteriormente. Claramente este tipo de acciones deben ser eliminadas de raíz.

3) Flujo: El presente principio implica que, ya identificadas todas las tareas necesarias, estas puedan ser realizadas de manera fluida en las distintas estaciones de trabajo, donde se debe procurar evitar los cuellos de botellas, regulando apropiadamente los niveles de producción para que no aparezcan nuevas pérdidas. La situación ideal, corresponde a llegar a flujos de una sola pieza, donde no sea necesario trabajar en lotes grandes para reducir los costos o tiempos de producción, sino que hacer un producto sea tan conveniente como hacer miles.

Por ejemplo, si la maquina A genera 500 productos por hora, y la maquina B solo puede empaquetar solo 100 productos por cada hora, es notorio que en la estación B, existe un cuello de botella, para lograr un flujo de una pieza, se puede contar con 5 máquinas B para aprovechar completamente la capacidad completa de la maquina A, o regular la producción de esta para que no se genere un sobre inventario (pérdida) de productos en la espera (pérdida) de ser empaquetados.

4) Pull o tirar: Con la manufactura esbelta se busca recordar la importancia que tiene el cliente al momento de iniciar fabricación, ya que su requerimiento es la que genera la orden de trabajo, que da la señal de tirar la cadena de valor para brindar el producto o servicio de manera fluida y rápida, con pérdidas mínimas. Por el contrario, si se quiere empujar esta cadena de valor es posible caer en TODOS los tipos de pérdidas descritos.

Al operar sin la orden específica de fabricación, se incurre en sobreproducción, estas existencias deben ser inventariadas, lo que genera movimientos innecesarios de productos hacia las bodegas, además se debe esperar a que se vendan eventualmente; mientras se espera, deterioran los productos, por lo que al momento de la venta, sin notarlo, se puede entregar un producto defectuoso que vuelve a la planta, para ser reprocesado, para volver a ser transportado a destino, y sin notarlo se perdió una gran cantidad de tiempo valioso que todos los colaboradores pudieron haber utilizado para aprovechar su potencial, para identificar y abordar distintas oportunidades de mejora.

- 5) Excelencia: en breves palabras, es poder entregar un servicio de calidad, que cumpla con los requerimientos de los clientes, además lograrlo confiablemente, es decir hacerlo bien en el primer intento siempre, y sobre lo anterior mejorar continuamente en el proceso.

Tan solo tomando en cuenta las bases que propone la manufactura esbelta se pueden lograr avances en cualquier tipo de empresa, ahora si se acompaña otras metodologías de mejora continua, este proceso se ve notoriamente potenciado, ya que ayudan a mejorar específicamente en cada aspecto.

- **Gemba:** Desde el japonés su traducción más literal es “la escena del crimen” o “el lugar donde suceden las cosas”, y relativo a la manufactura esbelta se refiere a la planta de trabajo, siendo el área más importante de toda empresa, ya que en ella se encuentran los colaboradores y sus maquinarias e instrumentos que ayudan a generar el valor a la materia prima procesada.
- **Genchi Genbutsu:** Término acuñado por TOYOTA que significa literalmente “ve y observa por ti mismo”, refiriéndose a ir directamente al Gemba para estar al tanto de primera mano de los inconvenientes que allí se viven, se incentiva la comunicación directa con los colaboradores, ya que ellos son los que conocen los problemas e incluso en algunos casos ya pueden contar con propuestas interesantes para su solución.
- **Kaizen:** El término corresponde a la unión de dos caracteres japoneses, Kai (cambio) y Zen (bueno), al utilizarse juntos no solo se refiere a cambios positivos, sino que una mejora gradual y continua. Para algunos, incluso sin abordar otras metodologías más formales, este concepto se transforma en un modo de vida, donde se está constantemente alerta de los pequeños inconvenientes del día a día, para buscar una solución que implique hacer las cosas más simples, o más rápido.
- **Kaifuku:** Término japonés que se refiere a cambios que lleven a la recuperación, aplicado a un entorno productivo, se hace referencia al restablecimiento de las condiciones ideales de operación, eliminar pérdidas y alcanzar el potencial ya existente.
- **Kaikaku:** En este caso, también se alude a cambios positivos, pero desde la base de una condición ideal, con el fin de maximizar el potencial disponible, mediante cambios importantes que sean guiados por objetivos claros.
- **Diagrama de Ishikawa:** Herramienta que permite encontrar las causas raíz de los problemas al conectar todas las variables de un sistema a el efecto adverso a analizar. Dentro de las variables más ampliamente utilizadas se encuentran las 6M, Materia prima, Mano de obra, Maquinaria, Método, Medida, Medio. Se determina de qué

manera podría incidir estas categorías en efecto analizado, para posteriormente determinar un origen del posible problema.

- **5 Porques:** Método que permite identificar las causas raíces de los problemas, que estaca por su simpleza, ya que, desde el inconveniente inicial, se debe preguntar ¿Por qué pudo haber ocurrido?, una vez se encuentre una respuesta, se debe volver a realizar la pregunta, pero aplicada a la respuesta obtenida, de modo que se repita este ciclo 5 veces. En la mayoría de los casos, se encuentra el problema que originó todos los inconvenientes al llegar a la quinta pregunta, y al solucionarlo, se mitiga la ocurrencia de todos los inconvenientes a los que dio paso.
- **Ciclo de Deming:** También conocida como CAPDo, es una metodología enfocada a la resolución de problemas y eliminación de pérdidas que basa en un círculo virtuoso (opuesto al vicioso) que consta de 4 fases principales:
 - **Check (chequeo):** Registro y correcta caracterización de la situación inicial, junto con lo que debería ser la situación ideal. Para realizar esta caracterización, se suele responder a las siguientes preguntas: ¿Qué?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Quién?, ¿Cuál es la tendencia de repetición?, y ¿Cómo?; simples preguntas que buscan otorgar mayor claridad del cualquier problema; desde el inglés se le llama a este método 5W+1H, debido a las iniciales de cada pregunta en su lengua de origen.
 - **Analyze (analizar):** Para solucionar los problemas caracterizados debe buscar cuales son las razones que llevaron a su ocurrencia, es decir, causa raíz del problema. Para ello la metodología se respalda de diversas herramientas, como diagramas de Ishikawa o espigas de pescado, 5 porqués y lluvias de ideas.

Una vez encontrada la causa raíz, es menester decidir medidas o acciones para eliminarla, además, de buscar soluciones directas a los problemas que ocasionó a su paso. Cuando existen demasiados caminos posibles de solución, se puede respaldar de matrices de decisión, que permiten ponderar la facilidad, efectividad, costo y cualquier otro parámetro relevante para decidir la opción más conveniente.
 - **Plan (Planificar):** Cuando las acciones generales son establecidas, se deben planificar los detalles, como los plazos, encargados, costos finales entre otros. una manera sugerida de establecer estos parámetros es utilizar las 5W+2H, que, de forma similar a la etapa de chequeo, busca responder las siguientes 7 preguntas enfocadas en la acción a llevar a cabo, ¿Qué se hará?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?, ¿Quién lo realizará?, ¿Por qué?, ¿Cómo? y ¿Cuánto costará?
 - **Do (Hacer):** La fase final es llevar a cabo el plan acorde a lo establecido, comprobando periódicamente los avances en las tareas, y una vez concretadas, su efectividad final. Este último aspecto da pie a la cualidad más característica de esta metodología, ya que, de no cumplirse el objetivo principal del plan, el ciclo debe volver a comenzar, tomando como base, los avances

realizados (si es que los hubo), determinando porque no funcionó y cuál será la manera en que se abordará nuevamente el problema.

- **5s:** Metodología que debe su nombre a las iniciales de sus 5 pasos principales en el idioma japonés. Esta busca generar espacios de trabajo más ordenados y limpios de manera constante, para mejorar las condiciones de trabajo junto con la productividad del sector en cuestión. Se suele considerar como un requisito previo para metodologías más avanzadas de excelencia operacional. Cada S, significa lo siguiente:

- **Seiri (Clasificar):** Este primer paso busca separar los elementos necesarios e innecesarios en el lugar donde se aplica la metodología, para luego determinar el destino de los innecesarios.

Para lograr este objetivo, se debe establecer un criterio claro de decisión para clasificar los distintos elementos, como frecuencia de uso, o pertinencia en el área intervenida. Se acostumbra a habilitar un Punto rojo donde se depositan ordenadamente los elementos a descartar o reubicar, marcados con una tarjeta de color rojo que indica información relevante del objeto, nombre, razón de la tarjeta, acción sugerida, entre otros. Este punto rojo debe ser gestionado periódicamente si no es posible hacerlo de inmediato.

Al dejar solo lo estrictamente necesario en el lugar de trabajo, de manera casi inmediata, todo será mucho más fácil de encontrar.

- **Seiton (Ordenar):** Resumido a una simple frase este paso basa en “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar. Cuando solo encontramos elementos necesarios en la zona en cuestión, es importante poder acceder a ellos de una manera rápida, simple y que, al momento de dejar de utilizarlos, estos vuelvan a un lugar sin mayores inconvenientes.

Para generar lugares de trabajo más ordenados, existen diversas estrategias, como el pintado de suelos delimitando zonas de trabajo y tránsito; sistemas de bodegas PEPS, o primero que entra, primero que sale, para propiciar la rotación de inventario; principios de ergonomía donde se modifica el mobiliario y el entorno para facilitar la manipulación de herramientas u otros elementos; gestión visual, con señaléticas que indiquen nombres, localizaciones precisas, o niveles recomendados de inventario; entre otras estrategias enfocadas en facilitar el desarrollo de las operaciones habituales de la organización.

- **Seiso (Limpiar):** Cuando todo se encuentra en su lugar, solo queda limpiar, pero para las 5s la limpieza es una labor que requiere de observación y análisis, con el fin de mantener los equipos e instalaciones en su estado óptimo.

La metodología identifica 3 tipos de limpieza escalan en gradualmente en los beneficios que generan:

-Diaria: Todo comienza con una rutina que mantenga un estado estético óptimo de equipos, instrumentos, herramientas e instalaciones.

-Con inspección: Al estar visiblemente limpio el sector, es más fácil utilizar los cinco sentidos para notar situaciones anormales en cada lugar, con el fin de brindar soluciones a los problemas encontrados. En la medida de que se identifican puntos claves para tener en cuenta durante la inspección, este proceso se puede esquematizar de modo que se añada a la rutina diaria.

-Con mantenimiento: En el caso de que se comiencen a encontrar defectos durante la inspección, entra en acción esta categoría, mediante la ayuda de tarjetas de colores, se identifica según las capacidades de los colaboradores, las reparaciones que pueden ser llevadas a cabo personalmente o no. Se utilizan tarjetas azules para los mantenimientos autónomos, y verde para los mantenimientos con asistencia técnica. Lo ideal es que en la medida que se realicen mantenimientos asistidos, los operadores puedan aprender y ampliar sus competencias respecto a, por ejemplo, sus máquinas de uso habitual.

- Seiketsu (Estandarizar): Cuando se establece cierta rutina en las 3S anteriores, es menester concretar lo aprendido en procedimientos estandarizados que sean simples de seguir, e incluso enseñar a nuevos colaboradores, para que se afiance como el estado normal, la situación de orden y limpieza generalizada. La clave para la preservación de esta situación óptima en el tiempo es la prevención de las 3S, es decir, comenzar a establecer acciones que impidan la acumulación de elementos innecesarios, que se desordene o se ensucie, esto indica que hay un conocimiento extenso de las eventualidades y es posible adelantarse a su impacto negativo.
- Shitsuke (Disciplina): Siendo la más complicada de implementar, quinta S requiere que los colaboradores internalicen las 4s anteriores, de tal modo que se funcione de manera natural y espontánea dentro de los parámetros establecidos. En la medida que se logra internalizar las 5s, no solo se cumple con una metodología, sino que se crea una cultura como empresa que está constantemente atenta a los estados ideales y reacciona rápidamente ante las anomalías.

Si bien se puede interpretar de que las medidas van enfocadas a las cosas, lo cierto es que se busca influir finalmente en las personas, su comportamiento y hábitos ante las condiciones fuera de lo establecido, creando una cultura que valora y respeta el orden y la limpieza debido a la facilidad con la que es posible desenvolverse en entornos con estas características.

- **Ley de Pareto:** También conocida como la regla 80-20, corresponde a un fenómeno estadístico que indica que aproximadamente el 20% de las causas son responsables por el 80% de los problemas. Esta regla es aplicable a muchas áreas, pero de manera enfocada al mejoramiento continuo esta se utiliza como una forma de toma de decisiones, ya que es posible priorizar tareas respaldándose de esta tendencia estadística. Por ejemplo, se pueden listar diversas pérdidas y problemas en una organización, para luego enfocarse en la solución del 20% más importante determinado por alguna métrica relevante, como el costo monetario que implica la situación en particular o el tiempo perdido por el inconveniente. Se puede asegurar que el esfuerzo realizado al brindar soluciones focalizadas tendrá una mayor repercusión en el corto plazo. Luego de manera iterativa se puede volver a evaluar la regla, de modo que los problemas disminuyan rápidamente.

- **FMEA:** Siglas que significan Failure Mode Effect Analysis, o análisis de modo y efecto de falla en español, es una herramienta que relaciona las fallas en los equipos con sus causas y consecuencias para evaluar cuantitativamente la criticidad de su ocurrencia y posteriormente plantear medidas que puedan reducir la gravedad del evento. Se suele presentar en una tabla que facilita su lectura y cuenta con las siguientes categorías:

- N.º de falla
- Equipo
- Operación: En que proceso se presenció la falla.
- Modo de falla: Que ocurrió al suceder la falla.
- Efecto de falla: Que inconvenientes posteriores implica la falla ocurrida.
- Severidad, Frecuencia y Detectabilidad: Criterios cualitativos asociados a números según su gravedad, establecidos previamente para caracterizar la falla.
- Numero de prioridad de riesgo: Numero resultante de la multiplicación de los 3 criterios asignados anteriormente, (severidad x frecuencia x detectabilidad) utilizado para priorizar búsqueda de solución.

Una vez determinado el número de prioridad de riesgo se puede apoyar en la ley de Pareto para seleccionar las fallas que representen los mayores inconvenientes para, posteriormente, realizar un ciclo de Deming para encontrar y ejecutar una solución efectiva.

- **SMED:** Metodología cuya sigla significa en español, cambio de matrices en minutos de un solo dígito (Single minute Exchange of Dies), corresponde a un método de análisis operacional que busca reducir el tiempo de los cambios que ocurren entre procesos, como los cambios de matrices, herramientas, preparaciones de maquinaria entre otros, de tal modo de que los lotes de fabricación sean más pequeños, otorgando una mayor flexibilidad y respuesta ante la demanda altamente variable.

Principalmente se observan detenidamente los procesos para determinar actividades que se pueden realizar en paralelo, de modo que no existan esperas innecesarias. Además, se buscan formas en las que cada actividad individualmente pueda ser realizada más ágilmente. A medida que se generen avances consistentes se deben estandarizar de modo que exista una línea base clara con la que operar y seguir mejorando. En los casos más extremos se puede lograr pasar de cambios que toman varias horas, a menos de 10 minutos, como lo sugiere el nombre de la metodología.

- **TPM:** Total Productive Maintenance o Mantenimiento productivo total, es una metodología de gestión integral que apoyado en equipos multidisciplinarios busca lograr operaciones más competitivas. Se basa principalmente en lograr el objetivo de cero pérdidas (cero accidentes, fallas y defectos), mediante la implementación de diversas medidas agrupadas en 8 pilares.

- Mejora enfocada: Con ayuda de herramientas como FMEA, se busca priorizar los inconvenientes presentes en las operaciones, para brindar soluciones oportunas a lo que implique las mayores pérdidas.
- Mantenimiento autónomo: Respaldándose en las capacidades y experiencia de los colaboradores, se busca disminuir el deterioro natural y acelerado de los activos al brindar autonomía a sus operadores, de manera que se vuelvan

responsables del mantenimiento básico de sus máquinas, además de la determinación de condiciones anómalas, y en la medida de lo posible, de las reparaciones que requieran.

- **Mantenimiento planificado:** Con el fin de tener operaciones con mayor confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, reduciendo los tiempos medios entre fallas y los tiempos de reparación, junto con otros indicadores relevantes al mantenimiento de activos.

En primer lugar, se priorizan los equipos disponibles de modo que se reestablezca el estado óptimo de operación, luego mediante la estandarización de rutinas diarias y mantenimientos periódicos, se busca prevenir la ocurrencia de las fallas con medidas oportunas y finalmente, en la medida de que sea requerido por el tipo de trabajo realizado, es posible concretar modificaciones al funcionamiento de estos activos, para que las tareas que les sean asignadas se puedan cumplir de mejor manera.

- **Educación y entrenamiento:** Siendo uno de los pilares más importantes de la metodología, el objetivo principal desarrollar personas competentes, capaces y autónomas para el contexto de la organización. Para lograrlo es necesario establecer los conocimientos y habilidades clave para los procesos realizados, de modo que estos puedan ser aprendidos de manera teórica y práctica de manera efectiva y simple.

Dentro de las herramientas que son comúnmente utilizadas en este pilar, se encuentran las lecciones punto a punto o LPP, que, en una sola plana, de manera idealmente visual y detallada, indican la forma en que se lleva a cabo un proceso infaliblemente. Por otro lado, están las matrices de habilidades, que pretenden presentar evaluaciones relativas a las capacidades de cada colaborador, de modo que se hagan más evidentes las fortalezas y debilidades, para eventualmente mejorar mediante a la práctica o una mayor profundización en la teoría.

- **Mantenimiento de la calidad:** El foco de este pilar son los cero defectos, siguiendo de cerca las entradas de las 4M necesarias para la creación o prestación de cualquier servicio, Maquinaria, Mano de obra, Mano de obra y Métodos, ya que en la medida que cada una de estas partes está cumpliendo los estándares establecidos, los resultados también deberían ser satisfactorios. Por esta misma razón en el caso de encontrar defectos es posible utilizar herramientas que permitan encontrar el origen de estos, como el diagrama de Ishikawa, para tomar las acciones pertinentes que resguardaren la calidad de los trabajos realizados.
- **Prevención del mantenimiento:** Se busca una reducción importante del tiempo de materialización de los proyectos manejados, para lograr lo que se denomina, arranques verticales de la fabricación. Esto se logra al ampliar la fase de diseño, para encontrar la mayor cantidad de problemas e inconvenientes incluso antes de comenzar cualquier paso de fabricación, esto, para que prevengan los defectos y otras pérdidas en el proceso. Se le denomina arranque vertical, debido a que luego de varios pasos de diseño, soluciones de problemas y pruebas, al momento de comenzar a fabricar, se puede comenzar con toda la capacidad disponible de forma muy rápida, lo que en un diagrama producción vs tiempo, se puede apreciar como una línea vertical hacia arriba en el ciclo de vida del proyecto.

- **Administrativo:** De todos los pilares este es el único que, en base a la definición de valor establecida, no agrega valor, pero ayuda enormemente a hacerlo, ya que se basa en la creación de fábricas de información, que, mediante el registros y depuración de datos, es capaz entregar diversos indicadores claves para la toma de decisiones importantes para la organización. Al contar con más información a la mano, es posible encontrar ineficiencias de manera más rápida, de modo que se pueden realizar correcciones oportunas evitando perdidas que de otro modo pasarían desapercibidas, en especial si gran parte de la información de una organización es almacenada de manera tácita.

Algunas de las tareas que pueden llevarse a cabo en el desarrollo de este pilar son las siguientes:

- Registro de indicadores clave como eficiencia, productividad, tasa de accidentes, MTTR, MTBF, OEE, tasas de rechazo de productos, tiempo de ciclo de proyectos.
- Sistemas de gestión de inventarios.
- Sistemas de costos y cobros.
- Planificación de actividades.
- Planificación de metas.
- Gestión financiera.

En la medida de que son puestos en marcha estos sistemas de información, las operaciones se vuelven más estables y ágiles, beneficiando a la organización y también al cliente.

- **Seguridad, Salud e Higiene:** Último, pero no menos importante, este pilar se enfoca en el bienestar interno y externo, con el objetivo de cero accidentes, cero contaminaciones y el establecimiento de lugares de trabajo más amenos. Sus labores básicas se encuentran muy relacionadas a las 5S, relativo a los hábitos de orden y limpieza periódica que se deben implementar previamente, ya que, en los procesos de inspección adicionalmente se debe estar completamente alerta a las condiciones inseguras, de manera que sean mitigadas rápidamente, para no tener que lamentar los accidentes que se puedan ocasionar. Claramente, apoyado por la metodología del ciclo de Deming, se pueden tomar los inconvenientes encontrados, para analizarlos y resolverlos de raíz de manera efectiva.

Esta metodología, requiere de un compromiso muy grande de parte de la gerencia, ya que, idealmente, debe abarcar cada aspecto de la organización para que sean observados en este nuevo foco, altamente estandarizado, consciente de las perdidas, y comprometido por mejorar las situaciones actuales.

De igual manera que en un edificio, el contar con varios pilares que distribuyan la carga es esencial, en esta metodología es posible notar como algunas medidas o enfoques de ciertos pilares afectan positivamente a otros, de tal manera que luego de comenzar, cada vez se va aligerando la carga en cada categoría hasta que se vuelve un proceso sumamente intuitivo y natural para los colaboradores.

2. Levantamiento y tratamiento de la información



MMT SPA
SOLUCIONES
INDUSTRIALES

La Maestranza MMT SPA es una empresa fabricación metalmecánica que ofrece una gama de servicios muy versátil, de los cuales se pueden destacar a grandes rasgos, la reparación, mantenimiento y manufactura de elementos mecánicos, confección de estructuras metálicas, además la instalación de equipos industriales.

Como primer paso la transición esperada, durante el transcurso del segundo semestre 2021 se siguió de cerca las operaciones de la empresa, al cumplir las funciones de maquinista para la organización, directamente en el Gemba, para obtener la mayor cantidad de información relevante su funcionamiento interno. A continuación, se presenta la información recopilada junto con apreciaciones iniciales.

Figura 1: Logotipo de la empresa.

2.1. Caracterización física de la empresa

2.1.1. Ubicación

MMT SPA. Cuenta con acceso vehicular en la dirección 80 de la Avenida Bernardo O'Higgins, Placilla, Región de Valparaíso, a un costado de la autopista del Pacífico, contando con una superficie interior utilizable de $121m^2$ y $200m^2$ en el exterior. Contando con su acceso principal en dirección norte, y la salida de emergencia en dirección este.

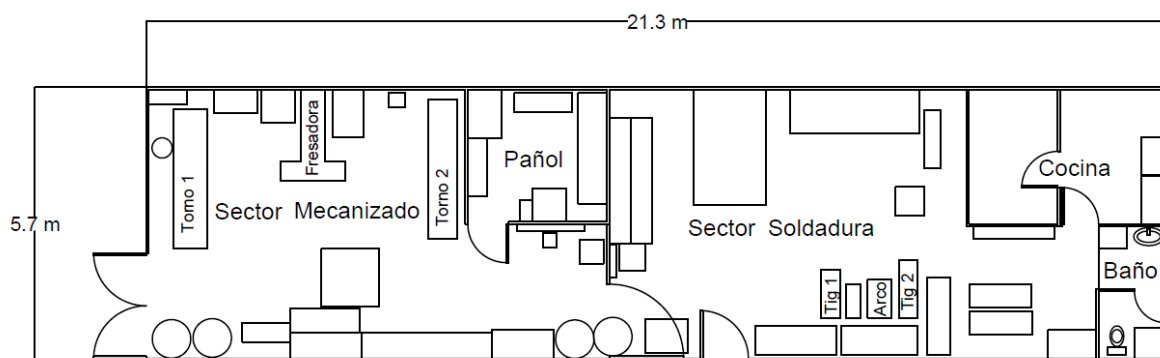


Mapa 1: Vista satelital de la empresa MMT SPA vía Google Maps.

Esta localidad está caracterizada por el gran flujo de actividades industriales y de transporte de cargas pesadas, por lo que es posible encontrar empresas relacionadas al mantenimiento y revisión técnica de camiones, distribuidoras de gases para la manufactura, y otras maestranzas.

2.1.2. Instalaciones y condiciones iniciales

Inicialmente se cuenta con 2 sectores productivos, siendo estos, el sector de mecanizado, y el sector de soldadura, además de un pañol en el que se almacenan todas las herramientas manuales, insumos y repuestos disponibles. Respecto al área de servicios se cuenta con un baño y una cocina.



Plano 1: Layout inicial MMT SPA.

Sector mecanizado

En este sector se realizan las operaciones de torneado, fresado, taladrado, ensamblaje y prensado. Se puede apreciar que cuenta con cierta lógica de organización, la que, debido a su falta de desarrollo y control no alcanza a cumplir el objetivo de facilitar operación de los equipos, además existe una gran presencia de elementos innecesarios o en desuso, que, al unirse con la condición anteriormente señalada, puede llegar a crear situaciones frustrantes para los colaboradores, al ver su trabajo constantemente e incluso prolongadamente entorpecido por ello.

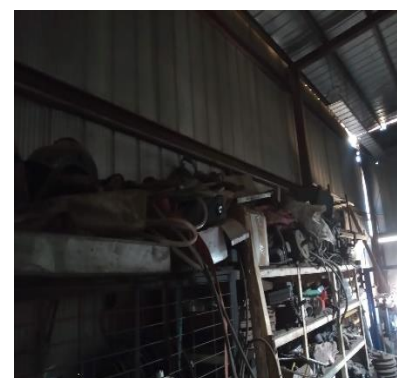
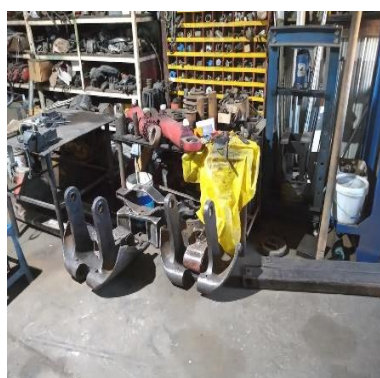
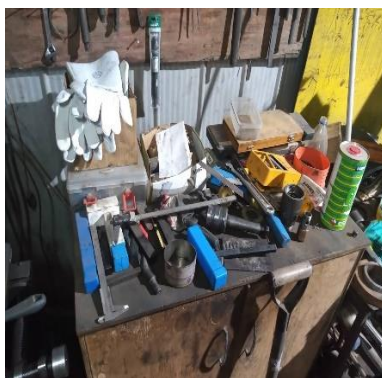


Imagen 1: Compilado de situaciones frecuentes en el sector de mecanizado, herramientas de torno desordenadas, trabajos pendientes entorpeciendo el tránsito, y acumulación de elementos innecesarios.

Además de los riesgos de tropiezo presente, es posible visualizar condiciones inseguras que podrían afectar a las personas que transitan y trabajan en el lugar, como conexiones eléctricas defectuosas, poca iluminación e incluso estructuras inestables.



Imagen 2: Condiciones inseguras presentes en el sector de mecanizado, pilar inestable, conexión a la corriente eléctrica en mal estado, y pobre iluminación.

Sector Soldadura

En el sector de soldadura, donde se llevan a cabo las operaciones de soldadura al arco, TIG, MIG, oxicorte, dimensionado y pintado, se puede apreciar constantemente la acumulación de trabajos no terminados de gran tamaño y elementos innecesarios, los cuales imposibilitan el acceso a la materia prima estructural de 2 a 6 metros de largo, por lo que en cada ocasión que quedan trozos excedentes de material, o despuntes, estos se acumulan apoyados contra el muro del sector, debido a esto, también se entorpece el tránsito, causando incluso constantes tropiezos.

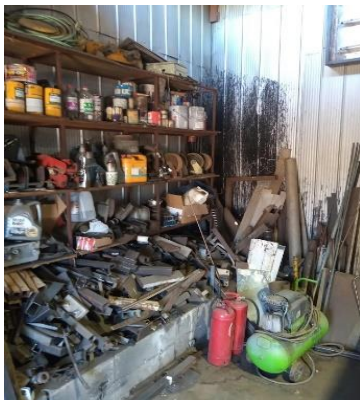


Imagen 3: Compilado de situaciones frecuentes en el sector de soldadura, despuntes y perfiles largos acumulados, trabajos terminados y elementos innecesarios, elementos en proceso pobremente ubicados.

Pañol

De manera similar a como ocurre en el sector de mecanizado, existe un orden general apreciado, divisiones entre los distintos implementos y herramientas, pero nuevamente este orden es cubierto por elementos innecesarios, como equipos e insumos en mal estado, como esmeriles y taladros no funcionales, y discos de cortes demasiado desgastados para ser utilizados.



Imagen 4: Compilación de situaciones apreciadas en el pañol, mural con diversas herramientas mayormente ordenadas, repisas abarrotadas de herramientas y mueble no facilita la visualización de lo que contiene.

Además, es destacable como las brocas, machos y fresas se encuentran en cajas poco organizadas, que causan múltiples pérdidas de tiempo al momento de requerirlas y tener que identificarlas una por una.



Imagen 5: Cajas de brocas, machos y fresas de distinto tipo junto con distintas herramientas sobre un escritorio en el pañol.

Baño

Este cuarto se encuentra bastante descuidado a nivel general, su limpieza y mantenimiento es muy esporádico por lo que se deterioró rápidamente, presentando goteras, suciedad difícil de quitar e incluso papeleros excesivamente llenos.



Imagen 6: Compilado de estado inicial Baño de la maestranza.

Cocina

Es un espacio bastante amplio que podría ser aprovechado para almorzar cómodamente e incluso dejar las pertenencias de cada colaborador de manera segura, sin embargo, se encuentra inaccesible debido a que ha sido ocupado como bodega de cosas innecesarias, teniendo que localizar el microondas y el refrigerador en el pasillo entre los dos sectores productivos, entorpeciendo el tránsito y desplazando la zona de almuerzo a cualquier superficie mínimamente disponible.



Imagen 7: Estado inicial de la cocina y sus elementos relacionados, refrigerador, dispensador de agua y microondas en entre la zona de mecanizado y soldadura, cocina no transitable.

2.1.3. Listado de Equipos e Instrumentos

Para tener una idea de los procesos disponibles, se listarán los equipos e instrumentos con los que cuenta la maestría.

Equipos

Nº	Equipo	Comentario
1	Torno 1	Utilizado preferentemente para las operaciones, cuenta con un plato de 3 garras autocentrante
2	Torno 2	No muy utilizado debido a problemas en sus sistemas de movimiento de carros y la contrapunta, cuenta con un plato de 4 garras independientes y se utiliza solo para piezas grandes o irregulares, para mecanizados simples.
3	Fresadora	De uso muy ocasional, para hacer ranuras y hexágonos, su manejo manual es muy pesado, y su sistema de avance automático no está claramente identificado
4	Taladro sensitivo 1	Presenta dificultades para su uso, el vástago no retrocede, la base esta fija y el madral no aprieta lo suficiente
5	Prensa	Prensa de uso manual, para la instalación y extracción de elementos con ajuste. Como rodamientos camisas, entre otros
6	Maquina TIG	Maquina portátil para principalmente soldar acero inoxidable.
7	Maquina MIG	Maquina grande de uso intensivo, se encuentra instalada sobre un carro portaherramientas para facilitar su transporte en el terreno difícil.
8	Maquina Arco manual	Maquina grande de poco uso, completamente funcional
9	Compresor pequeño	Equipo de uso en terreno, principalmente para pintado con pistola.
10	Compresor grande	Equipo de uso en maestría, principalmente para pintado de superficies amplias.
11	Esmeril de banco	Amplia utilización en el afilado de herramientas y la limpieza con grata de esmeril.
12	Oxicorte	Sistema transportado por alimentado de gas licuado de petróleo y oxígeno, cuenta con un carro para facilitar su transporte
13	Taladros manuales	3 taladros manuales, para perforaciones que no puedan ser realizados por el taladro sensitivo
14	Esmeriles manuales	Un total de 12 Esmeriles, donde solo 8 se encuentran operativos
15	Herramientas rotatorias multipropósito	Herramienta armada con fresa pequeña de acero rápido, para remoción manual de viruta.

Listado N°1: Registro inicial de los equipos presentes en la maestría.

Instrumentos de medición

N.º	Instrumento	Descripción
1	Pies de metro digital	Se cuenta con uno de cada una de las siguientes medidas 150mm, 200mm y 300mm
2	Pies de metro análogos	Se cuenta con uno de cada una de las siguientes medidas 150mm, 200mm y 300mm
3	Micrómetros exteriores	Se cuenta con uno de los siguientes rangos de medidas 0-25mm, 25-50mm, 50-75mm, 75-100mm, 150-200mm
4	Micrómetro de interiores	Juego que permite medir un rango desde 50-400mm
5	Reloj comparador de carátula	Reloj de uso vertical, con un rango de 10mm y resolución de 0.01mm
6	Juego de herramientas de medición	Regla, Goniómetro, escuadra, y buscador de centros.

Listado N°2: Registro inicial de los instrumentos de medición presentes en la maestría.

2.2. Caracterización organizacional.

A nivel organizacional se puede apreciar un nivel jerárquico bastante horizontal, principalmente debido al bajo número de personal con el que se cuenta en la actualidad. Gracias a esta horizontalidad se genera un ambiente ameno y cercano.



Esquema 1: Organigrama MMT SPA.

Cabe destacar la vasta experiencia técnica del propietario, abarcando la soldadura, mecanizado y mantenimiento de equipos, siendo capaz de dirigir la fabricación e idear diversas soluciones efectivas para sus clientes, los cuales, frecuentemente indican como la competencia no pudo abordar sus necesidades. Además, es capaz de suplir todas las necesidades técnicas de la maestría, pero se ha visto imposibilitado de mantener el funcionamiento normal de esta en su ausencia debido que actualmente es la piedra angular de la organización, conteniendo todos los detalles que permiten un flujo de trabajo aceptable, en su mente. Por otro lado, tiene bastante claro la forma en la que le gustaría mantener su empresa en todos aspectos, pero no cuenta con la certeza de cómo lograrlo.

Respecto al soldador actualmente en planta demuestra ser una persona con mucha experiencia, muy profesional y proactiva, con la intención de buscar soluciones a los problemas que se presentan en el día a día, pero debido a complicaciones de tiempo, o claridad dentro de su libertad de acción sus propuestas tienden a ser olvidadas o nunca abordadas.

En cuanto al cargo de ayudante, este puesto tiene una rotación bastante alta, debido a que usualmente es cubierto por practicantes de liceos industriales, que, al tomar conciencia de la carga de trabajo que puede llegar a existir en la maestría, una vez terminado su plazo mínimo, deciden retirarse en busca de otro trabajo.

El puesto de maquinista de manera similar ha sido cubierto por estudiantes en práctica, y en su ausencia, como se mencionó anteriormente, por el propietario. La falta de experiencia de estos practicantes ha llevado al deterioro acelerado de varias de los equipos y máquinas herramientas disponibles.

Rumbo de la organización

Hasta el comienzo del presente año, no se contaba con una misión, visión o valores establecidos a seguir como empresa, por lo que para zanjar esta situación y poder definir las distintas metas que estas propician, se realizó una entrevista en la que se discutieron diversos temas relacionados a los detalles del funcionamiento de la maestría, de la cual se pudo establecer lo siguiente:

- Misión:
“Bridar soluciones efectivas y eficaces a sus necesidades industriales”
- Visión:
“Destacar a nivel regional en la industria respecto a la versatilidad, capacidad y confiabilidad de nuestras operaciones”
- Valores de la empresa
 - Respeto
 - Perseverancia
 - Ingenio
 - Cercanía
 - Responsabilidad

2.3. Caracterización operativa.

Nuevamente, al no tener una forma estandarizada de operar, en el transcurso del periodo de levantamiento de información, se observó y consiguientemente se establecieron los diversos aspectos de las operaciones normales de la empresa, con el fin de facilitar su análisis posterior en busca de mejoras.

Dentro de los servicios ofrecidos se encuentran los siguiente:

Soldadura:

- MIG, particularmente para perfiles estructurales, relleno de ejes, reparación y fabricación de portales para camiones.
- TIG para el acero inoxidable y aluminio.
- Arco manual, para trabajos en terreno y con fundición de acero
- Brazing con soplete GLP-oxígeno, para estaño, bronce y plata.

Mecanizado:

Para cada servicio dentro de los materiales mecanizarles se encuentran diversos polímeros, bronce, aluminio, acero al carbono, aleaciones especiales y fundición.

- Torneado de piezas entre 8mm - 300mm de diámetro y 3mm - 180mm de largo
- Fresado con sujeción en tornillo mecánico, y cabezal divisor.
- Esmerilado para el afilado de herramientas
- Taladrado con brocas entre 3mm - 20mm

Prensado para la extracción y ensamblaje de elementos mecánicos con ajustes y moldeado con matrices.

Mantenimiento de diversos equipos y elementos mecánicos, como cilindros hidráulicos, bombas centrífugas y compresores.

