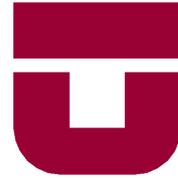


INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD DE TALCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL

**“PROPUESTA DE MEJORA PARA LA UTILIZACIÓN DE
MAQUINARIA, EN EL DEPARTAMENTO DE CONVERSION DE
CMPC CARTULINAS PLANTA MAULE”**

Autor:

Katalina Beatriz Gutiérrez González

Profesor guía: Sergio González Reyes

CURICÓ- CHILE

AGOSTO DE 2019

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su encargado Biblioteca Campus Curicó certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Two circular stamps and signatures. The left stamp is from the 'DIRECCIÓN SISTEMA DE BIBLIOTECAS UNIVERSIDAD DE TALCA' with a signature over it. The right stamp is from the 'SISTEMA DE BIBLIOTECAS CAMPUS CURICO' with a signature over it.

Curicó, 2019

Agradecimientos

Agradecer a todas las personas que fueron parte de este proceso, por un largo o corto tiempo, compañeros, amigos, profesores y familia, atesoraré cada momento, gesto y sonrisa entregadas. Gracias por ser parte fundamental de este proceso, siempre estaré agradecida.

A mis amigos que siempre estuvieron ahí incluso sin que yo se los pidiera, agradecerles el apoyo y el cariño entregado todo este tiempo, por las eternas noches de estudio a lo largo de estos años que nos ayudaron a completar esta ardua tarea, las alegrías y tristezas vividas que nunca se olvidarán y serán siempre parte de nuestra historia.

A mis abuelos, que sin entender al cien por ciento como funciona el sistema, se alegraban por cada logro y me entregaron su apoyo incondicional sin importar las dificultades, especialmente en este último semestre.

A mis padres, por su fortaleza y sabiduría para guiarme en este proceso, entregando lecciones y experiencias vividas con el objetivo de lograr ser una persona fuerte y capaz.

Al resto de mi familia, por siempre mostrar interés y respeto en mi proceso, entendiendo que cada decisión y proceso experimentado es parte de la formación integral para alcanzar los grandes objetivos de la vida.

Al resto de mis amigos, que, sin ser parte de la universidad, siempre están ahí dándome una palabra de aliento y un empujón para seguir adelante en la vida.

A mis profesores, que me entregaron las herramientas necesarias para comenzar un nuevo ciclo en mi vida, comenzar a desarrollarme en el mundo laboral difícil y competitivo.

A ti, que en el último tiempo has sido parte fundamental de mí.

Y especialmente a mi tía Flor Eliana González Araya, que siempre estuvo ahí desde siempre y que hoy en día me entrega su eterno apoyo desde el cielo.

Dedicatoria

Para todas las personas que
tienen la esperanza de
un mundo mejor

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto de título que se presenta a continuación fue desarrollado en Cartulinas CMPC planta maule, departamento de conversión, ubicado en ruta L-25 Yervas Buenas, Linares. Empresa dedicada a la producción y comercialización de cartulina en diferentes formatos y exportada alrededor de todo el mundo. Proyecto en búsqueda de mejorar la utilización de las máquinas cortadoras que son un elemento fundamental del departamento mencionado anteriormente.

La problemática central de la empresa es la eficiencia en las cortadoras debido a varios factores analizados en los capítulos posteriores, en búsqueda de una solución satisfactoria se opta por la utilización de herramientas de *lean manufacturing* ya sea implementándolas o planteando su implementación en el futuro.

De manera más específica, el ochenta por ciento de los problemas son causados por tres factores: externos, operacionales y operacionales programadas, además se determina que existe una brecha de 20% entre el orilleo ideal y el real, un 15% entre las velocidades y un 31% debido al ancho. Estos valores traen consigo las bajas eficiencias de las máquinas y que el departamento no sea capaz de alcanzar las metas planteadas anualmente.

Palabras claves: Cartulina, *lean manufacturing*, sistema de sugerencias y 5S.

Autor:

Katalina Beatriz Gutiérrez González (kgutierrez13@alumnos.utalca.cl)

Estudiante de Ingeniería Civil Industrial – Universidad de Talca

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Glosario	14
1.1 Descripción global de la empresa.....	17
1.2 Lugar de aplicación	19
1.2.1 Planta Maule.....	20
1.3 Problemática	25
1.4 Objetivo General.....	26
1.5 Objetivos Específicos	26
1.6 Resultados Tangibles Esperados	26
2.1 Marco Teórico	28
2.1.1. Evaluación económica.....	28
2.1.2. Matriz de prioridades	29
2.1.3. <i>Lean Manufacturing</i>	29
2.1.4. Diagrama de barra	33
2.1.5. Diagrama Circular	35
2.2 Metodología.....	36
2.2.1 Analizar funcionamiento real de las máquinas	36
2.2.2 Analizar funcionamiento óptimo de las máquinas.....	36
2.2.3 Calcular capacidad de maquinaria	36

2.2.4 Determinar elementos perjudiciales.....	37
2.2.5 Determinar herramienta/s de <i>Lean Manufacturing</i>	37
2.2.6 Confeccionar un plan de implementación.....	37
2.2.7 Implementación	37
2.2.8 Evaluar impacto de mejoras.....	37
3.1. Diagnóstico de la situación actual	40
3.1.1. Producto	40
3.1.2. Días de trabajo.....	41
3.1.3. Departamento de conversión.....	42
3.1.4. Producción.....	46
3.1.5. OEE	51
3.1.6. Velocidades de la máquina de corte.....	52
3.1.7. Análisis orilleo y origen	54
3.1.8. Análisis ancho y largo	55
3.1.9. Diagrama Ishikawa.....	55
3.2. Conclusiones sobre diagnóstico	58
4.1. Requerimiento del sistema.....	60
4.1.1. Requerimientos funcionales	60
4.1.2. Requerimientos no funcionales	61

4.2. Definición de entradas y salidas	61
4.2.1 Entradas del sistema	61
4.2.2 Salidas del sistema	62
5.1.1 Selección de herramientas <i>Lean Manufacturing</i>	65
5.1.1 Efecto de las herramientas de <i>lean manufacturing</i>	65
5.1.2 Matriz de prioridades	66
5.1.3 Descripción detallada de las herramientas	68
5.1.4 Selección de herramientas	101
5.1.5 Plan de implementación	101
6.1. 5S.....	110
6.1.1 Localizar elementos innecesarios.....	110
6.1.2 Realizar un listado con elementos inútiles y definir si se debe mover los elementos o eliminarlos	110
6.1.3 Etiquetar según orden establecido para elementos innecesarios y estabilizar la clasificación creada.....	111
6.1.4 Eliminar elementos innecesarios y ordenar elementos necesarios.....	111
6.1.5 Etiquetar lugares establecidos para elementos necesarios	111
6.1.6 Informar a operarios sobre las nuevas ubicaciones y generar la conciencia de mantener el orden establecido.....	112
6.1.7 Limpiar dependencias y crear instructivo de limpieza.....	112

6.1.8	Identificar lugares de difícil acceso y solucionar causas de suciedad.....	113
6.1.9	Estabilizar reglas para las 3 S anteriores	113
6.1.10	Evaluar funcionamiento	113
6.1.11	Generar conciencia de la metodología	114
6.1.12	Documentación de 5S.....	114
6.2.	Sistema de sugerencias	118
6.2.1	Definir actividad a la cual se quiere analizar	118
6.2.2	Establecer elementos necesarios de la sugerencia.....	118
6.2.3	Crear hoja de sugerencias.....	119
6.2.4	Determinar tiempo de retiro de sugerencias.....	120
6.2.5	Generar conciencia a operarios	120
6.2.6	Establecer temática de sugerencia y evaluar si la temática apunta a los objetivos 120	
6.2.7	Comunicar si la sugerencia es aceptada o rechazada y evaluar posible implementación.....	120
6.2.8	Implementar sugerencia	120
6.2.9	Cuantificar mejora de la sugerencia y determinar la retribución de la sugerencia 121	
6.2.10	Notificar al autor de la sugerencia y bonificar al autor de la sugerencia	121
6.2.11	Documentación del sistema de sugerencias	121

7.1. Sistema de sugerencias	125
7.1.1. Costo de oportunidad por Sistema de sugerencias	126
7.1.2. Costo operacional por Sistema de sugerencias	126
7.1.3. Beneficio para la empresa por Sistema de sugerencias.....	127
7.2. 5S.....	127
7.2.1. Costo de oportunidad por 5S.....	127
7.2.2. Costo operacional por 5S	128
7.2.3. Beneficio para la empresa por 5S.....	128
7.3. Gestión visual en máquinas	128
7.3.1. Costo de oportunidad por gestión visual en máquinas.....	129
7.3.2. Costo operacional por gestión visual en máquinas	129
7.3.3. Beneficio para la empresa por gestión visual en máquinas.....	129
7.4. Gestión visual tableros	130
7.4.1. Costo de oportunidad por gestión visual tableros	130
7.4.2. Costo operacional por gestión visual tableros.....	130
7.4.3. Beneficio para la empresa por gestión visual tableros	130
7.5. Informe A3	131
7.5.1. Costo de oportunidad por informe A3.....	131
7.5.2. Costo operacional por informe A3	131

7.5.3.	Beneficio para la empresa por informe A3	132
7.6.	<i>Gemba</i>	132
7.6.1.	Costo de oportunidad por <i>gemba</i>	132
7.6.2.	Costo operacional por <i>gemba</i>	132
7.6.3.	Beneficio para la empresa por <i>gemba</i>	133
7.7.	Análisis causa raíz	133
7.7.1.	Costo de oportunidad por análisis causa raíz	133
7.7.2.	Costo operacional por análisis causa raíz.....	133
7.7.3.	Beneficio para la empresa por análisis causa raíz	134
CONCLUSIONES.....		135
Bibliografía.....		136

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Mapa de Operaciones Globales	18
Ilustración 2: Evolución logotipo	19
Ilustración 3: Vista área de planta Maule	20
Ilustración 4: Organigrama Planta Maule.....	22
Ilustración 5: Proceso productivo	25
Ilustración 6: Esquema diagrama Ishikawa	33
Ilustración 7: Representación gráfico sencillo.....	34
Ilustración 8: Representación gráfico de barras agrupado.....	34
Ilustración 9: Representación gráfico de barra apilado	35
Ilustración 10: Metodología.....	38
Ilustración 11: Frecuencia promedio mensual de tipo de cartulina	41
Ilustración 12: Promedio de kg. mensuales producidos por turno	42
Ilustración 13: Cortadora Jagenberg.....	43
Ilustración 14: Cortadora Pasaban	44
Ilustración 15: Embaladora de rollo	45
Ilustración 16: AGV	45
Ilustración 17: Producción mensual por día y máquina, en kg.....	46
Ilustración 18: Producción desglosada por tipo de cartulina.....	47

Ilustración 19: Tiempo perdido por día, en horas.....	48
Ilustración 20: Gráfico de Pareto.....	49
Ilustración 21: Desglose categoría EX.....	49
Ilustración 22: Desglose categoría OP.....	50
Ilustración 23: Desglose categoría PP.....	50
Ilustración 24: Gráfico de componentes para OEE.....	52
Ilustración 25: Curvas de velocidad para las máquinas de corte.....	53
Ilustración 26: Curvas de velocidad máquina 21.....	54
Ilustración 27: Diagrama Ishikawa.....	58
Ilustración 28: Base de datos mensual.....	63
Ilustración 29: Matriz impacto – esfuerzo.....	68
Ilustración 30: Plan de implementación sistema de sugerencias.....	102
Ilustración 31: Plan de implementación 5S.....	103
Ilustración 32: Plan de implementación gestión visual para máquinas.....	104
Ilustración 33: Plan de implementación gestión visual tableros.....	105
Ilustración 34: Plan de implementación informe A3.....	106
Ilustración 35: Plan de implementación <i>Gemba</i>	107
Ilustración 36: Plan de implementación Ishikawa.....	108
Ilustración 37: Clasificación antes.....	115

Ilustración 38: Clasificación después	115
Ilustración 39: Orden antes.....	116
Ilustración 40: Orden después	116
Ilustración 41: Limpieza antes.....	117
Ilustración 42: Limpieza después	117
Ilustración 43: Hoja de sugerencias.....	119
Ilustración 44: Ejemplo de sugerencia.....	122
Ilustración 45: Implementación de sugerencia	123

Índice de Tablas

Tabla 1: Evaluación de herramientas para las problemáticas identificadas	67
Tabla 2: Resumen de costos para Sistema de sugerencias	125

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se procede a contextualizar la problemática identificada por medio de la descripción del entorno, puntualización de la problemática y planteamiento de los objetivos tanto generales como específicos.

1.1 Descripción global de la empresa

El lugar de aplicación del presente proyecto de memoria para la obtención de título universitario es la empresa Cartulinas CMPC S.A planta Maule, ubicada en Ruta L-25 N°28.500, Yervas Buenas.

CMPC, Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones, fue fundada en 1920 enfocada en la producción y comercialización de madera, celulosa, productos de embalaje y productos tisú. Con más de 99 años, la empresa cuenta con 17.247 trabajadores directos y posee operaciones industriales en 8 países, con ello es capaz de llegar a 45 diferentes países con sus productos.

En el año 1951, comienza un crecimiento sostenido de la cantidad de fábricas de la compañía iniciándose con la producción de papel periódico y Kraft en la planta de Valdivia (sur de Chile); ocho años más tarde, en el mismo sur de Chile, pero ahora en Laja, se comienzan las operaciones en la planta de celulosa con la cual se logra, un año más tarde, realizar la primera exportación de celulosa chilena en Sudamérica. En el año 1978, se construye la fábrica de tisú en Santiago (Puente Alto) y en 1994, se adquiere en Uruguay IPUSA también fabricante de tisú. El mismo año, en Argentina se adquiere FABO productora de bolsas industriales, para tres años más tarde obtener la planta Papelera del Plata en Argentina fabricante de papel tisú y un año más tarde se consigue la productora de pañales Química Estrella San Luis S.A.. En el año 2006, se amplían los horizontes hasta México comprando ABSORMEX, en 2007 se expande nuevamente pero ahora hasta Colombia con Drypers Andina productor de pañales infantiles, en 2009 se adquiere en Brasil Planta Guaíba y Melhoramentos Papéis (forestal, celulosa y tissue), para finalmente, en 2017 inaugurar una planta de tisú en Perú. En la

Con respecto al holding de la compañía, en 1995 constaba de cinco áreas de negocio funcionando de ese modo hasta el año 2013 en el cual se realiza una reestructuración del holding disminuyendo a cuatro las áreas de negocio (forestal, celulosa, papeles y tisú). En 2016, se disminuye a tres las áreas de negocio (celulosa, papeles y tisú), para finalmente en el año 2019, se unifican las áreas de negocio en tisú, nombrándose *Softys* para poder adaptarse

al dinamismo de la compañía y mejorar la relación con el consumidor final. En Ilustración 2, se puede apreciar la evolución del logotipo que se ve representado por las diferentes áreas del holding (líneas del logotipo).

En 2000, nace la fundación CMPC con la misión de fortalecer la educación y cultura de la comunidad donde está presente. Hoy en día, cuenta con programas de cuidado al medio ambiente como el programa de reciclaje que alcanzan un total de 800 mil toneladas de papel y cartón recicladas al año, y el programa de conservación y protección de áreas verdes alcanzando un total de 325 mil hectáreas en Argentina, Brasil y Chile.

En 2012, se obtiene la acreditación internacional FSC (*Forest Stewardship Council*), la cual confirma que los productos se obtienen a partir de buenas prácticas ambientales. Y en 2017, se convierte en la primera empresa chilena en colocar un Bono Verde (US\$500 millones) en mercados internacionales.

Ilustración 1: Mapa de Operaciones Globales



Fuente: CMPC S.A.

Ilustración 2: Evolución logotipo



Fuente: Elaboración propia, con información de www.cmpc.cl

1.2 Lugar de aplicación

Cartulina CMPC S.A., es una filial de Empresas CMPC S.A. descrita en la sección 1.1 del presente capítulo. Dicha filial desde 1951, se encarga de producir y comercializar cartulinas para hoy en día convertirse en una reconocida productora de dicho producto, exportando el 85% de su producción. Además, cuenta con certificaciones ISO 9001, ISO14001 y para el contacto con alimentos.

Dentro de Cartulinas CMPC S.A existen dos plantas, la primera ubicada en Valdivia y fundada en 1951, capaz de producir 70.000 ton/anuales debido a la renovación completa de la planta a fines del año 2006. Además, desde el año 2015 cuenta con certificación OHSAS18001:2007. La segunda ubicada en Maule, fundada en 1998, es capaz de producir 380.000 ton/año. Además, cuenta con certificación FSC y PEFC desde el año 2009 y desde 2011 con certificación OHSAS18001:2007.

1.2.1 Planta Maule

En esta planta se desarrollará el presente proyecto de título. Ubicada en Ruta L-25 N°28.500 en la comuna de Yerbass Buenas en la provincia de Linares, a 280 kilómetros de Santiago. Actualmente es una de las fábricas más modernas del mundo, cuenta con un avanzado sistema de control y una moderna bodega robotizada capaz de almacenar 10.000 toneladas de rollos de cartulina en su fase madre. Produce 380.000 ton/año de cartulinas, que destacan por su excelente relación rigidez/gramaje, lo que ayuda a que se produzca de manera eficiente, con calidad superior y de manera amigable con el medio ambiente. A través de Fundación CMPC, se busca educar a niños de enseñanza básica materias como Matemática y Lenguaje, al mismo tiempo se implementan políticas de puertas abiertas a la comunidad para plasmar el programa Plan de Buena Vecindad. En la Ilustración 3, se visualiza el área total abarcada por la planta.

Ilustración 3: Vista área de planta Maule



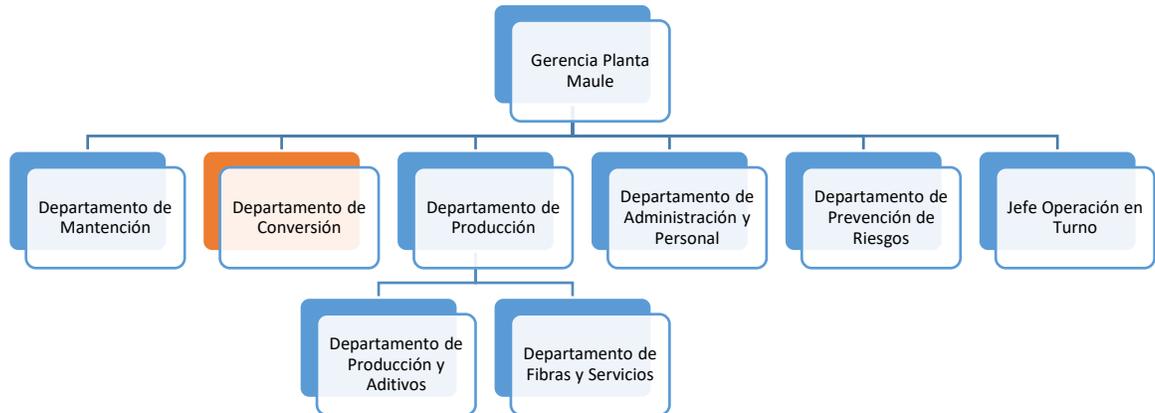
Fuente: CMPC S.A.

- Organigrama

Con respecto a la estructura de la Planta Maule, se puede visualizar en Ilustración 4, destacando en color naranja el departamento de conversión, en el cual se lleva a cabo el proyecto. Con respecto a las funciones de los diferentes departamentos, en primer lugar, gerencia de planta que se encarga principalmente de planificar y controlar la producción, verificar la calidad, gestionar el abastecimiento y mantenimiento. Departamento de producción debe planificar y comprobar los estándares de calidad y medio ambiente, bajo él se encuentra el departamento de producción y aditivos y el departamento de fibras y servicios, el primero se encarga de dirigir y controlar la fabricación de la cartulina, mientras que el segundo se encarga de controlar y coordinar los procesos asociados a la preparación de la pasta requerida para la fabricación de cartulina. Departamento de mantención dirige todas las mantenciones preventivas y correctivas de los equipos de la planta. Departamento de administrativos y personal, se centra en planificar, dirigir y controlar todo lo relacionado con los trabajadores de la empresa ya sea funciones, servicios generales, contabilidad, además de realizar los presupuestos de la planta. Departamento de prevención, se hace responsable de la planificación, organización, asesoría, ejecución, supervisión y promoción de todas las acciones enfocadas en evitar accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. Los jefes de turno poseen la facultad de supervisar y controlar las operaciones de todo el proceso productivo. Finalmente, el departamento de conversión se hace responsable de planificar, organizar, dirigir y controlar las operaciones de la última fase de la cartulina, la cual consiste en ser cortada y embalada, y de la bodega de productos terminados.

En ese último departamento, es donde se centrará el presente informe por lo que además es importante señalar que en él se realizan las siguientes funciones: diseñar e implementar estrategias para el cumplimiento de la producción, gestionar personas y materiales para evitar desviaciones dentro del presupuesto, establecer y controlar estándares establecidos para el departamento, presentar informes de cierre de mes, analizar desviaciones en contabilidad, ingresar y autorizar solicitudes de pedidos en sistema SAP y revisar y autorizar pago de facturas especialmente de contratistas, definir apoyo de terceros.

Ilustración 4: Organigrama Planta Maule



Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida en Cartulinas CMPC Planta Maule

- Proceso productivo

En Ilustración 5, se puede apreciar a grandes rasgos el proceso productivo de la planta. A continuación, se detallará paso a paso cada uno de ellos.

- Preparación de la madera: se inicia el proceso con la llegada de los trozos de pino radiata, los cuales se acopian en una cancha de madera para su posterior clasificación según el tiempo desde su corte, estos son regados para evitar la presencia de hongos. Luego, pasan al descortezador donde la corteza es retirada mediante fricción por rotación. Los troncos sin corteza pasan a una trampa de piedra, donde los restos de piedra y arena son retirados mediante chorros de agua a alta presión. A continuación, los trozos pasan a la astilladora para convertirse en astillas de 25x25 milímetros. Finalmente, la astilla para a ser clasificada por un harnero clasificador, evitando que las astillas de mayor dimensión sean retenidas y reprocesadas, y son almacenadas en un silo de capacidad 6.700 metros cúbicos.
- Proceso de la pulpa: en primera instancia, se lleva a cabo la refinación de la pulpa el cual consiste en llevar la astilla a la sección de lavado, en dicha área se eliminan las partículas pesada, como arena, para no dañar los equipos que intervienen a continuación. En seguida, la astilla pasa por refinadores de alta

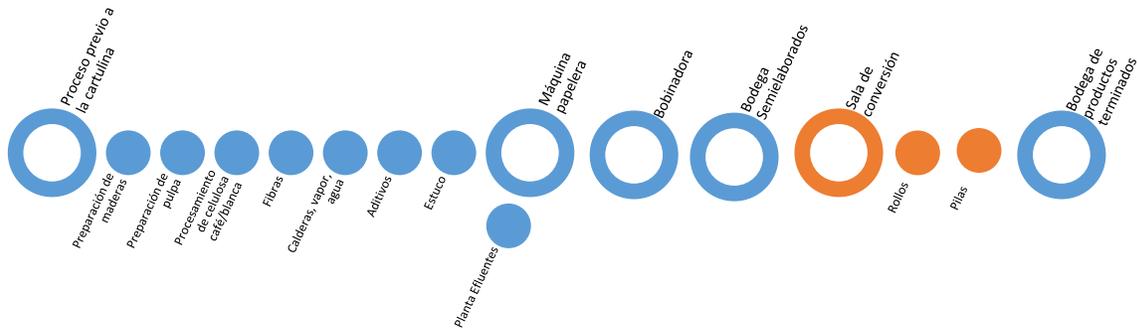
refinación los cuales consumen una energía de 14 mega watts hora, en ellos la astilla se convierte en pasta, pulpa mecánica refinada. Posteriormente, se dirige a un estanque de transferencia donde se le aplica agua para disminuir su consistencia, la cual posee una temperatura de 100 °C.. Después, la fibra llega enroscada a un estanque de latencia, donde permanece para que se enderece y tome su largo adecuado. Luego, comienza el proceso de clasificación donde se utilizan coladores con un tamiz rotatorio para seleccionarla como aceptada o rechazada. Ahora, se produce es espesamiento de la pulpa, esto quiere decir que se le retira el agua presente en ella por medio de prensas compuesta por tamices y tornillos, para posteriormente ser almacenada en torres de alta consistencia. Finalmente, se lleva a cabo el blanqueamiento de la pulpa mediante aditivos químicos (DTPA, soda cáustica y Peróxido).

- Proceso de la celulosa blanca y café: en primer lugar, la celulosa es traída en fardos de aproximadamente 250 kg., que posteriormente son cargados en una cadena, de capacidad 10 fardos, y llevados a un Púlper, cuchillos en un rotor que cumplen el objetivo de romper la hoja de celulosa para convertirla en pasta. Enseguida, la pasta pasa al proceso de depuración donde se retiran los elementos pesados. Después, llega al área de refinación donde se obtiene la textura adecuada para la formación de cartulina. Luego, es almacenada en estanques para ser utilizadas en la producción de cartulina.
- Aditivos: en esta área se dosifica y almacenan los productos químicos que se utilizan para la fabricación de cartulina, ya se sea en el área de fibras, blanqueo de la fibra, máquina papelera, extremo húmedo, o al final del proceso en presa encoladora y la preparación del estuco para terminar la cartulina.
- Máquina papelera: aquí, con la fibra almacenada en estanques, se fabrica la cartulina de cuatro capas. Se comienza el proceso con la pasta proveniente de los estanques, la cual se hace pasar a las telas formadores donde la mezcla de pasta y agua comienza a avanzar perdiendo agua paulatinamente, transformándose en una hoja húmeda para poder juntarse, posteriormente, con

otras telas y así formar la cartulina, para unir estas capas, se agrega almidón como adhesivo. Luego, se inicia el proceso de las prensas que, mediante compresión mecánica en el punto de contacto de los rodillos, cumplen la función de extraer el agua que viene en la cartulina alcanzando a disminuirla hasta un 60%. Después, sigue al área de secado donde unos cilindros calentados con vapor evaporan el agua contenida en la cartulina dependiendo del gramaje y tipo de cartulina a fabricar. Posteriormente, en la prensa encaladora es sellada la superficie de la cartulina para proceder al pintado de esta, este proceso se lleva a cabo con almidón oxidado y otros productos. Inmediatamente, se realiza el estucado que es una capa de pintura compuesta por caolín y carbonato fino (mineral) generando un acabado suave y brillante, mientras eso sucede, se lleva a cabo un secado rápido con infrarrojos a 800 °C. ya que la cartulina se humedece en esta fase. Finalmente, se enrolla la cartulina en un pope, tambor uniforme en una barra, formando grandes rollos (jumbos) de tres metros de diámetro y 5,4 metros de ancho, alcanzando un total de 20 toneladas.

- Bobinadora: a esta área llegan los jumbos para ser transformados en rollos, de diámetro y ancho especificado por el cliente. Una vez que el rollo es cortado, se envían a la bodega de productos terminados o son llevados a la bodega de semielaborados para su posterior proceso en la sala de conversión.
- Bodega semielaborados: esta bodega almacena los rollos ya cortados, su principal característica es que es una bodega robotizada con capacidad de 10.000 toneladas de rollos.
- Sala de conversión: aquí se encuentran las cortadoras, las cuales generan los pilas o rollos de cartulina, cortando de las dimensiones que el cliente requiera. Posteriormente, son embalados con una cobertura de papel Kraft plastificado.
- Bodega de productos terminados: en esta bodega se almacena el producto listo para ser transportado hacia el cliente.

Ilustración 5: Proceso productivo



Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida en Planta Maule de Cartulinas CMPC

1.3 Problemática

El departamento de conversión es el último departamento donde se procesa el producto antes de ser llevado al cliente final, por lo que toma un papel importante dentro de la línea productiva. A pensar de dicha importancia, y debido a la reciente modernización de la planta, hoy en día existen graves problemas en la frecuencia de las líneas del departamento. Esto implica, que exista un total de 3.188 horas de tiempos muertos durante el mes debido a diferentes factores como la gran cantidad de cambios de formato (998 al mes) o la mano de obra poco capacitada. Por otra parte, al poseer máquinas nuevas no se utiliza de manera óptima la capacidad de ellas, en este caso se tiene la capacidad utilizada pero no se tiene un valor con el cual comparar (capacidad real) por lo que sería de gran importancia determinar dicho valor y poder determinar puntos claves de la brecha entre ellos.

Apuntando al mismo sentido, otro factor importante es la gran cantidad de pérdidas de productos ya sea por mala calibración de los equipos, problemas en el papel, entre otros. Esto produce la parada de la máquina, disminución de velocidad de esta o la necesidad de reprocesar cierta parte del producto. Al ser reprocesado el producto, se aumentan los costos de producción y se dejan pilas incompletas, generando confusiones en bodega para su correcta ubicación.

Es por esto, que se vuelve vital aumentar la utilización de la maquinaria de dicho departamento por lo que en primera instancia resulta atractivo calcular la eficiencia de mercado de la máquina e identificar los problemas más importantes y poder proponer posibles cambios en la línea que mejoren dicha utilización.

1.4 Objetivo General

Elaborar una propuesta de mejora para la utilización de la maquinaria en el departamento de conversión de Cartulinas CMPC Planta Maule mediante herramientas de *Lean manufacturing*.

1.5 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa para identificar posibles problemas dentro del departamento.
- Proponer alternativas de solución con el objetivo de corregir situaciones de interés y así mejorar el funcionamiento del departamento.
- Evaluar impacto de las propuestas para justificar su posible implementación.
- Elaborar un plan de implementación para las alternativas seleccionadas.

1.6 Resultados Tangibles Esperados

- Informe que muestre los impactos de la problemática.
- Informe con propuestas de mejora para las líneas productivas.
- Excel para calcular indicadores y brechas en los próximos meses.
- Instructivo para ejecutar plan de mejora.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

En el presente capítulo, se especifican herramientas de ingeniería industrial necesarias para resolver la problemática planteada. Además, se detalla la metodología aplicada en el proyecto.

2.1 Marco Teórico

Para la ejecución de este proyecto, se debe tomar en cuenta ciertos criterios básicos que permitan tener en cuenta elementos necesarios para solucionar de manera factible la problemática identificada. Además, se debe considerar herramientas para realizar un diagnóstico adecuado de la situación actual.

2.1.1. Evaluación económica

El análisis financiero toma en cuenta una entidad individual, por ejemplo, un propietario, una compañía o una organización. Los costos se encuentran plasmados con el valor actual pagado y el análisis incluye el flujo de fondos, esto quiere decir como ocurre la inversión, con gastos fijos y operativos. Todo subsidio, impuesto o transferencia se considera como un flujo de entrada o salida en la caja.

El análisis económico evalúa los costos y ganancias con una perspectiva no solo financiera, sino que también social. Esta evaluación considera los costos y beneficios sociales del proyecto, el principal objetivo es identificar las ventajas y desventajas de la inversión en un proyecto. En primera instancia se debe determinar el objetivo de la evaluación, para luego proceder a determinar el indicador que mejor represente lo que se espera del proyecto (VAN, TIR, etc.) y tomar decisiones con respecto a ellos.

