UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE MEJORA PARA EL CONTROL Y LA
PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN UNA
FÁBRICA METAL MECÁNICA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTADO POR

CARDENAS VASQUEZ STHEFANY MILAGROS (0000-0001-9840-3315)

ASESOR

VIACAVA CAMPOS GINO EVANGELISTA (0000-0002-0126-4126)

Lima 23 de Enero del 2019

La presente tesis lo dedico principalmente a Dios por darme la fuerza necesaria para continuar ante los momentos más difíciles; a mi madre por creer en mi capacidad para terminar cada proyecto que ejercía y por enseñarme todo lo que he aprendido hasta ahora. A mis amigos y seres más cercanos, por alentarme en todo momento y por compartir nuestros triunfos. A todas las personas que me compartieron un poco de su conocimiento para concretar mis ideas en este documento como mi asesor y mis compañeros de trabajo en mis primeros años de práctica.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por acompañarme en cada paso que di en la vida, comprendiendo que toda situación es un momento único para aprender. Asimismo, agradezco de todo corazón a mi madre, por nunca rendirse para lograr sus sueños y demostrarnos que con esfuerzo y dedicación todo se puede lograr en esta vida. A mi hermano, por ser una buena compañía y demostrarme que la libertad es el único paso que nos asegura la felicidad. Finalmente a mis amigos y seres más queridos por ser parte de esta experiencia y porque también con cada uno de sus pasos aprendí mucho de ustedes.

Resumen

El presente proyecto consiste en el diseño de una propuesta de mejora aplicado a la industria manufacturera en el rubro metal mecánico, que consiste en el desarrollo de cuatro capítulos que busca analizar, identificar el problema, diseñar y validar el modelo que se rige bajo las características de este sector.

En el primer capítulo se realiza un análisis de la situación actual de las industrias metal mecánicas, determinar su comportamiento en el país y en el mundo. En el segundo capítulo se realiza un estudio de la empresa seleccionada para determinar el problema y el impacto económico; así mismo, se hace un análisis detallado de las causas que pueden originar dicho problema y midiendo la relevancia de cada uno. El tercer capítulo inicia con la selección de las propuestas mediante la aplicación de criterios para determinar la inocuidad de la solución con el problema. El cuarto capítulo presenta la validación mediante un piloto aplicado en la empresa, siguiendo los pasos planteados en el capítulo anterior; adicionalmente se realiza el monitoreo de los indicadores requeridos para medir la efectividad y el cumplimiento de los objetivos en relación con las causas encontradas. También se realiza una evaluación económica para determinar la factibilidad del proyecto a lo largo del tiempo. Finalmente, se exponen las conclusiones por cada capítulo desarrollado y luego se redactan las recomendaciones para que el estudio realizado sirva como base para aquellas empresas que requieran tomar como ejemplo la propuesta de mejora.

Palabras clave: Cumplimiento de pedidos, Ingeniería Simultánea, Ciclo Deming, Metodología 5's

Abstract

This project consists in the design of a proposal for improvement applied to the manufacturing industry in the field of mechanical metal, which consists in the development of four chapters that seeks to analyses, identify the problem, design and validate the model that is governed under the characteristics of this sector.

In the first chapter an analysis of the current situation of the metal-mechanical industries is carried out, to determine their behavior in the country and in the world. In the second chapter, a study of the selected company is carried out to determine the problem and the economic impact; Also, a detailed analysis is made of the causes that can cause this problem and measuring the relevance of each one. The fourth chapter presents the validation by a pilot applied in the company, following the steps raised in the previous chapter; In addition, monitoring of the indicators required to measure the effectiveness and fulfillment of the objectives in relation to the found causes is carried out. An economic evaluation is also carried out to determine the feasibility of the project over time. Finally, the conclusions are presented for each chapter developed and then the recommendations are drafted so that the study serves as a basis for those companies that require to take as an example the proposal for improvement.

Keywords: order fulfillment, simultaneous engineering, Deming Cycle, 5 's methodology

TABLA DE CONTENIDO

1. CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	2
1.1. INDUSTRIA METAL MECÁNICA	2
1.1.1. Antecedentes	2
1.1.2. Comercialización	5
1.1.3. Estrategias de Producción	9
1.2. MARCO CONCEPTUAL	10
1.2.1. Lean Manufacturing	10
1.2.2. Ingeniería Simultánea	11
1.2.3. Ciclo de Deming	11
1.2.4. Metodología 5S	11
1.2.5. SMED	12
1.2.6. Mantenimiento Integral	12
1.2.7. Distribución de planta	12
1.3. MARCO TEÓRICO DE PROPUESTAS	13
1.3.1. Lean Manufacturing	13
1.3.2. Ingeniería Simultánea	18
1.3.3. Ciclo de Deming	22
1.3.4. Mantenimiento Productivo Total (TPM)	23
1.3.5. Distribución en Planta	28
1.4. MARCO NORMATIVO	30
1.4.1. Salud Ocupacional	30
1.4.2. Residuos Sólidos	31
1.5. CASOS DE ÉXITO	32
1.5.1. Efectividad de un modelo híbrido MTO/MTS	32
1.5.2. Ingeniería Simultánea	34
1.5.3. Efectividad de la metodología 5'S	36
1.5.4. Desarrollo del Mantenimiento Autónomo	38
1.5.5. Mejoras en la distribución de planta	40
2. CAPÍTULO 2: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA.....	43
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	43
2.1.1. Ubicación	43
2.1.2. Organigrama	43
2.1.3. Principales Productos.....	44

2.1.4. Proceso Productivo	44
2.2. PRINCIPALES COMPETIDORES	48
2.3. PRINCIPALES CLIENTES	49
2.4. PROVEEDORES DE MATERIA PRIMA	51
2.5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	53
2.5.1. Identificación del problema	53
2.5.2. Impacto económico del problema	55
2.6. DIAGNÓSTICO	59
2.6.1. Factores causales del problema.....	59
2.7. HIPÓTESIS	66
3. CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE MEJORA.....	68
3.1. VINCULACIÓN DE CAUSA CON SOLUCIÓN	68
3.2. DISEÑO DEL GRUPO DE PROPUESTAS.....	75
3.2.1. Diseño de la propuesta 1:	75
3.2.2. Diseño de la propuesta 2:	87
3.2.3. Diseño de la propuesta 3:	95
3.3. DESARROLLO DEL MODELO SELECCIONADO	97
3.3.1. Aplicación de Ingeniería Simultánea.....	99
3.3.2. Desarrollo del Ciclo Deming.....	108
3.3.3. Cronograma.....	123
3.3.4. Presupuesto de la implementación.....	125
3.4. CONSIDERACIONES.....	126
4. CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DEL MODELO	128
4.1. VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA	128
4.1.1. Aplicación de la Ingeniería Simultánea.....	128
4.1.2. Primer paso: Planificación	133
4.1.3. Segundo Paso: Ejecución	134
4.1.4. Tercer Paso: Verificación	146
4.1.5. Monitoreo, medición y control interno	147
4.2. IMPACTO ECONÓMICO	149
4.3. IMPACTOS A LOS STAKEHOLDERS	156
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	163
6. REFERENCIAS	167
7. ANEXOS	173

ANEXO 1.....	173
ANEXO 2.....	174
ANEXO 3.....	175
ANEXO 4.....	178
ANEXO 5.....	179
ANEXO 6.....	180
ANEXO 7.....	181
ANEXO 8.....	183
ANEXO 9.....	184
ANEXO 10.....	185
ANEXO 11.....	187
ANEXO 12.....	188
ANEXO 13.....	190
ANEXO 14.....	193
ANEXO 15.....	198
ANEXO 16.....	200
ANEXO 17.....	203
ANEXO 18.....	206

Índice de tablas

Tabla 1. Actividades que impactan en el Producto Bruto Interno	2
Tabla 2. Porcentaje de Ventas de Producto Metálicos, Maquinaria y Equipo	3
Tabla 3. Lista de insumos, herramientas maquinarias y equipos de protección personal.....	4
Tabla 4. Fases del TPM.....	25
Tabla 5. Productos y secuencia	41
Tabla 6. Lista de maquinarias	47
Tabla 7. Lista de clientes.....	49
Tabla 8. Lista de proveedores	51
Tabla 9. Lista de causas.....	64
Tabla 10. Análisis de Causas.....	65
Tabla 11. Tabla de criterios.....	70
Tabla 12. Tabla de calificación	71
Tabla 13. Tabla de puntaje	72
Tabla 14. Puntaje de Grupo 1	86
Tabla 15. Criterios de Terciarización	88
Tabla 16. Criterios de Terciarización 2	89
Tabla 17. Puntaje del Grupo 2.....	95
Tabla 18. Puntaje del Grupo 3.....	96
Tabla 19. Carga laboral del cliente Cajamarquilla	102
Tabla 20. Carga de máquinas por el cliente VM.....	106
Tabla 21. Distancia de Operador – Casillero	115
Tabla 22. Distancia Operador – Casillero	116
Tabla 23. Cuadro de Control de Indicadores.....	120
Tabla 24. Cronograma Tentativo	123
Tabla 25. Presupuesto	125
Tabla 26. Órdenes de trabajo del Piloto	131
Tabla 27. Programa de Capacitación.....	134
Tabla 28. Actividades de la metodología 5'S	136
Tabla 29. Cuadro de comparación de Tiempos.....	141
Tabla 30. Cronograma de Mantenimiento.....	144
Tabla 31. Horas Extras	146

Tabla 32. Indicadores y Resultado	147
Tabla 33. Flujo Neto del Primer Año de Análisis	150
Tabla 34. Flujo Neto del Segundo Año de Análisis	150
Tabla 35. Flujo Neto del Tercer Año de Análisis	150
Tabla 36. Tabla de Flujo de Ahorro de materiales	152
Tabla 37. Flujo de Caja	153
Tabla 38. Cuadro de Incentivos.....	155
Tabla 39. Matriz de Stakeholder - Gerente General.....	157
Tabla 40. Matriz de Stakeholder - Cliente Votorantim Metais	158
Tabla 41. Matriz de Stakeholder - Clientes Generales.....	159
Tabla 42. Matriz de Stakeholder - Trabajadores	159
Tabla 43. Tabla de Probabilidad	161
Tabla 44. Tabla de Impacto.....	161
Tabla 45. Tabla de Probabilidad por Impacto	161

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Exportaciones en la Industria Metal Mecánica	6
Ilustración 2. Variaciones de Exportaciones Metal Mecánica	6
Ilustración 3. Variación de bienes de capital para la Industria.....	7
Ilustración 4. Importaciones de bienes de capital para la Industria	8
Ilustración 5. Matriz de productos y procesos.....	9
Ilustración 6. Casa de Toyota.....	13
Ilustración 7. Tarjeta de Identificación de Materiales.....	15
Ilustración 8. CVP en la Ingeniería Tradicional y la Ingeniería Simultánea.....	19
Ilustración 9. Equipo de Trabajo Ingeniería Simultánea.....	19
Ilustración 10. Desarrollo de actividades ingeniería simultánea.....	20
Ilustración 11. Pérdidas en TPM	24
Ilustración 12. MTS/MTO.....	32
Ilustración 13. Tres líneas de Producción	32
Ilustración 14. Relación con el cliente por cada estrategia de fabricación	33
Ilustración 15. Comparación de la situación	37
Ilustración 16. Comparación del segundo paso.....	37

Ilustración 17. Comparación del tercer paso	38
Ilustración 18. Cuadro de resumen de combinaciones	41
Ilustración 19. Resultado de combinaciones	42
Ilustración 20. Organigrama Famitec Mining S.A.	43
Ilustración 21. Proceso Productivo Famitec Mining S.A.	45
Ilustración 22. Gráfico de materia prima	46
Ilustración 23. Participación de clientes.....	50
Ilustración 24. Pedidos entregados a destiempo.....	53
Ilustración 25. Nivel de servicio	54
Ilustración 26. Total de pedidos	55
Ilustración 27. Horas extras por mes	57
Ilustración 28. Costos por hora extra al mes	59
Ilustración 29. Diagrama Ishikawa de causas	60
Ilustración 30. Flujograma del proceso de fabricación	63
Ilustración 31. Pareto de las causas identificadas	66
Ilustración 32. Esquema de Propuesta de Mejora	69
Ilustración 33. Grupo de propuestas.....	73
Ilustración 34. Organigrama ejemplo.....	76
Ilustración 35. Etapas de Inicio	78
Ilustración 36. Organigrama de equipo	80
Ilustración 37. Etapas de las 5'S	81
Ilustración 38. Ejemplo de Tarjeta Roja.....	82
Ilustración 39. Lista de posibles averías.....	92
Ilustración 40. Modelo de la Propuesta.....	98
Ilustración 41. Distribución del área de producción	99
Ilustración 42. Nuevo Flujograma del proceso de fabricación.....	100
Ilustración 43. Organigrama de ejemplo	101
Ilustración 44. Flujo de trabajo para atender pedidos de Votorantim Metais	102
Ilustración 45. Dimensiones de una máquina CNC	104
Ilustración 46. Espacio para la máquina CNC	105
Ilustración 47. Instalación Final de Máquina CNC.....	107
Ilustración 48. Ubicación actual de pedidos.....	109

Ilustración 49. Temas para la capacitación	110
Ilustración 50. Organigrama de responsabilidades	113
Ilustración 51. Ubicación Actual de Casilleros	115
Ilustración 52. Reubicación de casillero	116
Ilustración 53. Aspiradora de virutas	119
Ilustración 54. Módulo de trabajo para Votorantim	129
Ilustración 55. Capacitación al operario.....	129
Ilustración 56. Ejecución de los pedidos de Votorantim.....	130
Ilustración 57. Orden de Trabajo.....	132
Ilustración 58. Pedidos del periodo 2015 al 2017	133
Ilustración 59. Primer día de charla	136
Ilustración 60. Aplicación de Tarjeta Roja.....	139
Ilustración 61. Fotos de casilleros ordenados - Antes	140
Ilustración 62. Fotos de casilleros ordenados - Después.....	140
Ilustración 63. Muestra de orden en el casillero.....	141
Ilustración 64. Antes de la reubicación	142
Ilustración 65. Maquinaria con su casillero	142
Ilustración 66. Espacio asignado (salida de la planta)	143
Ilustración 67. Espacio de pedidos terminados	143
Ilustración 68. Nivel de Servicio en el periodo de 2015 a 2017	148
Ilustración 69. Horas extras en el periodo de 2015 a 2017	149
Ilustración 70. Matriz de Stakeholders.....	156
Ilustración 71. Matriz de Stakeholders de Famitec Mining	157

Introducción

Las empresas manufactureras del rubro metal mecánica tienen la principal característica de trabajar mediante el sistema de producción make to order (MTO), esta estrategia implica responder exclusivamente a los requerimientos que soliciten los clientes, es decir la empresa tiene una mayor flexibilidad en los procesos de producción. Una de las ventajas competitivas que desarrolla la empresa es el valor de la calidad en el producto y el cumplimiento en la fecha de entrega.

La ventaja que presenta el sistema se caracteriza por la especialización en el trabajo, como por ejemplo fabricaciones de engranajes de diferentes tamaños para maquinarias o el diseño de grandes piezas metálicas utilizados para la implementación de un sistema en una fábrica que usa torres de enfriamiento. La variedad de cada pedido o producto a fabricar dependerá de la necesidad del cliente.

Sin embargo, existe un desafío principal entorno a la programación de fabricación de las órdenes de trabajo que manejan las empresas, esto quiere decir que desde la llegada de la orden de trabajo se debe realizar una previa planificación de los siguientes elementos: insumos del producto, metodología, maquinarias disponibles, mano de obra especializada, tiempo de fabricación y fecha de entrega.

Al no realizarse la programación que permita mantener un equilibrio entre los trabajos en proceso con las nuevas órdenes de trabajo, genera un conflicto en la parte operacional, siendo el principal problema los retrasos en la fabricación de los pedidos anteriores. Las interrupciones que se presentan en el proceso de producción ocasionan cuello de botella en los módulos de trabajo de cada operador, donde son quienes se encuentran en la constante búsqueda de soluciones para resolver los problemas que se presentan en su día a día.

En este informe se hace un estudio de la empresa Famitec Mining S.A., realizando el diagnóstico para identificar cuál es el problema actual, medir el impacto económico y las causas que dan inicio a este problema; así mismo, se propone un modelo de trabajo que busque mitigar, controlar o eliminar las causas identificadas y logren los objetivos planteando por la empresa, siendo los principales indicadores el tiempo empleado y el retorno económico.

1. Capítulo 1: Marco Teórico

Los conceptos de Ingeniería basados en sistemas de producción son una base fundamental para desarrollar diferentes modelos de trabajo para implementar de manera correcta la solución o la mejora de la productividad. En las siguientes páginas se desarrollan diferentes definiciones sobre filosofías, metodologías y herramientas que se considerarán para el tipo de producción de la empresa seleccionada.

1.1. Industria metal mecánica

1.1.1. Antecedentes

La industria metal mecánica transforma diferentes metales en productos como maquinaria, equipos y herramientas o proporcionan suministros para empresas industriales, esto hace posible que trabaje de manera conjunta con sectores como transporte, construcción, pesca, etc.