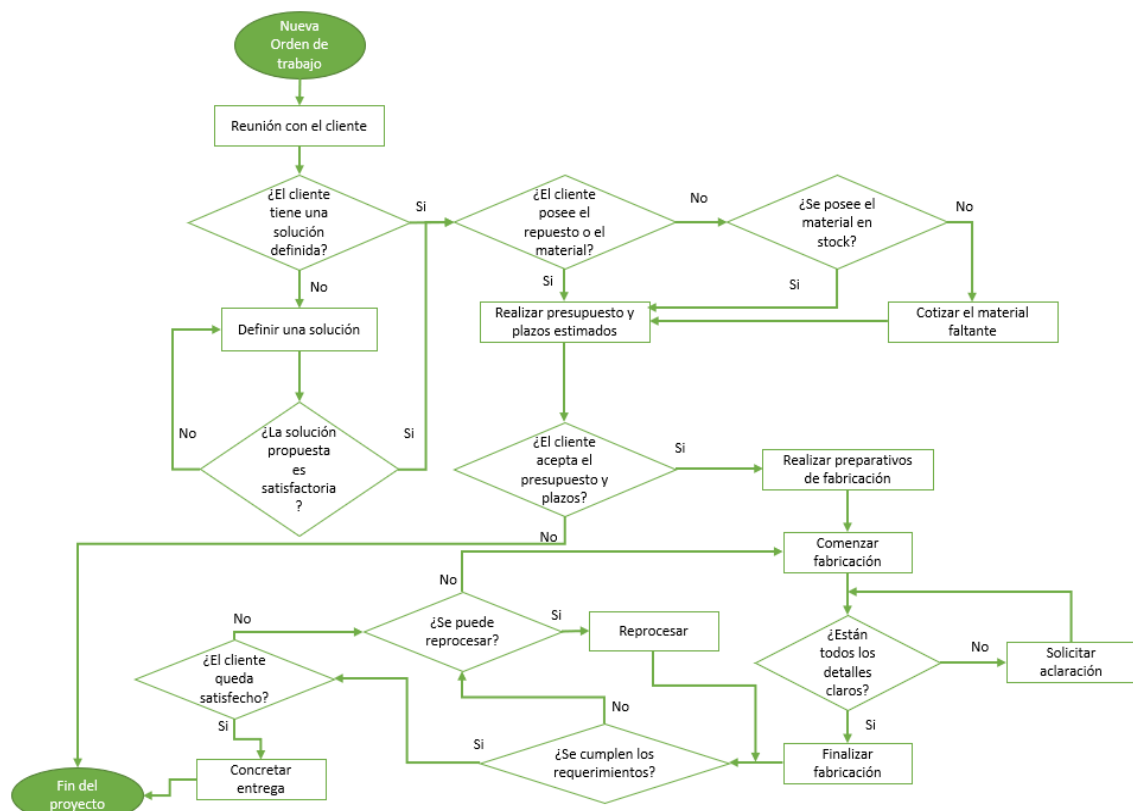
Pintado con aire comprimido y colores a elección del cliente

Oxicorte con GLP-Oxígeno para el dimensionado y asistencia en reparaciones que requieren extracción.

Diseño de maquinaria específica para su posterior fabricación.

2.3.1. Toma de ordenes de trabajo

En primer lugar, se analizó de cerca la forma en la que los requerimientos eran atendidos, obteniéndose un diagrama de flujo que es aplicable para todos los servicios ofrecidos por la maestría.



Esquema 2: Diagrama de flujo de toma de ordenes de trabajo.

Si bien la forma en la que se tratan los pedidos recibidos tiene un cierto orden lógico, existen ciclos viciosos y situaciones no tan ideales que resultan en pérdidas para la empresa y a su vez para los clientes. De estos casos se pueden realizar acotaciones los siguientes:

- La carga de trabajo es particularmente fluctuante, ya que pueden pasar varios días sin una nueva orden de trabajo, o puede arribar un proyecto con límites de tiempo muy acotados y que demande toda la capacidad de la maestranza por semanas.
- Teniendo en cuenta la poca frecuencia en la que el cliente puede aportar el material de la fabricación que requiere, se tiene stock insuficiente de variedades importantes, implicando generar órdenes de compra que toman entre 2 a 7 días en llegar, desplazando completamente el tiempo de entrega del producto
- Respecto a la fabricación, observa como los clientes deben ser contactados incluso más de 3 veces para realizar aclaraciones sobre la fabricación, quedando muchos detalles almacenados solamente en la memoria de los colaboradores presentes.
- Además, el proceso de fabricación tiende a ser retrasada constantemente por la urgencia de otras ordenes de trabajo, pudiéndose encontrar trabajos pendientes con meses, hasta años de detención. En algunos casos, la falta de plazos fijos de parte de los clientes también ha contribuido a esta incertidumbre en la operación.
- Los reprocesos también son un escenario recurrente, donde piezas dadas por terminadas, requieren detalles no aclarados, o simplemente han ocurrido errores durante su fabricación.
- De manera similar, para diversos tipos de trabajos terminados, inicialmente de manera satisfactoria, los clientes deben volver frecuentemente a solicitar ajustes en sus requerimientos debido a equivocaciones en sus especificaciones. Si bien no es directamente culpable la empresa del reproceso solicitado, es posible guiar de mejor manera al cliente para que este obtenga lo que realmente necesita de una sola vez.
- También se ha observado como al momento de concretar la entrega, los clientes no proceden a retirar sus requerimientos, acumulándose estos dentro del escaso espacio de la maestranza.

2.3.2. Registros de fallas, incidentes, accidentes y otras perdidas.

La siguiente información fue registrada principalmente entre el periodo de noviembre a enero, además de ciertas situaciones puntuales ocurridas en momentos anteriores al periodo indicado, particularmente por su severidad.

Fallas

Según lo apreciado, la estrategia resolución de fallas radica en solucionar lo más rápido posible el problema para reanudar la producción lo antes posible, sin tener en cuenta si estas serán permanentes o al menos duraderas, por lo que fue común presenciar fallas recurrentes y soluciones superficiales. Ahora si la falla no impide el funcionamiento esta no tenía ningún tipo de prioridad. Por otro lado, si dentro de las posibilidades se encontraba utilizar un equipo sustituto, de manera inmediata, se posponía la reparación de la falla, en algunos casos de manera indefinida.

N.º	Falla	Maquina	Fecha	Tiempo entre falla y solución	Tiempo de Solución
1	Mandril no ajusta correctamente	Taladro sensitivo 1	Antes del 2021	No solucionado	
2	Insertos de carburo de tungsteno atrapados en el portaherramientas	Torno 1	Antes del 2021	No solucionado	
3	Caja de velocidades averiadas	Torno 2	Antes del 2021	No solucionado	
4	Carro principal averiado	Torno 2	Antes del 2021	No solucionado	
5	Contrapunta no ajusta	Torno 2	Antes del 2021	No solucionado	
6	Alimentación de alambre obstruida	MIG 2	Antes del 2021	No solucionado	
7	Plato con mordazas deformadas	Torno 1	05-10-21	2 semana	3 días
8	Insertos de carburo de tungsteno atrapados en el portaherramientas	Torno 1	12-10-21	No solucionado	
9	Desconexión del giro del husillo	Torno 1	25-10-21	1 minuto	Solución provisoria
10	Desconexión de la caja Norton	Torno 1	01-11-21	10 minutos	5 minutos
11	Broca atrapada en contrapunta	Torno 1	11-11-21	4 día	2 horas
12	Desconexión del giro del husillo	Torno 1	25-11-21	1 minuto	Solución provisoria
13	Vástago sin retroceso	Taladro sensitivo 1	03-12-21	No solucionado	
14	Desconexión de la caja Norton	Torno 1	13-12-21	2 semanas	4 horas
15	Desconexión del giro del husillo	Torno 1	23-12-21	1 minuto	Solución provisoria
16	Desconexión del giro del husillo	Torno 1	27-12-21	1 minuto	Solución provisoria
17	Insertos de carburo de tungsteno atrapados en el portaherramientas	Torno 1	07-01-22	1 mes	2 horas

Tabla 1: Listado de fallas registradas desde antes del año 2021 y enero 2021.

Como se comenta en el párrafo anterior, el Torno 2 al presentar múltiples averías, fue cada vez menos utilizado, ya que al estar operativo el torno 1, era el camino más simple para cumplir el requerimiento vigente en ese momento.

Esto llevó a que el único torno funcional fuera el Torno 1, por lo que cada vez que se averiaba este era reparado provisoriamente, acumulando deterioro en múltiples de sus funciones.

De manera similar la maquina TIG 2 se encuentra detenida durante más de un año debido a que la maquina TIG 1 la ha remplazado completamente, quedando olvidada entre otros dispositivos en mal estado a pesar de la simpleza que implicaría su reparación.

El taladro particularmente ha sido utilizado de todas formas desde su falla, teniendo que levantar el husillo que contiene la broca manualmente con la manivela antes de perforar cualquier pieza.

Y respecto a los portaherramientas de torno a pesar de su alto costo monetario, simplemente son desplazados por otros en mejores condiciones, incluso teniendo que improvisar portaherramientas de Wídias soldables o acero rápido, que, si bien es una opción válida para el mecanizado, no siempre tenían el mejor resultado, debido a la urgencia de su confección.

Accidentes e incidentes

Respecto a la seguridad del personal, se observa que la ocurrencia de este tipo de hechos está bastante ligada a la carga de trabajo, teniendo en cuenta el ritmo errático que puede existir al tener que cumplir plazos de entregas exigentes.

N.º	Accidentes	Fecha	Gravedad
1	Golpe al pecho	02-11-21	Media
2	Pisar un clavo	10-11-21	Alta
3	Corte en el dedo	20-11-21	Media
4	Caída de material al pie	07-12-21	Leve
5	Caída en escalera	23-12-21	Media
6	Corte en el dedo	29-12-12	Leve
7	Chispa en el ojo	31-12-21	Media
8	Pisar un clavo	03-01-22	Media
9	Corte en el dedo	11-01-22	Leve
10	Golpe en el dedo	20-01-22	Media

Tabla 2: Accidentes registrados dentro del periodo noviembre 2021- enero 2022.

Algunos de los accidentes enumerados anteriormente pudieron ser evitados con el correcto uso de los elementos de protección personal, como en el caso de pisar clavos, cortes y golpes en las manos y chispas en los ojos. En algunos casos por el pobre estado de las protecciones o la mala costumbres de los colaboradores.

Por otro lado, el orden dentro de la maestranza aparenta ser uno de los factores que propician estos hechos como se evidencia a continuación con los incidentes que tienen una frecuencia bastante alta.

N.º	Incidentes	Gravedad	Fecha o frecuencia
1	Tropiezos	Leve	2 veces al día
2	Caída de material	Media	2 veces a la semana
3	Corte eléctrico en enchufe	Alta	14-12-21

Tabla 3: Incidentes registrados dentro de periodo noviembre 2021-enero2022

En cuanto a los tropiezos se acota que el transito es constantemente entorpecido por material, piezas de trabajo, mangueras o extensiones, causando a su vez ocasionalmente la caída de estos, poniendo en peligro la integridad de las piernas y pies de los colaboradores.

En particular el enchufe en cuestión es el referenciado en la Imagen 2. el que generó una chispa bastante grande seguido a la caída de su automático correspondiente.

Defectos

Dentro de los problemas que han pérdidas al momento de las operaciones normales de la maestranza se pueden apreciar los siguiente:

N.º	Defectos	Fecha	Tiempo de solución
1	Fractura de cordón de soldadura	02-11-21	1 hora
2	Hilo interno fuera de especificaciones	05-11-21	2 hora
3	Camisa con ajuste demasiado libre	19-11-21	4 horas
4	Hilo externo fuera de especificaciones	29-11-21	2 hora
5	Fiting fuera de especificaciones	02-12-21	1 hora
6	Tolerancia superficial no alcanzada	15-12-21	1 hora
7	Pasador no pasa por las camisas	22-12-21	1.5 Días
8	Rodamiento con ajuste demasiado libre	07-01-22	4 horas
9	Geometría incorrecta de pieza	10-01-22	3 horas
10	Rodamiento con ajuste excesivo	19-01-22	1 hora
11	Pieza soldada en lugar incorrecto	18-01-22	1 hora
Promedio mensual			7.16 horas

Tabla 4: Defectos registrados en el periodo noviembre 2021-enero 2022

En relación con el mecanizado se aprecian diversos problemas asociados a las tolerancias en diversas piezas, como hilos, camisas, pasadores o las calidades superficiales de las mismas, además de errores netamente humanos al pasar por alto características importantes de lo que está fabricando por parte de los clientes o los trabajadores de la maestranza. Además, cabe destacar, que, en el periodo analizado, este tipo de procesos concentraron el 81.8% de los defectos de manufactura de la maestranza, evidenciándose una clara tendencia.

Comparativamente, el proceso de soldadura durante este periodo presenta pocos defectos importantes, debidos particularmente por errores en el proceso de presentación de las piezas a soldar y un error en la selección del material de aporte en una pieza de materiales base desconocidos.

Perdidas

Al basarse en las perdidas destacadas por el método TOYOTA se enumeran una serie de hechos registrados y cronometrados que caen dentro de las ocho categorías. En este caso se omiten los defectos debido a que han sido abordados en específico en el punto anterior:

N.º	Perdidas	Categoría	Frecuencia [mes]	Tiempo por pérdida [min]	Total [horas]
1	Producción de piezas específicas extra	Sobre producción	1	120	2
2	Excesiva cantidad de llaves poco utilizadas	Inventario	10	5	0.83
3	Herramientas manuales en mal estado junto con las buenas	Inventario	10	2	0.33
4	Gran cantidad desbastes, y materiales demasiado pequeños	Inventario	10	2	0.33
5	Herramientas lejos de donde son utilizadas	Movimientos	150	1	2.5
6	Vías de tránsito obstruidas	Movimientos	150	0.35	0.875
7	Acceso a materia prima obstruida	Movimientos	15	5	1.25
8	Elementos fuera de su lugar habitual	Movimientos	20	5	1.67
9	Elementos desorganizados	Movimientos	20	10	3.33
10	Espera por instrucciones	Esperas	10	120	20
11	Quiebre de stock de insumos de corte	Esperas	4	90	6
12	Quiebre de stock de insumos de soldadura	Esperas	1	240	4
13	Baja iluminación	Esperas	30	7	3.5
14	Compra incorrecta de materia prima	Esperas	1	120	2
15	Información incorrecta de fabricación	Reprocesos	8	120	16
16	Preparación de stock en mal estado para su uso	Reprocesos	8	20	2.67
17	Reducción de tamaño de elementos que no caben por la puerta principal	Reprocesos	1	60	1
18	Falta de herramientas en terreno	Transporte	20	15	5
19	Información inexacta de fabricación	Sobre procesamiento	4	60	4
20	Sugerencias no atendidas	Talento no utilizado	5	No cuantificable	
21	Ideas olvidadas	Talento no utilizado	10	No cuantificable	
22	Rotación de personal	Talento no utilizado	2 vez al año	No cuantificable	
				Total, global	77.29

Tabla 5: Pérdidas registradas junto con el total estimado de tiempo asociada a estas.

Cabe destacar que las pérdidas presentadas cuentan con una repetitividad relativamente constante, de modo que se han promediado los casos respecto a eventos particulares y se ha realizado la extrapolación.

Por otro lado, respecto a la categoría de talento no utilizado, si bien, no representan una pérdida de tiempo directa en esta evaluación, existe una pérdida del ahorro de tiempo que pudo significar una mejor utilización del recurso humano.

2.3.3. Apreciación de los clientes

En este parámetro de la caracterización de la empresa se hará referencia a las opiniones expresadas por diversos clientes de la maestranza, junto a los resultados de una breve encuesta anónima realizada entre noviembre y diciembre, que fue entregada al final de un total de 16 órdenes de trabajo. Esta se encuentra referenciada como Anexo 1 y permitió calificar de 1 a 5, diversos aspectos, siendo 5 la mejor calificación, además de 2 preguntas breves.

N.º	Cliente frecuente	Tiempo de trabajo	Calidad	Precio	Orden y limpieza	Profesionalismo	Posibilidad de retorno
1	Si	4	4	4	3	3	Si
2	Si	3	4	3	3	4	Si
3	Si	2	3	2	2	2	No
4	Si	3	5	4	3	4	Si
5	Si	4	4	3	3	4	Si
6	Si	2	5	4	2	3	Si
7	Si	2	3	3	2	3	Si
8	No	3	4	3	3	4	Si
9	No	1	4	2	2	4	Si
10	Si	4	5	3	4	3	Si
11	No	3	4	2	2	3	Si
12	Si	1	2	3	2	1	No
13	No	2	1	3	2	2	No
14	Si	4	4	4	4	3	Si
15	Si	3	4	3	3	3	Si
16	Si	4	5	3	4	4	Si
Promedios	75%	2.8125	3.8125	3.063	2.75	3.8125	81.25%

Tabla 6: Resultados de encuesta de satisfacción.

Según estos resultados la gran mayoría de los clientes son frecuentes, y están dispuestos a volver a solicitar servicios en la maestranza, aunque es preocupante la circunstancias que han llevado a tomar la decisión de no volver al 18.75% restante, ya que se puede visualizar en la tabla, estos clientes tendieron a dejar calificaciones bajas en todos los aspectos.

A nivel general las calificaciones resultaron bajas respecto al orden y limpieza tanto como en el tiempo empleado en las ordenes de trabajo, a pesar de esto la percepción del profesionalismo y la calidad sobrepasan la calificación intermedia, indicando que se logran mayoritaria y satisfactoriamente la entrega de valor al cliente.

Respecto al costo de los servicios, si bien, no pésimos ni tampoco excelentes se mantienen en una calificación intermedia.

Retroalimentación

Dentro de los comentarios realizados se puede notar una clara tendencia a destacar la capacidad de brindar soluciones efectivas a problemas que han sido rechazados en diversas otras maestranzas, demostrándose un dominio extenso de diversos procesos de



manufactura, las propiedades de diversos materiales además la habilidad para adaptar los recursos y equipos disponibles para lograr los cometidos.

Por otro lado, en contraste, se suele mencionar la desorganización a nivel operacional que es apreciada desde el punto de vista externo, al momento en que se comienzan a extender los tiempos de entrega en semanas o meses; cuando se hacen frecuentes los llamados solicitando más información, implicando en algunas ocasiones movilizarse numerosas veces a la maestranza.

3. Identificación de áreas de mejora

A continuación, para esquematizar la situación inicial con la recopilada en la sección anterior, se presenta el siguiente Análisis FODA, para tener una idea más clara de las cualidades y el contexto de la empresa. Y así trabajar de manera enfocada en el restablecimiento de las condiciones óptimas de operación con metas para lograr la mejora continua.

N.º	Fortalezas	N.º	Debilidades
1	Alta calidad percibida	1	Diversas pérdidas considerables
2	Perseverancia	2	Flujo y carga de trabajo irregular
3	Ingenio	3	Pobre organización y planificación general
4	Experiencia práctica y teórica	4	Planes de mantenimiento netamente correctivos
5	Motivación	5	Dificultad para generar ganancias
6	Cercanía		
7	Versatilidad		

N.º	Oportunidades	N.º	Amenazas
1	Posibilidad de implementación de métodos de Mejora continua	1	Costos aumentan
2	Clientes en busca de soluciones	2	Empresas aledañas
3	Equipo con la intención de dar soluciones y ejecutarlas	3	Clientes insatisfechos
		4	Limitaciones de tiempo
		5	Alta rotación de personal

Figura 2: Esquema FODA MMT SPA.

Para profundizar en el análisis, se ampliará brevemente en cada tópico agregando más información a cada punto destacado.

➤ Fortalezas:

1. Alta calidad percibida: Exceptuando algunos casos puntuales, la percepción de los clientes, es que se obtiene lo requerido de los servicios a pesar de la dificultad.
2. Perseverancia: La maestría ha pasado por épocas complicadas en el pasado, pero sigue buscando la forma de seguir funcionando, entregando soluciones efectivas a los clientes.
3. Experiencia práctica y teórica: Los colaboradores están capacitados extensamente en sus áreas, mezclando satisfactoriamente la habilidad técnica con los conocimientos asociados a esta.
4. Ingenio: La capacidad observada de pensar “fuera de la caja” es destacable, esto amplía las posibilidades de encontrar los medios para lograr casi cualquier desafío.
5. Motivación: Una actitud positiva, incluso en la adversidad, que alimenta la moral como equipo para cumplir los objetivos y experimentar nuevos desafíos.

6. Cercanía: Un ambiente laboral agradable y comprensivo que propicia una sensación de seguridad y confianza ante las nuevas oportunidades.
7. Versatilidad: Una amplia variedad de operaciones facilitan la forma en la que se acerca a los problemas y además permite destacar frente a los competidores pese al tamaño de la organización.

➤ Debilidades:

1. Diversas pérdidas considerables: Según los registros de las tablas 4 y 5, en un mes pueden existir hasta 80 horas de pérdidas de tiempo que podrían ser utilizadas de una manera mucho más productiva.
2. Flujo y carga de trabajo irregular: Al venir de un entorno mayoritariamente técnico existe un descuido en esta característica de la producción, lo que se traduce en tener que cumplir horas extra frecuentemente y no tener nada que hacer en otros momentos.
3. Pobre organización y planificación general: Similar al punto anterior, se hace evidente la falta de un criterio más claro y estricto respecto a momento de tomar decisiones respecto al orden y el tratamiento de las ordenes de trabajo de mayor volumen.
4. Planes de mantenimiento netamente correctivos: A pesar de tener los conocimientos para mantener en perfecto estado los equipos disponibles, la urgencia con la que se tiende a operar lleva a funcionar en base a soluciones provisionales.
5. Dificultad para generar ganancias: Frecuentemente la cantidad de trabajo recibido es a penas suficiente para cubrir los costos mínimos de la organización, por lo que el dueño de la maestría debe rebuscar trabajos y cumplir jornadas extraordinarias para suplir este déficit.

➤ Oportunidades:

1. Posibilidad de implementación de métodos de mejora continua: El conocimiento relativo al TPS que da pie a la realización de este trabajo de título significa la oportunidad perfecta para mitigar las dolencias de la organización y marcar el inicio de la persecución de la visión de la maestría.
2. Cientes en busca de soluciones: Un alto flujo de operaciones industriales implica que frecuentemente se generaran problemas que caen dentro del perfil de operaciones de la empresa.
3. Equipo con intención de dar soluciones y ejecutarlas: El personal actual se caracteriza por ser proactivo y siempre estar pensando en mejoras, pero por diversos factores estas no se han concretado.

➤ Amenazas:

1. Costos aumentan: Considerando el contexto de la pandemia del COVID-19 junto a la tendencia natural del aumento de precios de los servicios, insumos y materia prima, se hacen presente las dificultades de lograr ganancias al final de cada mes.
2. Empresas aledañas: Al ser una zona industrial existen talleres y maestranzas de mayor y menor tamaño que van tomando su cuota de mercado local.
3. Clientes insatisfechos: La existencia de clientes que no obtuvieron la mejor experiencia en la maestranza podría comprometer la imagen y confiabilidad de la marca.
4. Limitaciones de tiempo: Considerando la posibilidad de reducción de jornada de trabajo en Chile y el hecho de la frecuente utilización de horas extra, se arriesga a penalizaciones legales y/o monetarias.
5. Alta rotación de personal: Si bien solo corresponde a la renuncia de 2 personas al año, considerándolo en perspectiva, corresponde la pérdida del 40% del personal, además del desperdicio que implica la inversión de tiempo de enseñanza y practica que asume la empresa.

Ahora, teniendo en cuenta esta caracterización, se componen las siguientes estrategias a seguir para tomar provecho de las oportunidades, reducir las debilidades entorpecen un funcionamiento ideal y ser capaces de anteponerse a las amenazas latentes.

➤ Estrategia Principal: Trabajar en la implementación de la excelencia operacional, aprovechando la motivación acompañada de la experiencia acumulada en la empresa, para adoptar y adaptar diversas metodologías al funcionamiento habitual, con el fin de mejorar la gestión actual para maximizar el valor recibido por el cliente y estabilizar la situación económica de la maestranza.

➤ Sub-Estrategia 1: Basarse en las 5s y los pilares iniciales del TPM para minimizar las debilidades relacionadas a la gestión de empresa y de activos.

➤ Sub-Estrategia 2: Evaluar detenidamente los procesos llevados a cabo en el área para definir el valor para el cliente local, y así, buscar la manera de destacar con las fortalezas de la organización y lo que significaría contar con una mejor gestión.

➤ Sub-Estrategia 3: Sacar provecho del potencial humano dispuesto a mejorar el estado de la maestranza, mediante KAIZEN, con el reconocimiento de las pérdidas que ocurren en el día a día y la solución de las causas raíz de estos.

➤ Sub-Estrategia 4: Cuando las condiciones óptimas de operación sean restituidas, tomando como referencia la implementación total de las 5s, profundizar en los pilares restantes del TPM para alcanzar un estado de mejora continua.

➤ Sub-Estrategia 5: Tomar provecho de la estabilización general que significará la adopción de los métodos para conseguir una cuota de mercado más significativa, considerando la favorable ubicación

4. Planificación

Con el fin de establecer el orden en el que se espera llevar a cabo las estrategias descritas anteriormente presentadas, en la carta Gantt a continuación, en periodos semanales, se mostrará el avance esperado respecto a diversas actividades a realizar entre los periodos de diciembre 2021 a diciembre 2022.

Por propósitos prácticos se debe asumir que los meses anteriores a diciembre 2021, dentro del mismo semestre, fueron parte del periodo de levantamiento de información y ya se encuentran presentados en los puntos anteriores, al igual que la identificación de las áreas de mejora.

40

4.1. Planificación de las capacitaciones

Como primer paso para la transición esperada, se debe introducir correctamente los diversos tópicos pertinentes, mediante presentaciones y posterior discusión de la nueva información entregada, de modo que estas lecciones sean breves y tengan un enfoque centrado en la motivación de mejorar la situación actual; la cual no es la ideal; y enlazar las diversas experiencias de cada individuo con las metodologías de LEAN MANUFACTURING, para que como equipo, se logre una identificación acertada de los problemas que aquejan a la organización.

Para lograr lo expresado anteriormente, se propone la siguiente ruta de lecciones para que cada persona obtenga las diversas nociones que ayudaran a mantener el rumbo a la mejora continua.

Las láminas de las presentaciones que se encuentren disponibles se encontraran asociadas al Anexo 3 en el mismo orden sugerido en esta planificación.

➤ Introducción a la mejora continua

En esta presentación, se espera comunicar la historia asociada al mejoramiento continuo desde sus orígenes hasta la fecha, haciendo paralelos con las situaciones vividas en la misma empresa, además de breves reseñas y resultados posibles de las metodologías que acompañan esta cultura.

➤ Lean Manufacturing - Casa lean

A modo de continuación de la introducción, se busca sentar los conceptos esenciales relacionados a la manufactura esbelta, como son los 5 principios Lean y las 7+1 pérdidas, haciendo diversos análisis de casos reales de empresas externas, como de la propia.

➤ 5s

Como se especificará en el desarrollo de la lección anterior, las 5s son generalmente uno de los primeros pasos a seguir en este proceso de transición, de modo que se explica cada S detalladamente junto con diversas estrategias asociadas y ejemplos de resultados, con el fin de aplicar la herramienta dentro de las semanas siguientes, para obtener resultados visibles y comenzar a asociar los conceptos presentados hasta el momento, con cambios positivos y efectivos.

➤ Ciclo de Deming y Kaizen

Considerando el cambio positivo que generará el “gran evento KAIZEN” que significa la implementación inicial de las 5s, se procede a explicar más extensamente de concepto de KAIZEN, y la forma de utilizarlo a favor de las propias necesidades del acontecer diario, respaldado por el ciclo de Deming, solucionando problemas de raíz para mitigar su recurrencia y así comenzar a sustentar el estado de mejora continua sin depender de eventos que tomen varios días en completarse.

➤ TPM

Teniendo en cuenta que esta metodología se basa en 8 pilares; posterior a la introducción donde se explica su importancia para la mejora continua; el orden en el que se abordarán, junto con su contenido esperado, será el siguiente:

1) Seguridad, salud e higiene.

Debido al enfoque de cero accidentes de la metodología se dará una revisión a la clasificación de los eventos relacionados a la seguridad, como los accidentes, incidentes, condiciones y actos inseguros; la estadística asociada a la recurrencia de estas situaciones, con la pirámide de Bird, y diversas estrategias para minimizar su ocurrencia. Luego se realizará una breve auditoria en conjunto de la maestranza para consolidar lo mostrado.

2) Mejora enfocada

La lección se centrará importancia del pilar relativa a la detección de pérdidas relacionadas a las máquinas y la organización, se explicarán adicionalmente el FMEA para la priorización de estas pérdidas y la ley de Pareto como criterio importante para toma decisiones.

3) Mantenimiento Autónomo

Dada la semejanza con las 5s, se repasarán brevemente los pasos a seguir para lograr el mantenimiento autónomo de los diversos equipos de la maestranza, enfocándose en la estandarización de los procesos para obtener una mayor confiabilidad de ellos.

4) Mantenimiento Planificado

Se presentarán los conceptos de mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad, enfatizando la importancia de estos indicadores y las maneras de mejorarlos, minimizando los mantenimientos correctivos, aumentando los mantenimientos preventivos y evaluando la modificación de equipos para que se ajusten de mejor manera a las operaciones de la maestranza.

5) Educación y entrenamiento

Se Presentarán los diversos niveles de capacidad y como personas se puede crear movilidad entre ellos, se introduce el concepto de lección punto a punto como sistema de apoyo para futuros nuevos colaboradores, para reducir las curvas de aprendizaje y tener niveles de operación óptimos rápidamente.

6) Prevención del mantenimiento

Se introducirá el concepto de ciclo de vida de los proyectos, los beneficios de aumentar los esfuerzos en la fase de desarrollo para lograr arranques verticales de proyectos propiciando un ágil procesamiento. A propósito de este pilar se explicará el método SMED.

7) Mantenimiento de la calidad

Respecto a este pilar se expondrán los diversos elementos que constituyen la calidad en los productos y servicios, destacando la importancia de los equipos confiables, la creación de los procesos de calidad de la mano de la estandarización y el análisis constante de los parámetros de operación.

8) Administrativo

Se explicará la naturaleza de este pilar, enfatizando que, a pesar de no generar valor directamente, la gestión de la información en la que se basa genera claridad en las operaciones actuales y en las acciones futuras a cumplir. Se propondrán diversos KPI's y sistemas de información que ayuden a agilizar las labores críticas.

4.2. Planificación de las 5s

Adentrándose en este método fundamental para la mejora continua, durante el periodo señalado se prevé realizar dos eventos KAIZEN a gran escala señalados a continuación.

De manera preliminar, se diseñarán los indicadores visuales relevantes y las tablas en las que se mantendrá registro de las tarjetas y mejoras intensivas.

Como primer paso a realizar, se registrará fotográficamente el estado inicial, y posteriormente se espera para aplicar principalmente la 1ª S (Clasificar) en las áreas de trabajo más utilizadas a nivel operativo, es decir, la zona de mecanizado, de soldadura y el exterior. Junto con ello se tomará registro de los elementos innecesarios y las mejoras intensivas a tomar en cuenta para evitar la recurrencia de las condiciones indeseadas.

En las zonas satisfactoriamente despejadas se aplicará la 2ª S (Ordenar), teniendo en consideración los principios de ergonomía y gestión visual. Este paso prevé un cambio de Layout en las zonas mencionadas, para mejorar el tránsito, accesibilidad a los equipos y el flujo de trabajo.

En el siguiente evento, se aplicará la 1ª S en las zonas restante, es decir, el baño, el pañol y la cocina, dando paso a la aplicación de la 2ª S reubicando en ellos los elementos que sean pertinentes en cada zona y mejorando su accesibilidad.

Una vez realizado esto, se dará paso a la 3ª S (Limpiar), donde prestándole mucha atención a los sentidos se limpiarán equipos, estructuras, mobiliarios etc. tarjeteando lo necesario y llevando registro escrito y fotográfico de los cambios realizados.

Respecto a la 4ª S (Estandarización), una vez desarrollados satisfactoriamente ambos eventos, se planea realizar las tres primeras S de manera diaria, de manera que cada colaborador encuentre las formas más convenientes de llevar a cabo el método y así poder estandarizar algunos procedimientos.

Finalmente, la 5ª S (Disciplina), será la consecuencia del compromiso y la constancia, idealmente alimentada por los resultados positivos que se comenzarían a percibir a simple vista.

4.3. Planificación KAIZEN

Relativo al este punto, más que planificar acciones específicas, se planea incentivar la detección de defectos, fallas, e inconvenientes para su posterior evaluación en el ciclo de Deming. Este proceso se llevará a cabo en cada momento en que se encuentre una oportunidad de mejora, de ser posible, para ser abordada inmediatamente, en el caso contrario, se espera concretar la mejora dentro del día más próximo, considerando el diseño y la disponibilidad de material e insumos necesarios.

4.4. Planificación del TPM

Destacando que el desarrollo de esta herramienta será de forma paralela al de las lecciones, para asegurar la retención y efectividad de lo aprendido, luego de cada presentación se buscará utilizar estos conocimientos para encontrar las formas más prácticas de aplicarlas en la maestría, para así utilizar los recursos materiales disponibles y el potencial de los participantes.

➤ Seguridad, salud e higiene

Teniendo en cuenta lo anterior, el orden de aplicación de los pilares será igual al de las lecciones, por lo que se comenzará por una auditoría de seguridad, salud e higiene, para recopilar oportunidades de mejora y posiblemente sugerencias al respecto.

➤ Mejora enfocada

Luego adentrándose al pilar de mejora enfocada, considerando el registro de la condición inicial realizada, la auditoría anteriormente mencionada y las mejoras intensivas apuntadas durante el evento de las 5s, como siguiente paso, se listarán y priorizarán las deficiencias encontradas, de manera que exista un camino claro a seguir para concretar los cambios más significativos que aquejan a la organización, tomando como referencia, principalmente, la regla del 80-20.

➤ Mejora autónoma

Con el fin de evitar, predecir y evitar el deterioro acelerado de los equipos y las instalaciones, dentro del pilar de mejora autónoma, se buscará generar un listado de anomalías comunes y sus soluciones, además de dedicar tiempo de manera periódica a la correcta limpieza, inspección, uso y diagnóstico de los diversos instrumentos de la maestría, para luego crear estándares que sean fáciles de seguir y enseñar a futuros colaboradores, apoyados por lecciones punto a punto, material de educación, y gestión visual, como las tarjetas azules y verdes de mantenimiento, e información visual relevante de los equipos.

➤ Mantenimiento planificado

Se buscará definir los indicadores de los diversos equipos críticos de la maestría, y apoyado por las labores del pilar anterior, ser capaz de crear planes de mantenimiento estandarizados que puedan asegurar la disponibilidad y la mantenibilidad de la maquinaria en todo momento. Para un mejor análisis de la situación se utilizará el FMEA en los equipos más necesarios en primer lugar y en el transcurso del año a los que siguen en prioridad.

➤ Educación y entrenamiento

Las labores del pilar de educación y entrenamiento, para este punto tendrán algunos avances debidos al sistema de lecciones propuesto, por lo que se habilitarán métodos de gestión visual para no olvidar la estructura de lo aprendido y practicado. También se buscará tener sistemas de información relativa a procesos y métodos de fabricación de diversos trabajos frecuentes, de modo que no se requiera constantemente de la intervención del dueño para aclarar detalles fáciles de establecer. En paralelo también se analizará las diversas competencias necesarias para trabajar en la maestranza y así tener un margen de referencia que se pueda utilizar posteriormente para futuros empleados de la maestranza, para guiarlos de manera más efectiva y tener una curva de aprendizaje que no tome un tiempo demasiado prolongado en llegar a un nivel óptimo.

➤ Prevención del mantenimiento

Este pilar será enfocado en el análisis de ciclo de vida de los proyectos será clave para la eliminación de perdidas en el desarrollo o diseño de soluciones, propiciando arranques verticales, con menores retrasos e imprevistos, para ello se hará hincapié en la anticipación de las fallas y errores, además de la generación de sistemas de información que puedan facilitar las diversas tareas de producción, como registros de clientes, proveedores, referencias de precios de materias primas, entre otras. Además, se buscará aplicar de manera practica la herramienta SMED en procesos recurrentes dentro de la maestranza.

➤ Mantenimiento de la calidad

Apoyados ya por varios de los demás pilares, se espera resguardar la calidad de los productos salidos de la maestranza mediante la creación de procesos de calidad que minimicen la probabilidad de errores y un seguimiento intensivo de las 4M relacionadas a la calidad, para determinar las causas raíz de los defectos y solucionarlas a futuro.

➤ Administrativo

Se buscará crear fábricas de información, que puedan traducirse a datos útiles para la organización, implementando diversos indicadores claves para caracterizar la eficiencia y eficacia de los procesos y de las nuevas mejoras incentivadas. Esto implica que se deberá generar un registro detallado de diversas variables notables. Una vez establecidos estos registros y los primeros datos resultantes, se trabajará de manera enfocada en estas variables, tranzando metas por periodo y redoblando esfuerzos para cumplirlas de manera inteligente.

5. Aplicación de Herramientas

Para adentrarse en el desarrollo de las medidas a implementar, se presentarán las diversas oportunidades de mejoras observada, la metodología que se hará cargo principalmente en su solución, el resultado esperado tras la implementación junto con el proceso detallado de ejecución de la mejora.

5.1. Las 5s

Considerando el contenido de la *tabla 5* presentada anteriormente, se destacan las siguientes pérdidas que esta metodología podría ayudar a mitigar. Teniendo en cuenta que la implementación de este método será marcada por un evento KAIZEN, se esperará solucionar la mayor cantidad de estos inconvenientes, dejando el resto a solucionar las labores periódicas de 5s y KAIZEN.

Con el fin de tener una vista más clara de cómo se espera solucionar cada problemática, se presenta la siguiente tabla, en la que se categoriza la etapa en la que se busca abordar la pérdida, y cual correspondería a la medida específica a tomar.

