

FACULTAD DE INGENIERÍA.



Carrera de Ingeniería Industrial.

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LA MANUFACTURA ESBELTA EN LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA EMPRESA FACTORÍA BRUCE S.A.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autores:

Joys Stefany Aliaga Castillo

Katherine Solange Rodríguez Zegarra

Asesor:

Ing. Rafael Castillo Cabrera

Lima - Perú

2020

DEDICATORIA

A mis padres y a toda mi familia por haber sido siempre apoyo incondicional en esta etapa de formación profesional.

Rodríguez Zegarra, Katherine Solange

A mis padres y a mis abuelos, que siempre me apoyan e incentivan a cumplir mis objetivos y a no rendirme nunca.

Aliaga Castillo, Joys Stefany

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por habernos guiado y acompañado en todo este camino, y ser mi
fuerza y sabiduría en el desarrollo de este proyecto.

A mis padres, profesores y todos aquellos que de alguna u otra forma contribuyeron a la
culminación de ese proyecto.

Rodríguez Zegarra, Katherine Solange

Antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy y por darme la
fuerza que necesito. Agradecer a mi familia por el esfuerzo que siempre hicieron para
darme todo lo que necesité para lograr esto.

Aliaga Castillo, Joys Stefany

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	45
CAPÍTULO III. RESULTADOS	93
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	100
REFERENCIAS	104
ANEXOS	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Multa por sobretiempo en entrega de producto terminado.....	14
Tabla 2: Causas Raíz identificadas en el área de Producción y Calidad	50
Tabla 3: Cuadro de Indicadores de la propuesta de implementación	62
Tabla 4: Procedimiento para implementación TPM.....	76
Tabla 5: Pronóstico de Ventas	80
Tabla 6: Plan Maestro de Producción.....	81
Tabla 7: Inventario - Factoría Bruce S.A.C.....	81
Tabla 8: Lista de materiales para SKU1: LO 916	83
Tabla 9: Lista de materiales para Comp1: Base Primaria Preparada	84
Tabla 10: Lista de materiales para Comp2: Base Secundaria Preparada	84
Tabla 11: Lista de materiales para Comp3: Jebe líquido preparado.....	84
Tabla 12: Lista de materiales para Comp4: Pintura Preparada	84
Tabla 13: Lista de materiales para Comp5: Laca Preparada	85
Tabla 14: Lista de materiales para Comp6: Brillo Directo Preparado	85
Tabla 15: Lista de materiales para Comp7: Base de Bodegas Preparada.....	85
Tabla 16: Lista de materiales para Comp8: Martillado Preparado	86
Tabla 17: Lista de materiales para Comp9: Sintético Negro Preparado.....	86
Tabla 18: Órdenes de aprovisionamiento	87
Tabla 19: Resumen de costos operativos y Software	90
Tabla 20: Inversión total de la propuesta de implementación.....	91
Tabla 21: Evaluación Económico-Financiera.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Número de vehículos pesados vendidos (2018-2019)	11
Figura 2: Esquema completo del sistema de producción Toyota, en el que se basa en Lean Management.	18
Figura 3: Aplicación de SMED	21
Figura 4: Paso 1 de la metodología SMED	22
Figura 5: Paso 2 de la metodología SMED	22
Figura 6: Paso 3 de la metodología SMED	23
Figura 7: Paso 4 de la metodología SMED	23
Figura 8: Paso 5 de la metodología SMED	24
Figura 9: Esquema del funcionamiento del Kanban de transportes	25
Figura 10: Características y ubicaciones de los elementos	29
Figura 11: Diferencias entre Push y Pull	34
Figura 12: Etapas de la aplicación del MRP.....	35
Figura 13: Diagrama de Ishikawa – Área de Producción	48
Figura 14: Diagrama de Ishikawa - Área de Calidad	49
Figura 15: Diagrama de Pareto - Causas Raíz del Área de Producción	51
Figura 16: Diagrama de Pareto - Causas Raíz del Área de Calidad	52
Figura 17: Formato de cálculo de pérdida anual por averías.....	53
Figura 18: Formato de cálculo de pérdida anual por demora en la preparación de máquina.....	54
Figura 19: Formato de cálculo de pérdida anual por demoras en la entrega de materiales ..	55
Figura 20: Formato de cálculo de pérdida anual por falta de planificación	56
Figura 21: Formato de cálculo de pérdida anual por falta de orden y limpieza	57
Figura 22: Formato de cálculo de pérdida anual por inadecuado procedimiento de inspección	58
Figura 23: Formato de cálculo de pérdida anual por falta de estandarización	59
Figura 24: Formato de cálculo de pérdida anual por falta de dispositivos para prevenir fallas	60
Figura 25: Diagrama del proceso de implementación 5S.....	63
Figura 26: Procedimiento para SEIRI	64
Figura 27: Diagrama de flujo para descartar artículos	65
Figura 28: Formato de aplicación de Tarjeta Roja	66

Figura 29: Procedimiento para SEITON	67
Figura 30: Criterio de las 3F.....	68
Figura 31: Señalización de pisos (SEITON)	69
Figura 32: Procedimiento para SEISO	70
Figura 33: Procedimiento para SEIKETSU.....	71
Figura 34: Procedimiento de implementación SMED.....	72
Figura 35: Procedimiento Primera fase SMED	73
Figura 36: Procedimiento Segunda fase SMED	74
Figura 37: Procedimiento Tercera fase SMED.....	75
Figura 38: Procedimiento del mantenimiento autónomo	77
Figura 39: Aplicación de KANBAN	78
Figura 40: Tarjeta KANBAN	79
Figura 41: Esquema de aplicación del MRP	80
Figura 42: Formato resumen de resultados de implementación 5S.....	93
Figura 43: Formato resumen de resultados de implementación de TPM	94
Figura 44: Formato resumen de resultados de implementación de SMED	95
Figura 45: Formato resumen de resultados de implementación de KANBAN	96
Figura 46: Formato resumen de resultados de implementación de MRP.....	97
Figura 47: Resultados generales de la propuesta.....	98

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Tasa Interna de Retorno	40
Ecuación 2: Valor Actual Neto	40

RESUMEN

El presente estudio muestra una serie de propuestas que buscan la mejora de los procesos de producción y calidad de una empresa de carrocerías. Esta se encuentra en la ciudad de Trujillo y su rubro es la manufactura de carrocerías de buses.

Los principales problemas encontrados son los relacionados a la falta de limpieza, planificación, carencia de estándares, inadecuada inspección del proceso, entre otros, que conllevan a un impacto negativo sobre la rentabilidad de la empresa.

Por esta razón, se recurrió al uso de las herramientas de Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta), de manera que se pueda brindar mejores condiciones de trabajo a los miembros de la empresa, en aspectos como seguridad y satisfacción.

Como se podrá observar en el desarrollo del estudio, las propuestas planteadas resultan rentables para la empresa (VAN = S/. 429 636.13 y TIR = 29.97%), además de obtener una reducción de costos anual de S/113 700. Por este motivo, se recomienda la aplicación de todas las propuestas descritas.

Palabras clave: Lean Manufacturing, análisis financiero, carrocerías, diagnóstico.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

I.1. Realidad problemática

En los últimos años, el sector de carrocerías ha presentado un crecimiento exponencial debido a que el transporte se ha convertido en una actividad básica desde el punto de vista económico y social, principalmente, en los países industrializados. Aun así, la importancia del transporte va más allá de los aspectos netamente económicos, convirtiéndose en un factor clave en el desarrollo de las actividades cotidianas reduciendo los tiempos necesarios para realizar los desplazamientos y permitiendo contar con mayor disponibilidad para otras actividades. (Economía Andaluza, s.f.)

A nivel mundial, el país con mayor fabricación de buses es China (OICA, 2017), dentro del que se encuentra el más grande fabricante de autobuses, Yutong Bus. Esta empresa está situada en Zhengzhou y cuenta con una capacidad de fabricación diaria de 400 unidades. Ocupa el 30% del mercado en su país y el 15% del mercado mundial.

En Latinoamérica, según Carbajal, Y. y Morales, M. para el cierre del 2013, en Brasil, los automóviles de pasajeros fueron el segundo bien de importación dentro de todo su comercio; en este segmento, México fue el segundo socio comercial, donde las exportaciones manufactureras al primer semestre de 2014 representaron el 83.1% de su economía, de este porcentaje la participación de la industria automotriz fue de 26.9%.

Así mismo, a inicios de 2017, Chile presentó un crecimiento en el mercado de vehículos livianos y medianos de 7,2% en comparación al mismo mes del 2016. A su vez, los buses tuvieron un incremento en sus ventas de 24,5% en comparación al mes de enero de 2016, al comercializarse 274 unidades nuevas en todo el país. La marca más representativa fue Mercedes Benz con una participación del 65.7%.

A nivel nacional el crecimiento de este sector va a pasos agigantados, según lo establecido en las estadísticas de la Asociación Automotriz del Perú (AAP). Específicamente, el mercado peruano de fabricación de autobuses se ha convertido en uno de los más grandes y demandados de América Latina.

Como se puede observar en la Figura N°1 para el mes de febrero se dio una disminución de 44 unidades con respecto al mes anterior (enero 2019) y de 138 unidades con respecto al mismo mes del año pasado (febrero 2018), siendo esta cantidad la más baja lograda por este sector durante el año 2018 y los 2 primeros meses del año 2019.



Figura 1. Número de vehículos pesados vendidos (2018-2019)

Fuente: SUNARP – APP

La empresa con mayor participación en este rubro a nivel nacional es Modasa, empresa limeña con 24 años de antigüedad y cuenta con una capacidad de producción de aproximadamente 100 unidades al mes, con dos líneas de producción específicas, la primera es para buses interprovinciales de un piso o más, y la segunda, para buses urbanos.

En el ámbito local, en la ciudad de Trujillo, se viene presentando un crecimiento constante de la demanda. Según estadísticas obtenidas del año pasado, La empresa Factoría Bruce S.A. culminó con la entrega de 15 buses por mes y se estima que, para el presente año, la producción mensual incremente en un 3%.

Este crecimiento se debe a que entidades privadas están realizando campañas de renovación de flotas de transporte urbano e interprovincial promovidos por la Municipalidad y el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

El diario La República, en una entrevista con el gerente de Transportes, Tránsito y Seguridad Vial de la Municipalidad Provincial de Trujillo (MPT), José Benites Vargas, indicó que hasta el momento más del 50% de las empresas de transporte público han renovado su flota de buses y para ello sus propietarios han hecho un esfuerzo económico para endeudarse ante la banca privada. Son unos 500 micros los renovados. Dijo, además, que la meta a fines del 2018 es renovar otros 300 vehículos más, es decir, un 35% de la flota restante.

Estas estadísticas muestran la alta competitividad del mercado automotriz a nivel regional, nacional e internacional y, con ello, la necesidad de las carrocerías y fabricantes de automóviles de estar siempre alineado a las necesidades del mercado en busca de una ventaja competitiva frente a sus concurrentes. (Weirs, 2008).

Mantener una ventaja competitiva ante un mercado que viene creciendo a gran velocidad obliga a los fabricantes a entregar sus unidades bajo estrictos estándares de calidad y al menor tiempo posible. Sin embargo, para estas empresas manufactureras, a medida que la demanda mantenga esta tendencia, se tornará cada vez más complicado lograrlo debido a que la información con la que cuentan para producir cada unidad es

demasiado compleja por la gran cantidad de componentes que integran su sistema de producción (Jorquera, 2012).

Dicha complejidad del trabajo genera la necesidad de buscar metodologías que permitan mejorar la productividad en los procesos de carrozado; de tal manera que el producto final se encuentre a disposición de los clientes, en el momento que requiera el mercado, garantizando mejores resultados. (Cano, 2011).

Garantizar mejores resultados significa, no solamente satisfacer las necesidades de los clientes, sino también aumentar el rendimiento (eficiencia y eficacia) de los procesos productivos. (Vílchez, 2018)

El incremento de la eficiencia y eficacia en los procesos está altamente relacionado con el incremento de la productividad. Según Alvarado (1997), la productividad se define como "la propiedad inherente a una cosa de engendrar, procrear, dar, rendir fruto, rentar, redituar interés, utilidad o beneficio anual de tal manera que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie". De acuerdo con ello, la productividad de una empresa de manufactura estaría basada en los recursos utilizados. En otras palabras, si una empresa utiliza pocos recursos puede ser muy eficiente pero no necesariamente muy efectiva. De aquí la importancia de medir la productividad en una empresa de manufactura mediante índices de productividad.

Cuando hablamos de utilización de recursos en los procesos de manufactura hacemos referencia, principalmente, a la mano de obra, herramientas y materias primas.

Según Padilla (2014) "en la mayor parte de los procesos productivos en los que se utiliza materia prima como un insumo para obtener posteriormente un producto terminado siempre existe un porcentaje de pérdida, ya sea entre el material sobrante,

parte de la materia prima que no puede ser utilizada en el proceso productivo o elementos extraños que impiden que el producto final sea de una calidad superior, las cuales pueden representar pérdidas económicas significativas o no significativas para la empresa.”

En el proceso de pintura en la fabricación de autobuses del modelo THUNDER interprovinciales de la empresa Factoría Bruce S.A., el tiempo en el que se desarrollan las actividades del proceso en mención es de 7 días calendario. Sin embargo, al presentarse una alta cantidad de merma, este tiende a aumentar en 1-2 días, por el re trabajo que se debe realizar, como el ejemplo dado en el párrafo anterior; ocasionando así que la empresa incurra en el pago de una multa, la cual es del 10% del precio de venta del producto (Tabla N° 1).

Tabla 1

Multa por sobretiempo en entrega de producto terminado

DETALLE	MONTO
Valor de venta	\$ 42 800
Costo de producción	\$ 36 351
Margen de ganancia	\$ 6 449
Multa	\$ 4 280

Fuente: Elaboración Propia

La merma en proceso es un factor que debe de disminuir para mejorar la rentabilidad de la empresa. Para ello, es necesario aplicar diferentes herramientas de control y mejora continua que permita alcanzar, sostener y maximizar el éxito de una empresa mediante la minimización de los defectos y la variabilidad en los procesos, así como las medidas que se deben tomar para reducir los efectos.

Vázquez, D. (2011) en su tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Politécnica Salesiana titulada “Propuesta de un plan para la aplicación de la estrategia SMED en el área: “Construcción de llantas de camión radial” de la empresa continental Tire Andina S.A.” , tiene como objetivo elaborar un plan de aplicación de la estrategia SMED en su empresa, para poder reducir considerablemente los tiempos de cambios de materiales y ajustes de máquina existentes en el proceso. Es así, que como conclusión a su estudio obtienen que, al implementar la herramienta ya mencionada, se logra una reducción del 19.81% en los tiempos de cambios y ajustes dentro del proceso, aumentando así el tiempo productivo.

Por otro lado, Díaz, L. (2018) en su tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial en la Pontificia Universidad Católica del Perú titulada “Diagnostico, diseño y estrategia de implementación de propuestas de mejora para el proceso de reparación de carrocería y pintura en un taller automotriz” con la finalidad de implementar un plan de aplicación de la herramienta 5´s, ya que no se contaba con un sistema de gestión y control por la falta de supervisión, ineficiente infraestructura, poco mobiliario y escasa atención para mantener el orden y limpieza de las áreas de trabajo. En base a esto, concluye que mediante la aplicación de las 5´s y la concientización de los empleados, se reduce 33% del tiempo de proceso y espera, de 35 a 24 horas. Aumentando de esta manera el número de vehículos atendidos de 185 a 212 unidades.

Rodriguez, T. & Ruiz, C. (2017) en su tesis para optar por el título profesional de Ingenieras Industriales, titulada “Propuesta de mejora en las áreas de producción y logística para incrementar la rentabilidad en la línea de producción de carrocerías CCY en la empresa Mertarqel SAC” concluyeron que tras el desarrollo de la técnica de Mantenimiento Productivo Total (TPM), con el objetivo de cambiar de mantenimiento

correctivo a un mantenimiento preventivo, generaron una reducción del número de fallas de las máquinas en un 15%, arrojando un beneficio 5 881 soles anuales.

De acuerdo con el diagnóstico realizado en el proceso de pintura de la fabricación de buses Thunder Interprovincial de la empresa Factoría Bruce S.A.C., se tiene que cinco de todas las causas raíz representan el mayor problema. Estas son; falta de mantenimiento de la maquinaria, falta de identificación de actividades, falta de orden en la producción de materiales internos, falta de planificación de las órdenes de trabajo y falta de orden y limpieza. Estas son las principales razones de los altos costos operativos de la empresa, así como también de la baja productividad del proceso de producción. Para eliminar todas estas causas, se propone la aplicación de la metodología Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta).

Cuatrecasas (2011) establece que los puntos de vista más avanzados sobre la gestión de los sistemas productivos se centran en la filosofía de la producción Lean o también llamada ajustada, la cual busca alcanzar su mayor eficiencia y competitividad tomando como base la implantación de procesos integrados por actividades para añadir valor al producto y de manera global a minimizar el consumo de recursos. Los sistemas de producción lean se centran, ante todo, en realizar los procesos productivos con el mínimo de despilfarros, Toyota los clasificó en siete tipos esenciales:

- Sobreproducción o exceso de producción: es la acción de producir en grandes lotes o en mayor cantidad de la necesaria. El exceso de producción está en la base de toda gestión incorrecta y de todos los despilfarros. Lo ideal es producir exclusivamente el producto, en clase, cantidad y calidad solicitada por el mercado.

- Sobre procesamiento o proceso inadecuado: realizar la producción haciendo uso de más recursos de los precisos. Es necesario desarrollar cada una de las actividades que componen los procesos de producción, de forma que se logren sus objetivos usando el mínimo de recursos y en el menor tiempo posible.
- Stock o existencias: acumulación en almacén de materiales o productos, a pie de máquina, en contenedores o en cualquier otro espacio. El exceso de existencias de materiales y productos es uno de los desperdicios más importantes y es fuente indirecta y facilita la presencia de muchos otros.
- Transportes: significa cualquier movimiento ya sea de productos o materiales realizado con el único propósito de cambiar la ubicación de los mismos.
- Movimientos de personal: cualquier movimiento de operario con el único propósito de cambiar de lugar.
- Esperas: tanto por parte de puestos de trabajo como de materiales o productos. La sincronización entre las operaciones es indispensable para eliminar este despilfarro. Se sabe que no conviene que los puestos de trabajo estén parados en espera de que les lleguen los materiales y productos para procesar.
- Defectos de calidad en los productos elaborados que suponen una pérdida de recursos operando un producto que no es conforme. Los componentes o productos con defectos son un despilfarro evidente, ya que deben reprocesarse o tirarse, lo que en ambos casos supone un coste adicional.

A continuación, se muestra de forma gráfica las características del modelo de gestión:

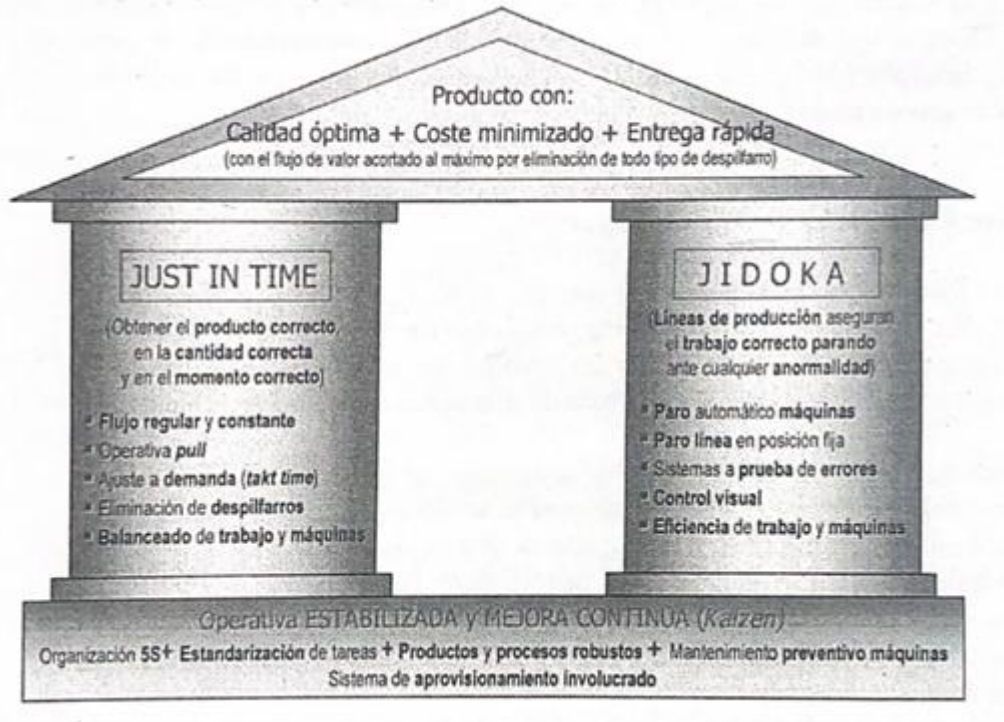


Figura 2. Esquema completo del sistema de producción Toyota, en el que se basa en Lean Management.

Fuente: Cuatrecasas (2011)

Presentar y describir el problema de investigación. Integrar antecedentes de investigación, definiciones conceptuales y datos que permitan sustentar con claridad y precisión el problema de investigación.

Mediante esta figura, Cuatrecasas (2011) identifica como base una operativa estabilizada y basada en la mejora continua, integrada con la organización 5s, y las actividades estandarizadas en los procesos, lo que permitirá obtener productos robustos, que tengan la misma calidad y con la menor complejidad posible. Esto, a su vez, acompañado de un correcto mantenimiento, permitirá que los equipos productivos tengan asegurada su disponibilidad en todo momento.

En la parte superior de dicha base, el autor propone los siguientes dos pilares:

- Just in Time: se basa en la operativa Pull sobre un flujo regular y constante del producto en lotes muy pequeños, el cual avanza a un ritmo ajustado a la demanda, con eliminación total de despilfarros y equilibrado o balanceado de las cargas de trabajadores y máquinas.

- Jidoka: es el aseguramiento del correcto funcionamiento de todos los elementos del sistema, sin necesidad de incurrir en despilfarros; a su vez, implica la parada automática de máquinas ante cualquier problema y también de líneas, cuando un paro de máquina pueda desequilibrar el proceso. Asimismo, incluye los sistemas de prevención que se necesitan con el fin de evitar errores, como los sistemas Poka-Yoke o anti error, para prevenir problemas de calidad.

De esta manera, Cuatrecasas (2011) indica que con la base de la figura y los dos pilares del sistema de producción de Toyota se busca de manera implacable la eliminación completa de las pérdidas y, por consecuencia, los costes improductivos; para finalizar, en la parte superior de la figura se obtiene los resultados de la operativa de escrita: el producto deseado y obtenido con la máxima eficiencia en todos los aspectos: bajo coste, calidad óptima y respuesta rápida ante la demanda.

Después de haber realizado el análisis de la empresa para la detección de sus problemas, se encontró, como se indicó anteriormente, una causa en el área de producción, cuyo impacto dentro de la empresa es bastante alto, esta es el elevado tiempo de preparación de máquina, la cual implica una pérdida monetaria anual de S/53,982.55. Para ello, se propone el uso de la metodología SMED.

1.1.1. Metodología Single-Minute Exchange of Die (SMED).

El sistema SMED, traducido al español como “cambio de matriz en menos de 10 minutos”, es un método que permite flexibilizar la producción y reducir significativamente el tiempo que toma un cambio de herramienta a un solo dígito de minutos.

SMED fue desarrollada en sus inicios por Shigeo Shingo, un Ingeniero Industrial japonés bajo la necesidad de lograr la producción Just In Time. Shingo es conocido no solo por la técnica SMED, sino también por ser una eminencia en el mundo de la calidad; sentó las bases del ZQC (Zero Quality Control) que propugna la eliminación de la no-calidad en el origen y relacionado con ello, inventó la utilización de los poka-yokes, que son mecanismos que hacen imposible la generación de errores en los procesos productivos. (Alarcón, 2014)

Según Shingo (2002) Esta herramienta posibilita la rápida respuesta a las fluctuaciones de la demanda y crea las condiciones necesarias para la reducción de los plazos de fabricación. Además, indica que: “Ha llegado el tiempo de despedirse de los mitos añejos de la producción anticipada y en grandes lotes. La producción flexible solamente es accesible a través del SMED”.

Para la aplicación de esta técnica, se deben considerar tres ideas fundamentales, tal como lo indica Rajadell & Sánchez (2010):

- Los tiempos se pueden reducir hasta casi eliminarlos completamente.
- No es solo un problema técnico, sino también de organización.

- Es necesaria la aplicación de un método riguroso para lograr obtener los máximos resultados al menor costo.

Según Tejeda (2011) hay dos tipos de preparación de máquina, puede ser externa, es el tipo de mantenimiento que se puede hacer mientras la máquina está funcionando, y el de preparación interna, es aquella que necesita que la máquina esté detenida para poder realizarse. El objetivo es tratar de convertir las preparaciones internas en externas con el fin de eliminar tiempo de la máquina inactiva.

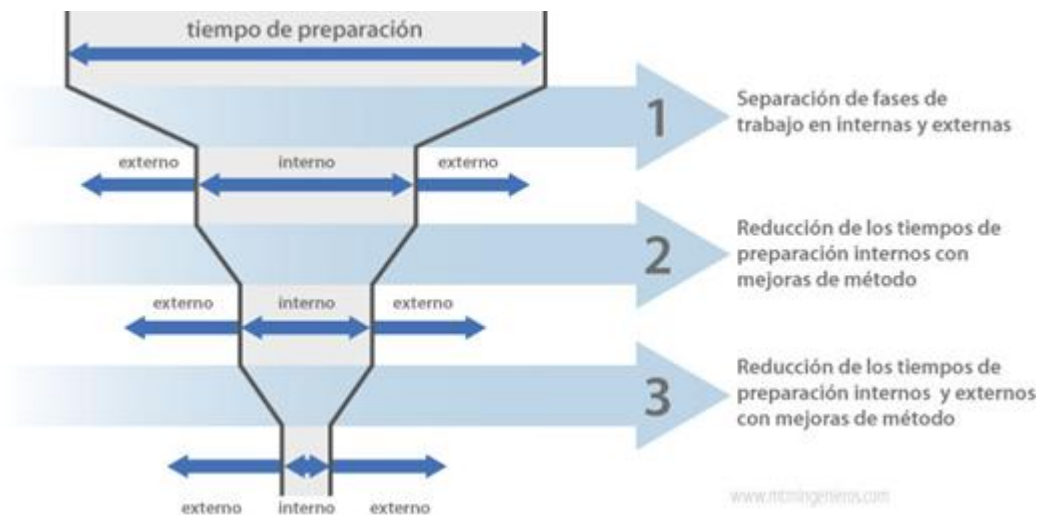


Figura 3. Aplicación de SMED

Fuente: MTM Ingenieros

Como se puede observar, la técnica sigue una serie de pasos que se detallaran a continuación (Rajadell & Sánchez, 2010)

Paso 1. Identificar las operaciones en las que se divide el cambio de modelo.