El principal criterio de ambas evaluaciones es la eficiencia, es medido por la maximización de ganancia o minimización de costos.

Para realizar estas evaluaciones es importante considerar los costes del proyecto y estos pueden ser: directos, indirectos, valorizados o de oportunidad. Los costes directos son aquellos gastos que se relacionan directamente con la actividad de la planta, por ejemplo, maquinaria. Los costes indirectos son los que no se encuentran relacionado con el resultado, por ejemplo, los gastos de administración. Costes de valorización son actividades que no poseen contraprestación monetaria, esto quiere decir que no es un costo monetario, pero es

necesario estimar su coste, por ejemplo, las actividades solidarias. Costes de oportunidad es el que se incurre por seleccionar una alternativa y rechazar otra.

2.1.2. Matriz de prioridades

La matriz de impacto y esfuerzo es una herramienta para priorizar la herramienta de solución a implementar, se realiza con una comparación entre el nivel de dificultad para implementar la solución y el nivel de impacto que tiene implementar dicha solución. Dicha herramienta consta en utilizar cuatro cuadrantes, en el eje horizontal se establece el criterio de esfuerzo, mientras en el eje vertical se indica el criterio de impacto, esto quiere decir que el cuadrante superior derecho establece la relación alto impacto y alto esfuerzo, el cuadrante superior izquierdo consiste en alto impacto y bajo esfuerzo, el cuadrante inferior derecho es bajo impacto pero alto esfuerzo, el último cuadrante es el inferior izquierdo con bajo impacto y bajo esfuerzo.

2.1.3. *Lean Manufacturing*

Lean Manufacturing es un modelo de gestión enfocada en mejorar y optimizar la producción, principalmente eliminando las actividades que no agregan valor al producto final. Lo que busca es la mejor calidad, costo más bajo y el *lead time* más bajo.

Esta filosofía posee seis grandes principios: calidad perfecta a la primera que hace referencia a poseer cero defectos o detenciones eliminando los problemas desde su origen, la segunda se llama minimización de desperdicio y consiste en eliminar las actividades que no generan valor agregado al recurso, la tercera es mejora continua que consiste en reducir costos, mejorar la calidad, aumentar la producción y compartir la información, el cuarto principio es proceso “*pull*” que es cuando los productos son solicitados por el cliente y no empujados por la producción, el quinto principio es flexibilidad ya que es necesario producir rápidamente diferentes productos sin perder eficiencia, el último pilar es la construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con el proveedor esto quiere decir que los acuerdos son necesarios para compartir el riesgo, los costos y la información.

Además, posee dos pilares fundamentales: el primero es “JIT” o *just in time* que consiste en producir lo que se necesita, las cantidades que se necesitan y en el momento en que se necesitan, el segundo pilar es *Jidoka* que se basa en no dejar pasar nunca un defecto al proceso siguiente y liberar personas de las máquinas. Entrando en detalle, JIT es la eliminación de todos los desperdicios (*muda*) en el proceso de producción, se espera eliminar todo lo diferente a recursos mínimos de materiales, máquinas y mano de obra, esto quiere decir todo lo que no agrega valor al producto. Mientras que *Jidoka*, es también llamada automatización con un toque humano ya que a pesar de contar con personas espera llevarlas al mínimo posible, consta de: sistema *Andon* que son alertas en la línea que se encargan de detectar anomalías de manera automática y así poder identificar causas raíz para finalmente eliminarlas, separación hombre máquina que indica que no es necesario que las personas cuiden las máquinas sin embargo que de todos modos el trabajador es responsable de ella, finalmente análisis causa raíz que consta de dos fases principales: aplicar cinco porque y luego realizar *Poka Yoke*

Finalmente, los cimientos de esta metodología son cuatro: *Heinjunka* que significa producción nivelada, gestión visual es hacer visible los problemas, procesos estables y estandarizados y pensamiento a largo plazo.

Otras herramientas de esta metodología son, en primer lugar, la estandarización de trabajos que consiste principalmente en fabricar de forma eficiente los productos sin desperdicios. En segundo lugar, los KPI's que son los indicadores claves, son la medida con la cual se revisa el nivel de rendimiento de los procesos y siempre está relacionado con el objetivo que se busca cumplir. En tercer lugar, Kanban, es un método inteligente para gestionar el trabajo, se enfoca en *just in time*, siempre y cuando no se sobre cargue a los miembros del trabajo. Las 5s, se utilizan para mejorar los puestos de trabajo por medio de la organización, orden y limpieza de ellos. SMED, es una técnica para disminuir el tiempo implementado en los cambios de formato en las máquinas. TPM, es la gestión del mantenimiento y consiste en mejorar la productividad por medio de la reducción de tiempos muertos, tiempos de ciclo y la eliminación de defectos. *Value stream mapping*, sirve para

visualizar el flujo de la producción. Flujo continuo, sirve para reducir el inventario, tiempos de espera y transportes innecesarios. *Takt time*, hace referencia al análisis del ritmo de producción. Gestión visual, es una herramienta que ayuda a volver visuales indicadores diseñados para detectar anomalías en el funcionamiento de las máquinas. *Gemba*, significa sitio de acción y se refiere a ir a observar el proceso directamente en el lugar donde ocurre. *Hoshin Kanri*, es un método de trabajo que permite alinear los objetivos estratégicos de largo plazo con el plan de gestión del corto plazo. *Kaizen*, se centra en eliminar desperdicios por medio del trabajo en conjunto. PDCA, es la sigla para planificar, hacer, verificar y actual, es un sistema para implementar un sistema de mejora continua. Análisis de causa raíz, es un método para la resolución de problemas que intenta identificar la causa raíz de un problema. 8D, es una metodología para identificar, corregir y eliminar problemas, consiste en 8 pasos más la disciplina. TQM, *total quality management*, es la gestión de calidad total y es una estrategia enfocada para crear conciencia de la calidad en el proceso.

Se detalla de manera precisa el diagrama causa efecto ya que será utilizado en el diagnóstico del presente proyecto. También llamado diagrama de “Ishikawa”, sirve para analizar los problemas e identificar sus causas. En la Ilustración 6, se visualiza el diagrama que está constituido por el efecto o problema, la línea central de la cual salen líneas apuntando a la causa principal, cada línea tiene líneas menores para detallar las causas derivadas.

Para elaborarlo, es necesario identificar el problema de manera precisa para proceder a identificar las categorías dentro de las cuales surgen las causas de él. Preguntarse el porqué de cada causa, ayuda a identificar sub-causas de las identificadas anteriormente.

Además, se detalla la Eficiencia general de los equipos o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), ya que es analizada en la fase preliminar del proyecto. Este indicador consiste en evaluar la eficiencia de los equipos, en otras palabras, su rendimiento. Es expresado en porcentaje, siendo 100% el máximo capaz de producir y trabajando el tiempo total a su velocidad nominal. Se utiliza como referencia la eficiencia máxima. Se calcula con la multiplicación de los ratios de disponibilidad, rendimiento y calidad.

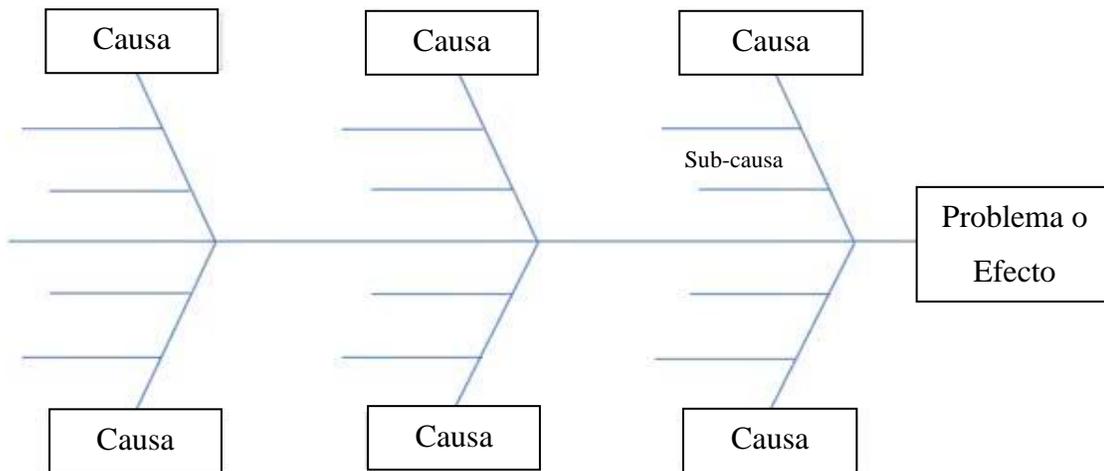
En primer lugar, el ratio de disponibilidad consiste en la relación entre el tiempo que realmente se está trabajando con tiempo que se posee para trabajar, siendo el tiempo que se posee para trabajar la cantidad de horas totales de trabajo menos las paradas planificadas y el tiempo que realmente se trabaja es el tiempo anterior descontando las paradas y averías incurridas dentro del proceso. En este ámbito se consideran dos grandes pérdidas, las producidas por paradas y averías, y las producidas por más configuraciones y ajustes.

En segunda instancia se tiene el ratio de rendimiento, que es la relación entre las piezas producidas con respecto a las piezas que se podrían haber producido con el tiempo de operación. Las principales pérdidas para este ratio consisten en pequeñas paradas y las reducciones de velocidad.

El tercer ratio es el de calidad, se basa en la relación entre el total de unidades producidas y las unidades producidas de manera conforme, esto quiere decir que cumplen con la calidad requerida por el producto. Las dos principales pérdidas son los rechazos producto a las puestas en marcha y los rechazos provocados por el proceso productivo.

Con respecto a los valores de referencia del OEE, se puede señalar que bajo el 65% se considera inaceptable esto quiere decir que existen pérdidas económicas importantes y una baja competitividad de la empresa, cuando se encuentra entre 65% y 75% se denomina como regular y se considera aceptable para la fase de mejora para el proceso productivo, entre 75% y 85% es aceptable ya que aún existen pérdidas económicas y la competitividad de la empresa es ligeramente baja, entre 85% y 95% se estima como buena debido a que se encuentra entre los valores de clase mundial ya que posee una buena competitividad y finalmente, sobre 95% se considera como una empresa de excelencia o de clase mundial y se caracteriza por su alta competitividad y bajas pérdidas económicas. Dentro de las empresas nacionales, CorreosChile destaca en premios que la reconocen como una de las mejores empresas en gestión y su excelente operación diaria, consta de un significativo desempeño financiero, eficiencia en sus procesos y elevado grado de satisfacción de sus clientes, por ello fue clasificada en la categoría de clase mundial.

Ilustración 6: Esquema diagrama Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

2.1.4. Diagrama de barra

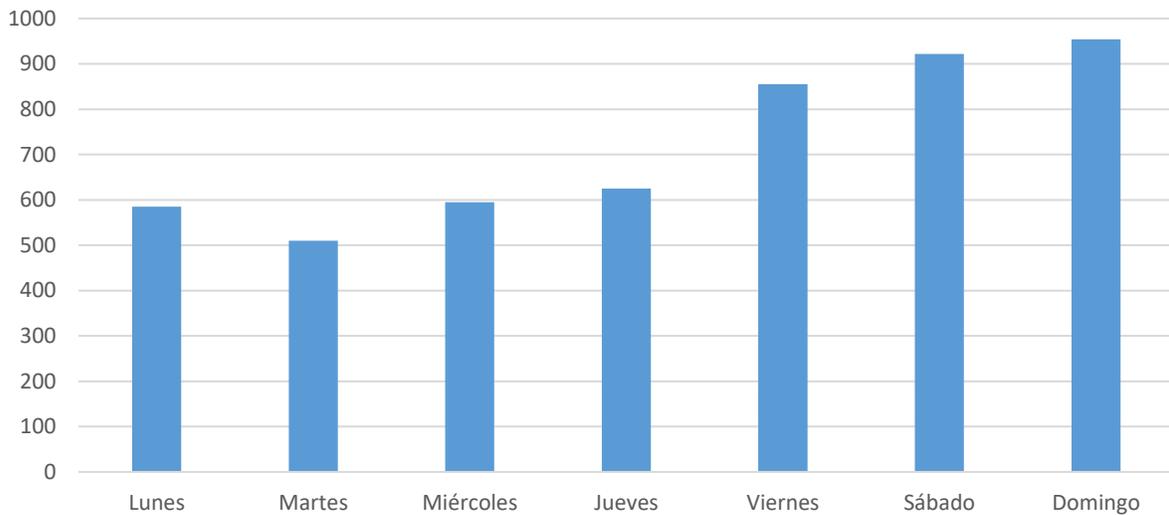
También conocido como gráfico de barras, es un gráfico para representar datos cualitativos o discretos. Su representación consiste en barras del tamaño que el valor de la variable lo indique y está compuesto por el eje de abscisas donde se ubica la variable a analizar, el eje de ordenadas donde se indica la frecuencia del dato.

Existen varios tipos de este diagrama, el primero es el gráfico sencillo en el cual se visualizan datos de una serie por lo que se representa con una barra por cada clase, como lo muestra la Ilustración 7. El segundo es el gráfico de barras agrupado, como su nombre lo indica se utiliza más de una serie para cada conjunto de datos esto quiere decir que un dato tiene más de una frecuencia, esto se ve simbolizado en la Ilustración 8. El tercero es el gráfico de barras apilado, representado en Ilustración 9, representa más de una serie, pero cada serie suma para la misma frecuencia esto quiere decir que a pesar de tener dos datos para una misma variable, estos datos se suman para conformar una frecuencia de ambas.

Además, existe un gráfico de barras especial llamado diagrama de Pareto, donde los datos están organizados de mayor a menor y sirve para identificar las fallas que se repiten con frecuencia. La regla principal consta de 80/20, esto quiere decir que el 20% de los

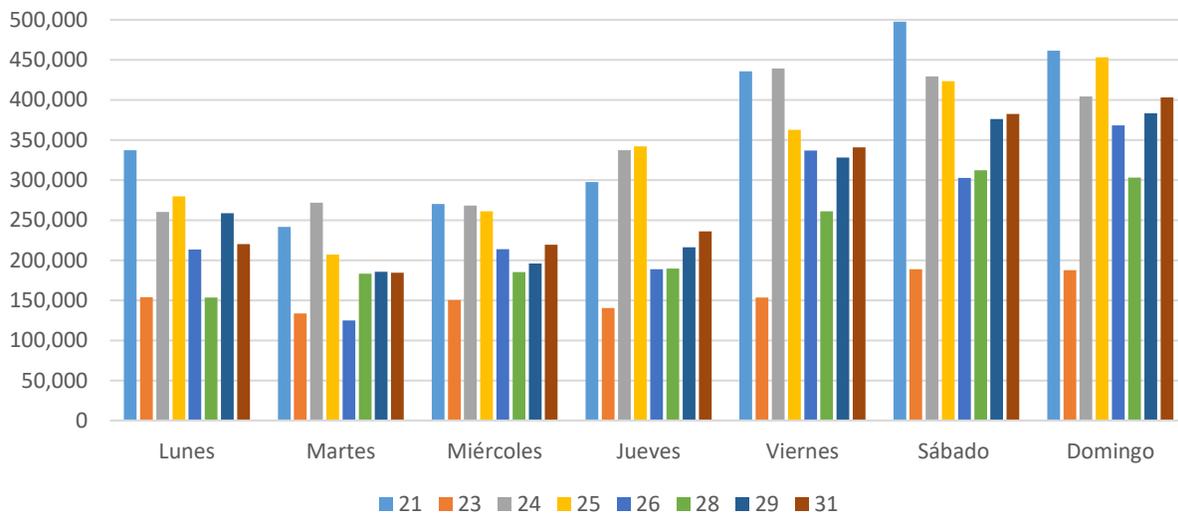
problemas son producidos por el 80% de las fallas. Sin embargo, es importante destacar que este gráfico tiene buenos resultados para datos en largos periodos de tiempo puesto que se espera que el proceso analizado se estabilice para obtener correctas conclusiones, el esfuerzo se debe centrar en los problemas de mayor envergadura, aunque sean más difíciles de resolver dado que los problemas pequeños no entregan grandes mejoras con respecto a los grandes.

Ilustración 7: Representación gráfico sencillo



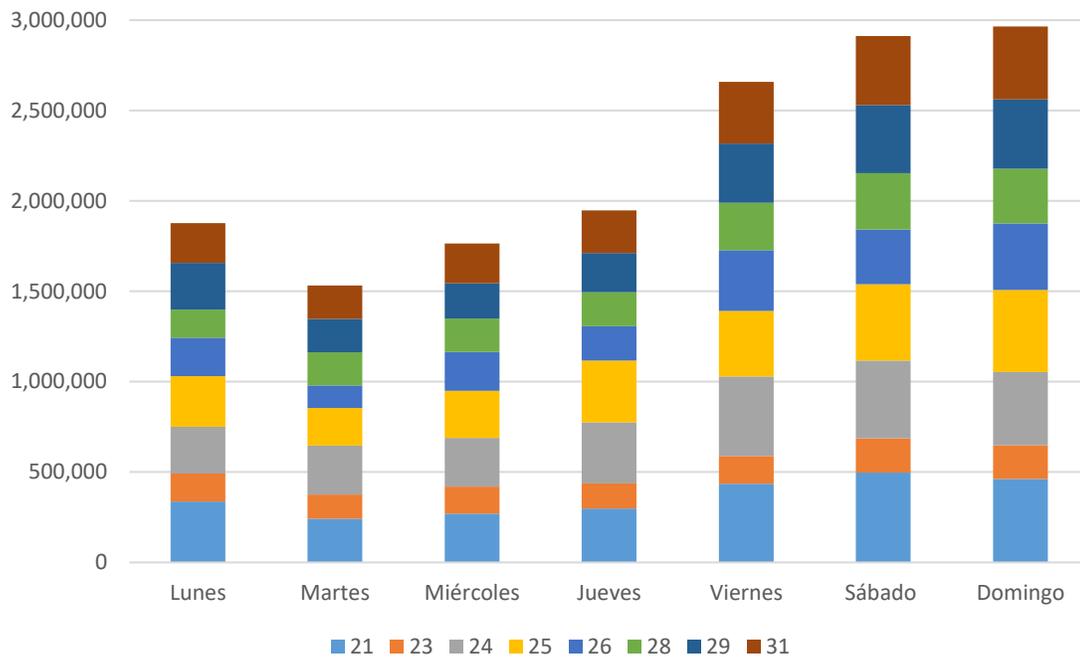
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 8: Representación gráfico de barras agrupado



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 9: Representación gráfico de barra apilado



Fuente: Elaboración propia

2.1.5. Diagrama Circular

El diagrama circular, es un gráfico que sirve para visualizar variables cualitativas o discretas y se utiliza para representar la proporción de cada una de las variables. Se confecciona mediante de la división en porciones de un círculo, dichos segmentos representan la frecuencia relativa del dato analizado. Se debe considerar en el cálculo de los sectores, que el círculo posee 360° por lo que cada frecuencia debe transformarse en esa unidad, por ejemplo, si se quiere representar una frecuencia de 50% su equivalente en grados es 180 , esto quiere decir que se debe multiplicar 360° (total) por el porcentaje de la frecuencia, en este caso 50%, lo entrega un resultado total de 180° .

2.2 Metodología

Al tener identificada la problemática, los objetivos y establecidos los diferentes marcos conceptuales. Se procede a describir la metodología para el desarrollo del proyecto y visualizar en la Ilustración 10.

2.2.1 Analizar funcionamiento real de las máquinas

En primera instancia es importante conocer el lugar de trabajo para visualizar el funcionamiento de los trabajadores y de la maquinaria, para poder identificar a grandes rasgos los procedimientos que generan problemas en el proceso y poder realizar el análisis pertinente sobre ellos. Además, es importante conocer el proceso del producto, los insumos necesarios y las características de este, ya que en ocasiones alguno de dichos factores justifica alguna aparente mala práctica. Se debe tener claro la forma en que funciona el departamento ya que en general la teoría versus lo real posee grandes brechas que producen diferentes tipos de problemas productivos.

2.2.2 Analizar funcionamiento óptimo de las máquinas

Conocer el funcionamiento correcto de la maquinaria es fundamental, investigar los aspectos técnicos de ellas permiten determinar el máximo potencial de cada una. Estos aspectos técnicos consisten en datos relacionados con las máquinas en si, como por ejemplo su funcionamiento, capacidad de producción, velocidad de funcionamientos, parámetros ajustables, etc..

2.2.3 Calcular capacidad de maquinaria

Con respecto a la capacidad de la maquinaria, se vuelve determinante tener claro dicho valor ya que compararlo con el calculado por la empresa y el máximo obtenido permite obtener las brechas entre ellos.

2.2.4 Determinar elementos perjudiciales

Al haber evaluado el funcionamiento de la maquinaria y tener claro donde se encuentran las brechas entre el valor real y el óptimo, es importante determinar los elementos que hacen que existan tales diferencias ya sea malas calibraciones en los equipos, malas manipulaciones, entre otros.

2.2.5 Determinar herramienta/s de *Lean Manufacturing*

A continuación, se evalúan y eligen las herramientas de *Lean Manufacturing* que aplican a los elementos determinados anteriormente para establecer cuales se realizarán en el diseño del plan de implementación.

2.2.6 Confeccionar un plan de implementación

Al tener establecidas la/s herramienta/s a utilizar, se realiza confeccionar un plan de implementación para dichas herramientas. En dicho plan se debe detallar la forma de implementarlas, ya sea con periodos de tiempo y actividades a ejecutar.

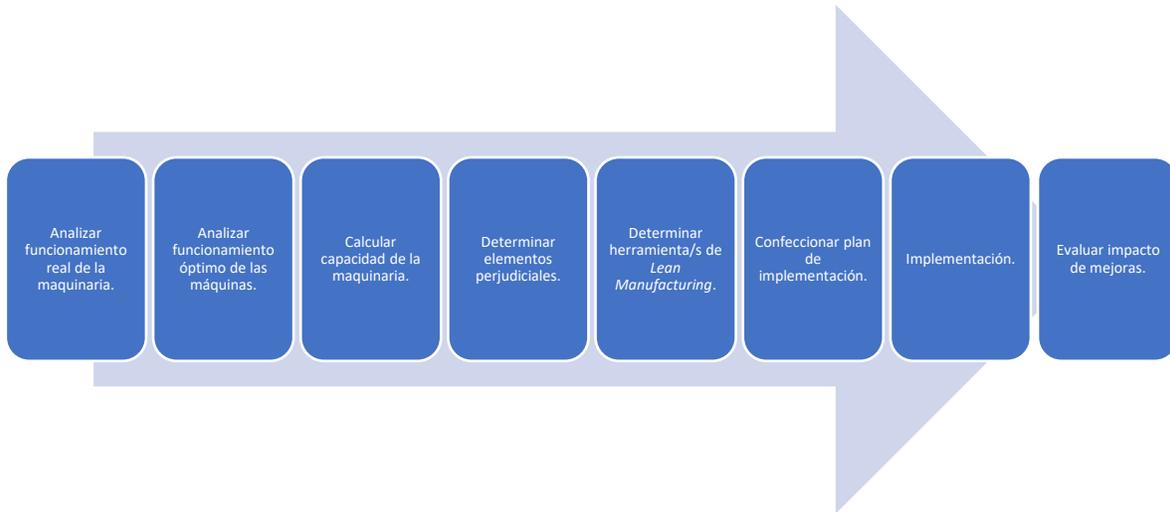
2.2.7 Implementación

Por el periodo de tiempo establecido para este proceso, se realizará la implementación de alguna de estas herramientas. El resto de ellas quedará pendiente su implementación, lo cual deberá ser efectuado por la empresa de manera independiente.

2.2.8 Evaluar impacto de mejoras

Se debe evaluar el impacto de las mejoras, con el fin de determinar la factibilidad de una posible implementación de ellas.

Ilustración 10: Metodología



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA Y DIAGNÓSTICO

En este capítulo se realiza un diagnóstico de la situación actual de la empresa, con respecto a la problemática abordada, evaluando de manera cuantitativa y cualitativa el área.

3.1. Diagnóstico de la situación actual

A continuación, se presentan los elementos y características del área de conversión, con el objetivo de plasmar de manera cualitativa y cuantitativa los rasgos fundamentales del departamento.

El bajo porcentaje de eficiencia del departamento se ha constituido como un elemento fundamental a analizar e identificar las posibles causas de ello.

3.1.1. Producto

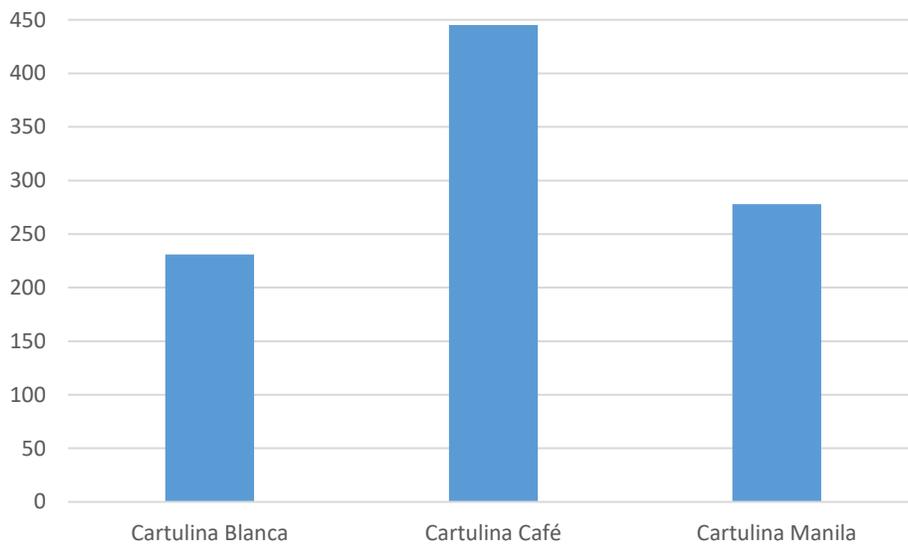
En la empresa se produce cartulina con un gramaje entre 205 y 390, ya sea blanca, café o manila. La particularidad de esta cartulina es que está conformada por cuatro capas: cara, protección, tripa y reverso, en orden descendente.

El producto se trabaja a orden del cliente, por lo que el cliente puede especificar el tipo de producto que necesita, esto quiere decir que puede especificar: tipo de cartulina (blanco, café o manila), gramaje (entre 205 y 390), dimensiones y formato (pila o rollo), todo esto dependiendo del uso que se le dará al producto final. En Ilustración 11, se puede visualizar que el papel café es el que cuenta con mayor producción promedio mensual y cabe destacar que dentro de este tipo de cartulina, el gramaje más producido es el 295.

La cartulina es utilizada, por el cliente, para la fabricación de estuches de medicamento, cajas de diferentes productos como cereales, piscos, wiskis, calcetines, entre otros. Siendo los de medicamentos, los que se debe tener extremo cuidado en el manejo ya que los clientes de este tipo de productos no aceptan ninguna falla en él, la justificación es que el cliente al ver alguna falla en el estuche del medicamento piensa que el producto está malo y no que la caja tiene algún error de impresión o de forma.

Cerca del ochenta por ciento del producto se vende a imprentas, que posteriormente procesan el producto para llevarlo al cliente final.

Ilustración 11: Frecuencia promedio mensual de tipo de cartulina



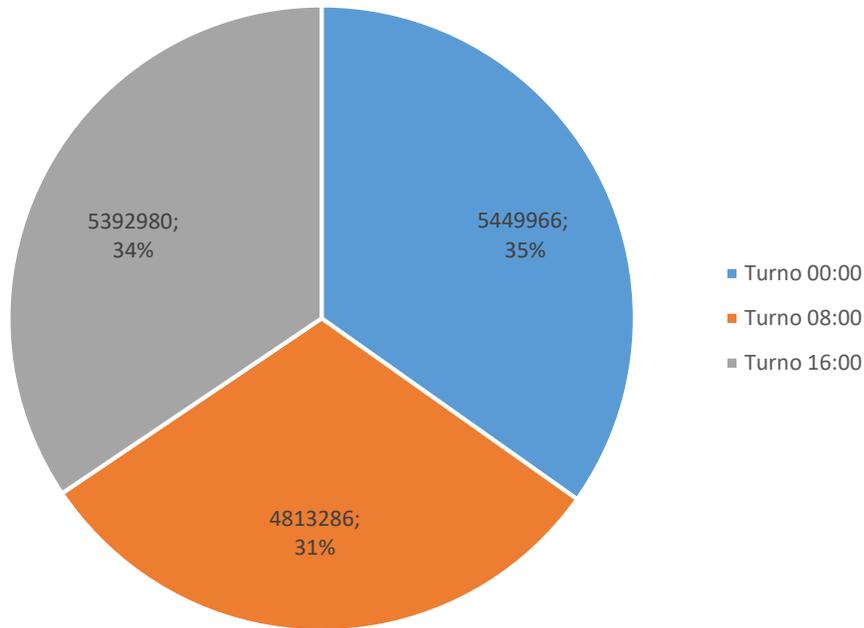
Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Días de trabajo

Cartulinas CMPC planta Maule, es una planta productora de veinticuatro horas, esto quiere decir que tiene producción continua durante todo el día y todos los días de la semana. Se cuenta con tres turnos: el primero desde las 00:00 horas, el segundo a partir de las 08:00 horas y el tercero comenzando a las 16:00 horas. Estos turnos son rotativos por lo que no siempre las mismas personas están en el mismo turno. Además, existen personas con horarios administrativos los cuales también poseen un turno en caso de emergencia, esto quiere decir que si existe algún inconveniente durante cualquier horario de la jornada dicha persona debe estar a disposición de la empresa para solucionarlo.

Con respecto a los turnos, en Ilustración 12, se prueba que el turno con mayor producción promedio mensual es el que se inicia a las 00:00 horas, mientras que el de menor producción es el turno que comienza a las 08:00.