N.º	Pérdidas	Etapas 5S	Pérdida Total [horas]	Detalle de operación
1	Excesiva cantidad de llaves poco utilizadas	Clasificar	0.83	Determinar la vigencia de dichas herramientas y marcar las no necesarias.
2	Herramientas manuales en mal estado junto con las buenas	Clasificar, Ordenar	0.33	Tarjeta roja a las herramientas en mal estado y evaluar la posibilidad de reparación, Ordenar las herramientas en buen estado.
3	Gran cantidad desbastes, y materiales demasiado pequeños	Clasificar	0.33	Establecer un mínimo utilizable y reciclar el resto.
4	Herramientas lejos de donde son utilizadas	Ordenar	2.5	Sacar del pañol las herramientas de uso frecuente, para ubicarlas en los lugares de trabajo.
5	Vías de tránsito obstruidas	Ordenar	0.875	Mejorar el Layout para propiciar un mejor tránsito y espacio de trabajo.
6	Acceso a materia prima obstruida	Ordenar	1.25	Evaluar la razón por la que se encuentra inaccesible y encontrar la forma de facilitar su obtención.
7	Elementos fuera de su lugar habitual	Estandarizar, Disciplina	1.67	Establecer un lugar correctamente señalado para dichos elementos, y promover su correcto uso.
8	Elementos desorganizados	Estandarizar	3.33	Habilitar lugares para cada cosa evitando la desorganización
9	Quiebre de stock de insumos de corte	Estandarizar	6	Establecer stocks de seguridad y una gestión ordenada de compra.

10	Quiebre de stock de insumos de soldadura	Estandarizar	4	Establecer stocks de seguridad y una gestión ordenada de compra.
11	Preparación de stock en mal estado para su uso	Clasificar	2.67	Determinar los elementos que requieren de reprocesamiento excesivo para su posterior marca con tarjeta roja
		Tiempo para recuperar	23.785	

Tabla N°7: Acciones preestablecidas para las pérdidas registradas en el proceso de levantamiento de información.

Claramente teniendo en cuenta el estado inicial de la maestranza, se encontrará con diversas situaciones no previstas, para los cuales se establecerán parámetros que simplifiquen la toma de decisiones en el momento de actuar. Por otro lado, las acciones relacionadas a la estandarización requerirán de un mayor tiempo de implementación, debido a los análisis que se deben llevar a cabo para lograr el objetivo.

5.1.1. Labores preparativas

Las en paralelo a las capacitaciones primeras acciones previas se centrarán en el diseño de gestión visual para la ocasión, y tablas de registro que faciliten la toma de notas para el momento.

En primer lugar, se generan letreros corporativos relacionados al punto rojo, y una primera propuesta de clasificación de los desechos para la empresa los cuales son presentados a continuación:



Recurso visual 1: Letreros 5s-MMT para la clasificación de desechos y localizar el punto rojo.

Con esta medida se espera organizar los desperdicios de mejor manera, facilitando su reciclaje, reutilización o descarte, evitando la acumulación excesiva de objetos innecesarios.

Luego, como es característico de esta metodología, las tarjetas rojas, verdes, azules son confeccionadas de la manera más simple posible para facilitar su utilización y posterior registro.

Tarjeta Roja							
Nombre					Cantidad		
Origen	1 Soldadura		2 Pañol		3 Mecanizado		4 Exterior
Razón	1 Desuso		2 Defectuoso o roto		3 Inecesario		4 Otro
Costo estimado							
Decision	1 Desechar		2 Vender		3 Regresar		4 Reubicar o reutilizar
Plazo							

Recurso visual 2: Modelo de tarjeta roja con diversas categorías.

Tarjeta verde- Mantenimiento externo							
Nombre							
Sector	Soldadura		Pañol		Mecanizado		Exterior
Motivo							
Encargado							
Plazo							

Recurso visual 3: Modelo de tarjeta verde.

Tarjeta Azul- Mantenimiento Interno							
Nombre							
Sector	Soldadura		Pañol		Mecanizado		Exterior
Motivo							
Encargado							
Plazo							

Recurso visual 4: Modelo de tarjeta azul.

A nivel más logístico, se hará el esfuerzo a nivel empresa, de enfocarse totalmente a la implementación de la metodología durante 4 días en una primera oportunidad, y 1 en el segundo evento, para completar lo más posible la primera, segunda y tercera S.

Considerando lo anterior y al haber podido inspeccionar casi la totalidad de los elementos y áreas de la maestranza, se prevé la necesidad de desechar un gran volumen de diversos elementos metálicos por lo que se coordina con una empresa de servicios de reciclaje de metales, para la disposición de una batea de camión, que se ubicará en el área exterior de la maestranza durante los 4 días que se planea realizar este primer evento. Además, se coordinará con el camión recolector de la basura local, para ingresar cada cierto periodo de tiempo, llevándose el resto de los desechos.

Finalmente, teniendo en cuenta el peso de la mayoría de los elementos a reubicar en el cambio de Layout esperado, se organiza el préstamo de una grúa horquilla para realizar las diversas maniobras el día en que se contempla realizar la segunda S.

5.1.2. Clasificar

Para cumplir este paso se tomarán los siguientes parámetros de decisión:

Desechar

- Cada elemento roto, demasiado oxidado, o en desuso por más de 1 año.

Vender

- Elementos innecesarios con cierto valor rescatable.

Regresar

- Artefactos, repuestos, trabajos que no se concretarán o equipos que no son requeridos por la organización y han sido dejados dentro de la maestranza.

Reubicar o reutilizar

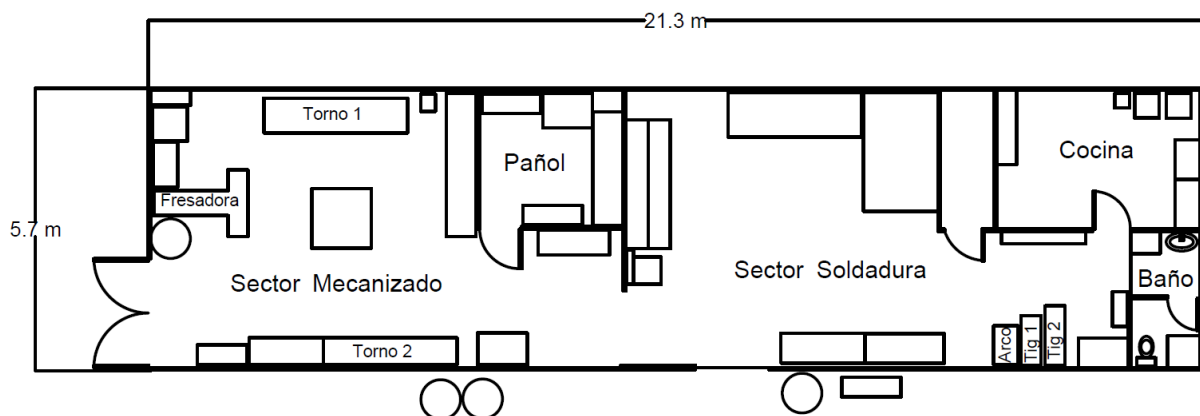
- Elementos que en su estado actual no son útiles y que tienen un plan de recuperación con altas posibilidades de llevarse a cabo, pero se encuentran en lugares poco apropiados.

Considerando el contexto, la mayor parte de los elementos metálicos no necesarios serán desechados inmediatamente y a excepción de algún desecho notable, solo se considerará el cómputo final de retorno monetario de la venta y aproximando su volumen con la ganancia por kilogramo.

Respecto a los elementos no metálicos, se documentarán solo algunos de los más notables y donde el resto será estimado volumétricamente por los contenedores llenados en el proceso.

5.1.3. Ordenar

Con lo despejado anteriormente, se facilitarán las tareas de orden, donde destaca principalmente el cambio del Layout del interior de la maestranza, para propiciar tránsito más fluido, para así asegurar el acceso rápido a las herramientas y materias primas.



Plano N°2: Propuesta de Layout final.

Esta disposición es propuesta debido a las características de la empresa, siendo su funcionamiento centrado mayoritariamente a los procesos y no a los productos, propiciando la comodidad de uso de cada máquina herramienta y el tránsito entre sectores cuando el producto lo requiera.

A simple vista se puede notar una mayor apertura de los espacios que se causada por la disminución de elementos innecesarios, y la utilización inteligente de cada rincón de la empresa.

A modo de sumario de los mayores se presenta la siguiente lista de reubicaciones planificadas respecto al Plano N°1:

- Torno 1 en lugar de Fresadora.
- Torno 2 en lugar de Estantería grande.
- Fresadora en lugar de Torno 1.

- Mesa de trabajo 1 frente al pañol.
- Mesa de trabajo 2 junto a prensa hidráulica.
- Ubicación central de Mesón de trabajo en el área de mecanizado.
- Refrigerador, microondas al área de cocina.
- Casilleros al área de cocina.
- Reorganización de los mesones del área de soldadura.
- Construcción de nueva zona de gases en el área de soldadura.
- Reorganización general del pañol.

Posterior a estos cambios mayores, y teniendo en cuenta que los muebles de la maestranza estarán vacíos debido a las labores de la primera S, se reubicarán la materia prima, instrumentos, accesorios y herramientas, de modo que tengan un rápido acceso y una fácil e intuitiva manera de reordenarse luego de cada uso. Respecto a esta última cualidad se prestará una especial atención a las brocas, machos, herramientas de torno y las fijaciones, ya que estos representan un notable foco de pérdidas relacionadas al extenso tiempo de búsqueda que implican cuando son requeridas. Luego de manera iterativa se buscarán los próximos elementos a reorganizar siguiendo los principios de ergonomía pertinentes para evitar hasta las más mínimas dificultades.

Posterior a la finalización de estos eventos se planificará la inversión en pintura para la demarcación de los pisos y paredes, para que trabajen como otro elemento de gestión visual adicional.

5.1.4. Limpiar

Claramente en este evento, la limpieza tendrá un lugar importante dentro de las labores a realizar, considerando que gran parte de los elementos no han tenido una limpieza profunda durante años. Debido a esto, posterior a cada modificación que habilite algún foco de suciedad, este será limpiado prestando atención a los cinco sentidos, para detectar cualquier condición irregular que deba ser solucionada.

Por otro lado, al momento en que las dos S anteriores sean mayormente completadas, respetado lo señalado en el párrafo anterior, se comenzará la limpieza de los equipos dentro de la maestranza, los cuales tampoco han tenido una limpieza profunda en años, acumulándose grasa, aceite contaminado, virutas y polvo en casi todos los lugares.

En todo el proceso de limpieza, se espera tomar nota los puntos clave de limpieza para contar con una línea base a seguir en el futuro.

5.1.5. Estandarizar

Como medida inicial a esta S al momento de comenzar el evento, se facilitarán a los colaboradores unas sencillas libretas que cumplirán varios propósitos dentro de la organización, en primer lugar buscarán simplificar la toma de apuntes importantes respecto a los trabajos; como dimensiones, bocetos, números y nombre de clientes o listas de compras, disminuyendo la incertidumbre que se puede percibir con regularidad; en segundo lugar contendrán información sobre las capacitaciones realizadas, donde se destaca una lista de acciones lo más simples y generales posibles que seguir para cumplir con las 5s periódicamente, esto como una medida provisoria mientras se genera una estandarización de las tres S anteriores.



1S Clasificar. ¿Que necesito, que no necesito?

- Si no lo necesito, tarjeta roja y al punto rojo.
- Si lo necesito, mientras más lo uso, más cerca de mí.

2S Organizar. Un lugar para cada cosa, cada cosa en su lugar.

- ¿Está todo en su lugar?
- ¿Hay alguna forma más fácil de ordenar o acceder a lo que necesito?

3S Limpieza, diaria, con inspección y con mantenimiento.

- Limpieza previa.
- ¿Hay algo que me ayude a evitar limpiar?
- ¿Hay algo que no debería estar sucio?

4S Estandarizar. Que sea un ritual diario.

- Repasar las 5s al comenzar el día y al terminar la jornada.

5S Disciplina. Que sea un hábito.

- Que no hacer las cosas así se sienta incorrecto.

Recurso visual 5: Folleto de información 5s en las libretas MMT SPA

Para el establecimiento de los primeros estándares en las labores de las 5s se recopilarán las diversas anotaciones realizadas en las primeras 3s, idealmente enfocándose en una definición más concreta de un elemento innecesario en el área de trabajo, el lugar que ocupa cada cosa, y la forma más efectiva de limpiar la maestranza y sus activos. Este listando claramente será una primera versión de lo que significaría una estandarización completa de estas acciones, por lo que esta primera iteración estará especialmente abierta a sugerencias, mejoras y correcciones para encontrar una ruta optima, cómoda y fácil de llevar a cabo diariamente.

5.1.6. Disciplina

El paso final, ciertamente el más complicado, conlleva una interiorización de la metodología y sus labores habituales, por lo que se incentivará la realización diaria del método dentro de

la primera hora del día, a pesar de lo que pueda encontrarse pendiente en términos de producción, nutriendo el hábito de clasificar, organizar, limpiar y buscar mejoras al proceso que estandarizar.

Se esperará que los resultados efectivos y notorios logrados en este primer acercamiento generen una retroalimentación positiva que motive a continuar con las 5s y las demás metodologías que se buscan implementar.

Además, considerando un posible aumento de personal, se conservará y reutilizará el sistema de lecciones y acciones para introducir al tema a cualquier nuevo colaborador a la mejora continua y así alinear a cada persona a las nuevas condiciones normales de trabajo, un lugar ordenado, limpio y siempre listo para continuar con la producción eficiente.

5.2. Ciclo de Deming y Kaizen

Los ciclos de mejora una vez terminados los eventos Kaizen propuestos, serán parte principal del día a día, de modo que constantemente se mejore la situación actual, identificando y eliminando focos de perdidas.

Reconociendo la utilidad de tener una ruta a seguir al momento de buscar concretar mejoras de cualquier ámbito de manera efectiva y eficiente, se propone una plantilla que en una sola plana permita tener una visión general del problema, su raíz, y las medidas más apropiadas encontradas para eliminarla. Esta plantilla se encontrará a disposición para ser utilizada libremente.

1º					
Perdidas asociadas					
Sobreproduccion		Inventario		Movimientos	Esperas
Transporte		Sobreproceso		Defectos	Talento no aprovechado
2º		3º		4º	
Diagnostico de situacion		Analisis de causa			
1	¿Que?		¿Por que?		
2	¿Donde?		¿Por que?		
3	¿Cuando?		¿Por que?		
4	¿Quien?		¿Por que?		
5	¿Por que razones?		¿Por que?		
6	¿Como?		Anotaciones		
Descripcion del fenomeno					
4º			5º		
Plan			Ejecucion		
Margen de tiempo	Descripcion	Responsable	Fecha limite	Margen de tiempo	Descripcion de lo realizado
Corto plazo				Corto plazo	
Mediano plazo				Mediano plazo	
Largo plazo				Largo plazo	
6º					
Chequeo de resultados					
¿Se logro el objetivo?	Si		No		
Resultados obtenidos					
Otros beneficios					
Resultados no obtenidos					
¿Requiere otro ciclo?	Si		No		

Recurso visual 6: Ficha rápida Ciclo de Deming en una plana para la resolución de problemas.

Claramente esta forma propuesta de ciclo de Deming no es la versión más completa del método, pero pretende ajustarse al ritmo de trabajo dinámico que se tiene en la empresa, de modo que sea posible organizar de mejor manera las ideas al momento de abordar una oportunidad de mejora, sin agregar procesos engorrosos para lograr el objetivo, junto con esto se abre la posibilidad de mantener un registro de los cambios realizados en el tiempo.

Cabe destacar que se manejará por todos los colaboradores los demás elementos específicos de la metodología y de ser necesario se hará una evaluación más detallada de las opciones, como podrían ser un análisis de costos y factibilidad de las ideas.

El cambio cultural que se espera adquirir con esta metodología está relacionado a solucionar los problemas que se encuentran en los procesos e instalaciones de la empresa de manera inmediata y de raíz, para eliminar la mayor parte de los focos de pérdida que puedan existir y/o surgir en el futuro, basándose estrechamente a la forma en que Toyota detenía su línea de producción cuando encontraban un defecto.

Solo para casos particularmente complicados se abrirá la opción de gestionar la mejora de manera no inmediata, debido a su elevado costo, o tiempo de procesamiento. Para estos casos se marcará y registrará con una tarjeta azul o verde, según el caso lo requiera el cambio pendiente.

Problemas abordados con la metodología.

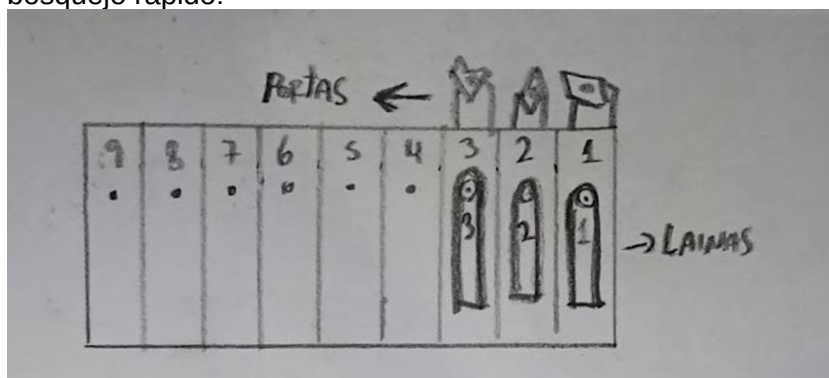
Teniendo como referencia las plantillas que será anexada en el capítulo 10, se resumirán algunos problemas abordados con la metodología.

5.2.1. Disponibilidad de portaherramientas y linternas para el torno.

El fenómeno en pocas palabras se define de la siguiente manera

“Existe dificultad para encontrar y centrar las herramientas en el torno 1 durante los cambios de herramienta, porque no hay linternas o los portaherramientas oportunos, causando demoras sustanciales en los procesos.”

La idea para llevar a cabo se basa hasta cierto punto en el carrusel de los tornos de control numérico, donde cada herramienta está enumerada y correctamente localizada, lista para ser utilizada. Obviamente se debe adaptar este concepto, por lo que se realiza el siguiente bosquejo rápido:



Bosquejo 1: Idea para organizador de linternas y portaherramientas.

La solución propuesta pretende utilizar perfiles de acero 40x40 para contener los diversos portaherramientas, estos estarán enumerados al igual que sus respectivos receptáculos. Además, se dimensionarán y marcarán las lanas de diversos espesores, para que puedan ser colgados al frente de cada receptáculo.

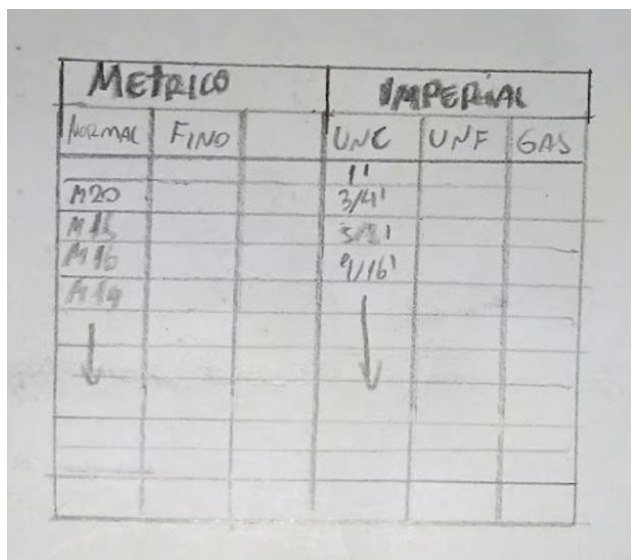
Este organizador se dispondrá sobre el torno, donde usualmente se encontraban los elementos en cuestión, y será sujetado mediante imanes para facilitar su limpieza o reubicación.

5.2.2. Complicaciones para la selección y búsqueda de machos para hilos.

Este fenómeno se define brevemente de la siguiente manera:

“Los machos específicos son difíciles de encontrar en su caja cuando se debe hacer un hilo interior ya que están juntos y revueltos, haciendo complicada su utilización.”

La forma en la que espera solucionar este problema se basa en conseguir o fabricar un organizador con varios cajones pequeños donde quepan y se señalen correctamente todos los tipos de machos, para una rápida selección y posterior orden.



METRICO		IMPERIAL		
NORMAL	FINO	UNC	UNF	GAS
M20		1"		
M18		3/4"		
M16		3/8"		
M14		9/16"		
↓		↓		

Bosquejo 2: Mueble organizador de machos métricos e imperiales

Esta solución se llevará a cabo gracias a un antiguo mueble recuperado del evento 5S anteriormente detallado, este cuenta con unas ranuras inclinadas que, con la ayuda de unos pequeños cajones confeccionados con planchas de zinc, dimensionadas y dobladas para entrar en las ranuras, permitirán crear 50 divisiones para acomodar todos los machos, dejando incluso algunos espacios disponibles.

5.3. TPM

Teniendo en cuenta que esta metodología está planificada en su mayoría para el transcurso de abril en adelante, algunos de los pilares tendrán propuestas no completamente desarrolladas, debido a que los detalles serán definidos dentro de los periodos establecidos. Entre los detalles se pueden destacar, los planes de acción, listados de chequeo, sistemas de información, sistemas de educación, bases de datos, entre otros.

5.3.1. Seguridad, salud e higiene

La seguridad dentro de la maestranza tomará un lugar importante formalmente, por lo que las primeras acciones relacionadas al pilar buscarán eliminar las diversas condiciones inseguras que han sido observadas hasta el momento.

- Remplazo de los enchufes que presenten señales de deterioro o con partes faltantes.
- Eliminación de la extensión del techo del pañol.
- Habilitación de mayor iluminación en los pasillos y en las áreas de trabajo.
- Instalación de soporte y señalización para extintor.

Relativo a la salud y bienestar se habilitará un botiquín de primeros auxilios permanentemente abastecido que contendrá, gasas estériles, tela adhesiva, solución salina, tijeras, gotas para los ojos y crema para las quemaduras, todos elementos que podrían cubrir la mayor parte de las emergencias y eventualidades posibles en el contexto las operaciones de la empresa.

En cuanto a la higiene, al haber realizado una limpieza general y con inspección durante el evento de las 5s, se mantendrá un stock de seguridad de elementos de limpieza, como jabón, lavalozas, cloro, esponjas, escobas, trapos, escobillas y papel higiénico, de modo que se pueda asegurar en todo momento capacidad de limpiar las diversas zonas de la maestranza. Para determinar la cantidad necesaria de cada elemento, se registrará la frecuencia de reposición de cada uno, para posteriormente anteponerse a los quiebres de inventario de estos elementos importantes.

Considerando los elementos señalados anteriormente y las diversas actividades de limpieza por llevar a cabo para mantener un entorno de trabajo grato, se presenta la siguiente propuesta de listado de chequeo, como una primera versión de rutina diaria de limpieza por sector, donde se podrá hacer seguimiento de los elementos y actividades fundamentales para este pilar.

Estas listas serán pegadas en el sector correspondiente y deberán ser rellenadas diariamente. Están diseñadas de manera muy simple y clara, para facilitar su uso por los colaboradores, y a su vez entregar datos valiosos, relativos a las actividades y el stock de elementos fundamentales, que serán analizados mes a mes, para generar información útil para el control y el reajuste de la medida.

Check list de limpieza Área de soldadura	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
MIG1																								
MIG2																								
TIG1																								
ARCO1																								
Oxicorte																								
Gases																								
Mesas																								
Piso																								
Insumos del área	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Escobas																								
Palas																								
Escobillas																								
Trapos																								

Marcar con un ● Si la tarea ha sido completada o si queda stock del insumo y con una X en caso contrario.

Lista de chequeo 1: Limpieza de área de soldadura y chequeo de stock de insumos con instrucciones simples.

Check list de limpieza Área de mecanizado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Torno1																								
Torno2																								
Fresadora																								
Taladro																								
Taladro pequeño																								
Mesas de trabajo																								
Piso																								
Insumos del área	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Escobas																								
Palas																								
Escobillas																								
Trapos																								
Brochas																								
Marcar con un ● Si la tarea ha sido completada o si queda stock del insumo y con una X en caso contrario.																								

Lista de chequeo 2: Limpieza de área de mecanizado y chequeo de stock de insumos con instrucciones simples.

Check list Limpieza baño	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Tasa																								
Tapa																								
Basurero																								
Piso																								
Lavamanos																								
Insumos de Baño	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Povidona Yodada																								
Gasas																								
Tijeras																								
Crema para las quemaduras																								
Gotas para los ojos																								
Papel higiénico																								
Jabón																								
Marcar con un ● Si la tarea ha sido completada o si queda stock del insumo y con una X en caso contrario.																								

Lista de chequeo 3: Limpieza de baño y chequeo de stock de insumos con instrucciones simples.

Check list Limpieza Cocina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Utensilios																								
Tazas																								
Vasos																								
Platos																								
Microondas																								
Refrigerador																								
Insumos de cocina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Cocina																								
Esponjas																								
Lavaloza																								
Cloro																								
Marcar con un ● Si la tarea ha sido completada o si queda stock del insumo y con una X en caso contrario.																								

Lista de chequeo 4: Limpieza de la Cocina y chequeo de stock de insumos con instrucciones simples.

Check list Limpieza Pañol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Estantes																								
Repisas																								
Mesa																								
Mueble de machos																								
Caja de brocas																								
Piso																								
Insumos de pañol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Guantes																								
Lentes de seguridad																								
Lentes oscuros																								
Pecheras																								
Marcar con un ● Si la tarea ha sido completada o si queda stock del insumo y con una X en caso contrario.																								

Lista de chequeo 5: Limpieza del pañol y chequeo de stock de insumos con instrucciones simples.

De manera similar a puntos anteriores, estas listas serán puestas a prueba para notar elementos faltantes o considerar sugerencias favorables para su adaptación.

Con las todas las medidas señaladas, se espera normalizar una maestranza limpia y segura en cada rincón, brindando un agradable lugar de trabajo, además de favorecer una positiva percepción por parte de los diversos visitantes y clientes, demostrando cuidado por los equipos y atención a los detalles que en contextos similares pueden tender a estar ausentes.

5.3.2. Mejora enfocada

Ya que este pilar del TPM será abordado luego de los eventos 5S, se buscará priorizar entre las pérdidas cuantificables de la *Tabla 5* no abordadas anteriormente, para dar solución por lo menos al 20% de ellas, en busca de un impacto significativo en el día a día de las operaciones.

N.º	Pérdidas restantes	Tiempo Total de pérdidas [horas]	Peso porcentual de la pérdida
1	Producción de piezas específicas extra	2	3.74%
2	Espera por instrucciones	20	37.38%
3	Baja iluminación	3.5	6.54%
4	Compra incorrecta de materia prima	2	3.74%
5	Información incorrecta de fabricación	16	29.91%
6	Reducción de tamaño de elementos que no caben por la puerta	1	1.87%
7	Falta de herramientas en terreno	5	9.35%
8	Información inexacta de fabricación	4	7.48%
	Total	53.5	100%

Tabla 8: Evaluación de las pérdidas iniciales sin resolver, junto a valorización porcentual de importancia.

Si bien las 3 pérdidas destacadas corresponden a un 37.5% del total restante, se contempla que el punto 5 y 8 podrán ser cubiertas con una misma solución. Además, el tiempo que se espera recuperar corresponde a aproximadamente 40 horas al mes, lo que abarcaría un 75.8% de las pérdidas restantes de la lista.

Para la solución de las pérdidas destacadas se volverá a emplear el *Recurso visual 6*, la (plantilla del Ciclo de Deming) para identificar una causa raíz y poder brindar soluciones temporales y definitivas a los problemas. Las plantillas llenadas serán presentadas directamente en el anexo de ciclo de Deming.

- **Altas esperas para la recepción de instrucciones**

En base a la plantilla del ciclo de Deming de la presente pérdida, se define el fenómeno de la siguiente manera:

“Los colaboradores experimentan altos tiempos de espera en la información para la finalización de sus tareas vigentes y pendientes durante la ausencia del dueño en la planta.”

Al analizar las causas raíz del problema, se llega a la conclusión de que existe una deficiencia en el alcance del marketing actual, repercutiendo negativamente en la cantidad de trabajo y a su vez de los ingresos mensuales, implicando que el dueño de la maestranza se encuentre constantemente realizando tareas independientes para suplir esta deficiencia, imposibilitando la coordinación del trabajo en maestranza.

Para solucionar la situación inicial se propone habilitar canales de comunicación de mensajería instantánea con el fin de poder recibir indicaciones, medidas, apoyo visual, y documentos, sin importar la ausencia física del dueño. La plataforma escogida para este cometido será WhatsApp, debido a su simpleza y la costumbre de los colaboradores a esa plataforma.

Respecto a la causa raíz señalada, se pretende encontrar formas para que los nuevos clientes puedan llegar lo más directamente posible a nuestro contacto, para ello se procede a la creación de una ubicación en Google Maps, en este caso “Maestranza MMT SPA” y una página de Facebook del mismo nombre para compartir trabajos finalizados e información de contacto relevante.

Los resultados esperados, en primer lugar, serán mejorar la comunicación en el grupo de trabajo, de tal modo que se minimicen los tiempos muertos causados por desinformación en al menos un 50% respecto al registro inicial. Mientras que en relación con la causa raíz, se tendrá como objetivo captar al menos 5 clientes vía online durante el primer mes, a la vez que se profundiza en el manejo de estas plataformas, para obtener mejores resultados durante el transcurso del año.

- **Información inexacta e incorrecta de fabricación**

En base a la plantilla del ciclo de Deming de la presente pérdida, se define el fenómeno de la siguiente manera:

“Durante la jornada laboral, los colaboradores deben esperar constantemente para ratificar información, o reprocesar partes debido a que las instrucciones son inexactas, incorrectas o son olvidadas.”

Al analizar el problema de fondo, se llega a la conclusión de que existe una carencia en el área de gestión de proyectos, la cual implica ineficiencias importantes en la utilización de los tiempos, recursos y mano de obra, repercutiendo directamente en los tiempos de entrega y el valor percibido por el cliente.

Como medida a corto plazo, aprovechando la solución del problema anterior, se utilizará la creación de un WhatsApp de grupo para mantener un registro digital de información importante para la fabricación, Además de instaurar un uso más amplio las libretas entregadas en el evento 5S, con el fin de realizar dibujos, bocetos, detalles de fabricación y listas de compras, para piezas complicadas con el fin de reducir la incertidumbre.

A un plazo relativamente mayor, pero inferior a 1 año, se buscará implementar métodos de fabricación más formales, estandarizados, pero a su vez simples de mantener y llevar a cabo. Principalmente se enfocará en la confección de planos y manuales de fabricación de los diversos productos que presenten una demanda recurrente, con el fin de facilitar las cotizaciones, dimensionado, mantención y fabricación, a la vez de mejorar la consistencia en la calidad de los bienes manufacturados en la empresa.

Respecto a los resultados esperados, se pretende alcanzar por lo menos un 50% de reducción de la perdida registrada inicialmente.

5.3.3. Mejora autónoma

Para lograr un desarrollo efectivo y pertinente de este pilar, en su fase inicial se buscará lograr crear un sistema de información, mantenimiento diario y de prevención de fallas del equipo más crítico dentro de las operaciones de la empresa actualmente. En el proceso de determinación de dicho equipo se generará una propuesta de ruta de mejora autónoma para las máquinas y eventualmente en los diversos sectores y procesos de la empresa facilitando enormemente las tareas de fabricación.

Con el fin de conseguir un índice de criticidad que represente la situación actual, se establece la siguiente formula, la cual es acompañada de la descripción de los valores de cada subíndice a considerar.

$$IC = FF \times CF \quad (1)$$

$$IC = FF \times (IP + SS + CR + TR + TO) \quad (2)$$

Donde:

IC= Índice de criticidad

FF= Frecuencia de falla

IP= Impacto en la producción

SS= Seguridad y salud

CR= Costo de reparación

TR= Tiempo de reparación

TO= Tiempo de operación

Frecuencia de falla (FF)	Valor
Menos de una vez al año	1
Entre 2 y 12 veces al año	2
entre 13 y 52 veces al año	3
Mas de 52 veces al año (1 vez a la semana)	4

Tabla 9: Criterio de valoración de frecuencia de falla.

Impacto en la producción (IP)	Valor
Menor al 25%	1
Entre 25% y 50%	2
Entre 50% y 75%	3
Mas de 75%	4

Tabla 10: Criterio de valoración de impacto de producción.

Seguridad y salud (SS)	Valor
No hay riesgo de lesión	1
Lesiones leves	2
Lesiones significativas (incapacidad de 1 a 30 días)	3
Lesiones de incapacidad parcial o permanente	4

Tabla 11: Criterio de valoración de seguridad de los equipos.

Costo de reparación (CR)	Valor
Menos de 100.000CLP	1
Entre 100.000 y 300.000CLP	2
Entre 300.000 y 1.000.000CLP	3
Mas de 1.000.000CLP	4

Tabla 12: Criterio de valoración relativo al costo de reparación de las fallas.

Tiempo de reparación (TR)	Valor
Menos de 8 horas	1
Entre 8 y 20 horas	2
Entre 20 y 45 horas	3
Mas de una semana	4

Tabla 13: Criterio de valoración del tiempo de reparación estimado.

Tiempo de operación (TO)	Valor
Una a once veces al año	1
Una a tres veces al mes	2
Una vez a la semana	3
Diario	4

Tabla 14: Criterio de valoración del tiempo de operación habitual del equipo.

Ya establecidos los criterios de valoración, se procede a evaluar los equipos dentro de la maestranza, para la generación del plan de mejora autónoma del más crítico.

N.º	Equipo	FF	IP	SS	CR	TR	TO	IC
1	Torno 1	3	3	2	2	2	4	39
2	Torno 2	2	1	1	3	3	2	20
3	Fresadora	2	1	1	1	3	2	16

4	Taladro sensitivo 1	2	2	1	2	2	3	20
5	Taladro sensitivo 2	1	1	1	1	1	3	7
6	Prensa	2	2	2	1	1	2	16
7	Maquina TIG 1	1	3	2	1	1	4	11
8	Maquina TIG 2	2	1	1	1	2	1	12
9	Maquina MIG	2	2	1	1	1	1	12
10	Maquina Arco manual	1	1	1	1	1	2	6
11	Compresor pequeño	1	1	1	1	1	2	6
12	Compresor grande	1	1	1	1	3	2	8
13	Esmeril de banco	1	2	1	1	1	4	9
14	Oxicorte	1	3	2	1	1	4	11
15	Taladros manuales	2	2	1	1	2	3	18
16	Esmeriles manuales	3	2	1	1	2	4	30
17	Herramientas rotatorias multipropósito	1	1	1	1	1	2	6

Tabla 15: Evaluación de criticidad de equipos presentes en maestranza.

Como se destaca en la tabla anterior, el Torno 1 es la máquina herramienta en la que se enfocarán las primeras acciones de este pilar de mejora autónoma. Estas acciones contemplarán la creación de una rutina de mantenimiento y chequeo diario, un listado de solución de problemas recurrente, y confección de una ficha de información de referencia relacionada al mecanizado en el torno ajustadas a las especificaciones de este.

Para facilitar su lectura esta información se estructurarán estas informaciones en forma tablas claras y simples, las cuales deberán ser ubicadas cercanas al lugar de trabajo de este equipo.

Paso a Paso Mantenimiento diario:

En base a la experiencia acumulada de los operadores del equipo se genera la siguiente rutina a seguir, para asegurar un funcionamiento apropiado y constantemente óptimo del torno.

Pasos	Acción específica	Detalle
Paso 1	RETIRAR ELEMENTOS del trabajo anteriormente realizado	Herramientas e instrumentos específicos, piezas, material restante, etc.
Paso 2	ORGANIZACION de elementos en la parte superior del torno	Deben estar presentes las Lainas, portaherramientas, juego de llaves Allen, llave de 19mm, juego de mordazas plato, pie de metro 150mm y brocha de limpieza.
Paso 3	LIMPIEZA superficial con brocha	Desde la parte superior hasta la inferior y de la parte trasera hacia la delantera. Revisar los bordes.
Paso 4	INSPECCION VISUAL de la lubricación de las bancadas y contrapunta	En caso de aceite contaminado o con presencia de viruta, retirar y volver a lubricar con aceitera y esparcir con la ayuda del carro correspondiente.
Paso 5	REVISION engranajes conexión husillo-caja Norton	Apriete de los tornillos y verifique juego axial y radial entre ruedas. El engrane entre las ruedas no debe ser excesivamente apretado, esto puede causar desgaste acelerado y ruido excesivo.
Paso 6	INSPECCION AUDITIVA de giro del husillo libre y con caja Norton conectada.	El sonido de los engranajes debe ser mínimo, no debe existir golpes entre los dientes de las ruedas dentadas, ni sonidos periódicos marcados.

Tabla 16: Rutina paso a paso diaria Torno 1.

Con esta medida se espera reducir el deterioro natural de operación, minimizar algunos riesgos de deterioro acelerado, además de normalizar la forma en la que debe funcionar el equipo de manera constante.

Solución de problemas recurrentes:

De manera similar a la medida anterior, en base a la experiencia acumulada, se determinan diversos inconvenientes al momento de operar el equipo, con sus correspondientes soluciones, para facilitar las operaciones de los posible nuevos maquinistas, de modo que el tiempo de solución de nuevos inconvenientes sea el menor posible.

N.º Eventualidad	Descripción	Modo de acción
1	La velocidad de giro no se engrana correctamente	Mover manualmente el husillo mientras se selecciona la velocidad
2	Ruido excesivo engranajes conexión a caja Norton	Abrir tapa posterior, comprobar apriete de tornillos, juego axial de ruedas dentadas y reposicionar suavemente lira de engranaje intermedio.
3	Dificultad para mover carros de avance	Verificar lubricación de las bancadas, y la limpieza de los tornillos y cremalleras motrices.
4	Falla de herramienta de corte	Verificar el centrado de la herramienta, las velocidades de corte apropiadas a la situación.
5	Movimiento excesivo de la pieza al girar	Verificar apriete apropiado del plato y centrado de pieza con martillo de goma, para voladizo mayor a 6 veces el diámetro de la pieza utilice contrapunta
6	Movimiento de herramienta al mecanizar	Comprobar apriete superior del porta herramientas y de los tornillos de la herramienta en cuestión.
7	Viruta incandescente, o carencia de viruta	Comprobar velocidades de corte apropiadas y el estado del filo del inserto, si se visualiza deterioro voltear o cambiar de inserto.
8	Baja calidad superficial del corte	Utilizar rango superior de velocidades de corte y un filo de inserto nuevo.
9	Acumulación excesiva de virutas largas en la pieza	En caso de virutas largas, con ayuda de una barra y con suma precaución empujar la acumulación a la bandeja inferior
10	Ruido excesivo al cilindrar interiormente	Minimizar voladizo de la herramienta interior y de la pieza a mecanizar, variar la velocidad de giro dentro de los rangos posibles.
11	Conicidad en el cilindrado entre centros	Utilizar reloj comparador y compensar la desviación mediante la rotación de la contrapunta.
12	Ruido excesivo al perforar con broca	Re afilar broca, reducir velocidad de corte y de avance, de persistir el problema comprobar dureza del material
13	Sobrecalentamiento de broca	Re afilar broca, reducir velocidad de corte y de avance, de persistir el problema comprobar dureza del material

Tabla 17: Listado de problemas recurrentes de mecanizado en Torno.