En este paso se detallan todas las tareas relacionadas con el cambio, se deben anotar las secuencias, el tiempo, las distancias, etc. Como se puede observar en el siguiente gráfico.

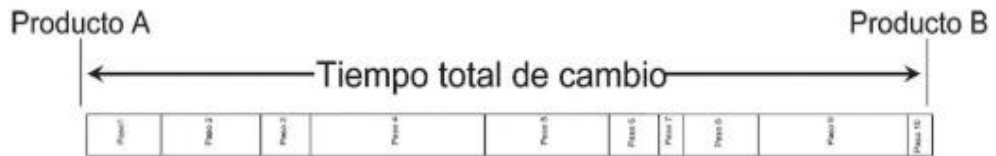


Figura 4. Paso 1 de la metodología SMED

Fuente: Rajadell & Sánchez (2010)

Paso 2. Diferenciar las operaciones internas de las externas.

Es en este paso donde se identifica el tipo de operación que se realiza, entre internas y externas. Las operaciones internas deben limitarse a retirar la herramienta anterior y fijar el nuevo, ya que es el mínimo tiempo con máquina parada. A su vez, cabe resaltar que las operaciones de cambio abarcan ambos tipos de operaciones, como se indica en la ecuación y gráfico.

Tiempo de cambio

= *Tiempo de operaciones internas*

+ *Tiempo de operaciones externas*

■ Operación Externa (máquina en marcha)
□ Operación Interna (máquina parada)

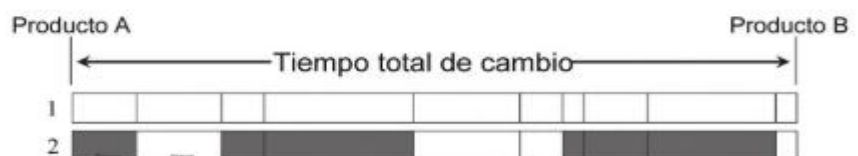


Figura 5. Paso 2 de la metodología SMED

Fuente: Rajadell & Sánchez (2010)

Paso 3. Transformar las operaciones internas en externas.

Es el paso más complejo del método, puesto que requiere un análisis detenido de las operaciones que se realizan, para de esta manera identificar las

actividades que son asumidas como internas, pero que se pueden realizar como externas, es decir que se pueden realizar mientras la máquina se encuentra en marcha. Para ello, se debe disponer de todo lo necesario en las proximidades de la máquina, de tal manera, que cuando se realice el paro, estemos seguros de que se realizará en un tiempo corto.



Figura 6. Paso 3 de la metodología SMED

Fuente: Rajadell & Sánchez (2010)

Paso 4. Reducir las operaciones internas.

Este paso se logra mediante la realización de las siguientes acciones:

- Utilizar cambios rápidos para los componentes y soportes.
- Eliminar herramientas utilizadas.
- Utilizar códigos de colores.
- Establecer posiciones prefijadas de utillajes a la hora de cambiar.



Figura 7. Paso 4 de la metodología SMED

Fuente: Rajadell & Sánchez (2010)

Paso 5. Reducir las operaciones externas.

Se reducen de igual manera que las internas, integrando los movimientos de los operarios, teniendo los estándares de línea actualizados y validados y estando todos los operarios formados adecuadamente. Obteniendo finalmente un nuevo tiempo de cambio mucho menor, como se puede observar en el gráfico.

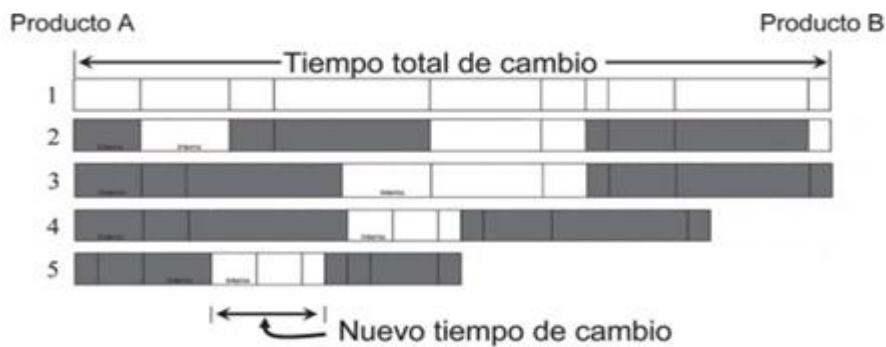


Figura 8. Paso 5 de la metodología SMED

Fuente: Rajadell & Sánchez (2010)

Por otro lado, con respecto a la causa raíz del retraso en la entrega de materiales, la cual tiene un impacto del 16.14% y una pérdida anual de S/15,745.41, se considera el uso de la herramienta KANBAN.

1.1.2. Metodología Kanban.

Cuatrecasas (2011) define este sistema como la implantación de un enlace tanto en cantidad como en clase y momento, para los diferentes procesos y operaciones; para lo cual se puede utilizar tarjetas identificadoras para cada componente, lote o producto disponible y hacer uso de estas para provocar una demanda automática de unidades, las cuales se consumen en el proceso que sigue.

Asimismo, el autor identifica dos clases de tarjetas:

- Tarjeta o Kanban de producción: utilizada para solicitar la producción de un lote de producto, el cual llevará la tarjeta, en reemplazo de otro de producto terminado y solicitado por el siguiente proceso.
- Tarjeta o Kanban de transporte: utilizada para solicitar la retirada de un lote, contenedor o envase de producto acabado en un proceso para ser llevado al siguiente o a algún almacén.

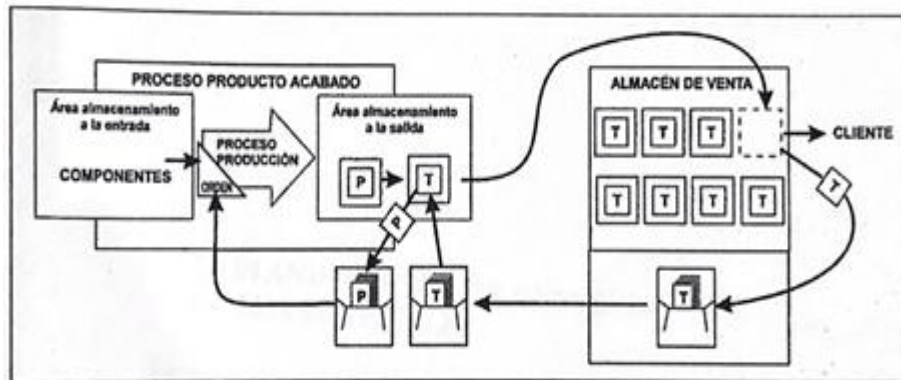


Figura 9. Esquema del funcionamiento del Kanban de transportes

Fuente: Cuatrecasas (2011)

Continuando con el área de producción encontramos que la causa de falta de orden y limpieza, con una pérdida anual de S/35,000.64, equivale al 15.99% de impacto en la empresa, por lo que es de suma importancia darle solución de inmediato. Para ello, se presenta como propuesta la aplicación de la metodología 5S.

I.1.3. Metodología 5S.

Según el profesor Ytsuda: “organizar, ordenar y limpiar no es pagar o pedir al personal que limpie, es un planteamiento sistemático de gestión”.

5s es una filosofía de trabajo que a través de un plan sistemático permite mantener de manera continua la clasificación, el orden y la limpieza. Aumentando así la productividad, la seguridad, el clima laboral, la motivación del personal, la calidad, la eficiencia y, por tanto, la competitividad de la organización (Barcia & Hidalgo, 2005).

Desde 1980, año en el que se desarrolló el concepto original de las 5S, viene siendo aplicado ampliamente en empresas industriales, más que en servicios, a pesar de que quizás son las áreas de servicios las que mayores posibilidades de mejora y beneficio pueden alcanzar con la práctica de las 5S (Rajadell & Sánchez, 2010). La empresa sobre la que se está realizando este estudio no es la excepción, donde esta metodología aporta diversas ventajas, como las indica Gregorio, Muñoz, Salcedo & Sossa (2011)

- Cero despilfarro, menores costes y alta capacidad.
- Cero daños, mejora en la seguridad.
- Cero averías, mejor mantenimiento.
- Cero defectos, calidad más elevada.
- Cero cambios de útiles, facilitando la diversificación de la producción.
- Cero retrasos, confiabilidad en las entregas.
- Cero quejas, aumentando la fiabilidad y la confianza.

Como lo indica Arrieta (2007), cada uno de los pilares de las 5s requiere de la realización de tareas y el cumplimiento de responsabilidades diferentes, las cuales deben ser aplicadas a cada una de las escenas y escenarios que se defina al trabajar.

Los pilares mencionados son cinco palabras japonesas que comienzan con la letra “S”, de ahí la denominación de esta metodología; 5S. Estas palabras se mencionan a continuación (Rajadell & Sánchez, 2010):

I.1.3.1. Seiri (Clasificar)

La primera “S” significa clasificar y eliminar todos los elementos innecesarios para la tarea que se realiza, dentro del área de trabajo. Es decir, separar lo que se necesita de lo que no, y controlar el flujo de cosas, buscando evitar los estorbos y elementos inútiles que originan despilfarro.

Para realizar la aplicación de Seiri se deben seguir los siguientes pasos:

- Separar lo que es realmente útil de lo que no.
- Mantener solo lo que se necesita, eliminar el resto.
- Separar los elementos necesarios según el uso y su frecuencia.
- Aplicar tanto a materiales tangibles (herramientas, máquinas, piezas, etc.) como intangibles (información, ficheros, etc.).

Los principales beneficios del Seiri se pueden ver reflejados en la liberación del espacio útil, reducción del tiempo de acceso a los elementos se son requeridos, facilidad del control visual y una mayor seguridad en el área de trabajo.

Para la aplicación de este pilar, se utiliza una técnica mediante tarjetas rojas, estas son adheridas a cada uno de los elementos que sean sospechosos de ser prescindibles, por diversas razones, tales como que el elemento se encuentra ya obsoleto o no se le ha dado uso hace mucho tiempo, para luego decidir si hay que considerarlos como obsoletos. De lo contrario, si no se hace nada, las cosas se continúan acumulando. El uso de estas tarjetas debe seguir un criterio ordenado de actuación a partir de una lista de chequeo de los distintos elementos susceptibles de “evaluación”.

I.1.3.2. Seiton (Ordenar)

Organizar los elementos necesarios, de manera que su ubicación sea rápida y fácil. Para ello, se debe definir el lugar de ubicación de estos elementos e identificarlos para poder colocarlos en el orden adecuado, facilitando de esta manera su búsqueda y el retorno a su posición. Asimismo, esta organización debe darse de forma constante, es decir, no dejarlo para después porque esto cae en la costumbre de dejar las cosas en cualquier lugar.

La implantación del Seiton, se rige por lo siguiente:

- Delimitar y marcar los límites de las áreas de trabajo, almacén y zona de tránsito.
- Contar con el lugar adecuado.
- Evitar duplicidades, colocar cada cosa en su lugar y tener un lugar para cada cosa.

Este pilar refleja sus ventajas en el aumento de; la facilidad para el acceso rápido a los elementos necesarios, la productividad de la planta, la seguridad y la accesibilidad y localización de la información.

Tras la puesta en práctica de Seiton, se asegura que se disponga de lo necesario en el momento oportuno y en buenas condiciones, sin tener que hacer búsquedas. Para ello, bajo diversos criterios como la frecuencia de uso, seguridad, calidad y eficiencia, se debe decidir dónde y cómo colocar cada uno de los elementos necesarios. El orden que se genera permite tener una disposición óptima de los elementos para que el flujo de cosas sea fácilmente visible, además de estudiar la eficiencia de los cambios de útiles y encontrar modos de estandarizar la disposición de los medios para facilitar una buena operatividad y un fácil mantenimiento. Las cosas deben tener un lugar de acuerdo a sus características, estas ubicaciones y características las podemos observar en el siguiente gráfico.



Figura 10. Características y ubicaciones de los elementos

Fuente: Rajadell & Sánchez (2010)

I.1.3.3. Seiso (Limpieza)

Esta “S” hace referencia a limpiar, inspeccionar (para identificar el defecto) y eliminar el defecto. Es decir, se genera una idea anticipada posibilitando la prevención de los defectos.

Las normas que este pilar requiere son:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Centrarse en la eliminación de las causas de la suciedad de igual o mayor manera que en las consecuencias.

Las evidencias más notorias de los beneficios que Seiso ofrece, se observan en la reducción del riesgo potencial de accidentes, incremento de la vida útil de los equipos, reducción de las averías y el efecto multiplicador, ya que la limpieza tiende a la limpieza.

I.1.3.4. Seiketsu (Estandarizar)

Es la metodología que permite consolidar las metas alcanzadas en las “S” anteriores, es fundamental porque es necesario realizar una sistematización de tal manera que se garantice la perdurabilidad de las aplicaciones realizadas.

Estandarizar precisa seguir un método para aplicar un procedimiento o realizar una tarea, donde la organización y el orden sean factores fundamentales. Además, fija los lugares donde se deben encontrar las cosas y donde se deben desarrollar las actividades, resaltando las inspecciones y

la limpieza. Se expone a través de un documento, un papel, una fotografía o un dibujo, y es la mejor manera, más práctica y sencilla, de realizar las cosas para todos los interesados.

La aplicación del seiketsu comporta:

- Conservar los niveles conseguidos en las tres primeras “S”.
- Elaborar y cumplir estándares de limpieza, a su vez comprobar que sean aplicados de forma adecuada.
- Transmitir la importancia de la aplicación de los estándares.

Este pilar refleja sus aspectos positivos a través del aumento del conocimiento de las instalaciones, creación de hábitos de limpieza y evita errores en la limpieza que podrían causar accidentes.

I.1.3.5. Shitsuke (Disciplina)

Shitsuke que traducido al español indica disciplina o normalización, su objetivo es convertir en hábito el uso de métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. El elemento básico dentro de este pilar es el desarrollo de una cultura de autocontrol, generando en los miembros de la organización un sentido de autodisciplina. Por ello, este es el paso más fácil, ya que consiste en la aplicación de las normas establecidas y búsqueda del mantenimiento del estado de las cosas. A su vez, es el paso más difícil, puesto que su aplicación depende del grado de alcance del espíritu de las 5s a lo largo del proyecto.

Es fácil relacionar el término Shitsuke con conceptos relacionados a la moralidad, ética y diligencia, pero este término en japonés originalmente hace referencia a las costuras sobre las telas, esto significa que de igual manera en la que estas están correctamente alineadas, así las formas de conducta humana deben estar formadas de un conjunto de reglas básicas.

La aplicación del shitsuke comporta:

- Respetar las normas y estándares propios del funcionamiento de la organización.
- Analizar el grado de aplicación y cumplimiento de las normas.
- Mantener la disciplina y autodisciplina, considerando el respeto propio y hacia los demás.
- Realizar auditorías, estas se deben dar a conocer a través de todos los miembros de manera que se realice la autoevaluación constante. Además, por lo menos una vez al mes es adecuado realizar una auditoría externa, es decir debe ser realizada por un auditor externo.

La mejora en la cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos, así como en el ambiente de trabajo, son las evidencias más contundentes de los beneficios que esta última “S” ofrece.

Contar con un medio de trabajo en el que las personas sean capaces de desenvolverse en lo que ellos mismos u otros decidieron, es de suma importancia. Cuánto más elevado sea el nivel de gestión, mayor será el esfuerzo para crear este tipo de clima, y la disciplina se tornará mucho más importante.

Asimismo, es significativo inculcar pacientemente y de forma continua la práctica de las actividades de esta metodología, para no caer en la cuenta de poseer un área de trabajo que no pueda cumplir las 5S de acuerdo a las reglas y a los estándares.

Por otra parte, con respecto a la causa de falta de planificación, se propone para solucionar este problema el uso de la herramienta MRP, ya que está ocasionando un impacto negativo del 15.99% en los costos de la empresa, significando una pérdida de S/18,203.37 anuales.

1.1.4. Metodología de planificación de los requerimientos de material (MRP).

En la actualidad, los sistemas más utilizados para la planificación y gestión de productos son el sistema Kanban y el MRP (Materials Requirement Planning); ambos tienen como objetivo resolver el mismo problema: la falta de planificación; pero con enfoques totalmente distintos.

Cuatrecasas (2011) indica que los sistemas MRP son utilizados de preferencia para la planificación de cantidades y momentos a producir o aprovisionar, lo cual es adecuado para la gestión establecida bajo el enfoque Push y en las previsiones de ventas, que es propio de los sistemas de producción en masa.

A continuación, se muestra de manera gráfica la comparativa entre las filosofías Pull y Push.

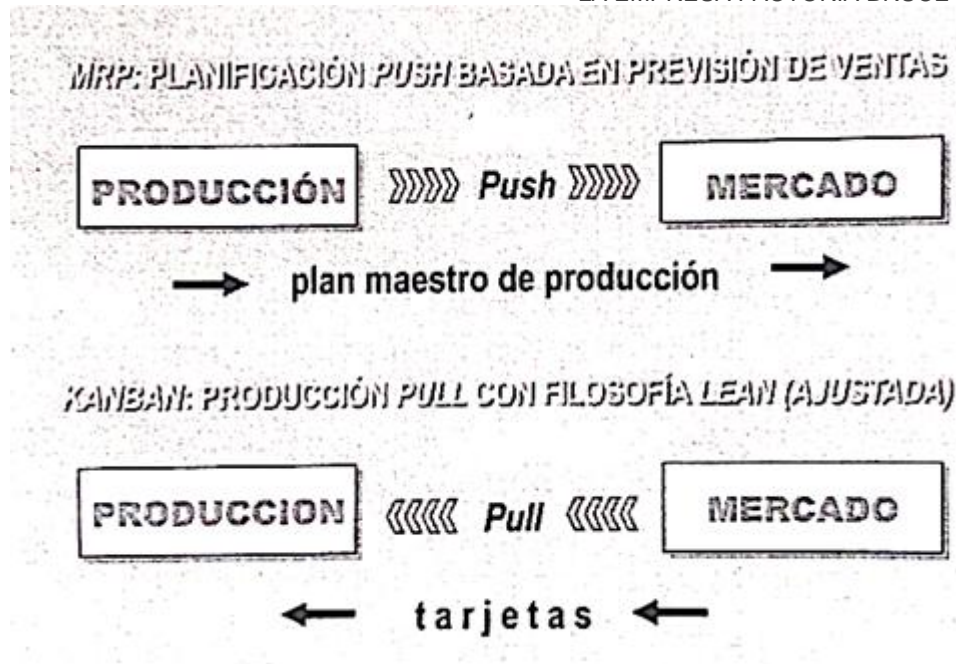


Figura 11. Diferencias entre Push y Pull

Fuente: Cuatrecasas (2011)

Cuatrecasas (2011) establece que existe la posibilidad de que se usen ambos sistemas en una organización, se utiliza el MRP tanto para mediano como largo plazo y Kanban para corto plazo; por ejemplo, Yamaha hace uso de un sistema de gestión de materiales llamado "Synchro", el cual relaciona el MRP y el Kanban.

El MRP parte del denominado plan maestro de producción, que determina la producción del producto final a llevar a cabo y en qué cantidades y momentos y a partir de él van deduciéndose las necesidades de materiales y componentes. Asimismo, debe ser revisado y actualizado de manera periódica para poder adaptarse a las fluctuaciones de la demanda y reflejar así la situación real (Cuatrecasas, 2011).

De igual manera, el autor establece que para llevar a cabo el sistema MRP se necesita lo siguiente:

- Lista de materiales BOM o estructura de cada producto final, lo cual implica el conocimiento exacto de los componentes y materiales que lo forman en clase y cantidad.
- Stock inicial disponible de cada material, producto final o componente.
- El tiempo transcurrido desde el pedido un componente o material hasta que este es recibido (lead time).
- El tamaño mínimo de lote que se puede pedir de cada componente o material.

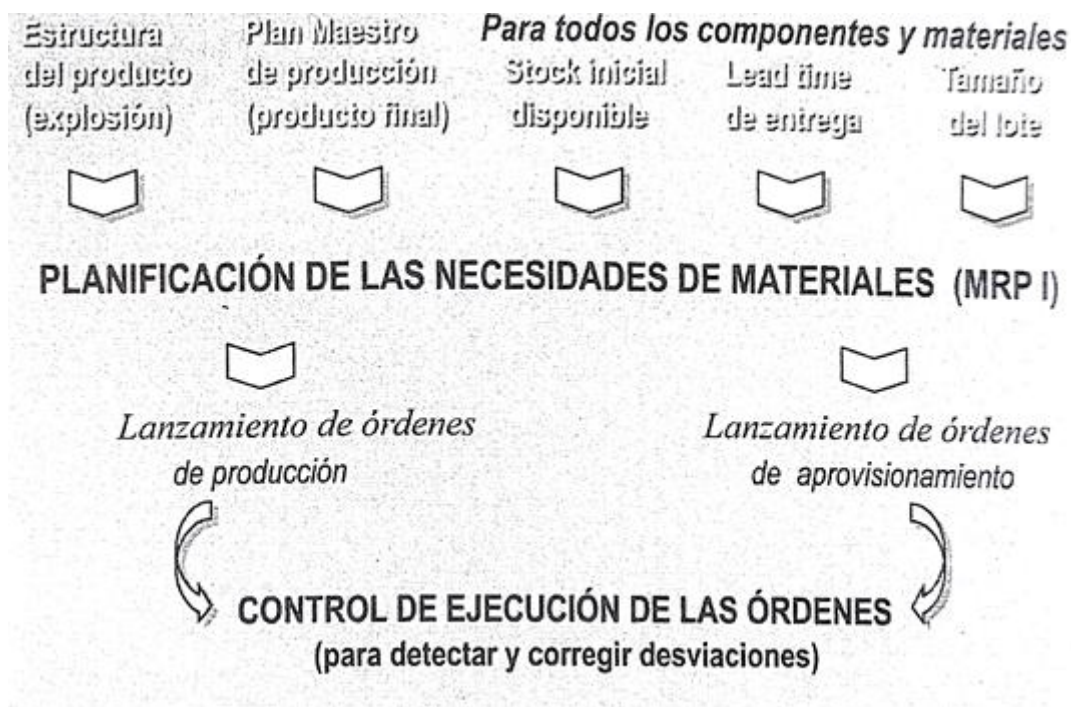


Figura 12. Etapas de la aplicación del MRP

Fuente: Cuatrecasas (2011)

Por último, en el diagnóstico del área de pintura en el proceso de fabricación del bus Thunder Interprovincial, se tiene que la parada por averías representa

un impacto del 17.80%, siendo la causa con mayor impacto y con una pérdida de S/50,393.54 al año. Para solucionar esto se propone la herramienta TPM.

I.1.5. Metodología del mantenimiento productivo total (TPM)

Cuatrecasas (2011) menciona la necesidad de que los equipos de producción operen al máximo nivel de eficiencia y calidad para alcanzar un sistema productivo que tenga como objetivos los tres ceros: cero defectos, cero despilfarros y cero averías y problemas de seguridad.

De acuerdo con la filosofía en la que se apoya el TPM, las personas encargadas de producción se ocupan también del mantenimiento de sus equipos (limpieza) y de prevención de fallos. Esto debido a que resulta mucho más eficiente y menos costoso que asignar tareas de mantenimiento preventivo y correctivo al área de mantenimiento, ya que nadie mejor que el usuario del equipo para conocer cuándo y cómo hacer este tipo de tareas y chequeos, y puede hacerlo sin pérdidas de tiempo, en el momento oportuno y sin menoscabo de la producción (Cuatrecasas, 2011).

Asimismo, Cuatrecasas (2011) define que la meta del TPM es maximizar la eficiencia global del equipo en los sistemas de producción, haciendo participe de todos los miembros de la empresa. El personal y la maquinaria debe funcionar de manera estable bajo condiciones cero averías y cero defectos, dando lugar a un proceso en flujo continuo regularizado.

Cuatrecasas (2011) estableció los siguientes puntos para la implantación de un programa TPM

- Participación del personal abarcando desde la alta dirección hasta los operarios de planta.
- Creación de la cultura corporativa orientada a obtener la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de equipos.
- Implantación de un sistema de gestión en las plantas de producción, tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan.
- Implantación del mantenimiento preventivo, para conseguir el objetivo de cero pérdidas, mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo
- Aplicación de los sistemas de gestión a todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

I.1.6. Análisis financiero.

Roldán (2017), en su publicación en el portal “Economipedia” define al análisis financiero como una serie de técnicas y procedimientos que permiten procesar toda la información contable de la empresa.

Este proceso comprende la recopilación, interpretación, comparación y estudios de los estados financieros del negocio con el fin de obtener una visión más objetiva acerca de la situación actual y, del mismo modo, visionar una evolución a futuro. Ayuda a comprender el funcionamiento del negocio y a maximizar la rentabilidad a partir de la actuación sobre los recursos existentes. (Prieto, 2010).

Para ello, afirma Prieto (2010), es necesario realizar una serie de interpretaciones porcentuales, de tasas, ratios, indicadores, estados financieros, entre otros que permitan evaluar el desempeño financiero y operacional.

Puerta (Et. Al. 2018) señala, además, que un análisis Financiero busca indagar sobre las propiedades y características de una compañía; sin embargo, es necesario tener cuidado al hacer comparaciones con empresas del sector, dado que es difícil comparar estados financieros de dos empresas de diferentes tamaños e incluso de igual tamaño, y es preciso controlar estas diferencias (Foster, 1986).

Así mismo, es posible estimar el rendimiento de una inversión, estudiar su riesgo y saber si el flujo de fondos de una empresa alcanza para afrontar los pagos. (Porto y Merino, 2011)

Según Duque (2016), el análisis financiero busca analizar la condición y desempeño de la empresa, permitiendo estimar su comportamiento actual y futuro. Además, ayuda a los administradores del negocio, inversionistas y acreedores a tomar decisiones de inversión. Conocer la capacidad de endeudamiento, la rentabilidad y la fortaleza o debilidad del negocio es también uno de sus objetivos. Por último, en lo que respecta a los aspectos de salud económica y financiera, permite su verificación.