Ilustración 12: Promedio de kg. mensuales producidos por turno



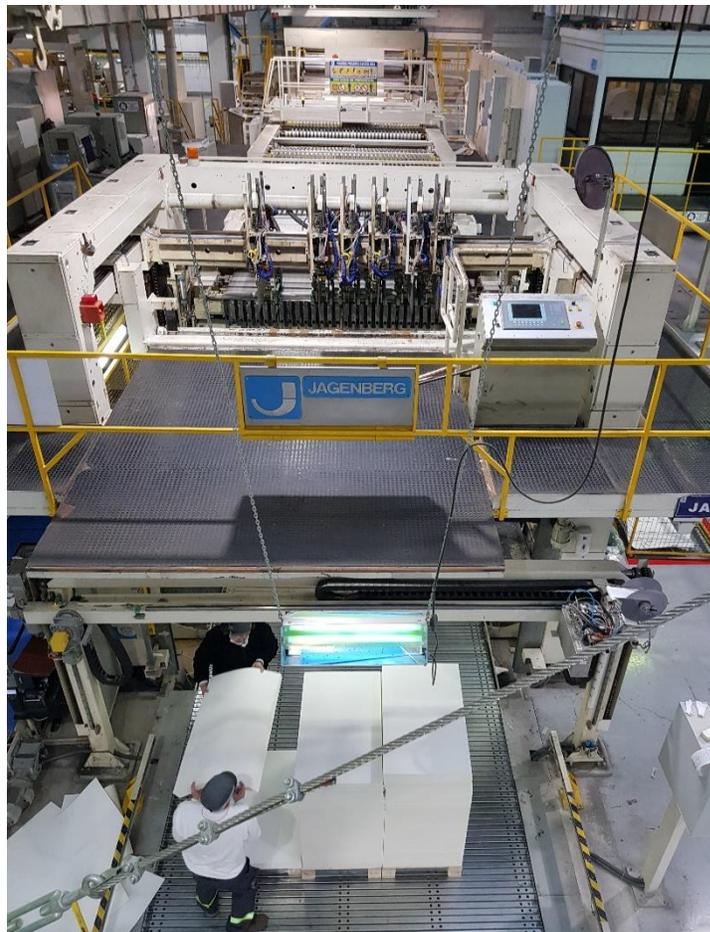
Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Departamento de conversión

Como se mencionó anteriormente, el departamento de conversión se sitúa en la parte final de proceso, es el encargado de procesar los rollos provenientes de la máquina papelera ya sea para convertirlo en pilas o para embalarlo. Este proceso se lleva a cabo mediante ocho cortadoras, una Jagenberg visualizada en Ilustración 13 y siete Pasaban referenciada en Ilustración 14, siendo estas últimas las más modernas. En caso de que se convirtieran en pilas, son llevados por los AGV, vehículos autoguiados plasmado en Ilustración 16, esto quiere decir que siguen caminos preestablecidos y son llamadas por señales enviadas por las cortadoras. Finalmente, son llevados a embalar, esto quiere decir que producto es envuelto y posteriormente transportado a la bodega de productos terminados, en Ilustración 15 se aprecia este proceso para los rollos.

Con respecto a los puestos de trabajo, en primera instancia es importante destacar que se trabaja en conjunto con el departamento de mantención y con el de control calidad. En primer lugar, se tiene a los operarios de las diferentes máquinas, ya sea cortadora, embaladora y bobinadora, son los encargados de vigilar el aparato ya que funcionan de manera automática, pero es necesario verificar la calidad de la operación que está realizando, en caso de que no cumpla con la calidad requerida el producto es descartado y enviado para su reproceso. Luego, se tiene a los jefes de turno que son los encargados de supervisar a los operarios a lo largo del turno. Además, se tiene a la subgerencia de conversión que son los encargados de gestionar pedidos, asignarlos y realizar seguimiento de ellos. Finalmente se tiene a los líderes, que están sobre la subgerencia y que realiza la gestión de todo el departamento.

Ilustración 13: Cortadora Jagenberg



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 14: Cortadora Pasaban



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 16: AGV



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 15: Embaladora de rollo

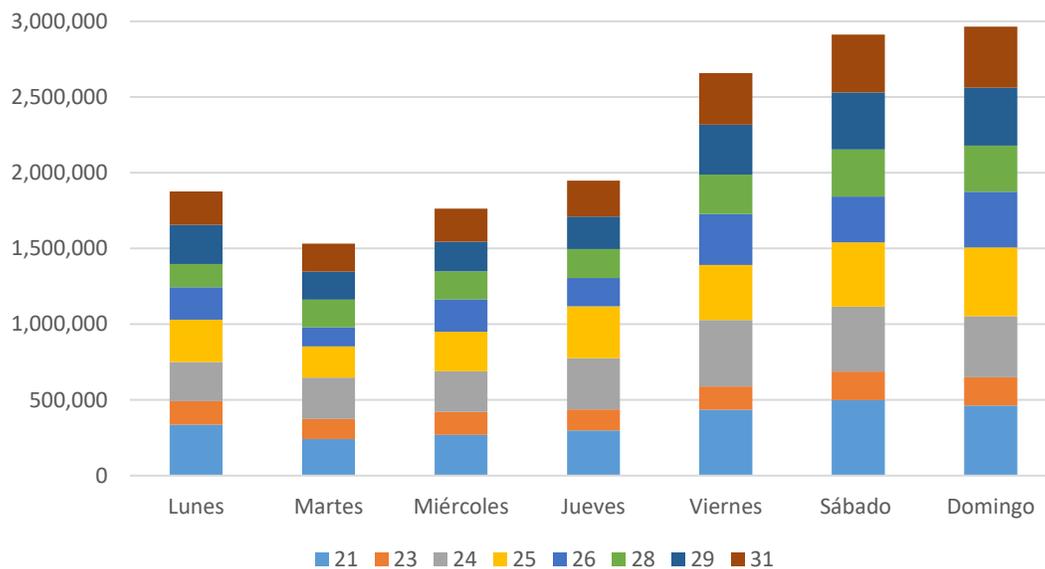


Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Producción

En la Ilustración 17, se aprecia un promedio semanal de 15.656 toneladas de producción en el departamento de conversión para sus diferentes formatos, además se visualiza la división de la producción diaria por máquina destacando que el día de mayor producción es el domingo con un total de 2.964 toneladas y la máquina con mayor aporte es la 21, seguido muy de cerca por el día sábado que produce 2.912 toneladas, aportando ambas en un 19% a la producción total semanal. Como último dato destacable de este gráfico, el día con menor producción es martes con un total de 1.531 toneladas.

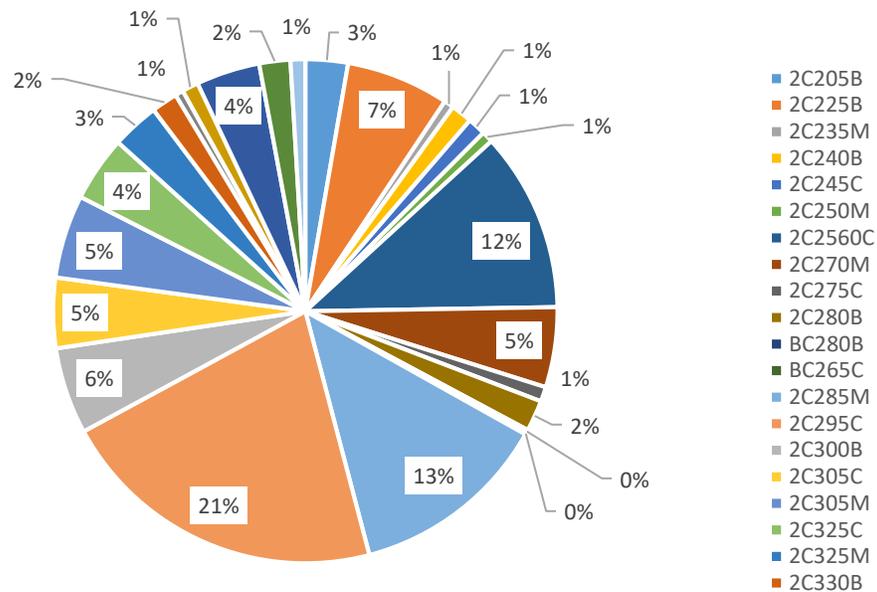
Ilustración 17: Producción mensual por día y máquina, en kg



Fuente: Elaboración propia

Entrando en detalles de dicha producción, en la Ilustración 18, se observa el desglose de ella especificando el tipo de papel con su respectivo gramaje, destacando el con mayor producción la cartulina café y más específicamente, de gramaje 295, con un total de 202 pedidos de ese producto representando un 21% del total de pedidos mensuales figurando con 1.450 toneladas. De modo más general, se puede destacar que la cartulina café tiene un aporte de un 47% de la producción mensual, mientras que la de color blanco un 24% y manila un 29%.

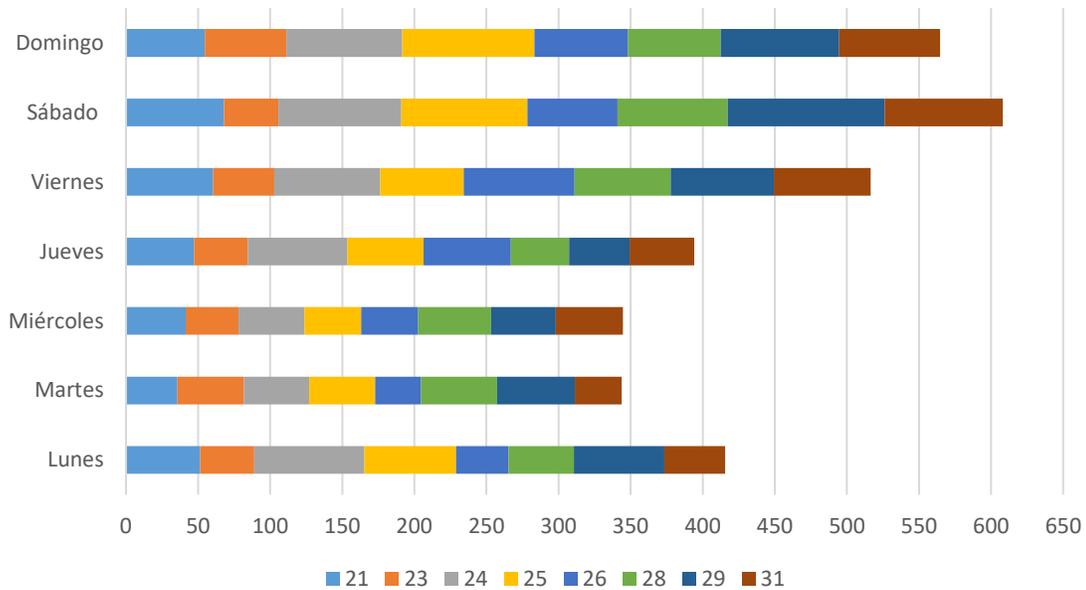
Ilustración 18: Producción desglosada por tipo de cartulina



Fuente: Elaboración propia

Con respecto a las máquinas cortadoras, en primera instancia es importante destacar que se tienen diferentes nomenclaturas para referirse a las ocho en cuestión por orden desde la más antigua a la más reciente. En primer lugar, se encuentra la Jagenberg que fue la primera instalada y hasta el momento la más antigua, también llamada SH-21. En segundo lugar, Pasaban 1 o SH-23, que fue la primer Pasaban instalada. Seguida por la Pasaban 2 o SH-24, Pasaban 3 o SH-25, Pasaban 4 o SH-26, Pasaban 5 o SH-28, Pasaban 6 o SH-29 y Pasaban 7 o SH-31. Con respecto a la producción, la con mayor producción promedio mensual es la Jagenberg con un total de 2.541 toneladas, seguida por la máquina 24 con un total de 2.329 toneladas. Sobre los tiempos con fallas, en la Ilustración 19 se puede apreciar la cantidad de horas mensuales con fallas por día en la semana, donde el día sábado posee un total de 608 horas con problemas esto quiere decir 25 días mensuales, cabe mencionar que dentro de estas defectos se encuentran tiempos por cambios de formato, falta de pedidos para producir, bajas de velocidad, mantenciones, cortes de luz, entre otros. La máquina con mayor tiempo con imperfecciones es la 24 con 475 horas mensuales, seguida por la máquina 29 con 466 horas mensuales con deficiencias.

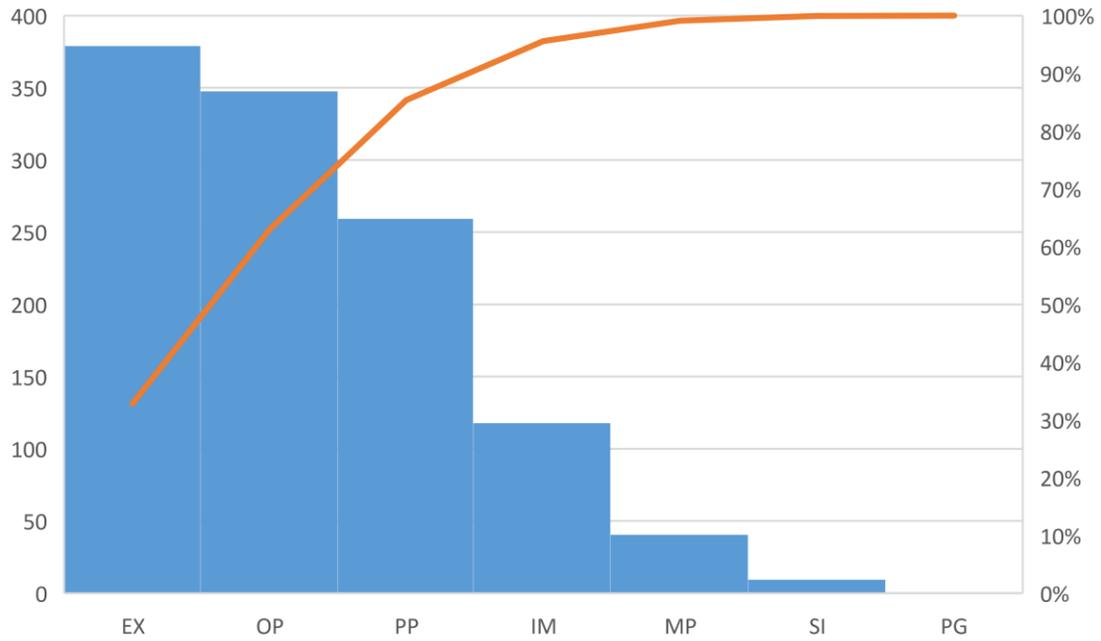
Ilustración 19: Tiempo perdido por día, en horas



Fuente: Elaboración propia

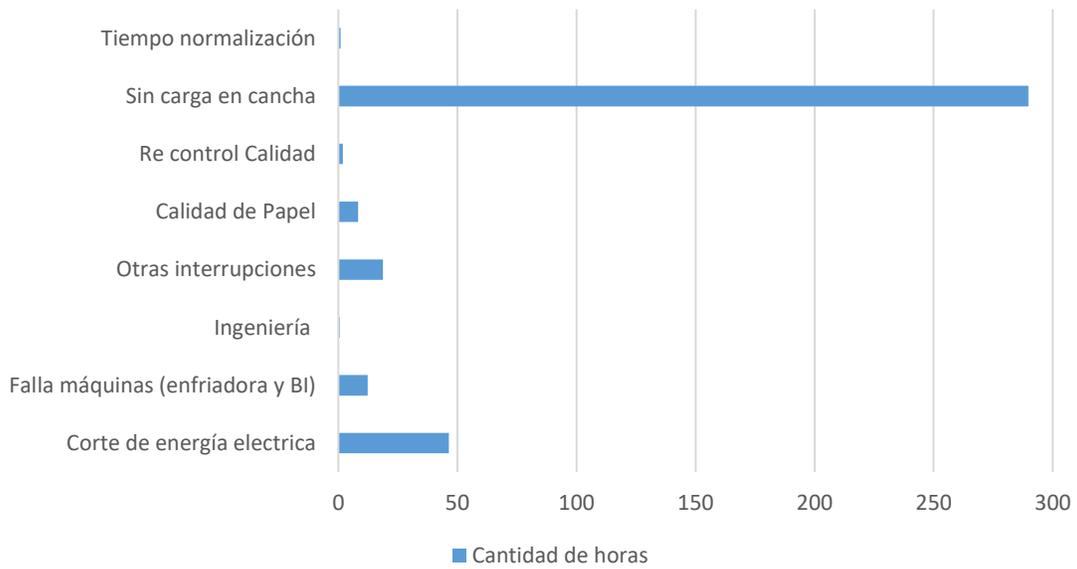
Con respecto al diagrama de Pareto de la Ilustración 20, en el eje horizontal se representan los tipos de problemas asignados por la empresa en su sistema, la sigla representan lo siguiente: EX o externa, OP u operaciones, PP u operaciones programadas, IM o imprevistos de mantenimiento, MP o mantención programada, SI o sistemas y PG o programación. En dicho gráfico se aprecia que el tipo de fallas EX, OP y PP, representan el 85% de los problemas, esto quiere decir que estos tres tipos de desperfectos conllevan a la mayor parte de los problemas y suman en total 986 horas. Dentro de EX, como muestra la Ilustración 21, el 76% lo conforma la causa sin carga en cancha esto se debe a que en el último tiempo existen problemas de ventas y se han tenido problemas de calidad por lo que los clientes han optado por cambiarse de productor. Mientras que en Ilustración 22 y Ilustración 23, se aprecia que el 30% lo conforma la lentitud del retiro de las pilas por lo que es un problema del AGV y en el segundo el mayor porcentaje lo concentra el cambio de formato con un 95%.

Ilustración 20: Gráfico de Pareto



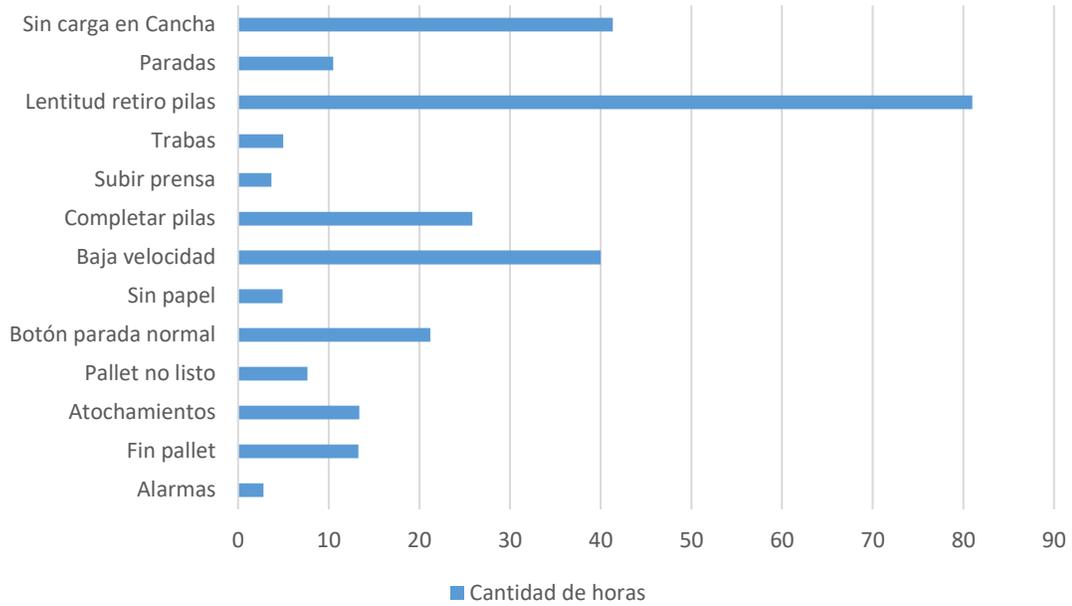
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 21: Desglose categoría EX



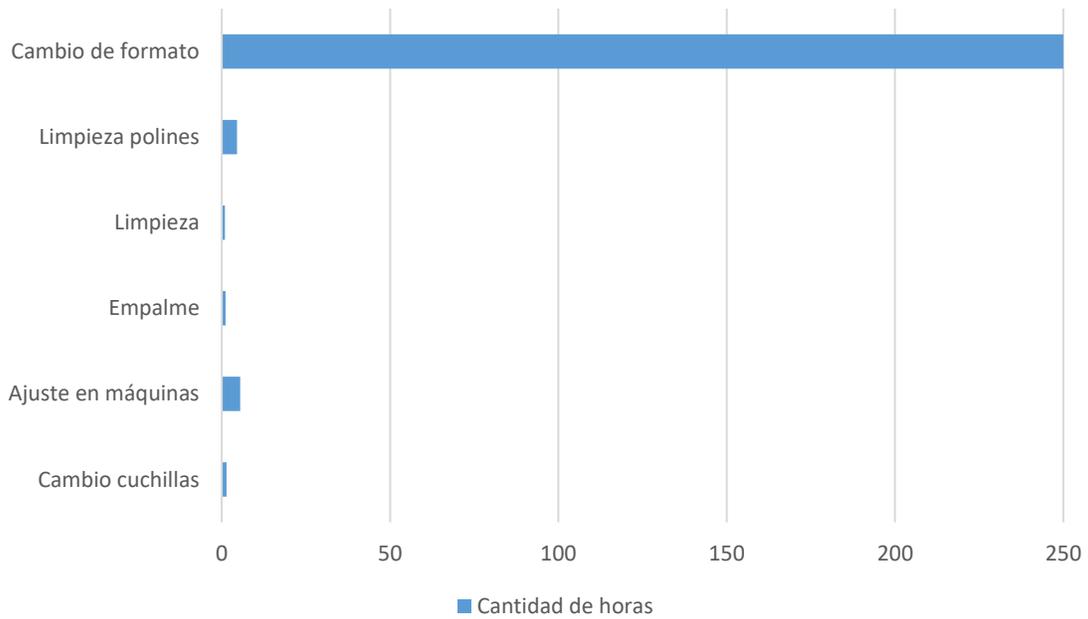
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 22: Desglose categoría OP



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 23: Desglose categoría PP



Fuente: Elaboración propia

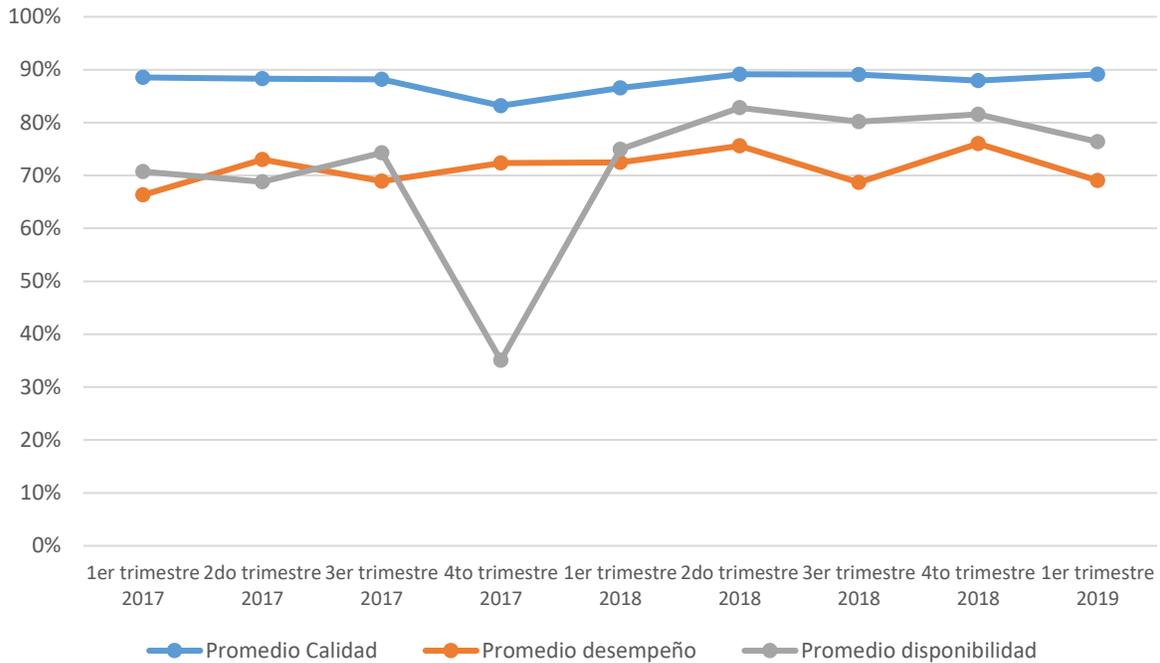
3.1.5. OEE

La empresa cuenta con un cálculo de la eficiencia general de los equipos (OEE), en la Ilustración 24 se aprecia los tres diferentes componentes de dicho indicador: calidad, desempeño y disponibilidad, analizados de manera trimestral.

Entrando en detalles, se puede apreciar que la calidad de la cartulina se encuentra cercana al 90% esto se debe a escasa brecha entre los kilogramos producidos y los realmente vendidos, en promedio la producción anual es de 160.319 toneladas y la producción realmente vendida es 141.946 por lo que la diferencia se encuentra en el orden del 11%. El desempeño se encuentra en el orden del 70%, esto se debe principalmente a que no se está sacando el máximo aprovechamiento a la capacidad de las máquinas debido a que en promedio la capacidad máxima de las máquinas es 2.726 mensual entregando una diferencia en promedio de 70% puesto que no se utiliza las velocidades máximas en las cortadoras. La disponibilidad se encuentra en promedio en el 72% ya que el tiempo disponible se encuentra un setenta por ciento por debajo del tiempo total, en el presente cálculo se considera como periodo no producido el tiempo que la máquina no tiene carga pero se considera como un error ya que no es ineficiencia de la máquina no tener carga en la cancha para procesar sino de la continuidad de la máquina papelera en el proceso anterior, además en octubre del 2017 se produjo una parada de la planta por la escasa cantidad de pedidos solicitados por los clientes. Finalmente, se tiene un OEE en promedio de un 45% muy por debajo de lo esperado por la empresa.

Es importante considerar, el cambio del tiempo disponible por los lapsos de tiempo que no había producto para procesar, se produce una mejora en el OEE de 7,3%.

Ilustración 24: Gráfico de componentes para OEE



Fuente: Elaboración propia

3.1.6. Velocidades de la máquina de corte

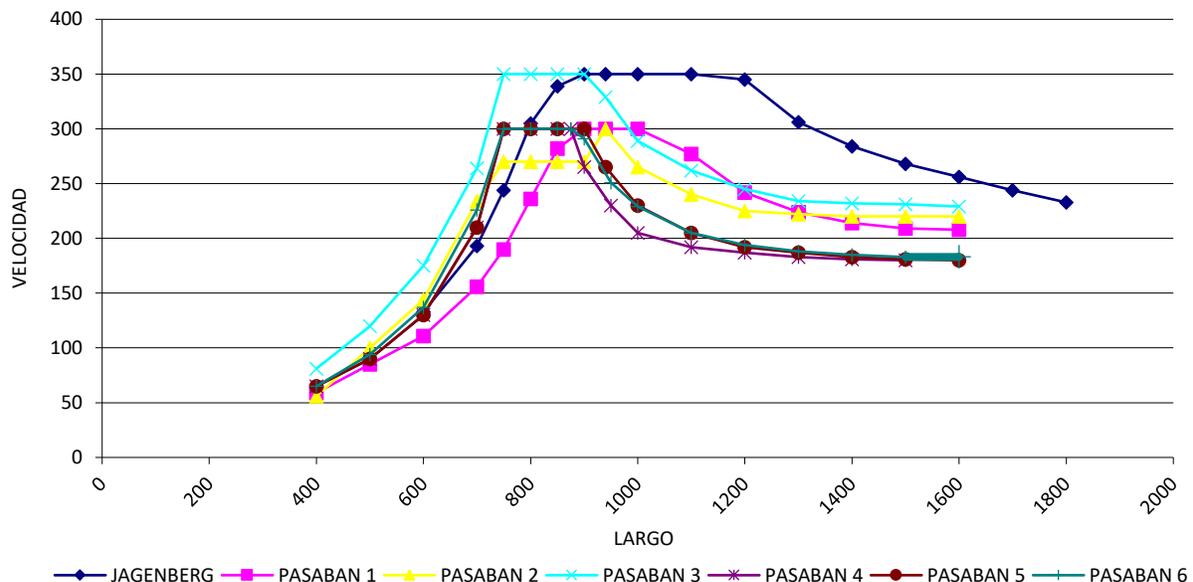
La empresa proveedora de las máquinas de corte entrega la información detallada de las máquinas, dentro de dicha información se encuentra la Ilustración 25 en la cual se aprecian las curvas de velocidades para las diferentes cortadoras esto quiere decir que muestra los puntos a los cuales se obtiene la velocidad máxima de la máquina, por ejemplo la Jagenberg alcanza su velocidad máxima de 350 metros por minuto entre los 900 y 1100 de largo.

En la Ilustración 26, se tiene un ejemplo de la curva de velocidad para la máquina 21 en todo su funcionamiento del día ocho de marzo del 2019, la curva celeste representa la velocidad que según el proveedor se podría alcanzar si la máquina funcionase de manera correcta, la curva verde señala la velocidad que se podría alcanzar en el caso de que la máquina funcionase como se tiene estipulado según consideraciones como la bodega de donde proveniente el producto y la cantidad de orilleo de cada pedido, finalmente la línea marrón representa la situación real de ese día de producción.

Es importante destacar que el funcionamiento correcto de las máquinas considera reducciones de velocidad dependiendo del gramaje del producto, la procedencia del insumo y el orilleo que se considera. En la realidad lo que sucede es que cada vez que hay un cambio de formato se produce una baja de velocidad, la que en ocasiones es considerable en comparación con la situación óptima. Para el ejemplo anterior, en el punto 11 se produce una baja en la curva conceptual debido a que se cambia de cartulina Manila de gramaje 270 a una cartulina Café de gramaje 295, con un orilleo de 1,5 a 7,5 centímetros, provocando un cambio de velocidad de 300 a 240 metros por minuto. Con respecto a los otros puntos de bajadas de velocidad, se deben a interrupciones como por ejemplo falla mecánica en una parte del equipo y lentitud en el retiro de pilas. En ocasiones la curva óptima y la conceptual se encuentran juntas o muy cercanas, pero en otros casos se encuentran muy separadas como se produce entre los puntos 11 hasta el 22.

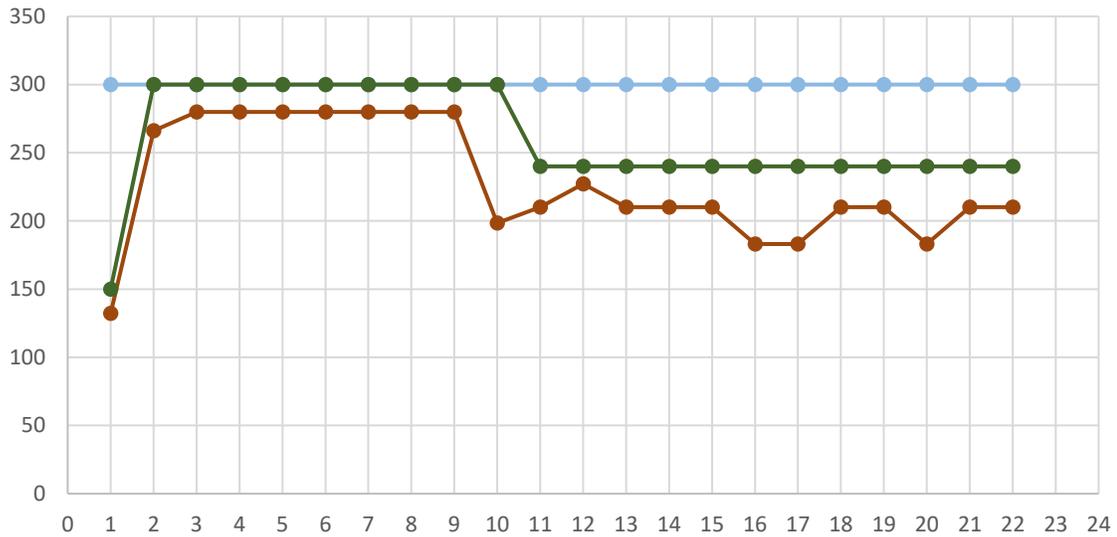
De manera porcentual, se puede destacar que la diferencia entre la velocidad especificada por el proveedor y la conceptual determinada por la empresa es de un 15%, mientras que entre la velocidad entregada por el proveedor y la realmente obtenida es de un 23% y entre la velocidad conceptual y la velocidad obtenida es de un 9%.