Información de torneado Torno 1:

Para asegurar una óptima utilización de las herramientas de carburo de tungsteno, acero rápido e insertos cerámicos, considerando las velocidades de corte disponibles, y los diámetros de trabajo posibles a mecanizar, se genera una matriz de velocidades de corte. Teniendo en cuenta las velocidades de corte recomendadas por los fabricantes, se pretende reducir la incertidumbre en la selección de las RPM del husillo apropiadas, y prácticamente se eliminará la necesidad de calcular en cada caso este valor.

Díametro [mm]	Velocidad de husillo [RPM]	765	480	310	195	135	85	54	34
450	1081	679	438	276	191	120	76	48	
400	961	603	390	245	170	107	68	43	
350	841	528	341	214	148	93	59	37	
300	721	452	292	184	127	80	51	32	
250	601	377	243	153	106	67	42	27	
200	481	302	195	123	85	53	34	21	
150	360	226	146	92	64	40	25	16	
100	240	151	97	61	42	27	17	11	
75	180	113	73	46	32	20	13	8	
50	120	75	49	31	21	13	8	5	
25	60	38	24	15	11	7	4	3	
10	24	15	10	6	4	3	2	1	

Tabla 18: Matriz de velocidades de corte Torno 1.

Cabe destacar que las regiones destacadas en rojo son especialmente problemáticas debido a la alta probabilidad de fractura de herramientas de cualquier tipo, y en el caso de las altas revoluciones, incluso se puede comprometer la integridad del operador y las personas cercanas.

Las zonas amarillas representan rangos de velocidades utilizables bajo circunstancias especiales, esta opción estará sujeta a consulta de uno de los maestros maquinistas de la empresa, siempre incentivando la utilización de los rangos aceptados para cada material, por razones de seguridad.

Finalmente, las zonas blancas corresponden a velocidades generalmente aceptadas para el mecanizado, las cuales se deben contrastar con los siguientes rangos recomendados para finalizar la selección apropiada de RPM del husillo y de avances automáticos.

Aceros designación AISI/SAE	Dureza Brinell	Material de la herramienta									
		Acero rápido	Carburo tungsteno			Carburo tungsteno recubierto		Cerámica metálica recubierta		Cermet	
			Velocidad de corte	Va= avance (0.0254mm Rev.)				Vc= velocidad de corte (m/min.)			
					min.	Max	min.	Max	min.	Max	min.
1010, 1016, 1020, 1024, 1026	100-125	37	Va	0,42	0,23	0,42	0,23	0,42	0,23	0,178	0,762
			Vc	120	160	140	180	547	817	454	553
1030, 1035, 1040, 1045	225-275	24	Va	0,432	0,203	0,432	0,203	0,711	0,33	-	-
			Vc	80	120	230	293	357	500	-	-
4140, 4150	250-300	20	Va	0,431	0,203	0,431	0,203	0,254	0,127	0,177	0,076
			Vc	60	80	192	259	375	460	218	279
4340, 8620	225-275	21	Va	0,431	0,203	0,431	0,203	0,177	0,076	0,177	0,076
			Vc	45	70	192	259	302	369	218	279

Fuente Machinery's Hand Book 29 edición de 1994 - Traducción Ing. Oswaldo Morales López.

*Para la aplicación de esta tabla se debe hacer utilizando abundante fluido de corte sobre la herramienta y la pieza.

Tabla 19: Información relativa al mecanizado de variados aceros frecuentemente trabajados.

Este conjunto de medidas busca ser un gran paso en la autonomía de la utilización del Torno N°1, además de reducir el deterioro y las pérdidas que pueden generar el desconocimiento u olvido de la información presentada.

5.3.4. Mantenimiento planificado

Como se puede dilucidar en la *Tabla 1*, el deteriorado estado de algunos de los equipos ha llevado a incalculables pérdidas de tiempo, capacidades productivas e incluso de oportunidades de negocios. Por ende, las acciones de este pilar inicialmente, se enfocará en la restitución de la disponibilidad de los equipos averiados. Para posteriormente continuar con los mantenimientos diarios y periódicos, para mejorar la confiabilidad general de los procesos en la maestranza.

A modo de priorización se utiliza el criterio descrito en el punto anterior, para establecer un orden de reparación en base a la criticidad de cada uno.

Equipos por reparar	FF	IP	SS	CR	TR	TO	IC
Taladro sensitivo 1	4	2	1	1	2	4	40
Torno 2	4	1	1	3	3	1	36
MIG 2	4	1	1	2	1	1	24

Tabla 20: Evaluación de criticidad de equipos en mal estado de la maestranza.

Cabe destacar que el Torno 2 y MIG 2, se asumen como constantemente en falla a pesar de no ser utilizados, y que actualmente con una mínima incidencia en la producción, ya que han sido abandonados sin intensiones claras de ser utilizados o reparados, desplazando su prioridad en la lista de reparaciones, ya que no son tan demandados como el taladro sensitivo 1, el cual sigue en operación independientemente de sus claros inconvenientes al ser manipulado.

A continuación, se presentará un diagnóstico más detallado de las fallas, averías e inconvenientes de en cada equipo, con sus respectivos planes de acción para proceder con la reparación.

Equipo	Falla o inconveniente	Descripción	Medida	Encargado	Fecha limite
Taladro sensitivo	Mandril Dañado	Las brocas se sueltan al momento de perforar, deteriorándolo aún más.	Reemplazo de mandril	Marco Otton	29-04-22
	Ausencia de retroceso	El vástago del taladro permanece abajo, teniendo que ser levantado manualmente cada vez	Fabricación de pieza faltante y reinstalación del resorte	Fabian Muñoz	26-04-22
	Base inmovilizada	Imposibilidad de ajustar la altura de la base del taladro, por lo que se debe suplir esta función con maderas, u otros elementos para ajusta la altura al husillo	Aplicar aceite penetrante y lijar la columna del taladro, luego, aceitar correctamente su base.	Fabian Muñoz	27-04-22
Torno 2	Freno de contrapunta suelto	Al apretar el tornillo de la contrapunta, esta aun puede ser desplazada, incluso levantada.	Retirar la contrapunta de la bancada y evaluar la reparación mas conveniente del sistema de freno.	Fabian Muñoz	15-05-22
	Dificultad al extender contrapunta	La manivela requiere de gran esfuerzo para extender el vástago de la contrapunta	Desarmar la contrapunta y limpiar profundamente las guías, hilos y vástagos, para posteriormente aceitar apropiadamente.	Fabian Muñoz	16-05-22
	Dificultad para mover longitudinalmente el carro principal	La manivela requiere de gran esfuerzo para ser operada	Desarmar Carro principal para realizar una limpieza profunda, entender su funcionamiento y evaluar los elementos necesarios para su reparación.	Fabian Muñoz	22-05-22
	Movimientos automáticos no funcionales	El carro principal no engrana los movimientos de avance automático, presentando problemas en todos los selectores.			
	Velocidades de husillo inaccesibles	Engranajes dentro de la caja de velocidades del torno han sido anteriormente dañados limitando las velocidades disponibles a la mitad.	Realizar una detención planificada y desarmar caja de velocidades, determinando las ruedas dentadas dañadas para su posterior compra o fabricación.	Marco Otton	05-09-22
MIG 2	Obstrucción en la salida de aporte	La salida de material es obstruida por residuos desprendido del mismo filamento	Desarmar la salida de aporte y limpiar la obstrucción con brocas de pequeño diámetro	Fabian Muñoz	23-05-22
	Manilla de transporte suelta	Manilla que permite el transporte de equipo ha dañado la estructura donde se ubicaba.	Desarmar la estructura del equipo e identificar los tornillos faltantes, y solventar el daño en las perforaciones, con golillas de diámetro conveniente	Fabian Muñoz	24-05-22
	Estructura descuadrada	Las ruedas delanteras del equipo se encuentran fuera de lugar debido a la deformación de la base del equipo	Con el equipo desarmado, enderezar la estructura con la ayuda de prensas C y posteriormente soldar refuerzos a la estructura.	José González	22-05-22

Tabla 21: Listado de fallas registradas y medidas a tomar en los equipos en mal estado de la maestranza.

Una vez completadas estas soluciones, se espera poder generar sistemas de información y educación que permitan mantener el estado óptimo de estos equipos, compartiendo estas actividades con el pilar de mejora autónoma. Además, al volver a operar se observará críticamente los puntos principales a mantener de manera periódica y diaria, de modo que la disponibilidad de estos equipos sea la mayor posible en todo momento.

Cabe destacar que todos los equipos de la maestranza estarán sujetos a una reevaluación cíclica de la criticidad con el fin minimizar los imprevistos en su operación mediante acciones concretas, de manera similar a lo mostrado en la *Tabla 21*.

5.3.5. Educación y entrenamiento

Siendo uno de los pilares más importantes del TPM, en este punto ya se pueden apreciar ciertos avances relativos a la capacitación en la temática de la mejora continua (siendo esta una lección imperativa para cualquier nuevo colaborador de la empresa, al ser esta una metodología que desde este momento formará parte de la cultura de esta maestranza), donde se explica, simplifica y practican las tareas más importantes del método.

Respecto a la operación específica de equipos, se procederá a diseñar un sistema de educación en las maquinas disponibles, donde se plasme la mayor cantidad de experiencia, en criterios explícitos, accesibles, además fáciles aprender y aplicar. Inicialmente esta medida en particular se centrará en la recopilación de dicha información, para luego, en el transcurso del segundo semestre del presente año, comenzar a generar Lecciones punto a punto, presentaciones, y ejercicios prácticos que permitan lograr un real aprendizaje.

De manera similar se procederá con los diversos procesos que se manejen en la empresa, con el fin de que se minimice la variabilidad de las tareas mediante la estandarización.

Como una propuesta inicial de formato de lección punto a punto, se presenta un acercamiento relacionado a una identificación correcta de un tornillo o perno, su medida y paso correspondiente al sistema métrico o imperial; quehacer habitual y que tiende a presentar constantes contratiempos, llevando claramente a generar pérdidas. Para ello, inicialmente se debe contar con la información adecuada que respalde esta LPP, en este caso una tabla informativa, que podrá ser encontrada en el anexo, donde se identifican los diámetros nominales, de broca y el conteo de hilos correspondientes a cada tornillo o perno. Teniendo esta información en un lugar accesible y apropiado, es posible obtener un notable ahorro de tiempo al aprender y dominar la siguiente lección.

Lección Punto a Punto N°1: Identificación de hilo

1º Medir el perno o la tuerca. Al final y al comienzo del hilo para determinar si es cónica o cilíndrica.

2º Revisar Tablas de "diámetro nominal y de brocas" las dimensiones más cercanas según corresponda. Esta medida tiende a variar hasta $\pm 0.2mm$

Número	Diámetro Nominal	Diámetro de Broca
1	1/16"	0.0625"
2	1/8"	0.1250"
3	3/16"	0.1875"
4	1/4"	0.2500"
5	5/16"	0.3125"
6	3/8"	0.3750"
7	7/16"	0.4375"
8	1/2"	0.5000"
9	9/16"	0.5625"
10	5/8"	0.6250"
11	11/16"	0.6875"
12	3/4"	0.7500"
13	7/8"	0.8750"
14	1"	1.0000"
15	1 1/8"	1.1250"
16	1 1/4"	1.2500"
17	1 3/8"	1.3750"
18	1 1/2"	1.5000"
19	1 3/4"	1.6250"
20	2"	1.7500"
21	2 1/8"	1.8750"
22	2 1/4"	2.0000"
23	2 3/8"	2.1250"
24	2 1/2"	2.2500"
25	2 3/4"	2.3750"
26	3"	2.5000"
27	3 1/8"	2.6250"
28	3 1/4"	2.7500"
29	3 3/8"	2.8750"
30	3 1/2"	3.0000"
31	3 3/4"	3.1250"
32	4"	3.2500"
33	4 1/8"	3.3750"
34	4 1/4"	3.5000"
35	4 3/8"	3.6250"
36	4 1/2"	3.7500"
37	4 3/4"	3.8750"
38	5"	4.0000"
39	5 1/8"	4.1250"
40	5 1/4"	4.2500"
41	5 3/8"	4.3750"
42	5 1/2"	4.5000"
43	5 3/4"	4.6250"
44	6"	4.7500"
45	6 1/8"	4.8750"
46	6 1/4"	5.0000"
47	6 3/8"	5.1250"
48	6 1/2"	5.2500"
49	6 3/4"	5.3750"
50	7"	5.5000"
51	7 1/8"	5.6250"
52	7 1/4"	5.7500"
53	7 3/8"	5.8750"
54	7 1/2"	6.0000"
55	7 3/4"	6.1250"
56	8"	6.2500"
57	8 1/8"	6.3750"
58	8 1/4"	6.5000"
59	8 3/8"	6.6250"
60	8 1/2"	6.7500"
61	8 3/4"	6.8750"
62	9"	7.0000"
63	9 1/8"	7.1250"
64	9 1/4"	7.2500"
65	9 3/8"	7.3750"
66	9 1/2"	7.5000"
67	9 3/4"	7.6250"
68	10"	7.7500"
69	10 1/8"	7.8750"
70	10 1/4"	8.0000"
71	10 3/8"	8.1250"
72	10 1/2"	8.2500"
73	10 3/4"	8.3750"
74	11"	8.5000"
75	11 1/8"	8.6250"
76	11 1/4"	8.7500"
77	11 3/8"	8.8750"
78	11 1/2"	9.0000"
79	11 3/4"	9.1250"
80	12"	9.2500"
81	12 1/8"	9.3750"
82	12 1/4"	9.5000"
83	12 3/8"	9.6250"
84	12 1/2"	9.7500"
85	12 3/4"	9.8750"
86	13"	10.0000"
87	13 1/8"	10.1250"
88	13 1/4"	10.2500"
89	13 3/8"	10.3750"
90	13 1/2"	10.5000"
91	13 3/4"	10.6250"
92	14"	10.7500"
93	14 1/8"	10.8750"
94	14 1/4"	11.0000"
95	14 3/8"	11.1250"
96	14 1/2"	11.2500"
97	14 3/4"	11.3750"
98	15"	11.5000"
99	15 1/8"	11.6250"
100	15 1/4"	11.7500"
101	15 3/8"	11.8750"
102	15 1/2"	12.0000"
103	15 3/4"	12.1250"
104	16"	12.2500"
105	16 1/8"	12.3750"
106	16 1/4"	12.5000"
107	16 3/8"	12.6250"
108	16 1/2"	12.7500"
109	16 3/4"	12.8750"
110	17"	13.0000"
111	17 1/8"	13.1250"
112	17 1/4"	13.2500"
113	17 3/8"	13.3750"
114	17 1/2"	13.5000"
115	17 3/4"	13.6250"
116	18"	13.7500"
117	18 1/8"	13.8750"
118	18 1/4"	14.0000"
119	18 3/8"	14.1250"
120	18 1/2"	14.2500"
121	18 3/4"	14.3750"
122	19"	14.5000"
123	19 1/8"	14.6250"
124	19 1/4"	14.7500"
125	19 3/8"	14.8750"
126	19 1/2"	15.0000"
127	19 3/4"	15.1250"
128	20"	15.2500"
129	20 1/8"	15.3750"
130	20 1/4"	15.5000"
131	20 3/8"	15.6250"
132	20 1/2"	15.7500"
133	20 3/4"	15.8750"
134	21"	16.0000"
135	21 1/8"	16.1250"
136	21 1/4"	16.2500"
137	21 3/8"	16.3750"
138	21 1/2"	16.5000"
139	21 3/4"	16.6250"
140	22"	16.7500"
141	22 1/8"	16.8750"
142	22 1/4"	17.0000"
143	22 3/8"	17.1250"
144	22 1/2"	17.2500"
145	22 3/4"	17.3750"
146	23"	17.5000"
147	23 1/8"	17.6250"
148	23 1/4"	17.7500"
149	23 3/8"	17.8750"
150	23 1/2"	18.0000"
151	23 3/4"	18.1250"
152	24"	18.2500"
153	24 1/8"	18.3750"
154	24 1/4"	18.5000"
155	24 3/8"	18.6250"
156	24 1/2"	18.7500"
157	24 3/4"	18.8750"
158	25"	19.0000"
159	25 1/8"	19.1250"
160	25 1/4"	19.2500"
161	25 3/8"	19.3750"
162	25 1/2"	19.5000"
163	25 3/4"	19.6250"
164	26"	19.7500"
165	26 1/8"	19.8750"
166	26 1/4"	20.0000"
167	26 3/8"	20.1250"
168	26 1/2"	20.2500"
169	26 3/4"	20.3750"
170	27"	20.5000"
171	27 1/8"	20.6250"
172	27 1/4"	20.7500"
173	27 3/8"	20.8750"
174	27 1/2"	21.0000"
175	27 3/4"	21.1250"
176	28"	21.2500"
177	28 1/8"	21.3750"
178	28 1/4"	21.5000"
179	28 3/8"	21.6250"
180	28 1/2"	21.7500"
181	28 3/4"	21.8750"
182	29"	22.0000"
183	29 1/8"	22.1250"
184	29 1/4"	22.2500"
185	29 3/8"	22.3750"
186	29 1/2"	22.5000"
187	29 3/4"	22.6250"
188	30"	22.7500"
189	30 1/8"	22.8750"
190	30 1/4"	23.0000"
191	30 3/8"	23.1250"
192	30 1/2"	23.2500"
193	30 3/4"	23.3750"
194	31"	23.5000"
195	31 1/8"	23.6250"
196	31 1/4"	23.7500"
197	31 3/8"	23.8750"
198	31 1/2"	24.0000"
199	31 3/4"	24.1250"
200	32"	24.2500"
201	32 1/8"	24.3750"
202	32 1/4"	24.5000"
203	32 3/8"	24.6250"
204	32 1/2"	24.7500"
205	32 3/4"	24.8750"
206	33"	25.0000"
207	33 1/8"	25.1250"
208	33 1/4"	25.2500"
209	33 3/8"	25.3750"
210	33 1/2"	25.5000"
211	33 3/4"	25.6250"
212	34"	25.7500"
213	34 1/8"	25.8750"
214	34 1/4"	26.0000"
215	34 3/8"	26.1250"
216	34 1/2"	26.2500"
217	34 3/4"	26.3750"
218	35"	26.5000"
219	35 1/8"	26.6250"
220	35 1/4"	26.7500"
221	35 3/8"	26.8750"
222	35 1/2"	27.0000"
223	35 3/4"	27.1250"
224	36"	27.2500"
225	36 1/8"	27.3750"
226	36 1/4"	27.5000"
227	36 3/8"	27.6250"
228	36 1/2"	27.7500"
229	36 3/4"	27.8750"
230	37"	28.0000"
231	37 1/8"	28.1250"
232	37 1/4"	28.2500"
233	37 3/8"	28.3750"
234	37 1/2"	28.5000"
235	37 3/4"	28.6250"
236	38"	28.7500"
237	38 1/8"	28.8750"
238	38 1/4"	29.0000"
239	38 3/8"	29.1250"
240	38 1/2"	29.2500"
241	38 3/4"	29.3750"
242	39"	29.5000"
243	39 1/8"	29.6250"
244	39 1/4"	29.7500"
245	39 3/8"	29.8750"
246	39 1/2"	30.0000"
247	39 3/4"	30.1250"
248	40"	30.2500"
249	40 1/8"	30.3750"
250	40 1/4"	30.5000"
251	40 3/8"	30.6250"
252	40 1/2"	30.7500"
253	40 3/4"	30.8750"
254	41"	31.0000"
255	41 1/8"	31.1250"
256	41 1/4"	31.2500"
257	41 3/8"	31.3750"
258	41 1/2"	31.5000"
259	41 3/4"	31.6250"
260	42"	31.7500"
261	42 1/8"	31.8750"
262	42 1/4"	32.0000"
263	42 3/8"	32.1250"
264	42 1/2"	32.2500"
265	42 3/4"	32.3750"
266	43"	32.5000"
267	43 1/8"	32.6250"
268	43 1/4"	32.7500"
269	43 3/8"	32.8750"
270	43 1/2"	33.0000"
271	43 3/4"	33.1250"
272	44"	33.2500"
273	44 1/8"	33.3750"
274	44 1/4"	33.5000"
275	44 3/8"	33.6250"
276	44 1/2"	33.7500"
277	44 3/4"	33.8750"
278	45"	34.0000"
279	45 1/8"	34.1250"
280	45 1/4"	34.2500"
281	45 3/8"	34.3750"
282	45 1/2"	34.5000"
283	45 3/4"	34.6250"
284	46"	34.7500"
285	46 1/8"	34.8750"
286	46 1/4"	35.0000"
287	46 3/8"	35.1250"
288	46 1/2"	35.2500"
289	46 3/4"	35.3750"
290	47"	35.5000"
291	47 1/8"	35.6250"
292	47 1/4"	35.7500"
293	47 3/8"	35.8750"
294	47 1/2"	36.0000"
295	47 3/4"	36.1250"
296	48"	36.2500"
297	48 1/8"	36.3750"
298	48 1/4"	36.5000"
299	48 3/8"	36.6250"
300	48 1/2"	36.7500"
301	48 3/4"	36.8750"
302	49"	37.0000"
303	49 1/8"	37.1250"
304	49 1/4"	37.2500"
305	49 3/8"	37.3750"
306	49 1/2"	37.5000"
307	49 3/4"	37.6250"
308	50"	37.7500"
309	50 1/8"	37.8750"
310	50 1/4"	38.0000"
311	50 3/8"	38.1250"
312	50 1/2"	38.2500"
313	50 3/4"	38.3750"
314	51"	38.5000"
315	51 1/8"	38.6250"
316	51 1/4"	38.7500"
317	51 3/8"	38.8750"
318	51 1/2"	39.0000"
319	51 3/4"	39.1250"
320	52"	39.2500"
321	52 1/8"	39.3750"
322	52 1/4"	39.5000"
323	52 3/8"	39.6250"
324	52 1/2"	39.7500"
325	52 3/4"	39.8750"
326	53"	40.0000"
327	53 1/8"	40.1250"
328	53 1/4"	40.2500"
329	53 3/8"	40.3750"
330	53 1/2"	40.5000"
331	53 3/4"	40.6250"
332	54"	40.7500"
333	54 1/8"	40.8750"
334	54 1/4"	41.0000"
335	54 3/8"	41.1250"

En el transcurso del presente año, se procurará generar un centro de información tangible donde se encuentren diversas lecciones separadas por categoría, facilitando aún más la ejecución de los procesos ahí descritos. Particularmente el formato debe ser simple, con explicaciones cortas, ilustraciones y anotaciones relacionadas, para obtener los mejores resultados posibles de manera consistente.

5.3.6. Prevención del mantenimiento

Relativo a este pilar, centrándose en la temática del ciclo de vida de los proyectos, se logra apreciar que claramente existe una falta de estructura al momento de iniciar un nuevo trabajo, causando inexactitudes en la información recopilada del cliente, y posteriormente en la comunicación de instrucciones para la fabricación.

Respecto a estos inconvenientes se propone el diseño de una plantilla de ingreso, a desarrollar durante la segunda mitad del año, que permita identificar y anotar de manera clara y fácil, los requerimientos en detalle de cada cliente. En primera instancia se recopilará diversa información posiblemente relevante, con la intención de determinar parámetros recurrentes para conseguir plantillas lo más prácticas y útiles posibles.

En cuanto a la fabricación recurrente de ciertos productos, se buscará evaluar la relevancia de digitalizar planos de conjunto y sus componentes de tal modo que se elimine parcial o completamente la necesidad de supervisión directa del dueño al momento de ejecutar ordenes de trabajo previamente aceptadas, otorgando un mejor flujo de trabajo, y aportando enormemente en la estandarización de lo producido en la maestranza.

En la medida que se avance con esta digitalización de la información de construcción, se buscará implementar de manera enfocada la metodología SMED, con el fin de reducir al mínimo los tiempos de espera que experimentan los clientes. Considerando la diversidad de los trabajos realizados, se pretende ganar experiencia con el método por medio de la fabricación recurrente presente actualmente, de tal manera que sus fundamentos puedan ser aplicados de manera cada vez más intuitiva y ágil, independiente de la repetitividad de la tarea a ejecutar. Cuando se domine la práctica, se procedería a crear una rubrica clara y simple, con el fin de tener un respaldo tangible de la experiencia adquirida, que pueda ser transmitida fácilmente en los procesos de educación.

5.3.7. Mantenimiento de la calidad

Este pilar en gran medida se verá beneficiado de todos los avances anteriormente mencionados, abarcando mejoras en las 4M; Materiales, Maquinaria, Método y Mano de obra; que componen la calidad de los productos y servicios ofrecidos.

Cero defectos será la meta que perseguir en este ámbito, mediante las siguientes acciones a ejecutar respectivas a las 4M.

- **Materiales:**

Claramente se requiere de materia prima que cumpla con los estándares de calidad de los servicios ofrecidos, dentro de sus aspectos, se priorizarán la uniformidad, integridad, dimensiones pertinentes para la aplicación, y un precio conveniente. Para asegurar estos parámetros, se realizará un estudio de los proveedores locales y de la Región Metropolitana, de perfiles estructurales, metales de ingeniería, polímeros, e insumos de fabricación, donde se solicitarán catálogos de la variedad ofertada, junto a precios referenciales para iniciar posteriormente procesos de gestión de inventarios.

- **Maquinaria:**

Relativo a los equipos, el objetivo será maximizar la confiabilidad de todos los activos de la empresa. En este sentido, los pilares de mejora enfocada, mantenimiento planificado y mejora autónoma contienen acciones para solventar esta necesidad, reduciendo el deterioro acelerado, mantener controlado el desgaste natural, y buscando formas de mejorar el funcionamiento mediante la planificación de modificaciones específicas para estos equipos.

- **Método:**

Los métodos de funcionamiento se verán beneficiados por la implementación de buenas prácticas operacionales, como las 5S, respaldados además por los pilares de educación, y prevención del mantenimiento, donde se invertirá tiempo para reestructurar la manera en la que se llevan a cabo las tareas, con el fin de reducir el desperdicio en cada paso de los procesos de fabricación, además de brindar mayor confiabilidad y aportar a la estandarización de estos; en definitiva, crear procesos de calidad.

- **Mano de obra:**

Siendo la parte más importante de una organización, brindarles las condiciones laborales apropiadas a los colaboradores, junto con las herramientas necesarias para llevar a cabo sus labores, es fundamental para la prosperidad de cualquier empresa. Por esta razón los pilares de Seguridad e higiene, junto con el de Entrenamiento y educación, se centran en el bienestar absoluto del personal, y la comprensión integral de las actividades.

Además, se verán favorecidos por todas las mejoras operativas realizadas por los demás pilares, mejorando el ambiente de trabajo y la moral, al percibirse una mayor productividad y eficiencia con un esfuerzo igual o menor que antes del comienzo de la implementación de los métodos. En definitiva, personal mejor capacitado, y motivado implica mejores resultados.

Obviamente ningún proceso es perfecto, por lo que en la presencia de defectos siempre se podrá respaldar en los métodos de análisis de fallas, diagramas de Ishikawa, o ciclos de Deming para abordar estas eventualidades y mitigarlas apropiadamente.

Con el fin de medir la efectividad de las mejoras y haciendo referencia a los eventos listados en la Tabla N°4 de defectos y Tabla N°5 de pérdidas (bajo a la categoría de reprocesos), se acumula una pérdida promedio de 26.83 horas al mes, se espera que las medidas mencionadas puedan reducir este tiempo en un 50%, tomando como periodo a analizar el

mes de julio, donde una gran parte de las medidas ya estarán implementadas con un mayor nivel de desarrollo.

5.3.8. Administrativo

Claramente una maestranza funcional proporciona, incluso sin notarlo, una enorme cantidad de datos en todo momento, que actualmente no son registrados formalmente, lo que conlleva que no se pueda analizar los periodos anteriores para generar información relevante para realizar mejoras focalizadas o fijar metas claras y fáciles de chequear. Por ende, el pilar administrativo tendrá una responsabilidad bastante grande al momento ser implementado, con la determinación de los datos a recopilar, la forma de obtenerlos, el tratamiento de estos datos, y los posteriores análisis de resultados de cada periodo para la obtención de proyecciones que clarifiquen el estado de la empresa y su progreso en la persecución de su misión y visión, generando correcciones rápidamente.

Para lograr este progreso, se requiere de una persona capacitada para llevar los registros y depurar la información de tal manera que sea fácil de presentar y entender. Con este fin se incorporará formalmente al organigrama de la empresa un ingeniero que pueda liderar de manera activa en este pilar como en las demás labores de mejora continua, la planificación y ejecución de proyectos de toda índole para el transcurso del año.



Esquema N°3: Organigrama sugerido para la asistencia en la gestión de la empresa.

Para lo que correspondería a un primer ciclo de implantación de este pilar, se buscará abarcar una variedad focalizada de datos pertinentes a considerar en el funcionamiento de la organización, además de proponer métodos de análisis o modos de presentación de estos. Cabe destacar que, como estado inicial, no existe formalmente gestión de información, limitándose a análisis puntuales de situaciones de manera escrita pero no documentada, por los que se entiende, que no existe ningún tipo de acercamiento a la tecnología computacional para asistir las actividades señaladas.

Con esta premisa, teniendo en cuenta que se busca tecnologizar en la medida de lo posible estos registros, se acudirá a la tecnología celular como medio de visualización principal de esta información, la cual originalmente será creada mediante computador, y luego subida a una nube donde se pueda acceder fácilmente a los datos requeridos. Si bien la tecnología es cada vez más conveniente en términos de gestión, se reconoce la importancia de generar formas de control manuales que puedan funcionar como transición a una automatización bien lograda de los procesos; por ello, en casos puntuales se escogerá realizar registros escritos e implementar sistemas de gestión visuales en la medida que sea pertinente.

Los sistemas de información que se implementarán serán los siguientes:

- Información de proveedores.

Tener una gran versatilidad de servicios en este caso implica directamente poseer un gran abanico de materiales e insumos de fabricación, los cuales no pueden ser comprados en un solo lugar y como es habitual en este estado inicial, no existe ningún registro detallado de

los contactos de estos proveedores o tiendas de confianza, implicando que se generen pérdidas de tiempo al tener que recordar nuevamente, direcciones, correos o teléfonos de contacto, o simplemente asumir pedidas de dinero al limitarse a adquirir los materiales en lugares menos convenientes. Para mitigar esta situación, se pretende implementar el siguiente formato de información de proveedores la que se podrá encontrar fácilmente con un enlace a la nube de la empresa mediante el grupo de WhatsApp del equipo:

Nombre	Region	Comuna	Direccion	Mapa	Contacto	Correo	Servicio o producto

Formato 1: Propuesta de Tabla de información de proveedores.

Aparte de la información claramente descrita por las casillas superiores, se destaca que la sección destinada a “Mapa” permitirá acceder a un enlace directo al GPS de la dirección del proveedor facilitando lo más posible el proceso de transporte y posterior compra de los elementos necesarios.

Por otro lado, aprovechando las facilidades de las tablas de Excel, las categorías pueden ser fácilmente reordenadas y filtradas para focalizar la búsqueda, de ser necesario.

➤ Registro de accidentes, fallas y defectos.

Claramente para poder reducir de manera constante la tasa de perdidas en las operaciones, es menester reconocer apropiadamente las eventualidades del día a día, para así encaminarse al objetivo de las cero perdidas. Para generar este registro, se tendrán en cuenta información clave de los sucesos ocurridos. Cuando esta base de datos adquiera una cantidad importante de información permita realizar estimaciones, análisis y proyecciones del progreso en el objetivo mencionado, permitiendo hacer ajustes a las estrategias más efectivas.

Para ello, se presenta la siguiente plantilla a utilizar, para ser actualizada mediante computadores o directamente desde la nube vía celular:

Hecho	Fecha	Área	Tipo de pérdida	Gravedad	Descripción	Solución

Formato 2: Propuesta de Tabla de registro de perdidas.

Como en el punto anterior, se adopta el formato de tabla de Excel para mejor accesibilidad a la información.

Además, se presenta el siguiente criterio de selección de gravedad para cada tipo de pérdida, con el fin de discriminar de forma rápida y clara la severidad de los acontecimientos ocurridos.

Gravedad	Accidentes	Fallas	Defectos
Alta	Situaciones que requieran de atención medica inmediata y puedan inhabilitar al afectado por mas de un día	Inconvenientes que requieran de días de reparación, inhabilitando los sistemas principales de funcionamiento de los equipos.	Daños que requiera de solución mayor al plazo de entrega, o pérdida de la rentabilidad de la operación en cualquier medida.
Media	Situaciones que requieran de curaciones que puedan ser realizadas con el botiquín disponible, o hechos que inhabiliten varios minutos al afectado.	Inconveniente que requieran de horas para ser solucionados, o que no afecten el funcionamiento principal de los equipos.	Daño que requiera de mayor cantidad de tiempo o dinero para su solución, sin llegar causar retraso a los plazos comprometidos ni pérdida de la rentabilidad del trabajo realizado
Baja	Situaciones que requieran de mínimas o nulas curaciones	Inconveniente solucionable en pocos minutos, y que no entorpezca en gran medida el funcionamiento de ningún sistema	Daño netamente estético, que no afecte la función principal de lo fabricado, o que pueda ser solucionado mayor inversión de tiempo o dinero.

Tabla 22: Criterio de selección de gravedad de perdidas.

Claramente, la información recopilada permitirá conocer indicadores de gran relevancia, como, tiempos medios entre fallas, la tasa de accidentes, y tasas de defectos, para obtener información fácilmente comparable mes a mes.

➤ Bitácora de eventos.

Con el fin de tener un registro general de hechos relevantes para la operación de la empresa, donde se pueda dejar constancia de los ingresos, avances importantes, detenciones y término de proyectos, además de hitos relacionados al mantenimiento de los equipos, se propone un simple listado de hechos cronológicamente registrados, donde se tomará nota de las fechas y detalles del hito, a manera de respaldo de información y fuente de más indicadores útiles.

La estructura general de esta bitácora se presenta a continuación:

Hito	Fecha	Hora	Descripción

Formato 3: Propuesta de bitácora de eventos dentro de la maestría.

Este simple registro permitirá la futura obtención de información de los indicadores de tiempos procesamiento de trabajos, tiempos medios de reparación, además de funcionar como respaldo de información de clientes para cada trabajo, guardando nombres, teléfonos, correos, entre otros, agilizando enormemente comunicación, eliminando constantes esperas innecesarias generadas por la falta de estos registros.

➤ Sistema de Inventarios

Teniendo en cuenta que los procesos que agregan valor para una maestría requieren de una cantidad considerable de materia prima e insumos, es clave mantener una gestión apropiada de estos elementos, de tal manera que el flujo de trabajo sea lo más ágil posible, en todo momento.

Para lograr este objetivo, importante determinar que la política de gestión de inventarios más apropiada para cubrir las necesidades actuales de la empresa. Teniendo en cuenta la

irregularidad de los volúmenes requeridos en cada orden de trabajo, pero a su vez, la recurrencia de los tipos productos a utilizar, se selecciona la política de inventario según existencias, donde se plantea mantener constantemente un cierto nivel de stock de seguridad de los distintos tipos de insumos y materiales, de modo que se esté preparado en todo momento para la fabricación, teniendo como indicador clave el nivel de reorden a establecer para la reposición rápida de lo consumido.

Para categorizar los elementos que se requieren tener en inventario se clasificará en dos categorías principales. Insumos, que a su vez estarán subdivididos por procesos, como dimensionado, mecanizado, pintado, o soldadura; y Materia prima, discriminando entre material estructural y material macizo.

Con la información precisa de las cantidades, variedades y costos actualizados de estos elementos, se abre la posibilidad realizar predicciones cada vez más acertadas de los gastos de reposición, y posteriormente de los costos de fabricación.

El siguiente formato será la estructura inicial que facilitará la generación de estos registros:

Nombre	Categoria	Tipo	Precio unitario	Cantidad ideal		Cantidad Disponible		Cantidad de Reposicion	
				Q min	Qmax	Q disp	Valor disp	Q rep	Valor rep

Formato 4: Propuesta de sistema de inventarios de materia prima e insumos

A medida que este sistema sea utilizado, se prevé que vaya evolucionando de manera que se le agregue más información relevante, e incluso eventualmente se formalice a nivel informático, mediante una página propia, códigos de barras, entre otras mejoras.

➤ Base de datos materiales e insumos de fabricación

Adicionalmente al sistema de inventarios, durante el transcurso de la segunda mitad del año, se realizará un sondeo profundo de los materiales de fabricación disponibles, extrayendo tipos de perfiles, variedad de dimensiones, costos asociados, proveedores convenientes, entre otros parámetros importantes a definir.

Su implementación no solo será aprovechada por un sistema de costos, al tener a unos pocos clics de distancia un catálogo valorizado completo, sino que también aportará enormemente en el diseño y elaboración de soluciones, donde a medida que se pueda recopilar también información técnica, será posible incluir cálculos precisos de los elementos diseñados, aumentando la confiabilidad y la capacidad de respuesta.