Dos conceptos basados en la estimación de los flujos de caja de la empresa son muy usados para la realización del cálculo de la viabilidad de un proyecto, estos son el Valor Actual Neto (VAN) y La Tasa Interna de Retorno (TIR).

El VAN y el TIR son instrumentos financieros adquiridos de las matemáticas financieras que permiten la evaluación de la rentabilidad de un proyecto de inversión, con esto nos referimos tanto a la creación de un nuevo negocio, así como a las inversiones que se puedan realizar en negocios existentes (Arturo R., 2014).

I.1.6.1. Tasa Interna de Retorno (TIR).

Torres (2016) indica que “TIR es una herramienta muy importante para tomar la decisión de llevar a cabo un nuevo proyecto, ya que permite ponderar otras opciones de rentabilidad con menor riesgo y determinar si el proyecto es viable o no”. Por tanto, esta tasa debe ser considerada, adicionalmente a otras herramientas, para la correcta evaluación de un proyecto de inversión, ya que el uso de la herramienta de manera única dificulta la visibilidad de otros aspectos necesarios en la generación de valor del proyecto. Con referencia a la generación de valor, esta herramienta ofrece un valor cuantitativo, el cual se puede comparar con otras opciones de rentabilidad; siendo de suma importancia en la actualidad, donde la fluctuación del mercado es cada vez más alta y obliga a realizar evaluaciones constantes de las inversiones.

La Tasa Interna de Retorno es la rentabilidad promedio que posee un proyecto durante su tiempo de vida. La ecuación que se utiliza para obtener el TIR es:

$$C_0 + \frac{C_1}{(1 + TIR)} + \frac{C_2}{(1 + TIR)^2} + \frac{C_3}{(1 + TIR)^3} + \dots + \frac{C_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Ecuación 1: Tasa Interna de Retorno

Fuente: Torres (2016)

Dentro de esta ecuación polinómica se considera la inversión actual, aquella que da inicio al proyecto (C_0) y también se colocan las inversiones año a año que se realizarán (C_1, C_2, \dots, C_n). El resultado de esta ecuación debe ser positivo para ser considerado el proyecto.

I.1.6.2. Valor Actual Neto (VAN).

Este es un indicador financiero que se utiliza para definir, así como el TIR, la viabilidad de un proyecto. Es un método fácil de calcular, que, considerando los diferentes vencimientos de los flujos netos de caja, proporciona predicciones sobre los efectos de los proyectos dentro de la empresa (Velayos, s.f.).

La ecuación utilizada para esta herramienta es:

$$VAN = I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FC}{(1 + i)^t}$$

Ecuación 2: Valor Actual Neto

Fuente: Velayos (s.f.)

Donde I_0 hace referencia a la inversión inicial, FC al flujo de caja anual, i a la tasa de corte, en otras palabras, el rendimiento requerido o el costo del capital. Y finalmente t es el número de periodos de vida útil del proyecto (Canales, 2015).

Para conocer si el proyecto es o no viable, se evalúa el resultado del

Valor Actual Neto (Conexión Esan, 2017)

$VAN < 0$ el proyecto no es rentable.

$VAN = 0$ el proyecto es rentable

$VAN > 0$ el proyecto es rentable

Duque (2017), señala que antes de asumir algún nuevo proyecto, es indispensable llevar a cabo un análisis de costo-beneficio como un medio para evaluar todos los costos e ingresos potenciales que pueden generarse si se completa el proyecto. El resultado determinará si el proyecto es económicamente factible o no.

I.1.6.3. Beneficio/costo

Define beneficio como el cálculo de todos los ingresos directos e indirectos y, beneficios intangibles, como el aumento de la producción a partir de la mejora de la seguridad y la moral de los empleados, o el aumento de las ventas. En el caso de los costos, debemos considerar todos los gastos directos, indirectos, fijos y variables. Se debe tomar especial cuidado de no subestimar los costos relacionados con una fuente intangible.

Entonces, el índice beneficio - costo (B/C), no es más que la relación directa entre los beneficios y los costos de un proyecto para definir su viabilidad.

La Escuela Superior de Administración y Negocios (ESAN) en su página web publicó las siguientes interpretaciones:

$B/C > 1$, esto indica que los beneficios son mayores a los costos. En consecuencia, el proyecto debe ser considerado.

$B/C = 1$, significa que los beneficios igualan a los costos. No hay ganancias. Existen casos de proyectos que tienen este resultado por un tiempo y luego, dependiendo de determinados factores como la reducción de costos, pueden pasar a tener un resultado superior a 1.

$B/C < 1$, muestra que los costos superan a los beneficios. En consecuencia, el proyecto no debe ser considerado.

I.1.6.4. Retorno de Inversión (Return On Investment – ROI)

Villegas y Fernando (2001), define al retorno de la inversión, más conocido como ROI, *Return On Investment*, por sus siglas en inglés, como una razón que relaciona el ingreso generado por un centro de inversión, con los recursos (o base de activos) usados para generar ese ingreso. Puede medir el nivel de beneficio o pérdida de un proyecto en determinado periodo.

Esta relación se expresa en la siguiente fórmula:

$$\text{ROI} = (\text{Ingresos} - \text{Inversión}) / \text{Inversión}$$

Se debe señalar que el ROI, debido a su simplicidad, es uno de los indicadores financieros más utilizados en cuanto al análisis de un proyecto de inversión; sin embargo, no se considera el valor del dinero en el tiempo por lo que se puede considerar como un complemento al VAN y TIR.

Si, $ROI > 0$; es rentable.

Si $ROI < 0$ ó $= 0$; significa que los inversionistas están perdiendo dinero.

En otras palabras, mientras más alto sea el valor del ROI, más eficiente es la empresa al usar el capital para generar utilidades. (Ortiz, 2008)

I.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de implementación de herramientas de la Manufactura Esbelta en las áreas de producción y calidad sobre los costos operativos de la empresa Factoría Bruce S.A.?

I.3. Objetivos

I.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de implementación de herramientas de la Manufactura Esbelta en las áreas de producción y calidad sobre los costos operativos de la empresa Factoría Bruce S.A.

I.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar las pérdidas económicas en las áreas de producción y calidad de la empresa Factoría Bruce S.A.
- Identificar las herramientas de Manufactura Esbelta requeridas en las áreas de producción y calidad de la empresa Factoría Bruce S.A.
- Diseñar la propuesta de implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta en las áreas de producción y calidad de la empresa Factoría Bruce S.A.

- Evaluar económica y financieramente la implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta en las áreas de producción y calidad de la empresa Factoría Bruce S.A.

I.4. Hipótesis

La propuesta de implementación de herramientas de la Manufactura Esbelta en las áreas de producción y calidad reduce los costos operativos de la empresa Factoría Bruce S.A.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Por la orientación:

Investigación basada en ciencia formal y matemáticas.

Por el diseño:

Investigación diagnóstica y propositiva.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

La presente investigación se estructura en una metodología consistente en tres etapas que están conformadas, a su vez, por una serie de técnicas, procedimientos y metodologías, empleadas para lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos.

A continuación, se describirá a detalle en que consiste cada una de estas.

Diagnóstico de las áreas de producción y calidad

Esta primera etapa se busca identificar cuál es el estado actual de las áreas de producción y calidad mediante la observación, entrevistas, encuestas y diagrama de Ishikawa. Esto ayudará a conocer cuál es la realidad objetiva, permitiendo identificar todas las causas raíz que generan el problema principal y que pueden solucionarse. Dentro del diagnóstico también se va a discernir y analizar las principales causas raíz, que, a través de un diagrama de Pareto, representen el 80% del problema principal. Para poder discernir las principales causas raíz, se realizará una encuesta con los trabajadores de las áreas de producción y calidad, y de esta manera poder valorizar, de acuerdo a distintos criterios, cada causa raíz para posteriormente priorizarlos a través de una matriz. Finalmente, se elaborará una matriz de indicadores que permitirá tener

una visión cualitativa y cuantitativa del estado actual en las áreas de producción y calidad de la empresa.

Desarrollo de la propuesta de mejora

En esta etapa de la investigación, se propondrán, para cada causa raíz priorizada, las posibles soluciones de acuerdo con la información obtenida, es decir, se diseñará una propuesta de mejora para las operaciones del proceso de pintura, lo cual conllevará a la solución del problema principal. Se entregarán reportes de beneficios, manuales de procedimiento, cronogramas de aplicación e informes de los posibles resultados de la implementación de las propuestas y la validez de las herramientas utilizadas.

El diseño del plan de mejora representa la principal aspiración dentro de nuestra investigación; sin embargo, se fundamenta y cobra importancia en las etapas precedentes y particularmente con la participación de todos los miembros de las áreas de producción y calidad.

Evaluación económica-financiera

En esta etapa final se realizará un análisis o estudio económico-financiero, el cual consiste en cuatro pasos: determinar las inversiones estimadas para la ejecución del proyecto, elaborar los estados financieros pro-forma con énfasis en el flujo de caja y finalmente el cálculo de los principales indicadores como son: VAN, TIR, B/C entre otros, para evaluar la factibilidad de la ejecución del proyecto. Estos procedimientos integran el análisis o estudio financiero y económico, lo que permitirá reflejar el costo general del proyecto, los ingresos y gastos totales de operación, las fuentes y esquemas de financiamiento que requerirá, así como la estimación económica de la situación futura de la empresa. Como ya se mencionó se estimará la evaluación económica y

financiera, es decir, se analizará la rentabilidad del proyecto tanto sin financiamiento como con financiamiento; de los resultados obtenidos en ambas evaluaciones (con financiamiento y sin financiamiento), se definirá la viabilidad y rentabilidad del proyecto.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Diagnóstico de las áreas de producción y calidad

Durante esta primera etapa de la investigación, se buscó identificar cuál es el estado actual de las áreas de producción y calidad mediante la observación de los procesos y entrevistas al personal de la empresa. Esto ayudó a conocer que el principal problema son los altos costos operativos en el proceso de pintado de la fabricación de autobuses del modelo Thunder Interprovincial.

Además de generar limitaciones en la producción de la empresa, este problema genera sobrecostos y despilfarros que afectan a la rentabilidad, por este motivo se realizaron dos Diagramas de Ishikawa (Figura 13 y 14, pág. 46 y 47) donde se pudo identificar, con la colaboración del personal del área, un total de veinte causas raíz clasificándolas de acuerdo con el criterio de las “6M”. De esta manera, se obtuvo un análisis participativo sobre las causas del problema; en la Tabla 2 se muestra las causas raíz identificadas.

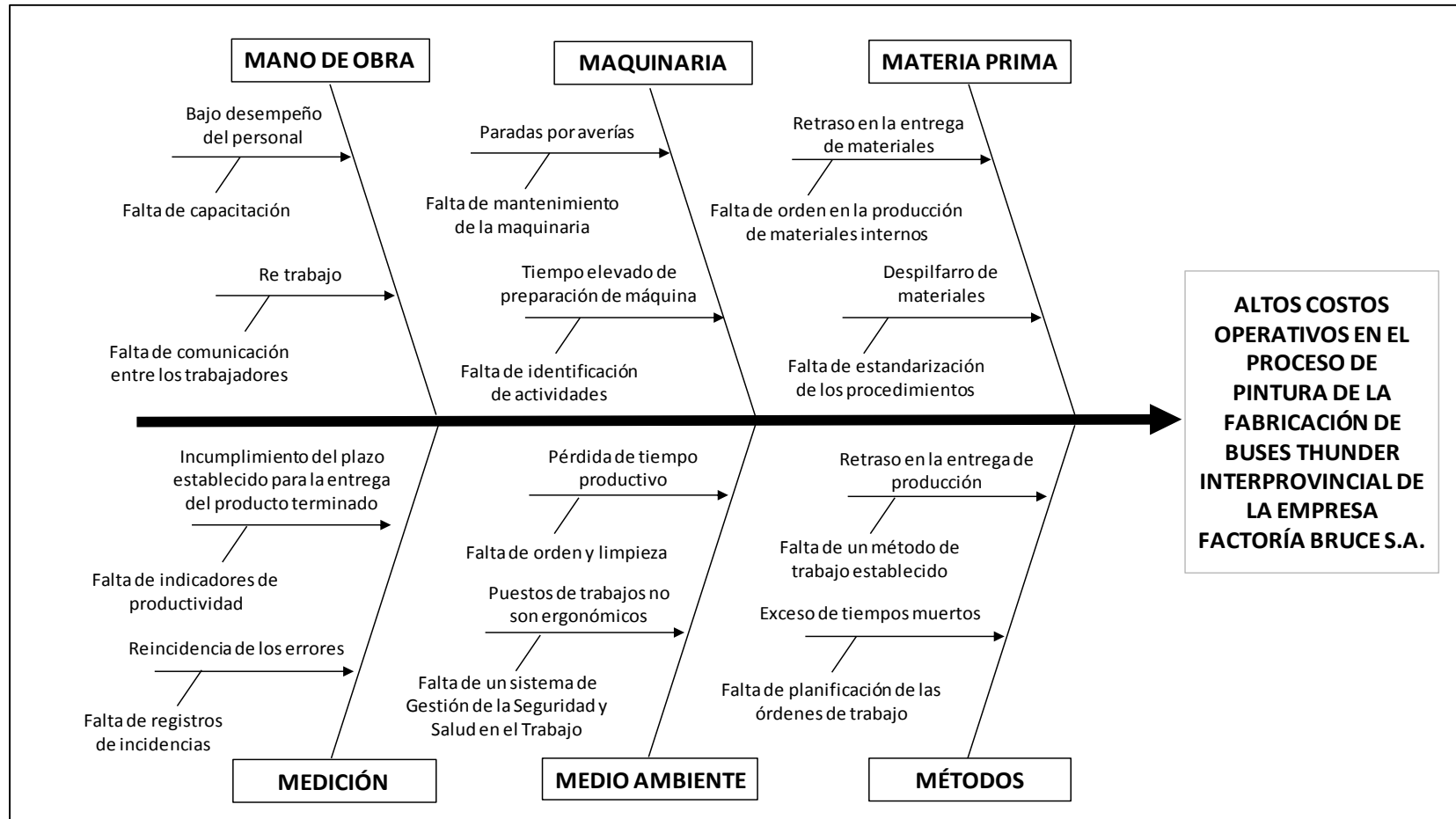


Figura 13. Diagrama de Ishikawa – Área de Producción

Fuente: Elaboración Propia

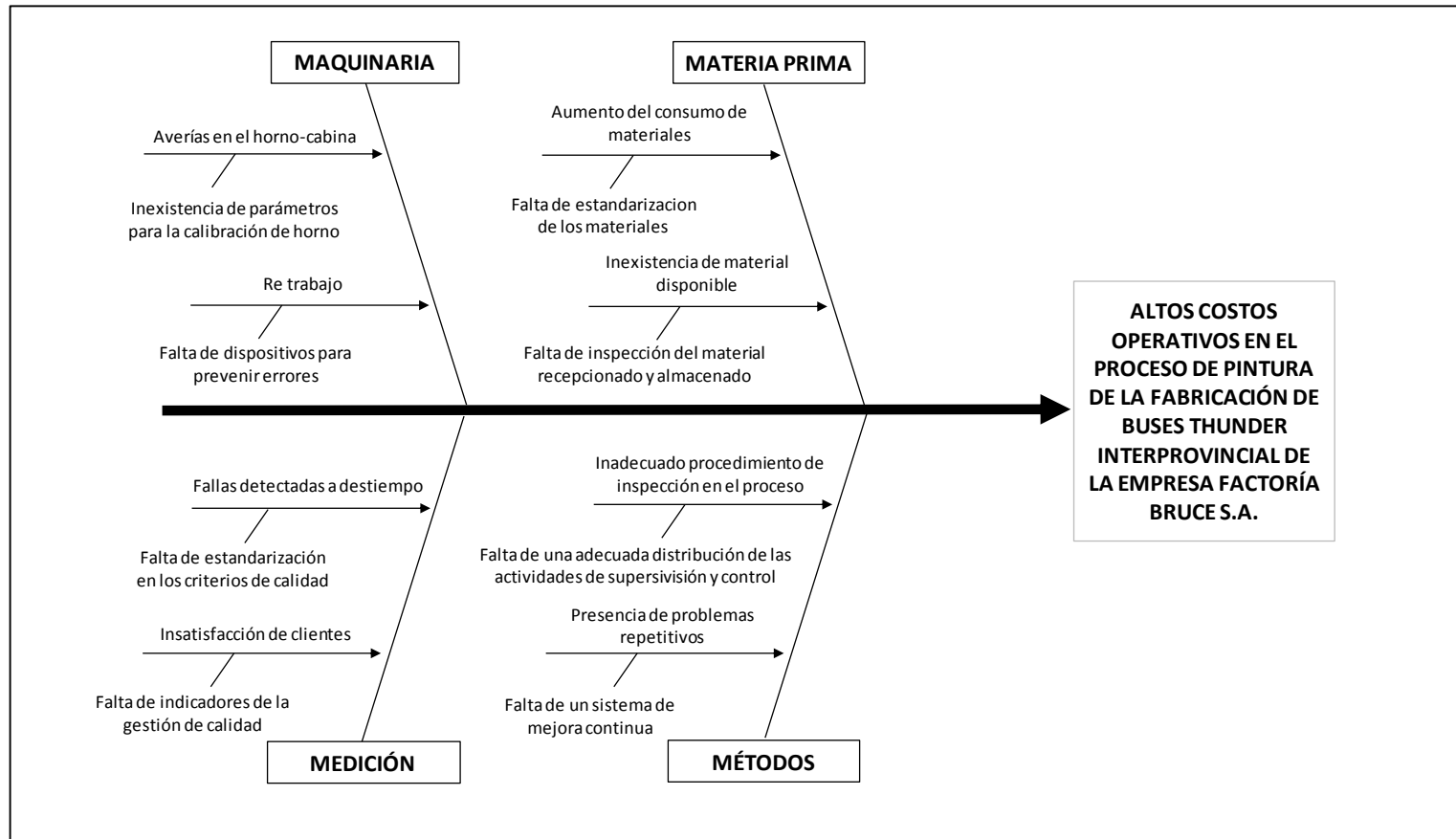


Figura 14. Diagrama de Ishikawa - Área de Calidad

Fuente: Elaboración Propia

Luego, con todas las causas raíz identificadas, fue importante separar las más relevantes de las triviales, es decir, se priorizó las causas que tienen mayor impacto sobre el problema, ya sea por la frecuencia constante con la que se presentan o por la significativa pérdida monetaria que generan, mientras que el resto de las causas son de carácter poco frecuente o su solución es simple, quitándole la necesidad de realizar una investigación.

Tabla 2

Causas Raíz identificadas en el área de Producción y Calidad

ÁREA	N ^a	Causa Raíz
PRODUCCIÓN	1	Falta de capacitación
	2	Falta de comunicación entre los trabajadores
	3	Falta de mantenimiento de la maquinaria
	4	Falta de identificación de actividades
	5	Falta de orden en la producción de materiales internos
	6	Falta de estandarización de los procedimientos
	7	Falta de indicadores de productividad
	8	Falta de registros de incidencias
	9	Falta de orden y limpieza
	10	Falta de un sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo
	11	Falta de un método de trabajo establecido
	12	Falta de planificación de las órdenes de trabajo
CALIDAD	1	Inexistencia de parámetros para la calibración de horno
	2	Falta de dispositivos para prevenir errores
	3	Falta de estandarización de los materiales
	4	Falta de inspección del material recepcionado y almacenado
	5	Falta de estandarización en los criterios de calidad
	6	Falta de indicadores de la gestión de calidad
	7	Falta de una adecuada distribución de las actividades de supervisión y control
	8	Falta de un sistema de mejora continua

Fuente: Elaboración Propia

La encuesta (Anexo 1 y 2, pág. 157) que se le realizó a la mayoría del personal de las áreas de producción y calidad, sugiriéndoles que, de acuerdo con su criterio y experiencia, califiquen basado en los rangos establecidos. Luego, con los resultados

obtenidos (Anexo 3, pág. 159), se pudo ordenar de mayor a menor las causas más relevantes en el problema obteniéndose una matriz de priorización (Anexo 4).

Finalmente, con la matriz de priorización se pudo elaborar el diagrama de Pareto en cada área (Figuras 15 y 16), permitiendo demostrar de manera gráfica cuáles eran las causas que generan el 80% del problema identificado y en dónde se tendría que realizar un análisis más exhaustivo.

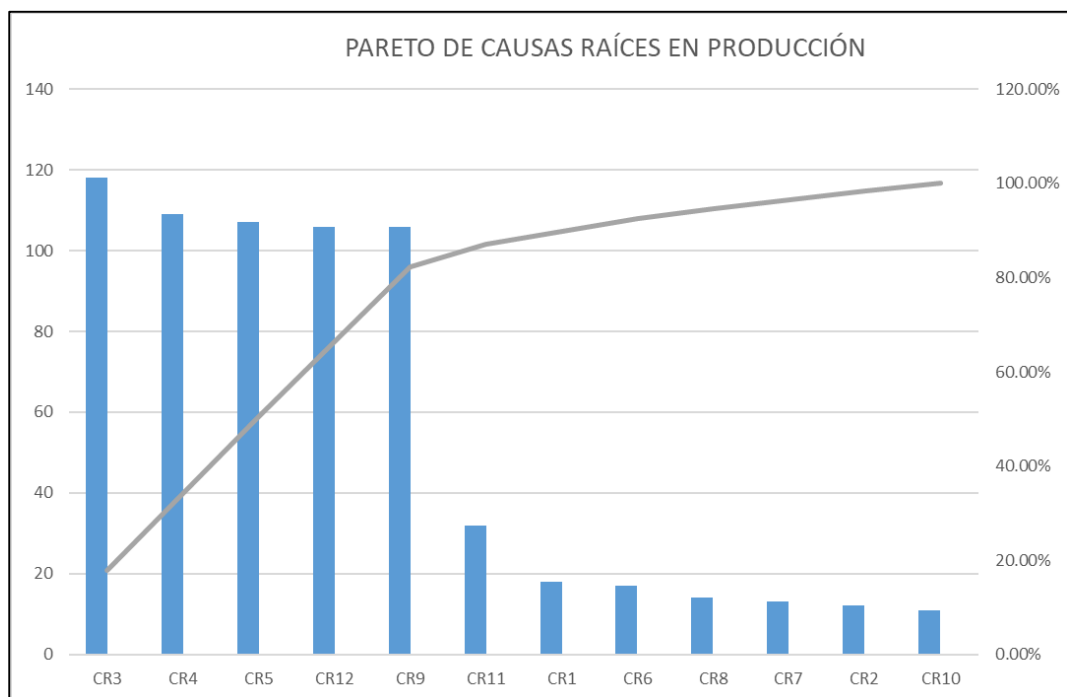


Figura 15. Diagrama de Pareto - Causas Raíz del Área de Producción

Fuente: Elaboración Propia

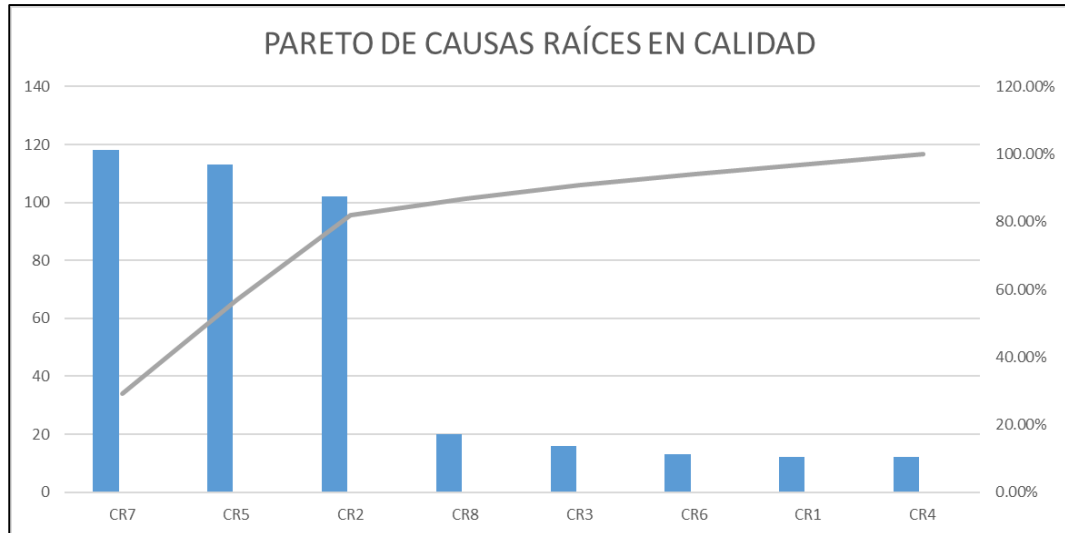


Figura 16. Diagrama de Pareto - Causas Raíz del Área de Calidad

Fuente: Elaboración Propia

2.3.2. Costeo de pérdidas en producción

CR3: Falta de mantenimiento de la maquinaria

Esta causa raíz se presenta frecuentemente en la empresa, sobre todo las fallas de los equipos que producen inesperadas pérdidas de tiempo, también se presentan casos como las marchas en vacío, esperas y detenciones menores (averías menores) ocurridas en el transcurso de la operación. Estas pérdidas de tiempo se presentan en mayor magnitud, ya sea por problemas en la instrumentación o pequeñas obstrucciones. A continuación, en la Figura 17, se detalla las pérdidas de los últimos meses.