Ilustración 25: Curvas de velocidad para las máquinas de corte



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 26: Curvas de velocidad máquina 21



Fuente: Elaboración propia

3.1.7. Análisis orilleo y origen

Otro punto importante por analizar es el orilleo y el origen de la materia prima. El orilleo se refiere a los centímetros de la orilla del rollo que son eliminados con el objetivo de suprimir la mayor cantidad de imperfecciones producto de la manipulación de la cartulina. Con respecto al origen, puede proceder de tres lugares diferentes: directamente de la línea, de la bodega de materia prima o de la bodega intermedia.

En primer lugar, sobre el orilleo es importante destacar que el proveedor de las máquinas indica los centímetros adecuados para cada una de las máquinas e indica cual es el perjuicio para la máquina en caso de que no sea el valor óptimo, por ejemplo, un orilleo el doble de centímetros produce un perjuicio del 20%. Al comparar la realidad con el valor óptimo indicado por el proveedor, se tiene una diferencia de un 12% lo que representa un perjuicio de un 16,93% en el tiempo de producción, que en total representan 33 mil horas al mensuales o 1.045 horas mensuales.

Por otro lado, el origen de la materia prima afecta la continuidad de la línea por lo que se ha determinado un castigo dependiendo de la procedencia de este, siendo la bodega

de materia primera la mejor opción ya que se puede organizar de mejor manera (criterio determinado por la empresa). Realizando la misma comparación que en el caso anterior, se tiene una diferencia de un 6% lo que representa un 4,57% en el tiempo de producción, los cuales equivalen a 9 mil horas al mes o 283 horas diarias.

3.1.8. Análisis ancho y largo

Con respecto al ancho y al largo, también se tienen datos entregados por el distribuidor en los cuales el funcionamiento se desarrollaría de manera óptima, dichos datos son: ancho máximo de entrada, ancho máximo de salida, largo máximo de entrada y largo máximo de salida. Dichos valores varían dependiendo de la máquina y su tecnología.

Al realizar una comparación entre dichos parámetros, se tiene que la diferencia porcentual entre el ancho de entrada esperado por la máquina y el realmente utilizado es de un 31%, entre el ancho de salida especificado por el proveedor y el utilizado en la realidad es de un 33%, mientras que la relación porcentual entre los largos de entrada y salida son 57% y 44%, muy por sobre los porcentajes de diferencia entre los anchos.

Si se utilizara el máximo de ancho de salida y el máximo largo permitido, para cada uno de los productos procesados, se pierde un total de 7.700 toneladas mensuales.

3.1.9. Diagrama Ishikawa

Como se explicó anteriormente, dicho diagrama sirve para analizar problemas con sus posibles causas.

En la Ilustración 27, se aprecia el diagrama “Ishikawa” elaborado para el departamento de conversión. En primera instancia, en la cabeza del pescado se observa el efecto o problemática analizada que para este caso es la baja eficiencia ya que es lo que produce que no se produzca la capacidad máxima de las máquinas, como indicador para la maquinaria la empresa utiliza OEE que se encuentra, actualmente, en un 45%. Dentro de las causas identificadas, se encuentran: personas que se encuentran directamente relacionadas

con el proceso, equipos que son la maquinaria que desarrolla el proceso, proceso que hace referencia a como se desarrolla la producción, suministros ya que son los insumos necesarios para la entrega del producto final, ambiente debido a que para el correcto funcionamiento se debe tener relación con otros departamentos y otros.

Sobre las personas se tienen las siguientes causas: en primer lugar, poco cuidado con el proceso ya que a pesar de que el operario no interfiere directamente con la máquina, si debe estar supervisando su correcto funcionamiento; en segundo lugar, se tiene el poco conocimiento de las máquinas, esto se debe al cambio de tecnología implementado en la planta; finalmente se tiene la poca independencia de los operarios, puesto que insisten en preguntar al supervisor si la acción que están realizando es correcta.

Con respecto a los equipos, se debe considerar que es tecnología de punta e implementada hace poco tiempo por lo que no se han podido realizar suficientes pruebas o entrenamientos para obtener los óptimos, debido a ello se operan a una menor velocidad de la establecida como óptima por el fabricante, en promedio se utiliza una velocidad máxima de 205 mientras que el fabricante recomienda una velocidad sobre los 300. En el mismo ámbito, se produce la falta de efectividad esto quiere decir que no es eficiente ni eficaz, ya que a pesar de cumplir su trabajo no lo desarrolla a la perfección y con gran cantidad de desperdicios en este sentido es importante considerar que el proceso natural de este producto considera eliminar la orilla de producto que se va a procesar en promedio 5 cm de orilleo. Como cualquier equipo, presentan averías que, dado la calidad del producto que se fabrica en la planta, perjudican la calidad y continuidad del proceso.

Proceso son los pasos a seguidos para obtener el producto final. Como causa de problemas en el proceso de tiene, primero, la cantidad de cambios de formato ya que esto produce que la máquina deba detenerse y dejar de producir, en promedio mensual se tienen 998 cambios de formato lo que representan un total de 250 horas. Desechos de material, debido a que dentro del proceso se considera un desperdicio inherente que es eliminar las primeras capas del rollo madre de cartulina, antes de ser procesado, y de las orillas por

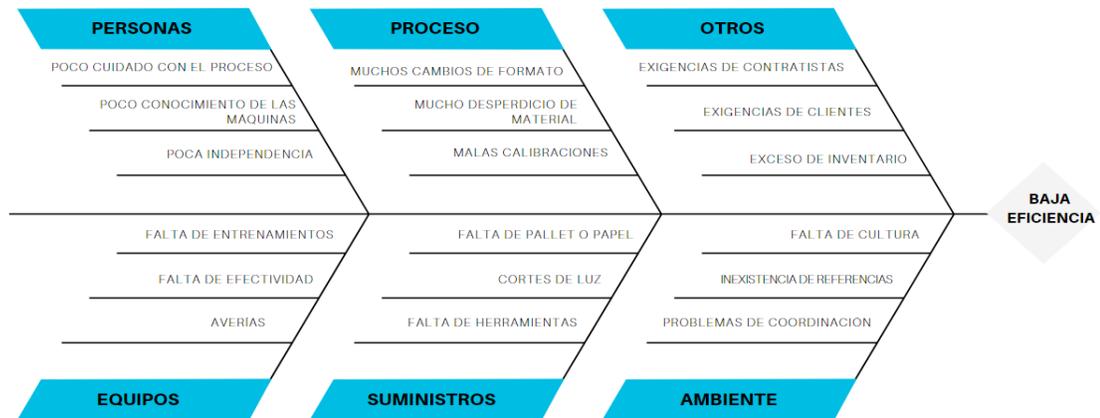
suciedad de transportes. Malas calibraciones producen problemas en la calidad del corte en las cortadoras, provocando que el corte no sea pulcro y la cartulina deba ser rechazada por control de calidad.

Suministros son los productos necesarios para realizar el proceso del departamento. En este caso, sin cartulina es imposible llevar a cabo el proceso y sin pallet, a pesar de poder cortar el producto, no se tendría donde entregar, en promedio se tienen 332 horas sin papel. Un elemento vital para el proceso es la electricidad, por ello la empresa se encuentra conectada directamente con la planta abastecedora pero cuando dicha empresa necesita realizar trabajos la electricidad es cortada también a CMPC, sin dicho suministro las máquinas del departamento no pueden funcionar, en marzo del 2019 se tuvo un total de 46 horas con este tipo de problema. Para poder realizar cambios de formato o alguna modificación dentro de la máquina, se necesitan diferentes herramientas por lo que al no poseerlas entorpece el correcto flujo del proceso.

Ambiente describe elemento que no están directamente relacionado con la manipulación de las máquinas, pero si influyen dentro del departamento. La falta de cultura del proceso, tanto para operadores del departamento como para los que no son del departamento, induce que no exista empatía en el equipo de trabajo. Al ser una empresa con tecnología de vanguardia en Latinoamérica, no existen referencias en las cuales basarse, por ejemplo, no se tiene referencia de los ajustes de las máquinas.

Al ser una empresa de gran nivel y con altos niveles de producción, se trabaja con un gran número de contratistas cada uno con diferentes exigencias ya sea para el trato o seguridad de sus trabajadores. En el mismo sentido, se posee una enorme cantidad de clientes que dependiendo del producto que requieren, sus exigencias son mayores o menores. El exceso de inventario se produjo en el tiempo de escases de clientes ya que se comenzó a fabricar productos que no fueron requeridos por ellos y se encuentran en los patios de la empresa esperando poder ser procesados y vendidos a alguien nuevo cliente.

Ilustración 27: Diagrama Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

3.2. Conclusiones sobre diagnóstico

Gracias a los datos analizados anteriormente, podemos señalar que el ochenta por ciento de los problemas son generados por tres causas principales: externas, operacionales y operacionales programadas. Dentro de ellas se observó que, en su conjunto, las tres causas con mayores horas consumidas fueron externas con “sin carga en cancha” que viene provocada por la falta de continuidad que ha presentado la máquina papelera, en operacionales programadas “cambio de formato” producida por el tipo de producción que se lleva a cabo y en operacionales “lentitud en retiro de pilas” causado por dificultades varias sobre los AGV. Además, se identificaron pérdidas del insumo que son consecuencia del poco aprovechamiento de la velocidad, del orilleo utilizado, de la mala manipulación de los rollos, del largo y ancho utilizado. Este conjunto de problemas trae consigo el no cumplimiento de las metas del departamento, las cuales deben ser justificadas constantemente por el jefe del departamento

Al analizar los diferentes datos entregados anteriormente, se considera importante el objetivo planteado dentro de este proyecto. Dado que se opera tecnología de punta en cada una de las partes del proceso, pero se también se sabe que los equipos no están operando a su máxima capacidad lo que provoca que el indicador de la empresa no se encuentre en los niveles deseados.

CAPÍTULO 4: DISEÑO DE SISTEMA PARA CONTROL DE TIEMPOS

En este capítulo se busca realizar el diseño de un sistema para el análisis de los tiempos involucrados a lo largo del proceso, realizando un levantamiento de requerimientos y definiciones tanto de input como de output.

El diseño de un sistema de control de tiempos fue creado debido a la necesidad de justificar las pérdidas de producción del departamento, ya sea para control dentro del departamento e información para el resto de la planta. Es importante destacar que este sistema de control de tiempos se solicitó por el jefe del departamento de conversión y fue desarrollado en conjunto con el ingeniero de operaciones del departamento, determinando en conjunto con los requerimientos y los resultados necesarios.

4.1. Requerimiento del sistema

El sistema como prototipo posee requisitos funcionales y no funcionales, siendo ellos quienes dan el alcance final. Los requerimientos funcionales hacen referencia a las tareas que el sistema debe realizar y el usuario podrá intervenir fluidamente con ellas. Por otro lado, los requerimientos no funcionales son las características que debe tener el sistema para su correcto funcionamiento.

4.1.1. Requerimientos funcionales

- **Ingreso de datos:** para realizar los cálculos posteriores, es necesario contar la con información del mes que se desea analizar.
- **Cálculos:** el sistema debe realizar cálculos del largo total de los pedidos, que consiste en la multiplicación del número de set que conforman el pedido por el largo lineal. Cálculo de todas las velocidades involucradas en el proceso, ya sea velocidad de empalme, velocidad óptima, velocidad real, entre otras. Además, la obtención de los tiempos utilizados dentro del proceso para todas las velocidades analizadas. El porcentaje de orilleo y origen, en los cuales intervienen factores como el gramaje, la máquina en la cual se está procesando y un castigo asociado al proceso. Finalmente, se realiza el cálculo de los tiempos perdidos en la producción, dimensiones perdidas y pérdidas en kilogramos.
- **Generación de gráficos:** el sistema debe ser capaz de generar gráficos para ilustrar las diferentes pérdidas, ya sea tiempos, kilogramos, metros cuadrados, entre otros.

4.1.2. Requerimientos no funcionales

- **Errores:** el sistema debe reconocer errores en los datos ingresados y ser capaz de eliminarlos de los cálculos a desarrollar. Por ejemplo, cuando el sistema no entrega el largo del pedido, con ello no se podría realizar el cálculo de velocidades o tiempos.
- **Rendimiento:** el tiempo de procesamiento de los datos, dependiendo del equipo, se espera que tarde a lo más sesenta segundos.
- **Disponibilidad:** el sistema debe encontrarse disponible siempre que el usuario lo requiera.

4.2. Definición de entradas y salidas

Para el correcto funcionamiento del sistema, se consideran las siguientes entradas y salidas de este.

4.2.1 Entradas del sistema

En primera instancia se debe señalar que se cuenta con una base de datos, en el sistema computacional de la empresa, en la Ilustración 28 se puede visualizar un extracto de dicha base de datos, en dicha base de datos se pueden especificar los siguientes datos:

- Máquina en la que se procesa el pedido.
- Run, que es el número asignado por departamentos anteriores.
- Pedido, indica el número del pedido que se está procesando
- Papel, especifica el tipo de papel que se procesa.
- Gramaje.
- Hora de carga, es la hora en la cual es papel es cargado en la máquina.
- Horas consumidas, son las horas en las que se procesó la totalidad del pedido.
- Unidad, es un código asignado por la empresa con la información del pedido (cliente, cantidad, tipo de papel, entre otros).
- Ancho.

- Largo.
- Velocidad, que en este caso depende del formato del producto.
- Kilogramos consumidos.
- Tiempo en minutos del tiempo de procesamiento.
- Tiempo en horas del tiempo de procesamiento.
- Fecha y hora, que revela el día en el cual se procesa y la hora en la cual se carga.
- Ancho del pedido, es el ancho que el cliente requiere.
- Ancho trim, es el ancho menos los centímetros de orilleo.
- Orilleo, son los centímetros que se deben descontar de la orilla por problemas de calidad en el papel.
- Largo lineal.
- Número de sets, muestra la cantidad de pilas que se hacen en un mismo pedido.
- Bodega de origen, detalla la procedencia del papel que se procesará para dicho producto.
- Interrupciones en el proceso.

4.2.2 Salidas del sistema

Con respecto a las salidas, los datos que son de interés por el usuario y por lo mismo las salidas del sistema, son los siguientes:

- Tiempo y kilogramos perdido por conceptos de los parámetros que interfieren en el proceso, ya sea cantidad de cambios de formato, condiciones del pedido.
- Tiempo y kilogramos perdido por la condición del pedido, esto quiere decir la velocidad de empalme, largo del pedido y una penalización asignada por la experiencia de la empresa.
- Tiempo y kilogramos perdido por Orilleo, es el tiempo que se pierde por consecuencia de utilizar un orilleo mayor al óptimo de la máquina lo que produce una disminución en la velocidad.

- Tiempo y kilogramos perdido por Origen, es el tiempo que se pierde porque el rollo que se procesará no se encuentra en la bodega óptima.
- Kilogramos perdidos por ancho, esto se debe a pérdidas producidas por la diferencia de anchos entre la máquina y el pedido.
- Total de producción.
- Comparaciones porcentuales que reflejan las bajas de velocidades, desaprovechamiento de anchos y largos, excesos de orilleo y mala planificación en el origen del producto a procesar.

El sistema principal está diseñado en macros de Excel y permite realizar todos los cálculos necesarios para obtener las salidas anteriormente descritas. Por medio de un botón insertado en la hoja se ejecutan los 52 cálculos programados en las macros y así se completa la base de datos de Excel, incluido los cálculos descritos en las salidas.

Ilustración 28: Base de datos mensual

Cálculos		Pedido	Papel	Gramaje	Hora Carga	Hora Cons	Unidad	Ancho	Largo	Vel	Kg. Cons.	T min	T Horas	Fecha Hora	Ancho Ped	Ancho Trim	Orilleo	Diam / Larg	Largo Lineal	Diam Bobina	Num Sets	Bod Origen
Máq	Run																					
21	69474	0291336-01	2C295C	295	00:48:58	01:42:32	CA9A1222031047	235.0	6986.00	300	4,852	23	0.39	01-03-2019 0:48:58	77	231	4	110		0	1	02
21	69476	0291270-02	2C205B	205	01:54:23	03:30:37	CA9C1201009002	269.1	11241.00	300	6,420	39	0.65	01-03-2019 1:54:23	66.9	267.6	1.5	88.9	3733.8	0	3	MP
21	69476	0291270-02	2C205B	205	03:13:57	06:07:23	CA9C1201008002	269.1	11241.00	300	6,402	39	0.64	01-03-2019 3:13:57	66.9	267.6	1.5	88.9	3733.8	0	3	MP
21	69476	0291270-02	2C205B	205	04:15:53	06:08:12	CA9C1201011002	269.1	11241.00	300	6,410	39	0.65	01-03-2019 4:15:53	66.9	267.6	1.5	88.9	3733.8	0	3	MP
21	69476	0291270-02	2C205B	205	05:26:18	06:32:36	CA9C1201010002	269.1	11241.00	300	6,434	39	0.65	01-03-2019 5:26:18	66.9	267.6	1.5	88.9	3733.8	0	2	MP
21	69476	0291270-01	2C205B	205	06:39:34	10:39:30	CA9C1201008052	204.7	11241.00	300	4,890	39	0.65	01-03-2019 6:39:34	50.8	203.2	1.5	95.9	4027.8	0	2	MP
21	69476	0291270-01	2C205B	205	08:06:30	10:39:18	CA9C1201011052	204.7	11241.00	300	4,896	39	0.65	01-03-2019 8:06:30	50.8	203.2	1.5	95.9	4027.8	0	3	MP
21	69476	0291270-01	2C205B	205	09:26:04	11:07:12	CA9C1201009052	204.7	11241.00	300	4,908	39	0.65	01-03-2019 9:26:04	50.8	203.2	1.5	95.9	4027.8	0	2	MP
21	69476	0291270-01	2C205B	205	10:45:32	12:25:08	CA9C1201010052	204.7	11241.00	300	4,922	39	0.65	01-03-2019 10:45:32	50.8	203.2	1.5	95.9	4027.8	0	3	MP
21	69476	0291216-46	2C205B	205	12:14:05	13:19:37	CA9B1228119001	212.0	11428.00	300	5,100	39	0.65	01-03-2019 12:14:05	50.8	203.2	8.8	95.9	4027.8	0	3	BI
21	69476	0291270-01	2C205B	205	14:47:35	16:27:15	CA9C1201014003	153.9	11094.00	300	3,716	39	0.65	01-03-2019 14:47:35	50.8	152.4	1.5	95.9	4027.8	0	3	BI
21	69476	0291270-01	2C205B	205	15:52:23	17:37:41	CA9C1201020002	153.9	11780.00	300	3,708	39	0.65	01-03-2019 15:52:23	50.8	152.4	1.5	95.9	4027.8	0	3	MP
21	69476	0291270-01	2C205B	205	17:10:16	19:32:52	CA9C1201014061	153.9	11094.00	300	3,754	40	0.66	01-03-2019 17:10:16	50.8	152.4	1.5	95.9	4027.8	0	3	BI
21	69476	0291270-01	2C205B	205	19:32:52	20:52:06	CA9C1201103034	153.9	11305.00	300	3,638	38	0.64	01-03-2019 19:32:52	50.8	152.4	1.5	95.9	4027.8	0	2	MP

Fuente: Información obtenida de sistema computacional Cartulinas CMPC

CAPÍTULO 5: PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

El capítulo está orientado a seleccionar la herramienta de Lean Manufacturing a utilizar para la problemática abordada en el presente informe, para luego realizar el plan de implementación de ellas.

5.1.1 Selección de herramientas *Lean Manufacturing*

En primera instancia, es importante determinar, dentro de las herramientas de esta metodología, cuáles serán las potenciales a implementar y cuáles serán las implementadas. Para ellos se realizarán dos métodos, el primero consiste en establecer las herramientas de *Lean* que se involucran en cada una de las problemáticas identificadas con anterioridad, la segunda consiste en realizar una matriz de esfuerzo impacto para determinar las herramientas que generan una mejor relación ante el proceso. Además, se realizará la descripción de la mejor manera de implementar todas las herramientas de esta metodología. Con la información, se concluirá cuáles herramientas se convertirán en un plan de implementación detallado y cuáles de ellas serán ejecutadas dentro de la empresa.

5.1.1 Efecto de las herramientas de *lean manufacturing*

Gracias al sistema anterior, se pueden visualizar que debido al orilleo es que se pierde tiempo de producción, ascendiendo a 664 horas mensuales. Seguido por 531 horas debido a los parámetros del pedido. Con respecto a las toneladas perdidas, por el ancho se pierde un total de 6.321 toneladas mensuales, seguida por el orilleo con un total de 3.045 toneladas mensuales. Finalmente, al comparar valores óptimos con los reales y teóricos, se obtienen brechas importantes en elementos como por ejemplo un 33% de diferencia en el ancho y un 16% en las velocidades.

Teniendo en cuenta los problemas anteriormente descritos, se procede a realizar la Tabla 1 para clasificar la/s herramientas que mejor se aplican a cada una de las causas de los problemas detectados. En ella se desglosan las treinta y dos herramientas de *Lean Manufacturing*, descritas en la sección 2.1.3 del marco teórico. Por otro lado, se identifica las principales dificultades en el proceso productivo, la primera de ella son las interrupciones y se centra en los problemas como paradas de las máquinas, cambios de formato, averías, entre otros. La segunda es por formato, este es un problema de tipo comercial que provoca bajas en las velocidades de procesamiento. La tercera es por operación, esto quiere decir a disminuciones de velocidad provocados por operarios. El cuarto factor es condicionamiento,

en el cual se agrega el largo del pedido y la velocidad de empalme con el que se procesa la materia. El quinto elemento es el orilleo, en el cual inferen gramaje, la maquina en la cual se procesa y el orilleo que se debe efectuar ya sea por problemas de calidad en el proceso anterior o por requerimiento del proceso de conversión, generando gran cantidad de desperdicios. El origen hace referencia a la procedencia del producto que se va a procesar, en este caso se tienen tres bodegas siendo la bodega intermedia la más alejada y en la cual se invierte un mayor tiempo para hacer llegar el material, generando perdidas en el tiempo de procesamiento y gran cantidad de tiempos sin carga para las cortadoras. Los trabajadores son los operarios de las máquinas por lo que tienen un papel fundamental en la configuración de diferentes parámetros de ellas, por ejemplo, la velocidad de procesamiento y la configuración de los ángulos de corte. Finalmente, la categoría de no aplica en la cual se clasifica en el caso de que la herramienta no pueda ser utilizado en este departamento.

Como resultado se puede indicar que la herramienta que generaría un beneficio mayor, en cuanto a la cantidad de problemas a abordar son *Yamazumi*, KPIs, 8Ds, TQM y *Andon*, mientras las con menor inferencia serían *One piece flow*, *chaku-chaku* y *milk round*, ya que no son aplicables a la empresa analizada.

5.1.2 Matriz de prioridades

Como se mencionó en la sección 2.1.2, es una técnica para elegir la mejor herramienta a utilizar y consiste en identificar la relación entre el nivel de dificultad para implementar la solución y el nivel de impacto que tiene al momento de ser aplicado. Donde el eje horizontal representa el impacto y el eje vertical el esfuerzo.

En la

Ilustración 29, se visualiza la matriz anteriormente mencionada y para desarrollarla se utilizó una escala de 1 a 10, siendo 1 la puntuación de menor peso y 10 la con mayor peso. Además, para realizar la calificación de cada herramienta se opta por tomar en cuenta el tiempo demora realizar la implementación en el criterio de esfuerzo y para el criterio de

impacto se evalúa por criterio del encargado de departamento considerando que tan beneficioso puede ser la implementación de la herramienta.

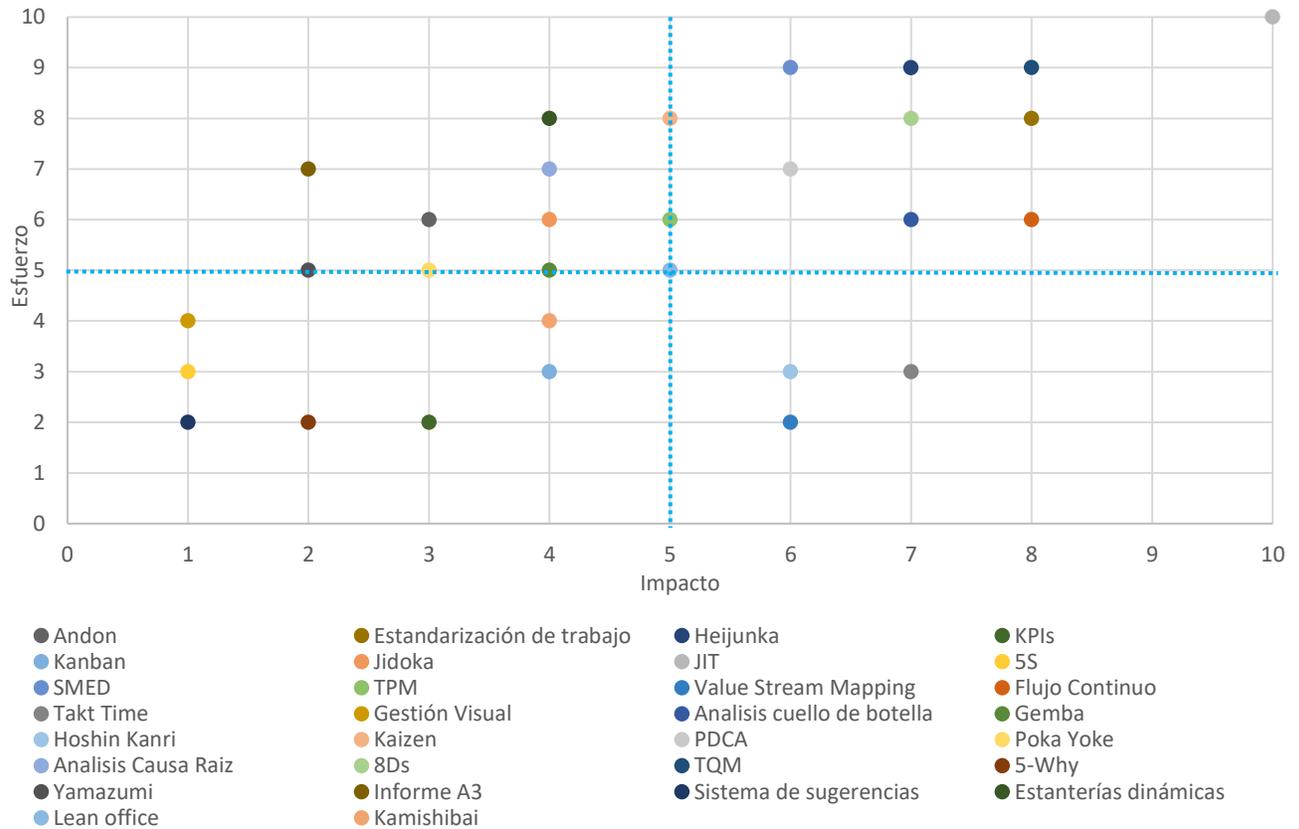
Tabla 1: Evaluación de herramientas para las problemáticas identificadas

	Interrupciones	Formato	Operación	Condicionamiento	Orilleo	Origen	Trabajadores	No aplica
<i>Andon</i>	X	X	X	X	X	X		
Estandarización de trabajo	X						X	
<i>Heijunka</i>			X	X				
KPIs	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Kanban</i>	X						X	
<i>Jidoka</i>	X							
JIT	X					X		
5S	X				X	X	X	
SMED	X		X				X	
TPM	X		X		X			
<i>Value Stream Mapping</i>					X			
Flujo Continuo	X		X			X		
<i>Takt Time</i>	X							
Gestión Visual	X						X	
<i>Gemba</i>							X	
<i>Hoshin Kanri</i>							X	
<i>Kaizen</i>					X		X	
PDCA		X	X	X		X	X	
<i>Poka Yoke</i>								
Análisis Causa Raíz	X							
8Ds	X	X	X	X	X	X	X	
TQM	X	X	X	X	X	X	X	
<i>5-Why</i>	X							
<i>Yamazumi</i>	X	X	X	X	X	X	X	
Informe A3	X						X	
Sistema de sugerencias							X	
<i>One piece flow</i>								X
<i>Chaku-Chaku</i>								X
Estanterías dinámicas	X						X	
<i>Milk round</i>								X
<i>Lean Office</i>	X						X	

Kamishibai							X	
------------	--	--	--	--	--	--	---	--

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 29: Matriz impacto – esfuerzo



Fuente: Elaboración propia

5.1.3 Descripción detallada de las herramientas

En términos generales, es importante tener en cuenta que para elaborar un plan de acción existen seis sencillos pasos: en primer lugar definir los objetivos ya que se debe tener claro lo que se quiere lograr y en cuánto tiempo, el segundo paso es detallar las estrategias para determinar el camino a seguir, el tercer paso es determinar el paso a paso a seguir para cumplir con el paso anterior, el cuarto paso es confeccionar una carta Gantt para especificar los tiempos para cada una de las actividades, luego se asignan responsables y finalmente se ejecuta el plan de acción para lograr el objetivo planteado. Además, se debe tener en cuenta que para implementar cualquiera de estas actividades, en primera instancia es necesario

generar la conciencia del beneficio y la utilidad que tendrá la herramienta para la empresa. A continuación, se define los pasos a seguir para cada uno de estos instrumentos, ordenados por cuadrantes de la matriz impacto-esfuerzo, de menor a mayor esfuerzo.

Sistema de sugerencias

Este sistema de sugerencias busca potenciar el aporte que puedan brindar los operadores de las diferentes máquinas.

Dentro de la información que debe incluir esta hoja de sugerencias es:

- ❖ Autor, para identificar a la persona que está realizando la sugerencia.
- ❖ Descripción del rol que cumple dentro de la empresa, puede ser un operador, un jefe de departamento, o cualquier persona que crea poseer una idea que puede aportar en mejorar el rendimiento de la empresa.
- ❖ Departamento donde se desempeña.
- ❖ Firma del autor.
- ❖ En caso de ser necesario, se puede agregar un título descriptivo de la sugerencia.
- ❖ Descripción de la sugerencia, en esta sección se detalla la idea del autor.
- ❖ Fecha.

Para poder evaluar si es una idea que cuente con lo necesario para ser implementada, debe seguir el siguiente conducto general:

- Evaluar si la idea apunta al objetivo de la organización, por ejemplo, mejorar la productividad.
- Evaluar la factibilidad que posee la idea, esto quiere decir si es posible implementarla o si posee factores que limitan su ejecución.
- En caso de la que la idea pueda ser implementada, se debe realizar una canalización de la idea esto quiere decir que se debe comunicar para que todas las personas pertinentes aporten a dicha idea, para su posterior realización. Además, se debe contar

con una fase de prueba que garantice que su práctica generará un aporte en la organización.