➤ Sistema de costos

Adentrándose de manera ya más directa al tema económico, es de suma importancia asegurar que las actividades llevadas a cabo en la empresa representen beneficios importantes al final de cada periodo, beneficios que permitirán mayor seguridad ante las adversidades, habilitando la capacidad de ahorro, aportando a la estabilidad de las operaciones, abriendo oportunidades de inversión y crecimiento que muevan la organización hacia sus nuevos objetivos.

Las características más importantes buscadas en un sistema de costos en esta situación son la versatilidad, la confiabilidad, la facilidad de utilización y rapidez de respuesta. Para cumplir con las expectativas, este sistema requerirá de manejar costos directos e indirectos de fabricación, para establecer tarifas horarias, realistas, simples de manejar y que aseguren el beneficio para la empresa. En este sentido, la medida del punto anterior será un respaldo



importante para el cálculo de los costos directos, considerando que los precios de algunos de los artículos de uso frecuente no son presentados de manera abierta en páginas web o catálogos de proveedores.

Las tarifas de los procesos de la empresa estarán compuestas de una parte fija y una variable, que serán determinadas durante el transcurso del segundo semestre del presente año, al momento que sea posible adquirir todos los valores necesarios para realizar el cálculo.

Por otro lado, es importante la incorporación de los costos indirectos de fabricación a los cobros realizados a los clientes, de modo que los gastos operacionales puedan ser prorrateados entre las ordenes de trabajo del mes, pero nuevamente se requiere acceder a la información contable pertinente.

6. Análisis de resultados.

Luego de una intensiva preparación de las actividades a realizar, llega el momento fundamental donde se lleva a cabo los planes de mejora, para posteriormente poder analizar su efectividad y comenzar correcciones o incluso nuevas mejoras.

Siguiendo el orden ya establecido por la sección de aplicación de herramientas, se procederá a mostrar comparativas respecto al estado inicial, el proceso y el final de la aplicación de la metodología correspondiente, además de comentarios pertinentes de los pormenores de cada ejecución.

6.1. Avances 5s

Los avances realizados en esta metodología corresponden a los avances generados en el primer evento masivo, y los avances que día a día se han generado. En este sentido aún no se es posible exhibir mejoras importantes en el pañol, ni en la planta superior debido al retraso en el segundo evento importante. Cada una de las áreas de mejora será presentada con su estado inicial, y su progreso dentro de las 5s de modo que se puedan apreciar claramente los cambios.

De manera inicial se procedió a la materialización de los elementos visuales preparados en la fase de planificación, de modo que pudieran ser un respaldo fiable del importante paso, además se instalaron los letreros correspondientes para los procesos de clasificación más generales.



Respaldo visual N°1: Libretas, tarjetas de colores y letrero para el inicio del evento 5S

6.1.1. Baño

La mejora lograda en el baño de la maestranza, un lugar básico y fundamental para cualquier organización requiere mantenerse en condiciones óptimas para el uso de los colaboradores, e incluso clientes en visita de las instalaciones. En este caso las primeras acciones son anteriores al primer evento Kaizen.

El estado inicial no era muy alentador, debido a la poca frecuencia de aseo, y el nivel de polución en el ambiente a la que está sujeto el cuarto de baño, esto se tradujo en papeleros llenos, pisos sucios y mucha grasa en cada lugar



Respaldo visual N°2: estado inicial cuarto de baño.

Se eliminaron los elementos innecesarios y en mal estado, para proceder procedió a limpiar profundamente el baño, la taza, el lavamanos, la ducha y los pisos, además se pintaron las paredes y se remplazó la cortina de baño.



Respaldo visual N°3: estado luego de la 3ra S en cuarto de baño.

El estado del baño mejoró notoriamente, además se comenzó a realizar limpiezas diarias del cuarto de baño, por lo que el estado mostrado se ha mantenido. Posteriormente la cocina fue habilitada y el mueble al costado del lavamanos fue trasladado allí, en su lugar y para mayor ergonomía se instaló un dispensador de jabón.



Respaldo visual N°4: última actualización en cuarto de baño.

Para avanzar en la 4°S, con la rutina de limpieza ya más establecida, la tarjeta de chequeo N°3 de limpieza del pilar de seguridad, salud e higiene será colocada para su uso, aportando al registro de consumo de insumos, y la constancia de las labores de limpieza.

6.1.2. Sector mecanizado

Como primeros pasos para el uso de la metodología, se aplicaron las 3 primeras S en algunos focos de desorden en el sector como los serían, mesón de accesorios y herramientas de fresadora, y la superficie del armario de herramientas.



Respaldo visual N°5: antes y después de la clasificación, organización y limpieza del armario de herramientas de tornería.

Claramente este mueble contenía muchos elementos de utilidad para la fabricación, como brocas, centros giratorios, pies de metros, guantes y fluidos de corte, pero ninguno era

actualmente necesario para la fabricación, entorpeciendo el inicio de nuevos proyectos de manera constante, al determinar qué elementos eran realmente necesarios o estaban fuera de su lugar habitual, el mesón quedó completamente vacío.

De manera similar el mesón de accesorios de fresadora mantenía montados todos sus elementos, haciendo inaccesible su fácil utilización, causando incluso posibles caídas de material.



Respaldo visual N°6: Clasificación, organización y limpieza de los accesorios para fresadora.

Había gran presencia de elementos remanentes de trabajos anteriores, que no correspondían a herramientas de acceso directo, además, allí se encontraban lunetas de torno, las cuales habían sido requeridas con anterioridad, pero no habían sido encontradas, al encontrarse debajo de mucha chatarra y herramientas.

Una vez atendidos estos focos de pérdidas, se procedió con la limpieza de distintos equipos, instrumentos y herramientas de la maestranza, algunos encontrados en el mismo proceso de organización.

En el siguiente caso, el óxido impedía la correcta lectura de los pasos indicados, por lo que fue limpiado cuidadosamente con una grata de esmeril de banco. Luego esta galga fue recubierta por una fina capa de vaselina de petróleo para evitar que volviera al estado anterior.



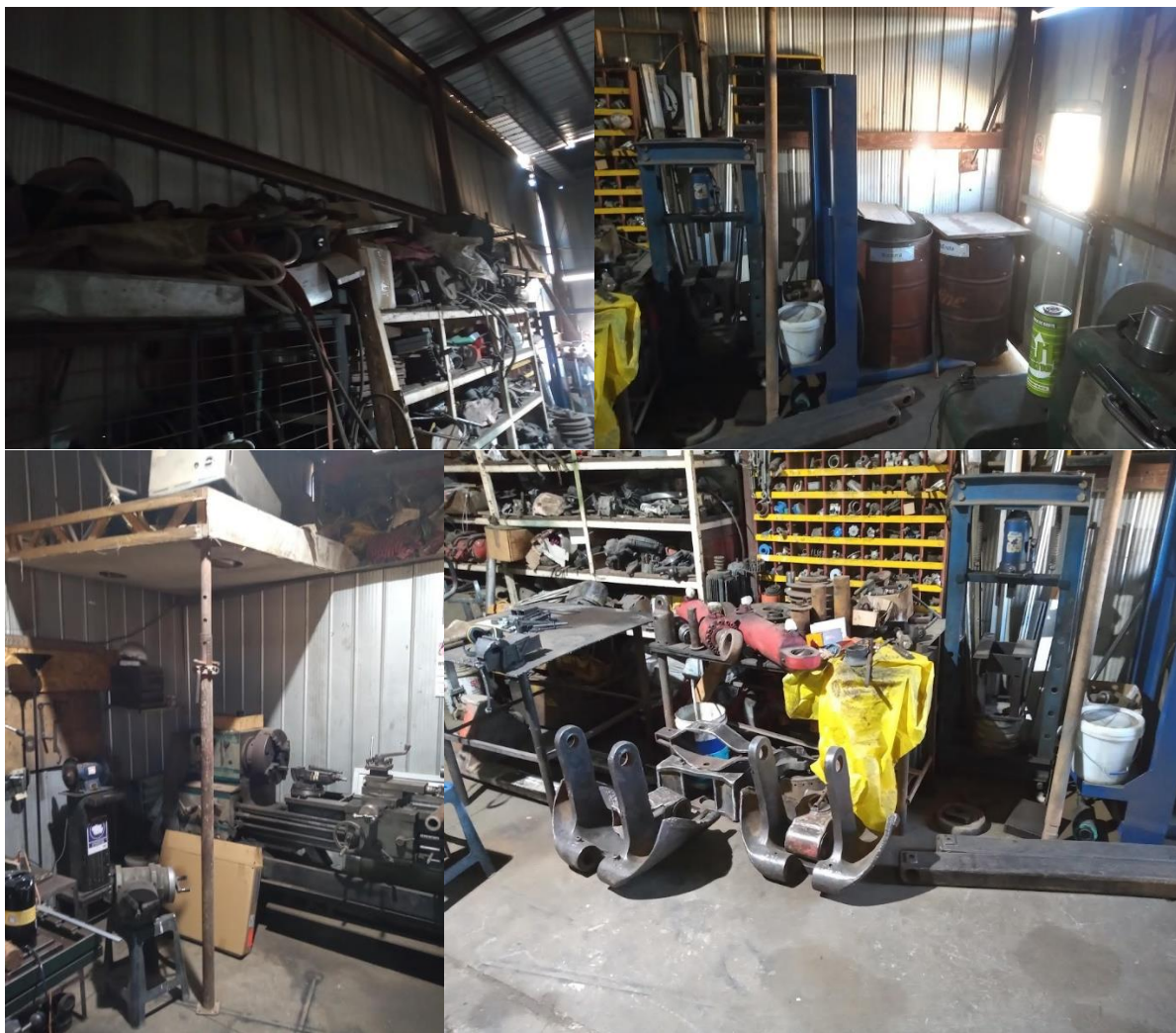
Respaldo visual N°7: Limpieza de galga de hilos.

Posteriormente, un juego de herramientas de trazado, presentaban oxido y mucha dificultad para ensamblarse correctamente, impidiendo su rápido acceso y utilización. Se removi6 la suciedad con un desengrasante y se utiliz6 la grata para la limpieza de las zonas que presentaban oxido. En este caso una fina capa de aceite fue utilizada para preservar su estado y facilitar su posterior ensamble.



Respaldo visual N°8: Limpieza juego de reglas de trazado.

Dando paso a los hechos del evento de mejora continua a gran escala dentro del sector de mecanizado, se presentan algunos focos de desorganización notables en su fase inicial, para luego dar paso al desarrollo de la metodología.



Respaldo visual N°9: Colección de situaciones iniciales poco optimas, repisas abarrotadas de elementos innecesarios, materiales inaccesibles detrás de la prensa, situación insegura, y trabajos pendientes desorganizados.

Con la intensión de solventar estas situaciones se comienzan las primeras actividades relacionadas a 1S, clasificación.



Respaldo visual N°10: primeras acciones de clasificación, separando lo necesario de lo innecesario.

Se comenzó a desocupar los diversos gabinetes y repisas, separando en cajas lo importante, y desechando directamente lo innecesario. Esto con la intención de poder facilitar su traslado, al estar completamente vacíos.



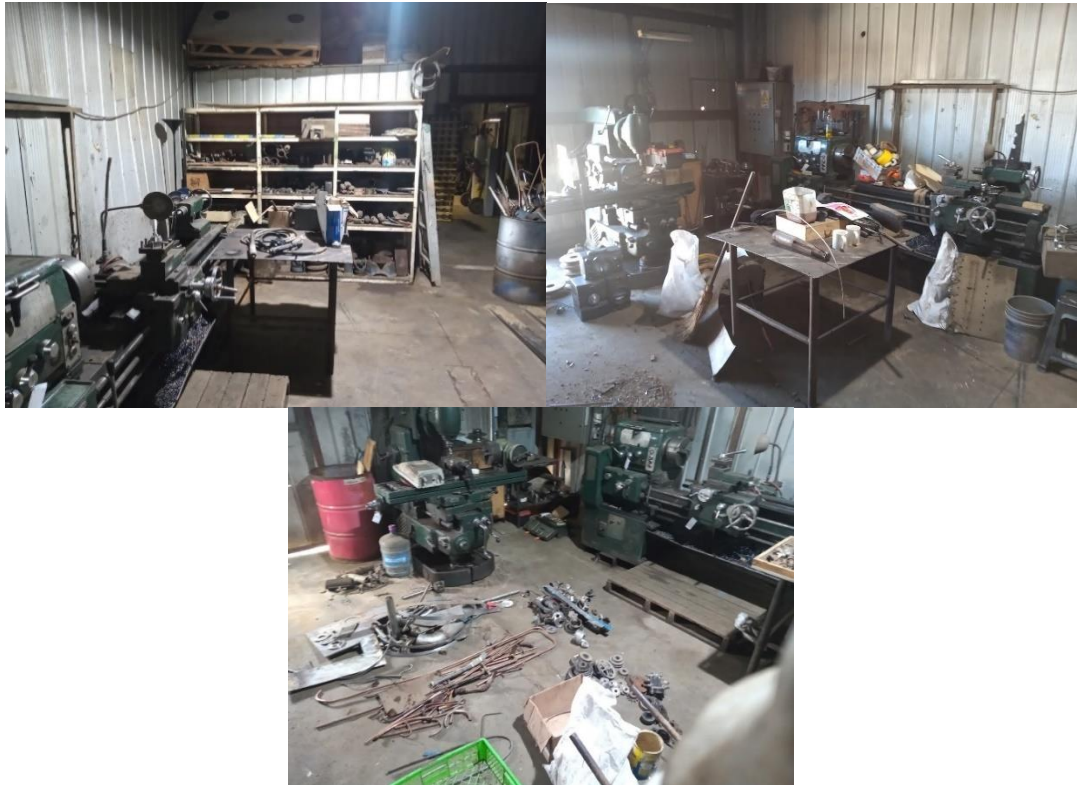
Respaldo visual N°11: avance en la extracción de los mobiliarios de manera manual y asistido con maquinaria.

Mediante la asistencia de todos los colaboradores y el uso de una grúa horquilla, se extrajeron todos los mobiliarios de manera que se cree suficiente espacio para maniobrar la maquinaria a sus nuevas localizaciones, además se mitigó la condición insegura causada por la alzaprima y la extensión de techo en voladizo. Con los años acumulados sin una limpieza profunda, se aprovechó la oportunidad de barrer y rescatar muchos elementos que terminaban caídos detrás de los muebles y maquinarias.



Respaldo visual N°12: Entrada de la horquilla, preparación para las maniobras de la fresadora, y el reingreso del mobiliario en sus posiciones definitivas.

Iniciando lo correspondiente a las actividades de la segunda S, marcada por el reingreso de los muebles restantes, materiales de fabricación, maquinas herramientas y sus respectivas herramientas, se procede a encontrar nuevos lugares para cada elemento teniendo en cuenta los principios de ergonomía sugeridos por el método.



Respaldo visual N°13: Nuevas ubicaciones presentadas, y comienzo de la reorganización de material rescatado.

Una vez reducido el volumen de elementos por acomodar dentro del sector, se procedió a chequear los equipos y se tomó nota de algunos de ellos que necesitaran un mantenimiento, para ello se etiquetaron con una tarjeta azul las máquinas que requerían de una pronta asistencia técnica.



Respaldo visual N°14: Registro fotográfico de algunos equipos etiquetados para posterior atención.

Actualmente el orden general se ha mantenido, la accesibilidad notablemente mejoró, y la limpieza es una actividad diaria, de modo que las primeras 3S siguen utilizando en este sector de manera habitual y al ya tener una idea general de las actividades a realizar, se está a punto de implementar los listados de chequeo que permiten registrar las tareas, entrando en terreno de la 4S, la estandarización, de manera que esta rutina pueda comenzar a ser transmitida con mayor facilidad.

Respecto a la 5ta S, aún queda mucho camino por recorrer para conseguir que estos procesos logren una auto sustentabilidad.

6.1.3. Sector soldadura

De manera similar al sector anteriormente abordado, abundan los elementos innecesarios y los puntos con poca iluminación, maquinas que poco tienen que ver con la operación de una maestranza metalmecánica, al menos en el estado en la que se encontraban. Los despuntes de material se acumulaban de manera constante en el costado del mesón principal de fabricación y los equipos juntaban polvo debido a la mínima limpieza periódica que obtenían.



Respaldo visual N°15: Condición inicial, poca luminosidad, y desorden general.

En las semanas previas al evento, se incursiona de forma focalizada al sector de soldadura con el fin de despejar los espacios descartando elementos innecesarios. Al haber mayor cantidad de máquinas y equipos, que no se tenía la certeza si serian eliminados o no, se utilizaron las primeras tarjetas rojas y azules para gestionar rápidamente un fin para estos objetos, lo cual implica que también se definió un punto rojo provisorio.



Respaldo visual N°15: Avances previos al evento de mejora continua.

Cabe destacar que este avance en particular fue realizado de manera grupal junto con un equipo de estudiantes bajo el laboratorio de aplicación de las 5S para el ramo de “Fundamentos de mejora continua” el día 24/11/2021, como un primer acercamiento real a la metodología. Dentro de las conclusiones de este laboratorio se calcula que, con lo realizado, se liberaron aproximadamente 6m² de espacio, los cuales fueron valorizados en \$60.000 CLP mensuales en función a el valor del arriendo informado en ese momento. Si se considera que la mayoría de los elementos descartados llevan un tiempo mayor a un año ocupando el valioso y escaso espacio con el que se cuenta dentro de la maestría, se puede dimensionar que incluso sin notarlo, \$720.000 CLP fueron pagados para mantener estos objetos que no ayudan a agregar valor en este lugar. Entre los elementos descartados más curiosos se encontraban un calefactor, una lavadora, un computador antiguo con su pantalla y partes de motocicleta.

Durante las siguientes semanas, a la espera del evento masivo se siguió con limpiezas profundas a los diversos equipos del sector, a la vez de que se chequeaba el estado de estos.



Respaldo visual N°16: Calefactor a gas, antes y después de limpieza.



Respaldo visual N°17: Compresor pequeño Indura, antes y después de limpieza.



Respaldo visual N°17: Máquina de soldar al arco manual Indura, antes y después de limpieza.

Una vez llegado el momento del evento de mejora continua a mayor escala respecto a la Primera S se destaca el descarte de un total de 10 máscaras de soldar en mal estado, y varios kilos de despuntes de tamaños poco utilizables debido a su largo o su estado.



Respaldo visual N°18: Objetos a clasificar en 1°S

En este sector se pudo notar que el proceso fue mucho más rápido en esta fase ya que el mayor volumen de elementos correspondía a elementos estructurales, que simplemente necesitaban ser ordenados, por lo que, dando paso a la Segunda S, se procede a ordenar de la mejor manera posible la materia prima que aun podía ser utilizada y las herramientas disponibles.



Respaldo visual N°19: Proceso de organización 2°S, elementos de trabajo y materia prima.

Se destaca el hecho de acercar instrumentos que usualmente se encontraban en el pañol al área de trabajo, como lo son las prensas C, además de algunos insumos de soldadura, evitando así gran cantidad de trayectos innecesarios al pañol.



Respaldo visual N°20: Proceso de organización 2ºS, Comparativa directa antes y después del pasillo que conecta el sector de soldadura con la cocina y el baño.

Es posible visualizar en la comparativa anterior como aún se encuentran objetos de gran tamaño en el pasillo, pero, aun así, el hecho de despejar todos los perfiles y equipos fuera de servicio brindan un mejor tránsito por la maestranza.

Luego de toda esta reorganización claramente se procedió a limpiar con todos los sentidos alerta como lo sugiere la 3ºS, donde en particular no se encontró ningún elemento nuevo que requiera ser etiquetado para su clasificación o mantenimiento.

Como en el punto anterior, la plantilla de chequeo de limpieza aportará un primer acercamiento a la 4ºS en el sector, con el fin de poder, además, repasar las 5S de manera diaria, manteniendo la zona en su estado más óptimo cada día.

La 5ºS aun requiere un mayor tiempo para crear una rutina más arraigada a las operaciones, de manera que no sean momentos puntuales de utilización del método, sino casi un requisito para el comienzo de las operaciones.

6.1.4. Cocina

La cocina, fundamental para cualquier lugar de trabajo, en este caso se encontraba repartido dentro de la maestranza, en lugares donde eran altamente propensos a la polución, y además quitaban valioso espacio para el tránsito de piezas de gran tamaño, las cuales tienden a ser bastante habituales. Además, el cuarto que correspondía a la cocina se encontraba clausurado al ser utilizado como una bodega de diversos elementos poco relacionados con las operaciones de la empresa.

Algunos de los equipos más notables en su estado inicial se pueden apreciar en las siguientes imágenes:



Respaldo visual N°21: Estado inicial de algunos electrodomésticos de la cocina, refrigerador, microondas, horno eléctrico, dispensador de agua y la acumulación de basura detrás de los mismos.

Además de la oscuridad, la inaccesibilidad para la limpieza detrás de los electrodomésticos causaba una situación delicada y no muy grata a la vista.

La siguiente mejora no presenta registro del proceso llevado a cabo, debido a que fue realizada unilateralmente por el dueño de la maestría con la inspiración ganada por los positivos resultados del evento 5S.

La mejora mencionada consistió en la habilitación del cuarto de cocina, donde se clasificaron los elementos almacenados en la habitación, posteriormente se organizaron los espacios de manera que los electrodomésticos tuvieran un lugar bien establecido y resguardado de las condiciones ambientales generadas por los procesos habituales de manufactura.

Al siguiente día hábil se registraron los notables avances que se generaron:



Respaldo visual N°22: Avances en el cuarto de cocina.

Apoyados con una luz de trípode se dejó habilitada de manera fundamental todos los artículos esenciales, además de una simple mesa, y unos útiles casilleros donde almacenar las pertenencias. Luego se comenzó un proceso de limpieza profunda donde se eliminó la suciedad restante de las superficies.

Dentro de los días siguientes, a modo de facilitar la comodidad, organización y limpieza de la cocina se invirtió en un secador de trastes, dispensadores de lavalozas, manteles y una luz fija de tubo para brindar una iluminación más ideal.



Respaldo visual N°23: Adiciones al cuarto de cocina, secador de trastes y manteles.

Relativo a la estandarización, este lugar es diariamente limpiado para mantener su estado ideal, esta rutina propició una facilidad extra al generar la lista de chequeo de la cocina, sugiriendo la limpieza e inspección de los mismos puntos que ya eran habitualmente atendidos.

Respecto a la 5°S aún se requiere de más tiempo para establecer la cultura buscada, pero es notable como se empieza a apreciar una intensión de cuidar del estado del lugar, aparte

de la rutina matutina, haciendo de manera natural limpieza luego de la hora de almuerzo, o de preparar alguna bebida caliente.

6.1.5. Exterior

El sector exterior es el lugar donde se realizan los trabajos de gran envergadura, y a pesar de tener una superficie considerable, al descuidar lo que se va dejando en este lugar fácilmente puede acumular una gran cantidad de elementos de supuesta utilidad, pero que finalmente se vuelven proyectos sin fin que solo ocupan valioso espacio de operación.



Respaldo visual N°24: Estado inicial Sector exterior.

Cuando inició oficialmente el proceso de 5s marcado por la llegada de la batea para el reciclaje de chatarra, esta se volvió el punto de descarga principal de elementos innecesarios, que fue llenada en dos ocasiones durante este proceso. Luego se estableció el lugar dedicado para el reciclaje de metales, para venderlos periódicamente y generar cierto retorno de los desbastes generados día a día.



Respaldo visual N°25: Batea llena y barriles listos para comenzar el reciclaje.

Una vez organizado todo lo restante en el sector se puede apreciar como todo se despejó casi completamente el espacio de trabajo, donde anteriormente solo podían ingresar con mucha dificultad 2 semirremolques, ahora podían posicionarse 3 con cierta holgura.



Respaldo visual N°26: Panorama del exterior luego de completar evento 5s.

Además de la chatarra metálica, la basura domiciliaria tampoco era gestionada apropiadamente, por lo que se averiguó los días en los que el camión de la basura pasaba por las calles cercanas, para organizar la extracción oportuna de los contenedores disponibles, evitando la excesiva acumulación de estos desechos.

Actualmente no se ha abordado con mayor profundidad la metodología en este sector, en relación con la estandarización o la disciplina.

6.1.6. Avances en pañol

El pañol específicamente no ha sido reorganizado a profundidad de acuerdo con la metodología, pero ha sido positivamente afectado de manera focalizada en algunos puntos que serán abordados a continuación.

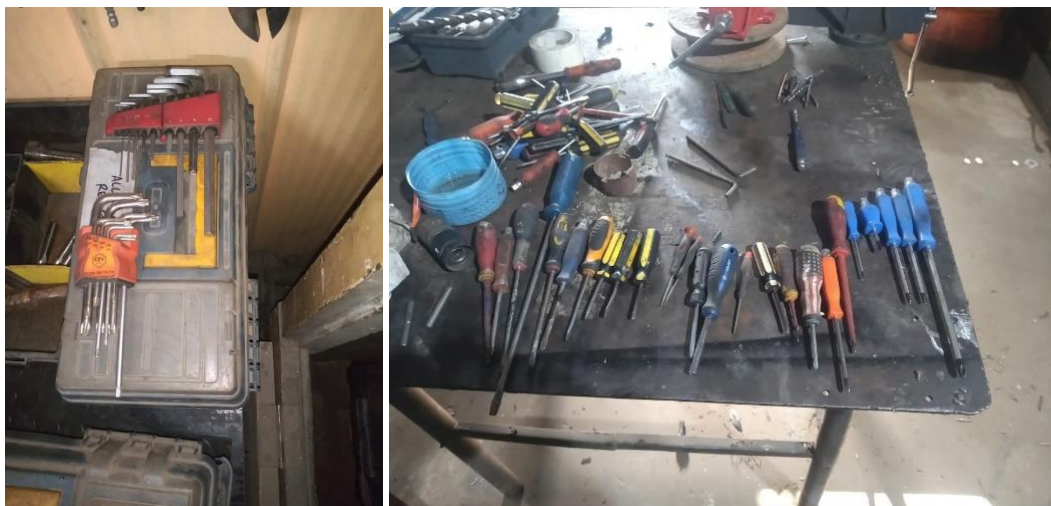
En primer lugar se tomó el concepto de colgar las llaves punta corona que fue intentado implementar y se reconocieron las falencias del sistema, en primer lugar, no había una claridad rápida de las medidas de cada llave, en segundo no se encontraban todas las medidas, a pesar de tener varios juegos completos de llaves comprados anteriormente, y finalmente no había una cantidad apropiada de cada llave por dimensión (teniendo en cuenta que se requiera aflojar un par perno-tuerca, se requieren 2 llaves y no una).



Respaldo visual N°27: Antes y después de la organización de llaves punta corona.

Para solucionar las falencias iniciales, se indicaron claramente las medidas con números autoadhesivos para facilitar la selección apropiada, además se rescataron y reorganizaron las llaves disponibles para completar el juego, y finalmente se definió que por cada lugar debe haber 2 llaves de la medida, no más, ni menos, para su rápida utilización en parejas. Con el fin de conservar este estado mejorado, se revisa diariamente si están las llaves en su lugar y en la cantidad establecida.

Luego se procedió a la clasificación de las llaves Allen y los diversos desatornilladores disponibles, donde se descartaron las herramientas en mal estado y se seleccionaron las que estaban en mejores condiciones para ubicarlas de modo que tuvieran un acceso rápido y un orden fácil de mantener.



Respaldo visual N°28: Clasificación, y organización de herramientas tipo Allen, Torx y desatornilladores.

Posteriormente se prepuso buscar una mejor forma de organizar las fijaciones disponibles en la maestranza, ya que el hecho de tener que buscar un par específico de perno-tuerca podía ser una tarea muy desalentadora, debido a que la baja visibilidad y la poca constancia en la organización original establecida solo llevo a un caos generalizado en esta área.

Con la ayuda de una luz provisoria se comenzó el vaciado de cada gabinete para definir un orden más lógico y sencillo de mantener, para ello se definió la mitad izquierda como el espacio para las fijaciones métricas y la derecha para las imperiales, con tamaño

descendente de izquierda a derecha y de arriba abajo. Además, con el fin de facilitar la manipulación de los pernos se reutilizaron frascos plásticos, los cuales se marcaron con las medidas, junto con su gabinete correspondiente, para que sea lo más lógico posible volver a dejar estos elementos en su lugar.



Respaldo visual N°29: Comparación estado inicial y en proceso de mejora, primeras fases del nuevo orden.

Teniendo establecido todas las medidas más utilizadas en cada gabinete se imprimieron membretes más formales y claros a la vista para consolidar la mejora, además se realizó la instalación eléctrica de un nuevo foco de gran luminosidad, para mitigar la bajísima visibilidad inicial.

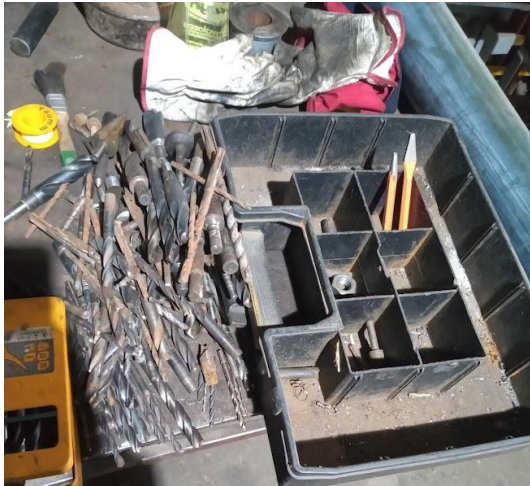


Respaldo visual N°30: Estado final, cada perno y tuerca en su lugar, correctamente indicado.

Como última mejora notable para esta fase de 5S expuso el descontento con la manera en que se mantenían las brocas de la maestranza, debido al tiempo que tomaba buscar cada medida, en una caja con mínima organización donde podían pasar hasta decenas de minutos para encontrar una sola broca útil, y eso, si es que en realidad estaba en inventario. Esto causaba constante frustración entre los colaboradores, en vista de tener tantos contratiempos en una tarea tan simple como buscar una broca y perforar.

Se vació completamente la caja, decidiendo si las brocas disponibles se encontraban en condiciones mínimas de funcionamiento (si era al menos posible volver a afilarlas), además

se separaron las brocas de concreto y madera, ya que su uso es ocasional en comparación a las brocas para acero. Posteriormente se utilizó la gran acumulación de cajas de herramientas de mecanizado que se generó con el tiempo, cajas de brocas, fresadoras y porta herramientas cumplirán la labor de separar claramente cada medida, evitando confusiones.



Respaldo visual N°31: Proceso de vaciado de caja de brocas y primer paso a una mejora en la organización.

Luego de establecer estas primeras acciones para la reorganización, se indicó con números impresos la dimensión de broca que cada caja contiene.



Respaldo visual N°32: Estado actual de la caja de brocas.

Esta mejora actualmente ya ha generado muchas opiniones positivas entre los colaboradores que ya no sufren las pérdidas de tiempo actualmente descritas, donde tomar la herramienta de corte precisa ya no toma más que un par de segundos.

Se reconoce que esta solución no es la más elegante, pero es un estado intermedio que permite eliminar en su totalidad la pérdida observada, además ya se encuentra en discusión una forma más profesional de establecer esta mejora.

Sumario de las mejoras.

Exceptuando las labores realizadas en el sector de soldadura como desarrollo de la actividad del ramo de "Fundamentos de la mejora continua" la totalidad de las mejoras presentadas fueron llevadas a cabo desde mediados de enero 2022 hasta junio de 2022, donde el

segundo evento de 5S se encuentra en proceso de establecimiento de fecha fija, para realizar la última depuración mayor de elementos y reorganización del pañol y las materias primas disponible.

A nivel de resultados respecto a la planificación de acciones realizada en la Tabla N°7 se brindan soluciones satisfactorias para la gran mayoría de los puntos. Quedando pendiente una definición más concreta de los niveles de inventario de seguridad, aunque el orden general en que se encuentra la maestranza ha ayudado enormemente a visualizar el stock de estos elementos, sin siquiera haber hecho un cambio directamente, reduciéndose a prácticamente 0 horas de perdidas por quiebre de existencias, ya que esta situación no ha vuelto a ocurrir desde mayo de 2022. Esto quiere decir que la reducción de la pérdida de tiempo estimada en la tabla anteriormente mencionada se ha cumplido en su gran totalidad excepto por situaciones ya sumamente puntuales.

Respecto a los resultados monetarios, no es posible medir con certeza el costo de oportunidad que implicó la clausura momentánea relacionada a las labores mayores de las 5S, pero es importante asegurar que no existió un costo directo importante en los cambios mostrados anteriormente, ya que se priorizó la reutilización de los mobiliarios ya disponibles y la utilización de remanentes de materia prima para la fabricación de las mejoras. Incluso existió un saldo a favor de \$380.000CLP correspondientes a la venta de los metales para su reciclaje, los que corresponden aproximadamente a 400Kg de chatarra metálica distribuidas en las 2 bateas llenas.

En relación con la chatarra eliminada junto con el cambio de Layout, se generó claramente un mayor espacio disponible para el tránsito y fabricación dentro de la maestranza. Según estimaciones realizadas al sumar el área utilizada previamente por el mobiliario ya retirado se llega a la conclusión de que el espacio liberado asciende a 20.2 m², es decir un 24.4% del espacio total, y que al valorizarse a \$10.000CLP/m² se llega a la conclusión de que se estaban pagando \$202.000CLP mensualmente por espacio totalmente inaccesible o inutilizable por elementos innecesarios. Ahora, además de tener esa área nuevamente disponible, el resto del espacio actualmente está mucho mejor ocupado, pensando en el tránsito entre los sectores, y la interacción entre los procesos de fabricación.

	Largo [m]	Ancho [m]	Área[m ²]	Valorización [CLP/mes]
Cocina	4.1	2.8	11.48	\$ 114,800
Soldadura	6	1	6	\$ 60,000
Mecanizado	2	1	2	\$ 20,000
	1.2	0.6	0.72	\$ 7,200
Total			20.2	\$ 202,000

Tabla 23: detalle de los volúmenes totales de mobiliario descartado dentro de la maestranza y su valorización mensual.

En cuanto a la percepción general de la metodología aplicada, claramente para los colaboradores que vivieron todos los inconvenientes previos a la mejora, se esforzaron para lograr cada paso realizable de las 5s, y hoy en día disfrutan de los resultados, toda esta experiencia fue un gran aumento de la moral, ya que, aparte de cualquier broma que pudiera surgir por lo repetitivo que resulta nombrar cada paso de las 5s constantemente, se asocia la metodología a un conjunto de acciones que si cumple con su cometido y que implica directamente una mejora no solo para la empresa, sino que también para el bienestar propio, físico y psicológico dentro de la maestranza, con lugares que se adapten a las preferencias de cada colaborador en su área.

Respecto a esta percepción general, cabe destacar que los trabajadores no fueron los únicos que han notado el cambio, ya que gracias a la libertad que se le da a los clientes de poder

entrar y ver como se realizan los procesos de manufactura, ellos también han podido apreciar la amplitud de las mejoras realizadas, donde primaron comentarios positivos, de asombro, de felicitaciones, e incluso de orgullo para los más cercanos, solo por citar algunos, “¿de dónde sacaron tanto espacio?”, se ve como otra maestranza”, “ahora sí parece más una maestranza”, “qué bueno que están progresando”, entre otros.

6.2. Avances Ciclo Deming y Kaizen

Ambos ciclos de Deming previamente planificados fueron desarrollados entre el periodo de posterior al evento de las 5S, cumpliéndose las fechas límites establecidas. A continuación, se hará un breve resumen del proceso de materialización de las mejoras.

6.2.1. Disponibilidad de portaherramientas y lainas para el torno.

En primer lugar, se clasificaron los elementos realmente necesarios para el uso del torno, es decir portaherramientas de distintos tipos, el juego de mordazas exterior del plato autocentrante, juego de llaves Allen, llave punta corona 19mm, pie de metro y brocha para limpieza. Además, se establece que solo debe haber un trabajo simultáneamente en el área de trabajo, es decir, en la parte superior del torno, y el mesón de trabajo. No se elimina completamente la existencia de estos elementos en el torno, debido a que es el lugar más conveniente y de acceso más rápido al momento de mecanizar, en particular si son trabajos en serie, donde lo ideal es reducir al mínimo las pérdidas de tiempo.



Respaldo visual N°32: Estado inicial en comparación a primeras labores de clasificación.

Dentro de la selección de portaherramientas, se habilitaron varios portaherramientas nuevos, que nunca habían sido abiertos, debido a que no había un lugar confiable donde dejarlos y tampoco se había dado el tiempo de ensamblarlos, a pesar de contar con las plaquitas de carburo de tungsteno.

Luego de contar con lo esencial, se dimensionaron los perfiles metálicos más apropiados para mantener organizado y de fácil acceso, además se fabricaron lainas y se centraron todas las herramientas para la realización de cambios rápidos de portas durante la fabricación. Estas se marcaron con números de golpe junto con su gabinete y su portaherramientas, para no perder el orden establecido inicialmente. Finalmente se utilizaron 2 imanes grandes como los

soportes para asegurar de que no se caería fácilmente el organizador y se pintó de color negro para protegerlo de la corrosión.



Respaldo visual N°33: Presentación de cada herramienta en su lugar, y el estado actual de la solución creada.

Dentro de la selección se encuentran portaherramientas interiores, grandes, medianos, pequeños y para la fabricación de hilos; exteriores desbaste general derecho, izquierdo, central y fabricación de hilos grandes y pequeños. Esta selección será analizada con el tiempo para hacer cambios pertinentes, de tal modo que siempre se cuente con herramientas apropiadas para la mayor cantidad de operaciones.



Respaldo visual N°34: Estado actual la parte superior del torno.