COSTOS DE PÉRDIDA POR FALTA DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA								
Tarea:					Empresa:		Factoría Bruce S.A.	
Fecha:		27/12/2018			Proceso:		Pintado	
Analista:		Joys Stefany Aliaga Castillo			Área:		Producción	
		Katherine Solange Rodríguez Zegarra						
DATOS (Hr)				FÓRMULA				
Costo M.O.D.		S/	7.21	$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.I.F. + L.C. + C.M.C.)$ C.M.O.D. = Costo por hora de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora L.C. = Costo por hora de lucro cesante C.M.C. = Costo por mantenimientos correctivos				
Tasa C.I.F.		S/	87.30					
Lucro cesante		S/	31.24					
AÑO	MES	Hrs. Improductivas por paradas por averías	Costo de M.O.D.	C.I.F.	C.M.C.	LUCRO CESANTE	COSTO TOTAL DE PÉRDIDA	
2018	Abril	16.5	S/ 118.99	S/ 1,440.53	S/2,540.00	S/515.46	S/4,614.98	
	Mayo	16.5	S/ 118.99	S/ 1,440.53	S/3,452.00	S/515.46	S/5,526.98	
	Junio	15	S/ 108.17	S/ 1,309.57	S/1,425.00	S/468.60	S/3,311.35	
	Julio	15	S/ 108.17	S/ 1,309.57	S/3,545.00	S/468.60	S/5,431.35	
	Agosto	15.07	S/ 108.68	S/ 1,315.68	S/1,545.00	S/470.79	S/3,440.15	
	Septiembre	18.31	S/ 132.04	S/ 1,598.55	S/2,542.00	S/572.00	S/4,844.60	
	Octubre	14.69	S/ 105.94	S/ 1,282.51	S/1,589.00	S/458.92	S/3,436.36	
	Noviembre	19	S/ 137.02	S/ 1,658.79	S/1,965.00	S/593.56	S/4,354.37	
2019	Diciembre	16.99	S/ 122.52	S/ 1,483.31	S/1,235.00	S/530.77	S/3,371.60	
	Enero	19.83	S/ 143.00	S/ 1,731.25	S/1,478.00	S/619.49	S/3,971.75	
	Febrero	20.15	S/ 145.31	S/ 1,759.19	S/1,589.00	S/629.49	S/4,122.99	
	Marzo	12	S/ 86.54	S/ 1,047.66	S/2,458.00	S/374.88	S/3,967.08	
PROMEDIO MENSUAL		16.59	S/119.62	S/1,448.10	S/2,113.58	S/518.17	S/4,199.46	
TOTAL ANUAL		199.04	S/1,435.38	S/17,377.15	S/25,363.00	S/6,218.01	S/50,393.54	

Figura 17. Formato de cálculo de pérdida anual por la falta de mantenimiento de la maquinaria

Fuente: Elaboración Propia

CR4: Falta de identificación de actividades

La explicación de esta causa raíz surge a partir de que en la empresa no se le da una especial consideración a los tiempos de preparación de maquinaria pese a que es importante por varios motivos. El tiempo de cambio de máquina es alto y, por tanto, se genera tiempos muertos que a su vez genera sobrecostos. Si los tiempos de cambio fuesen insignificante se podría producir en un menor tiempo la cantidad necesaria mejorando la productividad y el lead time de fabricación.

El método actual que se emplea en el área para la preparación de la maquinaria es relativamente lento y en algunos casos complicados, elevando la posibilidad de errores en los ajustes, ocasionando el aumento de las inspecciones. A continuación, en la Figura 18 se detalla las pérdidas de los últimos meses.


COSTOS DE PÉRDIDA POR FALTA DE IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES								
Tarea:				Empresa:		Factoría Bruce S.A.		
Fecha:		27/12/2018		Proceso:		Pintado		
Analista:		Joys Stefany Aliaga Castillo		Área:		Producción		
		Katherine Solange Rodríguez Zegarra						
DATOS (Hr)				FÓRMULA				
Costo M.O.D.	S/	7.21	$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.I.F. + L.C. + C.E.)$ C.M.O.D. = Costo por hora de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora L.C. = Costo por hora de lucro cesante C.E. = Costo extras					
Tasa C.I.F.	S/	87.30						
Lucro cesante	S/	31.24						
AÑO	MES	Hrs. Improductivas por demoras en la preparación de máquinas	Costo de M.O.D.	C.I.F.	C.E.	LUCRO CESANTE	COSTO TOTAL DE PÉRDIDA	
2018	Abril	22.1	S/ 159.38	S/ 1,929.44	S/1,125.00	S/690.40	S/3,904.22	
	Mayo	22.6	S/ 162.98	S/ 1,973.09	S/957.00	S/706.02	S/3,799.09	
	Junio	22.1	S/ 159.38	S/ 1,929.44	S/1,241.00	S/690.40	S/4,020.22	
	Julio	22.1	S/ 159.38	S/ 1,929.44	S/9,658.00	S/690.40	S/12,437.22	
	Agosto	20.18	S/ 145.53	S/ 1,761.81	S/968.00	S/630.42	S/3,505.76	
	Septiembre	22.1	S/ 159.38	S/ 1,929.44	S/987.00	S/690.40	S/3,766.22	
	Octubre	22.1	S/ 159.38	S/ 1,929.44	S/985.00	S/690.40	S/3,764.22	
	Noviembre	22.35	S/ 161.18	S/ 1,951.26	S/958.00	S/698.21	S/3,768.65	
	Diciembre	22.58	S/ 162.84	S/ 1,971.34	S/987.00	S/705.40	S/3,826.58	
2019	Enero	22.1	S/ 159.38	S/ 1,929.44	S/855.00	S/690.40	S/3,634.22	
	Febrero	22.45	S/ 161.90	S/ 1,959.99	S/958.00	S/701.34	S/3,781.23	
	Marzo	22.4	S/ 161.54	S/ 1,955.63	S/958.00	S/699.78	S/3,774.94	
PROMEDIO MENSUAL		22.10	S/159.35	S/1,929.15	S/1,719.75	S/690.30	S/4,498.55	
TOTAL ANUAL		265.16	S/1,912.21	S/23,149.74	S/20,637.00	S/8,283.60	S/53,982.55	

Figura 18. Formato de cálculo de pérdida anual por demora en la preparación de máquina

Fuente: Elaboración Propia

CR5: Falta de orden en la producción de materiales internos

Esta causa raíz se presenta frecuentemente, ya que muchas veces los materiales y productos semielaborados llegan a destiempo a la estación de trabajo, lo que provoca parada de los operarios, maquinaria sin uso y tiempos extras.

Es evidente las dificultades que se presentan debido a esta causa raíz, fue importante analizar la forma como se gestiona y planifica la producción, ya que basado en esto se pudo identificar el impacto económico que se debe reducir. A continuación, en la Figura 19 se detalla las pérdidas de los últimos meses.

COSTOS DE PÉRDIDA POR FALTA DE ORDEN EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIALES INTERNOS							
Tarea:				Empresa:	Factoría Bruce S.A.		
Fecha:	27/12/2018			Proceso:	Pintado		
Analista:	Joys Stefany Aliaga Castillo			Área:	Producción		
	Katherine Solange Rodríguez Zegarra						
DATOS (Hr)				FÓRMULA			
Costo M.O.D.	S/	7.21	$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.I.F. + L.C. + C.E)$ C.M.O.D. = Costo por hora de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora L.C. = Costo por hora de lucro cesante C.E. = Costo Extras				
Tasa C.I.F.	S/	87.30					
Lucro cesante	S/	31.24					
AÑO	MES	Hrs. Improductivas por retrasos en la entrega de materiales para la fabricación	Costo de M.O.D.	C.I.F.	C.E.	LUCRO CESANTE	COSTO TOTAL DE PÉRDIDA
2018	Abril	1.5	S/ 10.82	S/ 130.96	S/965.00	S/46.86	S/1,153.63
	Mayo	1.8	S/ 12.98	S/ 157.15	S/965.00	S/56.23	S/1,191.36
	Junio	2.7	S/ 19.47	S/ 235.72	S/954.00	S/84.35	S/1,293.54
	Julio	3.4	S/ 24.52	S/ 296.84	S/954.00	S/106.22	S/1,381.57
	Agosto	2.5	S/ 18.03	S/ 218.26	S/925.00	S/78.10	S/1,239.39
	Septiembre	4.3	S/ 31.01	S/ 375.41	S/965.00	S/134.33	S/1,505.75
	Octubre	3.5	S/ 25.24	S/ 305.57	S/978.00	S/109.34	S/1,418.15
	Noviembre	2.8	S/ 20.19	S/ 244.45	S/965.00	S/87.47	S/1,317.12
2019	Diciembre	2.6	S/ 18.75	S/ 226.99	S/954.00	S/81.22	S/1,280.97
	Enero	2.4	S/ 17.31	S/ 209.53	S/978.00	S/74.98	S/1,279.82
	Febrero	2.6	S/ 18.75	S/ 226.99	S/935.00	S/81.22	S/1,261.97
	Marzo	3.5	S/ 25.24	S/ 305.57	S/982.00	S/109.34	S/1,422.15
PROMEDIO MENSUAL		2.80	S/20.19	S/244.45	S/960.00	S/87.47	S/1,312.12
TOTAL ANUAL		33.60	S/242.31	S/2,933.44	S/11,520.00	S/1,049.66	S/15,745.41

Figura 19. Formato de cálculo de pérdida anual por demoras en la entrega de materiales

Fuente: Elaboración Propia

CR12: Falta de planificación de las órdenes de trabajo

En el caso de esta causa raíz surge debido a que en el proceso general de la empresa existen varias tareas que limitan el ritmo de trabajo, debido a que se usan varias horas por las características naturales del proceso, y que adicionalmente condiciona el tiempo para el pintado. La existencia de esta diferencia de capacidad entre las distintas

tareas son las que producen los desequilibrios, que se traduce en retrasos o despilfarros de tiempos, donde son las tareas menores las que a veces se saturan o viceversa se quedan sin trabajo por varias horas durante el mes. A continuación, en la Figura 20, se detalla las pérdidas de los últimos meses.

COSTOS DE PÉRDIDA POR FALTA DE PLANIFICACIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO								
Tarea:				Empresa:		Factoría Bruce S.A.		
Fecha:		27/12/2018		Proceso:		Pintado		
Analista:		Joys Stefany Aliaga Castillo		Área:		Producción		
		Katherine Solange Rodríguez Zegarra						
DATOS (Hr)				FÓRMULA				
Costo M.O.D.		S/	7.21	$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.I.F. + L.C. + C.E.)$ C.M.O.D. = Costo por hora de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora L.C. = Costo por hora de lucro cesante C.E. = Costo Extras				
Tasa C.I.F.		S/	87.30					
Lucro cesante		S/	31.24					
AÑO	MES	Hrs. Improductivas por falta de planificación	Costo de M.O.D.	C.I.F.	C.E.	LUCRO CESANTE	COSTO TOTAL DE PÉRDIDA	
2018	Abril	3.54	S/ 25.53	S/ 309.06	S/1,247.00	S/110.59	S/1,692.18	
	Mayo	2.54	S/ 18.32	S/ 221.75	S/1,235.00	S/79.35	S/1,554.42	
	Junio	1.78	S/ 12.84	S/ 155.40	S/1,258.00	S/55.61	S/1,481.85	
	Julio	2.58	S/ 18.61	S/ 225.25	S/1,475.00	S/80.60	S/1,799.45	
	Agosto	3.58	S/ 25.82	S/ 312.55	S/1,458.00	S/111.84	S/1,908.21	
	Septiembre	2.65	S/ 19.11	S/ 231.36	S/169.00	S/82.79	S/502.25	
	Octubre	3.47	S/ 25.02	S/ 302.95	S/1,740.00	S/108.40	S/2,176.37	
	Noviembre	1.22	S/ 8.80	S/ 106.51	S/1,258.00	S/38.11	S/1,411.42	
2019	Diciembre	1.58	S/ 11.39	S/ 137.94	S/1,369.00	S/49.36	S/1,567.70	
	Enero	2.57	S/ 18.53	S/ 224.37	S/987.00	S/80.29	S/1,310.19	
	Febrero	3.54	S/ 25.53	S/ 309.06	S/963.00	S/110.59	S/1,408.18	
	Marzo	3.5	S/ 25.24	S/ 305.57	S/951.00	S/109.34	S/1,391.15	
PROMEDIO MENSUAL		2.71	S/19.56	S/236.81	S/1,175.83	S/84.74	S/1,516.95	
TOTAL ANUAL		32.55	S/234.74	S/2,841.77	S/14,110.00	S/1,016.86	S/18,203.37	

Figura 20. Formato de cálculo de pérdida anual por falta de planificación

Fuente: Elaboración Propia

CR9: Falta de orden y limpieza

La falta de orden y limpieza es una de las mayores deficiencias en la empresa, y tiene un gran impacto sobre la productividad. Bajo tales circunstancias, aunque la búsqueda de herramientas, papeles y útiles forma parte del trabajo, es un trabajo improductivo no generador de valor, y cuando se realiza la limpieza, debido a que esta se ha

acumulado tanto, toma bastante tiempo poder realizarla y por lo tanto significa más pérdida de tiempos productivos.

Asimismo, en estas condiciones de suciedad, desorganización y desorden, el nivel de motivación del personal es bajo, al igual que la calidad del trabajo, lo cual termina generando un impacto negativo en la productividad y los costos de producción se incrementan, haciendo que la rentabilidad de la empresa se reduzca. A continuación, en la Figura 21 se detalla las pérdidas de los últimos meses.

COSTOS DE PÉRDIDA POR FALTA DE ORDEN Y LIMPIEZA							
Tarea:			Empresa:	Factoría Bruce S.A.			
Fecha:	27/12/2018		Proceso:	Pintado			
Analista:	Joys Stefany Aliaga Castillo		Área:	Producción			
	Katherine Solange Rodríguez Zegarra						
DATOS (Hr)			FÓRMULA				
Costo M.O.D.	S/	7.21	$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.I.F. + L.C. + C.E.)$ C.M.O.D. = Costo por hora de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora L.C. = Costo por hora de lucro cesante C.M.C. = Costo por mantenimientos correctivos				
Tasa C.I.F.	S/	87.30					
Lucro cesante	S/	31.24					
AÑO	MES	Hrs. Improductivas por falta de orden y limpieza	Costo de M.O.D.	C.I.F.	C.E.	LUCRO CESANTE	COSTO TOTAL DE PÉRDIDA
2018	Abril	13.81	S/ 99.59	S/ 1,205.68	S/1,247.00	S/431.42	S/2,983.70
	Mayo	15.42	S/ 111.20	S/ 1,346.24	S/1,235.00	S/481.72	S/3,174.16
	Junio	12.45	S/ 89.78	S/ 1,086.94	S/1,258.00	S/388.94	S/2,823.67
	Julio	13.58	S/ 97.93	S/ 1,185.60	S/1,475.00	S/424.24	S/3,182.77
	Agosto	14.54	S/ 104.86	S/ 1,269.41	S/1,458.00	S/454.23	S/3,286.50
	Septiembre	12.58	S/ 90.72	S/ 1,098.29	S/169.00	S/393.00	S/1,751.01
	Octubre	13.84	S/ 99.81	S/ 1,208.30	S/1,740.00	S/432.36	S/3,480.47
	Noviembre	13.89	S/ 100.17	S/ 1,212.66	S/1,258.00	S/433.92	S/3,004.76
	Diciembre	13.84	S/ 99.81	S/ 1,208.30	S/1,369.00	S/432.36	S/3,109.47
2019	Enero	15.42	S/ 111.20	S/ 1,346.24	S/987.00	S/481.72	S/2,926.16
	Febrero	12.89	S/ 92.96	S/ 1,125.36	S/963.00	S/402.68	S/2,584.00
	Marzo	13.86	S/ 99.95	S/ 1,210.04	S/951.00	S/432.99	S/2,693.98
PROMEDIO MENSUAL		13.84	S/99.83	S/1,208.59	S/1,175.83	S/432.47	S/2,916.72
TOTAL ANUAL		166.12	S/1,197.98	S/14,503.07	S/14,110.00	S/5,189.59	S/35,000.64

Figura 21. Formato de cálculo de pérdida anual por falta de orden y limpieza

Fuente: Elaboración Propia

2.3.3. Costeo de pérdidas en calidad

CR7: Inadecuado procedimiento de inspección en el proceso

Esta causa raíz se presenta cuando se genera despilfarro de tiempo derivado de los errores en la inspección, pese a esto es aceptado en la empresa como algo normal e inevitable, aunque cabe resaltar que aceptar esto significa también aceptar una gran pérdida de productividad porque incluye el trabajo extra que debe realizarse como consecuencia de no haber realizado correctamente el proceso productivo la primera vez. A continuación, en la Figura 22 se detalla las pérdidas de los últimos meses.

COSTOS DE PÉRDIDA POR FALTA DE UNA ADECUADA DISTRIBUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE SUPERVISIÓN Y CONTROL							
Tarea:				Empresa:	Factoría Bruce S.A.		
Fecha:	27/12/2018			Proceso:	Pintado		
Analista:	Joys Stefany Aliaga Castillo			Área:	Producción		
	Katherine Solange Rodríguez Zegarra						
DATOS (Hr)				FÓRMULA			
Costo M.O.D.	S/	7.21	$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ i\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.I.F. + L.C. + M.)$ C.M.O.D. = Costo por hora de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora L.C. = Costo por hora de lucro cesante M. = Multas				
Tasa C.I.F.	S/	87.30					
Lucro cesante	S/	31.24					
AÑO	MES	Hrs. Improductivas por inadecuado procedimiento de inspección	Costo de M.O.D.	C.I.F.	MULTAS	LUCRO CESANTE	COSTO TOTAL DE PÉRDIDA
2018	Abril	1.245	S/ 8.98	S/ 108.69	S/2,867.60	S/38.89	S/3,024.17
	Mayo	2.12	S/ 15.29	S/ 185.09	S/2,867.60	S/66.23	S/3,134.20
	Junio	1.58	S/ 11.39	S/ 137.94	S/2,867.60	S/49.36	S/3,066.30
	Julio	1.69	S/ 12.19	S/ 147.55	S/2,867.60	S/52.80	S/3,080.13
	Agosto	1.35	S/ 9.74	S/ 117.86	S/2,867.60	S/42.17	S/3,037.37
	Septiembre	1.74	S/ 12.55	S/ 151.91	S/2,867.60	S/54.36	S/3,086.42
	Octubre	1.69	S/ 12.19	S/ 147.55	S/2,867.60	S/52.80	S/3,080.13
	Noviembre	1.47	S/ 10.60	S/ 128.34	S/2,867.60	S/45.92	S/3,052.46
2019	Diciembre	1.58	S/ 11.39	S/ 137.94	S/2,867.60	S/49.36	S/3,066.30
	Enero	1.23	S/ 8.87	S/ 107.38	S/2,867.60	S/38.43	S/3,022.28
	Febrero	1.59	S/ 11.47	S/ 138.81	S/2,867.60	S/49.67	S/3,067.55
	Marzo	2.15	S/ 15.50	S/ 187.71	S/2,867.60	S/67.17	S/3,137.98
PROMEDIO MENSUAL		1.62	S/11.68	S/141.40	S/2,867.60	S/50.60	S/3,071.27
TOTAL ANUAL		19.44	S/140.16	S/1,696.77	S/34,411.20	S/607.15	S/36,855.27

Figura 22. Formato de cálculo de pérdida anual por inadecuado procedimiento de inspección

Fuente: Elaboración Propia

CR5: Falta de estandarización en los criterios de calidad

Basado en lo anterior se puede deducir que hace falta estandarizar criterios de calidad, para poder controlar en tiempo real y no solo después de haber realizado los trabajos, de modo que los defectos en el proceso productivo se detecten justo cuando suceden, minimizando así el número de buses que requieren inspecciones adicionales o repetición de trabajos. A continuación, en la Figura 23 se detalla las pérdidas de los últimos meses.

COSTOS DE PÉRDIDA POR FALTA DE ESTANDARIZACIÓN DE LOS CRITERIOS DE CALIDAD								
Tarea:				Empresa:	Factoría Bruce S.A.			
Fecha:	27/12/2018			Proceso:	Pintado			
Analista:	Joys Stefany Aliaga Castillo			Área:	Producción			
	Katherine Solange Rodríguez Zegarra							
DATOS (Hr)				FÓRMULA				
Costo M.O.D.	S/	7.21		$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.I.F. + L.C. + M.)$ C.M.O.D. = Costo por hora de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora L.C. = Costo por hora de lucro cesante M. = Multas				
Tasa C.I.F.	S/	87.30						
Lucro cesante	S/	31.24						
AÑO	MES	Hrs. Improductivas por falta de capacitación	Costo de M.O.D.	C.I.F.	MULTAS	LUCRO CESANTE	COSTO TOTAL DE PÉRDIDA	
2018	Abril	0.45	S/ 3.25	S/ 39.29	S/2,867.60	S/14.06	S/2,924.19	
	Mayo	0.78	S/ 5.63	S/ 68.10	S/2,867.60	S/24.37	S/2,965.69	
	Junio	0.89	S/ 6.42	S/ 77.70	S/2,867.60	S/27.80	S/2,979.52	
	Julio	0.87	S/ 6.27	S/ 75.96	S/2,867.60	S/27.18	S/2,977.01	
	Agosto	1.54	S/ 11.11	S/ 134.45	S/2,867.60	S/48.11	S/3,061.26	
	Septiembre	0.87	S/ 6.27	S/ 75.96	S/2,867.60	S/27.18	S/2,977.01	
	Octubre	1.25	S/ 9.01	S/ 109.13	S/2,867.60	S/39.05	S/3,024.80	
	Noviembre	1.58	S/ 11.39	S/ 137.94	S/2,867.60	S/49.36	S/3,066.30	
	Diciembre	1.96	S/ 14.13	S/ 171.12	S/2,867.60	S/61.23	S/3,114.08	
2019	Enero	1.37	S/ 9.88	S/ 119.61	S/2,867.60	S/42.80	S/3,039.89	
	Febrero	1.54	S/ 11.11	S/ 134.45	S/2,867.60	S/48.11	S/3,061.26	
	Marzo	1.86	S/ 13.41	S/ 162.39	S/2,867.60	S/58.11	S/3,101.51	
PROMEDIO MENSUAL		1.25	S/8.99	S/108.84	S/2,867.60	S/38.95	S/3,024.38	
TOTAL ANUAL		14.96	S/107.88	S/1,306.08	S/34,411.20	S/467.35	S/36,292.51	

Figura 23. Formato de cálculo de pérdida anual por falta de estandarización

Fuente: Elaboración Propia

CR2: Falta de dispositivos para prevenir errores

El proceso productivo actual de la empresa nos está diseñado a prueba de errores, para conseguir un pintado de acuerdo con la calidad exigida, eliminando así cualquier necesidad de re trabajo o de inspecciones adicionales.

El reproceso que se hace a los pintados, el operario repite el proceso porque no se pudo percatar, debido a la forma como se trabaja, de la falla que se presentaba cuando pasaba la pintura por la máquina, pero por un mal ajuste en la configuración de esta hizo que no se cumplirá con la calidad exigida, por lo tanto, se generó despilfarro de horas que se pudo haber evitado si se detectaba a tiempo. A continuación, en la Figura 24 se detalla las pérdidas de los últimos meses.

COSTOS DE PÉRDIDA POR FALTA DE DISPOSITIVOS PARA PREVENIR ERRORES								
Tarea:				Empresa:	Factoría Bruce S.A.			
Fecha:	27/12/2018			Proceso:	Pintado			
Analista:	Joys Stefany Aliaga Castillo			Área:	Producción			
	Katherine Solange Rodríguez Zegarra							
DATOS (Hr)				FÓRMULA				
Costo M.O.D.	S/	7.21		$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.I.F. + L.C. + M.)$ C.M.O.D. = Costo por hora de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora L.C. = Costo por hora de lucro cesante M. = Multas				
Tasa C.I.F.	S/	87.30						
Lucro cesante	S/	31.24						
AÑO	MES	Hrs. Improductivas por falta de capacitación	Costo de M.O.D.	C.I.F.	MULTAS	LUCRO CESANTE	COSTO TOTAL DE PÉRDIDA	
2018	Abril	1.24	S/ 8.94	S/ 108.26	S/2,867.60	S/38.74	S/3,023.54	
	Mayo	0.78	S/ 5.63	S/ 68.10	S/2,867.60	S/24.37	S/2,965.69	
	Junio	1.58	S/ 11.39	S/ 137.94	S/2,867.60	S/49.36	S/3,066.30	
	Julio	0.87	S/ 6.27	S/ 75.96	S/2,867.60	S/27.18	S/2,977.01	
	Agosto	1.54	S/ 11.11	S/ 134.45	S/2,867.60	S/48.11	S/3,061.26	
	Septiembre	0.87	S/ 6.27	S/ 75.96	S/2,867.60	S/27.18	S/2,977.01	
	Octubre	1.25	S/ 9.01	S/ 109.13	S/2,867.60	S/39.05	S/3,024.80	
	Noviembre	1.58	S/ 11.39	S/ 137.94	S/2,867.60	S/49.36	S/3,066.30	
2019	Diciembre	1.96	S/ 14.13	S/ 171.12	S/2,867.60	S/61.23	S/3,114.08	
	Enero	1.37	S/ 9.88	S/ 119.61	S/2,867.60	S/42.80	S/3,039.89	
	Febrero	1.2	S/ 8.65	S/ 104.77	S/2,867.60	S/37.49	S/3,018.51	
	Marzo	0.95	S/ 6.85	S/ 82.94	S/2,867.60	S/29.68	S/2,987.07	
PROMEDIO MENSUAL		1.27	S/9.13	S/110.51	S/2,867.60	S/39.54	S/3,026.79	
TOTAL ANUAL		15.19	S/109.54	S/1,326.16	S/34,411.20	S/474.54	S/36,321.44	

Figura 24. Formato de cálculo de pérdida anual por falta de dispositivos para prevenir fallas

Fuente: Elaboración Propia

2.3.4. Indicadores

En este diagnóstico se logró identificar las causas raíz que originan el problema y se cuantificó las pérdidas, ya que de esta manera se podrá atacar dichas causas, la riqueza se encuentra en el estudio a detalle, por eso la metodología de diagnóstico propuesta parte de la observación y de la recogida de información a lado de cada puesto o de cada máquina.

El resultado final de este diagnóstico se puede ver en la Tabla 3, donde se muestran los indicadores, la pérdida monetaria y las herramientas de mejora que se necesita aplicar.