- Es una buena idea realizar un reconocimiento, para que las personas que aportan ideas se sientan valorados por la empresa.

5S

La primera S es *Seiri*, significa clasificación y consiste en identificar y clasificar elementos precisos, pudiendo cambiar de ubicación o almacenar o eliminar los elementos innecesarios. La segunda S es *Seiton*, significa organización y es la etapa donde se ordenan los materiales importantes, dejándolos visibles, de fácil acceso y etiquetadas. La tercera S es *Seiso*, significa limpieza, consiste en eliminar la suciedad ayudando a disminuir los accidentes. La cuarta S es *Seiketsu* y significa estandarizar, esto quiere decir que debe ser fácilmente identificable cuando una de las tareas anteriores no se está ejecutando de manera correcta. La última S es *Shitsuke*, seguir mejorando, esto quiere decir que estas tareas son cíclicas.

A continuación, se describen los cuatro pasos para implementar la herramienta:

- **Limpieza inicial:** consiste en la limpieza a fondo que se debe desarrollar, ya sea de equipos o mobiliarios, en otras palabras, se ordena, almacena o elimina todo lo que no sirve y se limpia lo que queda en el lugar.
- **Optimización:** una vez eliminado los elementos innecesarios, se debe establecer el orden óptimo de los elementos, esto quiere decir ubicar de manera eficiente los materiales. Además, se realizan etiquetas para identificar elementos y lugares donde serán ubicados dichos materiales.
- **Formalización:** esta etapa consiste en crear procedimientos para las acciones ejecutadas, esto quiere decir manuales, instructivos o todo lo que tenga que ver con documentar las acciones ejecutadas y por ejecutar.
- **Perpetuidad:** mantener todo lo logrado, es el foco de la mejora continua. Se necesita crear conciencia en todos los involucrados en el proceso para que las acciones perduren y sean mejoradas a lo largo del tiempo.

Al haber determinado los elementos esenciales de los cuatro pasos, se debe integrar en cada una de las cinco S de esta metodología para establecer las delimitaciones de cada etapa de esta tarea. Por lo tanto, los cuatro pasos a implementar en la presente estrategia, se desarrollaría de la siguiente manera:

- **Clasificar**
 - **Limpieza inicial:** localizar los elementos inútiles y separarlos.
 - **Optimización:** catalogar los materiales poco importantes, esto quiere decir, realizar un listado con los elementos clasificados como poco importantes o inútiles, e identificar si es conveniente moverlos o definitivamente eliminarlos.
 - **Formalización:** normalizar el orden establecido anteriormente, esto significa realizar etiquetar para marcar los sitios dentro del lugar de trabajo.
 - **Perpetuidad:** estabilizar.
- **Orden**
 - **Limpieza inicial:** eliminar instrumentos inútiles.
 - **Optimización:** establecer un orden para los objetos y marcar lugares y objetos para su fácil ubicación.
 - **Formalización:** informar a todos las normas definidas, ya sea mediante mapa 5s y/o marcación de ubicación.
 - **Perpetuidad:** mantener.
- **Limpieza**
 - **Limpieza inicial:** limpiar dependencias, puede ser ejecutando una campaña de limpieza.
 - **Optimización:** identificar lugares de difícil acceso.
 - **Formalización:** determinar causas de suciedad y solucionarlo, además crear un instructivo de limpieza para culturizar a todas las partes sobre la razón de las acciones.
 - **Perpetuidad:** mejorar.

- **Estandarizar**
 - **Limpieza inicial:** descartar lo que está contra la limpieza.
 - **Optimización:** identificar zonas sucias.
 - **Formalización:** estabilizar las reglas establecidas en las 3 S anteriores.
 - **Perpetuidad:** evaluar.
- **Seguir mejorando**
 - Generar una conciencia a todo el equipo de trabajo para mantener el orden y limpieza establecidos en esta metodología.

Gestión Visual

Esta herramienta ayuda a estandarizar el trabajo y simplifica la gestión de los diferentes procesos. Es un sistema de información, pero de manera visual, la idea principal de esta técnica es comunicar de manera simple y visual, información que para la empresa es importante que esté publicada.

El primer paso para implementar esta herramienta es determinar la información que se quiere visualizar. Luego se determinará, para cada una de la información a plasmar, la manera en que se hará, por ejemplo, el semáforo para donde rojo significa que no se obtienen los resultados esperados, amarillo cuando se queda por debajo los niveles de calidad y verde cumple con los estándares establecidos. Para plasmar los consejos de seguridad y prevención de accidentes con letreros representativos como los de caídas o aviso de cortes.

Para que se logre el objetivo, es necesario que la información sea clara, precisa y a la vista de cualquiera, ya que de ese modo se asegura de que todas las personas la vean y el mensaje sea entregado de la manera correcta. Es necesario mostrar tareas preventivas y correctivas, para que se tenga en cuenta durante el desarrollo de la operación. Crear tableros llamativos, debido a que de otro modo las personas no leerán el tablero. Finalmente, pero no menos importante es mantener la información actualizada, esto permite que se enteren de la información actual y se sientan parte de los resultados.

5-Why

Conocida como los cinco porqués y es una herramienta utilizada para encontrar la raíz de los problemas, su nombre es debido a la cantidad de preguntas con las cuales se espera llegar al inicio de la problemática. Una buena manera de saber si el proceso fue el correcto es leer las respuestas en sentido inverso y obtener conclusiones que tengan un significado coherente para el caso. Las preguntas se realizan de manera iterativa, utilizando la respuesta de la primera pregunta como la segunda pregunta, para luego la segunda respuesta ser utilizada como la tercera pregunta, y así sucesivamente.

A pesar de ser una técnica sencilla y con baja dificultad de aplicación, se cometen errores como no enfocarse correctamente, en ocasiones se trata de encontrar culpables y no soluciones a las problemáticas, provocando conflicto entre diferentes participantes del proceso. Otro error frecuente es no utilizar la herramienta en toda la organización, no se debe utilizar de manera aislada, es una disciplina que debe ser aplicada sin hacer diferencia entre las situaciones características. La descripción del problema no es la causa del problema, por ello es necesario realizar un análisis para llegar al origen del asunto eso implica concatenar causas y efectos, hasta encontrar la raíz del problema y encontrar la solución a ello.

El procedimiento para implementar esta herramienta es el siguiente:

- Definición del problema, esto es fundamental ya que se debe tener claro para que la búsqueda de la causa sea la correcta. En esta fase se implementan los dos primeros porque, el primero es evidente y no requiere investigación.
- El segundo porque, se acota el problema a un área en concreto, sin embargo, se pueden encontrar varias causas posibles de las cuales no se debe descartar ninguna por el momento.
- El resto de porque son todos enfocados a llegar al origen del problema, se espera que en el quinto porque se tenga el problema real el cual abordar.

KPIs

Como se mencionó anteriormente, *key performance indicators* o indicadores clave de desempeño, se utiliza para evaluar factores críticos dentro de la empresa. Algunas de las cualidades que deben poseer este tipo de indicadores son:

- La empresa debe tener objetivos claros para iniciar el proceso de creación de KPIs, ya que se debe saber hacia dónde se apunta con cada uno de ellos.
- Estos indicadores son una forma de representar de manera rápida algún dato de interés, por ello deben ser claros y precisos.
- Una característica fundamental es que sean cuantificables, esto quiere decir que pueden ser representados en un número.
- Como todos estos indicadores apuntan hacia un mismo fin, todos ellos deben estar estrechamente relacionados para alcanzar el objetivo final de la empresa.
- Cada uno debe tener un encargado, esa persona es la responsable del proceso que se está midiendo.

Tomando en cuenta las características señaladas anteriormente, se definen los pasos a seguir para su implementación:

- Definir el objetivo que se quiere alcanzar y decidir en qué proceso se debe implementar el indicador.
- Crear el cálculo pertinente que represente el objetivo a alcanzar, en otras palabras, el cálculo del indicador. Esto debe incluir la unidad en la cual está definido.
- Determinar el mínimo aceptable, establecer el valor inicial para el indicador y considerar los límites para este indicador, ya sea por limitaciones legales o normativas o restricciones planteadas directamente por la empresa.
- Establecer el tiempo adecuado de actualización, esto quiere decir que se debe determinar en qué lapsus de tiempo se deberá calcular el indicador.
- Indicar el responsable de la actividad que se está intentando medir.

Kanban

De manera literal, Kanban significa cartel. Las cuatro reglas importantes son: comenzar a hacer las cosas ahora, aceptar el cambio, respetar el proceso y tener iniciativa para gestionar las tareas. Existen cinco características que todo sistema Kanban debe poseer para que se implemente de manera correcta:

- Hacer visible el flujo de trabajo para identificar el avance del trabajo.
- Estableces el límite del trabajo a visualizar, ya se la totalidad del proceso o parte de él.
- Crear políticas para los procesos con el objetivo de establecer reglas que se justifiquen con las necesidades existentes.
- Ser capaces de utilizar el modelo para reconocer las oportunidades de mejora de manera continua y gradual.

Para implementar Kanban, es necesario realizar los siguientes pasos:

- Generar la instancia para que el equipo aporte ideas y comience a utilizar el tablero diseñado con dichas ideas.
- Controlar los atochamientos del proceso, evitando sobre carga de equipos.
- Enforcarse en transparentar el proceso, ayudando a generar confianza para disminuir el riesgo.
- Entregar valor al cliente, priorizando de la mejor manera posible las entregas. Se debe entregar información de todas las tareas esto quiere decir que cada una de ellas tiene una prioridad diferente dentro de la logística.
- Crear conciencia del beneficio que se obtiene al aplicar este tipo de herramientas, en este caso permite anticiparse a posibles cuellos de botellas o fallas en la planificación de tareas.
- Finalmente, se debe ser capaz de disminuir los desperdicios para mejorar la eficiencia.

Kamishibai

Palabra en japones que significa teatro de papel, es una especie de visualizador utilizado cuando se quieren realizar auditorías en los procesos. En simples palabras, es un instructivo para implementar en las auditorias y posee ventajas como: organizar y visualizar de manera sencilla los resultados y acciones a ejecutar.

Para diseñar dicha herramienta es necesario desarrollar lo siguiente:

- Identificar que se necesita controlar, esto se realiza en forma de lista según el área y el producto que se desea auditar. Además, se debe plasmar en una hoja.
- Al reverso de dicha hoja se puede plasmar el resultado de la auditoría, destacando si ha sido correcto o si no.
- Crear un tablero donde ubicar dichas hojas, generando un espacio para las auditorias pendientes, para las realizadas tanto correctamente como incorrectamente, para la información sobre resultados y acciones importantes.

Un tablero magnético tiene un valor de \$53.990, de dimensión 24x28 pulgadas. En caso de querer utilizar uno de mayores dimensiones, será necesario considerar un costo mayor. Además, existen implementos como marcos magnéticos para encuadrar la información que se espera visualizar en dicho tablero, el valor ronda los \$20.000. Lo que generaría un costo de aproximadamente \$74.000, en caso de querer agregar otros elementos como etiquetas magnéticas sumarian un costo de \$34.000 las treinta etiquetas. Finalmente, se tendría un costo total de \$108.000, para todo el tablero.

Otra opción es confeccionar el tablero, se utilizaría MDF, pintura magnética, martillo y alguna herramienta para pintar. Una tabla MDF de 30x30 cm., tiene un valor de \$4.600 y en caso de querer un tablero más grande por ejemplo 2,44x1,83 m., posee un valor de \$82.900. La pintura magnética tiene un valor de \$36.900 el cuarto de galón, lo que alcanzaría para cualquiera de las dimensiones mencionadas anteriormente. Lo que generaría un costo total de \$41.500 para la dimensión pequeña y \$119.800 para la dimensión grande, a ambos se le debe agregar los accesorios mencionados anteriormente.

Yamazumi

De forma literal significa apilar, representa un diagrama apilado de columnas que representan tiempo o capacidades de producción. Las conclusiones importantes que se pueden obtener son: lo que sucedería si se considera añadir recursos, lo que sucedería en caso de aumentar la velocidad de fabricación, lo que sucedería en caso de reducir los tiempos de pérdidas.

Para confeccionar este diagrama, se deben seguir los siguientes pasos:

- Calcular tiempo planificado de producción, ya que no es posible producir más de lo que el tiempo permita.
- Calcular tiempo de ciclo al cual debería funcionar las máquinas.
- Calcular tiempo de pérdidas, esto se refiere a las paradas planificadas ya sean averías, incidentes, preparaciones, etc.
- Realizar el diagrama:
 - Dibujar una recta vertical con el tiempo total disponible.
 - Dibujar una recta vertical con: tiempo y paradas planificados.
 - Dibujar una recta vertical con el tiempo teórico de producción, en ese tiempo se realiza la columna principal en la cual se irán apilando el resto de los tiempos.
 - Se comienza apilando todos los tiempos identificados como pérdidas, hasta llegar al tiempo planificado.
 - Se apilan las faltas de materia prima identificados, con ello se llega al tiempo real necesario.

Una forma de realizar este diagrama es con Excel ya que proporciona las herramientas adecuadas para ejecutar este tipo de gráfico. Además, en la misma plataforma, resulta más sencillo realizar todos los cálculos pertinentes y ordenar la información necesaria.

Informe A3

Es un tipo de informe que sirve para informar las condiciones en las cuales se producen los hechos. Para aprovechar al máximo esta herramienta es necesario utilizarla desde el comienzo, ya que cada sección tiene relación con la anterior y debe irse diseñando de manera paulatina.

Para diseñar este informe, se debe seguir los siguientes pasos:

- Dividir la hoja en dos mitades verticales, la izquierda se divide en 4 secciones.
 - En la primera sección se debe definir el problema, de manera clara y precisa, utilizando datos cuantitativos.
 - En la segunda sección se describe la situación actual, esto quiere decir identificar y describir el proceso en particular donde se produce el problema. Para cumplir con esta sección se pueden utilizar diagramas Pareto, flujogramas, entre otros.
 - En la tercera sección se deben analizar las causas, en esta instancia se puede utilizar herramientas como Ishikawa o 5-porqués.
 - En la cuarta sección se debe graficar la situación ideal, de la misma manera que en la situación actual.
- Dividir la mitad derecha en 3 secciones.
 - La primera sección es el plan de acción, en la cual se deben describir las acciones a tomar para solucionar el problema. Se debe ser todo lo específico pertinente: quien realizará la acción, que acciones realizará, como se realizará y cuando se realizará.
 - La segunda sección es el seguimiento, en donde se debe plasmar el avance que tienen las acciones descritas anteriormente. Además, es necesario especificar que se espera obtener con cada una de ellas.
 - La tercera sección son los resultados, es donde se debe plasmar que es lo conseguido.

Poka Yoke

Como se mencionó anteriormente, esta herramienta significa a prueba de errores, permite evitar y eliminar cualquier tipo de falla en el proceso productivo, por lo que el objetivo es mejorar la calidad del proceso implementando mejoras en torno a fuentes de error.

Dependiendo del objetivo que se quiera alcanzar, algunas de las aplicaciones más comunes son:

- Crear una herramienta con la que los operarios no cometan errores en su manipulación, como por ejemplo las conexiones USB que no se pueden conectar al revés.
- Implementar un sistema de colores para que se puedan, por ejemplo, conectar cables correctamente. Todas las mejoras visuales representan un alto impacto en el operario, ya que en ocasiones no se detienen a leer carteles o cualquier informe entregado, sin embargo, al ser avisos de colores y de fácil interpretación quedan en su inconsciente a pesar de no ser observados detalladamente.
- Diseñar un sistema de turnos para reducir los errores, esto va enfocado en reducir errores en la producción.
- Implementar programas informáticos que ayudan a completar información de manera eficiente y sin errores, esto ayuda a reducir el factor humano dentro de estos procesos.

Andon

En términos generales, significa señal, es de gran importancia para identificar anomalías dentro de la línea, reducir desperdicios y facilita la toma de decisiones. Se debe tener claro que esta herramienta evalúa el desempeño del proceso y no de las personas. Antes de la aplicación, se debe tener en cuenta las siguientes preguntas: ¿el proceso que se quiere controlar agrega valor?, ¿qué indicadores se quiere monitorear?, ¿dónde se debe monitorear el indicador?, ¿cómo se identifican las situaciones extrañas?, ¿quién y cómo

se registra la información?, ¿cómo se revisan los indicadores?, ¿qué acciones se deben tomar? y finalmente, ¿qué decisiones se deben tomar con dicha información?.

Considerando las preguntas anteriores, se deben considerar 12 pasos generales para su implementación:

- En primera instancia, siempre es importante capacitar a las personas involucradas en el objetivo de la herramienta y su funcionamiento.
- Identificar los requerimientos y restricciones, esto quiere decir el lugar donde se ubicará, señalar el significado de las señales y generar la confianza para que el trabajador se empodere de la herramienta.
- Informar el alcance que se posee con la herramienta.
- Formalizar los objetivos, funcionamiento y todo lo necesario para ser consultado en caso de dudas.
- Determinar defectos que no fueron identificados con anterioridad.
- Validar la manera de visualizar la información, esto significa que se debe establecer si se seleccionó la mejor manera para representar una información en particular.
- Seleccionar los lugares dentro de la producción que contarán con este instrumento, esto quiere decir que se deben identificar puntos críticos dentro del proceso, que son importantes de controlar.
- Medir tiempo de respuesta para situaciones particulares, de ese modo se garantiza el avance de la respuesta con el instrumento.
- Probar el funcionamiento de Andon y medir los mismos tiempos anteriores.
- Realizar comparaciones de ambos tiempos, con el objetivo de determinar la utilidad que tiene la herramienta.
- Ajustar la herramienta, en caso de ser necesario, e iniciar la operación.
- Monitorear metas y logros obtenidos.

Gemba

De forma literal, significa lugar de trabajo, representa donde realmente suceden las operaciones de la empresa. La idea central de este instrumento es observar el proceso productivo tal cual como se ejecuta en la línea, entendiendo por qué se desarrollan de esa manera realizando preguntas. Es necesario escuchar las opiniones e ideas que posee el operario ya que es él quien está diariamente ejecutando la tarea, el respeto es fundamental en esta actividad ya que, en caso de pasar a llevar a algún operario, ellos se volverán reacios a entregar información importante a la persona que ejecuta el recorrido *Gemba*. Finalmente, es importante destacar que realizar una vez esta acción no generará un impacto significativo, por lo que es importante convertirlo en un hábito y para que eso suceda es necesario generar una estructura para realizarlo.

Para que se implemente de manera efectiva, es necesario tener en cuenta los siguientes puntos:

- Es una manera sencilla de generar un vínculo con los trabajadores, en primera instancia se debe generar la confianza por lo que conversaciones personales pueden abrir paso a las nuevas etapas de esta herramienta.
- Proporcionar la oportunidad a los operarios para que ellos sean quienes establezcan una posible solución, esto los ayuda a empoderarse de su lugar de trabajo y de la tarea que realizan.
- En general, tenemos dificultades para identificar nuestras propias falencias por lo que una buena idea sería realizar recorridos pensando que eres una persona ajena a la planta.
- Aprovechar el conocimiento de los operarios es importante debido a que ellos manejan a la perfección su tarea, es fundamental conocer el proceso.

Jidoka

Jidoka consiste en la automatizar la detección de defectos, siendo su principal objetivo es detectar automáticamente anomalías en el proceso, reduciendo de ese modo la cantidad de unidades defectuosas.

Existe algunas etapas del proceso de autonomización: autonomización del proceso, autonomización de procesos manuales, autonomización de alimentación a lo largo del proceso, autonomización de paradas, autonomización de partidas, autonomización de apilamiento de producto, implementación de mecanismos *Poka Yoke* y *Andon*, autonomización de cargas en las máquinas, autonomización de cambios de set y autonomización de transferencias.

Para que el sistema detecte las anomalías, se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

- Ubicar el problema dentro de la operación, se debe saber la línea productiva que posee el error y en qué lugar dentro de ella se sitúa.
- Detener la máquina para que no siga produciendo unidades defectuosas, ya sea de manera automática o por el operario.
- Solucionar el problema, estas deben ser soluciones rápidas y de fácil implementación que permitan dar continuidad rápidamente al proceso.
- Finalmente, se debe conformar un equipo de trabajo para la discusión de estas anomalías, se debe identificar y corregir la cusa raíz del problema.

Una clave para que esta herramienta funcione no se debe automatizar más de lo que necesario, esto se debe a que no es necesario eliminar todas las tareas manuales. El esfuerzo manual, la alimentación y descarga de las máquinas deben realizarse de manera automática, dejando al operario en acciones necesarias como por ejemplo el control calidad.

Análisis causa raíz

Esta herramienta fue implementada dentro del diagnóstico realizado en el CAPÍTULO 3; sin embargo, es importante destacar que es una metodología utilizada para resolver diferentes tipos de problemas, ya sea de seguridad, producción, procesos, fallas, entre otros. Al determinar de buena manera la causa raíz de los problemas, se pueden tomar con mayor conocimiento las acciones a ejecutar en el futuro para resolverlos. Esta metodología puede ser utilizada para encontrar la causa de cualquier tipo de situación, no tan solo errores dentro del proceso.

Como metodología general, se cuentan con los siguientes pasos:

- Establecer las interrupciones que necesitan analizar sus causas, es importante destacar que se deben analizar solo las problemáticas que se consideren más importantes.
- Preparar un equipo de trabajo con el cual se analizarán las irregularidades seleccionadas con anterioridad.
- Conseguir la información pertinente, ya sea procedimientos, manuales, entrevistar a las personas involucradas, guardar piezas, entre otros.
- Estudiar los datos recolectados, esto significa realizar el diagrama causa efecto.
- Atestiguar que los problemas no se repetirán, esto consiste en analizar si existe situaciones similares donde pudiese repetirse el problema y, en caso de existir, tomar medidas al respecto.
- Identificar las causas raíz del problema, esto significa que se debe identificar de donde proviene el efecto negativo.
- Determinar e implementar acciones correctivas, en busca de que se solucionen los problemas identificados como raíz del problema.

Estanterías dinámicas

Las estanterías dinámicas siguen como regla principal “*first in first out*”, el primero que entra es el primero en salir. Al aplicarlo en estanterías, se refiere al material que lleva más tiempo almacenada debe ser el primero en ser utilizado, evitando que se vuelvan obsoleto.

El modo de funcionamiento es sencillo, los productos se desplazan producto de la pendiente de la estantería, que ronda entre un cuatro y un seis por ciento. Las repisas están conformadas por rodillos o roldanas, dependiendo del tipo de carga, que facilitan el movimiento de lo que está sobre ellas. Asegurando un flujo FIFO de los productos almacenados en este tipo de bodegas.

Algunas de las ventajas que posee este tipo de estanterías es el ahorro del espacio ya que permite almacenar una mayor cantidad de unidades en el mismo espacio, aumenta la accesibilidad de los implementos ya que los productos siempre se mueven hacia delante por la gravedad, aumenta la probabilidad de detectar elementos que se volverán obsoletos en el corto plazo y reduce los tiempos de manipulación debido a que los productos están en el primer lugar de la estantería.

Una herramienta complementaria de las estanterías dinámicas es Kanban, ya que se puede implementar las tarjetas de esta técnica para identificar los productos y generando solicitudes de la entrega de nuevo material para la producción.

VSM

Value Stream Mapping o mapa de flujo de valor, consiste en una forma de visualizar en la línea productiva, entregando detalles que permitan conocer de mejor manera el flujo tanto de material como de información. Permite identificar los elementos que no agregan valor al proceso, las cuales son importantes eliminar de las tareas dentro del proceso. De igual manera, ayuda a entender el proceso, provocando que no se produzcan fallos evitables por la manipulación o procesamiento del producto y visualizando el flujo completo tanto del producto como de la información.

Para realiza el diseño de VSM actual, se deben desarrollar los siguientes pasos:

- En primera instancia, calcular el *takt time* que significa cuantas piensas se deben producir por segundo para satisfacer la demanda del cliente.
- Comprender el proceso de principio a fin, lo importante es establecer el punto de inicio y el de fin.
- Plasmar la información del cliente, ya sea la demanda y el *takt time*.
- Comenzar a plasmar en el VSM la última fase del proceso, ya que se debe dibujar desde el final hasta el principio.
- En primera instancia, enfocarse en el flujo de material. Es importante destacar que no siempre los datos son fidedignos por lo que se recomienda implementar algunas herramientas para validarlos.
- En segundo lugar, agregar datos como los inventarios y tiempos de espera.
- Agregar el flujo de información del proceso, al ya tener el flujo de material visualizado es necesario añadir este flujo para complementar la información.
- Finalmente, se debe agregar una línea de tiempo en la parte baja del diagrama.

Sin embargo, el diseño de VSM actual no es la única actividad necesaria para la implementación de esta herramienta. A continuación, se presentan los pasos a seguir:

- Identificar todos los productos a fabricar, de ser posible se pueden agrupar productos de similares características (tipo de producto, mercado, clientes, ventas, entre otros).
- Plasmar VSM, visualizando el proceso productivo con todos los elementos significativos: flujo de información, flujo de material, inventarios dentro del proceso, entre otros.
- Visualizar como se espera que el proceso sea en el futuro, esto quiere decir que se debe realizar VSM del futuro, esto quiere decir que se debe intentar balancear el proceso en busca de mejorar los elementos perjudiciales detectados en el VSM actual.
- Determinar acciones a implementar para solucionar los problemas identificados en los gráficos anteriores.

Hoshin Kanri

Es una técnica de planificación que busca mejorar de manera continua los procesos dentro de la empresa. Su foco no se centra en los objetivos, sino que en el proceso de planificación. En general, ayuda a: mejorar la forma de trabajo, aumenta el compromiso para cumplir los objetivos, genera un enfoque a las acciones, toma decisiones de manera rápida, aumenta la efectividad del desarrollo de tareas.

El proceso de planificación necesita tener una visión de un horizonte de al menos cinco años, conocer los objetivos claves, determinar actividades que vayan en busca de cumplir los objetivos planteados, revisar constantemente los objetivos para determinar el avance en ellos y analizar si se cumplen los objetivos anuales.

Las cinco ventajas primordiales son: alineamiento y motivación para que todas las personas estén en sintonía con el proceso de la organización, enfocarse en la mejora y en los objetivos, descentralizar las estrategias y planes de todo ámbito, aprender y seguir mejorando de manera continua.

Para implementar esta herramienta, se conocen algunos pasos generales:

- Establecer misión, visión y situación actual.
- Determinar objetivos, siendo un horizonte aproximado entre tres y cinco años.
- Establecer objetivos anuales, esta etapa consiste en dividir los objetivos del paso anterior en objetivos más pequeños en plazos más estrechos.
- Establecer e informar objetivos para cada departamento, siempre en búsqueda de alcanzar los objetivos de la organización.
- Controlar el avance de los objetivos, de ese modo se puede visualizar el avance de cada uno de los objetivos planteados.
- Controlar anualmente los objetivos, esto ayuda a revisar el cumplimiento de los objetivos junto con su avance. En caso de que el avance no sea suficiente el objetivo debe ser reevaluado y tomar medidas con respecto a ello.

Takt time

Takt palabra en alemán que significa ritmo, por lo que *takt time* hace referencia al ritmo en que el producto debe ser producido para satisfacer la demanda. Es importante tener en cuenta que si se produce a un ritmo inferior será necesario contratar horas extra, mientras que si se produce a un ritmo superior se poseerá altos tiempos de esperas, por lo que el objetivo principal es hacer coincidir el ritmo de producción con el valor calculado como *takt time*.

Algunas de las ventajas que entrega esta herramienta es que vuelve sencillo identificar el cuello de botella de la línea, ayuda a encontrar los procesos que no generan valor dentro de la producción y por lo mismo aumenta la productividad, disminuye la probabilidad de generar productos innecesarios, ayuda a definir el número correcto de operarios por estación de trabajo, disminuye la cantidad de transporte entre procesos, facilita el control del stock entre procesos.

Para implementar *takt time*, se debe ejecutar los siguientes pasos:

- En primera instancia, se debe conocer la totalidad del proceso esto incluye operarios y máquinas ya que sin ello no se puede identificar las falencias existentes.
- Definir el horizonte de evaluación de la herramienta, esto es de suma importancia ya que define hacia donde se debe apuntar.
- Conocer la demanda del cliente, esto hace referencia a los tiempos de entrega, precio, calidad, entre otros.
- Determinar tiempos de producción, esto quiere decir lo tiempos que se utilizan realmente para la producción, eliminando tiempos de mantenimiento, descansos, almuerzos, entre otros.
- Calcular *takt time*, que se calcula mediante la división entre el tiempo de producción disponible y la cantidad total requerida.

Lean office

Esta técnica ayuda a mejorar los procesos administrativos, esto quiere decir eliminar los elementos que no añaden valor al proceso e incrementar la productividad. La productividad genera competitividad y la competitividad genera mayores ingresos.

Los objetivos de la metodología *lean office* son mejorar la calidad, coste y el servicio, además la reducción de inventario, reducción de *throughput time* y aumentar la motivación de todas las personas involucradas en el proceso productivo. Con esto se espera obtener un aumento en la productividad, ahorrar material de oficina, mejorar la capacidad de reacción frente a situaciones difíciles, mejorar el orden, entre otros.

Para implementar este proceso de mejora se deben seguir los siguientes pasos generales:

- Definir al cliente, esto quiere decir que se debe identificar quienes son los clientes del producto y que elementos generan valor para él, como obtener la atención del cliente y el valor que está dispuesto a invertir en el producto fabricado.
- Definición del proceso, esto consiste en saber qué es lo que hacemos, conocer los procedimientos de cómo se debe hacer y entender cómo se debería hacer.
- Implementara proceso de tracción, esto quiere decir que el proceso viene determinado por el proceso siguiente. Se debe entregar el producto en óptimas condiciones para el proceso siguiente.

Además, existen cuatro diferentes formas de implementarlo, la primera consiste en utilizar un sistema de gestión visual, la segunda es estandarizar procesos, la tercera es por medio de *software* o herramientas tecnológicas y la cuarta consiste en eliminar barreras dentro del espacio de trabajo.

La fase final puede llevarse a cabo mediante dinámicas enfocado en los resultados que se esperan alcanzar, es importante considerar que no consiste en ejecutar una reestructuración total, sino que ejecutar tareas pequeñas que produzcan un beneficio para el cliente.

TPM

TPM, *total productive maintenance* o mantenimiento productivo total, consiste en mantener los equipos en condiciones óptimas de operación, siendo responsabilidad de todos los involucrados que esta tarea se lleve a cabo, siempre en busca de la alta productividad (OEE). Al ejecutar esta herramienta se espera incrementar la producción, mejorar la calidad, disminuir costos de mantenimiento, extender vida útil de las máquinas, entre otros. Existen seis grandes pérdidas que ataca esta herramienta: fallas en los equipos, puestas en marcha y ajuste de máquinas, averías o esperas, reducción de velocidad en los equipos, problemas en la calidad del producto por defectos en el proceso y pérdidas de tiempos por puesta en marcha de nuevos productos.