Desde la década de los 60 como lo menciona el autor Sagasti y Ruben (1968) el mercado sostuvo al sector metal mecánico a través de políticas proteccionistas gubernamentales, en la cual respondería a una estrategia que desarrolla a este sector con ingresos de tecnología extranjera, principalmente de los que llegaban de Europa. Por ese motivo, dicha década indica el inicio de la fabricación de productos metálicos en mayor cantidad y el uso de maquinarias simples.

Actualmente, el Producto Bruto Interno (PBI) ha tenido un crecimiento de 4.4% y fue el resultado del desempeño favorable de las actividades principales como agricultura, pesca, extracción de Petróleo, etc. Sin embargo, se registró una contracción en la actividad Manufactura con un -3.0%, tal y como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 1. Actividades que impactan en el Producto Bruto Interno

Cuadro N° 7
PERÚ: PRODUCTO BRUTO INTERNO
(Variación porcentual del índice de volumen físico respecto al mismo periodo del año anterior)
Año Base 2007=100

Actividades	2015/2014					2016/2015
	I Trim.	II Trim.	III Trim.	IV Trim.	Año	I Trim.
Economía Total (PBI)	1,8	3,1	3,2	4,7	3,3	4,4
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	1,0	3,4	4,2	2,5	2,8	1,6
Pesca y acuicultura	-9,8	35,2	-21,9	41,2	15,9	1,7
Extracción de petróleo, gas y minerales	4,2	7,4	10,0	14,7	9,2	15,6
Manufactura	-5,1	-0,1	-2,4	0,9	-1,7	-3,0
Electricidad, gas y agua	4,8	5,6	6,3	8,2	6,2	10,6
Construcción	-6,9	-8,3	-6,7	-2,3	-5,9	2,1
Comercio	3,7	4,1	4,3	4,0	4,0	2,8
Transporte, almacenamiento, correo y mensajería	1,8	2,5	2,8	2,2	2,3	3,7
Alojamiento y restaurantes	2,9	3,1	3,3	2,6	3,0	2,9
Telecomunicaciones y otros servicios de información	9,9	6,8	9,6	10,9	9,3	7,7
Servicios financieros, seguros y pensiones	11,9	10,2	9,6	11,8	10,8	8,8
Servicios prestados a empresas	5,1	5,3	4,1	3,9	4,6	3,1
Administración pública y defensa	3,2	3,5	3,6	4,9	3,9	4,7
Otros servicios	4,5	5,0	4,1	4,2	4,4	4,6
Total Industrias (VAB)	2,1	3,5	3,4	5,1	3,5	4,7
DM-Otros Impuestos a los Productos	-0,5	-1,1	1,7	1,5	0,4	1,7

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática

De acuerdo con la información, se puede observar que, si bien el registro es negativo, en comparación al trimestre pasado el resultado es menor y en general el resultado va mejorando con el crecimiento de las demás actividades. El objetivo principal es mejorar el compromiso de las empresas al tener una base sólida con la participación de su mercado.

Los avances que han generado esta industria se ven reflejados en la gran cantidad de trabajos que realiza, sobre todo por las grandes innovaciones en maquinaria, por lo que se ve reflejado en las ventas anuales de productos metálicos, maquinarias y equipos representando el 12% de toda la industria manufactura en promedio desde el año 2010 hasta el 2015 en el Perú¹.

Tabla 2. Porcentaje de Ventas de Producto Metálicos, Maquinaria y Equipo

Año	Total de ventas en Manufactura	Productos Metálicos, Maquinaria y Equipo	Porcentaje
2010	S/. 123,792	S/. 14,840	12%

¹ Cfr. Información Estadística de SUNAT. Ventas totales declaradas según actividad económica del 2010 al 2015, porcentaje que representa el sector industrial con relación a la producción manufacturera en el Perú.

2011	S/. 145,581	S/. 18,479	13%
2012	S/. 154,418	S/. 20,767	13%
2013	S/. 159,303	S/. 20,743	13%
2014	S/. 160,316	S/. 17,550	11%
2015	S/. 159,025	S/. 18,413	12%
			12%

Fuente:

SUNAT

Para el correcto funcionamiento de las plantas industriales es necesario que cuente con varios elementos requeridos para la producción y para la seguridad de los operadores existen equipos de protección personal:

Tabla 3. Lista de insumos, herramientas maquinarias y equipos de protección personal

Insumos	Accesorios y dispositivos de fijación para rectificado
	Acoples
	Metales ferrosos
	Metales no ferrosos
	Pinturas, sellantes, adhesivos
Herramientas	Elementos de sujeción
	Medidores de flujo
	Montajes de maquinaria
Maquinarias	Centro Numérico Computarizado (CNC)
	Tornos
	Fresadoras
	Soldadoras
	Sierras de cinta
Equipos de protección personal	Zapatos punta de acero
	Cascos
	Tapones industriales
	Mamelucos
	Lentes

Fuente: Elaboración propia

En la industria metalmecánica aparecen nuevas maquinarias que mejoran la productividad y se ve reflejado en el desarrollo de la Tecnología de Manufactura Avanzada (TMA). En el mercado se ofrecen una amplia variedad, por lo que es importante identificar los atributos de acuerdo con la actividad económica (Real y Vásquez, Maldonado-Macías, 2011).

Dentro de la lista se puede observar el nombre de una máquina denominada como centro numérico computarizada (de acuerdo con las siglas CNC), estas nuevas máquinas realizan producciones de manera más eficiente, tiene mayor flexibilidad, ahorran tiempo, incrementan la precisión y calidad, y con el paso de los años son más económicas; es por ello que las máquinas convencionales están siendo adaptadas con la función de controlarse por computadora.

Existe un gran mercado enfocado a clientes nacionales como extranjeros; la competitividad les permite competir en grandes proyectos que involucran una gran inversión. Por esta razón las industrias metal mecánicas se encuentran en la capacidad de realizar producciones como:

- Equipos para procesamiento
- Equipamiento eléctrico
- Materiales eléctricos
- Suministros de acero
- Estructuras de acero
- Fabricaciones en acero
- Accesorios de tuberías
- Productos especiales para minería

1.1.2. Comercialización

1.1.2.1. Comercio Externo

1.12.1.1. Exportaciones

Actualmente, la comercialización de los productos de este sector ha tenido variedad en las ventas respecto al mercado extranjero.

Ilustración 1. Exportaciones en la Industria Metal Mecánica

Fuente: Ministerio de Producción

El gráfico representa el valor en millones de dólares de las exportaciones desde enero hasta diciembre del 2015.

Asimismo, se revisará las variaciones de respecto con la exportación de productos metal mecánico en el año 2015.

Ilustración 2. Variaciones de Exportaciones Metal Mecánica

Fuente: Fuente Ministerio de Producción

Las exportaciones realizadas durante los meses de enero a diciembre del 2015 han sufrido variaciones significativas, sobre todo porque los cambios porcentuales presentan datos negativos, explicando una caída debido a la menor actividad industrial, metal mecánico y siderometalúrgico.

1.12.1.2 Importaciones

En el último año, las importaciones se han basado en la obtención de máquinas y aparatos de oficina, y también de maquinaria industrial, así como sus herramientas, partes y accesorios. En el Perú no existe una empresa que se dedique a la fabricación de grandes equipos, por esa razón se realiza la compra en otros países, especialmente los que pertenecen al continente europeo. Si bien las empresas buscan equipos nuevos de alta tecnología normalmente son los que tienen un alto valor, sin embargo, es posible conseguir equipos que han tenido un uso anteriormente y con ello los hace más accesible al mercado.

Ante la posibilidad de obtener maquinaria mucho más automatizada, los compradores no solo deben tener conocimiento sobre el precio, sino que también deben conocer el estado actual de la maquinaria, su capacidad de producción y el ciclo de vida. En el siguiente gráfico se mostrará la variación de bienes de capital en el año 2015.

Ilustración 3. Variación de bienes de capital para la Industria

Fuente: Ministerio de Producción

Respecto a la variación interanual, se observa porcentajes negativos con respecto a años anteriores, especialmente en los meses de abril hasta octubre, aunque presente una tendencia de crecimiento, siendo un resultado positivo en relación con lo obtenido en el año 2014.

1.1.2.2 Comercio interno

La industria metal mecánica tendrá una variación porcentual negativa en aproximadamente 5,6% según Maximixe², esto debido a la disminución de la demanda interna por el paro en proyectos mineros y de infraestructura.

Ilustración 4. Importaciones de bienes de capital para la Industria

Fuente: Ministerio de Producción

Los productos metálicos de uso estructural tuvieron una caída del -71,2%, sin embargo, la consultora indica que se realizará una recuperación para el año 2017, debido a los nuevos proyectos y a otros factores externos.

² Noticia Gestión. Nota periodística publicado el 19 de agosto del 2016 en el que informa sobre la caída de la industria metal mecánica en este año.

1.1.3. Estrategias de Producción

Para conocer cómo funcionan las empresas que trabajan bajo la estrategia de pedido es importante conocer de una herramienta que permite identificar la relación que existe entre las características del proceso y del producto, desarrollado por el autor Krajwski.

1.1.3.1. Matriz de procesos y producto

La matriz sincroniza el producto que se fabricará con el propio proceso de manufactura, el cual reúne tres elementos: el volumen, el diseño del producto y el proceso (Krajwski, 2013).

La selección permite a la empresa determinar los recursos entorno al proceso y también al producto. La organización para el proceso significa por ejemplo que un tipo de maquinaria se agrupa en un lugar y se organizan todas las herramientas y materiales de acuerdo con este tipo de producción. Por otro lado, los procesos en función del producto mantienen flujos de línea continuo. Dentro de los grupos presentes tienen cuatro tipos de procesos: proceso de trabajo, proceso por lotes pequeños, procesos por lotes, proceso por lotes grandes y proceso de flujo continuo.

Ilustración 5. Matriz de productos y procesos

Fuente: Libro Administración de Operaciones 8ta edición

Sin embargo, las empresas metalmecánicas tienen la particularidad de definirse en dos tipos de producción seleccionados para su proceso principal:

1. Proceso por lotes: se caracteriza por la definición de proceso por lotes pequeños y por lotes grandes, en el que interfiere el tamaño de los productos a fabricar. Respecto al proceso por lotes grandes, se caracteriza porque manejan un volumen más alto, por ende, la variedad de productos se reduce. Aún se mantiene la flexibilidad, pero la repetición de la producción hace que se manejan lotes de diferentes tamaños.
2. Proceso en línea: se identifica porque el proceso es más estandarizado, los volúmenes son altos, lo que permite que se puedan designar los recursos de acuerdo con el producto y mantienen poco inventario.

Por otro lado, existen empresas que brindan servicios de reparación a las diferentes piezas de las maquinarias. Este nuevo enfoque se inició por la necesidad de tener disponibles repuestos o en el mejor de los casos diseñar piezas únicas para que formen parte del equipo a utilizar. Las diversas necesidades del mercado hicieron que las empresas, mezclando las estrategias de producción, ofrezcan servicios y productos en relación con los requerimientos del cliente.

1.2. Marco Conceptual

1.2.1. Lean Manufacturing

La filosofía Lean consiste en la aplicación de técnicas y herramientas de fabricación en el que busca la mejora de los procesos productivos por medio de la reducción de todo tipo de “desperdicios”, es decir realizar procesos y actividades que aumenten la productividad de la empresa con recursos necesarios (Abdul y Sulaiman, 2013). Para llevar a cabo un modelo Lean se debe crear una cultura organizacional en el que todos los involucrados apliquen mejoras en la planta de fabricación y tengan la capacidad de solucionar los problemas existentes, por ello se considera indispensable la comunicación entre los trabajadores, jefes y los responsables de la alta dirección.

1.2.2. Ingeniería Simultánea

El término de ingeniería concurrente nace de un reporte de 1986 del Institute for Defense Analysis (IDA), donde presenta uno de los conceptos más conocidos: “Un esfuerzo sistemático para un diseño integrado, concurrente del producto y de su correspondiente proceso de fabricación y servicio”. Este concepto admite que las personas responsables del desarrollo del producto consideren los elementos desde el diseño hasta su disponibilidad, incluyendo calidad y costo de los usuarios.

1.2.3. Ciclo de Deming

El concepto de control de calidad en las empresas ha ido evolucionando con el paso del tiempo, inicialmente se rigió bajo una definición tradicional que involucraba acciones como inspección, fiscalización y supervisión continua de actividades. Actualmente las empresas buscan un nuevo nivel de calidad en sus procesos y en su producto por lo que se enfocan en mejorar sus operaciones actuales.

Sin embargo, se sabe que las empresas presentan problemas por diferentes factores, presentando fallas o defectos que parecen superarlos en el momento, sin determinar el impacto negativo a lo largo del tiempo que involucra no resolver la causa raíz del problema identificado. Ante ello, es importante definir etapas de trabajo que permitan, desde identificar cualquier tipo de causa hasta estandarizar acciones de mejora efectivas.

Ante esta situación, inicia la idea de recurrir a medidas exitosas que han sido empleados por empresas del mismo rubro, que les permitieron mantener el control y recuperar el nivel de calidad que ofrecen al mercado.

1.2.4. Metodología 5S

Es una metodología que hace referencia a la aplicación de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo, que normalmente ya existen dentro de los conceptos de la organización. 5S hace referencia a las cinco palabras en japonés que definen las técnicas (Lamprea y Carreño, 2015):

- Seiri: Eliminar lo innecesario

- Seiton: Ordenar
- Seiso: Limpiar e inspeccionar
- Seiketsu: Estandarizar
- Shitsuke: Crear un hábito o cultura.

1.2.5. SMED

La metodología SMED por sus siglas en inglés (Single-Minute Exchange of Dies) tiene como fin reducir los tiempos de preparación de la máquina cada vez que se desea iniciar con una nueva función. Este conjunto de actividades permite realizar de manera detallada el proceso de cambios radicales en la máquina, utillaje y herramientas (Fuentes, García, 2015). Los cambios se realizan directamente a las funcionalidades de la máquina que involucran el uso de nuevos mecanismos de alimentación y/o ajuste que efectivamente se cumpla con la reducción del set up.

1.2.6. Mantenimiento Integral

El TPM es una metodología de mantenimiento industrial que evita la generación de pérdidas durante todo el proceso de producción, maximizando su eficacia y buscando el involucramiento de todas las áreas hasta la participación de la alta dirección.

En una producción ideal las máquinas funcionan al total de su capacidad, el TPM es una herramienta poderosa que acerca al ideal, sin averías, defectos, ni problemas de seguridad; ampliando el conocimiento de los operarios y de los encargados del mantenimiento, uniéndolos como un equipo que optimicen las actividades de operación y de mantenimiento.

1.2.7. Distribución de planta

La forma de distribuir los equipos y las áreas de trabajo son un problema constante para todas las empresas. De acuerdo con la opinión de expertos consideran que, de todos los planes de mejora, la distribución de la planta es la segunda opción más importante – después de las instalaciones de nueva maquinaria y equipo de producción - entre las técnicas de reducción de costos (Murther, 1970).

Eso quiere decir que la distribución en planta implica la orden física de los elementos industriales (Baykasolu y Göçken, 2011); este orden incluye los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores y todas las actividades o servicios, como el equipo de trabajo (Ediş y Kahraman, 2011).

1.3. Marco Teórico de Propuestas

1.3.1. Lean Manufacturing

Lean es una estrategia que determina la menor cantidad de input (entradas) para obtener como resultado mejores outputs (salidas), dentro los inputs están considerados los recursos como los costos incurridos y los outputs se refiere a la calidad y cantidad de los productos vendidos, que corresponde al nivel de servicio (Abdul, Mukhtar y Riza, 2013).

Los beneficios que presenta la filosofía para que las empresas logren la excelencia y generen una ventaja competitiva son:

- Reducir los tiempos de preparación de las máquinas para mejorar la flexibilidad y disminuir los tiempos de ejecución.
- Organizar el lugar de tal manera que se reduzcan los tiempos de búsqueda.
- Formar a los trabajadores multidisciplinarios que pueden tener la capacidad de realizar diferentes trabajos.
- Lograr la calidad total con respecto a la producción de todos los pedidos que lo soliciten.
- Reducción de los costos de producción.
- Impulsar una cultura de mejora continua, para el reconocimiento de posibles problemas y estar atentos a las soluciones.
- Mantener el compromiso de la alta dirección y de los empleados.

La forma tradicional de la Casa del Sistema de Producción de Toyota muestra las técnicas de la filosofía Lean y está representado por la fortaleza de los cimientos y columnas construidos de manera correcta.

Ilustración 6. Casa de Toyota

Fuente: Artículo Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing

1.3.1.1. Desperdicios de Lean Manufacturing:

Los desperdicios son conocidas como las “7 mudas”, a continuación, se listarán aquellos que impiden una óptima productividad en la empresa:

1. Desperdicio de sobreproducción
2. Desperdicio de espera
3. Desperdicio de movimientos innecesarios
4. Desperdicio de transporte
5. Desperdicio de procesamiento
6. Desperdicio por inventario
7. Desperdicio por productos defectuosos

Estas mudas se presentan constantemente en los procesos de producción (Rave y La Rotta, 2011) y deben tener un especial estudio para cada una de ellas, dado que generan pérdidas y costos muy elevados para las empresas.