Tabla 3

Cuadro de Indicadores de la propuesta de implementación

ÁREA	Cri	CAUSA RAÍZ	INDICADOR	FÓRMULA	VALOR ACTUAL	VALOR OBJETIVO	PÉRDIDA MONETARIA ANUAL	HERRAMIENTA DE MEJORA
PRODUCCIÓN	CR3	Falta de mantenimiento de la maquinaria	Cpa : coeficiente de despilfarro de horas por paradas por averías	$C_{pa} = \frac{\text{Total de hr. mensuales de paradas por averías}}{\Sigma \text{Tiempos estándar}}$	30%	5%	S/50,393.54	TPM
	CR4	Falta de identificación de actividades	Cpm : coeficiente de despilfarro por las horas de preparación de máquina	$C_{pm} = \frac{\text{Total de hr. mensuales preparación de máquina}}{\Sigma \text{Tiempos estándar}}$	10%	2%	S/53,982.55	SMED
	CR5	Falta de orden en la producción de materiales interm	Crn : coeficiente de despilfarro de horas por el retraso de materiales	$C_{rn} = \frac{\text{Total de hr. mensuales de retraso de material}}{\Sigma \text{Tiempos estándar}}$	10%	2%	S/15,745.41	KANBAN
	CR12	Falta de planificación de las órdenes de trabajo	Cfp : coeficiente de despilfarro por horas improductivas por falta de planificación	$C_{fp} = \frac{\text{Total de hr. mensuales por falta de planificación}}{\Sigma \text{Tiempos estándar}}$	15%	2%	S/18,203.37	MRP II
	CR9	Falta de orden y limpieza	Cfo : coeficiente de despilfarro de horas por la falta de orden y limpieza	$C_{fo} = \frac{\text{Total de hr. mensuales por falta de limpieza}}{\Sigma \text{Tiempos estándar}}$	8%	1%	S/35,000.64	5S
CALIDAD	CR7	Falta de una adecuada distribución de las actividades de supervisión y control	Cfi : coeficiente de despilfarro de horas por inadecuado procedimiento de inspección	$C_{fi} = \frac{\text{Total de hr. mensuales improductivas por inadecuado procedimiento de inspección}}{\Sigma \text{Tiempos estándar}}$	14%	2%	S/36,855.27	JIDOKA
	CR5	Falta de estandarización en los criterios de calidad	Cfm : coeficiente de despilfarro por horas inproductivas por falta de estandarización en los criterios de calidad	$C_{re} = \frac{\text{Total de hr. mensuales improductivas por falta de estandarización en los criterios de calidad}}{\Sigma \text{Tiempos estándar}}$	7%	1%	S/36,292.51	Despliegue de la función calidad (QFD)
	CR2	Falta de dispositivos para prevenir errores	Cde : coeficiente de despilfarro por horas improductivas por falta de dispositivos para prevenir errores	$C_{de} = \frac{\text{Total de hr. mensuales por improductivas por falta de dispositivos para prevenir errores}}{\Sigma \text{Tiempos estándar}}$	12%	1%	S/36,321.44	POKA YOKE

Fuente: Elaboración Propia

2.3.5. Desarrollo de Propuesta de Mejora

Implementación de 5S

Comenzando por la falta de orden y limpieza, como se mencionó anteriormente la técnica a desarrollar para solucionar esta causa raíz son las “5S” que está basada en la metodología Lean Manufacturing, como referencia se tomó el libro: “5S Para la mejora continua” de Jaume, 2015. En la Figura 3 se muestra el procedimiento planteado por el autor.

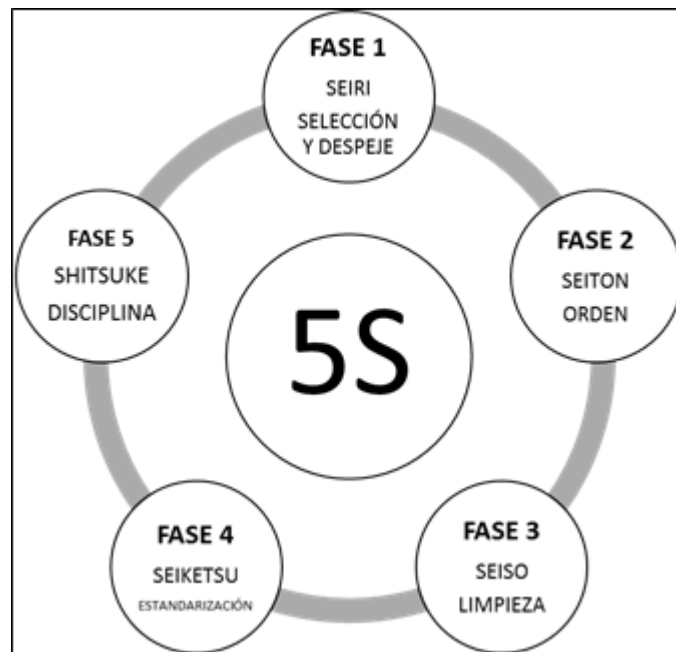


Figura 25. Diagrama del proceso de implementación 5S

Fuente: Jaume, 2015.

El primer paso es el desarrollo de “SEIRI” (Clasificación) mediante la técnica de clasificación y descarte donde primero se elaboran los formatos de selección de objetos necesarios e innecesarios, posteriormente se utiliza la herramienta de la tarjeta roja para realizar la clasificación y finalmente con el cuadro de control de tarjetas rojas se resume todo lo que se desechará y todo lo que se ordenará. En la Figura 26 se detalla los pasos a seguir para desarrollar este proceso.

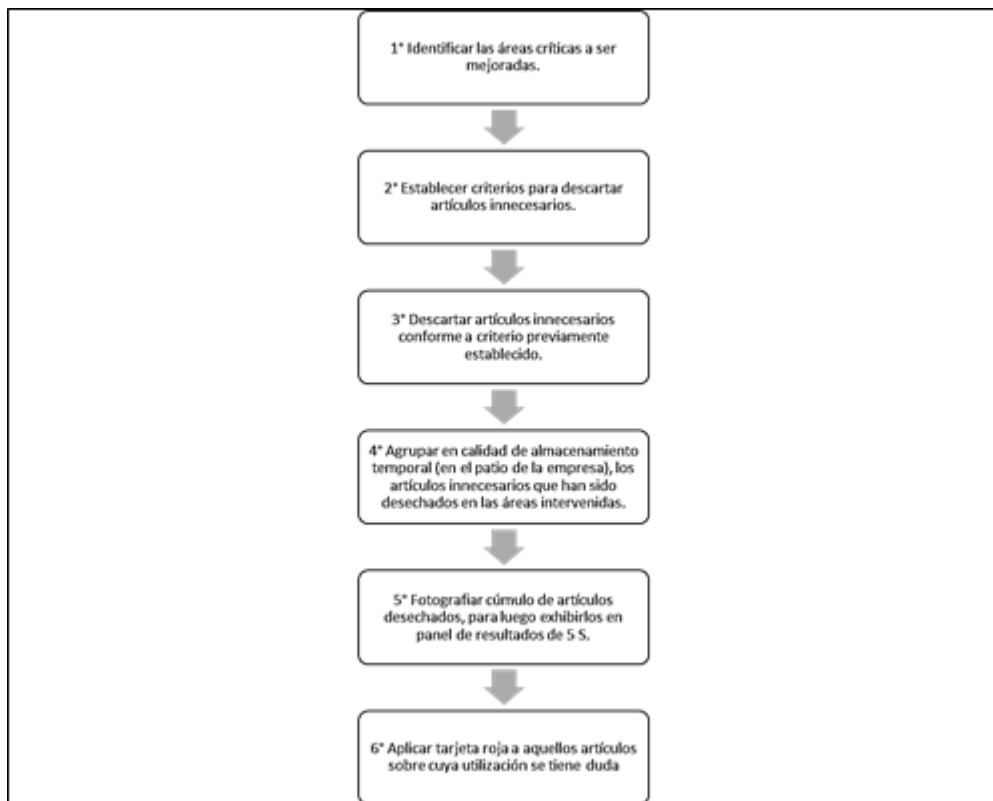


Figura 26. Procedimiento para SEIRI

Fuente: Elaboración Propia

Una vez identificadas las áreas críticas a ser mejoradas, se procedió a establecer los criterios para realizar los descartes de artículos innecesarios, este un punto clave, para ello se elaboró un diagrama de flujo para que los trabajadores puedan guiarse al momento de realizar este paso (Ver figura 27).

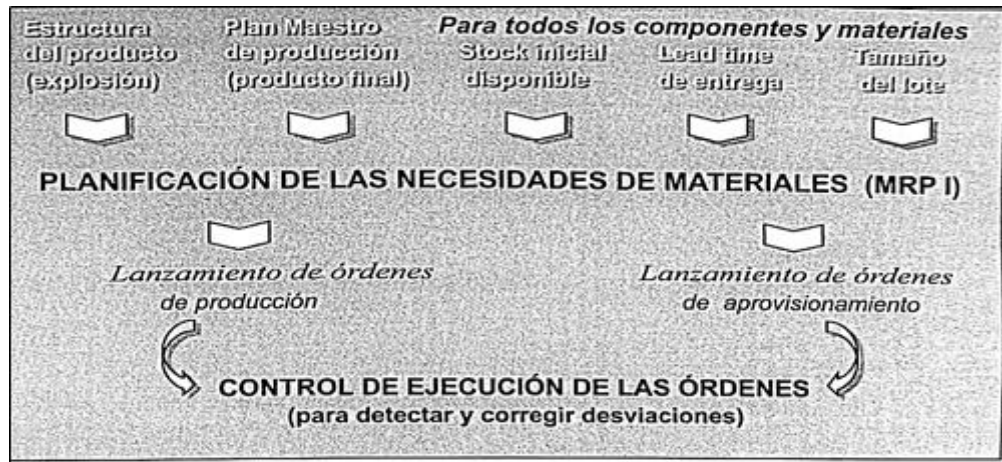


Figura 27. Diagrama de flujo para descartar artículos

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, los artículos se agrupan y se vuelve aplicar la técnica de tarjeta roja para poder determinar su destino final, como se puede observar en la Figura 28 todos los pasos son documentados para dejar evidencia de su aplicación.

DOCUMENTO 5 - FORMATO Y APLICACIÓN DE TARJETA ROJA (SEIRI)			
Tarea:	Implementación SEIRI	Empresa:	Factoría Bruce S.A.
Fecha:	11/05/2019	Proceso:	Pintado
Analistas:	Joys Stefany Aliaga Castillo Katherine Solange Rodriguez Zegarra	Área:	Producción
			
FORMATO DE TARJETA ROJA: Tamaño aproximado: 3" x 6" (pulg.) Color: preferiblemente rojo brillante, de modo que se pueda ver fácilmente en las áreas de producción.		EVIDENCIA DE APLICACIÓN:	
		<p>ALMACENAMIENTO TEMPORAL</p>  <p>Las herramientas, materiales, equipos, así como otros artículos con tarjetas rojas, de ser posible, deben agruparse en algún espacio del área de pintado. Mientras se determine su destino final.</p>	

Figura 28. Formato de aplicación de Tarjeta Roja

Fuente: Elaboración Propia

El segundo paso es el desarrollo de “SEITON” (Organización) en esta fase consiste en ordenar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Aplicar la segunda de las 5s, tendrá el beneficio de encontrar fácilmente lo que estamos buscando, aumentando la agilidad en el trabajo y por tanto la productividad. Para ello también se establecieron algunos pasos para llevar a cabo esta etapa, a continuación, en la Figura 29 se observa el procedimiento seguido.

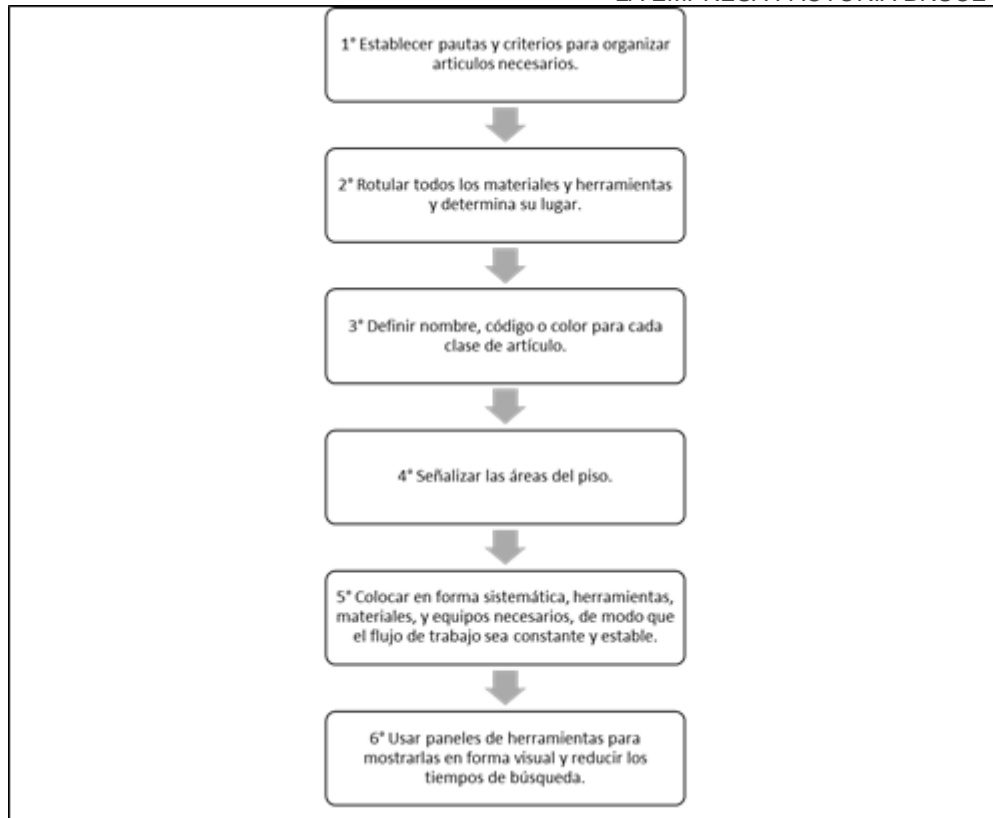


Figura 29. Procedimiento para SEITON

Fuente: Elaboración Propia

Para comenzar a ordenar fue clave establecer criterios para que todos puedan seguir una única manera al momento de ordenar. La frecuencia y secuencia de uso fue el criterio primario para organizar documentos, equipos, herramientas, objetos y materiales necesarios en el lugar de trabajo. Entonces se decidió asumir como criterio complementario el “Principio de las 3 F”:

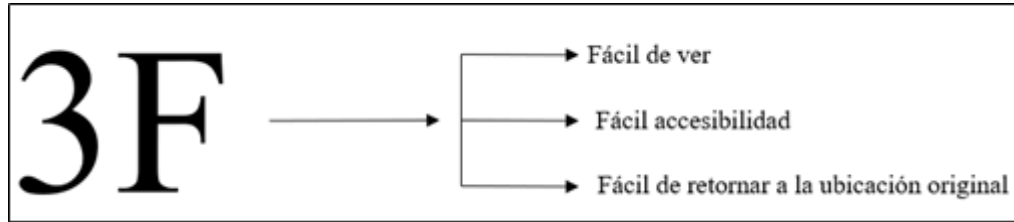



Figura 30. Criterio de las 3F

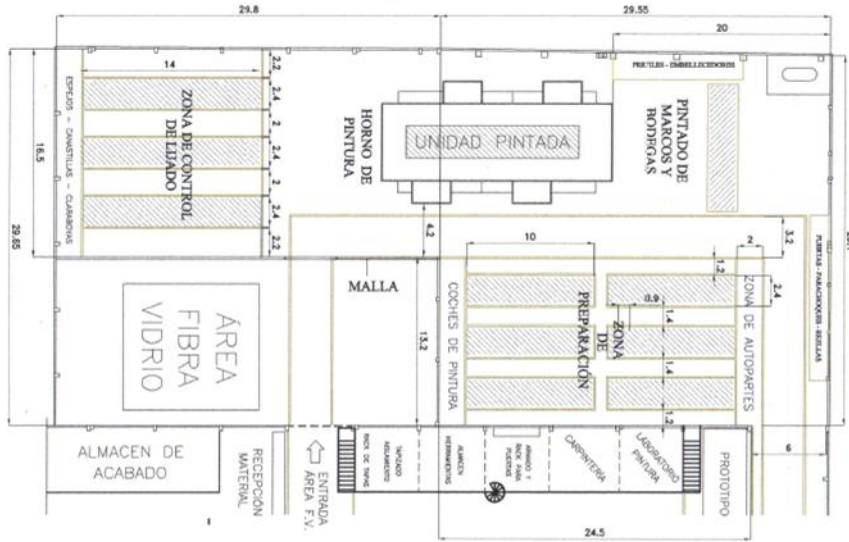
Fuente: Elaboración Propia

Otro punto clave para esta fue la señalización de las áreas, cabe recordar que las áreas de trabajo y pasillos, así como los almacenes de materiales, productos, herramientas y equipos deben delimitarse visualmente. Un plan de colores para señalar los pisos puede ayudar en ese sentido, atendiendo las necesidades operativas, procesos y características de la planta en particular. A continuación, en la Figura 31 se muestra la señalización en la empresa.

DOCUMENTO 11 - SEÑALIZACIÓN DE PISOS (SEITON)

Tarea:	Implementación SEITON	Empresa:	Factoría Bruce S.A.	
Fecha:	11/05/2019	Proceso:	Pintado	
Analistas:	Joys Stefany Aliaga Castillo	Área:	Producción	
	Katherine Solange Rodríguez Zegarra			

Se procedió a señalizar los pisos de acuerdo al siguiente layout



Evidencia de aplicación

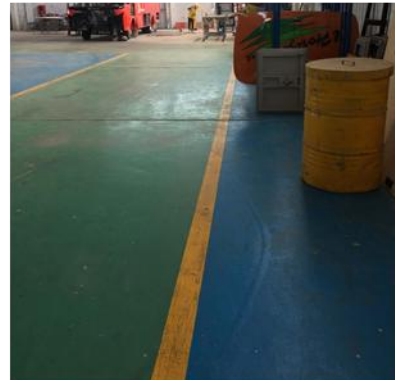


Figura 31. Señalización de pisos (SEITON)

Fuente: Elaboración Propia

El tercer paso es la ejecución del “SEISO” (Limpieza), en esta parte se ejecutó la limpieza general de todas las estaciones dentro del área de pintado, las herramientas que se utilizaron para la implementación de esta fase fue el programa de limpieza y el check list (Ver Anexo 05 y 06). Integrar la limpieza como parte del trabajo con la ejecución de estas herramientas se espera que la empresa asuma la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo y rutinario, además de eliminar las fuentes de contaminación, no solo la suciedad.

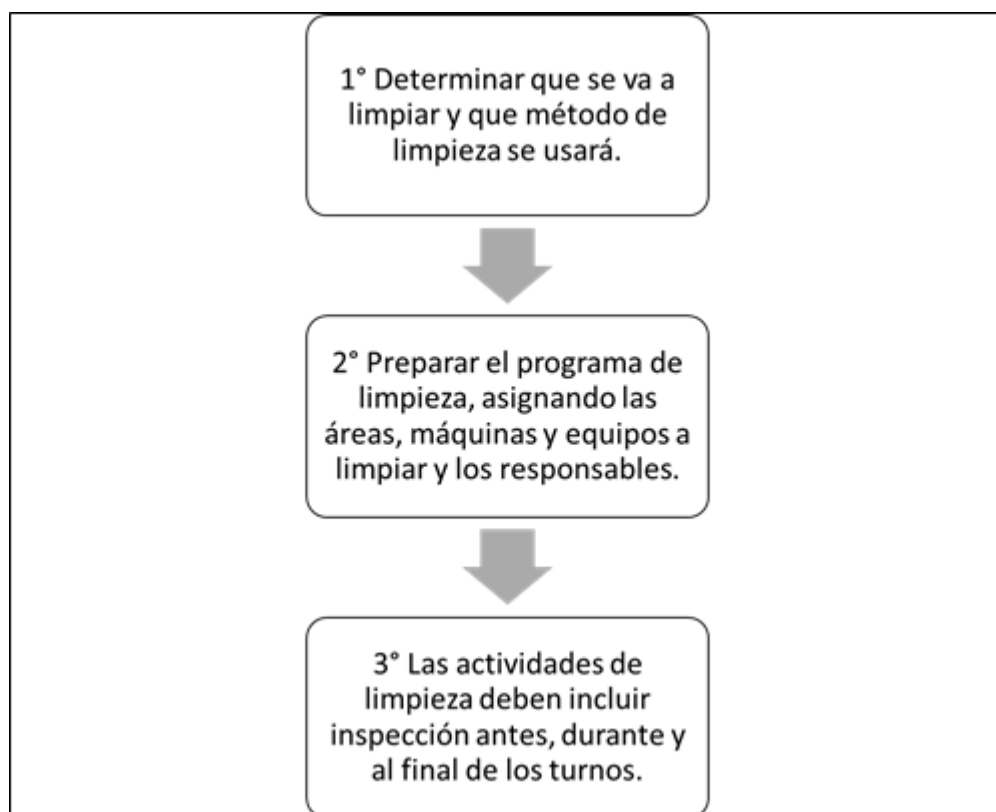


Figura 32. Procedimiento para SEISO

Fuente: Elaboración propia

El cuarto paso es la implementación de “SEIKETSU” (estandarización) que permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras “S”. Con esto se establece el proceso para conservar los logros, ya que es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con lo anterior. Las principales herramientas utilizadas son el formato estándares 5s y los tableros estándares.

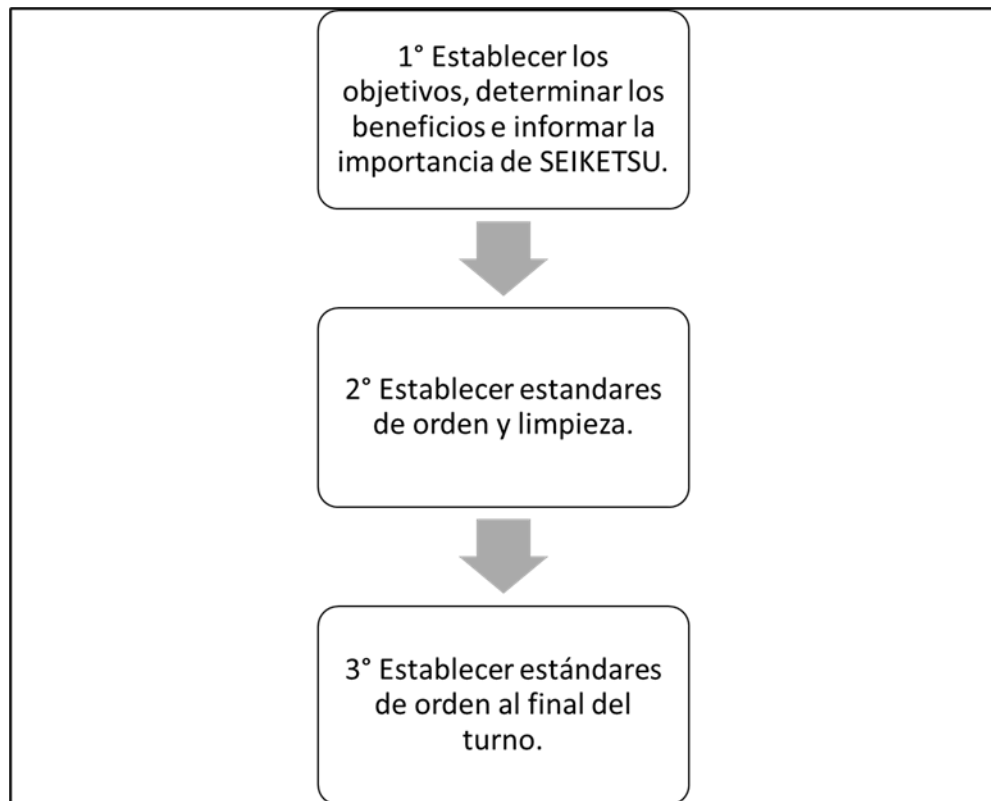


Figura 33. Procedimiento para SEIKETSU

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, el último paso es la implementación de “SHITSUKE” (disciplina), disciplina es importante porque sin ella, la implantación de las cuatro primeras 5’s se deteriora rápidamente. Ya que los beneficios de la implantación de las primeras cuatro 5’s se han mostrado, debe ser algo natural asumir la implantación de esta quinta, cabe resaltar que la disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de la Clasificación, Orden, Limpieza y Estandarización. En este paso se utiliza las herramientas hoja de verificación 5S y Formato de la evolución de las evaluaciones de auditorías.

Implementación de SMED

La segunda causa seleccionada es la falta de identificación de actividades, que muestra el excesivo tiempo de preparación de maquinaria, como se mencionó anteriormente la técnica a desarrollar para solucionar esta causa raíz es el SMED que está basado en la metodología Lean Manufacturing y el procedimiento desarrollado está basado en el libro ‘SMED: Single Minute Exchange Of Die’ de Bendre (2015). El procedimiento que plantea el autor se resume en la Figura 34.

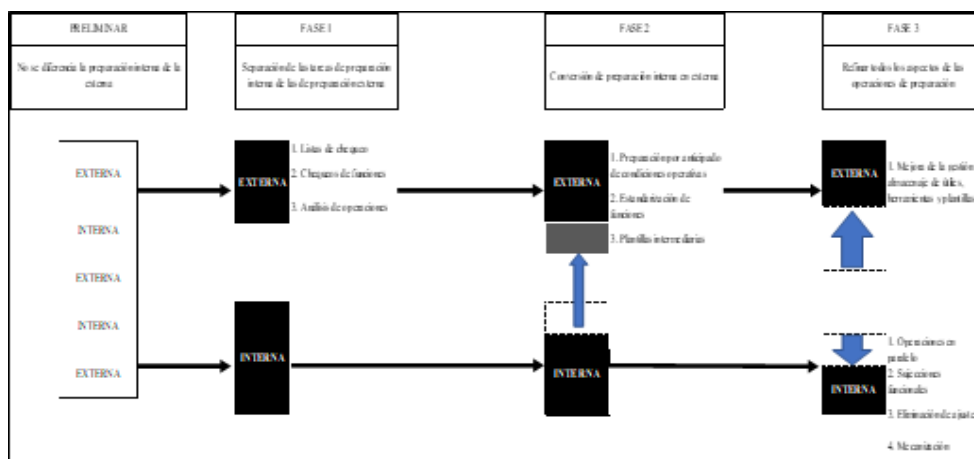


Figura 34. Procedimiento de implementación SMED

Fuente: Elaboración Propia

La hipótesis en que se fundamenta el SMED supone que una reducción de los tiempos de preparación nos permite trabajar con lotes más reducidos, es decir, tiempos de fabricación más cortos, lo cual redonda en una mejora sustancial de tiempos de entrega y de niveles de producto en tránsito.

Fase 1: Separación entre operaciones internas y externas.

Esta es la etapa crucial en la implementación del SMED según Shingo.