Para su implementación se consideran los siguientes pasos generales:

- Realizar una evaluación de la planta, antes de comenzar a ejecutar la herramienta.
- Establecer una mesa de trabajo, no solo operarios, sino que también personas de alta gerencia.
- Definir objetivos y metas a cumplir, esto ayuda a identificar hacia donde se quiere ir con la ejecución de este instrumento.
- Determinar el área donde se comenzará a poner en práctica este mecanismo, se debe considerar que luego será ejecutado en toda la empresa por lo que es importante identificar los puntos críticos por donde comenzar.
- Realizar una limpieza del área, para comenzar en las mejores condiciones posibles.

En general, para completar la implementación de esta herramienta varía entre 2 y 3 años, por lo que es un proceso largo pero importante en los diferentes escalones de la jerarquía de la empresa. Desde la gerencia hasta los operadores, deben construir una conciencia de la importancia de estas herramientas, lo que no es un proceso instantáneo que genera un trabajo constante a lo largo de todo el proceso.

Kaizen

Literalmente, *Kaizen* significa buen cambio y hace referencia a que pequeñas optimizaciones, pero constantes, generan grandes resultados.

Esta metodología consta de tres actividades principales

- La estandarización que consta de utilizar de la mejor manera posible los procesos, asegurando la calidad y buena relación entre trabajadores.
- *Housekeeping*, esto es equivalente a las 5S.
- Eliminar las actividades que no generan valor agregado al producto final, por ejemplo, la sobreproducción, transportes, inventario, esperas, trabajos innecesarios, reprocesos, movimientos redundantes, entre otros.

Además, para su aplicación se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

- Seleccionar la temática, siempre en busca de alcanzar los objetivos de la empresa por ejemplo calidad del producto, seguridad, entre otros.
- Conformar equipo de trabajo multidisciplinario con el fin de poseer la mayor cantidad de puntos de vista.
- Realizar diagrama Ishikawa y analizar todos sus componentes.
- Crear las acciones de mejora para los procesos a intervenir.
- Ejecutar dichas actividades, esto implica que una persona debe estar verificando que se realice de manera correcta y óptima.
- Comparar resultados, ya que se debe comparar los datos mínimos esperados con los obtenidos con la mejora. Identificando falencias y desviaciones de la situación planteada en el comienzo.
- De ser necesario se debe mejorar los procedimientos o agregar nuevos, esto quiere decir que se debe evaluar cada uno de los aspectos que intervienen en esta ejecución.

PDCA

El círculo Deming, es un ciclo de mejora continua conformado por cuatro pasos: *plan* (planificar), *do* (hacer), *check* (verificar) y *act* (actuar). La idea central es, cuando se quiere lograr algo, lo primero que hay que hacer es planificar, luego realizar las acciones planificadas, en seguida se debe comprobar cómo se han realizado las acciones y finalmente, implementar los cambios pertinentes para corregir errores. Se llama ciclo debido a que una vez terminada las cuatro etapas, se debe volver a la primera y repetir el ciclo, de esa manera se vuelven a evaluar las tareas ejecutadas y se verifica el resultado de estas.

Como se mencionó anteriormente el ciclo cuenta con cuatro etapas, la primera es planificar y consiste en identificar las actividades que se espera mejorar para alcanzar los objetivos de la organización para proseguir con su plan de acción enfocada en su posterior implementación, la segunda es hacer y consiste en realizar los cambios propuestos en la sección anterior ya sean pequeños o grandes cambios pero ambos enfocados en alcanzar la solución de la problemática discutida, la tercer etapa es controlar lo realizado verificando el correcto funcionamiento del cambio ejecutado, la cuarta etapa es actuar y se debe analizar los resultados obtenidos por las modificaciones efectuadas en todo el ciclo.

Para implementar este ciclo se deben ejecutar los siguientes pasos:

- Determinar el o los posibles problemas existentes.
- Planificar las actividades a ejecutar, siempre en busca de solucionar la problemática identificada anteriormente.
- Ejecutar las tareas planificadas.
- Determinar en qué nivel se cumplieron las actividades planificadas.
- Reducir las brechas existentes, esto se lleva a cabo mediante modificaciones en el plan de acción a futuro.

SMED

Single minute Exchange of die, conocida como cambio de matriz en menos de diez minutos, es una herramienta que ayuda a reducir los tiempos de cambio de instrumento en las máquinas, esto quiere decir que busca reducir el tiempo entre la última pieza correcta del lote hasta la primera pieza correcta del lote siguiente. Esta técnica ayuda a mejorar la capacidad productiva por la disminución los diferentes tiempos perdidos, la reducción de *stock* debido a la disminución de materia prima innecesaria, y mejorar el servicio al cliente ya que ayuda a mejorar la variedad de productos que llegan efectivamente al cliente.

Antes de implementar esta herramienta, se debe tener claro algunos conceptos:

- Tiempo de cambio, es el tiempo desde que se produce la última pieza del producto hasta la primera pieza de la siguiente pieza producida correctamente.
- Preparación, que es el tiempo que necesita el operario para realizar algún cambio. Existe una preparación interna que es con la máquina detenida y una externa que se produce con la máquina en marcha.

Para realizar la implementación de SMED es necesario ejecutar los siguientes pasos:

- Identificar el equipo donde los tiempos de preparación, limpieza o mantenimiento, sean elevados en comparación al resto.
- Visualizar la situación actual.
- Determinar metas a las cuales apuntar.
- Aplicar 5s, ya que es necesario contar con un lugar de trabajo en óptimas condiciones, ya sea de orden y limpieza.
- Clasificar actividades externas o internas.
- Eliminar desperdicios por ejemplo los tiempos de ajustes en las máquinas.
- Mejora continua, establecer nuevos estándares para continuar con el ciclo de mejora.

8Ds

Es una metodología de resolución de problemas, consiste en formar un equipo de trabajo con altos conocimientos del proceso con el cual se analiza y se toman decisión sobre la línea productiva. Se nombra 8D por las ocho disciplinas, ocho pasos más disciplina, para implementarlas se deben ejecutar en su orden, a continuación, se presentan las ocho disciplinas:

- La primera disciplina es construir el equipo, es necesario que el equipo esté conformado con personas de diferentes escalones de la jerarquía de la empresa ya que si fuese de solo operarios no se tendría la autoridad para ejecutar algunas acciones determinadas.
- La segunda disciplina es describir el problema, esto es fundamental para aumentar la probabilidad de resolverlo. La descripción debe ser clara y precisa para que no existan dobles interpretaciones de la problemática abordada.
- La tercera disciplina es implementar una solución provisoria, la idea de este tipo de soluciones es evitar que el problema crezca y permite ganar tiempo mientras se implementa la solución definitiva.
- La cuarta disciplina es identificar la raíz del problema, esto quiere decir que se debe encontrar la causa principal del problema, por qué se produce y atacar esa causa para solucionar el problema.
- La quinta disciplina es determinar las acciones definitivas, en esta instancia se debe identificar la solución permanente el problema.
- La sexta disciplina es implementar la solución permanente, junto con validar la solución, esto quiere decir que se debe comprobar que la solución funciona de forma correcta.
- La séptima disciplina es evitar que el problema se repita.
- La octava disciplina es celebrar el éxito, la idea es que el equipo sienta el reconocimiento por el trabajo bien realizado.

Heijunka

Literalmente, *Heijunka* significa nivelación, más específicamente hace énfasis en la nivelación de la producción para reducir los tiempos perdidos dentro del proceso. Está enfocado en la demanda del cliente, esto quiere decir que busca satisfacer las necesidades del cliente a tiempo, con la flexibilidad que se genera por la fabricación de lotes de menor tamaño.

Dentro de los principales objetivos están:

- Mitigar las variaciones de demanda.
- Mejorar la utilización de los recursos disponibles.
- Minimizar el *stock* ya sea de productos en proceso, materia prima o productos terminados.
- Reducir la cantidad de elementos que no agregan valor al producto final, por ejemplo, algunos procesos dentro de la línea.

Para aplicar esta herramienta, es necesario seguir los siguientes pasos:

- Calcular *takt time*, que se calcula mediante la división entre el tiempo de producción disponible y la cantidad total requerida.
- Calcular *pitch*, que representa la cantidad de piezas por unidad de tiempo que el operario debe realizar. Se calcula con la multiplicación de *takt time* y la cantidad de unidades.
- Establecer el ritmo de producción, esto significa tomar el *pitch* menor y distribuirlo en el tiempo efectivo de producción.
- Aplicar la caja de *Heijunka*, que sirve para visualizar la producción por tipo de producto.

Flujo continuo

Busca mantener el flujo de producción estable y constante, lo que se desarrolla mediante la eliminación del inventario en proceso. Algunas de las condiciones para que se de este flujo son: flujo de una pieza de manera constante, secuencia adecuada para el trabajo, cumplir con *takt time* y *pitch*, operarios multi propósito y operaciones multi proceso esto quiere decir que realicen varias operaciones, trabajar de pie ayuda a la disposición que posee el trabajador para realizar su operación, mantener equipos cercanos, diseñar células de trabajo para que el operario se desenvuelva de buena manera en sus variadas tareas.

Para implementar esta herramienta es necesario seguir los siguientes lineamientos:

- Documentar el proceso, ayuda a entender la realidad del proceso para posteriormente llevar a cabo intervenciones correctas.
- Diagramar el proceso, se realiza con el fin de determinar el recorrido del material, los movimientos del operario, los desplazamientos, etc. De ese modo será fácil determinar los puntos críticos del proceso.
- Analizar movimientos del operario, esto ayuda a determinar movimientos innecesarios a lo largo de la operación.
- Diagrama Espaguetti, ayuda a determinar los lugares por donde el operador transita con frecuencia y así mejorar las condiciones para sus movimientos.
- Clasificar el tipo de movimiento que implementa el operario, si son naturales o forzados.
- Conocer la disposición del puesto de trabajo, esto ayuda a determinar si cuenta con los elementos necesarios al alcance de la mano.
- Analizar tiempos empleado para las diferentes actividades, esto se puede llevar a cabo observando las cámaras y se espera determinar el tiempo empleado en desarrollar actividades productivas y para determinar el tiempo empleado en traslados.

Estandarización del trabajo

Esta herramienta se centra en generar una metodología de trabajo, esto quiere decir tomar las mejores prácticas de cada operador y replicarlo para el resto de ellos. Se busca que todos los trabajadores realicen sus tareas de la misma manera, buscando obtener los mejores resultados posibles en el menor tiempo posible. Algunos de los elementos claves para implementar esta tarea son: *takt time*, la secuencia de tareas y el inventario en proceso. Algunos beneficios son: aumentar la probabilidad de que el trabajo se ejecute correctamente, ahorro de tiempo y dinero, aumentar la capacidad de respuesta ante cambios, mejorar calidad y reducir errores, aumentar el compromiso de los trabajadores, entre otros.

Para implementar la estandarización del trabajo es necesario implementar tres elementos claves:

- Hoja de capacidad de producción, la cual indica el ritmo máximo para producir que posee cada máquina. Se espera identificar cuellos de botella dentro del proceso.
- Hoja de trabajo para la combinación de trabajo, en ella se visualiza el tiempo de producción con un desglose del trabajo manual y el con máquina. Permite distinguir las variables que son necesarias ajustar para enfocarse en el objetivo de la empresa.
- Cuadro de trabajo, muestra la secuencia del trabajo a realizar por los diferentes operarios. Es donde se verifica que el trabajo se esté implementando de la manera que se espera (estándar). Además, muestra los cambios de máquinas que realizan los operarios y el estado de las máquinas.

TQM

Total quality management, gestión de calidad total, busca crear conciencia de calidad en los diferentes procesos de producción. Siempre en busca de cumplir con los requerimientos del cliente y obtener el máximo de beneficios de los miembros del equipo. Los resultados que se espera obtener con esta metodología son: aumentar la satisfacción del cliente, mejorar la eficacia del trabajo, incrementar productividad, generar mayores beneficios, menores costos y mejorar la calidad del producto final.

Para llevar a cabo la implementación de TQM, se debe revisar la estructura organizacional de la empresa ya que desde ese punto parten las decisiones de gestión. Además, se debe tener claro la misión, visión, valores, objetivos, inversiones. En general, la implementación posee cuatro pasos fundamentales:

- La primera etapa consiste en enfocar la empresa hacia los resultados de corto plazo, resaltando las fortalezas, orientando a la búsqueda de información de fuentes confiables, se oriente a una función por impulsos y sin muchas alternativas, se espera que suceda una crisis para responder ante ella y no se ataca antes que suceda, el liderazgo es llevado de forma indiferentes y por personas que se encuentran frustradas por el largo proceso llevado a cabo.
- La segunda etapa, cambia su enfoque a un largo plazo, se poseen fuentes confiables de información, el funcionamiento se desarrolla de manera territorial intentando generar programas de calidad, se comienza a generar una conciencia de prevención para las situaciones de crisis, el liderazgo en esta parte del proceso lo poseen personas escépticas al cambio.
- La tercera etapa, se comienza la búsqueda de clientes a largo plazo, se enfoca solo en los procesos críticos e intenta interconectar los procesos internos y externos, se implementa un sistema territorial enfocado en metas definidas por el cliente, se anticipa a situaciones caóticas por medio de los requerimientos del cliente, el liderazgo es tomado por empleados motivados y comprometidos con el proceso.
- La cuarta etapa consiste en alcanzar la clase mundial, existe una gran cantidad de clientes de largo plazo, busca sorprender constantemente al cliente con diversas innovaciones enfocadas en sus necesidades, el flujo de información es integrada y enfocada en el cliente, sus trabajadores, el proceso, etc., ya no se cuenta con un sistema territorial pero implementa funciones que comparten metas en sus diferentes ramas del proceso, en situaciones de caos se aprovechan las oportunidades de mejora y responde a ellas, se posee líderes empoderados de su labor que generan confianza en el ambiente laboral.

JIT

Just in time, justo a tiempo, hace referencia al producto que se entregará al cliente: lo que necesita, en el momento que se necesita, en la cantidad que se necesita, con la calidad que el cliente requiere y en donde el cliente lo solicitó. Un elemento importante para implementar esta metodología es contar con la materia prima en el momento adecuado, siendo sus pilares el flujo continuo, la fabricación a ritmo del cliente y se debe fabricar solo lo que se necesita.

Existen tres objetivos importantes: el primer objetivo es eliminar despilfarros, esto quiere decir eliminar lo que no genera valor al producto. El segundo objetivo es buscar simplicidad, que el proceso sea simple significa que se genera una gestión eficaz, en primera instancia se debe mejorar el flujo de material y luego el control del proceso. El tercer objetivo es implementar un sistema para identificar problemas, es aplicar Kanban esto quiere decir, hacer visible los problemas. Se debe establecer un mecanismo para identificar problemas y se debe considerar que puede generar una reducción en la eficiencia en el corto plazo.

Para implementar esta herramienta se deben seguir los siguientes pasos:

- En primera instancia se debe entender la filosofía que sigue JIT, realizar un análisis costo beneficio para comprobar la factibilidad de implementarla y entender que el compromiso de la parte alta de la empresa es fundamental para llevar a cabo esta herramienta.
- Conformar un equipo de trabajo, en la cual se discutan aspectos importantes para la posible implementación de esta metodología.
- Idear un plan, en esta fase se debe comenzar a crear el plan con los aspectos ideales de justo a tiempo.
- Mejorar los procesos, ya sea en la reducción de tiempos para preparar la máquina o los mantenimientos.
- Mejorar el control, ya sea con sistemas visuales en las máquinas o controles estadísticos.
- Finalmente, se debe ejecutar el plan creado.

One piece flow

One piece flow, flujo de una pieza, busca reducir lo más posible los lotes de productos a procesar. La producción por lotes produce problemas como: problemas de sobre *stock*, defectos, altos tiempos de espera, falta de comunicación entre diferentes estaciones, altos tiempos de entrega, entre otros. En cambio, la fabricación en una pieza o lotes pequeños ayuda a visualizar de mejor manera el proceso, los operarios se encuentran comunicados de manera más directa, se reduce el *stock*, minimiza los tiempos de entrega, detecta fallas al instante en que se producen, entre otros.

Antes de realizar la implementación de este tipo de producción se debe aplicar una serie de herramientas de *lean manufacturing*:

- SMED, para minimizar los tiempos de cambio para producir diferentes productos. Si estos tiempos son elevados, el producir pieza por pieza provocará un mayor cambio de *set*, provocando el aumento de dichos tiempos.
- OEE, en busca de maximizar la eficiencia de los equipos. Al no poseer *stock* oculto, se podrán visualizar de mejor manera los problemas.
- Estandarización del trabajo, para equilibrar la producción ya que todos los trabajadores ejecutarán sus tareas al mismo ritmo.
- Minimizar tiempos de transporte.

Chaku-Chaku

Chaku, significa carga y *Chaku-Chaku*, quiere decir carga y descarga. El objetivo es ubicar la operación en forma de “U”, para que un operario haga el recorrido completo por toda la línea productiva. Se deben tener en cuenta algunos factores importantes: el operario debe ser capaz de hacer funcionar todos los equipos, se producirá una detención en la línea en caso de que una máquina falle, lo ideal es que las máquinas sean semi automáticas o automáticas para que no existan operarios intermediarios y el operario debe demorar en dar una vuelta completa menos que lo que demora una máquina en su operación.

Algunas de las ventajas que posee este tipo de líneas son:

- Mejora la calidad, ya que, en caso de existir algún defecto, la línea puede ser detenida de manera inmediata.
- Se reducen los espacios inutilizados por la ubicación de las máquinas.
- Elimina el *stock* intermedio.
- Reduce los tiempos de entrega.

Milk round

La ruta del lechero, esto representa al movimiento que debe hacer un lechero para entregar leche a diferentes clientes y retirar los envases de vidrios. El sistema que utiliza el lechero es ir a una casa a entregar botellas llenas y retirar las vacías.

Las empresas que no utilizan este tipo de rutas la realizan de la siguiente manera: esperan que el cliente solicite el retiro de los envases por lo que se dirigen exclusivamente a dicho lugar. El desaprovechamiento del medio de movilización produce pérdidas monetarias en, por ejemplo, combustible o en la necesidad de utilizar más camiones para realizar la misma función.

Para implementar la ruta del lechero se debe seguir los siguientes pasos:

- Definir puntos de carga y descarga
- Definir rutas, para esto se debe realizar un orden de prioridades definido con algún criterio pertinente.
- Identificar y conocer los productos que serán entregados y retirados en cada punto.

El objetivo principal es disminuir el número de desplazamientos, priorizando las necesidades del cliente. Idealmente se utiliza el *takt time*, como tiempo de referencia para generar la prioridad de los clientes.

5.1.4 Selección de herramientas

Finalmente, considerando toda la información plasmada anteriormente, se seleccionan las herramientas a las cuales se creará el plan de implementación detallada. Esta selección se realiza en conjunto con la persona encargada del departamento, debido a su experiencia y factores determinantes como por ejemplo la factibilidad de la ejecución.

Las herramientas seleccionadas para crear el plan de implementación son:

- Sistema de sugerencias
- 5S
- *Gestión visual*
- Informe A3
- *Gemba*
- Análisis causa raíz

Las herramientas por implementar serán 5S y sistema de sugerencias.

5.1.5 Plan de implementación

En la presente sección, se visualizarán los planes de implementación para las herramientas seleccionadas en la sección 5.1.4. Los detalles que se representan en dichos planes son: primero tareas, ya descritas en la sección 5.1.3, segundo encargado de la tarea que en general es la persona encargada de supervisar la tarea, tercero el colaborador que es quien ayuda al encargado en la ejecución de la tarea, dentro de dichos colaboradores se encuentran los operarios y todos los jefes del departamento de subgerencia de conversión, cuarto la fecha de inicio prevista, quinto la fecha de término prevista, sexto la fecha de inicio real, séptimo la fecha de fin real, octavo el costo previsto y finalmente el costo real. Además, se agrega una columna con el estado de la tarea, celeste para sin comenzar, amarillo para en curso, rojo para retraso y verde para completado.

Plan de implementación para Sistema de sugerencias

Ilustración 30: Plan de implementación sistema de sugerencias

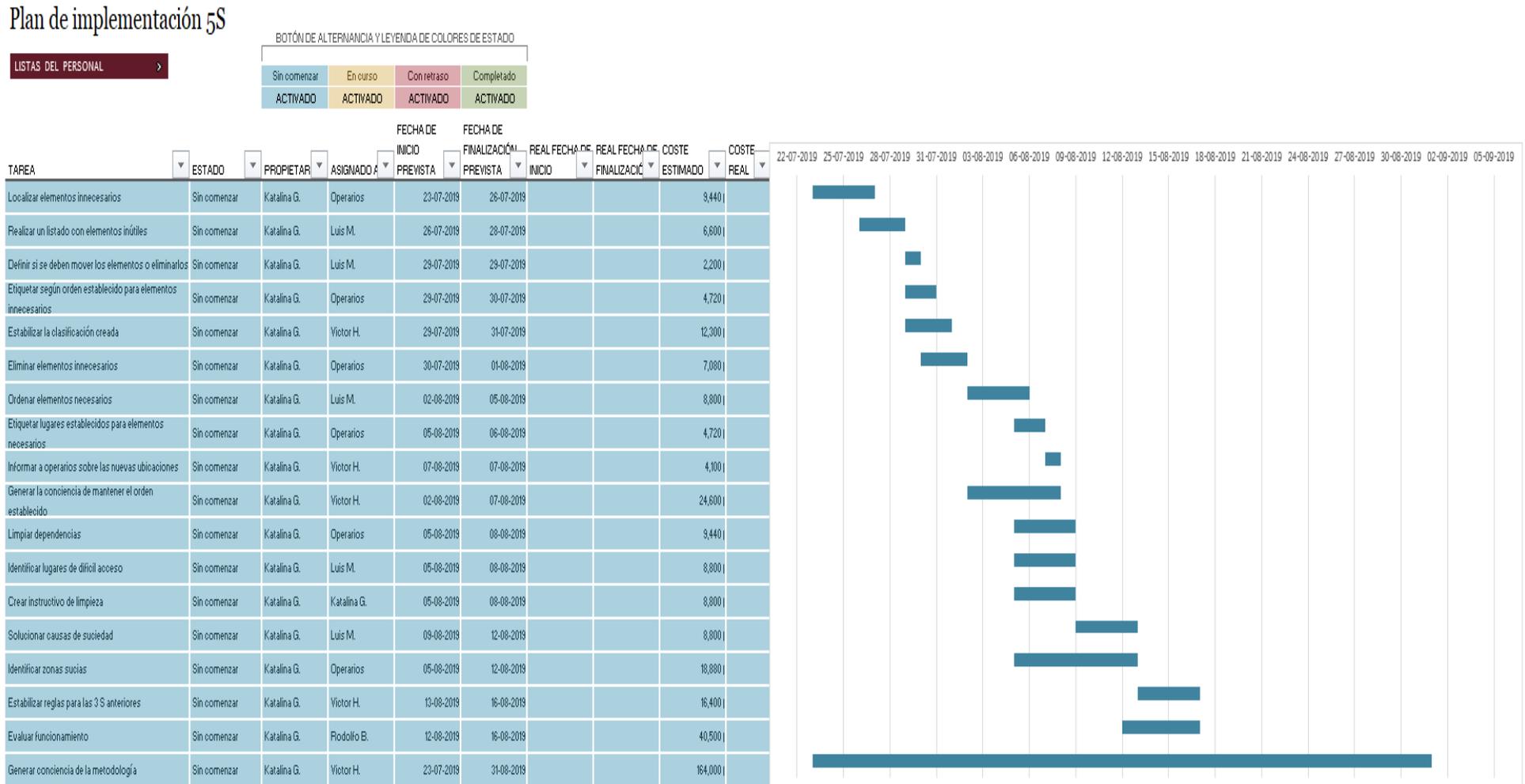
Plan de implementación
Sistema de sugerencias



Fuente: Elaboración propia

Plan de implementación para 5S

Ilustración 31: Plan de implementación 5S



Fuente: Elaboración propia

Plan de implementación para Gestión visual

En la Ilustración 32, se visualiza el plan de implementación para la intervención de manera visual en algún elemento de la máquina, por ejemplo, el etiquetaje de todos los botones de las máquinas. En la Ilustración 33, se plasma el plan de implementación para la creación de un tablero con información.

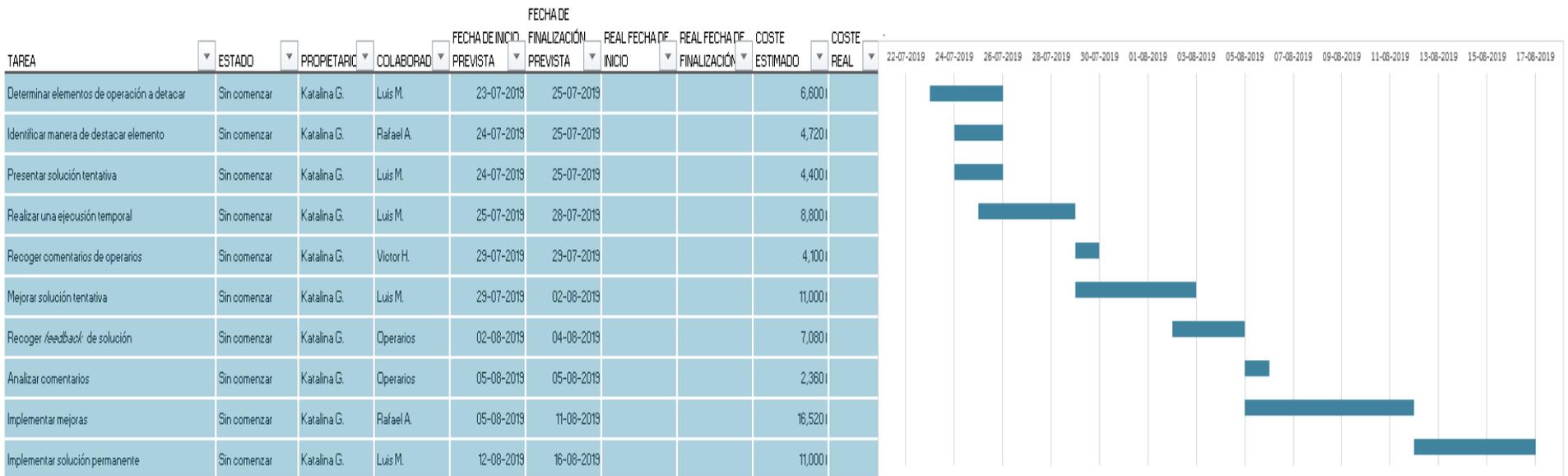
Ilustración 32: Plan de implementación gestión visual para máquinas

Plan de implementación
Gestión Visual en máquinas

LISTAS DEL PERSONAL >

BOTÓN DE ALTERNANCIA Y LEYENDA DE COLORES DE ESTADO

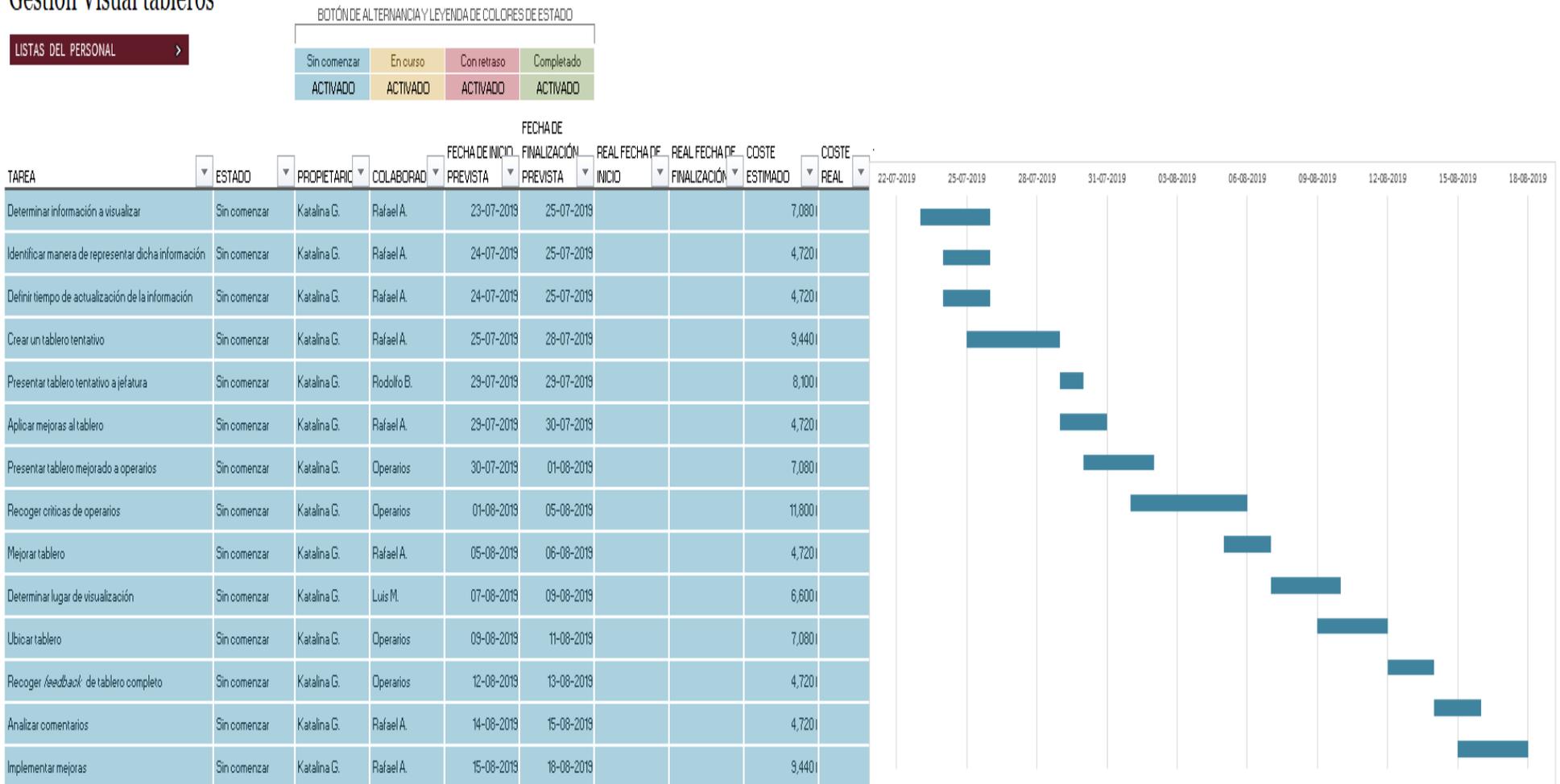
Sin comenzar	En curso	Con retraso	Completado
ACTIVADO	ACTIVADO	ACTIVADO	ACTIVADO



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 33: Plan de implementación gestión visual tableros

Plan de implementación
Gestión Visual tableros



Fuente: Elaboración propia

Plan de implementación para Informe A3

En la Ilustración 34, se visualiza el plan para las actividades a desarrollar para implementar un informe A3. Es importante destacar que las fechas plasmadas no son necesariamente reales, están enfocadas en plasmar el tiempo requerido por cada una de las tareas.