Las soluciones que presenta Lean Manufacturing para los “desperdicios” anteriormente mencionados son los siguientes:

1.3.1.2. Metodología 5S

La implementación de 5S asegura la mejora continua en el servicio de limpieza y resultado en mejores estándares de seguridad y medio ambiente. Para comenzar es necesario desarrollar un lenguaje común para todos, con el fin de que las personas de la organización tengan una comunicación estándar entre sí (Gupta y Kumar, 2014).

Esta metodología consta de cinco pasos, que implica la asignación de los recursos, adaptación de una cultura ordenada por toda la empresa y la consideración de los aspectos humanos. La importancia de la aplicación de las 5S en la empresa está en la definición como una estrategia para el desarrollo de la organización, aprendizaje y cambio orientado hacia la mejora de la eficiencia y a las condiciones del trabajo (Jaca, Viles, Santos y Mateo, 2014). Las etapas son:

- 1. Eliminar:** es el primer paso que involucra clasificar y eliminar del puesto de trabajo todos aquellos elementos que son innecesarios o inútiles para la tarea que realiza, lo cual ayuda a controlar el flujo de las cosas para evitar que se presente un desperdicio como el incremento de manipulaciones innecesarias, pérdida de tiempo en encontrar las cosas, tener una acumulación de materiales defectuosos que generen falta de espacio, etc.

Para lograr la identificación rápida se hace uso de unas tarjetas que permitan visualizar qué objetos son prescindibles para lograr el trabajo de manera óptima y cuáles pasarían a desecharse.

Ilustración 7. Tarjeta de Identificación de Materiales

TARJETA ROJA	
Categoría	Razón
Máquinas	No se necesita
Accesorios y Herramientas	Defectuoso
Materiales	Uso desconocido
Refacciones	Material de desperdicio
Equipo de Oficina	No se usará pronto
Producto Terminado	Otra
Producto en Proceso	
Destino	
Enviar a cuarentena	Destruir/Tirar
Otro: _____	Enviar a almacén
	Reubicar en la zona
Artículo	Cantidad
Fecha en que se realizó	

Fuente: Elaboración propia

2. **Ordenar:** en esta etapa se realiza la organización de los productos que han sido identificados como necesarios para que se puedan encontrar con facilidad y por ello se tiene que definir un lugar de ubicación; este paso logrará formar un hábito de colocar cada producto en su lugar y por eso es necesario tener lo siguiente:
 - Disponer un lugar para cada producto necesario, es decir de herramientas y/o accesorios.
 - Colocar los nombres en cada lugar para identificar y recordar con mayor facilidad.
 - Definir límites para áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso.
3. **Limpieza e inspección:** significa limpiar toda el área de trabajo de tal manera que cada espacio quede libre y anticiparse para prevenir los defectos.
 - Lograr que la limpieza forme parte del trabajo a diario para tener ordenado el puesto de trabajo.
 - Considerar las actividades de limpieza como parte de una inspección necesaria.
 - Concentrarse en la eliminación de los focos de suciedad, de tal manera que se puedan identificar posibles causas.
 - Conservar los elementos en condiciones óptimas, lo que quiere decir arreglar o reponer cualquier elemento faltante.

4. Estandarizar: consiste en consolidar las metas, es decir lograr el cumplimiento de las primeras tres “s” y hacer que se cree un método de orden y limpieza para realizarla de manera continua. La aplicación hasta este paso genera las siguientes ventajas:

- Mantener niveles altos de organización conseguidos en las tres primeras “S”
- Cumplir los estándares de limpieza
- Crear hábitos en toda la organización de orden
- Evitar errores de limpieza que pueden provocar accidentes

5. Disciplina: este último paso significa construir el hábito en todos los trabajadores. Así mismo se debe complementar por diversos sistemas o mecanismos que a nivel macro permita el control visual como: flechas de dirección, rótulo de ubicación, utillajes de colores según el tipo de producto y máquina, etc. Esta disciplina trae como beneficios:

- Mejorar el ambiente laboral a través del orden y limpieza a nivel macro y micro en cada área de trabajo
- Establecer una cultura que sea difícil de perder por los operarios.
- Generar un nuevo hábito para los nuevos trabajadores.

1.3.1.3. SMED

Los requerimientos de SMED presentan muchas dificultades para las empresas que, por ejemplo, aumenta el número de preparación de la máquina debido a la necesidad de producir una gran variedad de lotes pequeños (Samuel y Murugaiah, 2013). Para conocer y reducir el tiempo de preparación de cada máquina se deben seguir cinco principios:

1. Diferenciar los elementos de la preparación interna de la preparación externa:

Preparación externa se refiere a todas las actividades que se deben realizar para que la máquina funciones. Por otro lado, por preparación interna se entiende a las actividades que hacen que la máquina se detenga. Este principio tiene como objetivo convertir las actividades de la preparación interna en externa. Para ello es importante una revisión detallada de todos los elementos que participan desde el inicio del funcionamiento de la máquina hasta el final (Jebaraj y Srikamaladevi, 2011).

2. Separar los elementos de preparación interna a externa:

Después de tener la lista de los elementos, se procede a detallar la cantidad de requerimientos para la preparación interna y externa.

3. Convertir el mayor número de elementos de preparación interna a externa:

Las actividades necesarias para la preparación externa deben seguir una mejora continua, mientras que las actividades relacionadas con la preparación interna deberían tener la opción de ser realizadas mientras la máquina está en funcionamiento; por lo que se logra un cambio en la reducción del tiempo de finalización de la máquina.

4. Reducir el tiempo de preparación interna:

En este paso, busca el mejoramiento de la maquinara; por ejemplo, modificar la estructura del equipo de tal manera que el tiempo de preparación y puesta en marcha sea de manera más rápida.

SMED permite la aplicación posterior otras técnicas Lean Manufacturing como el flujo de pieza a pieza, producción mezclada o la producción nivelada. Los **beneficios** del uso de la técnica son:

- Reducir los defectos que se producen por las diferentes programaciones
- Aumentar la capacidad de la máquina
- Reducen la necesidad de inspecciones

1.3.2. Ingeniería Simultánea

De acuerdo con la ingeniería convencional o tradicional, al trabajar bajo un proceso secuencial desarrolla un intercambio de información de las necesidades de un equipo (llámese equipo a un área de trabajo) a otro, sin embargo, si la perspectiva de su especialidad encuentra fallas devolverá al equipo anterior para los ajustes correspondientes.

Este enfoque, tiene como consecuencia muchos cambios y diferentes momentos de retroalimentación en varias etapas, originado por características de cada equipo que no se consideran desde el inicio del proceso, lo que influye directamente en el aumento de costos y del tiempo para desarrollar el producto.

Realizar un análisis en la etapa de diseño del ciclo de vida del producto (CVP) determina el 80% del costo de manufactura; esto demuestra cómo las actividades que se desarrollen en dicha etapa generen un impacto en toda la organización. Para entender la diferencia entre la ingeniería convencional y la ingeniería simultánea se presenta una gráfica del ciclo de vida del producto bajo los dos enfoques.

Ilustración 8. CVP en la Ingeniería Tradicional y la Ingeniería Simultánea

Fuente: Ingeniería Simultánea, un enfoque para reducir los tiempos de entrega, mejorar la calidad y disminuir los costos

La ingeniería simultánea o concurrente es una filosofía aplicada directamente en la cultura de las organizaciones y modifica la forma convencional de trabajar los nuevos proyectos. Asimismo, la ingeniería simultánea es el proyecto simultáneo de un producto y su proceso de manufactura. Siendo un enfoque integrado del desarrollo del producto que pone énfasis en las expectativas del cliente por medio de la producción de pedidos de alta calidad, con mayor rapidez y menos costo (Institute for Defense Analysis, 1986).

Para aplicar la ingeniería simultánea en las empresas es importante la formación de grupos multidisciplinarios en el cual debe tener carácter permanente durante toda la duración del proyecto para que el trabajo reciba la prioridad que necesita.

Ilustración 9. Equipo de Trabajo Ingeniería Simultánea

Fuente: Elaboración propia

El principal valor en la formación de equipos multidisciplinarios está definido porque cuando el pedido no sea más que un bosquejo, los ingenieros de fabricación tienen información suficiente sobre el producto como cualquier integrante del equipo. De esta manera pueden empezar las instalaciones de fabricación manteniendo la misma idea con el que los ingenieros de diseño están planificando el producto que van a producir, es decir que el trabajo se desarrolla de manera paralela. Este modelo de trabajo asegura una interrelación directa y permanente que permite manejar las diferentes recomendaciones para reducir costos, número de piezas a fabricar y lograr elevar la calidad.

Un principio clave en la ingeniería simultánea es la introducción de la calidad desde el inicio del diseño, eliminando cualquier variación que pueda verse afectado por las variaciones en la producción.

En la ingeniería simultánea es entendido que en la etapa de diseño el tiempo se incrementa, pero esto se ve impactado en el tiempo total del ciclo. En el siguiente cuadro se presenta un ejemplo de cómo se desarrollan las actividades bajo el modelo de la ingeniería simultánea.

Ilustración 10. Desarrollo de actividades ingeniería simultánea

Actividad		Desarrollo de concepto	Desarrollo de diseño	Validación del diseño	Desarrollo del producto
Producto Ingeniería					
Ingeniería	Factibilidad				
	Diseño de producción				
Evaluación	Nueva tecnología				
	Programa principal				
Fabricación	Capacidad				
	Estudio de materiales				
	Ustillaje				

Fuente: Ingeniería Simultánea, un enfoque para reducir los tiempos de entrega, mejorar la calidad y disminuir los costos

Para la correcta aplicación de la ingeniería simultánea se debe dedicar tiempo y esfuerzo en la capacitación de su personal, inicialmente para asegurar la sensibilización en temas de calidad y luego se enseña sobre las nuevas técnicas de trabajo y habilidades. El principal objetivo es promover el trabajo en equipo, valorando el cumplimiento de la flexibilidad en el nuevo modelo de trabajo y también participando en sistemas de evaluación de desempeño, donde se considere no solo las competencias técnicas, sino también la creatividad para resolver los desafíos que se presentan en su día a día.

1.3.2.1. Organización matricial

Los miembros de la organización pertenecen a varios departamentos o disciplina. Suele seleccionarse a un jefe responsable para planear, dirigir y controlar el desarrollo del producto.

Una herramienta de trabajo que actúa como un medio de prevención en el sistema de producción es el de mantener inventario ante cualquier variación de la demanda. Normalmente se aplica inventario a productos terminados, pero también puede relacionarse con la aplicación de un elemento principal en la empresa que, en este caso, actúe como un apoyo para lograr el sistema de trabajo de producción.

1.3.2.2. Inventario Buffer

Los productos terminados están disponibles para lograr la demanda del mercado cuando el cliente hace órdenes extraordinarios o varía mucho. Específicamente el inventario buffer se define para proteger a los clientes internos.

1.3.3. Ciclo de Deming

Esta metodología describe cuatro pasos esenciales que deben desarrollarse de forma sistemática para lograr la mejora continua, entendiendo como tal al mejoramiento continuo de la calidad (disminución de fallas, aumentos de la eficacia y eficiencia, solución de problemas, previsión y eliminación de riesgos potenciales, etc.)

El ciclo Deming está conformado por cuatro etapas cíclicas, en el que una vez llegada a la etapa final regrese a la primera y se repita nuevamente, de tal forma que las actividades son evaluadas para incorporar nuevas mejoras.

1.3.3.1.Etapas del ciclo Deming

1. Planificar

En la primera etapa, una vez identificado el problema que se presente reducir, eliminar o controlar, se buscan las actividades susceptibles de mejora y se establecen los objetivos a alcanzar. Para definir nuevas acciones se pueden realizar grupos de trabajo, escuchar las opiniones de las personas involucradas, considerar las nuevas tecnologías de mejora de las que se utilizan actualmente.

En este paso se pueden realizar las siguientes actividades:

- Reunir a las personas involucradas en el problema
- Recopilar la información y los datos disponibles
- Estudiar los procesos que se llevan a cabo
- Verificar que el plan de ajuste las necesidades de los involucrados
- Iniciar con el plan de mejora

2. Hacer

En la segunda etapa, se aplican los cambios para implementar la mejora de la propuesta. Generalmente, y si es posible, se puede hacer una prueba piloto para verificar el funcionamiento antes de realizar los cambios a escala.

De igual manera, en esta etapa se puede diseñar un cuadro con indicadores donde se evalúen a través de un semáforo el cumplimiento de las metas planteadas en el plan inicial.

3. Controlar o Verificar

Una vez que se ha implementado la mejora, en el área de trabajo o en toda la organización, se debe asignar un periodo para la aplicación de la propuesta de mejora. En caso la mejora no cumpla con los objetivos planteados, se debe realizar las modificaciones necesarias para ajustar de acuerdo con los resultados esperados.

Con los indicadores que se definieron en el paso anterior, se puede diseñar un cuadro de control donde se observe todos los criterios que son evaluados durante el desarrollo de la propuesta de mejora. Cabe resaltar que también se puede incluir información relevante como el periodo de evaluación, la fuente de la información o registro y los responsables del cumplimiento de los indicadores.

4. Actuar

El último paso involucra estudiar los resultados y compararlos con la situación anterior a los cambios. Si los resultados son satisfactorios se mantendrá el control del cumplimiento de los indicadores y si no es lo que esperaban se vuelve a analizar de tal manera que las acciones se encuentren totalmente alineadas a las causas. Como se mencionó en párrafos anteriores, una vez que se concluya el cuarto paso, es importante estudiar e identificar aquellos problemas en los cuales se dará prioridad para mantener el trabajo de mejora continua en la empresa.

1.3.4. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El aporte básico de TPM se centra en la iniciativa que presentan los operarios para realizar el mantenimiento de su propio equipo, es decir, se realiza un seguimiento individual de tal manera que verifiquen el estado de las máquinas y desarrollen la capacidad de detectar posibles problemas incluso antes de que se presente alguna avería (Kumar, Kumar y Agnihotri, 2013).

El TPM es una estrategia que está conformada por un conjunto de actividades ordenadas que generan una ventaja competitiva a la organización (Viveros y Stegmaier, 2013). Estas actividades tienen como fundamentos los ocho pilares del mantenimiento productivo total y son:

- Mejoras enfocadas
- Mantenimiento Autónomo
- Mantenimiento Planificado
- Mantenimiento de Calidad
- Prevención del Mantenimiento
- Mantenimiento en Áreas Administrativas
- Capacitación y Entrenamiento
- Seguridad e Higiene Ambiental

La meta de TPM es aumentar la eficacia del equipo, de tal manera que el equipo sea operado de manera óptima y se mantenga en ese nivel. Es importante que el personal como la maquinaria funcionen de manera equilibrada en el que se manejen condiciones de cero defecto y averías. La efectividad del equipo se limita por seis tipos de pérdidas:

Ilustración 11. Pérdidas en TPM

PÉRDIDAS POR AVERÍAS	<ul style="list-style-type: none"> •Averías de pérdida de función •Averías de reducción de función
PÉRDIDA POR PREPARACIÓN Y AJUSTE	<ul style="list-style-type: none"> •Paradas durante el proceso de reutilaje
PÉRDIDA POR TIEMPOS MUERTOS Y PARADAS PEQUEÑAS	<ul style="list-style-type: none"> •Resultado de problemas transitorios en el equipo
PÉRDIDAS POR REDUCCIÓN DE VELOCIDAD	<ul style="list-style-type: none"> •Diferencia entre la velocidad prevista y la velocidad de operación actual
DEFECTOS DE CALIDAD Y REPETICIÓN DE TRABAJOS	<ul style="list-style-type: none"> •Pérdidas por disfunciones de las máquinas
PÉRDIDAS DE PUESTA EN MARCHA	<ul style="list-style-type: none"> •Pérdida por el rendimiento reducido entre el momento de arranque y la producción estable

Fuente: Elaboración propia

La implementación del TPM consiste en cuatro fases: fase de preparación, fase de introducción, fase de implementación y fase de consolidación (Villegas y Villegas, 2014). Sin embargo, por motivos de orden se considerará la primera fase de preparación dentro de la fase inicial dado que abarca cinco etapas en el que describe la actividad de compromiso e información a todas las áreas de la empresa (preparación).

Tabla 4. Fases del TPM

FASES	ETAPAS	DESCRIPCIÓN
Fase Inicial	1	Compromiso de la alta gerencia
	2	Informar a todas las áreas de la empresa
	3	Definir el comité, responsables y formación de grupos
	4	Diagnosticar la situación de cada una de las áreas
	5	Plan piloto
Fase de Implementación	6	Inicio de la implementación
	7	Analizar y eliminar las causas de fallas
	8	Desarrollar el mantenimiento autónomo
	9	Desarrollar el mantenimiento planificado
	10	Mejorar la técnica

Fase de Consolidación	11	Integrar nuevas experiencias
	12	Validar TPM

Fuente: Elaboración propia

1.3.4.1. Fase de Inicio

1. Compromiso con la alta gerencia

La participación de la alta gerencia como ejemplo para seguir y creer en el desarrollo del TPM es importante porque es un miembro activo que toma las decisiones respecto a los diferentes cambios en la empresa.