Shingo sugiere hacer una lista de chequeo que incluya todas las partes, condiciones de operación y los pasos que deben realizarse mientras la máquina todavía está en funcionamiento. Luego, se debe verificar el funcionamiento de todas las partes para evitar demoras durante el set up (Es decir con la máquina parada). Finalmente, se debe buscar e implementar el método más eficiente para transportar las herramientas, así como las otras partes mientras la máquina está en funcionamiento.

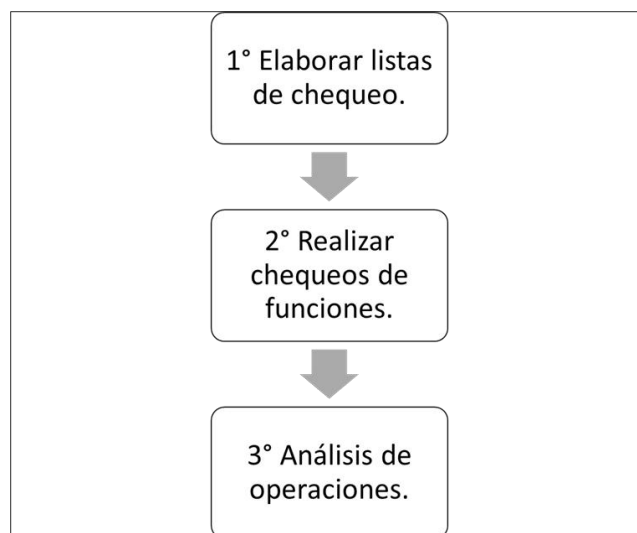


Figura 35. Procedimiento Primera fase SMED

Fuente: ‘SMED: Single Minute Exchange Of Die’ de Bendre (2015).

Fase 2: Conversión de operaciones internas en operaciones externas.

Se debe analizar la operación de cambio de serie actual para determinar si alguna de las actividades realizadas como internas pueden ser convertidas en actividades externas.

Por ejemplo, el precalentamiento de un molde que opera en caliente, mientras que la máquina está funcionando, elimina la necesidad de precalentamiento en el puesto, realizando ciclos de prueba hasta lograr la temperatura requerida en el molde, lo cual ocasiona pérdida de tiempo y pérdida por piezas que deben tirarse hasta que finalmente se alcanza la temperatura adecuada.

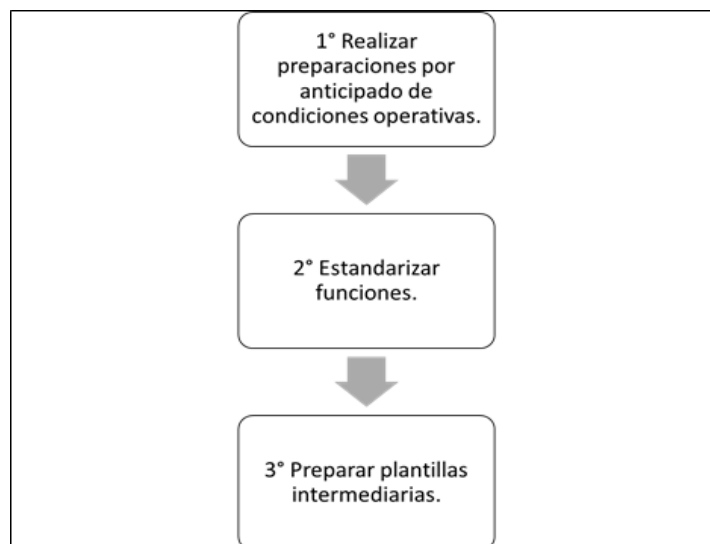


Figura 36. Procedimiento Segunda fase SMED

Fuente: ‘SMED: Single Minute Exchange Of Die’ de Bendre (2015).

Fase 3: Mejora de todas las operaciones de cambio de serie, tanto internas como externas.

Se deben examinar las operaciones internas de cambio de serie como las externas para oportunidades adicionales de mejora. Se debe considerar eliminar el ajuste y racionalizar los métodos de anclaje.

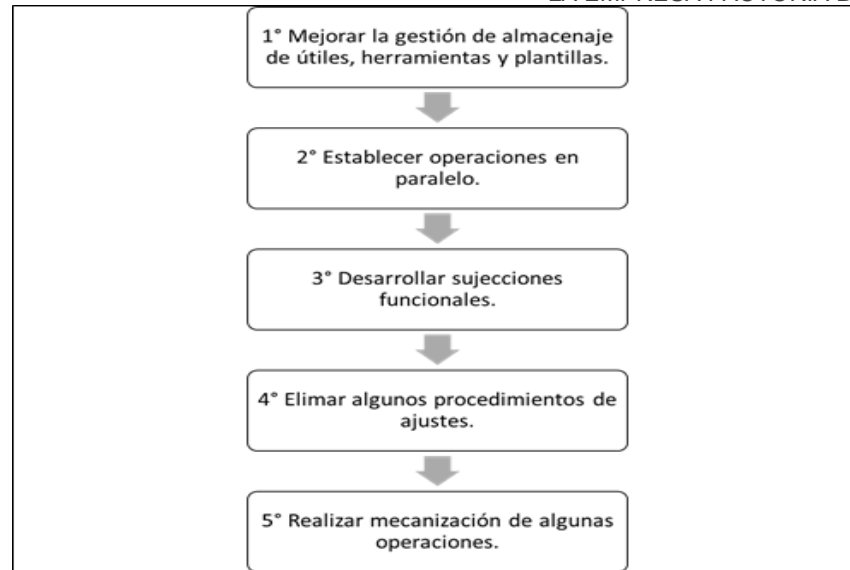


Figura 37. Procedimiento Tercera fase SMED

Fuente: ‘SMED: Single Minute Exchange Of Die’ de Bendre (2015).

Implementación de TPM

La forma planificada requiere de una programación periódica, teniendo en cuenta las recomendaciones técnicas del fabricante, y el histórico de averías de los equipos. Como una evolución de la planificación periódica de las actividades de mantenimiento, se incorpora el concepto de mejoramiento de los equipos, con el propósito de evitar que se produzcan fallas, aprovechando el conocimiento del operario. Como resultado nace un plan de mantenimiento relacionado con mejoras incrementales.

Tabla 4

Procedimiento para implementación TPM

ETAPAS	TAREA	ACTIVIDAD
Etapa 1	Identificar pérdidas en la línea de producción	Identificar supprocesos existentes en la producción de abrazaderas, determinando la criticidad en cada etapa de la producción.
Etapa 2	Selección del equipo o proceso como modelo	Concentración en los equipos que produzcan más pérdidas. Equipos o procesos en donde la aplicación sea del menor esfuerzo pero con gran efecto.
Etapa 3	Organizar los equipos	Formar equipos para el desarrollo de los subprocesos o equipos. Registro de equipos de mejoramiento con el apoyo del comité TPM.
Etapa 4	Detección de las pérdidas actuales	Análisis de las pérdidas de los subprocesos y equipos. Verificación de las pérdidas
	Definición de las metas y del plazo de puesta en marcha	Planteamiento de metas y objetivos Definición de las metas basadas en la mejora continua
	Desarrollo del Plan de Mejora	Análisis de la información anterior (diagnósticos) y preparación de procedimientos para la puesta en marcha
	Identificación del fenómeno, evaluación y análisis de las causas	Aplicación de herramientas de calidad para profundizar en las causas de los problemas
Etapa 5	Puesta en marcha del mejoramiento	Aplicar la mejora hasta cumplir los objetivos Asignar presupuesto e implementar las mejoras Comparar el diagnóstico y los resultados
	Confirmación de los efectos	Confirmar los efectos obtenidos con la mejora enfocada después de implementarla.
	Tomar medidas para evitar errores	Estandarizar el proceso de mejora Preparar el Manual de Mejora Elaborar diagnósticos
	Replicación horizontal	Difusión de los resultados para la aplicación en otros productos o subprocesos.

Fuente: Elaboración Propia

El mantenimiento autónomo es aquel que se lleva a cabo con la colaboración de los operarios del proceso. Consiste en realizar diariamente actividades no especializadas, tales como inspecciones, limpieza, lubricación, ajustes menores, estudios de mejoras, análisis de fallas, entre otras. Es importante que los operarios sean capacitados para llevar a cabo estas funciones, de tal manera que cuente con un total dominio del equipo que opera, y de las instalaciones de su entorno.

Los objetivos del mantenimiento autónomo son claros, y contribuyen a la preservación de los equipos mediante la prevención. Además, el mantenimiento autónomo permite:

- Adquirir conocimiento y aprendizaje por medio del estudio del equipo.

- Desarrollar habilidades para el análisis y solución de problemas. Cultura organizacional orientada a la mejora continua y a la gestión colaborativa.
- Mejorar las funciones del equipo.
- Mejorar las condiciones de seguridad y eficiencia (productividad y energía) del equipo.

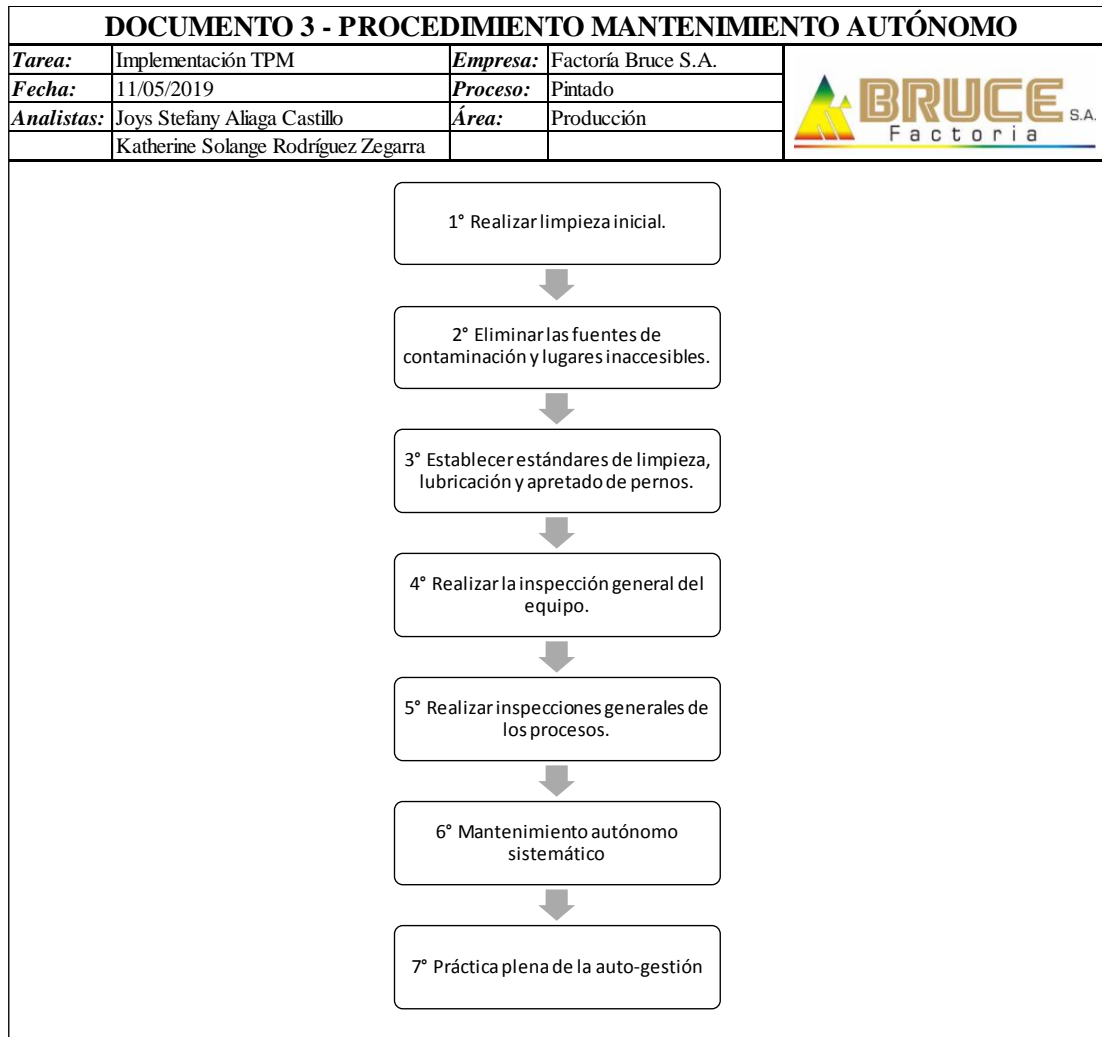


Figura 38. Procedimiento del mantenimiento autónomo

Fuente: Elaboración Propia

Aplicación de Kanban

El sistema consiste en que cada proceso indica los conjuntos que necesita de los procesos anteriores y éstos comienzan a producir solamente las piezas que se han determinado, sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con el de las estaciones de trabajo.

De esta forma, las tarjetas Kanban se convierten en el mecanismo de comunicación de las órdenes de fabricación entre las diferentes estaciones de trabajo. Estas tarjetas recogen diferente información, como la denominación y el código de los buses, la denominación y el emplazamiento del centro de trabajo de procedencia de las piezas, el lugar donde se fabricará, la cantidad de piezas a producir, el lugar donde se almacenarán los artículos elaborados, etc.

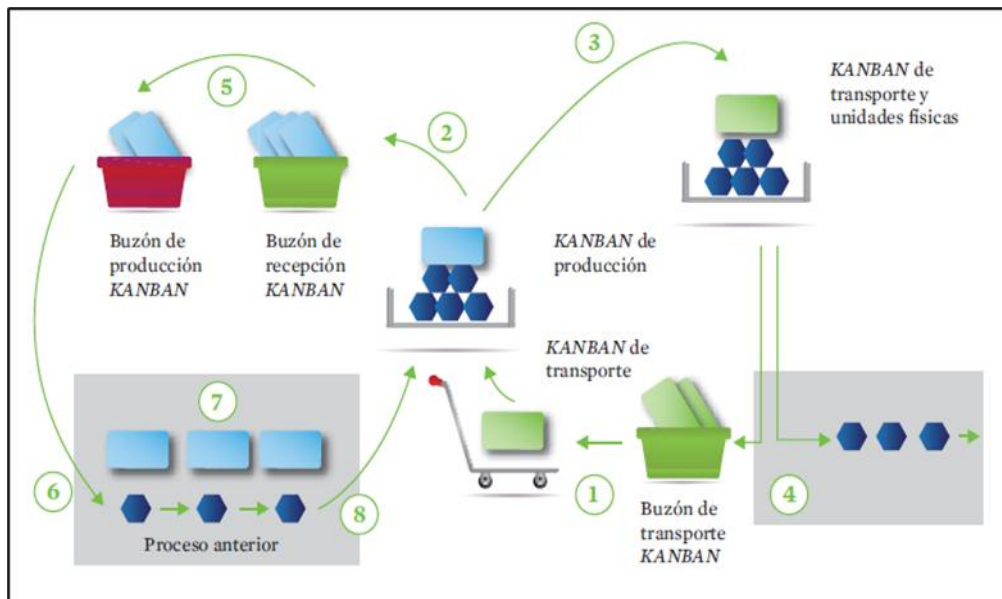


Figura 39. Aplicación de KANBAN

Fuente: Elaboración Propia

El funcionamiento del sistema Kanban es relativamente sencillo. Teniendo en cuenta el modelo original de Toyota, el sistema de entrada consta de un tablero en el que depositamos las tarjetas (señales), el tablero se sitúa de manera que el operario lo

pueda ver con facilidad desde su posición normal o habitual. Cada tarjeta está asociada a un contenedor o unidad de almacenamiento. En caso de que el contenedor esté vacío, la tarjeta deberá estar en el tablero, si en caso contrario, está lleno, la tarjeta deberá acompañar al contenedor.

Así entonces, en caso de que el tablero se encuentre lleno de tarjetas, quiere decir que no quedan piezas en inventario y es importante producir unidades (zona roja del tablero). Si las tarjetas están en la zona amarilla o verde del tablero, significa que quedan unidades en inventario y que probablemente no sea necesario producir. De manera que, si el proceso proveedor inicia la producción, toma la tarjeta del tablero y la coloca en el contenedor en el que irá depositando las unidades correspondientes al lote.

KANBAN	
CÓDIGO Art. 63 10 2200	
DESCRIPCIÓN PLA 63x10x2200	
Cantidad a fabricar	Consumo promedio
50	100
Cantidad de Tarjetas KANBAN	
2 de 2	
Almacén Estante:	
A 02	
Material:	
63x11	

Figura 40. Tarjeta x

Fuente: Elaboración Propia

Aplicación de MRP

El sistema MRP comprende la información obtenida de al menos tres fuentes o ficheros de Información principales que a su vez suelen ser generados por otros

subsistemas específicos, pudiendo concebirse como un proceso cuyas entradas son las que se representa en la Figura 41.

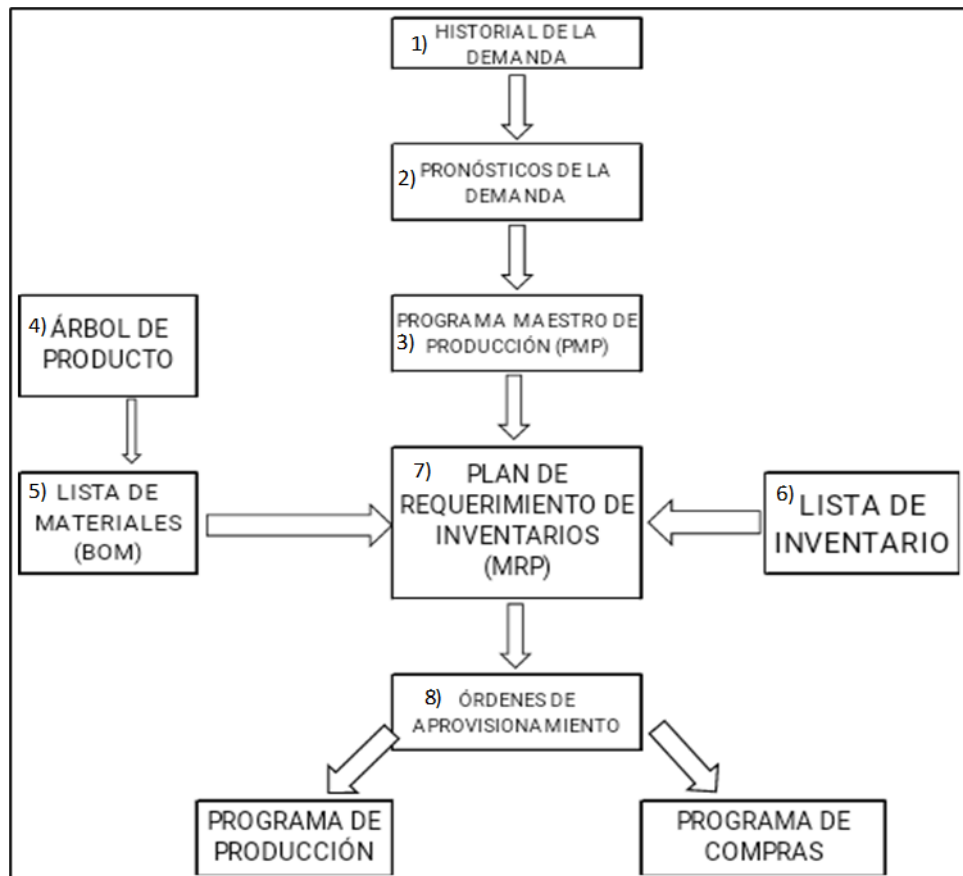


Figura 41. Esquema de aplicación del MRP

Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo del sistema MRP, se partió del pronóstico de ventas para el periodo enero 2017 – mayo 2019. Con datos históricos de 3 años, usando el método de suavizado exponencial se obtuvo los siguientes resultados que se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5

Pronóstico de Ventas

MES	PRONÓSTICO VENTAS	REDONDEO
JUNIO	14.20	15.00
JULIO	12.77	13.00
AGOSTO	14.38	15.00

SETIEMBRE	15.19	16.00
OCTUBRE	15.60	16.00
NOVIEMBRE	15.80	16.00
DICIEMBRE	15.90	16.00

Fuente: Elaboración Propia

Al obtener los resultados del pronóstico se procedió con el desarrollo del plan maestro de producción (Tabla 6).

Tabla 6

Plan Maestro de Producción

LO 916		JUNIO				JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE			
Período	Inicial	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pronóstico Demanda		4	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4
Pedidos Anticipados		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Requerimiento Bruto		4	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4
Inventario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pronóstico Prog. Pmp		4	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4
Emisión Órdenes		4	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente paso es conocer el inventario (Tablas 7) a la fecha y lead time de la lista de materiales que se requieran para la producción.

Tabla 7

Inventario - Factoría Bruce S.A.C

DESCRIPCIÓN	Und	Nivel	Cantidad	Tam Lote	Lead Time (semanas)	Stock Seguridad
LO916	und	0	0	LFL	0	0
Base primaria preparada	pz	1	0	LFL	0	2
Base secundaria preparada	pz	1	0	LFL	0	2
Jebe líquido preparado	pz	1	0	LFL	0	2
Pintura preparada	pz	1	0	LFL	0	2
Laca preparada	pz	1	0	LFL	0	2
Brillo directo preparado	pz	1	0	LFL	0	2
Base de bodegas preparada	pz	1	0	LFL	0	2
Martillado preparado	pz	1	0	LFL	0	2
Sintético negro preparado	pz	1	0	LFL	0	2
Lija seca 120	und	1	175	100	0	16
Lija seca 220	und	1	7	100	0	8
Lija seca 80	und	1	154	100	0	4
Lija circular 120	und	1	255	100	0	26

Lija circular 220	und	1	276	100	0	14
Lija circular 80	und	1	124	50	0	26
Desengrasante x 3.6 L	gal	1	10	LFL	2	2.5
Masilla de 4 kg	und	1	17	LFL	0	4
Thiner acrilico x 3.6 L	gal	1	41.5	LFL	0	6.25
Waipe fino	kg	1	6.67	LFL	0	3.5
Trapo industrial	kg	1	124	LFL	0	3.5
Lija circular 320	und	1	240	100	0	24
Lija circular 400	und	1	88	100	0	12
Lija circular 500	und	1	31	100	0	16
Lija seca 320	und	1	163	100	0	16
Lija seca 400	und	1	161	100	0	6
Cinta ½	und	1	97	LFL	0	4
Cinta ¾	und	1	125	LFL	0	30
Jebe líquido x 3.6 L	gal	1	3	LFL	0	0.5
Lija agua 2000	und	1	0	25	0	4
Lija agua 2500	und	1	28	25	0	4
Lija seca 800	und	1	66	100	0	4
Paño gomoso	und	1	3	LFL	0	4
Papel molde	und	1	837	LFL	0	120
Papel sábana	und	1	381	LFL	0	40
Papel toalla	und	1	256	LFL	0	2
Primer Surface (EP II) x 1 L	und	2	5	LFL	0	4
Hardener Surface (EP II) x 0.5 L	und	2	6	LFL	0	2
Medias Nylon	und	2	8	LFL	0	6
Wanda primer PU5100 x 3 L	gal	2	6	LFL	0	4
Thiner Wanda x 3.6 L	gal	2	14	LFL	2	2
Autocoat hardener P25 x 5 L	und	2	4	LFL	0	0.8
Gasolina	gal	2	38.01	LFL	0	0.5
Base Metálica x 3.6 L	gal	2	8	LFL	0	5
Activador metálico x 3.6 L	gal	2	22	LFL	2	3.5
Autoclear plus HS x 5 L	und	2	4	LFL	0	2.6
Thiner reducir medium x 3.6 L	gal	2	5.5	LFL	0	8.7
Autocoat Hardener P35 x 5 L	und	2	4.3	LFL	0	2.6
Colador	und	2	73	LFL	0	4
Brillo directo (BT) x 3.6 L	gal	2	5	LFL	0	1
Sher primer x 3.6 L	gal	2	3.8	LFL	0	1
Esmalte sintético martillado gris x 3.6 L	gal	2	6	LFL	0	2
Esmalte sintético negro x 3.6 L	gal	2	3.8	LFL	0	0.5

Fuente: Elaboración Propia

Posterior a eso determinamos el BOM (lista de materiales) necesario (Tabla 8-17).