Ilustración 34: Plan de implementación informe A3

Plan de implementación
Informe A3



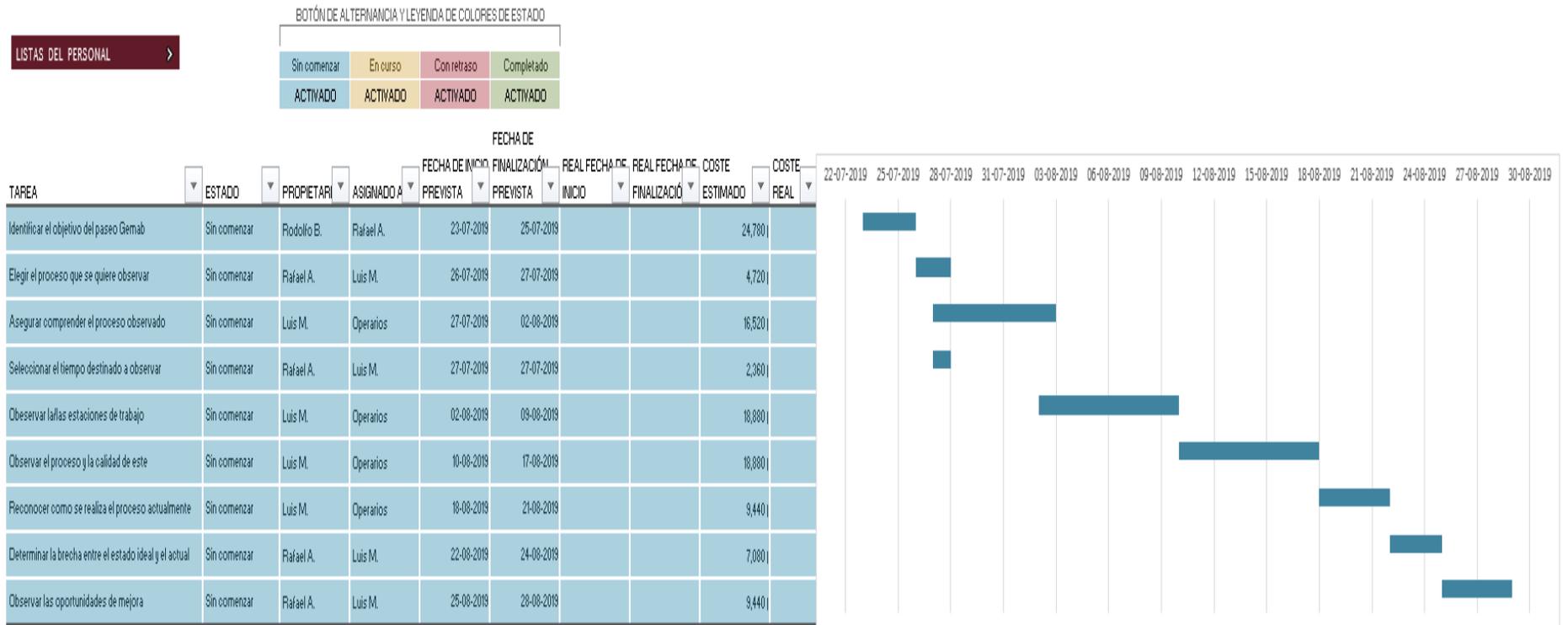
Fuente: Elaboración propia

Plan de implementación para Gemba

En la Ilustración 35, se aprecia el plan de implementación para *Gemba walk*. Al igual que en caso anterior, las fechas solo fueron seleccionadas con el objetivo de representar la duración de cada una de las tareas.

Ilustración 35: Plan de implementación Gemba

Plan de implementación Gemba



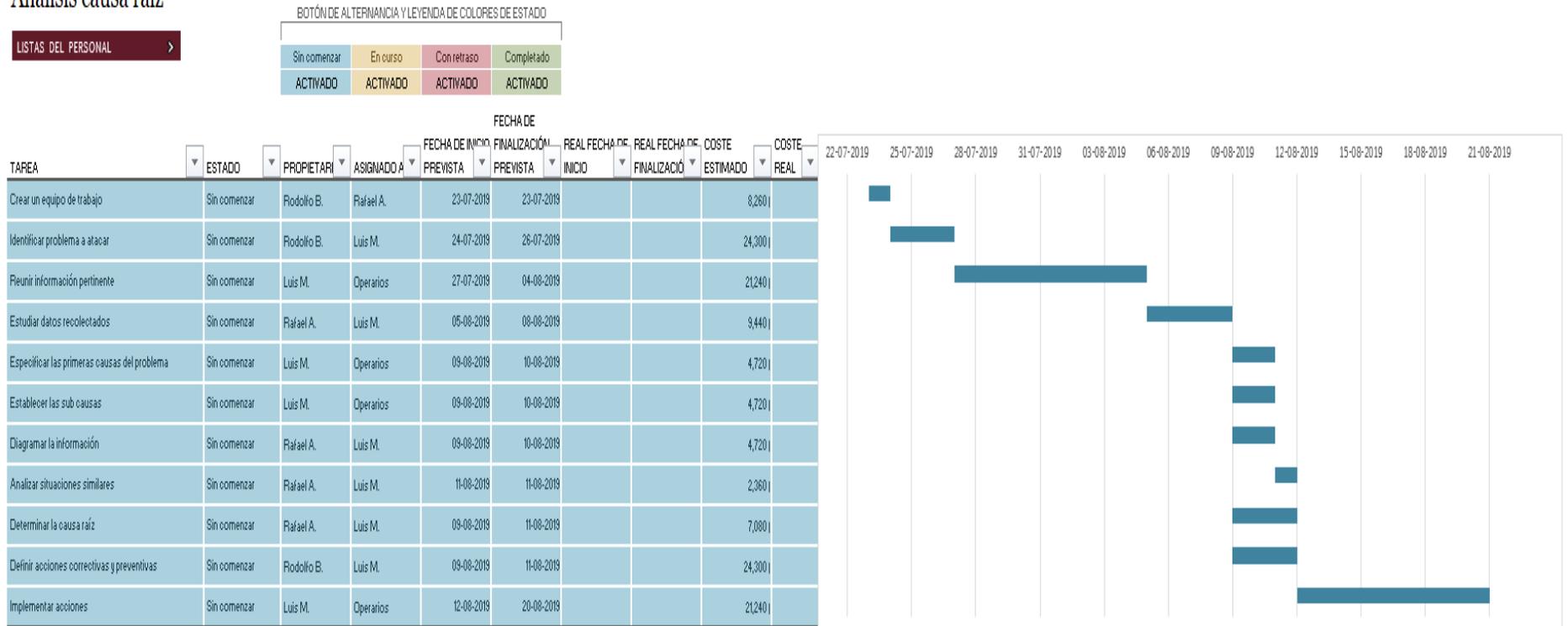
Fuente: Elaboración propia

Plan de implementación para Análisis causa raíz

En la Ilustración 36, se representa el plan de implementación para la herramienta *Ishikawa*. Las fechas solo están enfocadas en representar la duración de la actividad.

Ilustración 36: Plan de implementación Ishikawa

Plan de implementación
Análisis causa raíz



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 6: IMPLEMENTACIÓN

En el presente capítulo, se detalla la implementación llevada a cabo en el departamento de conversión. Se especificará la manera en que se ejecutó y se cumplió el plan de implementación, puntualizando los resultados obtenidos y las mejoras alcanzadas.

6.1. 5S

A continuación, se describe la implementación de la herramienta 5S, basada en el plan de implementación para las 5S presentado en el capítulo anterior.

6.1.1 Localizar elementos innecesarios

Esta actividad se realiza en conjunto con los operarios, debido a que son ellos los que operan la máquina, saben que elementos realmente necesitan para su operación y cuáles no. Para desarrollar esta tarea, en primera instancia, se observó la manera en que el operario realizaba sus tareas para identificar de manera clara los elementos que realmente utilizan; luego, se conversa con el operario para saber su punto de vista sobre los elementos que se ubican en su lugar de trabajo y así identificar los innecesarios.

Concretamente, el elemento innecesario es un mueble vacío que actualmente tiene solo basura dentro y algunas herramientas que antiguamente se utilizaban.

6.1.2 Realizar un listado con elementos inútiles y definir si se debe mover los elementos o eliminarlos

Posterior a la conversación con el operario, se plática con el encargado de operaciones sobre los elementos identificados en conjunto con los operarios. Con ese conjunto de información se realiza un listado de elementos innecesarios para facilitar la posterior eliminación o reubicación. En esta ocasión se determina que los elementos identificados son los correctos y, además, se destaca que son elementos de orden los faltantes.

Con respecto a definir si se deben mover o eliminar los elementos, consiste concretamente en identificar los elementos que se botaran y los elementos que se ubicaran en un lugar estratégico que no entorpezca el trabajo diario. En este caso se opta por eliminar las herramientas que se utilizaban con anterioridad y con respecto al mueble, en algunas máquinas se elimina para aumentar el espacio en el pasillo y en otras máquinas se opta por moverlo a un lugar mejor.

6.1.3 Etiquetar según orden establecido para elementos innecesarios y estabilizar la clasificación creada

Etiquetar es de gran importancia ya que ayuda al operario a seguir las instrucciones de las nuevas ubicaciones, es importante recordar que no todas las personas asocian los cambios de la misma manera, algunas invertirán una mayor cantidad de tiempo en acostumbrarse a esta iniciativa. En esta instancia se realizó etiquetaje en lugares como: porta etiquetas, zona de cuchillos, zona de basura, entre otras.

Con relación a estabilizar la clasificación creada, va enfocada en la creación de este hábito de ubicar las cosas en el lugar que corresponde y en no agregar los elementos innecesarios al área de trabajo. Esto se realiza mediante el constante monitoreo del jefe de turno del departamento, que es quien está constantemente en terreno.

6.1.4 Eliminar elementos innecesarios y ordenar elementos necesarios

Para mejorar el manejo del lugar de trabajo, es necesario eliminar los elementos que se identificaron anteriormente como a eliminar. Esta tarea se realiza mediante el retiro de los elementos identificados en los pasos anteriores.

Además, es necesario organizar correctamente los elementos necesarios para la operación, se debe tener acceso directo a ellos y se debe conocer su ubicación para que al momento de necesitarlos se sepa dónde se encuentra. Se opta por trabajar junto con el encargado de operaciones y definir el mejor espacio destinado a dichos elementos, para los cuchillos se realiza una caja donde puedan ser almacenados sin dañarlos.

6.1.5 Etiquetar lugares establecidos para elementos necesarios

Ayuda a ubicar los materiales en sus respectivos lugares, encontrarlos de manera rápida y sin gastar tanto tiempo en ello. Además, reduce el espacio utilizado ampliando los rangos de movimientos y reduciendo la posibilidad de accidentes por tropiezos. Por esta razón se optó por etiquetar lugares de: almacenamiento de cuchillos, almacenamiento de artículos personales y almacenamiento de herramientas.

6.1.6 Informar a operarios sobre las nuevas ubicaciones y generar la conciencia de mantener el orden establecido

Junto al encargado de gestión de personas, se realizan reuniones informativas relacionadas con las medidas implementadas y con la razón de ser de la metodología. Se busca comenzar a interiorizar a los operarios sobre estas herramientas y que conozcan el sentido de ser de ellas.

6.1.7 Limpiar dependencias y crear instructivo de limpieza

La tercera S es limpieza, se ejecuta entre todos para entender la importancia de estar en un ambiente limpio, esto ayuda a: evitar daño de materiales, de máquinas y aumentar la productividad. En esta ocasión se elimina cartulina que fue retirada de la línea ya sea por ser orilleo o por ser cartulina utilizada para comprobar corte y dimensión.

Con respecto al instructivo de limpieza, su objetivo busca plasmar los lineamientos a seguir para realizar la limpieza de la manera más sencilla posible y sin perder tiempo innecesario. Es el paso a paso de como ejecutar la tarea de limpieza del espacio de trabajo.

Como instructivo se plasma lo siguiente, en primer lugar, se debe destacar que para realizar la limpieza la máquina debe estar detenida ya que existe un gran número de piezas móviles en ellas. Luego se debe limpiar, dependiendo del lugar, puede efectuarse barriendo, retirando basura o utilizando paños para sacar suciedad en alguna parte de la máquina. En caso de que la máquina esté en movimiento, se debe limpiar pisos esto quiere decir que es necesario mantener los pasillos despejados, además se necesita limpiar los espacios destinados a guardar los artículos personales y herramientas. Finalmente, también con la máquina en movimiento, se puede limpiar el cajón donde se guardan las herramientas de la última fase del proceso de la cortadora, dichos artefactos son de gran tamaño por ello existe dicho cajón, este cajón está lleno de cosas que no deberían estar ahí por ello es necesario realizar limpieza y mantenerla ordenada.

6.1.8 Identificar lugares de difícil acceso y solucionar causas de suciedad

Los lugares de difícil acceso hacen que alcanzar alguna herramienta en ellos sea muy difícil, esto produce que se malgaste tiempo en ello. Además, estos lugares son difíciles de limpiar y en general son los que permanecen por largos periodos de tiempo sin aseo.

Se identifican dos lugares de difícil acceso, el primero es en la entrada del rollo a la máquina y el segundo es la bajada de las pilas antes de ser retiradas por los AGV. En el primer lugar, bajo los rollos se visualiza gran suciedad debido a las malas prácticas de los operarios ya que son ellos quienes arrojan basura en dicho lugar. El segundo lugar, por la cantidad de partes en movimiento, es una zona de difícil acceso por lo que las personas encargadas de aseo no tienen acceso a ello.

6.1.9 Estabilizar reglas para las 3 S anteriores

Consiste en mantener las reglas implementadas anteriormente, esto quiere decir que el esfuerzo realizado en las fases anteriores no se pierda, sino que se mantenga a lo largo del tiempo. Esto se realiza en conjunto con el encargado de gestión de personas, en las reuniones mensuales junto a los operarios.

6.1.10 Evaluar funcionamiento

Para evaluar el funcionamiento, se consulta al encargado de operaciones sobre los cambios observados en la operación analizando si existen mejoras en la operación de las máquinas. Además, se consulta a los operarios si visualizan de mejor manera sus espacios de trabajo optimizando el tiempo que se invertía en buscar sus implementos.

El encargado de procesos indica que se observa una mejora debido a que se redujo la cantidad de personas a las cuales se les debía reponer sus herramientas de trabajo. En el mismo sentido, los operarios indican que les resulta más sencillo encontrar sus materiales de trabajo.

6.1.11 Generar conciencia de la metodología

Se enfoca en reforzar los conocimientos adquiridos a lo largo del proceso, enfatizando en lo importante que es mantener los resultados a lo largo del tiempo. Al igual que algunas actividades anteriores, se espera reformar esta metodología en las reuniones mensuales o en las realizadas de manera esporádica dentro de la semana, siempre en busca de entregar la información pertinente al operario y destacar las mejoras alcanzadas con estas actividades.

6.1.12 Documentación de 5S

Para plasmar alguno de los resultados conseguidos con esta implementación, se entregan algunas imágenes enfocadas a mostrar el antes y después de ejecutar 5S. La primera S es *Seiri*, significa clasificación y es necesaria para separar y eliminar los elementos innecesarios del espacio de trabajo; la segunda S es *Seiton*, quiere decir orden y se refiere a organizar el espacio de trabajo de manera eficiente; la tercera S es *Seiso*, representa limpieza y consiste en eliminar la suciedad y mejorar la limpieza en la zona de trabajo. Con respecto a la cuarta y la quinta S, la cuarta consiste en estandarizar y la quinta en mantener la disciplina generada, no es posible entregar documentación de esta fase ya que no es posible sacar fotografía al acta de reuniones efectuadas.

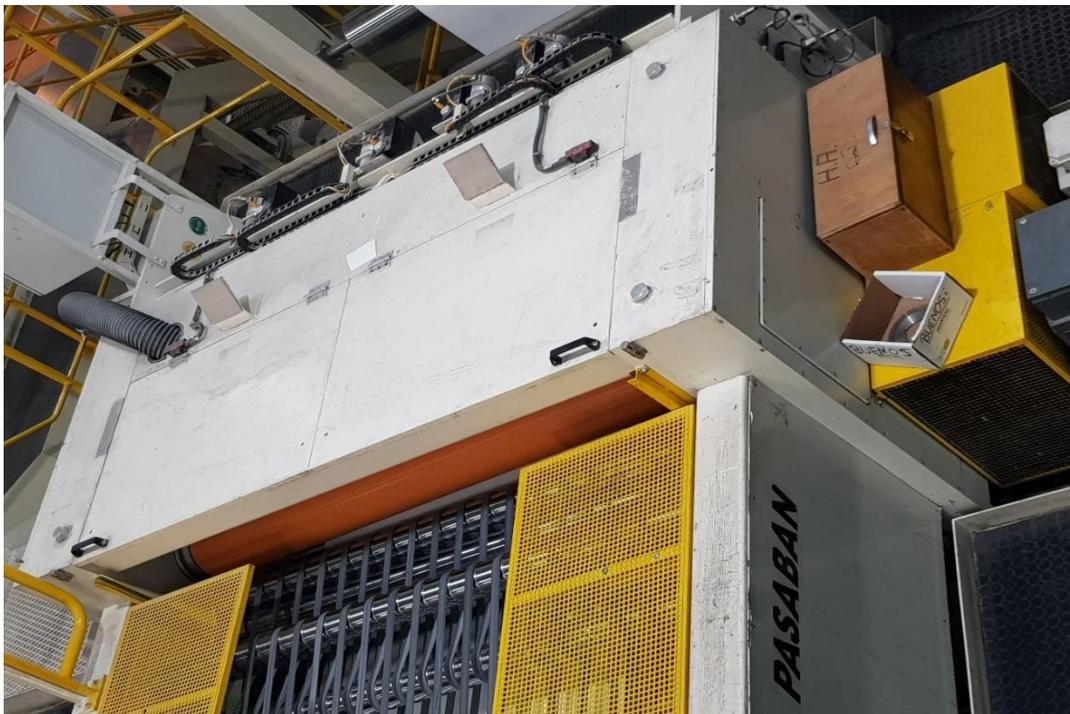
En la Ilustración 37 se visualiza una resma de cartulina solicitada por calidad hace aproximadamente quince días, una pieza de la máquina que debería haber sido llevada a mantenimiento y cuchillos tirados que facilitan el desgaste de ellos. En la Ilustración 38, se aprecia el cambio efectuado.

Ilustración 37: Clasificación antes



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 38: Clasificación después



Fuente: Elaboración propia

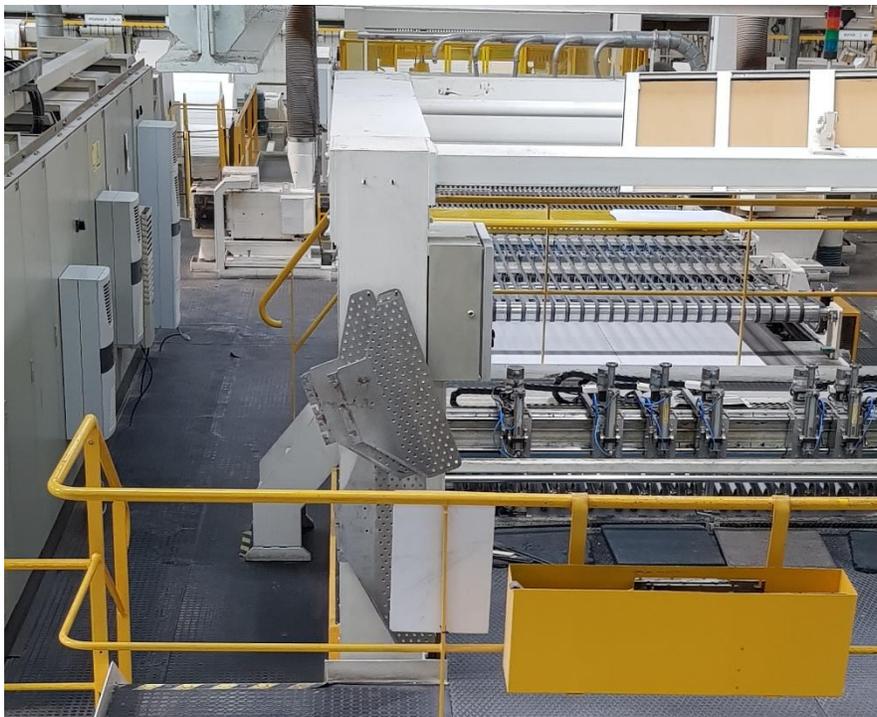
Ilustración 39: Orden antes



Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 39, se puede apreciar el cajón destinado a guardar uno de los implementos de trabajo, visualizando la cantidad de basura que se encuentra en ella. En la Ilustración 40, se visualiza el nuevo espacio destinado para las piezas más grandes y que utilizaban mayor espacio dentro del cajón.

Ilustración 40: Orden después



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 41: Limpieza antes



Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 41 se aprecia la suciedad generada por el operario mediante la manipulación de la máquina, mientras que en la Ilustración 42 se visualiza la misma área después de realizar una limpieza general, con la máquina detenida.

Ilustración 42: Limpieza después



Fuente: Elaboración propia

6.2. Sistema de sugerencias

En este paso, se detalla la ejecución del sistema de sugerencias plasmado dentro del plan de implementación descrito en la sección 5.1.5 del presente informe. Ahora se detalla cada una de las actividades del plan y la forma en que fueron realizadas.

6.2.1 Definir actividad a la cual se quiere analizar

En primera instancia se establece que las hojas de sugerencias son necesarias en las cortadoras ya que es ahí donde existe gran cantidad de problemas que en algunas ocasiones se han solucionado por sugerencias del operador. Se busca empoderar a los trabajadores, provocando que se sientan de importancia dentro del proceso y escuchado por personas de alto rango jerarquizado.

6.2.2 Establecer elementos necesarios de la sugerencia

Con respecto a los elementos necesarios, se llegó al consenso de hacer una hoja de sugerencia general ya que permitiría realizar aporte de una mejor manera sin muchas restricciones. Los elementos que se determinaron como importantes fueron:

- **Presentación:** una descripción de que se trata la hoja y un mensaje que llame a completar la sugerencia.
- **Tema:** espacio para redactar la sugerencia observada y que el operador quiere informar.
- **Agradecimiento:** siempre dar las gracias por la ayuda brindada.
- **Fecha:** para saber el momento en el cual se presenta la sugerencia.
- **Identificación:** nombre, apellido y cargo, de la persona quien entrega la sugerencia, esto con el objetivo de ser contactado al final de todo el proceso que vivirá la hoja de sugerencia.

6.2.3 Crear hoja de sugerencias

La hoja de sugerencias, como lo muestra la Ilustración 43, plasma toda la información establecida como importante en el apartado anterior.

Ilustración 43: Hoja de sugerencias



¡Ayúdanos a mejorar!

Si tienes alguna sugerencia que hacemos, escríbala en esta hoja e introdúzcala en el buzón. Su opinión será de gran ayuda para mejorar el desempeño del departamento.

Tema: _____

Muchas gracias por su ayuda.

Fecha y hora: _____

Nombre: _____

Apellidos: _____

Cargo: _____

Fuente: Elaboración propia

6.2.4 Determinar tiempo de retiro de sugerencias

Se estima como conveniente, retirar las sugerencias una vez al mes.

6.2.5 Generar conciencia a operarios

Esto consiste en hablar e informar a los operarios que es lo que se está haciendo, porque se está haciendo y que se espera lograr con ello. En esta ocasión, se determinó como razón general mejorar la comunicación con los operarios para lograr que se comiencen a empoderar de su máquina y puedan mejorar la manera en que se desarrolla el día a día en su lugar de trabajo.

6.2.6 Establecer temática de sugerencia y evaluar si la temática apunta a los objetivos

Se analizarán las sugerencias y se establecerá la temática de ella, por ejemplo, manejo de instrumentos o de la cortadora. Al tener claro los objetivos a los que se apunta, se analiza si la sugerencia apunta a dicho objetivo, por ejemplo, si el objetivo es mejorar la eficiencia de la máquina de corte y la sugerencia apunta a mejorar el manejo de las cortadoras, la sugerencia sería aceptada para seguir el proceso.

6.2.7 Comunicar si la sugerencia es aceptada o rechazada y evaluar posible implementación

Si la propuesta apunta a los objetivos, será aceptada y analizadas por los encargados para posteriormente decidir si es posible implementar. Los factores importantes, para determinar si se implementa o no la mejora, son por ejemplo el económico ya que se debe evaluar si el coste está dentro de la planificación del departamento.

6.2.8 Implementar sugerencia

Si la sugerencia cumple las condiciones necesarias, se procede a implementarla. Se desarrollará dependiendo del tipo de recomendación, ya que puede ser cambiar de posición un objeto o algo más grande como agregar personal a la manipulación.

6.2.9 Cuantificar mejora de la sugerencia y determinar la retribución de la sugerencia

Para cuantificar la sugerencia, se considera la diferencia de tiempo con la mejora y sin la mejora, esto significa que, si en primera instancia se demoran diez minutos en desarrollar la acción, luego de implementar la mejora se demoran cinco minutos, esto quiere decir que se redujo el tiempo a la mitad.

6.2.10 Notificar al autor de la sugerencia y bonificar al autor de la sugerencia

En primera instancia, se notifica al autor de la sugerencia por medio de la reunión mensual con los operarios. Con respecto a la bonificación, se realizará un reconocimiento tipo diploma y se destacará en la reunión con el resto de sus compañeros.

6.2.11 Documentación del sistema de sugerencias

En la Ilustración 44, se aprecia una sugerencia expresada por un operador de cortadora, en ella indica la necesidad de una herramienta para ubicar de buena manera las correas de la máquina ya que en ocasiones se doblan y pueden provocar problemas de calidad en el papel. En la misma hoja redacta la solución, ya que otra de las cortadoras posee una herramienta con una especie de gancho en la punta que permite tomar la correa y moverla o desenredarla, esa máquina posee esa herramienta debido a que venía al momento de comprar la Pasaban.

Como contexto, cabe destacar que las cortadoras poseen bandas las cuales sirven para mover la cartulina cuando ya han sido cortadas, dichas bandas se mueven por medio de rodillos que poseen ranuras para ellas. En ocasiones, dependiendo del formato y gramaje de la cartulina que se esté cortando, es necesario utilizar más o menos correas, si es un formato angosto necesita menos correas que un formato ancho y si es un gramaje elevado necesita más correas que uno menor, por ello se deben mover las bandas y actualmente realizan la tarea a mano (con guantes) lo que produce que una mala maniobra quede atorado el guante. Sólo una de las máquinas posee la herramienta para enganchar la correa y moverla a donde se necesita, evitando que el operador deba moverlas manualmente. La manera correcta de efectuar la tarea sería deteniendo la máquina, sin embargo, en la realidad eso no ocurre.

Ilustración 44: Ejemplo de sugerencia



Si tienes alguna sugerencia que hacemos, escríbala en esta hoja e introdúzcala en el buzón. Su opinión será de gran ayuda para mejorar el desempeño del departamento.

Tema: _____

Muchas gracias por su ayuda.

Fecha y hora: _____
Nombre: _____
Apellidos: _____
Cargo: _____

Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 45, se aprecian las herramientas compradas para el resto de las máquinas, las que posteriormente serán entregadas a cada uno de los operarios como herramienta para sus respectivas cortadoras. Esta es una herramienta para la máquina y no para el operador, por lo que se debe mantener de manera constante en ella y no ser guardada personalmente por el operador.

Ilustración 45: Implementación de sugerencia



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 7: EVALUACION DE IMPACTO

En el capítulo a continuación se realiza una evaluación del impacto de las diferentes herramientas seleccionadas, destacando el tipo de beneficio entregado por cada una

Para completar la metodología planteada a lo largo del presente proyecto, es necesario realizar una evaluación de impacto que permite entender el beneficio entregado a la empresa con las diferentes herramientas seleccionadas.

Para realizar este análisis se desglosará en: costo de oportunidad, costo operacional y beneficios a la empresa. El coste de oportunidad sirve para identificar lo que se gana o pierde implementando la propuesta, el costo operacional hace referencia al costo necesarios para el funcionamiento de la propuesta, y el beneficio de la empresa es el aprovechamiento o ganancia que adquiere la empresa por las herramientas seleccionadas. En la Tabla 2, se encuentra el resumen de todas las herramientas a las cuales se creó el plan de implementación.

Tabla 2: Resumen de costos para Sistema de sugerencias

	Costo para sistema de sugerencias	Costo para 5S	Costo para gestión visual en máquinas	Costo para gestión visual en tableros	Costo para informe A3	Costo para <i>gemba</i>	Costo para análisis causa raíz
Costos de implementación	\$196.840	\$360.180	\$76.580	\$94.940	\$73.500	\$112.100	\$110.000
Costos adicionales de operación	\$54.000	\$55.000	\$85.000	\$100.000 - \$120.000			
Costos adicionales	\$10.000	\$10.000	\$15.000	\$20.000			

Fuente: Elaboración propia.

7.1. Sistema de sugerencias

Como se mencionó a lo largo del informe, esta herramienta tiene como objetivo aprovechar el potencial de los trabajadores y hacerlos sentir valorados por la empresa. A continuación, se realiza el análisis para sistema de sugerencias.

7.1.1. Costo de oportunidad por Sistema de sugerencias

Dentro del departamento existe el conocimiento de los problemas sobre el aprovechamiento de las máquinas, sin embargo, no se generaban las instancias con los operadores para saber los problemas reales que ellos tienen en su operación diaria. Para atacar este problema, se optaba por traer personas externas a la operación, los cuales realizan su investigación consultando directamente a los operarios y realizando un informe con esa información, con esa información se toman decisiones de la operación del departamento.

Al implementar esta herramienta, se logra generar una instancia de comunicación con el operador ya que el operador plasma sus ideas en esta hoja con el fin de dar a entender su sugerencia. Esto provocaría que la intervención de estas empresas externas se enfoque en otras actividades, que sean determinadas por la empresa, lo que provocaría un ahorro en ese sentido.

7.1.2. Costo operacional por Sistema de sugerencias

Con respecto a la parte operacional, se debe contar con la presencia de cinco personas del departamento, más los operarios que deben completar la hoja de sugerencias para que el sistema funcione, estas cuatro personas son: jefe del departamento de conversión, ingeniero de operaciones, encargado de procesos, encargado de personas y alumno memorista en los primeros meses.

Considerando que el costo por hora de las personas identificadas anteriormente es:

- Jefe del departamento: \$7.000.
- Ingeniero de operaciones: \$4.500.
- Encargado de procesos: \$2.900.
- Encargado de personas: \$3.000.
- Alumno memorista en los primeros meses: \$1.100.

Esta implementación tiene un costo total de \$196.840 mensuales, además de los \$54.000 del alumno memorista los primeros meses. A esto se le debe agregar el costo de impresión y hojas, para las hojas de sugerencia que se irán actualizando mensualmente, cabe destacar que este costo no fue considerado por decisión del jefe del departamento.