2. Informar a todas las áreas de la empresa

Todas las áreas deben tener el conocimiento y manejar la información requerida sobre la nueva propuesta de la gerencia para desarrollar un mantenimiento integral, de tal manera que toda la participación del equipo asegure el buen inicio y mantenga una actitud proactiva en todo momento.

3. Definir comité, responsables y formación de grupos

El concepto del comité permitirá establecer las normas y reglas de funcionamiento para mantener el control de las operaciones del TPM. De esta manera, el entendimiento del nuevo sistema se logrará cuando sea aplicado a todas las áreas, de tal modo que la prueba piloto sea progresiva y con ello se lograrán los resultados definidos por la alta gerencia.

4. Diagnosticar la situación de cada una de las áreas

Esta etapa mostrará un amplio panorama sobre la situación actual de la empresa, por ello se recomienda usar los indicadores de medición y las fórmulas de cálculo:

- **Disponibilidad**, se entiende por disponibilidad a la capacidad del equipo para estar en funcionamiento en un instante cualquiera.
- **Mantenibilidad**, “probabilidad de que una máquina pueda ser reparada a una condición específica en un periodo de tiempo dado, en tanto su mantenimiento sea realizado de acuerdo con ciertas metodologías y recursos determinados con anterioridad.” (Mora, 1997)

- **Confiabilidad**, “probabilidad de que las máquinas se desempeñen satisfactoriamente sin fallar, durante un periodo de tiempo determinado, bajo condiciones específicas.” (Mora, 1997)
- **OEE (Eficiencia General de Equipos)**, es la relación porcentual que sirve para conocer la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. Esta métrica permite reducir y eliminar las seis pérdidas anteriormente mencionadas. Con la información del funcionamiento de las maquinarias se puede utilizar para optimizar el rendimiento y minimizar las paradas.

5. Plan Piloto

Este plan tiene por finalidad mostrar el programa elaborado de trabajo e implementar las herramientas de TPM, en el que se incluyen temas como objetivos, tiempo de obtención de resultados y costos de la operación.

1.3.4.2. Fase de Desarrollo

6. Iniciar con la implementación

Al poner en marcha el plan elaborado en la etapa anterior, se informará a todo el personal sobre el contenido y la modalidad de inicio de la implementación en el área del sistema TPM.

7. Analizar y eliminar las causas-fallas

Con la lista de las seis pérdidas como guías, la etapa identifica y analiza las principales causas incluyendo la participación del personal, a través de su experiencia diaria.

8. Desarrollar el mantenimiento autónomo

Cada puesto de trabajo tendrá la capacidad de gestionar bajo los principios de TPM, pero se pueden agrupar de tal manera que cumplan con los objetivos convergentes de cada uno de ellos hacia la alta dirección.

9. Desarrollar el mantenimiento planificado

Esta etapa cumple con el objetivo de optimizar los contenidos técnicos precisos para mantenimiento.

10. Mejorar la técnica

Consolidar lo adquirido mediante el mejoramiento del personal de mantenimiento. Al llegar a esta etapa es necesario modificar los planes de formación y el profesionalismo de los protagonistas.

11. Integrar nuevas experiencias

La adquisición de un nuevo equipo permite aplicar mejoras continuas con el fin de conocer las funciones de mantenimiento fabricación y métodos.

12. Validar el TPM

Certificar el trabajo positivo realizado por los equipos permite reconocer el cumplimiento efectivo de las actividades. Asimismo, permite conocer la fabricación, desempeño y mantenimiento, que servirá como información para posibles problemas.

1.3.5. Distribución en Planta

Definir la distribución de las instalaciones depende de diferentes factores, como por ejemplo los recursos, distancia y la ubicación de las instalaciones (Aghazadeh, Hafeznezami, Najjar y HUq, 2011). Para definir la eficiencia de una propuesta de distribución es importante tener en cuenta las distancias de los viajes de los trabajadores y productos, distancia de las ubicaciones de los recursos y la frecuencia de los viajes que el personal va a realizar.

El problema de la distribución en las instalaciones tiene un impacto directo y significativo en los costos de fabricación, los plazos de entrega de los pedidos, la duración de los trabajos en proceso y la productividad de la compañía (Aghazadeh, Hafeznezami, Najjar y HUq, 2011).

1.3.5.1. Factores que afectan a la distribución en planta

1. Factor material: incluye diseño, variedad, cantidad, operaciones y sus secuencias.
2. Factor maquinaria: abarca equipo de producción, herramientas y utilización.
3. Factor hombre: involucra mano de obra directa, supervisión y otros servicios.
4. Factor movimiento: engloba transporte, así como manejo de las diferentes operaciones, almacenamiento e inspecciones.
5. Factor espera: incluye almacenamiento temporales o permanentes y esperas.
6. Factor servicio: involucra mantenimiento, control de desperdicio y programación.
7. Factor edificio: engloba distribución y equipos de las instalaciones.

8. Factor cambio: tiene en cuenta la versatilidad, flexibilidad y expansión.

1.3.5.2. Tipos de distribución:

El movimiento en los procesos de producción es imprescindible para el desarrollo del producto. En algunos de los casos son los operarios quienes se trasladan de diversos puntos donde realizan las operaciones; por otro lado, es el material o incluso la maquinaria lo que se desplaza. Existen cuatro tipos de distribución.

1. Distribución por posición fijas: en esta distribución el material queda en una posición invariable, el movimiento lo realizan todas las herramientas, maquinarias, operarios y otras piezas necesarias para su fabricación.
2. Distribución por proceso: en ella todas las operaciones están organizadas en una misma área, así mismo las maquinarias están agrupadas de acuerdo con el proceso o función que realizan.
3. Distribución por producto: la fabricación del producto se realiza en un área, donde cada operación está diseñada de manera continua y son las máquinas que están ordenadas de acuerdo con la secuencia de estas operaciones (Aghazadeh, Hafeznezami, Najjar y HUq, 2011).
4. Células de trabajo: distribución de máquinas y persona enfocada en la fabricación de un producto o familia de producto; su objetivo es maximizar la eficiencia del proceso de producción (Seyed-Mahmoud Aghazadeh y Hafeznezami, 2011).

1.3.5.3. Principios de guía

- Planear todo y después el detalle: primero se inicia con una visión global, teniendo en cuenta las necesidades generales en relación con el volumen de producción previsto; después se analiza la relación que tiene con cada una de las áreas, considerando el movimiento del material.
- Planear primero la disposición ideal y luego la disposición práctica: en el primer caso no se tendrán en cuenta las condiciones existentes, ni el costo. Solo después se considerará realizando los ajustes necesarios, las limitaciones representadas por los factores para obtener una distribución práctica.

- Planear el proceso y la maquinaria a partir de las necesidades de material: tener en cuenta los requerimientos del diseño del producto y las especificaciones de fabricación, así como las cantidades y el ritmo de producción.
- Planear la distribución basándose en el proceso y la maquinaria: determinar los requisitos del equipo, los movimientos definidos de material entre diferentes procesos para obtener el flujo de circulación.
- Proyectar el edificio a partir de la distribución: dado que el edificio es el factor más limitante es necesario asegurar que la distribución se encuentre acorde a la planta para no cometer errores y tener que empezar de cero.
- Planear con la ayuda de una clara visualización: buscar tener una clara interpretación de los planes de distribución, teniendo en cuenta la explicación del funcionamiento cuando esté instalada.
- Planear con ayuda de otros: integrar la participación de todas las personas involucradas en el área donde se realizará la distribución y la cooperación constante de la alta dirección.
- Comprobar la distribución: como opción en la puesta a prueba de la distribución se tiene como herramienta la simulación, usando modelos de posibles escenarios con un simulador.

1.4. Marco Normativo

1.4.1. Salud Ocupacional

Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo

LEY N° 29783

Artículo 1.- Objeto de la Ley

“La Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo tiene como objetivo promover una cultura de prevención de riesgos laborales en el país. Para ello, cuenta con el deber de prevención de los empleadores, el rol de fiscalización y control del Estado y la participación de los trabajadores y sus organizaciones sindicales, quienes, a través del diálogo social, velan por la promoción, difusión y cumplimiento de la normativa sobre la materia.”

El cumplimiento de toda la ley vela por la seguridad de todos los trabajadores durante sus labores que realiza en la empresa.

1.4.2. Residuos Sólidos

Ley General de Residuos Sólidos

LEY N° 27314

Artículo 19.- Comercialización de residuos sólidos

“La comercialización de residuos sólidos que van a ser objeto de reindustrialización para la obtención de productos de consumo humano directo o indirecto será efectuada exclusivamente por empresas debidamente registradas ante el Ministerio de Salud”.

Esta ley regula el desecho de residuos sólidos que, con respecto a las industrias metal mecánicas, se refiere a las mermas de metales tanto como diminutas piezas, virutas de mecanizados, etc.

DECRETO SUPREMO N° 057-2004-PCM

Artículo 38° - Acondicionamiento de residuos

“Los residuos deber ser acondicionamos de acuerdo a su naturaleza física, química y biológica, considerando sus características de peligrosidad, su incompatibilidad con otros residuos, así como las reacciones que pueden ocurrir con el material del recipiente que lo contiene. Los recipientes deben aislar los residuos peligrosos del ambiente y cumplir cuando menos con lo siguiente:”

1. Que su dimensión, forma y material reúna las condiciones de seguridad previstas en las normas técnicas correspondientes, de manera tal que se eviten pérdidas o fugas durante el almacenamiento, operaciones de carga, descarga y transporte;
2. El rotulado debe ser visible e identificar plenamente el tipo de residuo, acatando la nomenclatura y demás especificaciones técnicas que se establezcan en las normas correspondientes;
3. Debe ser distribuidos, dispuesto y ordenado según las características de los residuos;

4. Otros requisitos establecidos en el Reglamento y normas que emanen de éste.
5. Decreto que condiciona el manejo de los residuos dentro del almacenamiento de los mismo en un determinado espacio de trabajo.

1.5. Casos de éxito

1.5.1. Efectividad de un modelo híbrido MTO/MTS

Actualmente las empresas han optado por manejar un sistema híbrido donde les permita aplicar estrategias de trabajo como la Fabricación para hacer Inventario (MTS) y la fabricación por Pedido (MTO). Es así como se encuentra en la búsqueda constante de una coordinación que permita equilibrar y lograr sus objetivos aplicados en una empresa.

Ilustración 12. MTS/MTO

Fuente: VTC Group

El sistema de producción está diseñado bajo tres líneas de trabajo, donde la cartera de productos se considera bajo el mismo sistema, esto quiere decir que les permite tener una amplia visión de la producción y detallada de las oportunidades de mejora que pueden aplicar. Las tres líneas de trabajo están diferenciadas como: primera línea MTS, segunda línea MTO y una tercera línea bajo la combinación de MTS/MTO.

Ilustración 13. Tres líneas de Producción

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el modelo de trabajo lo que se evalúa es el rendimiento en términos de tiempo de entrega al finalizar todo el proceso de fabricación. Para ello realizan un estudio de demanda esperada y el mecanismo dinámico para controlar la diferencia entre los objetivos orientados a los plazos de entrega reales.; además se tiene en cuenta la incertidumbre de la demanda.

En el siguiente gráfico se puede observar la interacción que maneja cada estrategia con el cliente, con lo cual demuestra el grado de personalización que tiene cada producto.

Ilustración 14. Relación con el cliente por cada estrategia de fabricación

Fuente: Capacity coordination under demand uncertainty in a hybrid make-to-stock/make-to-order environment: A system dynamics approach

Después de realizar un modelo de pronóstico de la demanda, siendo el análisis más difícil para realizar la planificación de la producción híbrida, se llega a la conclusión que el rendimiento de

los sistemas están directamente influenciado por la forma en que se coordina la capacidad de la línea.

El caso de estudio demuestra que las reglas de coordinación de capacidad están plenamente basadas en los plazos de entrega, lo cual afirma que el desempeño está arraigado en las decisiones de coordinación de la capacidad.

Con el modelo de pronóstico de demanda se logró comprobar que la regla de decisión se encontró dentro del intervalo aceptable (para la entrega de los pedidos) respecto a los valores objetivos planteados inicialmente.

El autor recomienda el análisis de un sistema híbrido que permite facilitar la regla de decisión en las operaciones de amortiguación del sistema, sobre todo porque se manejan tres líneas de producción. Además, recomienda tener en cuenta los riesgos y cuáles generan menor consecuencia.

1.5.2. Ingeniería Simultánea

Es un nuevo modelo aplicado a las empresas pequeñas o medianas destacando la integración multifuncional y el desarrollo concurrente de sus productos, así como de sus procesos asociados. La ingeniería simultánea es una filosofía que promueve esfuerzo de un número de equipos implicados en la planificación, organización, dirección y control de todas las actividades relacionadas con productos y procesos, desde el inicio de la idea hasta la realización final del producto.

Los beneficios al aplicar ingeniería simultánea son:

- Mejora la calidad de los diseños de los productos, donde se reduce la probabilidad de un reproceso.
- Los costos de fabricación reducidos hasta un 30% por tener equipos multifunción integran diseño de productos y procesos.
- Desechos y reprocesos reducidos hasta un 75% a través de los productos y la optimización de diseño de procesos.

- Esfuerzos de mantenimiento/facilidad de servicio y costes de garantía reducidos (es decir, ahorro de costos en todo el proceso de diseño del producto).

Modelo

Es importante que las empresas que se desarrollan en un entorno competitivo deben utilizar un sistema flexible, adaptable y con un paradigma de responsabilidad. Esto se logrará mediante la ejecución de un diseño en paralelo, las mejoras se producen en muchas áreas como la comunicación, la calidad, los procesos de producción, los flujos de caja y la rentabilidad.

La aplicación de la ingeniería simultánea se desarrolla mediante las siguientes fases:

- Fase 1: Conocimiento del proceso de diseño y desarrollo del producto

Para conocer el modelo actual se debe identificar las fases, incluyendo los departamentos interrelacionados entre ellos.

Participantes: área de diseño, área comercial, área de administración, área de sistemas, área de investigación de mercado, producción y compras.

- Fase 2: Diseño de las etapas del procesos y cuadro de mandos

En esta fase se recopila información necesaria sobre todas las actividades desarrolladas en el proceso y los responsables. En cada etapa se recogerán las restricciones de cambios, estableciendo qué se puede hacer y qué actividades no son parte del proceso. Del mismo modo, se definirán los parámetros de gestión que servirán posteriormente para fijar objetivos: número de colecciones, número de modelos, número de variantes, número de reprocesos, número de muestras, etc.

Adicional a ello se diseñan informes específicos por cada etapa del proceso de diseño y desarrollo, en función a las necesidades de los usuarios: la información está enfocada en las necesidades de cada etapa y por cada usuario.

- Fase 3: Planificación

Una reunión inicial permite a los trabajadores tener conocimiento sobre el trabajo y determinar un inicio, logrando un sentimiento de pertenencia y de adopción de compromisos comunes.

La siguiente actividad es analizar la información detallada de los costos-beneficios para conocer de manera cuantitativa los resultados de las acciones pasadas.

Establecer objetivos logrará definir indicadores de eficiencia, calidad, servicio al cliente, estratégicos, etc.

Luego se debe realizar una planificación identificando fechas claves (hitos), fases del desarrollo, tiempos y recursos, anticipar posibles problemas e indicadores del proyecto.

- Fase 4: Propuesta de mejora continua

Optimizar la producción, encontrando el equilibrio entre lo común-tendencia-personalización y eficacia del diseño-desarrollo-fabricación.

Una de las claves para empezar a mejorar la eficiencia del proceso es la identificación temprana de productos potencialmente útiles; para evitar problemas como: retrasos, re-trabajo, desviaciones en costos/márgenes, etc.

Resultados:

La ingeniería simultánea destaca la integración multifuncional y el desarrollo simultáneo de un producto y sus procesos asociados. En EE. UU., la ingeniería simultánea ha sido declarada una respuesta rápida a la competitividad manufacturera, ofreciendo el potencial para un desarrollo rápido de alta calidad o productos fácilmente producibles.

Los equipos proporcionan el mecanismo de integración principal en los proyectos de ingeniería simultánea y suelen definirse en tres tipos: un equipo de gestión, un equipo técnico y varios equipos de diseño y desarrollo.

1.5.3. Efectividad de la metodología 5'S

En este caso de éxito, el área para la implementación de la Metodología 5'S tiene una característica muy definida por la cantidad de objetos en todo el lugar de trabajo y el desorden antes del desarrollo de la solución, teniendo en cuenta la importancia de la seguridad en el trabajo.

1. Ordenar – Implementación: eliminar los elementos que no son necesarios en el lugar de trabajo. Con los elementos que no son necesarios, la organización tomó la decisión de venderlos, donarlos, reciclarlos o botarlos.