Con los cambios ya completamente implementados, se puede apreciar la facilidad en la que se puede ordenar los elementos del torno, todo está en su lugar y listo para ser utilizado. A nivel operacional ha sido un cambio tremendamente positivo, ya que era demasiado habitual tener que buscar portaherramientas durante varios minutos (siendo estos ni siquiera de carburo de tungsteno, sino de acero rápido), para pasar otros 10 minutos para encontrar las linternas ideales para centrar y luego por fin comenzar a fabricar. Ahora de manera consistente, el cambio puede tomar 30 segundos, entre sacar y ordenar la herramienta anterior e insertar

la nueva a utilizar, es decir se redujo a solo un 5% del tiempo original, y esto sin tomar en cuenta que la velocidad de corte optima del carburo de tungsteno puede ser entre 5 a 10 veces mayor al del acero rápido, que actualmente se encuentra en inventario solo para trabajos muy puntuales.

Con los resultados mencionados, se cumple el propósito de este ciclo de Deming, sin una necesidad urgente de reiniciar el ciclo, donde solo se mantendrá al tanto de un conjunto mejor o más apropiado de herramientas para mantener la fabricación en su punto más óptimo.

6.2.2. Complicaciones para la selección y búsqueda de machos para hilos.

La fabricación de hilos mediante la utilización de machos, a pesar de requerir cierto nivel de habilidad, corresponde a un proceso que debería agilizar la fabricación de hilos de diversos diámetros y pasos, pero si no se es capaz de encontrar el juego apropiado cuando es requerido se cae en las pérdidas.

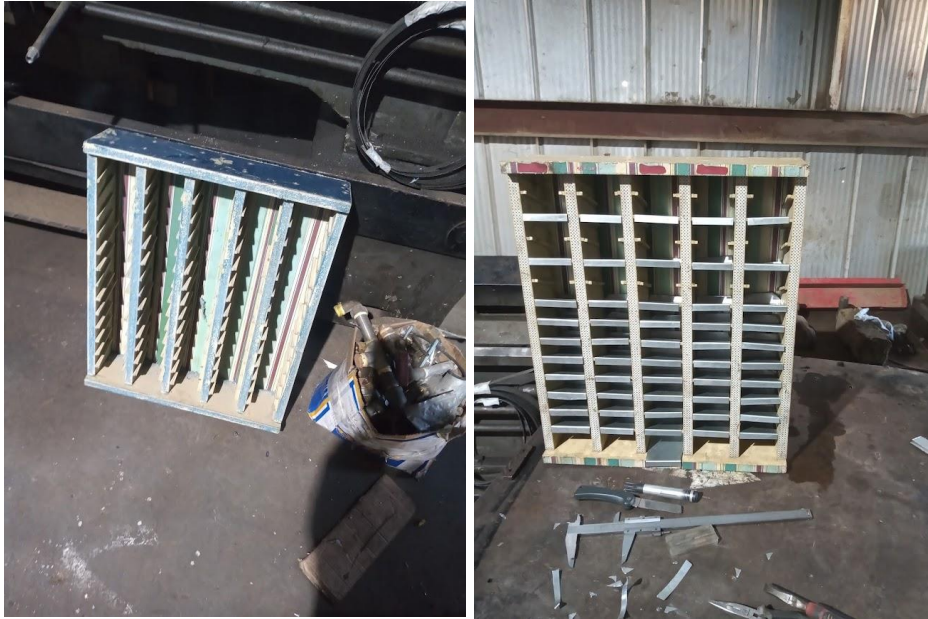
Inicialmente estos machos se encontraban en una caja mínimamente organizada, y que lamentablemente había sido inundada por agua de una gotera durante un día de lluvia, causando que la mayoría de estos se oxidaran evitando que se encontraran en condiciones para ser utilizados de una sola vez.

Por esta razón, se extrajeron todos de su caja, se clasificaron los que aun podían ser utilizados, y se limpiaron con la grata montada en el esmeril de banco. Una vez limpios, con la ayuda de un pie de metro y un juego de galgas cuenta hilos, se identificaron todos los machos disponibles, separándolos correctamente marcados con cinta de enmascarar en distintas secciones de la caja de manera provisoria.



Respaldo visual N°34: Estado inicial de los machos de la maestranza y avances en la clasificación y organización provisoria.

Posteriormente, y gracias al evento de mejora continua, se rescató un mueble antiguo, que poseía gran cantidad de ranuras, se hizo identico la posibilidad de hacer pequeños cajones con una plancha de zinc remanente de un trabajo anterior y se dimensionaron para posteriormente doblarlos a la forma deseada con la ayuda un tornillo mecánico



Respaldo visual N°35: Estado inicial del mueble recuperado, y la prueba de los cajones de zinc fabricados.

Una vez comprobado el ajuste perfecto de estos cajones, se pintó negro el nuevo organizador, y se colgó en la pared del pañol para proceder a distribuir todos los machos disponibles.



Respaldo visual N°36: presentación del organizador en el lugar escogido, y la identificación provisoria de cada medida de macho.

Finalmente, con todo en su nuevo lugar, se digitalizaron las medidas mediante computador y se imprimieron los membretes de cada medida y paso correspondiente. A la mitad izquierda se encuentran los machos métricos, y a la derecha los de pulgada.



Respaldo visual N°37: Estado actual de la mejora.

De aun existir la caja original del juego de machos, se conservó y se dejaron en su lugar correspondiente, también se dejó la herramienta pasamachos en la base del organizador, para minimizar el tiempo de búsqueda de los elementos necesarios para hacer hilos.

A nivel de resultados, se logró reducir de entre 8 a 5 minutos para seleccionar un solo macho (sin contar los casos más desafortunados, donde se podía tardar hasta 15 minutos) a 5 segundos para encontrar y rescatar el macho requerido, es decir solo un 1% o 1.6% del tiempo originalmente requerido para esta tan sencilla tarea.

Claramente los colaboradores que requerían del uso de esta herramienta notaron inmediatamente el salto en la facilidad de uso que esto implicó. Si esto se suma al avance con las brocas anteriormente presentado, toda esta operación se volvió extremadamente sencilla, eliminando toda la frustración y pérdida de tiempo que implicaba este proceso.

Conforme con los resultados, no se ve la necesidad de un nuevo ciclo de Deming al respecto, ya que aún quedan gabinetes vacíos para seguir agregando más variedad a la colección de machos disponibles.

6.3. Avances TPM

Ya con una base más establecida de operaciones gracias a las 5s, es posible proseguir con las primeras medidas de mantenimiento productivo total a nivel de organización, para seguir avanzando en el restablecimiento de las condiciones óptimas de fabricación. Es posible que en algunos casos los pilares no cuenten con avances considerables considerando que gran parte de las propuestas son pensadas para desarrollarse con mayor profundidad durante el segundo semestre del año 2022.

6.3.1. Seguridad, salud e higiene

Con respecto a las situaciones planificadas a solucionar en el pilar, se realiza un chequeo de los avances:

- Reemplazo de los enchufes que presenten señales de deterioro o con partes faltantes.

Actualmente se han reparado la totalidad de las extensiones utilizadas en la maestranza, junto con los enchufes que implicaban un gran punto de riesgo a la salud de los colaboradores.



Respaldo visual N°38: Reemplazo de enchufe de la maestranza.

- Eliminación de la extensión del techo del pañol.

Posterior a la planificación de este pilar, el evento de las 5s ayudó a solventar esta situación, directamente, aunque aún queda desocupar la parte superior del pañol, para eliminar en su totalidad el foco de riesgo que este representa.



Respaldo visual N°39: Remoción de las alzaprimas conflictivo en el sector de mecanizado.

- Habilitación de mayor iluminación en los pasillos y en las áreas de trabajo.

Como se ha mencionado en algunos puntos anteriores, se ha incurrido en la compra de focos de luz led, de bajo consumo y alta luminosidad, para mejorar la visibilidad dentro de la

maestranza, en particular se han instalado en la cocina, en el pasillo frente al pañol y pasillo en el sector de soldadura en dirección al baño, además de una luz más pequeña para el Torno 2 que se encontraba particularmente oscuro.

Todas estas mejoras, 3 luminarias largas y dos pequeñas, ascienden a un total de inversión de \$44.280CLP

Producto	Valor	Cantidad	Total
Foco Led 30W	\$ 6,390	2	\$ 12,780
Led estanco 18W	\$ 10,500	3	\$ 31,500
Total			\$ 44,280

Tabla 24: Desglose de costos de compra de luminaria.



Respaldo visual N°40: Imágenes referenciales de las luminarias instaladas.

- Instalación de soporte y señalización para extintor.

Actualmente se cuenta con los soportes de extintor para ser posicionados a la brevedad, a pesar de esto ya se cuenta con extintores en cada área de trabajo para la prevención de accidentes y con respecto a la señalética esta ya ha sido entregada por el IST para su pronta instalación.



Respaldo visual N°41: Extintor y soporte de extintor

- Implementación de botiquín de primeros auxilios.

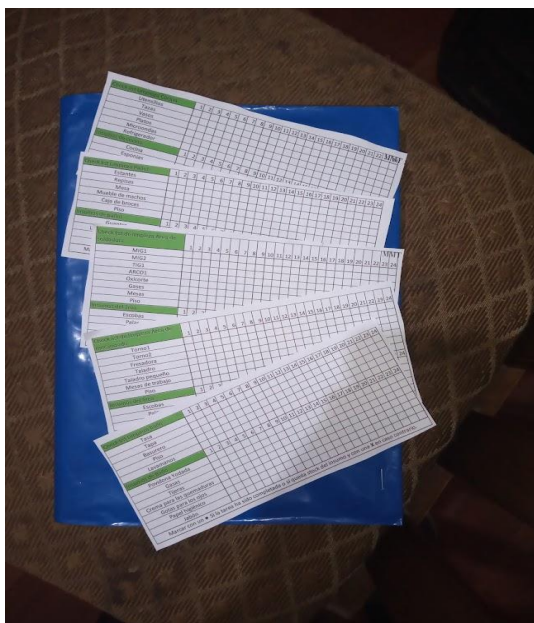
El botiquín ya existente fue finalmente abastecido de los diversos elementos básicos para la realización de primeros auxilios, además de algunos medicamentos de uso general para el dolor de cabeza o de estómago.



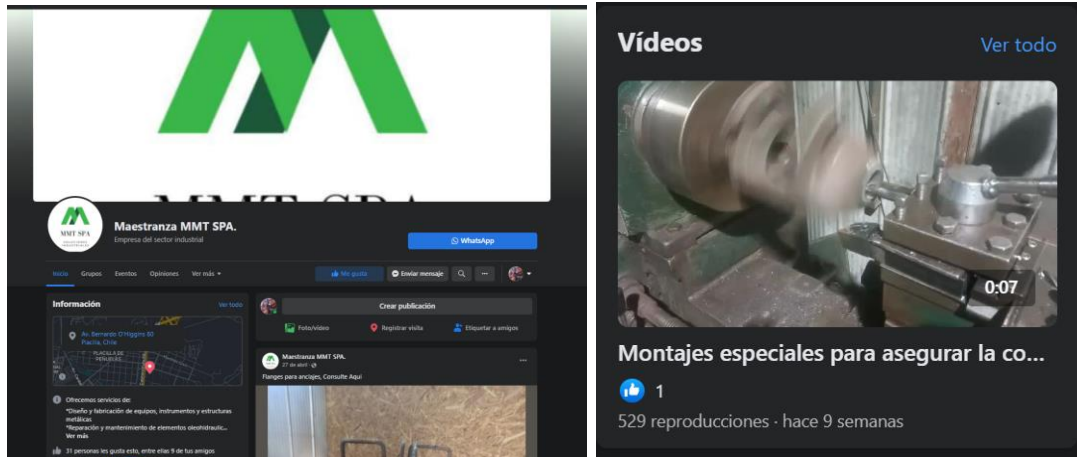
Respaldo visual N°42: Botiquín de primeros auxilios abastecido de insumos.

- Tarjetas de chequeo de limpieza diaria.

Solo como avance ha realizado la impresión de las tarjetas de chequeo, pero debido a retrasos en los módulos de educación relativos al TPM, se ha decidido esperar a correcta comunicación del método para implementar esta medida de manera más efectiva



Respaldo visual N°43: Impresión de las listas de chequeo para su instalación.



Respaldo visual N°45: Página principal de Facebook de la maestranza, y video subido a la plataforma.

Además, se creó la ubicación vía Google Maps de modo que se facilite la búsqueda de los clientes de servicios de manufactura, mostrando de manera clara el rubro y el nombre de la empresa, numero de contacto, y una pequeña descripción de los servicios ofrecidos:

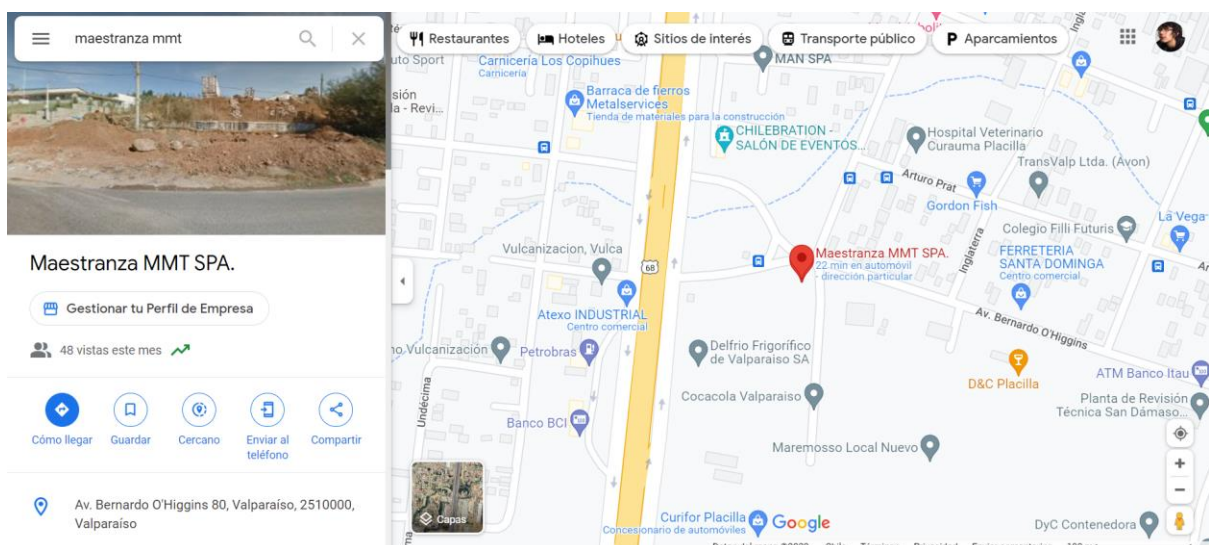
"La Maestranza MMT SPA ofrece servicios de mecanizado, soldadura, mantenimiento y reparaciones de elementos mecánicos de todo tipo.

Listado de nuestros servicios.

- Diseño y fabricación de estructuras metálicas
- Mantenimiento de equipos oleo hidráulicos y neumáticos
- Reparación de rampas de camión Soldadura
- TIG
- MIG
- Arco manual

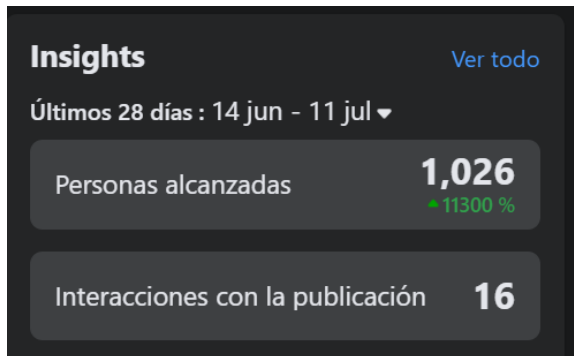
Mecanizado

- Torneado
- Fresado
- Taladrado"



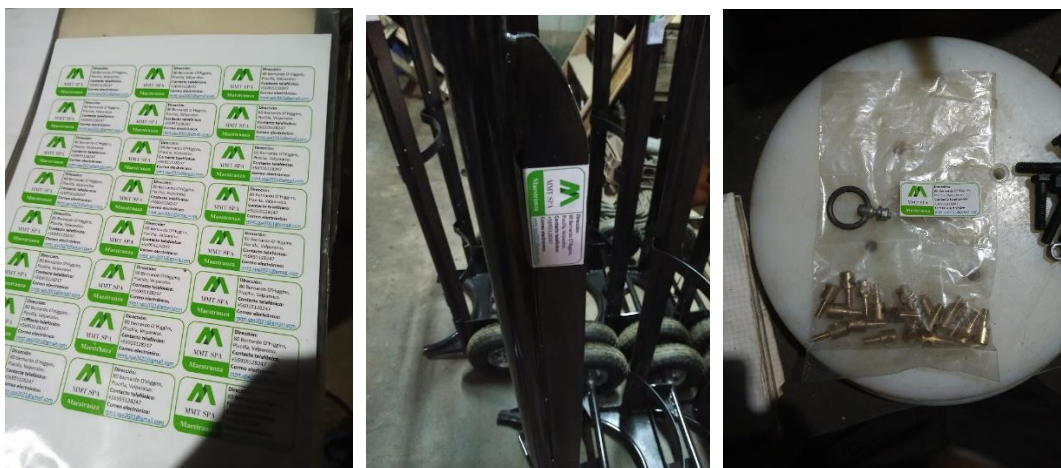
Respaldo visual N°46: Localización de Google Maps Maestranza MMT SPA.

Con estas medidas se ha logrado captar efectivamente 5 clientes que han realizado trabajos en la maestranza, además de múltiples llamados de consultas. Actualmente la ubicación de Google tiene aproximadamente 48 visitas al mes y la pagina de Facebook cuenta con 31 Me gustas, 1.026 personas alcanzadas entre la quincena del mes de junio y julio, además de videos con más de 500 visitas.



Respaldo visual N°47: Seguimiento de visitas de Facebook

Respecto a la inversión en la imagen de la empresa, aún se necesita de mayor inversión económica, de modo que se puedan comprar uniformes oficiales, letreros, folletos, y publicidad pagada por Facebook y Google, aprovechando que ya están creadas las cuenta en estas plataformas. A pesar de esto, se han encontrado medidas de bajo impacto económico que tienen como objetivo hacer más reconocible a la empresa, en este caso, la impresión de calcomanías con el logo y la información de la maestranza, que comenzarán a ser colocadas en los trabajos que sea pertinente, además se invirtió en una maquina selladora y bolsas plásticas para contener las partes de manera segura, que se manufacturen en maestranza, dándoles una apariencia que se espera se vuelva cada vez más familiar para los clientes a medida que se continúe con su utilización, volviéndolo un nuevo estándar de trabajo entregado.



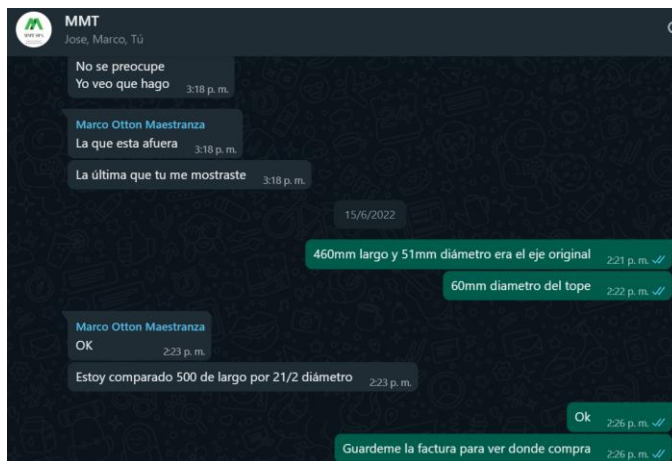
Respaldo visual N°48: Calcomanías de la empresa y propuesta de empaquetado, con la muestra separada del producto final.

Producto	Costo unitario	Cantidad	Total producto
Maquina termoselladora	\$ 14,000	\$ 1	\$ 14,000
Bolsas de 20x35cm	\$ 35	\$ 30	\$ 1,050
Bolsas de 10x20cm	\$ 15	\$ 70	\$ 1,050
Impresion calcomanias	\$ 1,000	\$ 3	\$ 3,000
Total			\$ 19,100

Tabla 25: Recuento de costos de implantación.

- Información inexacta e incorrecta de fabricación**

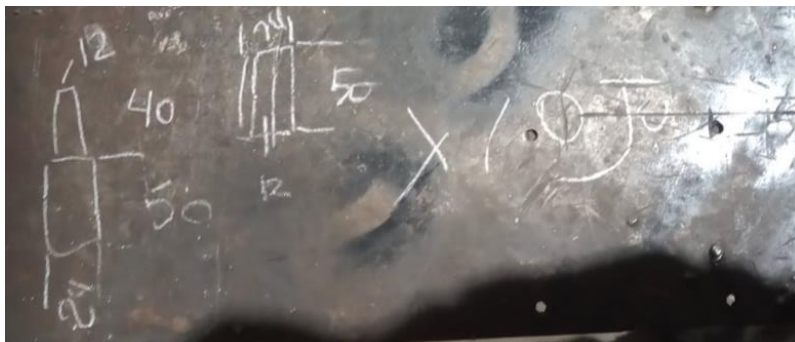
Considerando la previa implantación del grupo de mensajería instantánea, la medida a corto plazo para solucionar la perdida detectada corresponde acostumbrar a los colaboradores a tomar notas, y enviar medidas a través del grupo creado, quedando un registro disponible para todos los participantes, de forma que se pueda corroborar de manera rápida cualquier duda en algunos datos principales, como en el siguiente ejemplo.



Respaldo visual N°49: Ejemplo de solicitud de medidas para compra de materia prima.

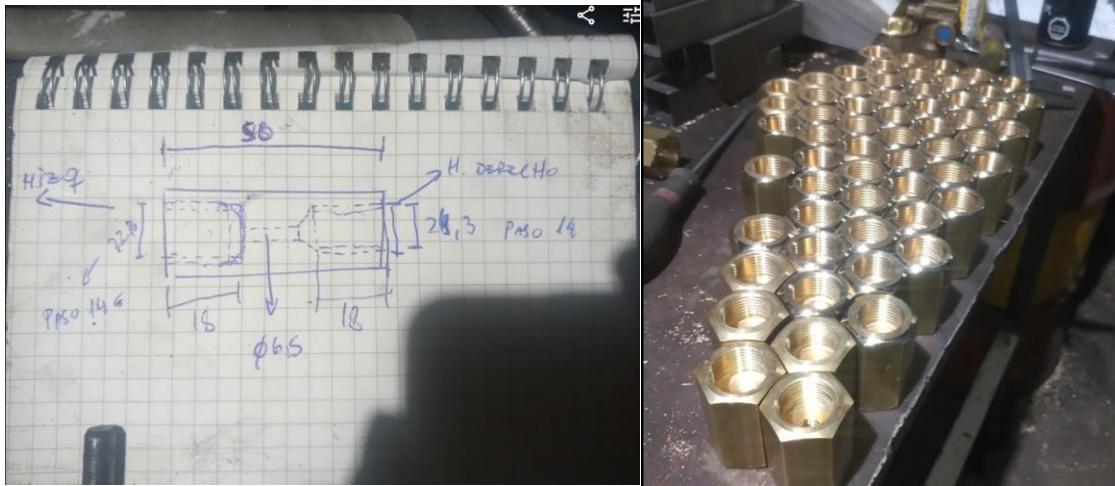
Teniendo en cuenta que no era poco común la situación de la compra apresurada de material con las medidas incorrectas, este es un paso muy favorable para la eliminación de los inconvenientes en la fabricación.

Respecto a la información más detallada de la fabricación, la única forma que se tenía para materializar las medidas era hacer un boceto en tiza en alguna superficie, usualmente la mesa o el mismo material a utilizar, esto, implica una serie de problemas, ya que no siempre se distinguen correctamente los números escritos en tiza, además del riesgo inminente de accidentalmente borrar la información.



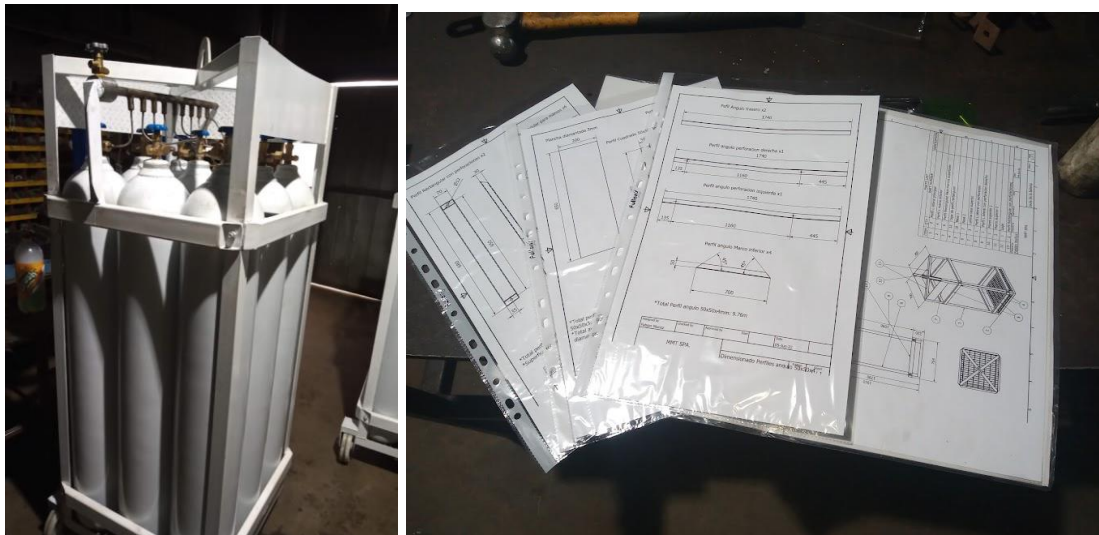
Respaldo visual N°50: Condición inicial, boceto en tiza con información de fabricación.

En busca de una solución se observa que claramente existen limitaciones en lo que se puede transmitir mediante mensajes de texto o voz, por lo que la siguiente medida a implementar contempla poder dibujar bosquejos con la información esencial para la fabricación, de modo que no sea tan frecuente la corroboración de estos datos, acción que conlleva usualmente a esperas innecesarias.



Respaldo visual N°51: Boceto rápido y la fabricación realizada en base a la información entregada.

Ahora como avance a las medidas a largo plazo, enfocadas a los productos de fabricación frecuente, se incursiona en el diseño de planos de fabricación, en particular de una denominada “batería de oxígeno”. Estos nuevos documentos se encontrarán guardados de manera digital y en una carpeta de proyectos al interior de la maestranza, con el fin de que, si fuera requerida la fabricación de este elemento, tan solo habría que consultar los planos, seleccionar el material y comenzar la fabricación, sin tener que esperar mayores instrucciones de medidas o ensamblaje, ya que toda se encuentra detallada.



Respaldo visual N°52: Batería de oxígeno y planos de fabricación correspondiente.

Claramente cada medida implementada tiene su contexto de uso, incluso el uso de tiza podría justificarse de ser una información sumamente simple a recordar, siempre y cuando se considere que actualmente no existe falta de medios de comunicación de información de fabricación, por lo que si hay más detalles a tener en cuenta, se puede anotar digitalmente, o en las libretas junto a un boceto; y si esta información se torna un trabajo recurrente, generar un dibujo que preserve de mejor manera, medidas, materiales tolerancias, etc.

Con las medidas ya implementadas, se puede apreciar que existe mucho más agilidad y seguridad al momento de fabricar, ya que todo se encuentra respaldado de alguna manera duradera, habilitando la posibilidad de consultar las veces necesarias sin tener que esperar respuestas de terceros, o procediendo a generar un defecto de fabricación por una confusión en la información dicha de palabra.

Se estima que el tiempo de pérdida cuantificado en la condición inicial se reduce en un 60% con los cambios implementados. Se espera seguir con estos nuevos métodos de registro, para que esta forma de trabajar sea un buen hábito que perdure en el tiempo, y con esta mayor experiencia, se vaya reduciendo en mayor medida la pérdida remanente.

6.3.3. Mejora autónoma

Para presentar las informaciones desarrolladas, se recuperó una pizarra de información, la cual se instaló al costado del Torno 1, y habilitó una superficie suficiente para adherir la tabla de velocidades de corte, y una carpeta donde se mantiene la información de las fallas comunes del torno.



Respaldo visual N°53: Pizarra de información.

Teniendo como línea base lo establecido en las tablas mencionadas, es posible ir agregándoles más información en la medida que se encuentren nuevos datos relevantes.

En particular la tabla de velocidades de corte ha sido consultada frecuentemente para corroborar un eficiente uso de las herramientas de torno ya que es bastante cómoda de utilizar, mientras que la rutina diaria junto con la información de problemas recurrentes del torno actualmente se encuentra bastante internalizadas, pero se debe destacar que el objetivo principal de estas dos últimas se centra en facilitar el uso del equipo para nuevos colaboradores, por lo que la utilidad de estos sistemas de información ganaran valor en el momento que sea posible incorporar un nuevo empleado que cumpla las labores de mecanizado.

6.3.4. Mantenimiento planificado

Con la intención de recuperar las condiciones óptimas de operación, se procedió a reparar los equipos priorizados en la fase de planificación y desarrollo de las metodologías.

- **Taladro sensitivo**

En primer lugar, el taladro sensitivo, que se encontraba en un estado bastante deteriorado y descuidado, se comienza a mantener mediante una limpieza profunda, de todos sus componentes.



Respaldo visual N°54: Limpieza parte superior de taladro, antes y después.

Para solucionar la dificultad con la que se mueven la superficie de trabajo, removió el óxido del pilar del taladro, para posteriormente aceitarlo, comprobando que se solucion  completamente este problema.



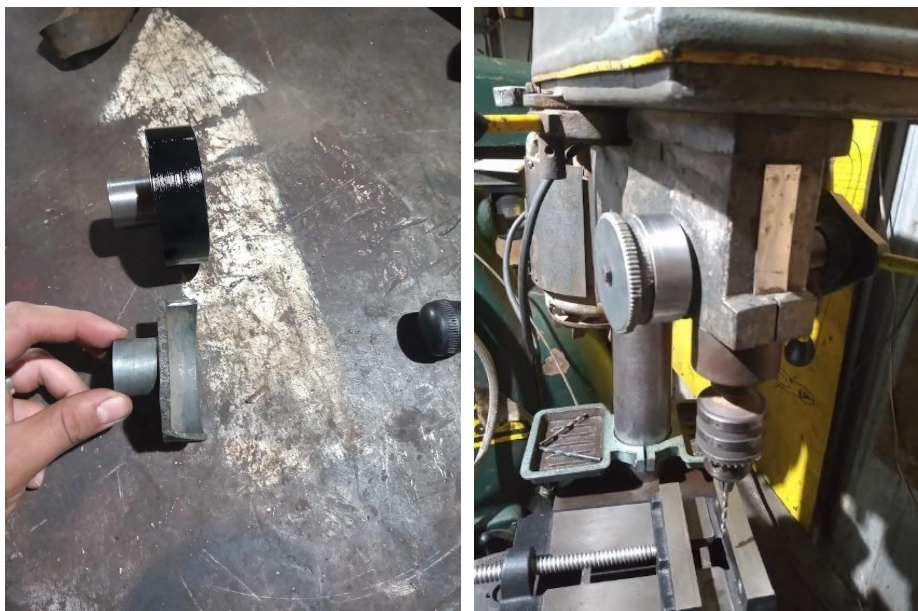
Respaldo visual N°55: Pilar del taladro, con la zona superior pulida y resultados de la limpieza total.

Adentrándose en el problema del retroceso del vástago, se diagnostica que la pieza que contenía el resorte plano cedió por fatiga, al resistir la fuerza constante de este, más aún considerando que el material base es aluminio, con un espesor de solo 2 [mm].

Se extrajo la pieza en mal estado y se determinan las medidas críticas para su confección, además se decide confeccionar el repuesto de acero, con 3 mm de espesor para asegurar su durabilidad.



Respaldo visual N°56: Extracción de la pieza en mal estado y detalle de la falla.



Respaldo visual N°57: Pieza confeccionada y su instalación en el taladro sensitivo.

Luego de instalada la pieza con su resorte original, se pudo comprobar la recuperación del retroceso del equipo. Finalmente se realizó el remplazo del mandril dañado y se instaló uno en mejor estado, para dejar este equipo completamente operativo.

Dada la naturaleza de los mantenimientos realizados, y que la parte creada fue fabricada en base a material remanente de un trabajo terminado, el costo directo de reparación fue nulo, solo tomando 1 día de trabajo en total para su vuelta en operación.

• Torno 2

Para volver a habilitar este equipo, se procedió a desarmar la contrapunta, para determinar la reparación pertinente del freno, además de aprovechar la oportunidad de realizar una limpieza profunda del sistema que extiende el vástago.



Respaldo visual N°58: Desmontado de la contrapunta del Torno 2 para su desensamble.

Una vez desmontado, se comprueba que el perno que sostiene el puente que se oprime a la bancada cuando se frena la contrapunta presentaba una fractura casi completa, por lo que no lograba generar suficiente tracción para evitar el desplazamiento de la contrapunta. En este caso se decidió cortar el hilo dañado para soldar una nueva punta de hilo fino que pudiera soportar la tracción necesaria para el correcto funcionamiento de este sistema tan importante en el torno.

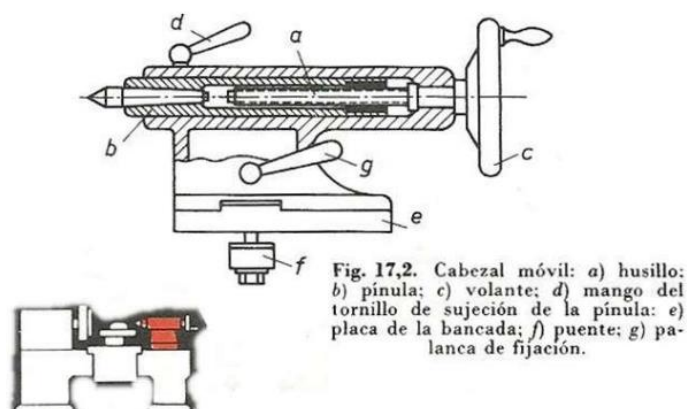


Fig. 17,2. Cabezal móvil: a) husillo; b) pinula; c) volante; d) mango del tornillo de sujeción de la pinula; e) placa de la bancada; f) puente; g) palanca de fijación.

Figura 3: Dibujo esquemático de contrapunta donde se aprecia el sector problemático f)

Una vez limpio y reparada, se volvió a instalar en la bancada donde se comprobó exitosamente la efectividad de la solución.

El siguiente punto problemático por atender corresponde al carro principal, el cual no engrana los avances automáticos, además de presentar una dificultad excesiva para mover

longitudinalmente el carro. Por esta razón se procede a desmontar y desarmar completamente el sistema, para comprender los mecanismos internos, de tal manera que se pueda llegar a una solución que restituya las características importantes de su funcionamiento.

Se desmontaron los ejes motrices del torno y se deslizó el carro principal fuera del equipo, para comenzar el desarme. Al descubrir las primeras tapas se pudo apreciar una gran cantidad de grasa seca que entorpecida el fluido movimiento de los componentes.



Respaldo visual N°59: Estado inicial del carro principal.

Además del visible óxido y el exceso de grasa presente en el interior, no fue posible determinar el componente problemático en primera instancia, por lo que se procedió a desarmar completamente el mecanismo, para limpiarlo apropiadamente y tener una mejor idea de la interacción de cada uno de sus componentes.

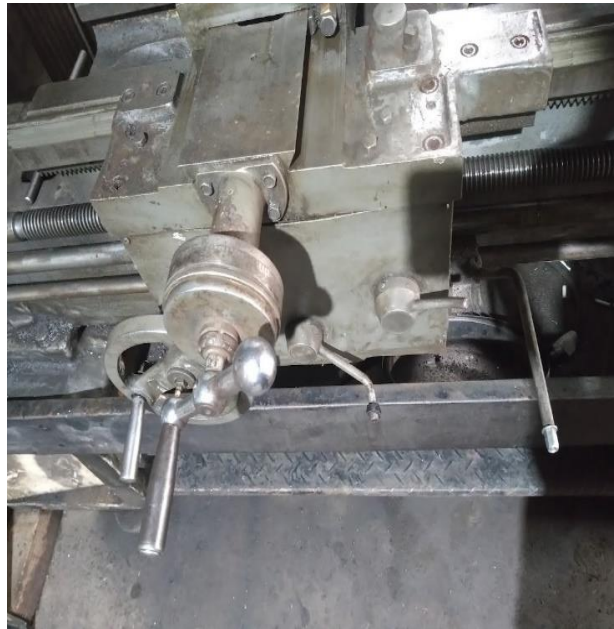


Respaldo visual N°60: Ruedas dentadas del carro principal.

Con los componentes limpios y el mecanismo comprendido, se determinó que, además de la espesa capa de grasa, el problema recaía en la corrosión de resortes que permitían la sustentación del mecanismo, junto con el deterioro de los rodamientos axiales, que permitían la conexión del sinfín, con el eje automático del torno. Por lo tanto, se compró un juego de resortes surtidos, junto con los rodamientos de repuestos para proceder con el ensamblaje y un lubricado apropiado para su funcionamiento.

Componente	Costo unitario	Cantidad	Sub-Total
Rodamiento Axiales	\$ 3,800	3	\$ 11,400
Caja de resortes	\$ 10,990	1	\$ 10,990
Total			\$ 22,390

Tabla N°26: Desglose de repuestos Torno 2.



Respaldo visual N°61: Carro principal reensamblado y reinstalado en el torno.

Toda la operación descrita tomo un total de 5 días, considerados desde el inicio del desarme, la espera de los repuestos, y la puesta en marcha del equipo en su totalidad

Actualmente el Torno 2 ha vuelto a operación en su totalidad, sus sistemas principales funcionan correctamente y con bastante menor esfuerzo que en la condición inicial, y ya ha podido ser utilizado en conjunto con el Torno 1, aprovechando así, por primera vez, la capacidad completa de tornería.