7.1.3. Beneficio para la empresa por Sistema de sugerencias

El beneficio que obtiene la empresa con esta herramienta consiste en mejorar la comunicación con sus operarios obteniendo conocimiento de las vivencias diarias de ellos. Además, dependiendo de la sugerencia, mejorará el bienestar del trabajador debido a que se sentirán valorados por el departamento y, en caso de implementar la sugerencia entregada, mejorarán la operación de las máquinas pudiendo disminuir accidentes, aumentar la vida útil, mejorar la limpieza, mejorar orden del puesto de trabajo, agilizar el trabajo diario al poseer todos los elementos indispensables, entre otros.

7.2. 5S

Esta herramienta busca transformar el lugar de trabajo del operario, enfocándose en generar un espacio más cómodo, ordenado y que entregue seguridad a los trabajadores.

7.2.1. Costo de oportunidad por 5S

Las malas prácticas dentro del lugar de trabajo, por ejemplo las máquinas poseen cuchillos, los cuales son manejados por los operadores dentro de su lugar de trabajo pero no poseen un lugar determinado donde guardarlos, por ello en general se manejan sueltos en cualquier lugar provocando que se produzca un desgaste considerable y con ello una disminución en la vida útil, los cuchillos tienen un valor de \$170.000 cada uno y en promedio pueden ser rectificadas 15 veces, cuando tienen una mala manipulación duran menos de una semana en operación y deben ser retirados para rectificar, esto provoca que la vida útil del cuchillo disminuya y deban ser reemplazados constantemente (en el mes de julio se rectificaron cerca de 200 cuchillos, más del doble que el mismo mes del año anterior). Por lo que entregarles

un lugar donde almacenarlos puede aumentar el tiempo en operación de los cuchillos y disminuir la cantidad de rectificaciones necesarias en el mes.

7.2.2. Costo operacional por 5S

Al igual que el caso anterior, para la implementación de esta herramienta, fue necesario contar con el trabajo de cuatro personas del departamento más el alumno memorista.

Considerando que el costo por hora de las personas identificadas anteriormente es: jefe del departamento con un total de \$7.000 la hora, ingeniero de operaciones con \$4.500, encargado de procesos con \$2.900, encargado de personas con \$3.000 y alumno memorista en los primeros meses: \$1.100. Alcanzando un costo total de \$360.180 mensuales, además se debe agregar el costo dos porta cuchillos por máquina (\$55.000 c/u) que fueron necesarios para realizar el orden de los cuchillos que se encontraban desordenados dentro de las máquinas, además se consideran \$10.000 adicionales para costos extras.

7.2.3. Beneficio para la empresa por 5S

Alguno de los beneficios que trae esta implementación para la empresa son: disminución de la cantidad de rectificadores mensuales debido al porta cuchillos que se confeccionó, disminución de accidentes por tropiezos porque el lugar de trabajo se encuentra ordenado, disminución de problemas con la suciedad dentro de la máquina ya que se compromete a realizar limpieza cada vez que la máquina se detenga, disminución de pérdida de herramientas puesto que el lugar donde se deben dejar se encuentra limpio y ordenado, entre otros.

7.3. Gestión visual en máquinas

La gestión visual, en este caso enfocada en las máquinas, se utiliza como estrategia basada en destacar con colores y gráficos, para mejorar la eficiencia del proceso. En general, es una ayuda visual que permite transmitir información relevante del proceso.

7.3.1. Costo de oportunidad por gestión visual en máquinas

Dependiendo de la información que se pretenda visualizar se atacarán diferentes secciones, por ejemplo, en el caso de marcar los botones de las máquinas o destacar elementos dentro de ella, para evitar problemas de operación. Uno de los problemas dentro de la operación, es forzar piezas de las máquinas o realizar modificaciones dentro de ellas, esto se debe a que los operadores recurren a ejercer fuerza en partes determinadas de las máquina, debido a que no saben que existen botones que ejecutan la acción que necesitan, por ello se opta por marcar todos los botones con el objetivo de que el operador no realice trabajos forzados en partes de la máquina ya que podría tener un accidente o dañar la máquina, en ambos casos se tendría un perjuicio económico debido a que sería necesario buscar un reemplazo para la función del operador o reemplazando el elemento dañado en la máquina para que el funcionamiento sea el deseado.

7.3.2. Costo operacional por gestión visual en máquinas

Es necesaria la intervención de las cuatro personas del departamento, más la ayuda del alumno menorista que en esta ocasión sería el experto en el tema.

Considerando que el costo por hora de las personas involucradas es: jefe del departamento con un total de \$7.000 la hora, ingeniero de operaciones con \$4.500, encargado de procesos con \$2.900, encargado de personas con \$3.000 y alumno memorista en los primeros meses con \$1.100. Alcanzando un costo total de \$76.580, además se debe agregar el costo de los elementos para destacar los botones que consiste en material de librería con un costo total de \$85.000, considerando por ejemplo el papel adhesivo. Además \$15.000 para reponer papelería.

7.3.3. Beneficio para la empresa por gestión visual en máquinas

Uno de los beneficios para la empresa por la posible implementación de esta herramienta es la disminución de paradas innecesarias producto de mala manipulación de la cortadora,

cuando existe una mala manipulación se ve afectada la correcta operación de ella o incluso llevando a que sea necesario detenerla para realizar una mantención no programada.

7.4. Gestión visual tableros

La gestión visual enfocada en entregar información importante, en general se realiza la implementación de tableros destacando datos de interés determinados por los encargados del departamento.

7.4.1. Costo de oportunidad por gestión visual tableros

Uno de los problemas más recurrente en este ámbito, se produce en los cambios de turno ya que en ocasiones se termina un turno con problemas en el proceso y al retirarse el operario no entrega la información del problema al siguiente turno, al existir este tipo de tableros el traspaso de la información entre turnos se realizará de manera rápida y correcta. Además, se puede mostrar cualquier tipo de información que se considere importante.

7.4.2. Costo operacional por gestión visual tableros

Como se mencionó anteriormente, un tablero con los elementos necesarios significa un gasto entre \$100.000 y \$120.000, considerando el tablero y elementos magnéticos o adhesivos para plasmar la información relevante.

Además, como los casos anteriores, para la implementación de esta herramienta se necesita la intervención de las cuatro personas del departamento identificada en las herramientas anteriores, alcanzando un costo total de implementación de \$94.940, se consideran \$20.000 para materiales enfocados en actualizar el tablero.

7.4.3. Beneficio para la empresa por gestión visual tableros

Como beneficio para la empresa, se tiene la agilización de la entrega de la información relevante, se entrega de manera rápido y oportuna, destacando la que los jefes del

departamento consideren importante por ejemplo la cantidad a producir en el día, pedidos posteriores, tipo de papel por procesar, entre otros.

Transparentar la información, ayuda a que los operarios tengan un mayor manejo de sus tiempos ya que sabrán a tiempo cuando se encuentran al día en su producción y cuando se encuentran atrasados o si están procesando un producto de un cliente de requerimientos especiales o no, o si están procesando papel producido actualmente por la máquina papelera o si es papel almacenado en los patios, entre otra información relevante para el operario. Es importante destacar que la información se determina por el jefe del departamento.

7.5. Informe A3

El objetivo central de informe A3, es transmitir información en un espacio acotado para la entrega sea de forma precisa, ordenada y eficaz. Esto permite tomar decisiones rápidamente y llevar acciones que permitan solucionar problemas o acotaciones planteadas en este informe.

7.5.1. Costo de oportunidad por informe A3

Es frecuente que al entregar la información a las personas que se encargan de tomar decisiones, no se haga de manera correcta debido a la cantidad de información que se quiere entregar para cada caso en particular, sin embargo, mucha de esa información no entrega valor agregado al punto de interés del informe por ello esta herramienta permite disminuir la cantidad de información sin aporte, ayudando al encargado del departamento a tomar decisiones de manera ágil de ser necesario.

7.5.2. Costo operacional por informe A3

El costo necesario para la implementación de esta herramienta es de \$73.500 mensuales, esto se debe al tiempo invertido por las personas del departamento. No se consideran costo extra ya que el informe se realiza de manera digital, por lo que no es necesario papelería o materiales de oficina para su confección.

7.5.3. Beneficio para la empresa por informe A3

El beneficio principal de la empresa es la correcta entrega de la información que facilita la toma de decisiones para las personas encargadas ya que en general el jefe del departamento solo necesita la información pertinente para tomar decisiones y no detalles que son analizados por las personas a cargo de esas funciones.

7.6. *Gemba*

O lugar de trabajo, o lugar donde ocurren las cosas. Concretamente consiste en realizar un recorrido por donde se ejecuta el proceso, observando y entendiendo la realidad de la ejecución de todas las tareas diarias para posteriormente realizar preguntar y entender de la mejor manera posible el día a día del operario. Con toda esa información se desarrollan mejoras y adecuaciones.

7.6.1. Costo de oportunidad por *gemba*

Gemba, entrega la oportunidad de aprovechar las salidas a terreno de buena manera, ya que en la actualidad se espera que el operador necesite algo o tenga algún inconveniente para acudir en su ayuda, sin embargo, con esta herramienta se realizan dichos recorridos constantemente por lo que se observa de manera rápida el momento en que el operador presente algún inconveniente.

7.6.2. Costo operacional por *gemba*

El costo total de esta herramienta es de \$112.100 mensuales, y se debe a el tiempo invertido en efectuarlo, el número de actividades a desarrollar no es alta, pero si el tiempo invertido en cada una de ellas. Además, no es necesario considerar algún instrumento ya que solo se trata de una herramienta de observación.

7.6.3. Beneficio para la empresa por *gemba*

Como beneficio, se destaca la facilidad de desarrollar esta herramienta ya que consiste en observar el proceso, entenderlo e intentar mejorarlo. No es necesario contratar personal externo para realizar esta tarea, solo es necesario ejecutar de buena manera los recorridos desarrollados por los líderes y jefes de departamento.

7.7. Análisis causa raíz

Esta herramienta sirve para tener una vista general de las posibles causas de un problema, analizando factores como máquina, operarios, medio, materiales, entre otros. Dichas categorías se ramifican en subcausas, con el objetivo de alcanzar la causa a atacar para solucionar la problemática de esta herramienta. Es útil para problemas que poseen varias posibles causas y cada una con su complejidad particular, esto permite aclarar la visión del problema y permite atacarlo para obtener una solución satisfactoria.

7.7.1. Costo de oportunidad por análisis causa raíz

Es una herramienta que ayuda a identificar los problemas en diferentes áreas, apuntando a un objetivo general. No es necesario invertir un tiempo elevado en su confección, el momento de la investigación es la que emplea mayor tiempo necesita. Sin embargo, al realizarse de manera correcta ayuda a identificar causas de un problema en particular, luego identifica subcausas para poder atacarlas e intentar resolver la problemática abordada.

7.7.2. Costo operacional por análisis causa raíz

El costo por implementar esta acción es \$110.000 aproximadamente, sin considerar el tiempo necesario para la implementación de mejoras o acciones que busquen solucionar las problemáticas identificadas con esta herramienta.

7.7.3. Beneficio para la empresa por análisis causa raíz

El beneficio central al aplicar esta herramienta consiste en determinar causas del o los problemas analizados, para posteriormente determinar acciones en busca de atacar esas causas y solucionar el problema. Por ejemplo, en este proyecto se utilizó al comienzo en la etapa de diagnóstico, ahí se identificó que el problema central era la baja eficiencia en la cortadoras y luego se identificaron diferentes causas (personas, procesos, equipos, suministro, ambiente y otros), de ellas se obtuvieron subcausas como poco cuidado en el proceso y como conocimiento de las máquinas.

CONCLUSIONES

El departamento de conversión de cartulinas CMPC planta maule, es una empresa productiva enfocada en la producción de cartulinas de diferentes formatos y necesidades del cliente. Esto produce que el cliente posea una gran autoridad sobre el producto, ya que depende de ellos los requerimientos específicos.

Por ello, se vuelve fundamental que las máquinas que intervienen en este proceso se encuentren operando a su capacidad óptima y en excelente condiciones. Actualmente, esto no sucede debido a factores como la calidad del papel, la mano de obra poco capacitada, poco cuidado en el proceso, malas calibraciones, entre otros.

Para atacar esta problemática, se centra en realizar un análisis enfocado en treinta y dos herramientas de *lean manufacturing*, de las cuales finalmente se seleccionan seis aplicables en este proyecto y de ellas son ejecutadas dos, sistema de sugerencias y 5S. Estas dos herramientas son parte de la base para, en un futuro, implementar el resto de herramientas del abanico existente.

La implementación de estas herramientas ayuda a mejorar la comunicación y el lugar de trabajo, a pesar de que en primera instancia no se le tome el peso real a las herramientas, es necesario generar conciencia de su importancia, enfatizando en los pasos a seguir para alcanzar la excelencia operacional.

Como recomendación general, no perder lo que se ha logrado hasta el momento y generar el hábito correspondiente de estas herramientas ya que se puede perder fácilmente lo logrado. Al conseguir estabilizar estas herramientas, se puede proceder a implementar el resto pero sin dejar de lado las ya existentes.

Bibliografía

- Almidones. (n.d). *Glucovil*. Disponible desde <http://www.glucovil.com.ar/esp/modificado-oxidado.php>
- Álvarez Arriagada, M. (2012). Tres empresas chilenas en la ruta de clase mundial (Tesis). Extraído de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/112737>.
- BBVA. (n.d). Bonos verdes: qué son y cómo funcionan. *BBVA NOTICIAS*. Disponible desde <https://www.bbva.com/es/bonos-verdes-que-son-que-financian/>
- Bernal, J. (2013). Gestión de procesos: Cómo definir indicadores (KPI) y cuadros de mando. *PDCA*. Disponible desde <https://www.pdcahome.com/4501/gestion-de-procesos-como-definir-indicadores-y-cuadros-de-mando/>
- Bernal, J. (2015). Análisis de causa raíz – Metodología para investigar y resolver incidencias. *PDCA*. Disponible desde <https://www.pdcahome.com/7642/analisis-de-causa-raiz-metodologia-para-investigar-y-resolver-incidencias/>
- Bernal, J. (2013). Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar): El círculo de Deming de mejora continua. *PDCA Home*. Disponible desde <https://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/>
- Betancourt, D. F. (2016). El diagrama de Pareto: Qué es y cómo se construye. *Ingenio Empresa*. Disponible desde <https://ingenioempresa.com/diagrama-de-pareto/>
- Betancourt, D. F. (2018). Ciclo de Deming (PDCA): Qué es y cómo lograr la mejora continua. *Ingenio Empresa*. Disponible desde <https://ingenioempresa.com/ciclo-pdca/>
- Chaku-Chaku (línea flexible en U). (n.d). *LEANROOTS*. Disponible desde <http://leanroots.com/chaku-chaku.html>

CICLO PDCA - ESTRATEGIA PARA LA MEJORA CONTINUA. (n.d). *Calidad y Gestión*. Disponible desde http://www.calidad-gestion.com.ar/boletin/58_ciclo_pdca_estrategia_para_mejora_continua.html

Cinco consejos para que tu Gemba Walk tenga mejores resultados. (2018). *Sebastián Brau*. Disponible desde <http://sebastianbrau.com/cinco-consejos-para-que-tu-gemba-walk-tenga-mejores-resultados/>

CMPC. (n.d). Inicio - CMPC. *CMPC*. Disponible desde <https://www.cmpc.com/>

¿Cómo aplicar el Kaizen en las empresas?. (2014). *Plus integral consultores*. Disponible desde <https://plusintegralconsultores.wordpress.com/2014/11/28/como-aplicar-el-kaizen-en-las-empresas/>

Cómo desarrollar un plan de acción. (2010). *Entrepreneur*. Disponible desde <https://www.entrepreneur.com/article/263648>

Cómo identificar un cuello de botella en los procesos de tu empresa. (n.d). *Entrepreneur*. Disponible desde <https://www.entrepreneur.com/article/277331>

¿Cómo nos ayudan las técnicas SMED?. (n.d). *IPEA Formación*. Disponible desde <https://www.ipeaformacion.com/productividad/las-tecnicas-smed/>

Corral Ramírez, G. (2016). Implementación de dispositivo a prueba de error (poka yoke) para la eliminación de defectos de calidad en máquina de inyección de plástico. *Revista de Tecnología e Innovación*, 3, 6. Disponible desde https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Tecnologia_e_innovacion/vol3num6/Revista%20de%20Tecnologia%20e%20Innovacion%20V3_N6_7.pdf

Cruz, A. (2016). ¡Vamos a crear un VSM del estado actual!. *Gemba Academy*. Disponible desde <https://www.gembaacademy.com/blog/es/2016/11/17/vamos-a-crear-un-vsm-del-estado-actual>

Cuello de botella en la producción: qué es y cómo afrontarlo. (2017). *[R]evolución artificial*.

Disponible desde <https://blog.infaimon.com/cuello-botella-la-produccion-afrontarlo/>

8D, Método para la resolución de problemas. (n.d). *Progressa Lean*. Disponible desde

<https://www.progressalean.com/8d-metodo-para-la-resolucion-de-problemas/>

Da Silva, K. (2018). ¿Qué causa un cuello de botella en la producción?. *Cuida tu dinero*.

Disponible desde <https://www.cuidatudinero.com/13078544/que-causa-un-cuello-de-botella-en-la-produccion>

Definición y sinónimos de tisú en el diccionario español. (n.d). *Educalingo*. Disponible desde

<https://educalingo.com/es/dic-es/tisu>

Diagrama Causa-Efecto (Diagrama Ishikawa). (n.d). *Progressa Lean*. Disponible desde

<https://www.progressalean.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-ishikawa/>

Diagrama circular. (2019). *Universo Formulas*. Disponible desde

<https://www.universoformulas.com/estadistica/descriptiva/diagrama-circular/>

Diagrama de barras. (2019). *Universo Formulas*. Disponible desde

<https://www.universoformulas.com/estadistica/descriptiva/diagrama-barras/>

Diagrama de Pareto. (2017). *Calidad y ADR*. Disponible desde

<https://aprendiendocalidadyadr.com/diagrama-de-pareto/>

DIFERENCIA ENTRE CERTIFICACIÓN FSC Y PEFC. (2010). *Caloronline*. Disponible

desde <https://www.caloronline.es/post/diferencia-entre-certificacion-fsc-y-pefc/>

Ejemplos de KPIS para aplicar en tu empresa. (2016). *Retos Directivos*. Disponible desde

<https://retos-directivos.eae.es/algunos-ejemplos-de-kpis-que-puedes-aplicar-en-tu-empresa/>

El certificado PEFC. (2013). *ecointeligencia*. Disponible desde

<https://www.ecointeligencia.com/2013/01/el-certificado-pefc/>

Elementos básicos de un diagrama de Pareto. (n.d). *Minitab*. Disponible desde <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/quality-tools/supporting-topics/pareto-chart-basics/>

Estándar en Gestión Medioambiental ISO 14001. (n.d). *BSI Group*. Disponible desde <https://www.bsigroup.com/es-MX/gestion-medioambiental-ISO14001/>

Estandarización de trabajos: Qué es, cómo se implementa y sus beneficios. (n.d). *Lean Manufacturing 10*. Disponible desde <https://leanmanufacturing10.com/estandarizacion-trabajos-se-implementa-beneficios>

Estanterías dinámicas (FIFO). (n.d). *LEANROOTS*. Disponible desde <http://leanroots.com/FIFO.html>

Evaluación económica y financiera de proyectos. (2016). *Esan*. Disponible desde <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/09/evaluacion-economica-y-financiera-de-proyectos/>

García, D. (2017). 6 pasos en la implementación de Kanban para la Dirección de Proyectos. *EALDE Business School*. Disponible desde <https://www.ealde.es/implementacion-kanban-direccion-de-proyectos/>

Guerrero, J. (2017). El diagrama Yamazumi. *LEANROOTS*. Disponible desde <https://www.leanroots.com/wordpress/2017/10/03/el-diagrama-yamazumi/>

Guerrero, J. (2017). El Informe A3 de Toyota. *LEANROOTS*. Disponible desde <https://www.leanroots.com/wordpress/2017/10/04/el-informe-a3-de-toyota/>

Implementación del TPM: Etapas a seguir para implementar TPM en una empresa. (n.d). *Ingeniería de calidad*. Disponible desde <https://www.ingenieriadecalidad.com/2018/10/implementacion-del-tpm.html>

Implementación del TPM. (n.d). *Industrial Tijuana*. Disponible desde <http://www.industrialtijuana.com/tpm.htm>

Implementación paso a paso de la herramienta. (2013). *Andon*. Disponible desde <http://andon2013.blogspot.com/2013/11/implementacion-paso-paso-de-la.html>

Ingrande, T. (2015). Gemba walk. Mira, escucha, pregunta y aprenderás. *Kailean*. Disponible desde <http://kailean.es/gemba-lugar-de-trabajo/>

Iniciativas económicas para el desarrollo local. (n.d). *Evaluación económica*. Disponible desde http://www.dhl.hegoa.ehu.es/iedl/Materiales/19_Evaluacion_economica.pdf

Justo. (2016). Las '5 eses' para ser más productivo. *Sistemas OEE*. Disponible desde <https://www.sistemasoe.com/implantar-5s/>

Kamishibai. (n.d). *LEANROOTS*. Disponible desde <http://leanroots.com/kamishibai.html>

Lean Office. Mejora de Procesos Administrativos. (n.d). *LEANROOTS*. Disponible desde <https://www.leanroots.com/wordpress/2017/10/26/lean-office-mejora-de-procesos-administrativos/>

Lean Office: 4+1 trucos que harán tu lugar de trabajo más productivo. (n.d). *Edenred*. Disponible desde <https://blog.edenred.es/lean-office-4-1-trucos-que-haran-tu-lugar-de-trabajo-mas-productivo/>

López, J. (2013). Mejora tu trabajo en equipo con el método Kanban. *Hipertextual*. Disponible desde <https://hipertextual.com/archivo/2013/11/que-es-kanban/>

MANILA PAPER. (n.d). *Educalingo*. Disponible desde <https://educalingo.com/es/dic-en/manila-paper>

Manual de buenas prácticas para la gestión de quejas y sugerencias de los recursos humanos - La gestión de las sugerencias de los empleados. (n.d). *Athletgest*. Disponible desde <http://athletgest.ibv.org/es/recursos-humanos/51-manual-de-buenas-practicas-para->

la-gestion-de-quejas-y-sugerencias-de-los-recursos-humanos.html?start=2

Manual de implementación programa 5S. (2014). *eumed*. Disponible desde <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/2004/5s/3.pdf>

Matriz de Impacto y Esfuerzo. (2016). *Mentory*. Disponible desde <https://mentory.online/2016/05/matriz-de-impacto-y-esfuerzo.html>

Metodología de implementación. (n.d). *Oocities*. Disponible desde <http://www.oocities.org/gabrielasaldivar/implementacion.html>

Metodología de la simulación. (2013). *Simulación*. Disponible desde <http://simu-iti.blogspot.com/2011/03/13-metodologia-de-la-simulacion.html>

OEE: Medida y gestión de la eficiencia de las máquinas o equipos. (n.d). *Bluered*. Disponible desde <https://polivalencia.com/oee-medida-y-gestion-de-la-eficiencia-de-las-maquinas-o-equipos-2/>

OEE. (2016). *Sistemas OEE*. Disponible desde <https://www.sistemasoe.com/category/oee/>

Olofsson, O. (n.d). Definición de Jidoka. *World class manufacturing*. Disponible desde <https://world-class-manufacturing.com/es/jidoka.html>

Olofsson, O. (n.d). TPM / Mantenimiento Lean. *World class manufacturing*. Disponible desde <https://world-class-manufacturing.com/es/tpm.html>

Paso a paso de implementación. (n.d). *Herramienta Heijunka*. Disponible desde <https://herramientaheijunka.wordpress.com/paso-a-paso-de-la-implementacion/>

Paulise, L. (n.d). Planificación de objetivos: conoce la técnica del Hoshin Kanri. *Destino Negocio*. Disponible desde <https://destinonegocio.com/cl/emprendimiento-cl/planificacion-de-objetivos-conoce-la-tecnica-del-hoshin-kanri/>

Pérez Porto, J. (2019). Definición de gramaje. *Definición.de*. Disponible desde

<https://definicion.de/gramaje/>

Pérez Porto, J. (n.d). Definición de peróxido. *Definición.de*. Disponible desde <https://definicion.de/peroxido/>

Perona, L. (2010). Un sistema de 8 pasos para la implementación Lean. *Excelean*. Disponible desde <http://leanlogisticsexecution.blogspot.com/2010/12/un-sistema-de-8-pasos-para-la.html>

¿Por qué implementar KPIs para la toma de decisiones en tu empresa?. (n.d). *Destino negocio*. Disponible desde <https://destinonegocio.com/cl/negocio-por-internet-cl/marketing-digital-cl-cl/implementar-kpis-toma-decisiones-empresa/>

¿Qué es el caolín?. (2005). *QuimiNet*. Disponible desde <https://www.quiminet.com/articulos/que-es-el-caolin-4174.htm>

¿Qué es el Hoshin Kanri y por qué se va a poner tan de moda?. (n.d). *LeanSis productividad*. Disponible desde <https://www.leansisproductividad.com/que-es-el-hoshin-kanri-y-por-que-se-va-a-poner-tan-de-moda/>

Qué es Just in Time (JIT o Justo a Tiempo). (2016). *Gestión de Operaciones*. Disponible desde <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-just-in-time-jit-o-justo-a-tiempo/>

¿Qué es la certificación ISO y por qué es importante?. (2017). *Universidad Continental*. Disponible desde <https://ucontinental.edu.pe/logros-uc/iso-9001/la-certificacion-iso-importante/>

¿Qué es la soda cáustica?. (2012). *El litoral*. Disponible desde https://www.ellitoral.com/index.php/id_um/80364-que-es-la-soda-caustica

¿Qué es OHSAS 18001 de 2007?. (2015). *Nueva ISO 45001*. Disponible desde <https://www.nueva-iso-45001.com/2015/10/que-es-ohsas-18001-de-2007/>

¿Qué es Takt Time?. (n.d). *MTM Ingenieros*. Disponible desde <http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-takt-time/>

¿Qué significa el certificado FSC?. (2014). *La Hipótesis Gaia*. Disponible desde <https://www.lahipotesisgaia.com/que-significa-fsc/>

Romero, Á. A. (2016). ¿Qué es el cuello de botella y cómo afecta a un proceso productivo?. *Que Aprendemos Hoy*. Disponible desde <http://queaprendemoshoy.com/que-es-el-cuello-de-botella-y-como-afecta-a-un-proceso-productivo/>

Romero, K. (2013). TAKT TIME: Ventajas y desventajas del Takt time. *Takt time ad mon produccion*. Disponible desde <http://takttimeadmonproduccion.blogspot.com/2013/11/ventajas-y-desventajas-del-takt-time-5.html>

Romero Ruiz, K. (2013). TAKT TIME: Paso a paso de la implementación del takt time. *Takt time ad mon produccion*. Disponible desde <http://takttimeadmonproduccion.blogspot.com/2013/11/paso-paso-de-la-implementacion-del-takt.html>

Roncancio, G. (2018). ¿Qué es Hoshin Kanri y cómo usarlo para la ejecución de la estrategia?. *Pensemos*. Disponible desde <https://gestion.pensemos.com/que-es-hoshin-kanri-y-como-usarlo-para-la-ejecucion-de-la-estrategia>

Sala, B. (n.d). Jidoka: Autonomización de defectos. *Ingeniería Industrial*. Disponible desde <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/jidoka-autonomizacion-de-defectos/>

Salazar López, B. (n.d). Andon: Control visual. *Ingeniería Industrial*. Disponible desde <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/andon-control-visual/>

Sistema de Sugerencias. (n.d). *LEANROOTS*. Disponible desde

http://leanroots.com/Sistema_Sugerencias.html

VALUE STREAM MAPPING (VSM). (2013). *Mapa del flujo de valor*. Disponible desde <http://mapadelflujodevalor.blogspot.com/2013/11/implementacion.html>

VSM, Value Stream Mapping. (n.d). *Lean Solutions*. Disponible desde <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/vsm-value-stream-mapping/>

Glosario

Tisú: es un tipo de papel higiénico fino y absorbente, proveniente de la pulpa de celulosa. Se conforma por varias capas que le dan su consistencia.

Bono Verde: es un bono en el cual los fondos van destinados a financiar o refinanciar, proyectos de carácter verde, esto quiere decir proyectos de energías renovables, eficiencia energética, prevención de la contaminación, entre otros.

ISO 9001: norma de estándar internacional publicada por la organización internacional de normalización, enfocada en el sistema de gestión de calidad. Centrada en la administración de la calidad dentro de la organización para crear un sistema efectivo para la administración y calidad el producto.

ISO 14001: norma internacional para el sistema de gestión medioambiental, centrado en ayudar a las empresas u organizaciones a mantener su producción sin olvidar sus responsabilidades medioambientales. Estas incluyen objetivos y metas medioambientales, políticas, procedimientos, responsabilidades, actividades, documentación, etc..

OHSAS18001:2007: norma que plasma los requisitos mínimos para las buenas prácticas en el ámbito de la seguridad y salud en el trabajo. Busca generar una gestión ordenada en la prevención de riesgos laborales y se fundamenta en la metodología de mejora continua.

FSC: sigla para *Forest Stewardship Council*, que pretende generar la conciencia de un uso responsable y sostenible de los bosques. Este tipo de certificación garantiza que la empresa realiza un manejo sostenible tanto ambiental como social, de la materia prima del producto. Entidad promovida por *Greenpeace* y *WWF (World wide fund for nature)*.

PEFC: sigla para *Programme for the Endorsement of Forest Certification*, programa de reconocimiento de sistemas de certificación forestal, enfocada en promover y con el objetivo de asegurar que los bosques sean gestionados de manera responsable. Entidad promovida por el sector privado.

Gramaje: peso del papel, expresado en gramos, por metro cuadrado.

DTPA: ácido penténico, formado por la unión de cinco grupos carboximetilo. Posee una alta afinidad con metales catiónicos y se utiliza principalmente para secuestrar iones metálicos para blanquear la pasta que se utiliza en la fabricación de papel.

Soda cáustica: hidróxido sódico, es utilizado como base química para la fabricación de papel, tejido y detergentes. A temperatura ambiente, es sólido y de color blanco cristalino, sin olor y absorbe la humedad del aire.

Peróxido: es el óxido que está conformado con un gran número de oxígeno, esto quiere decir que es un óxido con un nivel más alto de oxígeno que los óxidos corrientes. Posee enlace covalente y una oxidación de -1, inflamable y con capacidad de desinfectar.

Almidón oxidado: se genera por medio de oxidación lenta ya que se necesita un corte homogéneo de las cadenas de polisacáridos y un alto grupo de carboxílicos. Genera una resistencia superficial, esto ayuda a mejorar el desempeño que tiene el proceso de impresión.

Caolín: silicato de aluminio hidratado, siendo su principal componente la arcilla. Sus principales características son: incoloro, aislante eléctrico y moldeable. Su principal función es almidonar el producto, como agente absorbente.

Manila: es un tipo de papel, en general menos refinado y por ello es más barato que el resto. Se produce a partir de fibras de madera semi blanqueadas, es de color café claro y sus fibras son visibles