Ilustración 15. Comparación de la situación

Aspect	Before	After
State
Conditions	<p>Unneeded equipments, tools and furniture are present</p> <p>Unneeded inventories, materials or parts are present</p> <p>Many other useless things are present</p>	<p>Unneeded equipments, tools and furniture are eliminated</p> <p>Unneeded inventories, materials or parts are not present</p> <p>Many other useless things are removed</p>

Fuente: An application of 5S concept to organize the workplace at a scientific instruments manufacturing company

2. Poner en orden – Implementación: todo el equipo analizó el área de trabajo para una oportunidad en el ambiente y observar aquellos recursos que pueden hacer el lugar visualmente instructiva.

Ilustración 16. Comparación del segundo paso

Aspect	Before	After
State
Conditions	<p>Operators were placing the tools here and there</p> <p>Operators wasting time searching for tools</p> <p>Tools are prone to damage</p>	<p>Tools were given a proper place</p> <p>Workers don't need to waste their productive time in search for tools</p> <p>Damage to tools was prevented</p>

Fuente: An application of 5S concept to organize the workplace at a scientific instruments manufacturing company

3. Limpiar – Implementación: este paso incluye tres actividades importantes que son poner el lugar de trabajo limpio, manteniendo su apariencia y el uso de medidas preventivas.

Ilustración 17. Comparación del tercer paso

Aspect	Before	After
State
Conditions	Material lying on the floor Material gets dirty and chances of rusting increases	Material placed in bin Chance of rusting decreases and material does not get dirty

Fuente: An application of 5S concept to organize the workplace at a scientific instruments manufacturing company

4. Procedimiento para estandarizar los procesos: son documentos que contienen instrucciones, pasos a seguir y descripciones indicando como una tarea debe realizarse adecuadamente.
5. Sostener el plan de implementación: el propósito es mantener un hábito al inicio de cada evento o proyecto.

El resultado, como se observa en todas las imágenes, es un gran cambio no solo en la visualización del área, sino también en el sentimiento de trabajar en un ambiente ordenado donde puedes encontrar con facilidad todas las herramientas que anteriormente estaban desordenados. Esta metodología tiene dos grandes objetivos que son: reducir el tiempo de búsqueda de los materiales, herramientas o instrumentos de trabajo y mantener un ambiente laboral agradable para todos los operarios.

1.5.4. Desarrollo del Mantenimiento Autónomo

Las etapas para llevar a cabo un Mantenimiento Autónomo permiten mejorar las actividades preventivas para reducir las probabilidades de averías en la maquinaria. Así mismo, tener uno

de los recursos importantes inactivo conlleva a altos costos de mantenimiento no presupuestado por la empresa y a generar la baja productividad.

Mediante el artículo se puede destacar el complemento de un mantenimiento autónomo con la aplicación de la metodología 5'S. Además, toda propuesta planteada se valida a través de una evaluación en el progreso del plan y esto se logra con las auditorías realizadas por la empresa.

En primer lugar, se identifica la causa principal que se presenta en el taller mecánico, seleccionado a través de herramientas de calidad como el gráfico de barras y el diagrama de Pareto. La causa principal son las constantes fallas en el equipo, por lo que se decide implementar uno de los pilares del mantenimiento productivo total.

Etapas del Mantenimiento:

Etapas 1: la limpieza inicial involucra alcanzar la condición básica del equipo, utilizando herramientas de limpieza e inspección. Esta etapa tiene una estrecha relación con el desarrollo de las tres primeras "S", es decir aplicar: clasificación, orden y limpieza.

Etapas 2: el trabajador primero debe identificar las fuentes de avería y de esta manera buscar las medidas correctivas para solucionar posibles problemas en las máquinas. Con la motivación de los operarios, se consigue su predisposición para buscar nuevas ideas con el fin de dar solución al problema frecuente.

Etapas 3: en esta etapa se desarrollan los estándares mínimos para realizar la limpieza, lubricación e inspección adecuadamente. También se considera la aplicación de las dos últimas "S", con el objetivo de mantener y establecer las condiciones óptimas del estado del equipo.

Etapas 4: al realizar la inspección general se pueden detectar tempranamente el deterioro que van sufriendo las máquinas con la carga diaria de trabajo. Estas inspecciones iniciales se realizan con la supervisión de un especialista y con la práctica el propio operario puede tener el conocimiento necesario sobre los elementos, partes y sistemas que componen en una maquinaria.

Etapas 5: con la inspección individualizada se logra cumplir la primera función de mantener las etapas anteriores o lo que quiere decir al Ciclo Deming: asegurar la mejora. El aporte de esta

etapa consiste en la eficiencia de la inspección, al mejorar métodos de trabajo y estándares previamente definidos.

Etapas 6: en la etapa pre final, se busca consolidar de manera permanente el mantenimiento autónomo mediante actividades preventivas organizadas bajo un cronograma de trabajo.

Etapas 7: en la etapa final se evalúa el progreso de la mejora considerando los siguientes objetivos:

- Facilitar el autocontrol de los operarios en las actividades de mantenimiento.
- Aprendiendo continuamente sobre las experiencias en cada problema que se presenta.
- Evaluar las actividades efectivas que redujeron la generación de una posible avería.

Al tener en cuenta uno de los pilares del Mantenimiento Productivo Total, se puede lograr un cambio de cultura en los operarios y con esto, la propuesta de realizar una mejora continua hasta cumplir con el objetivo de prevenir y controlar futuras máquinas descompuestas en la empresa.

1.5.5. Mejoras en la distribución de planta

La distribución de planta tiene la ventaja que a través del análisis del recorrido de los procesos se muestra la mejora en la reubicación y utilización efectiva de espacios para el mejor desarrollo de los movimientos del material dentro de la planta. En la mayoría de los casos, se recomienda a las empresas realizar el estudio del lugar de la planta antes de realizar la ubicación de todos los recursos; más aún si se ve reforzado con el desarrollo de un programa que simule el proceso.

La simulación está enfocada en una combinación de métodos para resolver el problema.

Existen dos propuestas:

1. Representar un modelo macro que simula las operaciones a nivel centro y evalúa la sincronización de los flujos de materiales.
2. Representar el nivel de los saldos de las asignaciones del operador y del tamaño de memoria intermedia por cada línea.

Para consolidar los datos en el sistema ARENA es necesario hacer una lista de la secuencia de las máquinas para fabricar el producto. Por ejemplo:

Tabla 5. Productos y secuencia

Products	Sequence
1	A-B-C-D-G
2	A-B-C-F-E-D-G
3	A-B-C-E-D-G
4	A-B-C-F-D-G
5	A-B-C-D-E-F-G
6	A-B-C-E-G
7	A-B-C-D-F-G
8	A-B-C-G
9	A-B-C-F-E-G
10	A-B-C-F-G

Fuente: Analysis of process layout behavior under different manufacturing strategies

De acuerdo con ello, se diseñará el sistema de tal manera que la producción obtendrá como resultado la optimización del proceso. Tanto la variación de los productos, como de los procesos (asignación de cada maquinaria) puede cambiar.

Ilustración 18. Cuadro de resumen de combinaciones

Fuente: Analysis of process layout behavior under different manufacturing strategies

La combinación de un volumen alto con una alta mezcla de productos puede ser representado por el modelo de distribución híbrido entre las máquinas B y C.

Ilustración 19. Resultado de combinaciones

Table 4– Best system for different scenarios	
Scenarios	Optimum Production system
High volume high mix	Hybrid B and C
Low volume high mix	Hybrid B and C
High volume low mix	Hybrid B and C

Fuente: Analysis of process layout behavior under different manufacturing strategies

Las filosofías, metodologías y herramientas permiten tener conocimiento amplio sobre los pasos a seguir para implementar o modificar actividades que te permitan solucionar los problemas en la empresa. Los estudios se realizan de manera constante y están basados en experiencias de aquellas empresas que lograron una ventaja competitiva frente a sus competidores.

La empresa debe buscar la mejora continua en sus operaciones a través del análisis de los resultados en un corto plazo, teniendo en cuenta de mantener el equilibrio en un grato ambiente de trabajo, optimizando el proceso de producción y la obtención de utilidades positivas.

2. Capítulo 2: Análisis situacional de la empresa

2.1. Descripción de la empresa

Famitec S.A.C. es una empresa que se dedica a la fabricación, reparación, comercialización y distribución de repuestos de maquinarias industriales; pero es Famitec Mining S.A.C. quien realiza actividades que están relacionadas directamente con la fabricación de piezas para la industria metal mecánica y tiene vasta experiencia en el mercado que le permite brindar a los clientes productos con diferentes requerimientos.

2.1.1. Ubicación

Famitec Mining se encuentra ubicado en Av. Argentina 3157 Lima.

2.1.2. Organigrama

Ilustración 20. Organigrama Famitec Mining S.A.

Fuente: Elaboración propia

2.1.3. Principales Productos

Los principales productos que fabrica Famitec Mining S.A.C. con los siguientes:

- Ejes de acero SAE 1020, 1045
- Ejes de acero AISI 4140 (Bonificados)
- Ejes de acero inoxidable 304 y 316-L, KWV
- Contraejes
- Ejes cónicos
- Ejes estriados
- Ejes de transmisión con tratamiento térmico
- Bridas de acero negro
- Bridas de acero inoxidable
- Piñones rectos
- Piñones helicoidales
- Cajas reductoras de velocidad
- Engranaje cónico, recto y helicoidal
- Acoplamientos de motores y bombas
- Bocinas de acero
- Espárragos rosca ACME
- Sistema mecánico de limpiarejas
- Rectificado de placas de cobre electrolítico

Cada pedido que realiza el cliente varía de acuerdo con las especificaciones referentes a medidas o al material.

2.1.4. Proceso Productivo

Ilustración 21. Proceso Productivo Famitec Mining S.A.

Fuente: Elaboración propia

2.1.4.1. Materia Prima

Famitec Mining S.A.C. utiliza una variedad de metales para la fabricación de los pedidos y estos pueden ser: metales ferrosos y no ferrosos. Dentro de los metales ferrosos los más comunes son el acero al carbono y de los no ferrosos se encuentra el bronce. La elección depende de la funcionalidad del producto y de las características que debe cumplir. La lista de materia prima es:

Ilustración 22. Gráfico de materia prima

Ferrosos: aceros al carbono como:

- Ejes
- Planchas
- Tubos
- Aceros de aleación

No ferrosos

- Cobre
- Zinc

Varillas

Usados de acuerdo al tipo de soldadura necesario.

Pernos

Usados en las uniones de las diferentes piezas de cada producto.

Aceites

Permite que el maquinado de los productos se realice con mayor facilidad.

Fuente: Elaboración propia

2.1.4.2. Maquinaria

Las maquinarias de la organización están divididas en dos tipos: las maquinarias de CNC y las maquinarias convencionales. De acuerdo con la automatización cada una maneja una capacidad diferente y significativa; sin embargo, como su estrategia de proceso es bajo pedido, utilizan la mínima capacidad de la maquinaria respecto a la cantidad de productos.

Tabla 6. Lista de maquinarias

Máquina	Cantidad
Máquina de corte por extensión de hilo	2
Centro de mecanizado de 1000 mm	3
Centro de mecanizado de 900 mm	1
Centro de mecanizado de 2000 mm	1
Centro de mecanizado de 560 mm	1
Centro de mecanizado de 1000 mm	1
Torno vertical de 800 mm	2
Torno Horizontal de 500 mm	1
Mandrinadoras	1
Fresadora de 1200 mm	3
Fresadora de 800 mm	1
Fresadora de 3000 mm	1
Fresadora de 1500 mm	2
Taladro fresador 1000 mm	1
Fresadora de 700 mm	1
Bortajadoras de 200 mm	1
Bortajadora de 1000 mm	1
Torno vertical de 4000 mm	1
Torno vertical de 3000 mm	1
Torno vertical de 1600 mm	1
Torno horizontal de 6 m	1
Torno horizontal de 5 m	1
Torno horizontal de 3 m	1
Torno horizontal de 2 m	2

Generadoras	4
Talladora	1
Rectificadoras de engranaje de 600 mm	1
Taladros radiales	2
Rectificadora plana de 1500 mm	1
Rectificadora plana de 2000 mm	1
Rectificadora cilíndrica de 800 mm	1
Rectificadora cilíndrica de 1500 mm	1

Fuente: Elaboración propia

Aproximadamente tienen 48 máquinas habilitadas y en funcionamiento diario. Las otras 12 máquinas se encuentran inhabilitadas por falta de mantenimiento.

Así mismo cada máquina utiliza una determinada cantidad de herramientas, que les permite realizar el trabajo de mecanizado de acuerdo con la dureza del material y a sus dimensiones.

2.2. Principales competidores

La participación de los competidores es fundamental para la toma de decisiones porque la empresa abarca un mercado en el que la necesidad de los clientes es muy variada, mientras que la mayoría de los competidores presentan una producción diferente. Los competidores directos de Famitec Mining son:

- Rectificaciones y Fabricaciones Mecánicas BUDGE S.A.C.

Realizan fabricación y/o reparación de componentes, piezas y sistemas en general de equipos mineros como por ejemplo palas, perforadoras, molinos, chancadoras, tractores, camiones mineros, etc.

- ITALMECAN

Trabajan en cuatro diferentes divisiones:

- División maquinaria naval, diseñan y fabrican una amplia variedad de maquinaria naval para todo tipo de barcos pesqueros.
- División servicio minero, brindan suministros de recambio de alta calidad.
- División de construcciones metálicas, realizan la fabricación y montaje de distintas estructuras metálicas.
- División de transmisiones de potencia, diseñan, fabrican, instalan y mantienen reductores de velocidad y sistemas oleohidráulicos.

- **HYDROSTAL**

Dedicada a la fabricación de bombas centrífugas; la variedad de productos les permite ofrecer bombas para líquidos limpios, bombas para pozos profundos, bombas importadas, motores y transformadores.

- **Fabricaciones y Reparaciones Industriales FMREM**

Trabajan en el campo de fabricaciones y reparaciones industriales en empresas que se dedican al área de producción o mantenimiento.

2.3. Principales clientes

Los diversos clientes de Famitec Mining S.A.C. son empresas que a lo largo de los años han mantenido su fidelidad y confianza en la calidad de sus pedidos. Dentro de los grandes clientes que tienen la compañía, dos de ellas han tenido una participación del 55% durante los meses de junio 2015 a julio 2016, como se muestra a continuación:

Tabla 7. Lista de clientes

Clientes	Pedidos	Porcentaje
METSO PERU S.A.	109	28.5%
VULCO PERU S.A.	100	26.1%
MASTER DRILLING PERU S.A.C.	31	8.1%
CERAMICOS PERUANOS SA	23	6.0%

RECTIFICACIONES Y FABRICACIONES MECANICAS BUDGE SAC	20	5.2%
INVERSIONES MONCADA SAC	13	3.4%
MET PERU S.A.	12	3.1%
FUNDICION FUMASA S.A.	10	2.6%
INMOBILIARIA E INVERS. SAN FERNANDO S.A.	9	2.3%
TAMA INGENIEROS SAC	7	1.8%
RALE INGENIEROS S.A.C.	6	1.6%
INVERSIONES NUEVA CERAMICA SA	5	1.3%
AGROPUCALA S.A.A.	4	1.0%
CORPORACION REX SAC	4	1.0%
FUNDICION VENTANILLA SA	4	1.0%
Otros	21	5.5%

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, cuenta con un cliente llamado Votorantim Metais que se encuentra en la unidad de Cajamarquilla, donde brindan el servicio de mantenimiento, reparación y además realiza la producción de piezas necesarias para su sistema de trabajo. Siendo uno de los principales clientes, dado que dentro de sus adendas del contrato especifican que Famitec debe realizar la respuesta inmediata en la solicitud de sus pedidos.

Ilustración 23. Participación de clientes

Fuente: Elaboración propia

2.4. Proveedores de Materia Prima

Famitec Mining S.A.C. tiene una amplia lista de proveedores debido a que deben comunicarse con cada uno de ellos para saber si tienen el material que solicitan. Dentro de los factores a considerar para la validación del proveedor se encuentra: los precios en el mercado y la calidad de la materia prima, sin embargo, este análisis no lo realiza ninguna persona del área administrativo dado que no existen áreas específicas correspondiente a dichas actividades como compras y/o logística.