Tabla 8

Lista de materiales para SKU1: LO 916

SKU1 : LO 916	CTD BASE:	1PZ
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
BASE PRIMARIA PREPARADA	1	und
LIJA SECA 120	8	und
LIJA SECA 220	4	und
LIJA SECA 80	2	und
LIJA CIRCULAR 120	13	und
LIJA CIRCULAR 220	7	und
LIJA CIRCULAR 80	13	und
DESENGRASANTE X 3.6 L	1.25	gal
MASILLA DE 4 KG	2	und
THINER ACRILICO X 3.6 L	3.125	gal
WAPE FINO	1.75	kg
TRAPO INDUSTRIAL	1.75	kg
BASE SECUNDARIA PREPARADA	1	und
LIJA CIRCULAR 320	12	und
LIJA CIRCULAR 400	6	und
LIJA CIRCULAR 500	8	und
LIJA SECA 320	8	und
LIJA SECA 400	3	und
BRILLO DIRECTO PREPARADO	1	und
PINTURA PREPARADA	1	und
LACA PREPARADA	1	und
CINTA 1/2	2	und
CINTA 3/4	15	und
JEBE LÍQUIDO X 3.6 L	0.25	gal
LIJA AGUA 2000	2	und
LIJA AGUA 2500	2	und
LIJA SECA 800	1	und
PAÑO GOMOSO	1	und
PAPEL MOLDE	60	und
PAPEL SÁBANA	20	und
PAPEL TOALLA	1	und
BASE DE BODEGAS PREPARADA	1	und
MARTILLADO PREPARADO	1	und
SINTÉTICO NEGRO PREPARADO	1	und

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9

Lista de materiales para Comp1: Base Primaria Preparada

COMP1: BASE PRIMARIA PREPARADA		
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
THINER REDUCER MEDIUM X 3.6 L	0.2	gal
PRIMER SURFACE (EP II) X 1 L	2	und
HARDENER SURFACE (EP II) X 0.5 L	2	und
MEDIAS NYLON	1	und

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10

Lista de materiales para Comp2: Base Secundaria Preparada

COMP2: BASE SECUNDARIA PREPARADA		
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
WANDA PRIMER PU5100 X 3 L	2	gal
THINER WANDA X 3.6 L	1	gal
AUTOCOAT HARDENER P25 X 5 L	0.4	und
MEDIAS NYLON	1	und

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11

Lista de materiales para Comp3: Jebe líquido preparado

COMP3: JEBE LÍQUIDO PREPARADO		
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
JEBE LÍQUIDO X 3.6 L	0.07	Gal
GASOLINA	0.25	Gal

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12

Lista de materiales para Comp4: Pintura Preparada

COMP4: PINTURA PREPARADA		
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
BASE METÁLICA X 3.6 L	2.4	gal

THINER REDUCER MEDIUM X 3.6 L	0.48	gal
ACTIVADOR METÁLICO X 3.6 L	1.75	gal
COLADOR	1	und

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13

Lista de materiales para Comp5: Laca Preparada

COMP5: LACA PREPARADA	CTD BASE:	1 PZ
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
AUTOCLEAR PLUS HS X 5 L	1.3	und
THINER REDUCER MEDIUM X 3.6 L	0.5	gal
AUTOCOAT HARDENER P35 X 5 L	0.65	und
COLADOR	1	und

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14

Lista de materiales para Comp6: Brillo Directo Preparado

COMP6: BRILLO DIRECTO PREPARADO	CTD BASE:	1 PZ
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
BRILLO DIRECTO (BT) X 3.6 L	0.5	Gal
THINER REDUCER MEDIUM X 3.6 L	0.06	Gal
AUTOCOAT HARDENER P35 X 5 L	0.18	Und

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15

Lista de materiales para Comp7: Base de Bodegas Preparada

COMP7: BASE DE BODEGAS PREPARADA	CTD BASE:	1 PZ
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
SHER PRIMER X 3.6 L	0.5	gal
THINER ACRILICO X 3.6 L	0.25	gal
MEDIAS NYLON	1	und

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16

Lista de materiales para Comp8: Martillado Preparado

COMP8: MARTILLADO PREPARADO		CTD BASE:	1 PZ
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	
ESMALTE SINTÉTICO MARTILLADO GRIS	1	gal	
THINER ACRILICO X 3.6 L	0.5	gal	
GASOLINA	0.1	gal	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17

Lista de materiales para Comp9: Sintético Negro Preparado

COMP9: SINTÉTICO NEGRO PREPARADO		CTD BASE:	1 PZ
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	
ESMALTE SINTÉTICO NEGRO X 3.6 L	0.25	gal	
THINER ACRILICO X 3.6 L	0.125	gal	

Fuente: Elaboración Propia

El quinto paso es el desarrollo de la matriz MRP (plan de necesidades de materiales), para obtener finalmente la tabla de órdenes de aprovisionamiento.

Tabla 18

Órdenes de aprovisionamiento

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SKU1	LO916	4	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4
COMP 1	Base primaria preparada	6	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4
COMP 2	Base secundaria preparada	6	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4
COMP 3	Jebe líquido preparado	6	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4
COMP 4	Pintura preparada	6	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4
COMP 5	Laca preparada	6	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4
COMP 6	Brillo directo preparado	6	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4
COMP 7	Base de bodegas preparada	6	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4
COMP 8	Martillado preparado	6	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4
COMP 9	Sintético negro preparado	6	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4
MAT	Lija seca 120	0	0	0	0	0	17	24	24	32	32	32	24	32	32	32	32
MAT	Lija seca 220	17	16	16	12	16	12	12	12	16	16	16	12	16	16	16	16
MAT	Lija seca 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAT	Lija circular 120	0	0	0	0	18	39	39	39	52	52	52	39	52	52	52	52
MAT	Lija circular 220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	21	28	28	28	28
MAT	Lija circular 80	0	6	52	39	52	39	39	39	52	52	52	39	52	52	52	52
MAT	Desengrasante x 3.6 L	5	3.75	5	3.75	3.75	3.75	5	5	5	3.75	5	5	5	5	0	0
MAT	Masilla de 4 kg	0	3	8	6	8	6	6	6	8	8	8	6	8	8	8	8
MAT	Thiner acrilico x 3.6 L	0	0	12.75	12	16	12	12	12	16	16	16	12	16	16	16	16
MAT	Waipe fino	3.83	7	7	5.25	7	5.25	5.25	5.25	7	7	7	5.25	7	7	7	7
MAT	Trapo industrial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAT	Lija circular 320	0	0	0	0	12	36	36	36	48	48	48	36	48	48	48	48
MAT	Lija circular 400	0	0	0	14	24	18	18	18	24	24	24	18	24	24	24	24
MAT	Lija circular 500	17	32	32	24	32	24	24	24	32	32	32	24	32	32	32	32

MAT	Lija seca 320	0	0	0	0	5	24	24	24	32	32	32	24	32	32	32	32
MAT	Lija seca 400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	12
MAT	Cinta 1/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	8	8
MAT	Cinta 3/4	0	25	60	45	60	45	45	45	60	60	60	45	60	60	60	60
MAT	Jebe líquido x 3.6 L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.28	0.21	0.28	0.28	0.28	0.28
MAT	Lija agua 2000	12	8	8	6	8	6	6	6	8	8	8	6	8	8	8	8
MAT	Lija agua 2500	0	0	0	6	8	6	6	6	8	8	8	6	8	8	8	8
MAT	Lija seca 800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAT	Paño gomoso	5	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4
MAT	Papel molde	0	0	3	180	240	180	180	180	240	240	240	180	240	240	240	240
MAT	Papel sábana	0	0	0	0	39	60	60	60	80	80	80	60	80	80	80	80
MAT	Papel toalla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAT	Primer Surface (EP II) x 1 L	7	8	8	6	8	6	6	6	8	8	8	6	8	8	8	8
MAT	Hardener Surface (EP II) x 0.5 L	4	8	8	6	8	6	6	6	8	8	8	6	8	8	8	8
MAT	Medias Nylon	10	12	12	9	12	9	9	9	12	12	12	9	12	12	12	12
MAT	Wanda primer PU5100 x 3 L	6	8	8	6	8	6	6	6	8	8	8	6	8	8	8	8
MAT	Thiner Wanda x 3.6 L	0	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	0	0
MAT	Autocoat hardener P25 x 5 L	0	2.2	1.6	1.2	1.6	1.2	1.2	1.2	1.6	1.6	1.6	1.2	1.6	1.6	1.6	1.6
MAT	Gasolina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.74	3	3
MAT	Base Metálica x 3.6 L	6.6	9.6	9.6	7.2	9.6	7.2	7.2	7.2	9.6	9.6	9.6	7.2	9.6	9.6	9.6	9.6
MAT	Activador metálico x 3.6 L	2.5	5.25	7	5.25	5.25	5.25	7	7	7	5.25	7	7	7	7	0	0
MAT	Autoclear plus HS x 5 L	3.8	5.2	5.2	3.9	5.2	3.9	3.9	3.9	5.2	5.2	5.2	3.9	5.2	5.2	5.2	5.2
MAT	Thiner reducer medium 3.6L	8.16	4.96	4.96	3.72	4.96	3.72	3.72	3.72	4.96	4.96	4.96	3.72	4.96	4.96	4.96	4.96
MAT	Autocoat Hardener P35 x 5L	1.62	3.32	3.32	2.49	3.32	2.49	2.49	2.49	3.32	3.32	3.32	2.49	3.32	3.32	3.32	3.32
MAT	Colador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8	6	8	8	8	8
MAT	Brillo directo (BT) x 3.6 L	0	0	2	1.5	2	1.5	1.5	1.5	2	2	2	1.5	2	2	2	2
MAT	Sher primer x 3.6 L	0	1.2	2	1.5	2	1.5	1.5	1.5	2	2	2	1.5	2	2	2	2
MAT	Esmale sint. mart. gris 3.6 L	0	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4

MAT	Esmalte sint. negro x 3.6 L	0	0	0	0.45	1	0.75	0.75	0.75	1	1	1	0.75	1	1	1	1
------------	-----------------------------	---	---	---	------	---	------	------	------	---	---	---	------	---	---	---	---

Fuente: Elaboración Propia

Con la propuesta de gestión de producción, utilizando como herramientas: MRP y Manual de procesos, se logrará disminuir inventarios, tiempos de espera en la producción, entrega de materiales y productos terminales, así como un correcto y uniforme método de trabajo, para lograr incrementar la eficiencia del trabajo.

El resultado final es el programa de compras donde se especifica la cantidad exacta y necesaria, así como también el tiempo adecuado para proveerse, manteniendo siempre un stock de seguridad, con esto finalmente se busca equilibrar las órdenes de producción.

EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA

En el presente capítulo se procederá a evaluar el costo-beneficio de implantar las propuestas de mejora planteadas. Para lo cual se emplearán ratios financieras como el VAN y el TIR para que nos ayuden a calcular la viabilidad de las propuestas descritas.

En la tabla 19 y 20, se presenta un resumen de los costos asociados a la implementación de las propuestas de mejora.

Tabla 19

Resumen de costos operativos y Software

COSTOS OPERATIVOS			TOTAL
Descripción	Cantidad	Costo	
Profesional Ingeniero Industrial	2	S/.3,000.00	S/.6,000.00
Practicante Ingeniería Industrial	2	S/.1,500.00	S/.3,000.00
Mano de obra	3	S/.1,000.00	S/.3,000.00
Materiales	1	S/.30,000.00	S/.30,000.00
TOTAL			S/.11,000.00
COSTO DE SOFTWARE			VALOR
DIAGNÓSTICO DE NECESIDADES			S/.10,000.00
MRP			S/.80,000.00
5S			S/.80,000.00
SMED			S/.8,000.00

KANBAN	S/.25,000.00
TPM	S/.15,000.00
PLAN DE CAPACITACIÓN	S/.4,750.00
TOTAL	S/.222,750.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20

Inversión total de la propuesta de implementación

INVERSIÓN TOTAL			
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
USB	20	S/. 25.00	S/. 500.00
Cronómetro digital	20	S/. 60.00	S/. 1,200.00
Calculadora de mano	20	S/. 55.00	S/. 1,100.00
Impresora multifuncional Epson	5	S/. 799.00	S/. 3,995.00
Laptop Lenovo Core i5 6GB RAM 1TB	3	S/. 3,500.00	S/. 10,500.00
Disco Duro			
Pizarra acrílica	2	S/. 85.00	S/. 170.00
Sillas giratorias acolchonadas	3	S/. 100.00	S/. 300.00
Papel Bond (millar)	50	S/. 30.00	S/. 1,500.00
Tinta Impresión	50	S/. 29.00	S/. 1,450.00
Utiles de Escritorio	-	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00
Brochas	50	S/. 25.00	S/. 1,250.00
Escobas	50	S/. 10.00	S/. 500.00
Escritorio de melamine	50	S/. 399.00	S/. 19,950.00
Archivadores	50	S/. 150.00	S/. 7,500.00
Software Propuesta	-	-	S/. 222,750.00
TOTAL			S/. 273,865.00

Fuente: Elaboración propia

Después de haber obtenido los costos relacionados a la implementación de las herramientas propuestas, se realizó la evaluación financiera, mostrada en la Tabla 8, donde se evidencia el estado de resultados generado, así como el flujo de caja y los dos indicadores que se consideraron en la evaluación del presente proyecto.

Tabla 21

Evaluación Económico-Financiera

Inversión Total	S/.273,865.00
-----------------	---------------

Costo de Oportunidad	6%
----------------------	----



ESTADO DE RESULTADOS		6	7	5	3	9	4	9	4	8	4	4	4
TRIMESTRE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos		S/.345,874.0	S/.425,879.0	S/.298,745.0	S/.145,879.0	S/.547,854.0	S/.236,547.0	S/.542,456.0	S/.254,789.0	S/.452,678.0	S/.245,785.0	S/.254,684.0	S/.254,562.0
Costos Operativos		S/.191,000.0	S/.221,000.0	S/.161,000.0	S/.101,000.0	S/.281,000.0	S/.131,000.0	S/.281,000.0	S/.131,000.0	S/.251,000.0	S/.131,000.0	S/.131,000.0	S/.131,000.0
Depreciación de activos		S/.2,843.9	S/.2,843.9	S/.2,843.9	S/.2,843.9	S/.2,843.9	S/.2,843.9	S/.2,843.9	S/.2,843.9	S/.2,843.9	S/.2,843.9	S/.2,843.9	S/.2,843.9
GAV		S/.38,200.0	S/.38,200.0	S/.38,200.0	S/.38,200.0	S/.38,200.0	S/.38,200.0	S/.38,200.0	S/.38,200.0	S/.38,200.0	S/.38,200.0	S/.38,200.0	S/.38,200.0
Utilidad antes de impuestos		S/.113,830.1	S/.163,835.1	S/.96,701.1	S/.3,835.1	S/.225,810.1	S/.64,503.1	S/.220,412.1	S/.82,745.1	S/.160,634.1	S/.73,741.1	S/.82,640.1	S/.82,518.1
Impuestos		S/.34,149.0	S/.49,150.5	S/.29,010.3	S/.1,150.5	S/.67,743.0	S/.19,350.9	S/.66,123.6	S/.24,823.5	S/.48,190.2	S/.22,122.3	S/.24,792.0	S/.24,755.4
Utilidad después de impuestos		S/.79,681.1	S/.114,684.6	S/.67,690.8	S/.2,684.6	S/.158,067.1	S/.45,152.2	S/.154,288.5	S/.57,921.6	S/.112,443.9	S/.51,618.8	S/.57,848.1	S/.57,762.7

FLUJO DE CAJA

TRIMESTRES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Utilidad antes de impuestos		S/.79,681.1	S/.114,684.6	S/.67,690.8	S/.2,684.6	S/.158,067.1	S/.45,152.2	S/.154,288.5	S/.57,921.6	S/.112,443.9	S/.51,618.8	S/.57,848.1	S/.57,762.7
Depreciación de activos		S/.2,843.9	S/.2,843.9	S/.2,843.9	S/.2,843.9	S/.2,843.9	S/.2,843.9	S/.2,843.9	S/.2,843.9	S/.2,843.9	S/.2,843.9	S/.2,843.9	S/.2,843.9
Inversión	-S/.273,865.0												
Flujo Neto Efectivo	-S/.273,865.0	S/.82,525.0	S/.117,528.5	S/.70,534.7	S/.5,528.5	S/.160,911.0	S/.47,996.1	S/.157,132.4	S/.60,765.5	S/.115,287.8	S/.54,462.7	S/.60,692.0	S/.60,606.6

VAN	S/.429,636.13
TIR	29.97%

TRIMESTRE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos		S/.345,874.0	S/.425,879.0	S/.298,745.0	S/.145,879.0	S/.547,854.0	S/.236,547.0	S/.542,456.0	S/.254,789.0	S/.452,678.0	S/.245,785.0	S/.254,684.0	S/.254,562.0
Egresos		S/.263,349.0	S/.308,350.5	S/.228,210.3	S/.140,350.5	S/.386,943.0	S/.188,550.9	S/.385,323.6	S/.194,023.5	S/.337,390.2	S/.191,322.3	S/.193,992.0	S/.193,955.4

VNA Ingresos	S/.2,834,333.93
VNA Egresos	S/.2,130,832.80

Beneficio/Costo	1.33
-----------------	------

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

RESULTADOS DE MEJORA EN 5S











PROPUESTA DE MEJORA				
Documento 26 - Datos de la tarea y resumen de la mejora: Implementación de 5S				
Datos generales del proceso			Descripción de la mejora	
Empresa:	Factoría Bruce S.A.		Definición del problema: Actualmente en el área se encuentra desordenado, lleno de herramientas malogradas e insumos vencidos. Aspecto sucio del lugar de trabajo, de las personas, fugas, goteras, poca luz, Desorden, reflejado por pasillos ocupados, útiles amontonados, cables sueltos. Estanterías repletas de útiles cuya identificación es complicada y elementos de máquina rotos o que faltan.	
Fecha:	11/05/2019			
Analistas:	Joys Stefany Aliaga Castillo Katherine Solange Rodríguez Zegarra			
Proceso:	Pintado			
Área:	Producción			
Código de la tarea:	90/39A00			
Cuadro resumen de la mejora				
	<i>Actual</i>	<i>Propuesto</i>	<i>Mejora</i>	
	<i>Hrs. Mensuales</i>	<i>Hrs. Mensuales</i>	Δ Unid	$\Delta\%$
Tiempo estándar (Tiempo hombre)	221.84	209.59	12.25	5.52%
Costo por hora de fabricación (S./Hr)	S/ 203.45			
Costo de fabricación mensual	S/45,133.35	S/42,641.09	S/ 2,492.26	5.52%
Total desplazamientos (m)	23.13	23.13	0.00	0.00%
Clasificación de las operaciones	<i>Hrs. Mensuales</i>	<i>Hrs. Mensuales</i>	<i>Hrs. Mensuales</i>	<i>%</i>
Total Operaciones de valor añadido 	208.00	208.00	0.00	0.00%
Total de ope. de no valor añadido 	13.84	1.59	12.25	88.51%
Total de desplazamientos 	3.20	0.94	2.26	70.63%
Total almacenamientos 	0.00	0.00	0.00	0.00%
Total esperas 	2.58	0.00	2.58	100.00%
Total inspecciones 	2.58	0.65	1.93	74.81%
Total inspección operación 	0.00	0.00	0.00	0.00%
Total búsquedas 	3.50	0.00	3.50	100.00%
Total operaciones eliminables 	1.98	0.00	1.98	100.00%
Total comunicaciones 	0.00	0.00	0.00	0.00%
Cfo	6.24%	0.76%		87.84%
Breve desarrollo de la mejora:				
<ul style="list-style-type: none"> • Separar aquello que es realmente útil de aquello que no lo es. • Mantener lo que se necesita y eliminar lo que sobra. • Separar los elementos necesarios según su uso y a la frecuencia de utilización. • Aplicar estas normas tanto a materiales tangibles (herramientas, máquinas, piezas, etc.) como intangibles (información, ficheros, etc.). 				
Aceptación de la mejora				
Aprobado:	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO			
Fecha de aprobación:	22/04/2019			
Aprobado por:	xxxxxx			
Responsables de implantación:	Joys Stefany Aliaga Castillo Katherine Solange Rodríguez Zegarra			
Plazo de implantación:	2 semanas			
Fecha de implantación:	29/04/2019			
Horas-hombres asignadas:	18 horas-hombre			
Presupuesto asignado:	S/ 15,000.00			
Cuantificación de la mejora esperada				
Tiempo de despilfarro ahorrado mensualmente (hr)	12.25			
Ahorro anual esperado por unidad (S./unid.)	S/ 2,492.26			
Ahorro anual esperado (S./año)	S/29,907.15			

Figura 42. Formato resumen de resultados de implementación 5S

Fuente: Elaboración Propia

RESULTADOS DE MEJORA EN TPM











PROPUESTA DE MEJORA					
Documento 8 - Datos de la tarea y resumen de la mejora: Implementación SMED					
Datos generales del proceso			Descripción de la mejora		
Empresa:	Factoría Bruce S.A.		Definición del problema:		
Fecha:	11/05/2019		El trato que dispensa Producción a los equipos es en muchos casos poco acorde con los cuidados mínimos que debe prodigarse a instalaciones en muchos casos críticas. No existen procedimientos de trabajo que hayan sido cuidadosamente elaborados para garantizar el buen estado de la maquinaria, ni existe una conciencia por parte del personal de producción de que un problema en la maquinaria es también 'su problema', sino más bien que una avería o un mal funcionamiento, sea cual sea la causa que lo provoca, es 'el problema de otro'		
Analistas:	Joys Stefany Aliaga Castillo Katherine Solange Rodríguez Zegarra		Breve desarrollo de la mejora:		
Proceso:	Pintado		Es muy importante que la tarea de mantenimiento sea considerada como una más dentro de las tareas del operario y no como una tarea marginal, puesto que, de considerarse así, supondría el fracaso del sistema. El TPM no significa un aumento de las tareas sino una mayor variedad en las mismas y una ampliación de las habilidades del operario, por tanto supone un enriquecimiento profesional y personal para los operarios que se incorporan a estas tareas.		
Área:	Producción		Aceptación de la mejora		
Código de la tarea:	90/39A00		Aprobado: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO		
Cuadro resumen de la mejora					
	<i>Actual</i>	<i>Propuesto</i>	<i>Mejora</i>		
Descripción	<i>Hrs. Mensuales</i>	<i>Hrs. Mensuales</i>	Δ Unid	Δ %	
Tiempo estándar (Tiempo hombre)	224.50	210.00	14.50	6.46%	
Costo por hora de fabricación (S./Hr)	S/ 203.45				
Costo de fabricación mensual	S/45,674.53	S/42,724.50	S/ 2,950.02	6.46%	
Total desplazamientos (m)	23.13	23.13	0.00	0.00%	
Clasificación de las operaciones	<i>Hrs. Mensuales</i>	<i>Hrs. Mensuales</i>	<i>Hrs. Mensuales</i>	%	
Total Operaciones de valor añadido 	208.00	208.00	0.00	0.00%	Fecha de aprobación: 22/04/2019
Total de ope. de no valor añadido 	16.50	2.00	14.50	87.88%	Aprobado por: XXXXXX
Total desplazamientos 	0.00	0.00	0.00	0.00%	Responsables de implantación: Joys Stefany Aliaga Castillo Katherine Solange Rodríguez Zegarra
Total almacenamientos 	0.00	0.00	0.00	0.00%	Plazo de implantación: 6 meses
Total esperas 	16.50	2.00	14.50	87.88%	Fecha de implantación: 29/04/2019
Total inspecciones 	0.00	0.00	0.00	0.00%	Horas-hombres asignadas: 18 horas-hombre
Total inspección operación 	0.00	0.00	0.00	0.00%	Presupuesto asignado: S/ 50,000.00
Total búsquedas 	0.00	0.00	0.00	0.00%	
Total operaciones eliminables 	0.00	0.00	0.00	0.00%	Cuantificación de la mejora esperada
Total comunicaciones 	0.00	0.00	0.00	0.00%	Tiempo de despilfarro ahorrado (hr) 14.50
Cfo	7.35%	0.95%		87.04%	Ahorro anual esperado por unidad (S./unid.) S/ 2,950.02
					Ahorro anual esperado (S./año) S/35,400.30

Figura 43. Formato resumen de resultados de implementación de TPM

Fuente: Elaboración Propia

RESULTADOS DE MEJORA EN SMED











PROPUESTA DE MEJORA				
Documento 7 - Datos de la tarea y resumen de la mejora: Implementación SMED				
Datos generales del proceso			Descripción de la mejora	
Empresa:	Factoría Bruce S.A.		Definición del problema: Actualmente en la empresa la preparación de la cabina de pintado tiene un elevado tiempo de preparación que inclusive genera retrasos cuando no se realiza como corresponde, generando durante el mes un promedio de 22.10 horas de despilfarro.	
Fecha:	11/05/2019			
Analistas:	Joys Stefany Aliaga Castillo Katherine Solange Rodríguez Zegarra			
Proceso:	Pintado			
Área:	Producción			
Código de la tarea:	90/39A00			
Cuadro resumen de la mejora			Breve desarrollo de la mejora:	
	<i>Actual</i>	<i>Propuesto</i>	<i>Mejora</i>	
Descripción	Hrs. Mensuales	Hrs. Mensuales	Δ Unid	Δ%
Tiempo estándar (Tiempo hombre)	230.10	218.83	11.27	4.90%
Costo por hora de fabricación (S./Hr)	S/ 203.45			
Costo de fabricación mensual	S/46,813.85	S/44,521.64	S/ 2,292.20	4.90%
Total desplazamientos (m)	23.13	23.13	0.00	0.00%
Clasificación de las operaciones	Hrs. Mensuales	Hrs. Mensuales	Hrs. Mensuales	%
Total Operaciones de valor añadido 	208.00	208.00	0.00	0.00%
Total de ope. de no valor añadido 	22.10	10.83	11.27	50.98%
Total desplazamientos 	0.00	0.00	0.00	0.00%
Total almacenamientos 	0.00	0.00	0.00	0.00%
Total esperas 	22.10	10.83	11.27	50.98%
Total inspecciones 	0.00	0.00	0.00	0.00%
Total inspección operación 	0.00	0.00	0.00	0.00%
Total búsquedas 	0.00	0.00	0.00	0.00%
Total operaciones eliminables 	0.00	0.00	0.00	0.00%
Total comunicaciones 	0.00	0.00	0.00	0.00%
Cfo	9.60%	4.95%		48.46%
Aceptación de la mejora				
Aprobado:	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO			
Fecha de aprobación:	22/04/2019			
Aprobado por:	xxxxxx			
Responsables de implantación:	Joys Stefany Aliaga Castillo Katherine Solange Rodríguez Zegarra			
Plazo de implantación:	2 semanas			
Fecha de implantación:	29/04/2019			
Horas-hombres asignadas:	18 horas-hombre			
Presupuesto asignado:	S/		7,500.00	
Cuantificación de la mejora esperada				
Tiempo de despilfarro ahorrado (hr)			11.27	
Ahorro anual esperado por unidad (S./unid.)			S/ 2,292.20	
Ahorro anual esperado (S./año)			S/27,506.44	