- **MIG 2**

Este equipo, recuperado del evento de las 5s, abandonado por casi 2 años, comienza su proceso de reparación mediante la limpieza con inspección de todos sus componentes interiores y exteriores, de modo que se facilite el diagnóstico.



Respaldo visual N°62: Comparativa estado inicial y posterior a la limpieza.

Con claridad de lo observado, se determina que la manilla ha perdido sus tornillos y golillas, dejándola suelta, generando pequeños daños acumulativos a la cuerpo de la máquina de soldar causados por la fuerza que se requiere para transportar el equipo. Además, se apreció que la estructura donde se encuentran las ruedas delanteras se dobló de manera seria, presuntamente por ser llevada al exterior, atascarse y deformarse con los tirones. Finalmente, se examinó a simple vista la falla anteriormente informada, la obstrucción del canal por donde se dispensa el aporte desde su bobina, por lo que se registró su posición original para posteriormente desarmar y limpiar la zona.



Respaldo visual N°63: Falla en la estructura de la máquina de soldar y registro del orden de ensamblaje de la guía de aporte.

En primera instancia se priorizó la solución del problema relacionado con el sistema principal de funcionamiento, por lo que se desensambló la pieza anteriormente mostrada, y con una pequeña broca se procedió a limpiar la obstrucción en el tubo capilar que contiene. Además, se determinó que el inconveniente fue ocasionado en primera instancia por la pieza que guía y alimenta el aporte a través de la manguera de la pistola, ya que se encontraba insertada de manera incorrecta, generando una desviación en la entrada del alambre, raspándose el recubrimiento de este, quedando depositado en el tubo capilar, posteriormente se intuye que, al intentar liberar esta obstrucción con más alambre, este se compactó aún más en el cono del tubo capilar.



Respaldo visual N°64: Referencia de guía alimentador y Tubo capilar de maquina MIG

Posteriormente se localizaron nuevos pernos para la manilla caída y se volvió a colocar en su lugar, esta vez con golillas por dentro y fuera de la estructura, para que distribuyeran de mejor manera el esfuerzo generado en ese lugar al momento de desplazar el equipo.

Una vez concretados estos cambios, se ensambló la maquina y se instala su tubo de mezcla Argon-CO2 para realizar las primeras pruebas de funcionamiento, comprobándose que la solución fue efectiva para este problema.



Respaldo visual N°65: Maquina armada y operativa.

Posteriormente, y marcada por la llegada de un nuevo soldador al equipo, se vio en la necesidad de solucionar el problema de las ruedas de la máquina de soldar, considerando que es común el trabajo en terreno y se debe transitar rápidamente a diversos lugares. Pero en vez de reparar directamente el problema, se decidió realizar un mantenimiento modificativo, con el fin de hacer más ergonómico el sistema motriz, además de generar un espacio seguro donde dejar las herramientas de uso frecuente al momento de soldar, como lo son las escuadras, flexómetro, tiza, esmeril, alicate cortante, entre otros. Este cambio se basó en la búsqueda de estandarización del proceso de soldadura ya que MIG 1 cuenta con el mismo soporte, el cual ha comprobado que es una mejora muy conveniente y confiable. También se destaca que este cambio tomó solo un día de trabajo, y solo se utilizaron materiales disponibles en la maestranza, por lo que no se requirió de una mayor inversión.



Respaldo visual N°66: Máquina presentada en el nuevo soporte y máquinas MIG 2 en operación.

Actualmente el equipo se encuentra en uso constante, por lo que la inversión que significó en algún momento su compra ha vuelto a generar valor para la organización, agilizando los trabajos de fabricación, reduciendo los tiempos de respuesta a la mitad, al contar con dos soldadores que tienen cada uno su propia máquina.

6.3.5. Educación y entrenamiento

Actualmente el proceso de educación formal relativa al TPM y ciclo de Deming se encuentran con retrasos importantes respecto a la planificación, pero se espera retomar la creación de las láminas a presentar durante el segundo semestre del año 2022, para conectar de mejor manera las mejoras realizadas con los métodos empleados, de tal manera que todos los colaboradores puedan asociar de manera consciente la relación entre la teoría y la práctica.

Esto no implica que no se utilizarán las metodologías planteadas o no se explicarán los cambios realizados, solo que, se expuso brevemente y sin apoyo visual la relación de cada acción con la temática de la mejora continua previamente enseñada y que actualmente rige las decisiones de la empresa. Respecto a este último punto, se puede notar como esta conexión con las pérdidas, los conceptos de valor, gestión rápida de las fallas, han generado frutos en los colaboradores, los cuales empiezan a guiar sus acciones con la idea de mejorar su lugar de trabajo para que cuando sea necesario nada entorpezca las operaciones.

Por otro lado, la llegada del nuevo soldador, y los pronósticos favorables de su permanencia a largo plazo, abre la necesidad de mostrar la forma en la que las cosas se están realizando en la maestranza actualmente, por lo que se nivelarán los conocimientos de la mejora continua, para prontamente retomar en conjunto la temática del ciclo de Deming y el TPM.

A nivel operacional actualmente los trabajadores cuentan con un nivel de dominio bastante óptimo de los procesos de sus áreas, por lo que no se ha requerido de mayor desarrollo de lecciones punto a punto o capacitaciones, pero se sigue recopilando información importante que tenga potencial para volverse un recurso visual para facilitar algún procedimiento.

6.3.6. Prevención del mantenimiento

A pesar de no generarse ningún avance formal directamente en este pilar, se puede apreciar una mayor agilidad en la respuesta en los requerimientos, ya que, de cierta manera, algunas de las mejoras realizadas durante las 5s, ciclo de Deming y los demás pilares del TPM han sido realizadas con la intención de prevenir los inconvenientes durante la fabricación, como lo es mantener las brocas, machos, herramientas de torno y el inventario de fijaciones ordenados apropiadamente, para que al menos, no impliquen una pérdida de tiempo mayor a la necesaria. En definitiva, estas medidas han brindado mayor claridad y agilidad mediante la solución de los focos de pérdida previos a los proyectos (como lo sugiere el presente pilar), con la importante premisa de que, la búsqueda de herramientas e insumos son procesos compartidos todos los trabajos que llegan a maestranza.

Por otra parte, se hace menester comentar que luego de presenciar una gran variedad de proyectos de fabricación en serie, ha sido posible notar como los años de experiencia en el rubro permiten una tendencia innata a prácticas de manufactura esbelta relacionadas a reducir al mínimo los procesos y movimientos innecesarios al momento de trabajar con volúmenes mayores de piezas iguales, estandarizando en muchas ocasiones (aunque sea de manera única) los métodos de fabricación, con ayuda de matrices rápidas que contengan las dimensiones o formas importantes, referidas de manera coloquial como “machinas”.

Bajo este positivo indicador, se estima que la presentación formal de los métodos como SMED podrían tener una recepción bastante positiva, permitiendo establecer maneras más rápidas de generar estos “procesos estandarizados de baja recurrencia”, beneficiando directamente el ciclo de vida de todos los proyectos y así a los clientes.

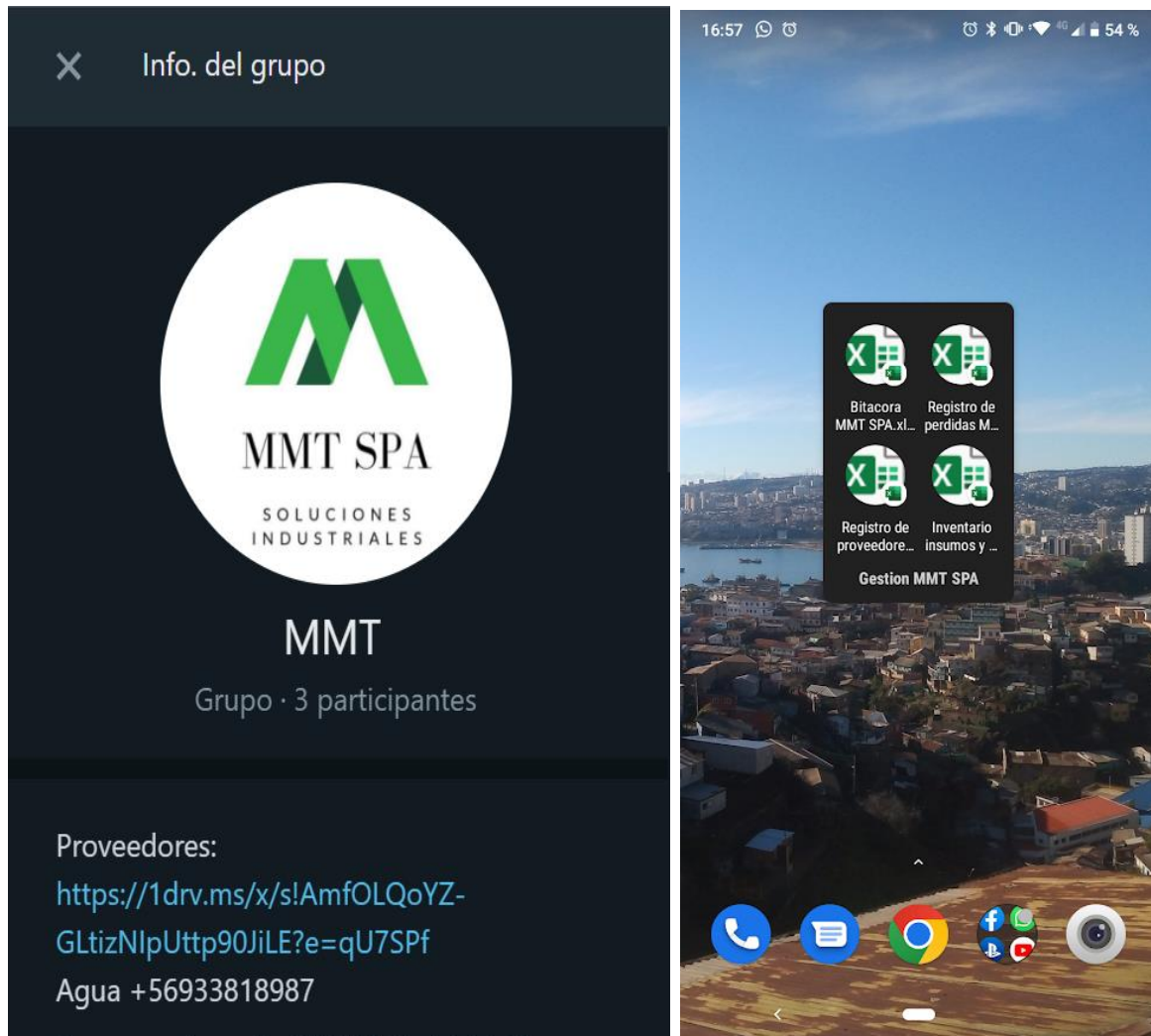
6.3.7. Mantenimiento de la calidad

De manera similar al punto anterior, este pilar ha sido beneficiado por las labores realizadas en los puntos anteriores, si bien los materiales y la mano de obra siguen a un nivel consistente en la organización, las mejoras realizadas al método, y a las maquinas han demostrado que se puede operar de una manera más optima, con menores defectos, menores tiempos de fabricación y mayor consistencia en los resultados.

Actualmente se trabaja en establecer categorías en los tipos de trabajos y poder así implementar más estándares de fabricación generales, que sean aplicables estas nuevas subdivisiones. Este tipo de discriminación no ha sido generado anteriormente debido a que no se veía necesario, además de parecer una tarea imposible o muy engorrosa de realizar y utilizar, pero actualmente se identifica la utilidad de esta medida, para llevar un mejor registro y poder generar análisis más acertado de la condición de la carga de trabajo comúnmente recibida.

6.3.8. Administrativo

En el área administrativa, los avances logrados recaen básicamente en habilitación en línea de los nuevos instrumentos de gestión planteados en el desarrollo de las herramientas, para ser comenzados a utilizar a la brevedad. Se han probado los accesos directos que Excel ofrece en su versión móvil para facilitar el acceso a estas nuevas herramientas.



Respaldo Visual N°67: Accesos directos a las herramientas en grupo de WhatsApp y el inicio de teléfono Android.

Se espera analizar la efectividad de estos instrumentos de gestión en la medida de que vayan utilizando, para plantear cambios o adiciones, tampoco se descarta la investigación a profundidad en los softwares ERP (Enterprise resource planning) que contengan funciones similares, pero antes de hacer una inversión de este tipo se espera poder utilizar lo actualmente disponible para determinar las funciones más relevantes para las tareas llevadas a cabo en la maestría. Cabe destacar que las herramientas presentes de estos softwares pagados de gestión empresarial, usualmente se venden modularmente según las necesidades del cliente.

Sumario de las mejoras TPM

Se realizó una gran cantidad de mejoras relacionadas a esta metodología, las cuales han ayudado a volver a un nivel óptimo de operación dentro de la maestranza, lo cual es uno de los objetivos principales de este trabajo.

Se mejoraron las condiciones laborales mediante la mitigación de riesgos, como el remplazo de enchufes en mal estado, la instalación de mejor iluminación y la habilitación de espacios mejorados, con implementos que ayudan al bienestar de las personas de manera confiable.

Se amplió notoriamente la capacidad productiva de la maestranza al habilitarse tres equipos claves para la fabricación como lo son el torno, la máquina de soldar MIG y el taladro sensitivo, que actualmente permiten trabajar de una manera mucho más ágil, sin fallas, accidentes ni defectos.

Fueron abordadas problemáticas operacionales que entorpecían y frustraban la generación de valor de manera abismal, determinando causas raíz y buscando soluciones que vayan mejorando la situación actual permaneciendo fiel a las nuevas misiones y visiones de la organización.

Finalmente se contemplan muchas más mejoras que se espera comiencen a representar más mejoras operacionales significativas, mejorando la capacidad de análisis y solución de problemas.

A nivel monetario se avanzó con la importante premisa de que la mejora continua no requiere de una gran inversión económica, sino que una mejor percepción del entorno de trabajo en busca de soluciones, en este sentido, hay pocos lugares más apropiados que una maestranza para generar soluciones, hay material remanente de todo tipo, muchos procesos de fabricación, y mucha experiencia acumulada que comienza a pensar de manera LEAN, aprovechando su potencial innato para mejorar continuamente.

Se valoriza lo comprado para generar las mejoras en un total de \$84.770CLP, y aproximadamente 8 días completos de trabajo, particularmente las labores de mantenimiento planificado, distribuidos en los plazos planificados acumulados en concretar.

7. Mejoras por realizar a corto, mediano y largo plazo

A continuación, presentarán brevemente algunas medidas, inversiones e ideas de negocio en el horizonte de la empresa, basándose en las nuevas misiones, visiones y la mejora continua ya bastante desarrollada.

7.1. Corto plazo

Obviamente las acciones más prontas a llevarse a cabo son las medidas pendientes de las metodologías desarrolladas:

- El segundo evento 5s, que permitirá despejar el segundo piso de la maestranza, de modo que se pueda habilitar una oficina, donde se puedan almacenar documentos importantes y realizar trabajos de gestión de manera más cómoda, considerando que el espacio de planta en maestranza suele ser sumamente dinámico poco apropiado para equipos computacionales o documentos.
- También se abordará directamente el pañol de manera que la gestión visual facilite aún más la comprobación de los niveles de inventario y el estado de las herramientas disponibles.
- Junto con el evento 5s además se pretende avanzar en las estrategias de pintado, demarcaciones de tránsito, señaléticas y márgenes de seguridad para el uso de las maquinas, además del establecimiento de más elementos de gestión visual que faciliten aún mas el orden, y accesibilidad de cada cosa. En este punto ya se cuenta con numerosa señalética brindada por la IST y se encuentra en espera del pintado apropiado de las superficies, para asegurar un montaje duradero.



Respaldo visual N°68: Variada señalética disponible.

- Respecto al TPM se comenzará la utilización de las herramientas administrativas desarrolladas, y la habilitación de las faltantes, además se seguirán evaluando nuevas labores para cada pilar de tal manera que se asegure la continuidad de las metodologías.

- Dentro de lo que podría tomar mayor prioridad del TPM en este momento, correspondería al desarrollo completo del sistema de costos, de tal modo que se puedan organizar de mejor manera las finanzas de los proyectos individuales.
- Ante la necesidad de tener un flujo de trabajo más fluido y consistente, se evaluó la posibilidad de adquirir una máquina de corte plasma CNC, para habilitar una nueva operación que pueda agilizar varias de las tareas dentro de la maestría, ya que se requerirá de mucho menor postproceso en los trabajos de corte, además de que se abre oportunidad de trabajar en serie con una calidad más consistente y de manera mucho más rápida. Para su obtención se harán las gestiones necesarias para realizar la compra desde el extranjero, donde se ha comprobado que esta adquisición costaría alrededor de un 60% menos que en el mercado local.



Respaldo visual N°69: Equipo CNC escogido y su fuente de poder correspondiente.

7.2. Mediano plazo

- Ya adentrándose de lleno al tema financiero, se buscará acceder a los análisis contables que permitan tener una mejor idea de la situación actual de la maestría, para generar propuestas de organización financiera, con el mismo foco de la mejora continua, abordando los inconvenientes inmediatamente, y buscando soluciones a los problemas raíz. Uno de los primeros indicadores que se busca poder analizar es el capital de trabajo necesario mensualmente, para establecer metas con las que se pueda ir evaluando estrategias para lograrlas y superarlas, idealmente.
- Con una mayor claridad de las finanzas de la empresa se comenzará a evaluar la inversión requerida para la compra de publicidad, la creación de uniformes, tarjetas de presentación y otras, de modo que comience a resaltar la imagen de marca, respaldada por la mejorada situación actual.

- Dentro de la misma línea, se comenzarán a hacer las cotizaciones pertinentes para la adquisición de insumos desde el extranjero, ya que elementos como los insertos de carburo de tungsteno pueden encontrarse hasta 10 veces más caro, que desde el proveedor más directo. La idea inicial sería establecer un nivel de inventario óptimo para planificar las compras con antelación, de manera que no exista quiebre de stock.

7.3. Largo plazo

- Una de las metas a más anheladas es poder realizar la inversión en máquinas herramientas de control numérico, principalmente centros de mecanizado y fresadoras de 3 y/o 4 ejes para comenzar, donde se puedan manufacturar piezas complejas de una manera mucho más precisa y rápida con un esfuerzo bastante menor. En este sentido es claro que se requerirá de un tiempo de investigación importante para prepararse a utilizar equipos de control numérico de manera productiva, pero se espera que los primeros pasos que se darán con la cortadora de plasma ayuden a tener una idea de la manera en la que operan estos softwares, y las estrategias que permitan sacar el mayor provecho posible de estos activos.
- Continuando con la idea de tecnologizar la maestría, se quisiera indagar en la impresión 3d de plásticos a nivel industrial y para realizar investigaciones respecto a la manera en la que esta tecnología, podría habilitar nuevas posibilidades de manufactura dentro de la maestría, como la creación de mordazas blandas, moldes de fabricación, o modelos para ser colados con metal fundido, entre otras.
- No se descarta la opción de transferir las operaciones a un lugar con mayor espacio, y en mejores condiciones de infraestructura internas y externas, de ser el caso se buscaría permanecer en Placilla, debido a su importancia a nivel industrial.
- También se considera obtener una certificación en la ISO9001 de modo que los clientes tengan la seguridad de que sus trabajos serán atendidos bajo firmes estándares de calidad y con el compromiso de la mejora continua que se habrá fortificado desde el inicio de este proyecto de lograr la excelencia operacional.

8. Conclusiones

Es evidente que este periodo ha sido todo un viaje, un cambio de foco importante en la mentalidad y consiguientemente las operaciones de la empresa, que de a poco se fue empapando de la historia y los métodos japoneses creados por TOYOTA, viviendo de primera mano las mejoras pensadas desde la base de una clara misión y visión motivadas por brindar un excelente servicio de modo que se logre destacar como una maestranza importante para la región, y eventualmente para Chile. No hay duda; lo que faltaba era una gestión acorde a la gran capacidad de los miembros de la organización.

Por definición, el hecho de que se denomine a este tipo de gestión, mejora continua, entrega indicios de que nunca se acaban las oportunidades de mejora, pero los primeros pasos, de ser correctamente ejecutados, son los más importantes e implican un gran salto en la dirección correcta. En este sentido, de primera mano se puede afirmar con toda seguridad, de que esta aseveración es correcta. La frustración de encontrar obstáculos en cada tarea a realizar en el estado inicial era innegable, tampoco se realizaban muchos cambios respecto a estas situaciones, pero luego de asistir en varias mejoras, dando firmemente líneas base para trabajar, se comprueba que el potencial humano estaba latente y estaba siendo desperdiciado.

Respecto a los objetivos propuestos al inicio de este trabajo, a continuación, se realizará un chequeo para establecer el grado de cumplimiento alcanzado en cada uno de los puntos.

Objetivos Principales

- Planificar la implementación de una cultura Lean en la maestranza MMT SPA. Completado.

Teniendo en cuenta que se realizó una propuesta de análisis de la situación base de tal manera que se pudiera determinar efectivamente las situaciones problemáticas, dando un claro plan de acción, para la implementación de la metodología.

- Introducir los conceptos relativos a la mejora continua a los colaboradores. Parcialmente completado.

Debido a que, respecto a la planificación propuesta, las metodologías relacionadas al ciclo de Deming y el TPM no han podido ser formalmente mostradas en el tiempo estimado, pero, se han presentado exitosamente las bases de la cultura LEAN, junto con las 5S, a las cuales se les puede atribuir gran parte del cambio generado durante el primer semestre del año 2022. Como por ejemplo la tendencia positiva a los cambios, que ha emergido cada vez más frecuentemente de manera natural, al momento de encontrarse con focos de pérdidas de cualquier tipo.

- Concretar avances en la restauración de condiciones óptimas de operación. Completado.

Este objetivo se considera completado, ya que, respecto a las pérdidas recurrentes descritas inicialmente, se logra llegar a una condición más cercana a la ideal, como se resume en la siguiente tabla.

Metodología o evento de mejora	Horas por mes
Resultados 5S	23.78
Mejoras de iluminación	2.5
Ciclo de Deming: Espera de información	16.26
Ciclo de Deming: Información incorrecta de fabricación	12
Total de horas recuperadas	54.54
Perdidas iniciales Totales	77.29
Porcentaje de recuperación	70.57%

Tabla N°27: Sumario de recuperación de pérdidas recurrentes.

Además, se realizaron mejoras en situaciones que no se pueden cuantificar de manera tan simple, como las pérdidas ocasionadas por la búsquedas de pernos, brocas, machos, herramientas de corte entre otras, ya que estas acciones son de un carácter más específico y están sujetas a la producción requerida en el momento, pero al analizar aisladamente la acción correspondiente también se ha logrado un estado mucho más ideal de uso, donde estas simples acciones dejan de tomar varios minutos y pasan a tomar solo algunos segundos.

También se restituyeron 3 equipos importantes para las operaciones de la maestranza, habilitando los activos de la empresa que no generaban valor o al menos eran focos de pérdidas.

Estas mejoras también se tradujeron en un espacio mucho mejor organizado, limpio y funcional, como se exhibió en las múltiples fotografías de los avances realizados.

Objetivos Específicos

- Definir diversos conceptos esenciales del Método TOYOTA. Completado.

Luego del riguroso estudio formal y autónomo del tema, se pudieron definir los conceptos esenciales de la metodología, que sirvieron para el desarrollo de todas las mejoras descritas, de una manera que cualquier lector pueda entender y motivarse por las posibilidades que abre el tema presentado.

- Recopilar información para caracterizar detalladamente a la empresa. Completado.

Se realizó un escaneo general a los componentes más relevantes de la empresa, para determinar la mejor forma de abordar las oportunidades de mejora y facilitar la posterior comparación entre estados iniciales y finales.

- Determinar las áreas de mejoras mediante el tratamiento de la información recopilada. Completado.

Mediante al análisis FODA, respaldado por la información recopilada, se obtuvieron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que otorgaron una mayor claridad del contexto de la empresa.

- Establecer y planificar diversas metodologías para lograr los cambios esperados. Completado.

Al analizar la interacción de las partes constitutivas del análisis FODA, se obtuvieron las estrategias más apropiadas a llevar a cabo por esta empresa para cumplir la intención de restituir las condiciones ideales y llegar a un estado de excelencia operacional en un futuro cercano.

Dentro de este punto se establecieron las metodologías y las acciones más relevantes a llevar a cabo y su orden más apropiado para implementar de manera exitosa el método.

- Desarrollar la forma en la que se abordarán las metodologías establecidas. Completado.

Existió un desarrollo extenso de las tareas a realizar, donde se especificaron las medidas ideadas para la mitigación de la mayor cantidad posible de problemas registrados inicialmente.

- Llevar a cabo los planes agendados y comprobar su efectividad. Parcialmente Completado.

Las medidas planificadas fueron exitosamente implementadas haciendo avances concretos en casi todos los aspectos analizados; Sin embargo, las capacitaciones respecto al ciclo de Deming y el TPM se encuentran retrasadas, pero se espera retomar la creación de las diapositivas para su presentación a la brevedad.

- Presentar diversas acciones específicas a realizar o profundizar en el transcurso del año. Completado.

El plan de implementación se extiende durante todo el transcurso del año 2022, por lo que algunas de las medidas aún no están en su fase de ejecución, además, en base a las mejoras percibidas junto con el establecimiento de la misión y visión a seguir, se están tomando decisiones que serán coherentes con los objetivos impuestos. En simples palabras, brindar soluciones eficaces y eficientes, destacar a nivel regional y mejorar continuamente hasta la excelencia operacional.

Llegar a la excelencia operacional es un reto importante, y el camino no ha estado exento de altibajos tanto internos como externos, pero las puertas que ha abierto esta metodología brindan seguridad respecto a que, luego de todo lo realizado hasta la fecha, se ha ganado experiencia muy relevante para el futuro. Más pronto que tarde, los restantes problemas que aquejan a la organización serán abordados implacablemente como se ha hecho en los casos anteriores. Actualmente no se han realizado mayores comparaciones directas con otras empresas, pero es conocido que operaciones similares a MMT SPA se llevan a cabo en la región e incluso en la zona, y solo podemos asumir por su envergadura, que han obtenido un éxito importante. Bajo esa premisa, ¿“Por qué ellos sí y nosotros no?””, no con el afán de generar una competencia directa, sino de dar una confirmación de que es posible lograr el éxito en esta área, por lo que, mediante objetivos alcanzables pero exigentes, se espera ser un punto de referencia propio, para que día a día, se pueda tener una operación más sustentable, ordenada y estable.

Respecto a la metodología, si bien es un desafío importante su implementación, son destacables las bases tan simples en las que se encuentra sustentada (siendo lo que más me gustó y que terminó por volverse un estilo de vida personalmente), cero perdidas. Y

¿Cómo lograrlo?, ir al GEMBA, vivir los inconvenientes, para luego determinar soluciones de raíz. Cada colaborador sabe lo que le molesta, y la única acción como gerencia que se debe realizar, es dar la libertad de modificar su propio espacio a conveniencia. Con estas libertades, es casi innato que el ser humano se vuelva más sensible a las pérdidas que lo rodean. Con la apropiada guía y educación en este método, cada persona se vuelve poco a poco en el inspector de calidad, de seguridad, y de producción de su propio trabajo.

Por otro lado, cabe destacar la importancia de las planificaciones. Si bien no todos los plazos han sido logrados, establecen una intención clara de lograr objetivos, y al momento de realizar esfuerzos reales para llegar al éxito, incluso no llegar a las metas es una situación más favorable que no haber tomado cartas en el asunto.

Ya como un empleado oficial de la maestría, se espera completar lo iniciado con este trabajo de título, no solo por compromiso laboral, como un camino para la realización profesional y personal, donde todo lo aprendido durante los largos años de enseñanza generen valor y no se vuelvan parte la “octava perdida”, más aún cuando se disfrutó tanto de la teoría y durante este año, de la puesta en práctica también. Se cree firmemente que, al juntar esta metodología con las tecnologías actuales de fabricación, se podría reducir finalmente la brecha de producción (en volumen y precisión) que existe en Chile respecto a otros países, no solo al mejorar como empresa individual, sino que ayudando eventualmente a otras empresas, de diversos rubros del país, a surgir y destacar.

9. Referencias

- Akers, P. A. (2019). *Banish Sloppiness* [Libro electrónico]. FastCap LLC.
- Akers, P. A. (2022). *2 Second Lean (How to Grow People and Build a Fun Lean Culture at Work & at Home, 3rd Edition)* (3. ed.) [Libro electrónico]. FastCap Press.
- Altman, H. (2018). *LEAN: 7 Libros - Lean Startup, Lean Analytics, Lean Enterprise, Six Sigma, Gestión Ágil de Proyectos, Kanban, Scrum* [Libro electrónico].
- Generosity Press. (2020). *Classic 1973 TPS (Toyota Production System)* (1.^a ed.) [Libro electrónico]. Generosity Press. Recuperado 15 de enero de 2021, de https://www.youtube.com/watch?v=j8r_MybXCHg&ab_channel=PaulAkers
- Liker, Director of the Value Chain Analysis Program and the Japan Management Program Jeffrey K. (2020). *The Toyota Way, Second Edition: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* (2nd ed.) [Libro electrónico]. McGraw-Hill Companies.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Revised and Updated* (2 Rev Upd ed.) [Libro electrónico]. Free Press.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, O. C. A. E. E. A. E. S. E. D. (2007). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production-- Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry* (Reprint ed.) [Libro electrónico]. Free Press.
- Oberg, E., Jones, F. D., Horton, H., Ryffel, H., & McCauley, C. (2020). *Machinery's Handbook: Large Print* (31st Thirty-First ed.) [Libro electrónico]. Industrial Press.
- Gasca, M. C. (2017). *Sistema para Evaluar la Confiabilidad de Equipos Críticos en el Sector Industrial*. www.scielo.cl. Recuperado 3 de abril de 2022, de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-

[07642017000400014#:~:text=Para%20identificar%20los%20equipos%20cr%C3%A9ditos,se%20obtuvo%20a%20trav%C3%A9s%20del](#)

- D. (2018, 15 agosto). *¿Cómo medir e identificar el diámetro de roscas, tornillos, pernos y otras variantes?* De Máquinas y Herramientas. Recuperado 6 de abril de 2022, de <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-manuales/medicion-identificacion-roscas-pernos-tornillos>
- Google (s.f). [ubicación Maestranza MMT SPA. Av. Bernardo O'Higgins 80, Placilla, Valparaíso]. Recuperado 28 de mayo de 2022. <https://goo.gl/maps/bRU8a8qqk2cZUYE68>
- Facebook - Maestranza MMT SPA. (s. f.). Facebook. Recuperado 29 de junio de 2022, de <https://www.facebook.com/Maestranza-MMT-SPA-105778522083774>



Anexos

Anexo 1: Encuesta de satisfacción



Encuesta de satisfacción

Marque con una cruz:

Es cliente Frecuente Si ☐ No ☐

¿Cómo valoriza los siguientes aspectos?

	1	2	3	4	5
Tiempo de trabajo					
Calidad					
Precio					
Profesionalismo					

Considera volver a solicitar algún servicio de MMT Si ☐ No ☐

Muchas gracias.



Anexo 2: Conjunto de tablas informativas de medidas para hilos normados, métricos e imperiales.



X-

DIÁMETRO NOMINAL Y DE BROCA PARA ROSCAS MÉTRICAS

Ø x paso en mm.	Ø nominal mm.	Ø broca mm.	Ø x paso en mm.	Ø nominal mm.	Ø broca mm.
M1 x 0,25	1,00	0,75	M12 x 1,75	12,00	10,20
M1,1 x 0,25	1,10	0,85	M14 x 2,00	14,00	12,00
M1,2 x 0,25	1,20	0,95	M16 x 2,00	16,00	14,00
M1,4 x 0,30	1,40	1,10	M18 x 2,50	18,00	15,50
M1,6 x 0,35	1,60	1,25	M20 x 2,50	20,00	17,50
M1,8 x 0,35	1,80	1,45	M22 x 2,50	22,00	19,50
M2 x 0,40	2,00	1,60	M24 x 3,00	24,00	21,00
M2,2 x 0,45	2,20	1,75	M27 x 3,00	27,00	24,00
M2,5 x 0,45	2,50	2,05	M30 x 3,50	30,00	26,50
M3 x 0,50	3,00	2,50	M33 x 3,50	33,00	29,50
M3,5 x 0,60	3,50	2,90	M36 x 4,00	36,00	32,00
M4 x 0,70	4,00	3,30	M39 x 4,00	39,00	35,00
M4,5 x 0,75	4,50	3,70	M42 x 4,50	42,00	37,50
M5 x 0,80	5,00	4,20	M45 x 4,50	45,00	40,50
M6 x 1,00	6,00	5,00	M48 x 5,00	48,00	43,00
M7 x 1,00	7,00	6,00	M52 x 5,00	52,00	47,00
M8 x 1,25	8,00	6,80	M56 x 5,50	56,00	50,50
M9 x 1,25	9,00	7,80	M60 x 5,50	60,00	54,50
M10 x 1,50	10,00	8,50	M64 x 6,00	64,00	58,00
M11 x 1,50	11,00	9,50	M68 x 6,00	68,00	62,00

DIÁMETRO NOMINAL Y DE BROCA PARA ROSCAS MÉTRICAS FINAS

Ø x paso mm.	Ø nominal mm.	Ø broca mm.
M1 x 0,20	1,00	0,80
M1,1 x 0,20	1,10	0,90
M1,2 x 0,20	1,20	1,00
M1,4 x 0,20	1,40	1,20
M1,6 x 0,20	1,60	1,40
M1,8 x 0,20	1,80	1,60
M2 x 0,25	2,00	1,75
M2,2 x 0,25	2,20	1,95
M2,5 x 0,35	2,50	2,15
M3 x 0,35	3,00	2,65
M3,5 x 0,35	3,50	3,15
M4 x 0,50	4,00	3,50
M4,5 x 0,50	4,50	4,00
M5 x 0,50	5,00	4,50
M6 x 0,50	6,00	5,50
M6 x 0,75	6,00	5,20
M7 x 0,75	7,00	6,20
M8 x 0,50	8,00	7,50
M8 x 0,75	8,00	7,20
M8 x 1,00	8,00	7,00
M9 x 1,00	9,00	8,00
M10 x 0,75	10,00	9,20
M10 x 1,00	10,00	9,00
M10 x 1,25	10,00	8,80
M11 x 1,00	11,00	10,00
M12 x 1,00	12,00	11,00
M12 x 1,25	12,00	10,80
M12 x 1,50	12,00	10,50
M14 x 1,00	14,00	13,00
M14 x 1,25	14,00	12,80
M14 x 1,50	14,00	12,50
M16 x 1,00	16,00	15,00
M16 x 1,50	16,00	14,50
M18 x 1,00	18,00	17,00
M18 x 1,50	18,00	16,50
M18 x 2,00	18,00	16,00
M20 x 1,00	20,00	19,00
M20 x 1,50	20,00	18,50
M20 x 2,00	20,00	18,00

Ø x paso mm.	Ø nominal mm.	Ø broca mm.
M22 x 1,00	22,00	21,00
M22 x 1,50	22,00	20,50
M22 x 2,00	22,00	20,00
M24 x 1,00	24,00	23,00
M24 x 1,50	24,00	22,50
M24 x 2,00	24,00	22,00
M27 x 1,00	27,00	26,00
M27 x 1,50	27,00	25,50
M27 x 2,00	27,00	25,00
M30 x 1,00	30,00	29,00
M30 x 1,50	30,00	28,50
M30 x 2,00	30,00	28,00
M30 x 3,00	30,00	27,00
M33 x 1,50	33,00	31,50
M33 x 2,00	33,00	31,00
M33 x 3,00	33,00	30,00
M36 x 1,50	36,00	34,50
M36 x 2,00	36,00	34,00
M36 x 3,00	36,00	33,00
M39 x 1,50	39,00	37,50
M39 x 2,00	39,00	37,00
M39 x 3,00	39,00	36,00
M42 x 1,50	42,00	40,50
M42 x 2,00	42,00	40,00
M42 x 3,00	42,00	39,00
M42 x 4,00	42,00	38,00
M45 x 1,50	45,00	43,50
M45 x 2,00	45,00	43,00
M45 x 3,00	45,00	42,00
M45 x 4,00	45,00	41,00
M48 x 1,50	48,00	46,50
M48 x 2,00	48,00	46,00
M48 x 3,00	48,00	45,00
M48 x 4,00	48,00	44,00
M52 x 1,50	52,00	50,50
M52 x 2,00	52,00	50,00
M52 x 3,00	52,00	49,00
M52 x 4,00	52,00	48,00

DIÁMETRO NOMINAL Y DE BROCA PARA ROSCAS EN PULGADAS

medida	WHITWORTH			UNC			UNF			GAS		
	hilos x 1"	Ø nom.	Ø broca	hilos x 1"	Ø nom.	Ø broca	hilos x 1"	Ø nom.	Ø broca	hilos x 1"	Ø nom.	Ø broca
nº 4	-	-	-	40 h.	2,84	2,25	48 h.	2,84	2,35	-	-	-
1/8	40 h.	3,17	2,60	-	-	-	-	-	-	28 h.	9,73	8,70
nº 5	-	-	-	40 h.	3,17	2,60	44 h.	3,17	2,65	-	-	-
nº 6	-	-	-	32 h.	3,50	2,75	40 h.	3,50	2,90	-	-	-
5/32	32 h.	3,97	3,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
nº 8	-	-	-	32 h.	4,16	3,40	36 h.	4,16	3,50	-	-	-
3/16	24 h.	4,76	3,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
nº 10	-	-	-	24 h.	4,82	3,80	32 h.	4,82	4,10	-	-	-
nº 12	-	-	-	24 h.	5,48	4,50	28 h.	5,48	4,60	-	-	-
7/32	24 h.	5,55	4,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/4	20 h.	6,35	5,20	20 h.	6,35	5,10	28 h.	6,35	5,50	19 h.	13,15	11,75
5/16	18 h.	7,94	6,60	18 h.	7,94	6,60	24 h.	7,94	6,90	-	-	-
3/8	16 h.	9,52	8,00	16 h.	9,52	8,00	24 h.	9,52	8,50	19 h.	16,66	15,25
7/16	14 h.	11,11	9,40	14 h.	11,11	9,40	20 h.	11,11	9,90	-	-	-
1/2	12 h.	12,70	10,50	13 h.	12,70	10,50	20 h.	12,70	11,50	14 h.	20,95	19,00
9/16	12 h.	14,29	12,00	12 h.	14,29	12,00	18 h.	14,28	13,00	-	-	-
5/8	11 h.	15,87	13,50	11 h.	15,87	13,50	18 h.	15,87	14,50	14 h.	22,91	21,00
3/4	10 h.	19,05	16,50	10 h.	19,05	16,50	16 h.	19,05	17,50	14 h.	26,44	24,50
7/8	9 h.	22,22	19,50	9 h.	22,22	19,50	14 h.	22,22	20,50	14 h.	30,20	28,25
1"	8 h.	25,40	22,50	8 h.	25,40	22,50	12 h.	25,40	23,50	11 h.	33,25	30,50
1 1/8"	7 h.	28,57	25,00	7 h.	28,57	25,00	12 h.	28,57	26,50	11 h.	37,89	35,50
1 1/4"	7 h.	31,75	28,00	7 h.	31,75	28,00	12 h.	31,75	29,50	11 h.	41,91	39,50
1 3/8"	6 h.	34,92	30,75	6 h.	34,92	30,75	12 h.	34,92	33,00	11 h.	44,32	41,50
1 1/2"	6 h.	38,10	34,00	6 h.	38,10	34,00	12 h.	38,10	36,00	11 h.	47,80	45,00
1 5/8"	5 h.	41,27	36,50	-	-	-	-	-	-	11 h.	51,32	48,50
1 3/4"	5 h.	44,45	39,50	5 h.	44,45	39,50	-	-	-	11 h.	53,75	51,00
1 7/8"	4,5 h.	47,62	41,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2"	4,5 h.	50,80	45,00	4,5 h.	50,80	45,00	-	-	-	11 h.	59,61	57,00
2 1/4"	4 h.	57,15	50,00	4,5 h.	57,15	51,50	-	-	-	11 h.	69,30	66,50
2 1/2"	4 h.	63,50	56,50	4 h.	63,50	57,00	-	-	-	11 h.	75,19	72,50

Anexo 3: Láminas de educación

(Algunas de las diapositivas contienen archivos .gif por lo que no será posible apreciar completamente su aporte visual)

➤ Introducción



Historia del mejoramiento continuo

1886

Primer automóvil



- Automóviles hechos a mano
- Meses de espera
- Pocas personas muy capacitadas
- Bastante caros

Fordismo

1903



- Cientos de automóviles por día
- Grandes bodegas
- Muchas personas poco capacitadas
- Accesibles para la gente de la época
- La línea NO PODIA PARAR

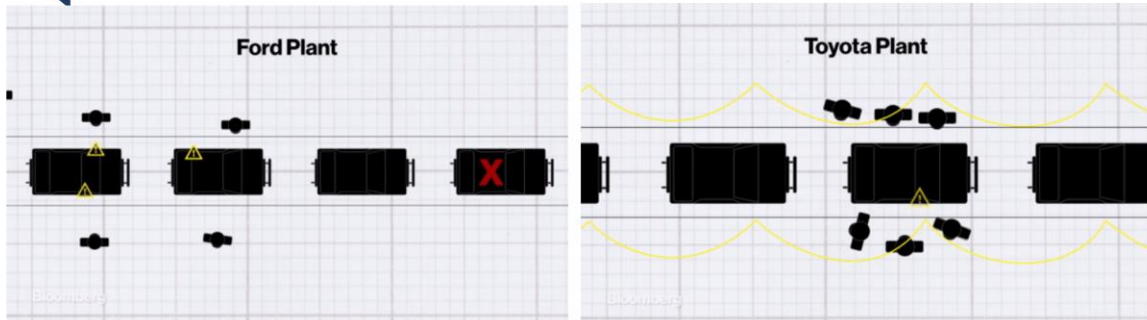
Aparición de Toyota

1933



- Nace un poco antes la guerra mundial
- Escasísimos materiales
- Escaso personal
- Mucha demanda de variedad
- El fordismo no era opción

¿Que hacer?