Tabla 8. Lista de proveedores

CODOS Y VÁLVULAS	CIARFESA SAC
	ALMACENES SIDERURGICOS SAC
	IORELLA REPRESENTACIONES SAC
	CIA COMPORSAL SA
ACEROS	ACEROS BOEHLER DEL PERU
	SUMINOX
	ACEROS DEL PERU SA
	CIA COMERCIAL INDUSTRIAL PERUANOS SUECA SA (CIPESA)
	PERU METALES
	COMERCIAL DEL ACERO (COMASA)

	TUBISA SAC
	FIERO & Y ACERO CENTER SAC
	COMFER SA
	ACEROS CASTILLO E.I.R.L.
	COMERCIAL CAPILLO S.C.R.L.
	YOHERSA YOSHIMOTO HERMANOS SAC
	MULTIMET SA
	POLIMETALES SAC
	JAHESA SA
	JN ACEROS SA
	ACOVAL SAC
FERRETERIAS	JUFRAVP SRL
	IMPORT TOOLS E. RICHARD SAC
	FERRETERIA INDUSTRIAL PEREZ SAC
	JORGE TERRY IMPORTACIONES SA
	FESEPSA SA
	FERRETERIA INDUSTRIAL MERCEDES JJ & G SAC
SOLDADURA	S & P REPRESENTACIONES SAC
	REPRESENTACIONES SOLDENFA SAC (EMFA)
	ACEROS BOEHLER DEL PERU SA
	GRUPO CARLITOS SAC (ZULKAR)
	CORPORACION PERUANA DE PRODUCTOS QUIMICOS SA (CPPQ SA)
	MOFUMEC
	CGA. MODELS Y MATRICES SAC
	GONZALES SANCHEZ CARLOS E.
	INTERPAINTS SAC
PERNOS Y RODAJES	SERVICIOS DE FAROS Y REPUESTOS INDUSTRIALES SRLTDA
	PERNOS TAPIA SAC
	INDUSTRIAS DEL PERNO SAC
	TECNIFAJAS SA
	SUDAMERI'S DE RODAMIENTOS SAC
	IMPORTADORA INDUSTRIAL CORPUS SRL
	CORPORACION BASCO SAC
	EMCECOR EIRL
	IMPORTADORA DE RODAMIENTOS SAC
	MQ METALURGIA SAC

Fuente: Elaboración propia

2.5. Planteamiento del problema

2.5.1. Identificación del problema

Famitec Mining S.A.C. es una empresa que solo se dedica a la fabricación de productos por pedidos, esto quiere decir que no tiene la necesidad de manejar inventarios para cubrir una demanda mensual. Definirse bajo la estrategia Make to Order indicaría que la empresa tiene ventaja con respecto a otras como Make to Stock porque maneja una amplia variedad de productos; debido a la selección de la estrategia y el grado de especialización que requiere cada uno de ellos, todo lo que fabrica logra vender; es decir no genera costos excesivos por sobreproducción.

Sin embargo, las desventajas se encuentran al carecer de un pronóstico de demanda y por ende es más complejo coordinar la producción en periodos establecidos. Por esta razón, Famitec ha generado mes a mes una cantidad de pedidos que no ha logrado entregar en la fecha establecida.

En la siguiente imagen se observa la cantidad de pedidos durante el periodo 2015 y 2016.

Ilustración 24. Pedidos entregados a destiempo

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica se visualiza la diferencia entre la cantidad de pedidos entregados a tiempo y la cantidad de pedidos entregados a destiempo. Esto ha generado, una baja respuesta en el cumplimiento de las fechas acordadas con el cliente y esto se debe a las paradas, demoras e interrupciones en la programación de la producción. El problema se presenta debido a la urgencia en la necesidad que les aplican a los pedidos que se encuentran en proceso de fabricación y a la llegada de nuevos pedidos.

Ilustración 25. Nivel de servicio

Fuente: Elaboración propia

Los valores porcentuales indican que no cumplen con las fechas previstas de entrega en un promedio del 50%, generando los siguientes problemas en la empresa baja retención del cliente, poca fidelización y en consecuencia bajo aumento de clientes nuevos.

Sin embargo, el nivel de servicio varía de acuerdo con los pedidos que ingresan cada mes, debido a que la empresa cuenta con tres vendedores esto quiere decir que mientras más ventas cierren con los clientes, se presentarán más interrupciones en la programación de la producción. Aunque, en la gráfica se puede observar que en los últimos tres meses (diciembre 2015 a diciembre del 2016) esta situación ha cambiado debido a la decisión de asignar un turno más por día para poder reducir la carga de trabajo presente en el horario normal.

Por otro lado, según lo mencionado anteriormente, la empresa tiene el compromiso de aceptar y ejecutar inmediatamente los pedidos que ingresen del cliente Cajamarquilla; por esa razón se revisarán los datos en el mismo periodo para evaluar su relevancia en el problema:

Ilustración 26. Total de pedidos

Fuente: Elaboración propia

Un factor adicional que se observó dentro de la jornada laboral de trabajo es la situación de manejar pedidos inesperados de la refinería Cajamarquilla. Estos pedidos (Gráfico 9) son realizados de manera inmediata dejando las órdenes, previamente programadas, en espera y en consecuencia el Jefe de Planta tiene que ejecutar un nuevo plan de trabajo después cambiar el estado de los pedidos nuevos como “emergencia”.

2.5.2. Impacto económico del problema

La identificación del problema permite estudiar cuál es el impacto que genera en la empresa al realizar pedidos fuera de la fecha coordinada con el cliente.

La materia prima no está considerada como recurso que genere un costo adicional porque los requerimientos de los materiales se realizan una vez entregada la orden de trabajo. Sin embargo, las horas de cada maquinaria es relevante, pero mantienen la misma relación con las horas hombres, es decir si aumentan las horas de mano de obra para terminar con el trabajo asignado, aumentan las horas de funcionamiento de la máquina debido a la responsabilidad que tiene cada operador. Por último, el recurso analizado son las horas hombres durante el periodo 2015 y 2016.

Después de cada jornada laboral, el jefe de planta de Famitec Mining S.A.C. genera un listado con el nombre de los trabajadores necesarios para terminar los trabajos pendientes; estas horas están definidas de la siguiente manera:

1. Horas extras después del primer turno, equivalente a menos de 8 horas pasado el horario normal.
2. Horas extras en horarios de amanecidas, domingos y feriados.

La empresa tiene una cantidad de 30 trabajadores en planta y consta de un horario de 8:30 am a 17:30 pm en un turno normal, con una hora de refrigerio.

Para el estudio se tomó en cuenta los criterios mencionados anteriormente y el porcentaje mensual se obtuvo con los siguientes cálculos.

Cantidad de trabajadores: 20 trabajadores

Horario de trabajo: 8:30 am – 17:30 pm

Horas de trabajo al mes (Turno Normal): 48 horas

Mes = Julio 2015

Total de horas al mes = 9600 horas hombres/mes

Total de horas extras al mes = 1400 hora hombres/mes

Toral real trabajado = 11 000 hora hombre / mes

$$\text{Porcentaje de horas extras al mes} = \frac{1400 \text{ hh/mes}}{11000 \text{ hh/mes}} \times 100\%$$

$$\text{Porcentaje de horas extras al mes} = 13\% \text{ en de Julio 2015}$$

En el siguiente gráfico se muestra la cantidad de horas que se generaron desde del mes de julio 2015 hasta julio del 2016, solución aprobada por el gerente para cumplir con la entrega de los pedidos en la fecha pactada. El tiempo incluye días como domingos, feriados y además en algunos casos, los operadores tienen que trabajar haciendo un turno adicional de amanecidas.

Ilustración 27. Horas extras por mes

Fuente: Elaboración propia

Al empezar a analizar la cantidad de horas extras se concluye que la variación por mes no es muy amplia, sin embargo, esto se puede reducir cuando la carga de trabajo no es muy elevada, lo que sucedió en los meses de agosto del 2015 y abril del 2016. Estas horas están generadas por el desorden en la programación, básicamente por las paradas que se realizan respecto a otros pedidos al generarse una orden de trabajo de emergencia; al encontrarse en esta situación, la

empresa provoca un desbalance en las horas y además no cumple con la fecha de entrega establecida.

Manteniendo la relación de las horas con el valor de dinero, se realizó el mismo análisis sobre el costo en soles por mes y el resultado fue:

Porcentaje de pago por hora extra (1 a 2 horas): 25% más

Porcentaje de pago por hora extra (3 a más horas): 35% más

Pago en Feriados, Domingos o Amanecidas: 100% más

Mes = Julio 2015

Costo en turno normal = S/. 49 160

Costo de horas extras en el rango (1 a 2 horas) = S/. 1 953.13

Costo de horas extras en el rango (3 más horas) = S/. 1 828.13

Costo total de horas extras = S/. 3 781.25

Costo total de la mano de obra = S/. 52 941.25

$$\text{Porcentaje del costo de horas extras al mes} = \frac{3\,781.25 \text{ soles}}{52\,941.25 \text{ soles}} \times 100\%$$

$$\text{Porcentaje de costo de horas extras al mes} = 7.4 \%$$

La gráfica muestra las variaciones de los costos que se han generado por horas extras mensualmente y, de acuerdo con la carga de trabajo, esta diferencia se hacía más significativa.

La empresa puede considerar el uso adicional de sus recursos como un impacto poco significativo en su rendimiento económico, porque mientras tenga disponible mano de obra y maquinaria continuará excediéndose de tal manera que en lugar de obtener ganancias por la venta de los pedidos, estará recibiendo finalmente el monto que le costó producir el producto.

Ilustración 28. Costos por hora extra al mes

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se observa que el porcentaje aumenta y esto debido a la variación que existe con respecto a los pagos en determinadas horas del día. Este costo representa en promedio un 9% más del costo de horas hombres que utilizan para realizar los pedidos de los clientes; por otro lado, al no considerarlo como un costo adicional en su presupuesto confirma que la empresa está incurriendo en pérdidas significativas, debido a que, en un proceso de producción ideal o aceptable, los productos deben fabricarse dentro del tiempo establecido por el jefe de producción (o jefe de planta), solo en caso de una emergencia solicitado por el cliente y pagado de acuerdo al equivalente de los costos de dicha emergencia, la empresa no tendría recursos utilizados en exceso que no generan ganancias.

2.6. Diagnóstico

2.6.1. Factores causales del problema

Ilustración 29. Diagrama Ishikawa de causas

Fuente: Elaboración propia

La identificación de causas raíz para el problema de entrega de pedidos fuera de tiempo se analizó a través en un diagrama de Ishikawa, con el fin de asignar una causa para cada motivo referente a: materiales, mano de obra, maquinaria, método y programación.

La programación se considera una posible causa adicional debido a que los trabajos se realizan en máquinas computarizadas y en máquinas convencionales, siendo el jefe de planta quien realiza la designación de los trabajos.

- Maquinaria

Al analizar las causas que pueden generar el factor máquina, se concluye que el desempeño varía de acuerdo con el cuidado y mantenimiento. Cuando se consultó sobre el programa de mantenimiento para todas las máquinas, el jefe de mantenimiento mencionó que no contaban con un cronograma y que solo se realizaba acciones correctivas, ocasionando que, cuando la máquina comenzaba a fallar se indicaba mediante una orden de trabajo la necesidad de realizar las reparaciones correspondientes, sin un previo estudio de las causas o un cambio en el sistema de monitoreo. De esta manera, los operarios continúan con la misma cultura de trabajo ignorando el tiempo de mantenimiento necesario como prevención para reducir la posibilidad de averías en las máquinas.

Respecto a la obsolescencia de las máquinas, se reconoce que todo tiene un ciclo de utilidad y al no prever qué medidas optar cuando la máquina ya no funciona por completo, se genera la pérdida de la capacidad total de la empresa y retrasa los trabajos por la falta de un recurso importante.

- Materiales

El sistema de requerimientos de materiales se realiza de acuerdo con el pedido del cliente determinado en la orden de trabajo. Sin embargo, los operarios también requieren instrumentos de trabajo para el cambio de una pieza madre (broca) durante el funcionamiento de las máquinas, en este caso, sin un previo análisis del trabajo a desarrollar solo determinan la necesidad de un material o instrumento en el preciso momento que están por iniciar el proceso de mecanización, esto perjudica el proceso de fabricación porque se crea un tiempo muerto al esperar que el instrumento se encuentre en el almacén para ser entregado al operario.

Por otro lado, Famitec Mining realiza diferentes solicitudes de materiales a los proveedores de metales y en algunos casos llegaban con medidas erróneas, por lo que toman la decisión de realizar la devolución del pedido para que el proveedor pueda entregar el material con las medidas correctas, otro factor que genera un tiempo muerto por la espera en la reposición.

- Mano de obra

Cada lugar de trabajo en la empresa involucra maquinaria, casillero de instrumentos y mesa para materiales, esto debe contar con el orden necesario para que pueda facilitar al operario el proceso de fabricación. Sin embargo, en la empresa los operarios no manejan una política de orden, lo que es perjudicial porque no tienen ni la cultura ni la responsabilidad de mantener toda su área de trabajo organizado. Teniendo en cuenta la generación de virutas, los diferentes instrumentos que utilizan durante el día y la carga de trabajo, genera pérdida de tiempo no tener una cultura de orden y limpieza, lo cual a diario presenta un problema aumentando el tiempo de búsqueda de instrumentos y limpieza de su espacio.

Otra causa posible respecto al tema de materiales es la incorrecta identificación de herramientas para el desarrollo del trabajo, ocasionado porque el operador no realiza una lista de lo requerido antes de iniciar con sus labores pese a que tiene como guía los planos entregados por el Jefe de Planta. La acumulación de pequeños problemas o malos hábitos generan en los operarios tiempos adicionales en su proceso de fabricación.

En la empresa, regularmente, los nuevos operarios no son capacitados con respecto al sistema que manejan en Famitec Mining, esto produce un retraso al inicio de las labores porque a los operarios les tomará un tiempo adicional ponerse al ritmo de los trabajadores actuales y debe ser parte de la política de la empresa realizar un entrenamiento previo sobre todo porque deben tener la capacidad de realizar diferentes trabajos que le designe el Jefe de Planta.

- Programación

Las causas que originan la demora por motivos de programación se dividen en dos tipos:

Programación de la producción, esto se debe a interrupciones diarias en el proceso de producción ocasionado por los pedidos de Cajamarquilla, en el cual de manera inmediata son priorizados en su fabricación, originando cambios en el cronograma donde se tiene que incluir los nuevos pedidos. Revisando el flujo de trabajo de manera detallada, una programación

inesperada genera interrupciones debido a requerimiento de maquinaria y horas hombres para su ejecución, lo cual se puede evidenciar en el siguiente flujograma.

Ilustración 30. Flujograma del proceso de fabricación

Fuente: Elaboración propia

- Programación de la maquinaria, con cambios en la programación de la producción se eleva la posibilidad de programar las máquinas de manera incorrecta y esto genera un desperdicio por espera debido a la reprogramación (set up) correcta para iniciar con el proceso de mecanizado.
- Para lograr el cumplimiento de los pedidos la empresa ha optado por mantener el mismo número de operarios, pero aumentando horas extras diariamente para cumplir con la fecha de entrega. Por ende, los costos que involucra esta decisión se dividen en: mano de obra por hora extra y horas máquina.

- Métodos

La ausencia de un manual de procedimiento (políticas y normativas de trabajo) motiva a los trabajadores a realizar sus funciones sin una lista de actividades correctas en los procesos antes, durante y después del trabajo en la máquina asignada, lo que en muchos casos ocasiona desperdicio por movimientos excesivos.

Es importante reconocer que la ubicación de los casilleros genera el traslado innecesario para la búsqueda de sus instrumentos como las brocas en las máquinas CNC o ruedas dentadas en las máquinas convencionales, haciendo que se extienda el tiempo para el traslado de ida y vuelta que hace el operario por la ubicación de los casilleros.

El diagrama de Ishikawa es una herramienta que ayudó a realizar una muestra del panorama general de la empresa y determina qué actividades generan los retrasos en la entrega de pedidos, el objetivo es reconocerlas y tomar acciones para reducir y/o eliminar el origen de cada uno.

A continuación, con el apoyo del jefe de planta, supervisor de planta y el jefe de calidad se realizará una lista, relacionando los motivos y las posibles causas en el cual se contabilizará la frecuencia de ocurrencia por cada vez que se presenta un retraso en la entrega de los pedidos:

Tabla 9. Lista de causas

Causas	Frecuencia
Desorden de sus herramientas y lugar de trabajo	16
Máquina obsoleta	2
Mala calidad de materiales	2
Lejanía de los casilleros	14

Ausencia de mantenimiento	10
Movimientos innecesarios	2
Pedidos inesperados de Cajamarquilla	14
Falta una herramienta de trabajo	3
Ubicación inadecuada de materiales	12
Reprocesos por falta de capacitación	5
Otros	3

Fuente: Elaboración propia

Con la información proporcionada se procederá a ponderar los valores para realizar el diagrama de Pareto y elegir las causas más representativas que afectan directamente al comportamiento del problema de la empresa.

Tabla 10. Análisis de Causas

Causas	Peso	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Desorden de sus herramientas y lugar de trabajo	80	19%	19%
Pedidos inesperados de Votorantim Metais	70	17%	36%
Lejanía de los casilleros	70	17%	53%
Ubicación inadecuada de materiales	60	14%	67%
Ausencia de mantenimiento	50	12%	80%
Reprocesos por falta de capacitación	25	6%	86%
Falta una herramienta de trabajo	15	4%	89%
Máquina obsoleta	15	4%	93%
Mala calidad de materiales	10	2%	95%
Movimientos innecesarios	10	2%	98%
Otros	10	2%	100%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el cuadro de pesos y porcentajes, se procede a realizar el gráfico de Pareto que permitirá identificar los principales motivos que impactan directamente en el problema de la entrega de pedidos a destiempo y que por ende impacta en la necesidad de generar horas extras. Como se menciona en líneas anteriores, las horas extras generan un costo no planificado en la empresa.