Figura 44. Formato resumen de resultados de implementación de SMED

Fuente: Elaboración Propia

RESULTADOS DE MEJORA DE KANBAN











PROPUESTA DE MEJORA				
Documento 2 - Datos de la tarea y resumen de la mejora: Implementación de KANBAN				
Datos generales del proceso				
Empresa:	Factoría Bruce S.A.			
Fecha:	15/06/2019			
Analistas:	Joys Stefany Aliaga Castillo Katherine Solange Rodríguez Zegarra			
Proceso:	Pintado			
Área:	Producción			
Código de la tarea:	101/58CAD			
Descripción de la mejora				
Definición del problema: Actualmente en el área existen demoras en la entrega de materiales, puesto que estas no se realizan sin la presencia del supervisor de área, quién debe verificar que las actividades se hayan culminado para realizar la solicitud de material (vale).				
Breve desarrollo de la mejora:				
<ul style="list-style-type: none"> Comenzar por lo que se va a realizar y establecer prioridades Usar las tarjetas Kanban para mantener a los operarios en actividad Evaluar las demoras y establecer mejoras con respecto a ellos 				
Cuadro resumen de la mejora				
	<i>Actual</i>	<i>Propuesto</i>	<i>Mejora</i>	
Descripción	<i>Hrs. Mensuales</i>	<i>Hrs. Mensuales</i>	Δ Unid	$\Delta\%$
Tiempo estándar (Tiempo hombre)	216.80	210.64	6.16	2.84%
Costo por hora de fabricación (S./Hr)	S/ 203.45			
Costo de fabricación mensual	S/ 44,107.96	S/ 42,854.71	S/ 1,253.25	2.84%
Total desplazamientos (m)	23.13	23.13	0.00	0.00%
Clasificación de las operaciones	<i>Hrs. Mensuales</i>	<i>Hrs. Mensuales</i>	<i>Hrs. Mensuales</i>	<i>%</i>
Total Operaciones de valor añadido 	208.00	208.00	0.00	0.00%
Total de ope. de no valor añadido 	8.80	2.64	6.16	70.00%
Total desplazamientos 	1.50	0.94	0.56	37.33%
Total almacenamientos 	0.00	0.30	-0.30	0.00%
Total esperas 	3.80	0.30	3.50	0.00%
Total inspecciones 	1.95	0.65	1.30	66.67%
Total inspección operación 	0.00	0.45	-0.45	0.00%
Total búsquedas 	0.97	0.00	0.97	0.00%
Total operaciones eliminables 	0.58	0.00	0.58	100.00%
Total comunicaciones 	0.00	0.00	0.00	0.00%
Cfo	4.06%	1.25%		69.12%
Aceptación de la mejora				
Aprobado:	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO			
Fecha de aprobación:	17/06/2019			
Aprobado por:	xxxxxx			
Responsables de implantación:	Joys Stefany Aliaga Castillo Katherine Solange Rodríguez Zegarra			
Plazo de implantación:	2 semanas			
Fecha de implantación:	18/06/2019			
Horas-hombres asignadas:	18 horas-hombre			
Presupuesto asignado:	S/ 25,000.00			
Cuantificación de la mejora esperada				
Tiempo de despilfarro ahorrado mensualmente (hr)	6.16			
Ahorro anual esperado por unidad (S./Unid.)	S/ 1,253.25			
Ahorro anual esperado (S./año)	S/15,039.02			

Figura 45. Formato resumen de resultados de implementación de KANBAN

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS DE MEJORA EN MRP











PROPUESTA DE MEJORA						
Documento 8 - Datos de la tarea y resumen de la mejora: Implementación SMED						
Datos generales del proceso			Descripción de la mejora			
Empresa:	Factoría Bruce S.A.		Definición del problema: Existe una falta de planificación por órdenes de trabajo, lo que dificulta la correcta solicitud de materiales necesarios para la ejecución de las actividades dentro del área, retrasando de esta manera el tiempo programado para la culminación de actividades.			
Fecha:	26/05/2019					
Analistas:	Jays Stefany Aliaga Castillo Katherine Solange Rodríguez Zegarra					
Proceso:	Pintado					
Área:	Producción					
Código de la tarea:	25/L54		Breve desarrollo de la mejora: El MRP con ayuda de los datos de la lista de materiales y el inventario disponible permiten establecer requerimientos semanales por una cantidad de meses, facilitando de esta manera el reaprovisionamiento de manera más constante y evitando así retraso en solicitud de materiales.			
Cuadro resumen de la mejora						
	<i>Actual</i>	<i>Propuesto</i>			<i>Mejora</i>	
Descripción	<i>Hrs. Mensuales</i>	<i>Hrs. Mensuales</i>			Δ Unid	Δ %
Tiempo estándar (Tiempo hombre)	210.70	208.30			2.40	1.14%
Costo por hora de fabricación	S/ 203.45					
Costo de fabricación	S/ 42,866.32	S/ 42,378.64	S/488.28	1.14%		
Total desplazamientos	23.13	23.13	0.00	0.00%		
Clasificación de las operaciones	<i>Hrs. Mensuales</i>	<i>Hrs. Mensuales</i>	<i>Hrs. Mensuales</i>	%		
Total Operaciones de valor añadido 	208.00	208.00	0.00	0.00%		
Total de ope. de valor añadido 	2.70	0.30	2.40	88.89%		
Total desplazamientos 	0.00	0.00	0.00	0.00%		
Total almacenamientos 	1.20	0.10	1.10	0.00%		
Total esperas 	1.50	0.20	1.30	86.67%		
Total inspecciones 	0.00	0.00	0.00	0.00%		
Total inspección operación 	0.00	0.00	0.00	0.00%		
Total búsquedas 	0.00	0.00	0.00	0.00%		
Total operaciones eliminables 	0.00	0.00	0.00	0.00%		
Total comunicaciones 	0.00	0.00	0.00	0.00%		
Cfo	1.28%	0.14%		88.76%		
Aceptación de la mejora						
Aprobado:	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO					
Fecha de aprobación:	22/04/2019					
Aprobado por:	xxxxxx					
Responsables de implantación:	Jays Stefany Aliaga Castillo Katherine Solange Rodríguez Zegarra					
Plazo de implantación:	6 meses					
Fecha de implantación:	29/04/2019					
Horas-hombres asignados:	18 horas-hombre					
Presupuesto asignado:	S/ 80,000.00					
Cuantificación de la mejora esperada						
Tiempo de despilfarro ahorrado (hr)	2.40					
Ahorro anual esperado por unidad (S/.unidad.)	S/ 488.28					
Ahorro anual esperado (S/./año)	S/5,859.36					

Figura 46. Formato resumen de resultados de implementación de MRP

Fuente: Elaboración propia

Resultado de la propuesta en general en los costos de la empresa:

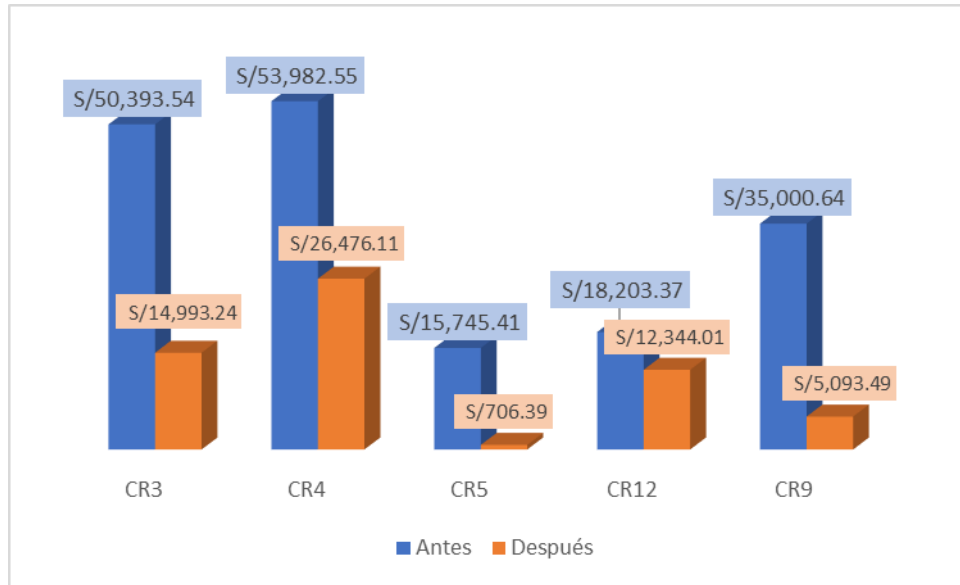


Figura 47. Resultados generales de la propuesta

Fuente: Elaboración Propia

Tal como se evidencia en la figura 47 los costos anuales se han reducido en promedio 69.20%, promedio que considera el total de costos actuales vs el total de costos después de la implementación de las herramientas.

Para la causa raíz 3, falta de mantenimiento de la maquinaria, se consideró la implementación de la herramienta TPM, la cual genera una reducción en los costos del 70.25%, generando así un costo anual de 14993.24 soles.

En la causa raíz 4, falta de identificación de actividades, se hace uso de la herramienta SMED, que genera una reducción del 50.95%, dando como resultado un costo anual de 12344.01 soles.

En el caso de la causa raíz 5, falta de orden en la producción de materiales internos, se consideró la herramienta KANBAN, la cual tras su implementación generará una reducción en los costos anuales del 95.51%, dando un resultado un costo anual de 706.39 soles.

Para la causa raíz 12, falta de planificación de las órdenes de trabajo, se conceptuó el uso de la herramienta MRP, la cual muestra una reducción de los costos en 32,19%, que, convertido a soles, generan un costo anual de 12344.01 soles.

Por último, para la causa raíz 9, falta de orden y limpieza, se consideró la implementación de la herramienta 5S, que tras su implementación genera una reducción del 85.45%, que expresado en soles es 5093.49 anual.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En el estudio se detectaron y expusieron diversas causas que originan el aumento de los costos en la empresa. Entre ellos, encontramos la falta de orden y limpieza, este tiene un impacto bastante significativo de un 15.99% siendo considerado así una de las principales causas del problema del área de producción. Se observa dentro del área herramientas malogradas e insumos vencidos, generando un aspecto de suciedad y desorden. Por ello, se propone como herramienta de mejora la metodología 5s, que colabora con la reducción de desperdicios, mediante el orden y la limpieza, separa aquello que realmente es necesario y elimina lo que no lo es. Como se evidencia en la figura 42, se observa una reducción significativa entre el tiempo propuesto (mejorado) y el tiempo actual, de aproximadamente 5.48%. Los resultados comprueban que con el método de las 5's se logra reducir algunos tiempos improductivos en el proceso, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Díaz (2018) en su tesis "Diagnostico, diseño y estrategia de implementación de propuestas de mejora para el proceso de reparación de carrocería y pintura en un taller automotriz", en donde obtuvo una reducción del 33% en el tiempo de proceso y espera del área de pintura.

El trato que dispensa producción a los equipos es en muchos casos poco acorde con los cuidados mínimos que debe prodigarse a instalaciones en muchos casos críticas. No existen procedimientos de trabajo que hayan sido cuidadosamente elaborados para garantizar el buen estado de la maquinaria, ni existe una conciencia por parte del personal de producción de que un problema en la maquinaria es también 'su problema', sino más bien que una avería o un mal funcionamiento, sea cual sea la

causa que lo provoca, es ‘el problema de otro’, esto denota en una causa raíz en el área de producción, la de parada por averías. Como solución a esto se propone la aplicación de la metodología TPM, esta herramienta no significa aumento de tareas, sino una mayor variedad y un aumento de las habilidades por parte de los trabajadores, por tanto, colabora con el enriquecimiento profesional y personal. Rodríguez & Ruiz (2017) en su tesis “Propuesta de mejora en las áreas de producción y logística para incrementar la rentabilidad en la línea de producción de carrocerías CCY en la empresa Mertarqel SAC”, presenta una disminución en el número de fallas en un 15%, lo que genera una reducción en los tiempos de operación, de igual manera como se observa en la figura 43 la aplicación de la metodología en el presente estudio muestra una disminución bastante significativa desde 7.35% hasta 0.95%.

Actualmente en la empresa la preparación de la cabina de pintado, máquina elemental para el desarrollo de las actividades en el área, tiene un elevado tiempo de preparación que inclusive genera retrasos cuando no se realiza como corresponde, generando durante el mes un promedio de 22.10 horas de despilfarro. Para reducir estos tiempos se propone la implementación de las técnicas de SMED a través de tres fases, primero categorizando las operaciones en externas e internas, para luego buscar la manera de reducirlas, a través de operaciones en paralelo, se obtendrá una reducción de 4.65% tal como se indica en la figura 44. Del mismo modo, Vázquez (2011) en su tesis titulada “Propuesta de un plan para la implementación de la estrategia SMED en el área: “Construcción de llantas de camión radial” de la empresa Continental Tire Andina S.A.” obtuvo resultados favorables al aplicar SMED, obteniendo también una reducción del 2% en sus tiempos de proceso y por ende, aumentando su producción en un 2.28%.

Se presenta como causa raíz también la falta de orden en la producción de materiales internos, esta se da en el área, puesto que estas actividades, de entrega de un documento para el recojo de material no se realiza sin la presencia del supervisor de área, quién a su vez debe verificar que las actividades ya designadas se hayan culminado para realizar la solicitud de material. Para esta razón se propone el uso de Kanban, que permite ordenarse, de tal manera que se pueda comenzar por lo que se va a realizar y establecer prioridades, evaluar las demoras y establecer mejoras con respecto a ellos. Tras el uso de estas tarjetas se observa una reducción del tiempo 8.08 a 1.89 como se observa en la figura 45.

Por último, la falta de planificación de las órdenes de trabajo representa el 15.99% de impacto negativo en la rentabilidad de la empresa. Esto se muestra en la dificultad para realizar una correcta solicitud de materiales que serán necesarios para la ejecución de las actividades dentro del área, lo cual retrasa el tiempo programado para la culminación de estas. El MRP con ayuda de los datos de la lista de materiales y el inventario disponible permiten establecer requerimientos semanales por una cantidad de meses, facilitando de esta manera el reaprovisionamiento de manera más constante y evitando así retraso en solicitud de materiales. Por lo que la implementación de esta metodología generaría una reducción de tiempo de 1.14%, tal como se evidencia en la figura 46.

4.2 Conclusiones

- Se logró determinar que el impacto de la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing en las áreas de producción y calidad sobre los costos operativos de la empresa Factoría Bruce S.A. es de S/113,712.

- Al terminar de diagnosticar las áreas de producción y calidad de la empresa Factoría Bruce S.A. y definir cuáles eran las causas raíz, se obtuvo que la pérdida económica anual de estas era de S/173,326.
- Al detectar los principales problemas en la primera etapa del desarrollo del proyecto, se determinó que estos serán reducidos tras la implementación de las metodologías de Lean Manufacturing, como son: 5S, metodología SMED, metodología MRP, metodología TMP y metodología KANBAN.
- Después de diseñar la propuesta, se acordó que, para lograr la implementación de las metodologías de Lean Manufacturing mencionadas anteriormente, se requiere una inversión de S/273,865.
- Se evaluó la propuesta de implementación mediante indicadores económicos como VAN, TIR y B/C, obteniendo los siguientes resultados, S/ 429,636.13, 29.97% y 1.33 respectivamente. Resultados que indican que la aplicación de las propuestas genera un impacto positivo dentro de la empresa Factoría Bruce S.A.

REFERENCIAS

Alvarado, H. (1997). Productividad de la manufactura e impacto de ciertos indicadores de desempeño (Maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León.

Asociación automotriz del Perú (2018). Venta e inmatriculación de vehículos nuevos 2018.

Recuperado de

https://aap.org.pe/estadisticas/ventas_inmatriculaciones_vehiculos_nuevos/inm-2018/

Buses ‘made in’ Pereira conquistan el mercado latinoamericano. (6 de setiembre del 2016).

Dinero. Recuperado de <https://www.dinero.com/emprendimiento/articulo/busscar-fabrica-la-carroceria-de-buses-de-transporte-masivo-para-america-latina/224538>.

Carbajal, Y & Morales, M. (31 de diciembre del 2016). El sector automotriz en México y

Brasil: Un análisis desde la perspectiva comercial. Internext. Recuperado de http://www.reditiam.org/wp-content/uploads/2017/03/Carbajal-Suárez_Morales-Fajardo_2016_O-setor-automotivo-no-Mexico-e_44168.pdf

Castro, W. (1 de mayo del 2018). Invierten US\$ 2 millones en renovación de flota de buses

de transporte público. La República. <https://larepublica.pe/economia/1235398-invierten-us-2-millones-renovacion-flota-buses-transporte-publico>.

Introducción de Yutong. (s.f.). Recuperado por <https://es.yutong.com/about/introduction/>

Padilla, X. (2014). Metodología para control de mermas y mejora de eficiencia en la empresa

Granel S.A de C.V (Licenciatura). Escuela Agrícola Panamericana.

Sector automotriz inicia 2017 con aumento de ventas en sus tres mercados. (s.f.). Emol.

Recuperado de

<http://www.emol.com/noticias/Economia/2017/02/09/844226/Sector-automotriz-inicia-2017-con-aumento-de-ventas-en-sus-tres-mercados.html>.

Vilchez, G. (2018). Análisis y Determinación de los Factores que Generan Mermas en las

Áreas de Confección Tejido Plano y Tejido Punto, Para Proponer Alternativas de Mejora en una Empresa Textil Alpaquera (Título Profesional). Universidad Católica San Pablo.

Rodriguez, T & Ruiz, C. (2017). Propuesta de mejora en las áreas de producción y logística para incrementar la rentabilidad de la línea de producción de carrocerías CCY en la empresa Mertaqel SAC (Título Profesional). Universidad Privada del Norte.

Díaz, L. (2018). Diagnóstico, diseño y estrategia de implementación de propuestas de mejora para el proceso de reparación de carrocería y pintura en un taller automotriz (Título Profesional). Pontificia Universidad Católica del Perú.

Vázquez, D. (2011). Propuesta de un plan para la aplicación de la estrategia SMED en el área: “Construcción de llantas de camión radial” de la empresa Continental Tire Andina S.A. (Título Profesional). Universidad Politécnica Salesiana.

Yutong el mayor fabricante de autobuses del mundo (s.f.). Recuperado por <http://peraviamotors.com/yutong-el-mayor-fabricante-de-autobuses-del-mundo/>

Cuatrecasas, Ll. (2011). Organización de la producción y dirección de operaciones. España: Ediciones Díaz de Santos)

Duque Navarro, D. (24 de Noviembre de 2016). ABCfinanzas.com: Administración financiera. Obtenido de <https://www.abcfianzas.com/administracion-financiera/analisis-financiero>

Prieto Hurtado, C. A. (2010). Análisis Financiero. Bogotá: Fundación para la educación superior San Mateo [En línea]. Recuperado el 08 de julio del 2019 de <https://www.sanmateo.edu.co/documentos/publicacion-analisis-financiero.pdf>

Puerta Guardo, F., Vergara Arrieta, J., & Huertas Cardozo, N. (2018). Análisis financiero:

enfoques en su evolución. Criterio libre, 85-104.

R., A. (17 de 07 de 2014). CreceNegocios. Obtenido de <https://www.crecenegocios.com/el-van-y-el-tir/>

Reyes, T. (09 de Enero de 2019). La clase ejecutiva - Emol. Obtenido de <https://claseejecutiva.emol.com/articulos/tomas-reyes/como-calcularla-tasa-interna-de-retorno-tir-y-que-es-la-regla-de-la-tir/>

Torres, M. (18 de Noviembre de 2016). Rankia. Obtenido de Bolsa: <https://www.rankia.cl/blog/mejores-opiniones-chile/3391122-tasa-interna-retorno-tir-definicion-calculo-ejemplos>

Conexión Esan: El índice beneficio/costo en las finanzas corporativas (24 de Enero del 2017). Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/01/el-indice-beneficiocosto-en-las-finanzas-corporativas>

Conexión Esan: Fuentes financieros: el valor actual neto (VAN) (24 de Enero del 2017). Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/01/fundamentos-financieros-el-valor-actual-neto-van/>

Mtm ingenieros: ¿Qué es Smed? (2017). Obtenido de <http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-smed/>

Canales, R. (2015). Criterios para la toma de decisión de inversión. REICE, 3(5), 101-117.

Hoyos, A. (2013). Manual autoformativo. Finanzas II. Lima, Perú: Fondo editorial de la Universidad Continental.

Pérez, J., & Merino, M. (2011). Definición.de: Definición de análisis financiero. Obtenido de <https://definicion.de/analisis-financiero/>

Velayos, V. (s.f.). Economipedia: Valor Actual Neto (VAN). Obtenido de

<https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>

Rajadell, M. & Sánchez, J. (2010). Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad.

Madrid: Ediciones Díaz de Santos. [En línea]. Recuperado el 15 de junio del 2019 de

https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=lang_es&id=IR2xgsdmdUoC&oi=fn

[d&pg=PR1&dq=smed+manufacturing&ots=K7OjHc5ev-](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=lang_es&id=IR2xgsdmdUoC&oi=fn&d&pg=PR1&dq=smed+manufacturing&ots=K7OjHc5ev-)

[&sig=akmpvKQ9DNDiLybBtGT777WGOJE#v=onepage&q=smed%20manufactur](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=lang_es&id=IR2xgsdmdUoC&oi=fn&d&pg=PR1&dq=smed+manufacturing&ots=K7OjHc5ev-&sig=akmpvKQ9DNDiLybBtGT777WGOJE#v=onepage&q=smed%20manufactur)

[ing&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=lang_es&id=IR2xgsdmdUoC&oi=fn&d&pg=PR1&dq=smed+manufacturing&ots=K7OjHc5ev-&sig=akmpvKQ9DNDiLybBtGT777WGOJE#v=onepage&q=smed%20manufacturing&f=false)

Tejeda, A. (2011) Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. Ciencia y

Sociedad. Volumen XXXVI. [En línea]. Recuperado el 15 de junio del 2019 de

<http://repositoriobiblioteca.intec.edu.do/bitstream/handle/123456789/1364/CISO20>

[113602-276-310.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositoriobiblioteca.intec.edu.do/bitstream/handle/123456789/1364/CISO20113602-276-310.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Alarcon, A. (2014) Implementación de OEE y SMED como herramientas de Lean

Manufacturing en una empresa del sector plástico. (Tesis de grado). Universidad de

Guayaquil. [En línea] Recuperado el 15 de junio del 2019 de

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8043/1/TESIS.pdf>

Barcia, K. & Hidalgo, D. (2006) Implementación de una Metodología con la Técnica 5S

para Mejorar el Área de Matricería de una Empresa Extrusora de Aluminio. Revista

Tecnológica ESPOL. Volumen 18. [En línea] Recuperado el 15 de junio del 2019 de

<file:///C:/Users/JORGE/Downloads/226-648-1-PB.pdf>

ANEXOS

ANEXO 01: Formato encuesta sobre la problemática en el área de producción

ENCUESTA SOBRE LA PROBLEMÁTICA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA FACTORÍA BRUCE S.A.				
Área de Aplicación: PRODUCCIÓN				
Problema : ALTOS COSTOS OPERATIVOS EN EL PROCESO DE PINTURA DE LA FABRICACIÓN DE BUSES THUNDER INTERPROVINCIAL				
Nombre: _____		Área: _____		
Califique de acuerdo a los rangos, según su criterio, el impacto de cada causa en el Problema.				
NIVEL	Calificación			
Alto	Del 11 al 15			
Regular	Del 6 al 10			
Bajo	Del 1 al 5			
En las siguientes causas considere el nivel de prioridad que afecten el tiem: CAUSA () ALTO () REGULAR () BAJO				
N°	Descripción de la causa	Calificación		
		Alto	Regular	Bajo
CR1	Bajo desempeño del personal			
CR2	Falta de comunicación entre los trabajadores			
CR3	Paradas por averías			
CR4	Tiempo elevado de preparación de máquina			
CR5	Retraso en la entrega de materiales			
CR6	Despilfarro de materiales			
CR7	Falta de indicadores de productividad			
CR8	Falta de registros			
CR9	Falta de orden y limpieza			
CR10	Puestos de trabajos no son ergonómicos			
CR11	Mal diseño del método de trabajo			
CR12	Falta de planificación de las órdenes de trabajo			

Anexo 1: Formato encuesta sobre la problemática en el área de producción

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 02: Formato encuesta sobre la problemática en el área de calidad

ENCUESTA SOBRE LA PROBLEMÁTICA EN EL ÁREA DE CALIDAD DE LA EMPRESA FACTORIA BRUCE S.A.				
Área de Aplicación: CALIDAD				
Problema : <i>ALTOS COSTOS OPERATIVOS EN EL PROCESO DE PINTURA DE LA FABRICACIÓN DE BUSES THUNDER INTERPROVINCIAL</i>				
Nombre: _____		Área: _____		
Califique de acuerdo a los rangos, según su criterio, el impacto de cada causa en el Problema.				
NIVEL	Calificación			
Alto	Del 11 al 15			
Regular	Del 6 al 10			
Bajo	Del 1 al 5			
En las siguientes causas considere el nivel de prioridad que afecten el tiem:				
CAUSA () ALTO () REGULAR () BAJO				
N°	Descripción de la causa	Calificación		
		Alto	Regular	Bajo
CR1	No existen parámetros para la calibración de homo			
CR2	Falta de dispositivos para prevenir errores			
CR3	Materiales no se encuentran estandarizados			
CR4	Falta de inspección del material recepcionado y almacenado			
CR5	Falta de estandarización en los criterios de calidad			
CR6	Falta de indicadores de la gestión de calidad			
CR7	Inadecuado procedimiento de inspección en el proceso			
CR8	Falta de un sistema de mejora continua			

Anexo 2: Formato encuesta sobre la problemática en el área de Calidad

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 03: RESULTADOS DE ENCUESTA EN LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN Y
CALIDAD

RESULTADOS DE ENCUESTA SOBRE LA PROBLEMÁTICA EN LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA EMPRESA FACTORÍA BRUCE S.A.

EMPRESA: Factoría Bruce S.A.

ÁREAS: Producción y Calidad

PROBLEMA: ALTOS COSTOS OPERATIVOS EN EL PROCESO DE PINTURA DE LA FABRICACIÓN DE BUSES THUNDER INTERPROVINCIAL

NIVEL	Calificación
Alto	Del 11 al 15
Regular	Del 6 al 10
Bajo	Del 1 al 5

		PRODUCCIÓN												CALIDAD							
		Mano de obra		Maquinaria		Materia Prima		Medición		Medio Ambiente		Métodos		Maquinaria		Materia Prima		Medición		Métodos	
		CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7	CR8	CR9	CR10	CR11	CR12	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7	CR8
Supervisor	Brian Haro Eustaquio	1	1	15	15	12	1	2	2	14	1	1	15	1	11	1	1	15	2	15	6
Asistentes	Pedro Sánchez	1	1	15	14	15	2	2	1	11	2	2	14	2	15	5	1	14	1	15	1
	Benjamín Bustinza	2	3	15	15	11	1	1	2	12	1	1	12	1	13	1	2	15	1	14	1
Personal de limpieza	Brenda Castañeda	1	1	14	12	13	3	2	1	15	1	4	15	1	12	1	1	13	4	15	5
	Juan Carlos Guzmán	2	2	15	9	15	1	1	3	14	2	5	10	2	12	2	1	14	1	14	1
OPERARIOS	Paulo Azañero	1	1	15	15	12	2	1	2	15	1	8	15	1	12	1	3	15	1	15	2
	Julio Ortiz	5	1	14	14	14	2	2	1	14	2	7	10	1	14	4	1	14	1	15	1
	Renzo Saldaña	5	2	15	15	15	5	2	2	11	1	4	15	3	13	1	2	13	2	15	3
CALIFICACIÓN TOTAL		18	12	118	109	107	17	13	14	106	11	32	106	12	102	16	12	113	13	118	20

Anexo 3: Resultados de encuesta en las áreas de producción y calidad

Fuente: Elaboración propia