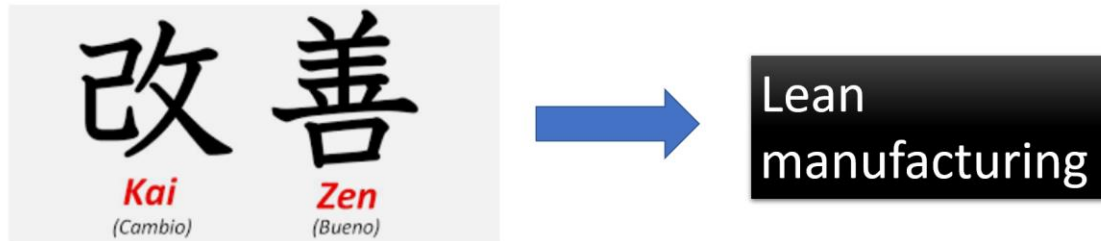
Resultados

- Los defectos cayeron dramáticamente
- Menos perdidas de material, tiempo, etc.
- Mejores resultados económicos
- Mayor productividad



Conclusión de Toyota

- Se resolvieron los grandes
- Replicaron el método en cada inconveniente
- Generaron una cultura alrededor de la mejora continua



Y se puede implementar en cualquier organización!

¿Pero porque no se ve mas frecuentemente?

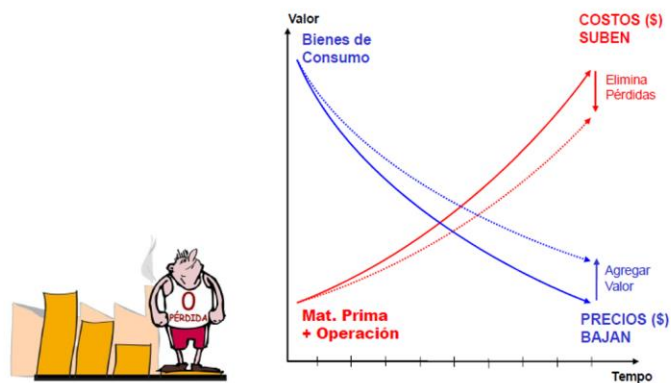


- Requiere un gran compromiso de cada uno de los participantes
- Requiere de un periodo de adaptación

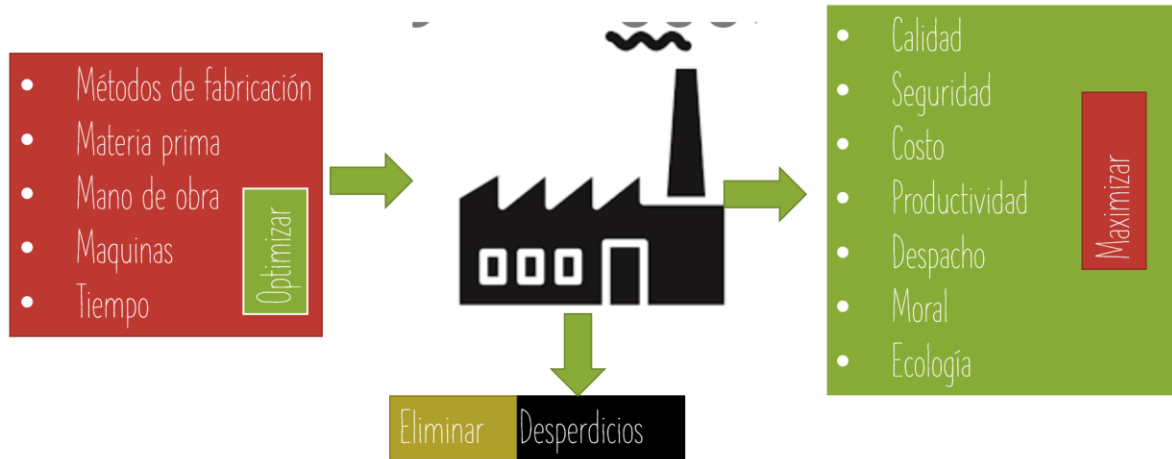
Curva J



Es sabido que todo sube



Objetivos de la mejora continua



Como se logran

- Detección
- Prevención
- Eliminación de perdidas



Resultados visibles

Nunca hay una
segunda oportunidad
para dar una primera
impresión

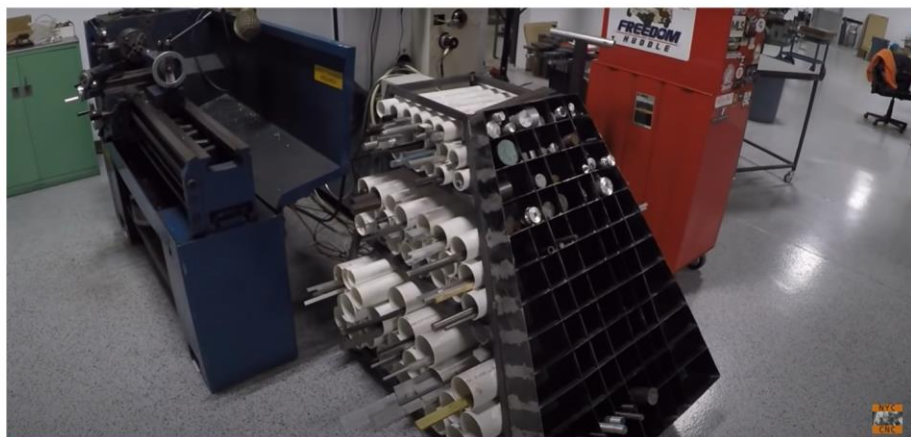
Objetivos de la metodología



Resultados futuros



Resultados futuros



Resultados futuros



Resultados futuros

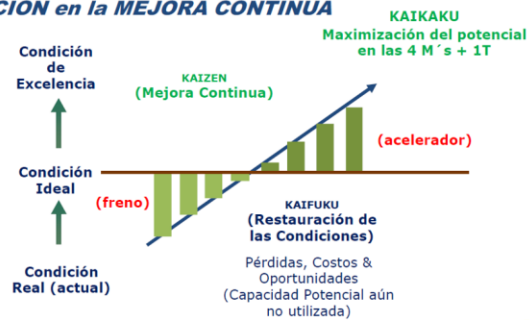


Herramientas de mejoramiento

- Kaizen y el ciclo CAPDo

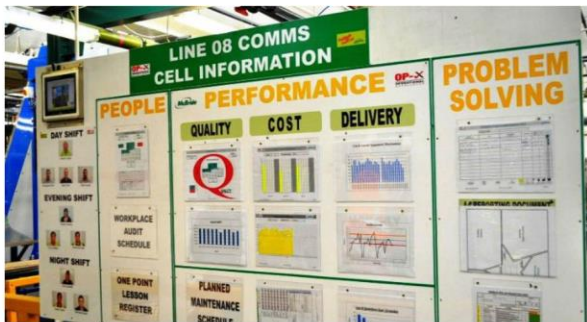


ATENCIÓN en la MEJORA CONTINUA

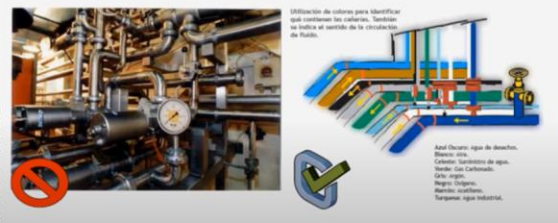


Herramientas de mejoramiento

- Gestión Visual

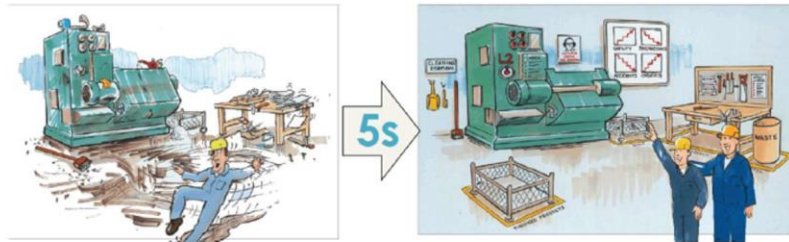


- Utilización de colores



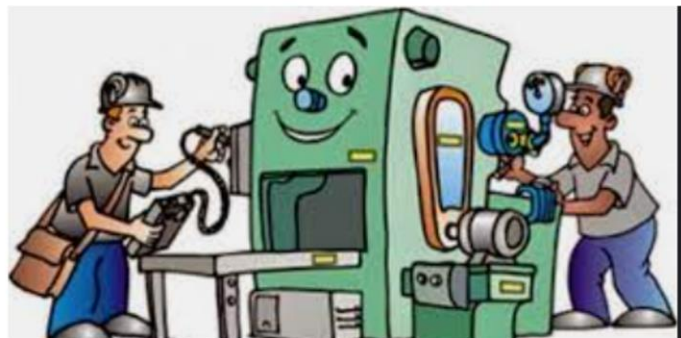
Herramientas de mejoramiento

- 5S Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar, Disciplina



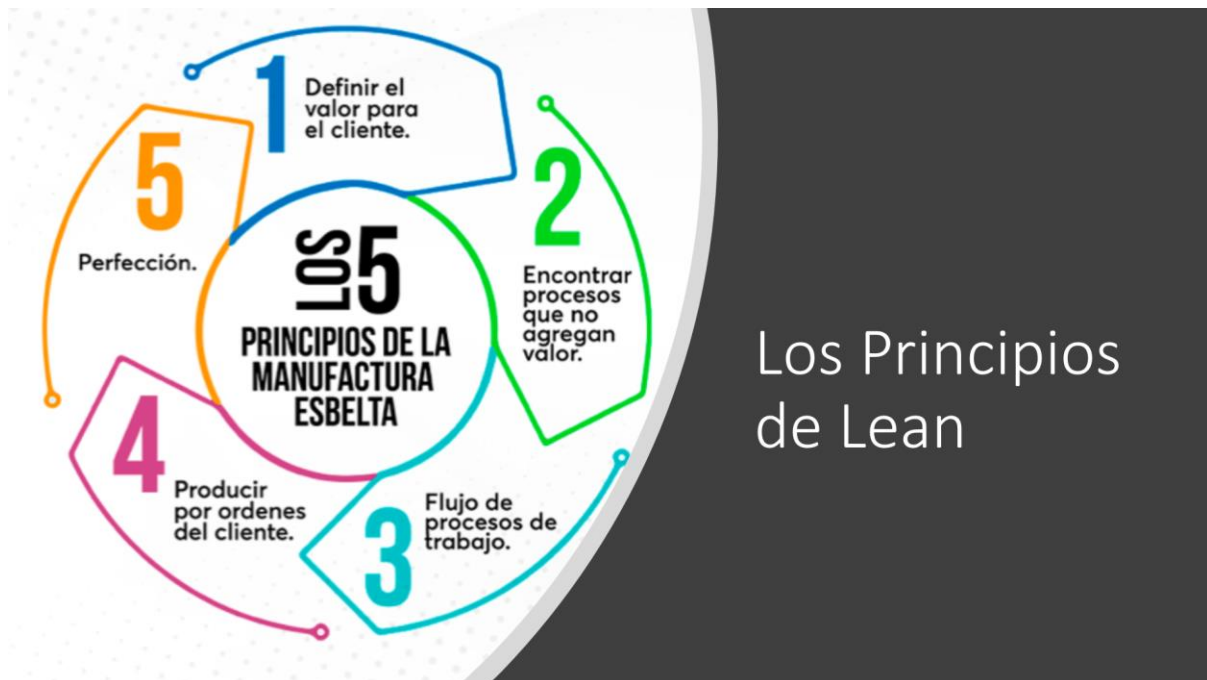
Herramientas de mejoramiento

- TPM -Mantenimiento productivo total



➤ Casa lean

Casa lean y las 5S



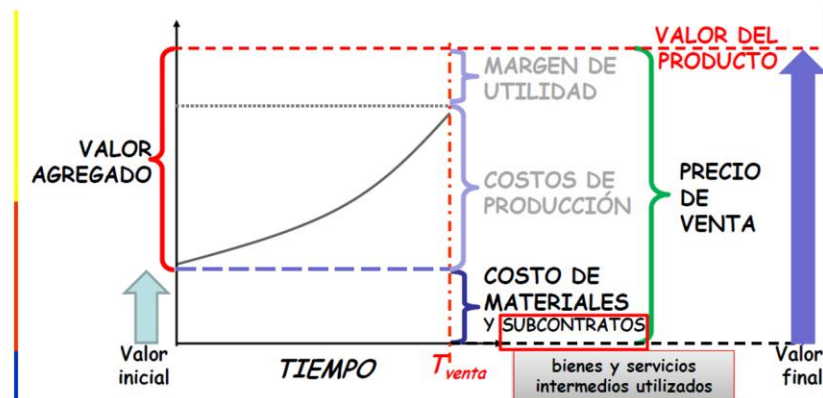
Los Principios de Lean

Nº1

Que es el valor

Importante:

- El valor lo define el cliente
- Las perdidas son enemigas del valor



El valor



Las pérdidas:
Reconocerlas
y eliminarlas



Nº2 Cadena de valor

Se debe Determinar todas las acciones requeridas para entregar un producto o servicio y determinar:

- Lo que agrega valor **Maximizar**
- Lo que no agrega valor pero es necesario **Minimizar**
- Lo que quita valor **Eliminar**



Nº3 Flujo

- Lograr que el valor fluya a través de la maestranza
- Evitar cuellos de botellas

Nº4 Pull o tirar



- El Cliente debe tirar de la cadena de valor al llegar con una necesidad
- Tirar de la cadena debe ser fácil para entregar este valor
- No se debe empujar una cadena

Nº5 Excelencia

Calidad

- Hacer las cosas bien

Confiabilidad

- Hacer las cosas bien siempre a la primera siempre

Excelencia

- Ser confiable y mejorar continuamente



La base de esta casa lean es la confiabilidad



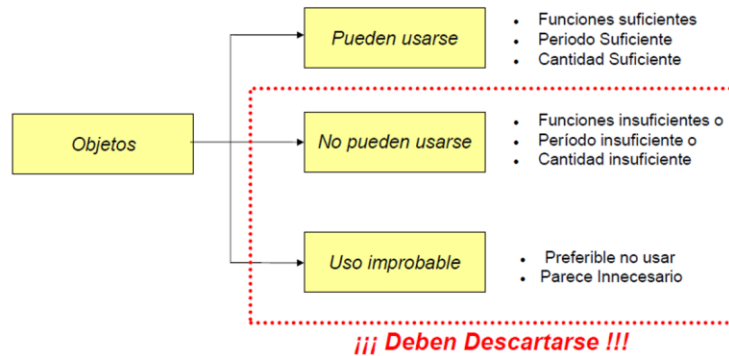
➤ **5s**



Separar lo
necesario de
lo innecesario



Como separar:

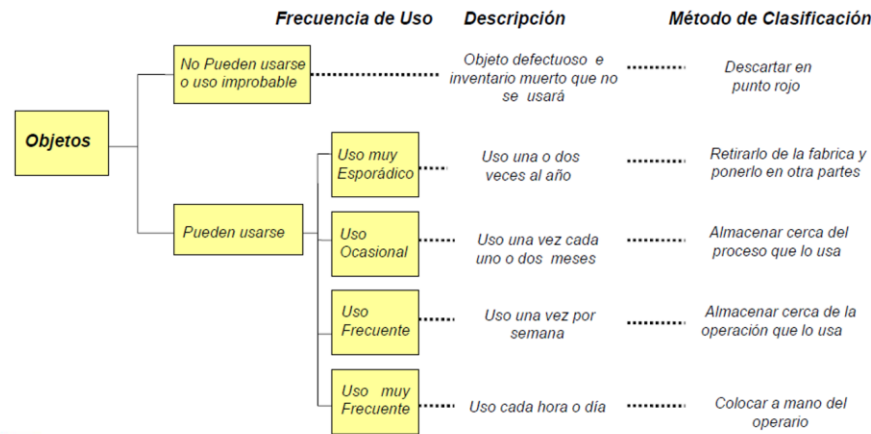


Punto Rojo y tarjetas rojas

Tarjeta Roja	
NOMBRE DEL ARTICULO	FOLIO N°0001
CATEGORIA	1. Maquinaria 2. Accesorios y herramientas 3. Instrumental de Medición 4. Materia Prima 5. Bricolaje 6. Inventario en Proceso 7. Producto Terminado 8. Equipo de Oficina 9. Librería y papelería 10. Limpieza o pesticidas
FECHA	LOCALIZACIÓN TÍPO DE COORDINACIÓN
CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA VALOR \$
RAZÓN	1. No se necesitan 2. Defectuosa 3. No se necesita presta 4. Material de despendio 5. Uso desconocido 6. Contaminante 7. Otro
Consideraciones especiales de almacenamiento	
☐ Ventilación especial ☐ Fuego ☐ Explosivos	☐ En cajas de ☐ Instrucción al uso ☐ Almacenar a
ELABORADA POR	Dispositivo de recepción
FORMA DE DESHECHO	Deshecho completo
FECHA DE DESHECHO	Firma autorizada
Firma de autorización	
Firma de recepción	

- Que es
- Cuantos son
- Donde estaba
- Porque la tarjeta
- Valor
- Que se va a hacer
- Cuando se va a hacer
- MEJORA INTENSIVA

Como separar lo que me sirve

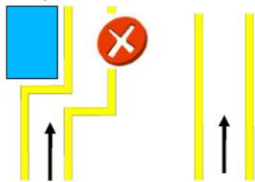


2.- SEITON ORDENAR

Un lugar para cada cosa
y
Cada cosa en su lugar

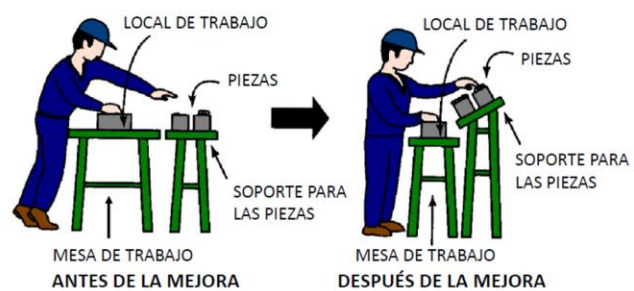
Distintas estrategias

- Pintado y delineado



Estrategias de la ergonomía

Ejemplo: Mejora en la toma de las piezas



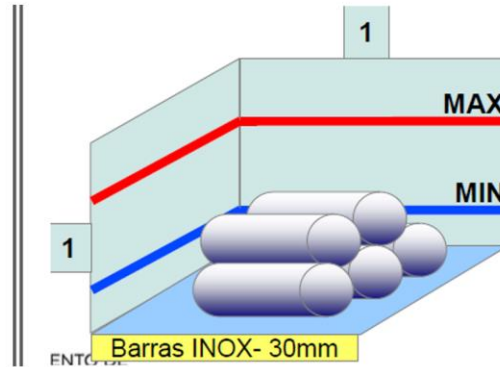
Sistemas Poka Yoke, aprueba de fallas



PEPS, primero que entra primero que sale



Gestión visual



Limpiar
observar y
mantener

3.- SEISO
LIMPIAR

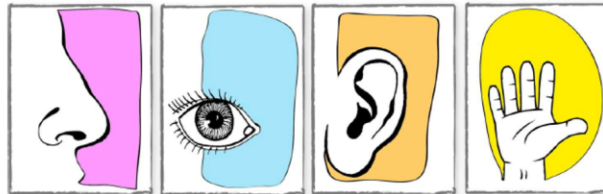
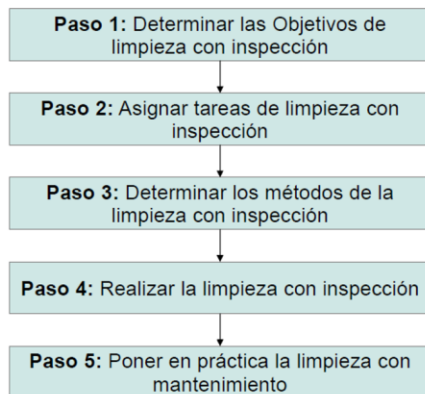
Limpieza diaria

• Equipos y lugares



Limpieza con inspección

- Hay algo sucio que no debería?
- Hay algo sucio que se puede evitar que se ensucie?



Limpieza con mantención

Mantenimiento instantáneo

Tarjeta AZUL
El operario DEBE tener
CONOCIMIENTO
HABILIDADES y
HERRAMIENTAS



Mantenimiento solicitado

Tarjeta VERDE: Mantención



Preservar en
el tiempo las
3s anteriores

4.- SEIKETSU
ESTANDARIZAR



Formar hábitos de limpieza y orden

- Listas de inspección
- 3s Diarias
- Agudizar cada vez más los sentidos
- Orden preventivo

Conservar de manera autónoma las cosas como deben estar

**5.- SHITSUKE
MANTENER**

Sin disciplina

Poco a poco se pierde todo el progreso realizado

Que es importante

- Mantener el compromiso
- Dedicarle tiempo (al menos 5 minutos)
- Atacar los problemas inmediatamente, el mejor momento es ahora.
- De ser necesario, volver a capacitar.
- Son Cambios para mejorar, es mejora continua.

Algunos ejemplos de resultados



Áreas de Operación



Chequeo de condiciones normales



Tuberías marcadas

DEPARTAMENTO DE

DEPARTAMENTO DE

La fábrica antes de las 5S



La fábrica después de 1S Clasificación



La fábrica después de 2S Orden





Mantenga todo LIMPIO
Limpiar es inspeccionar

**La fábrica después de
4S Estandarizar**



Mejorar el ambiente de trabajo
Asegurar las 3 primeras S

La fábrica después de 5S Disciplina



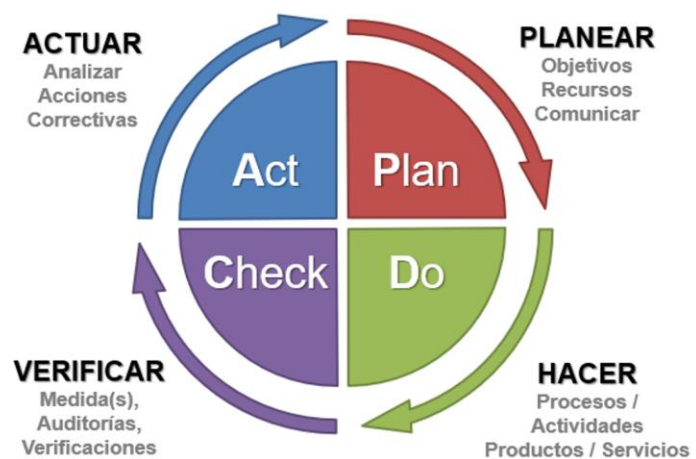
Mantener una conducta confiable

➤ Avances ciclo de Deming-Kaizen

Esta lección se encuentra en construcción.

CAP-Do
Ciclo de
Deming

Ciclo de Deming - PDCA



1. Verificar

Definir correctamente el problema:

Responder:

- ¿Que pasó?
- ¿Cuando sucede?
- ¿Donde sucede?
- ¿A quien le ocurrió?
- ¿Cuales pueden ser las causas?
- ¿Como se diferencia del estado ideal?



2. Analizar

Buscar la causa raíz del problema y pensar en soluciones:

Utilizar los 5 Por qué y analizar que puede ocasionar

Nivel del problema
¿Por qué?
Hay una mancha de aceite en el piso
¿Por qué?
Porque la máquina está goteando aceite
¿Por qué?
Porque el sello se rompió
¿Por qué?
Porque el sello era de mala calidad
¿Por qué?
Porque el sello se compró a bajo costos
¿Por qué?
Porque el departamento de compras evaluaron la oportunidad de ahorrar



Anexo 4: Plantillas Ciclo de Deming Completadas

➤ Disponibilidad de portaherramientas y laines para el torno

1º		Perdidas asociadas									
Sobreproducción		Inventario		Movimientos		x	Esperas		x		
Transporte		Sobre proceso		Defectos			Talento no aprovechado				
2º		Diagnostico de situación				3º		Análisis de causa			
1		¿Que?		Dificultad para encontrar porta herramientas de torno		¿Por que?		No hay laines y los portas están escondidos			
2		¿Donde?		Torno 1		¿Por que?		Las laines y los portas se pierden			
3		¿Cuando?		Cambio de herramientas		¿Por que?		No tiene un lugar establecido			
4		¿Quien?		Operadores de torno		¿Por que?		No se ha tomado el tiempo para mejorar la situación			
5		¿Por que razones?		Portas y laines poco accesibles o inexistentes		¿Por que?		No había un método para solucionar situaciones así			
6		¿Como debería ser?		Estos elementos deberían ser de fácil y rápido acceso		Anotaciones					
Descripción del fenómeno		Existe dificultad para encontrar y centrar la herramientas en el torno 1 durante los cambios de herramienta, porque no hay laines o los portas oportunos, causando demoras sustanciales en los procesos.									
4º		Plan				5º		Ejecución			
Margen de tiempo		Descripción		Responsable		Fecha limite		Margen de tiempo		Descripción de lo realizado	
Corto plazo		Fabricar laines y un organizador de herramientas		Fabián y José		15 Febrero 2022		Corto plazo		Fabricación de laines de laminas de material restante y organizador de perfiles de desbaste	
Mediano plazo		Reevaluar la pertinencia de los portas en el organizador y abastecer stock de carburo		Fabian y Marco		Mayo 2022		Mediano plazo			
Largo plazo								Largo plazo			
6º		Chequeo de resultados									
¿Se logro el objetivo?		Si		X				No			
Resultados obtenidos		El Cambio de herramientas se volvió una tarea de 30 Segundos, lo que antes podía tomar entre 5 y 10 minutos, considerando la selección y el centrado correcto de la herramienta									
Otros beneficios		A pesar de su simpleza brinda una imagen de estar preparado para el trabajo en todo momento. Además se esta sacando provecho a varios portaherramientas de alto valor, que no tenían sus laines o sus plaquitas de carburo									
Resultados no obtenidos		Falta poder enumerar de mejora manera los porta herramientas, ya que debido a las altas temperaturas su identificador tiende a despegarse.									
¿Requiere otro ciclo?		Si		X				No			

➤ **Complicaciones para la selección y búsqueda de machos para hilos**

1º		Perdidas asociadas								
Sobreproducción				Inventario		Movimientos	X	Esperas		X
Transporte				Sobre proceso		Defectos	X	Talento no aprovechado		
2º		Diagnostico de situación				3º		Análisis de causa		
1		¿Que?		Los machos son dificiles de seleccionar y encontrar		¿Por que?		Porque estan juntos y revueltos en la misma caja		
2		¿Donde?		Caja de machos en el pañol		¿Por que?		Sus cajas originales se perdieron o no tenian		
3		¿Cuando?		Cuando se debe hacer un hilo interior		¿Por que?		Descuido y falta de protocolo de orden		
4		¿Quien?		Todos		¿Por que?		No se le ha dedicado tiempo al problema		
5		¿Por que razones?		Los machos de diversas medidas estan todos juntos en la misma caja		¿Por que?		Complicaciones en la gestion		
6		¿Como debería ser?		Fácil y rápida selección		Anotaciones		La costumbre ha jugado un rol importante en la perduración de este problema		
Descripción del fenómeno		Los machos especificos son dificiles de encontrar en su caja cuando se debe hacer un hilo interior ya que están juntos y revueltos, haciendo complicada su utilización.								
4º		Plan				5º		Ejecución		
Margen de tiempo		Descripción		Responsable	Fecha limite	Margen de tiempo		Descripción de lo realizado		
Corto plazo		Identificar y agrupar todos los machos para organizarlos en un mueble		Fabian	15- Marzo- 2022	Corto plazo		Se recuperó en el evento de 5s un mueble al que se le fabricaron cajones simples para posicionar cada macho distinto		
Mediano plazo						Mediano plazo				
Largo plazo						Largo plazo				
6º		Chequeo de resultados								
¿Se logro el objetivo?		Si		X			No			
Resultados obtenidos		Reducción del tiempo de búsqueda de macho de entre 3 a 8 minutos, a 5 segundos.								
Otros beneficios		Mas agradable a la vista y fácil de volver a ordenar								
Resultados no obtenidos										
¿Requiere otro ciclo?		Si					No		X	

➤ **Altas esperas para la recepción de instrucciones**

1º	Perdidas asociadas						
Sobreproducción		Inventario		Movimientos		Esperas	X
Transporte		Sobre proceso		Defectos		Talento no aprovechado	X
2º	Diagnostico de situación			3º	Análisis de causa		
1	¿Que?	El tiempo de espera de instrucciones es muy alto		¿Por que?	El dueño no llega a la maestranza ni se comunica		
2	¿Donde?	Maestranza		¿Por que?	Porque esta realizando trabajos en terreno		
3	¿Cuando?	Durante la ausencia y falta de contacto del supervisor		¿Por que?	Suplir baja demanda de trabajo		
4	¿Quien?	Colaboradores		¿Por que?	Falta de difusión		
5	¿Por que razones?	El dueño no se encuentra		¿Por que?	Desconocimiento del marketing		
6	¿Como debería ser?	Flujo de trabajo constante y con minimos tiempos de espera		Anotaciones	Se llega a la conclusion de que la baja demanda de trabajo se debe a la baja difusion teniendo en cuenta la versatilidad de los procesos presentes (bueno) se debe salir a buscar el trabajo.		
Descripción del fenómeno	Los colaboradores experimentan altos tiempos de espera de informacion para la finalizacion de sus tareas vigentes y pendientes durante la ausencia del dueño en la planta.						
4º	Plan			5º	Ejecución		
Margen de tiempo	Descripción	Responsable	Fecha limite	Margen de tiempo	Descripción de lo realizado		
Corto plazo	Buscar medio de comunicacion como empresa	Fabian	20- Marzo- 2022	Corto plazo	Creacion de grupo de Whatsapp donde registrar trabajos, numeros, medidas, e informacion importante		
Mediano plazo	Creacion de pagina web de la maestranza	Fabian	5-Abril-2022	Mediano plazo	En busca de aumentar la difusion actual, se crea un perfil de Google maps y Facebook Business		
Largo plazo	Invertir en imagen de marca	Marco	15-Nov-22	Largo plazo	Avance: estan en proceso de diseño cartas de presentacion y se espera incorporar logo MMT a la vestimenta habitual.		
6º	Chequeo de resultados						
¿Se logro el objetivo?	Si	X			No		
Resultados obtenidos	Reduccion de la frecuencia de ocurrencia de la perdida, de 10 a 5 veces, y con tiempos de respuesta de 45 minutos maximo, lo que equivales a un 81.3% de reduccion, se captaron 5 clientes y se lograron 300 visualizaciones a publicaciones.						
Otros beneficios	Menor frustracion en la comunicacion						
Resultados no obtenidos	La inversion en la imagen de marca requiere de mas capital actualmente						
¿Requiere otro ciclo?	Si				No	X	

➤ Información inexacta e incorrecta de fabricación

1º		Perdidas asociadas						
Sobreproducción			Inventario		Movimientos		Esperas	X
Transporte			Sobre proceso	x	Defectos	x	Talento no aprovechado	
2º		Diagnostico de situación			3º		Análisis de causa	
1	¿Que?	Defectos y esperas por información de fabricación es incorrecta o inexacta			¿Por que?	Las instrucciones no quedan registradas apropiadamente		
2	¿Donde?	Maestranza			¿Por que?	Porque son comunicadas de palabra o escritas en tiza		
3	¿Cuando?	Durante la jornada laboral			¿Por que?	Porque no se tiene donde tomar apuntes		
4	¿Quien?	Colaboradores			¿Por que?	No se ha reconocido su necesidad		
5	¿Por que razones?	Instrucciones poco claras, solo de palabra			¿Por que?	Mínimo análisis sobre la gestión de proyectos		
6	¿Como debería ser?	Tareas fáciles de comunicar y ejecutar infaliblemente			Anotaciones	Es común llamar constantemente al dueño para ratificación de información. La información escrita en tiza tiene la tendencia de ser borrada accidentalmente		
Descripción del fenómeno		Durante la jornada laboral, los colaboradores deben esperar constantemente para ratificar información, o re procesar partes debido a que las instrucciones son inexactas, incorrectas o son olvidadas.						
4º		Plan			5º		Ejecución	
Margen de tiempo	Descripción	Responsable	Fecha limite	Margen de tiempo	Descripción de lo realizado			
Corto plazo	Buscar medio de comunicación como empresa	Fabian	20- Marzo- 2022	Corto plazo	Creación de grupo de WhatsApp donde registrar trabajos, números, medidas, e información importante			
Mediano plazo	Incentivar en paralelo el uso de medios físicos de registro	Marco	29-marzo-2022	Mediano plazo	Se utilizó las libretas facilitadas en evento 5s, para realizar dibujos de bosquejos con medidas, toma de datos y listas de compra			
Largo plazo	Implementar el uso de planos de fabricación	Marco y Fabiar	15-Nov-22	Largo plazo	Avance: Se está trabajando en la realización de planos de productos recurrentes y de medidas complicadas			
6º		Chequeo de resultados						
¿Se logro el objetivo?	Si	X				No		
Resultados obtenidos	Se facilitó la toma de información, actualmente existe un registro digital y escrito. La incertidumbre en la fabricación se redujo reduciendo las esperas y reprocesos en un 60% respecto al registro inicial							
Otros beneficios	Menor frustración durante la fabricación							
Resultados no obtenidos								
¿Requiere otro ciclo?	Si					No	X	