Ilustración 31. Pareto de las causas identificadas

Fuente: Elaboración propia

En el rango de 80% se encuentran diez causas con mayor prioridad, que presentan mayor ocurrencia en la jornada de trabajo.

2.7. Hipótesis

Aplicando las herramientas de la filosofía de Lean Manufacturing como: 5'S, SMED y Ciclo de Deming, la metodología de Ingeniería Simultánea en relación con el Mantenimiento Autónomo (que pertenece a la filosofía del TPM) se reducirá el número de pedidos entregados fuera de tiempo. Las propuestas presentadas anteriormente permitirán atacar las causas principales de tal manera que se reduzcan o eliminen las causas que dan origen al problema principal definido en el diagnóstico y con base en el marco teórico se podrá desarrollar la propuesta de mejora que logrará cumplir con los objetivos de la empresa.

Definir el diagnóstico del problema permite identificar las causas que generan un impacto negativo en la empresa, es decir, aquellas actividades que los trabajadores realizan a diario y que posiblemente se consideren correctas porque se convierte en un hábito constante; pero la empresa debe realizar una mejora continua constante que le permite realizar cambios y/o modificaciones en el entorno del trabajo para optimizar su proceso de producción y reducir las pérdidas.

3. Capítulo 3: Propuesta de mejora

En este capítulo se presentará la evaluación de las propuestas de mejora a través de los criterios de selección definidos por la empresa, teniendo en consideración el estudio y la información obtenida en los capítulos anteriores. Asimismo, con la participación de los jefes y la alta dirección se completó la evaluación, que conlleva la aplicación del modelo de tal manera que se encuentre alineado con los objetivos. Todos estos pasos y el detalle del proceso de implementación son una base importante para el siguiente proceso de validación y sobre todo para generar un impacto positivo en la empresa.

Es importante reconocer la estrategia de trabajo de la empresa, en la cual tiene diferentes variables relevantes que interactúan entre sí y son necesarios identificarlos para la adaptación de las propuestas; siendo el objetivo principal reducir los pedidos entregados a destiempo y mejorar el nivel de servicio.

3.1. Vinculación de causa con solución

El análisis del problema principal, a través del diagrama de Ishikawa, trajo como resultado la identificación de varias causas raíz, donde se colocó la valorización en función a lo establecido por la empresa para realizar su tratamiento. Con ello se adecuó el modelo de selección para proceder a la aplicación y finalmente a la verificación de la efectividad con el cumplimiento de los objetivos planteados. La siguiente gráfica muestra la relación del problema principal con los motivos que lo originan, en el cual se plantean objetivos para identificar las metodologías y herramientas de trabajo para la propuesta de mejora.

Con ello se analizará, mediante un cuadro de porcentajes y pesos, la importancia de los criterios, luego se desarrollará cada modelo seleccionado (agrupación de las metodología y herramientas propuestas) que involucra: requerimientos de nuevos materiales, personal externo capacitado, recursos y nuevas metodologías. Finalmente con la aplicación del modelo se logrará la familiarización de los operadores para generar una nueva cultura en la organización, iniciando con el compromiso de la alta gerencia y los líderes quienes asegurarán el crecimiento de la empresa en términos de calidad de tiempo y producto con sus clientes.

Ilustración 32. Esquema de Propuesta de Mejora

Fuente: Elaboración propia

Justificación de la selección de la propuesta

Para elegir la primera propuesta se consideró los criterios de factibilidad de la empresa y los que son más importantes para que se cumplan los objetivos. Esta propuesta complementará la aplicación de la Ingeniería Simultánea para no interrumpir la programación de las máquinas. La principal ventaja de usar la metodología 5'S y en complemento la reubicación de lugares es mantener el orden en sus instalaciones de tal manera que no se convierta en un obstáculo para el cumplimiento del sistema de organización de producción.

Los lineamientos que se tienen en cuenta para el estudio de cada propuesta se listan en el siguiente cuadro y considerando la importancia de cada uno para la empresa se le asigna un peso. Este peso ha sido verificado por los principales líderes de la empresa, lo que finalmente traerá como resultado la selección correcta del modelo de mejora.

Tabla 11. Tabla de criterios

Criterios	%	Descripción
Adaptabilidad	5%	Facilidad de los trabajadores para realizar los trabajos de acuerdo con la implementación del nuevo modelo de trabajo.
Información requerida de la fabricación	15%	Revisión de información histórica del proceso de fabricación para la alimentación y desarrollo del modelo de trabajo.
Impacto sobre el problema	30%	Este criterio se encuentra relacionado al impacto de la propuesta sobre las causas raíz, que afectarán de acuerdo con el peso designado.
Nueva tecnología	10%	Incorporación de la tecnología requerida para cada propuesta de mejora, que involucra la cantidad de herramientas tecnológicas nuevas para el correcto funcionamiento del modelo final.
Tiempo de implementación	20%	El tiempo (antes, durante y después) de la ejecución de la propuesta, que incluye la verificación de la respuesta de acuerdo con los objetivos esperados.

Inversión	20%	El monto aproximado del costo de cada propuesta de mejora, como costos de mano de obra, materiales u otro factor importante que permita el desarrollo de la propuesta.
------------------	-----	--

Fuente: Elaboración propia

Los criterios permiten elegir la propuesta de acuerdo con las características que tiene la empresa, dado que, en primer lugar, se seleccionaron diferentes filosofías y metodologías que son la base para la solución al problema y al conjunto de causas estudiadas en el capítulo 2, con el fin de adecuarlas a la situación actual de la empresa.

El siguiente paso es identificar la relación de los criterios con los detalles y característica de cada propuesta; es decir, el primer análisis se realizará de manera cualitativa y en el segundo, se determinará de manera cuantitativa con las calificaciones asignados a cada una de las propuestas.

Tabla 12. Tabla de calificación

Criterios	%	Ingeniería Simultánea	5'S	Reubicación	TPM
Adaptabilidad	5%	Muy adaptable	Poco adaptable	Adaptable	Poco adaptable
Información requerida de la fabricación	15%	Muy necesario	Medianamente necesario	No necesario	Muy necesario
Impacto sobre el problema	30%	Alto impacto	Alto impacto	Mediano impacto	Mediano impacto
Nueva tecnología	10%	Alto requerimiento	No requiere	No requiere	Mediano requerimiento
Tiempo de implementación	20%	Mediando plazo	Mediano plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Inversión	20%	Alta inversión	Mediana inversión	Poca Inversión	Alta inversión

Fuente: Elaboración propia

El cuadro permite cruzar información de manera más precisa y tener una visión completa de las posibles soluciones a implementar. Como se mencionó anteriormente, estas especificaciones se convertirán en puntajes de acuerdo con la importancia de cada criterio, para que el resultado muestre con claridad que cumple con los requerimientos.

Por otro lado, existen mejoras que se pueden aplicar de manera inmediata, esto se debe a que la decisión no implica implementar una nueva metodología o crear una herramienta de trabajo, más bien se enfoca en la eliminación directa de la causa, por ejemplo, utilizar una maquinaria específica para la fabricación de los pedidos de un cliente (régimen de trabajo mediante un contrato indefinido).

Tabla 13. Tabla de puntaje

Criterios	%	Ingeniería Simultánea	5'S	Reubicación de lugares	TPM
Adaptabilidad	5%	0.2	0.05	0.15	0.05
Información requerida de la fabricación	15%	0.45	0.3	0	0.45
Impacto sobre el problema	30%	0.9	0.9	0.6	0.3
Nueva tecnología	10%	0.1	0	0	0.2
Tiempo de implementación	20%	0.4	0.4	0.4	0.2
Inversión	20%	0.2	0.4	0.6	0.2
Total		2.3	2.1	1.8	1.4

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observa que la aplicación de la Ingeniería Simultánea aportaría positivamente a la solución del problema y con respecto al resultado principal se adapta significativamente a los criterios planteados por la empresa. Así mismo, se analizarán la implementación de la

metodología 5's, que se desarrollará juntamente con la reubicación de lugares (módulo de trabajo) para obtener una mejor distribución de los recursos necesarios y, además, se estudiará cuidadosamente en el diseño la decisión si la filosofía TPM logra alcanzar con los objetivos en el tiempo establecido.

El criterio más importante es el impacto de la metodología sobre el problema, como se puede observar tanto la aplicación de la Ingeniería Simultánea, como la metodología 5's tienen puntajes iguales, esto se debe a la relación de las causas sobre el problema de las interrupciones de los pedidos por el cambio de condición (estado de emergencia) y el desorden presente en cada área de trabajo, ocasionando que aumente el tiempo de trabajo para la producción de los pedidos.

De igual manera sucede con las propuestas de la reubicación de lugares y la filosofía TPM, dado que la primera herramienta trabaja de la mano con la metodología 5's, los traslados excesivos por la ubicación inadecuada de los materiales perjudica al tiempo de desarrollo, mientras que tener una máquina parada, te limita al uso de su capacidad para realizar los nuevos pedidos.

Para ello se diseñarán varios modelos con las diferentes propuestas, valorizando las principales ventajas y considerando principalmente que los beneficios lograrán los objetivos. La decisión final lo tendrán los responsables de ejecutar el modelo, jefe de planta y jefe de calidad, quienes analizarán la factibilidad de las propuestas en la empresa.

Ilustración 33. Grupo de propuestas

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se puede observar que en dos de los tres grupo se está considerando la aplicación de la Ingeniería Simultánea, esto se debe a los pedidos constantes del cliente de Cajamarquilla, es decir, diariamente llegan nuevas solicitudes de reparación y/o fabricación de sus productos convirtiéndose automáticamente en “emergencia” priorizándolo de tal manera que se deben asignar inmediatamente los recursos (estén disponibles o no), haciendo que los demás pedidos se retrasen por la espera en una nueva re programación de los trabajos, asumiendo riesgos y tomando decisiones para entregar los pedidos de acuerdo a los nuevos cambios.

En primer lugar, la primera propuesta puede tener un desempeño muy efectivo, dado que, como se mencionó anteriormente impacta significativamente en el problema. Esto quiere decir que, con cuatro propuestas diseñadas correctamente y alineadas a los criterios de la empresa, existe la posibilidad de que se cumpla la hipótesis. Con ello también se debe considerar que se adapte a la prueba piloto, es decir, que se pueda ejecutar en un periodo corto de tiempo de tal manera que sea la primera fase de su aplicación final.

En segundo lugar, solo se consideran cuatro propuestas debido al riesgo de la reasignación de lugares (casilleros), sobre todo por el cambio en el diseño del layout actual de la empresa. Siendo posible realizar la ejecución enfocándose en tercerizar los pedidos del cliente Cajamarquilla, implementando la metodología 5'S, añadiéndole la filosofía TPM y además la revisión de los trabajadores sobre la aplicación de la metodología SMED. Sin embargo, no sería correcto considerar la propuesta dos por temas contractuales, ya que eso podría perjudicar la imagen de la empresa e incurrir en gastos por pagos de penalidad e incumplimiento del contrato.

En tercer lugar, con los recursos que cuenta actualmente la empresa, se mantiene la propuesta de aplicar la Ingeniería Simultánea, no se considera la metodología 5'S debido a las actividades adicionales que realizarían los operarios para mejorar su desempeño en el desarrollo del trabajo y solo se ejecutaría la reasignación de lugares (casillero de herramientas); además de crear una nueva cultura de trabajo al implementar la filosofía TPM por las consideraciones que tiene relación la máquina con el operario.

Para considerar el peso que tiene cada modelo, se sumarán los puntajes definidos por cada propuesta debido a que es una valorización designada por la empresa.

3.2. Diseño del grupo de propuestas

3.2.1. Diseño de la propuesta 1:

En una organización la combinación de los factores físicos y humanos influyen en la motivación, satisfacción y resultados del personal. También impacta en aspectos tan importantes como la seguridad, productividad y calidad.

Aplicación de Ingeniería Simultánea (o Concurrente)

Este modelo permite llevar a cabo el proceso de fabricación a través un módulo independiente en forma simultánea con el trabajo de la línea central, en lo que tiene lugar una importante reducción del tiempo total de fabricación empleado anteriormente. Es una metodología de trabajo aplicado básicamente al diseño de nuevos productos y se adapta a la estrategia actual de las empresas metal mecánicas.

Los elementos decisivos para diseñar una Ingeniería Simultánea son los siguiente:

Equipo de trabajo

También es importante considerar un equipo de trabajo específicamente para los pedidos de Cajamarquilla, ejemplo de cliente para la empresa del sector metal mecánico, quien a su vez realiza diferentes solicitudes de trabajo de manera periódica. Los pedidos del cliente varían desde la fabricación de un producto hasta la reparación de una pieza.

El equipo debe estar conformado de la siguiente manera:

Ilustración 34. Organigrama ejemplo

Fuente: Elaboración propia

Inventario Buffer - Mano de obra:

En este aspecto se considera el inventario buffer como un respaldo en horas aplicadas para cumplir con la demanda del cliente. Esto significa tener una cantidad de trabajadores disponibles de acuerdo con la carga de trabajo y dependerá de la tendencia del cliente al solicitar los pedidos mensualmente.

La calificación del operario para este cargo tiene que estar referida a las funciones que realizará y debe cumplir con el perfil designado por la empresa, es importante aclarar los conocimientos para que pueda realizar el trabajo correctamente.

Materiales:

Los materiales pueden estar compuestos por los siguientes aspectos:

- Materia prima

- Accesorios
- Herramientas para la maquinaria

Así mismo, de acuerdo con el tipo de producción se debe definir el tiempo para la solicitud de cada material, lo que puede ser antes, durante o después de la demanda del pedido. El análisis se realizará con el histórico de producción de la empresa.

Maquinaria:

La cantidad de maquinaria dependerá de la demanda del pedido del cliente; la elección se realizará con base en la información histórica de los pedidos anteriores para no incurrir en decisiones de un costo elevado o pérdida de recursos. También es importante analizar si se cuenta con maquinaria disponible que pueda adaptarse al nuevo módulo de trabajo.

El tipo de máquina dependerá de la complejidad del trabajo, el cual se puede considerar máquinas computarizadas o máquinas convencionales.

Método

De acuerdo con la programación del pedido, el responsable realizará el seguimiento e informará al operario todos los detalles del requerimiento del cliente, de manera que utilice el método correcto para cumplir con la fabricación y/o reparación del producto, así mismo, es importante manejar los planos o muestras de trabajo para cumplir con las especificaciones del producto final.

Espacio

El lugar de trabajo se encontrará dentro de la planta con el fin de no generar un sobre costo al designar una ubicación externa del módulo, el espacio debe cumplir con tres de los elementos anteriores: la mano de obra, el espacio que ocupa el operario para realizar el trabajo; el método, que incluye el movimiento y traslado necesario para la fabricación, y la maquinaria requerida.

Metodología 5'S

La metodología 5'S concede especial valor a la mejora de lo existente, apoyándose en la creatividad, la iniciativa y la participación del personal. Así mismo, representa principios

expresados en cinco palabras japonesas, el correcto funcionamiento son el reflejo de una serie de actividades que permiten crear el hábito de respetar lo establecido, definido y acordado.

Ilustración 35. Etapas de Inicio

Fuente: Elaboración propia

Compromiso de la Alta Dirección

La sensibilización de la gerencia genera beneficios para la aplicación de esta metodología dado que refuerza este concepto a través de la definición un “nuevo modelo”, elevando el nivel de comprensión de las ventajas del proyecto dentro de la organización.

Para llevar a cabo la implementación de las 5’S es de suma importancia concientizar y mantener una excelente comunicación con la Alta Dirección o Gerencia para validar el compromiso del equipo.

En primer lugar, debe dar el respaldo para que los trabajadores puedan tener los recursos necesarios durante la implementación. En segundo lugar, la alta dirección debe ser el modelo de referencia para todos los operarios, ya que es muy difícil que se fomente una cultura de orden cuando no tienen un ejemplo claro de cómo actúan los gerentes o jefes. En tercer lugar, para complementar el respaldo y el modelo, es importante que lo promuevan a través de su comportamiento, convirtiéndose en los verdaderos líderes del proceso.

Para asegurar el compromiso es posible diseñar un acta que llevará por nombre “Acta de Reunión” donde se define los planes y las áreas a mejorar, firmado por todos los jefes involucrados y el supervisor de las 5’S.

Promoción y Seguimiento

La promoción se refiere a la difusión de la nueva metodología para el pleno conocimiento de todos los trabajadores, en el cual se informa acerca de:

- ¿Qué son las 5'S?
- ¿Por qué son importantes?
- ¿Cómo se lleva a cabo la implementación de esta metodología?
- Presentar objetivo y ventajas

El entrenamiento permite dar a conocer los conceptos necesarios para que logren familiarizarse con los pasos de la metodología; esto se realizará mediante las capacitaciones donde se difunden toda la información expuesta en la actividad anterior y se tendrá en consideración lo siguiente:

Para iniciar buenas expectativas en los trabajadores se debe realizar un cronograma con un tiempo determinado para promocionar la implementación de la nueva metodología.

Selección del área

Seleccionar un área significa identificar dónde necesita más organización y cuál de ellas se encuentra en las condiciones para iniciar con la implementación de la metodología, esto se decidirá teniendo en cuenta los criterios de:

- Nivel de problema
- Cantidad de recursos que utilizan
- Cantidad de trabajadores
- Carga de trabajo

Definición de la situación actual

Determinar la situación actual del área elegida dará una visión del nivel de problema en el que se enfrenta la empresa, teniendo una idea amplia de los recursos que necesitará y el resultado de la mejora.

Selección del responsable

Como responsable del seguimiento y verificación de la metodología, el supervisor que será designado por la alta gerencia se encargará de cumplir con las funciones necesarias para iniciar con la implementación.

Así mismo, se puede asignar un responsable de grupo de cada área de trabajo que permite reportar el avance de su equipo.

Ilustración 36. Organigrama de equipo

Fuente: Elaboración propia

El supervisor junto con los jefes de cada área de trabajo, coordinarán reuniones mensuales donde se conversen temas para el desarrollo de cada etapa de la metodología, proponer y diseñar soluciones con respecto a las observaciones y nivel de adaptación de los trabajadores.

Cada reunión puede tener un mínimo de 1 hora y un máximo de 2 horas programadas cada fin de semana. Para llevar el seguimiento de las reuniones y asegurar la participación de todos los jefes de equipo se presentará un registro de asistencia que será firmado por cada participante y se establecerán los temas conversados, acuerdos y decisiones.

Anexo 1 – ACTA DE REUNIONES

Desarrollo del Cronograma de trabajo

Antes de iniciar el desarrollo de las etapas de la metodología, lo esencial es diseñar un cronograma de trabajo que refleje el desarrollo de todas las actividades y tener conocimiento sobre el avance de este; para ello se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Especificación del tiempo a desarrollar
- Lista de actividades con sus respectivos responsables
- Definición de actividades programadas
- Revisión del avance de las actividades hasta terminar el 100%

El cronograma de trabajo es una herramienta visual que permite medir el avance del proyecto, sin embargo, es evidente que no siempre se cumplen con algunas actividades programadas por motivos externos y por esa razón se debe determinar el tiempo específico para cada una de ellas, que finalmente es aceptable a cualquier tipo de modificación.

Etapas de la metodología 5'S

Esta metodología consta de cinco pasos, que implica la asignación de los recursos, adaptación de una cultura ordenada por toda la empresa y la consideración de los aspectos humanos. La importancia de la aplicación de las 5S se rige como una estrategia para el desarrollo de la organización, aprendizaje y cambio orientado hacia la mejora de la eficiencia y a las condiciones del trabajo (Jaca, Viles, Santos y Mateo, 2014). Las etapas de estas técnicas son:

Ilustración 37. Etapas de las 5'S

Fuente: Elaboración propia

1. **Eliminar:** es el primer paso que involucra identificar todas las herramientas o materiales y eliminar del puesto todos aquellos elementos que son innecesarios o inútiles para la tarea que realiza. Esta identificación de elementos consiste en separar lo necesario de lo no necesario, lo cual ayuda a controlar el flujo de las cosas con el fin evitar la creación

de un “desperdicio” como son los movimientos innecesarios, pérdida de tiempo en encontrar las cosas, tener una acumulación de materiales defectuosos, etc.

Para lograr la identificación rápida se hace uso de unas tarjetas que permitan identificar qué objetos son prescindibles para lograr el trabajo de manera óptima y cuáles pasarían a desecharse.

Ilustración 38. Ejemplo de Tarjeta Roja

TARJETA ROJA	
Categoría	Razón
Máquinas	No se necesita
Accesorios y Herramientas	Defectuoso
Materiales	Uso desconocido
Refacciones	Material de desperdicio
Equipo de Oficina	No se usará pronto
Producto Terminado	Otra
Producto en Proceso	
Destino	
Enviar a cuarentena	Destruir/Tirar
Otro: _____	Enviar a almacén
	Reubicar en la zona
Artículo	Cantidad
Fecha en que se realizó	

Fuente: Elaboración propia

Luego, se debe determinar las categorías de acuerdo con la caracterización de los materiales identificados para facilitar la decisión en la organización y eliminación del material o herramienta.

2. **Ordenar:** en esta etapa se realiza la organización de los productos que han sido identificados como necesarios, para ello se tiene que definir un único lugar de ubicación; este paso logrará formar un hábito de colocar cada elemento en su lugar y por eso es necesario considerar lo siguiente:

- Disponer un lugar para cada elemento necesario, es decir de herramientas y/o accesorios.
- Colocar los nombres necesarios en cada lugar para identificar y recordar con mayor facilidad.

- Definir límites para áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso.

Reasignación de lugares (casilleros)

Como parte de una Distribución de Planta y del uso del diseño de Layout, el término reubicación indica cambiar de lugar un objeto para colocarlo en un nuevo espacio. Se debe tener en cuenta los recursos para las instalaciones, distancia entre las instalaciones y lo más importante la ubicación de las instalaciones.

Esta decisión tiene un impacto directo y significativo en costos, duración de trabajo y finalmente en la productividad de la organización.

Factores que afectan la reasignación

- Factor maquinaria: abarca equipo de producción, herramientas y utilización.
- Factor hombre: involucra mano de obra directa, supervisión y otros servicios.
- Factor movimiento: engloba transporte, así como manejo de las diferentes operaciones, almacenamiento e inspecciones.
- Factor edificio: engloba distribución y equipos de las instalaciones.
- Factor cambio: tiene en cuenta la versatilidad, flexibilidad y expansión.

Principios para una reasignación

A continuación, se detallarán los pasos básicos para su ejecución:

- Planear todo y después el detalle: primero se inicia con una visión global, teniendo en cuenta las necesidades generales en relación la característica a considerar; después se analiza la relación que tiene con cada una de las áreas, teniendo en cuenta el traslado de los operarios.
- Planear primero la disposición ideal y luego la disposición práctica: en el primer caso no se tendrán en cuenta las condiciones existentes. Solo después se considerará realizando los ajustes necesarios, las limitaciones representadas por los factores para obtener una reasignación rápida.
- Planear la reasignación basándose en el proceso: determinar los requisitos del traslado del operario.

- Planear con la ayuda de una clara de visualización: tener una clara interpretación de los planes de distribución, definiendo el funcionamiento cuando esté instalada.
- Planear con ayuda de otros: integrar la participación de todas las personas involucradas en el área donde se realizará la reasignación.

Finalmente se logra el involucramiento y cumplimiento de las necesidades de los operarios para lograr la reasignación necesaria de aquellos elementos básicos de la organización para reducir el traslado excesivo que puede generarse durante el proceso de trabajo.

3. **Limpieza e inspección:** significa limpiar toda el área de trabajo de tal manera que cada espacio quede libre y para no alterar la programación del trabajo que tienen los operarios se debe realizar un programa de limpieza que será ejecutado de acuerdo con el tiempo y complejidad de su área de trabajo, teniendo en cuenta el desarrollo de la siguiente propuesta. Esta etapa pretende generar en los trabajadores:

- Lograr que la limpieza forme parte del trabajo a diario para tener ordenado el puesto de trabajo.
- Considerar las actividades de limpieza como parte de una inspección necesaria.
- Concentrarse en la eliminación de los focos de suciedad, de tal manera que se puedan identificar posibles causas.
- Conservar los elementos en condiciones óptimas, lo que quiere decir arreglar o reponer cualquier elemento faltante.

Añadir un medio que les permita determinar y verificar el tiempo en el cual se llevarán a cabo las actividades rutinarias por cada operario.

4. **Estandarizar:** consiste en consolidar los pasos desarrollados anteriormente, es decir lograr el cumplimiento de las primeras tres “s” y a través de un manual validar las actividades que realizan los trabajadores a diario como parte de su nuevo modelo de organización. La aplicación hasta este paso genera las siguientes ventajas:

- Mantener los niveles conseguidos de las tres primeras “S”
- Cumplir los estándares de limpieza
- Crear hábitos de orden en toda la organización

- Evitar errores de limpieza que pueden provocar accidentes

El manual de actividades debe ser compartido por todos los trabajadores y ejecutado como mínimo para cumplir con la rutina de limpieza.

5. Disciplina: este último paso significa construir el hábito en todos los trabajadores. Así mismo estará supervisado por diversos sistemas de inspección a nivel macro que permita el control visual como, por ejemplo: cumplimiento de objetivos, realizar auditorías, propuestas para la mejora continua. Esta disciplina trae como beneficios:

- Mejorar el ambiente laboral a través del orden y limpieza a nivel macro y micro en cada área de trabajo de la empresa.
- Establecer una cultura que sea difícil de perder por los operarios.
- Generar un nuevo hábito para los nuevos trabajadores.

Mantenimiento autónomo

Antes de iniciar con la filosofía del Mantenimiento Productivo Total (TPM) es importante que las empresas tengan como conocimiento previo la prevención y el cuidado adecuado de sus maquinarias, dado que dicha filosofía involucra un cambio en los hábitos actuales de la organización, es decir la creación de una nueva cultura de trabajo.

El mantenimiento autónomo hace referencia al aprovechamiento de la experiencia y conocimiento que tienen los empleados en el sitio de trabajo, donde se combinarán tareas de mantenimiento sencillas con las de fabricación, con el objetivo de exponer los defectos escondidos que producen las averías, polvo suciedad, etc.

El desarrollo de un mantenimiento autónomo se logra con los siguientes pasos:

- Paso 1: Limpieza e inspección

Eliminación de suciedad, fugas o escapes, polvos

- Paso 2: Eliminar las fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso

Evitar que nuevamente se ensucie el equipo, facilitar su inspección al mejorar el acceso a los sitios que requieren limpieza y control, reducción del tiempo empleado para la limpieza.

- Paso 3: Preparación de estándares para la limpieza e inspección y lubricación

Se diseñan y aplican estándares provisionales para mantener los procesos de limpieza, lubricación y apriete. Una vez validados se establecerán en forma definitiva.

- Paso 4: Inspección general del equipo

Entrenamiento para la inspección haciendo uso de manuales, eliminación de pequeñas averías y mayor conocimiento del equipo a través de la inspección.

- Paso 5: Realizar la inspección general del proceso

Formulación e implantación de procedimientos de control.

- Paso 6: Organizar y gestionar las áreas de trabajo

Estandarización de los elementos a ser controlados. Elaboración de estándares de registro de datos, controles de herramientas, moldes, medidas de producto, patrones de calidad, etc. Aplicación de estándares.

- Paso 7: Control autónomo total

Aplicación de políticas establecidas por la alta dirección. Empleo de tableros de gestión visual, tablas MTBF y tableros Kaizen.

Peso del grupo 1:

Si bien este grupo desarrolla 4 propuestas por términos de igualdad no se considerará el mantenimiento autónomo, sin embargo, automáticamente es una solución directa porque los pasos a desarrollar se incluyen en la metodología de las 5's y además logran el cumplimiento de los objetivos planteados a inicios de este capítulo:

Tabla 14. Puntaje de Grupo 1

Propuestas	Puntaje
Ingeniería Simultánea	2.3
Metodología 5'S	2.1
Reubicación de lugares	1.8
Total	6.2

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Diseño de la propuesta 2:

Tercerización

A lo largo del tiempo, las organizaciones han dispuesto ser más flexibles en sus procesos y actividades, lo que tiene como objetivo principal satisfacer las necesidades de los clientes con mayor calidad y competitividad.

Las empresas procuran descentralizar sus actividades, de tal manera que se enfoquen en su esencia y optimizar los recursos que utilizan. De esta manera, la tercerización externa u Outsourcing, es una modalidad usada donde la empresa tercerizadora no desplaza a su personal al centro de operaciones de la empresa principal, por lo que el trabajo se realiza en el espacio de la empresa a contratar.

El servicio que busca tercerizar es la actividad principal, donde se realizan las diferentes etapas del proceso productivo como la explotación, transformación, administración y comercialización de los pedidos, enfocado únicamente para los pedidos del cliente Votorantim Metais.

Para elegir una empresa tercerizadora es importante que cumpla con los siguientes requisitos:

- La empresa tercerizadora debe asumir los servicios prestados por su cuenta y riesgo. Esto quiere decir que contará con una autonomía técnica y funcional, contará con un sistema de gestión y de personal ajenas de la empresa principal.
- La empresa tercerizadora debe ser responsable del resultado de sus actividades; es decir, que frente a situaciones en las cuales exista incumplimiento total o parcial de las obligaciones, será esta quien deba asumirla directamente.
- Los trabajadores de la empresa tercerizadora no estarán dentro de su estructura organizacional ni funcional; es decir, no estarán sometidos a reglamentos o directivas internas de la empresa principal.
- Los requisitos que están planteados por Ley deben estar considerados dentro del contrato y acuerdo que realice la empresa principal con la empresa tercerizadora, con el fin de que se tengan claros los puntos en cuestionamiento y no incurran en ningún problema futuro en relación con los productos o con los trabajadores que contraten.

Etapas en la tercerización

Etapas 1: Definición del servicio a contratar

Definir y seleccionar los ítems para lograr una visión clara de los parámetros a considerar:

Tabla 15. Criterios de Terciarización

ítem	Información	Justificación	¿Considerar?
Personal	Número de trabajadores necesarios para realizar el servicio a tercerizar.	Conocimiento sobre las tareas y responsabilidades del servicio.	
	Denominación de cargo y puesto requeridos, descripción de funciones y nivel de capacitación necesaria de los trabajadores.	Calcular el tiempo, esfuerzo y recursos que se invertirán en el proceso.	
Activos utilizados	Lista de activos utilizados para proporcionar el servicio: equipos físicos (incluir mantenimiento).	Conocimiento sobre la relación de activos que requiere para la correcta ejecución de las actividades.	
Materiales y suministros	Descripción general de materiales y suministros a usar, volúmenes y valores aproximados.	Establecer la relación de materiales y suministros que el proveedor requerirá.	
Costos	Determinar los costos que involucran la realización del servicio: carga de personal, equipos, materiales, etc.	Evaluar la calidad del servicio con relación a sus costos.	
Aspectos de calidad	Establecer normas de calidad del proceso a tercerizar.	Indicador de que la organización está operando con conocimiento en la realización del proceso,	

		medirá la comprensión del alcance del proyecto.	
Proveedores externos	Identificar los proveedores para tener conocimiento sobre el trabajo que realizan o alguna eventual situación que se presente.	Su adecuación debe quedar clara para evitar problemas y dificultades posteriores.	

Fuente: Elaboración propia

Etapas 2: Durante la Ejecución del Contrato

En esta etapa se hace un listado de los lineamientos que debe seguir la empresa tercerizadora para que no presente ninguna disconformidad durante el tiempo contratado:

Tabla 16. Criterios de Terciarización 2

Ítem	Criterios de cumplimiento de verificación	¿Cumple?
Prohibida la Provisión de Personal	La empresa no puede recurrir la tercerización para cubrir con las vacantes o nuevas plazas que se generen.	
Estructura Organizacional	La empresa tercerizadora presentará a la firma del contrato la estructura organizacional propuesta (organigrama) que soporte sus actividades, la misma que deberá incluir como mínimo un responsable del seguimiento del trabajo.	
Trabajadores de otras empresas	Por ningún motivo los trabajadores de las empresas usuarias podrán autorizar documentos dirigidos al personal de la empresa tercerizadora. Las comunicaciones se realizarán a través del responsable del trabajo.	

Prohibición de reemplazo de personal	Por ningún motivo los trabajadores desplazados de otra empresa tercerizadora podrán reemplazar a personal de la planilla de la empresa usuaria que se encuentre de vacaciones, licencia, permisos u otros motivos similares.	
Parámetro de resultados	Ningún servicio de tercerización deberá omitir el control de parámetros de resultados que se espera conseguir en las actividades gestionadas por esas empresas.	
Del administrador del contrato	El administrador del contrato será el Gerente en cuyo órgano se encuentre comprendido el servicio de tercerización.	
Acatamiento de las normas de seguridad	La empresa tercerizadora debe acatar las disposiciones de seguridad, salud en el trabajo y medio ambiente, establecido como recomendación por la empresa usuaria.	

Fuente: Elaboración propia

Con el cumplimiento de los requisitos, ítems y consideraciones se podrá seleccionar una empresa tercerizadora eficiente y confiable, así mismo la empresa principal obtendrá beneficios al cubrir todos los requisitos del cliente a tiempo.

Metodología 5'S

El diseño de la metodología mantiene la misma estructura que fue presentada en el primer grupo de propuestas, sin embargo, en este caso no se considera como parte de la segunda etapa: ordenar, la herramienta de reasignación de lugares (casilleros) y por otro lado se mantiene el criterio como la organización en el lugar de trabajo.

Así mismo, mantiene el puntaje de acuerdo con los criterios analizados en la primera parte del capítulo 3.

Metodología SMED

SMED permite prestar mejores servicios como aumentar la cantidad de operaciones y mejorar la utilización de la capacidad productiva. El valor de esta metodología radica en la necesidad de los clientes por hacer pedidos de bajas cantidades con variedad y diversidad.

El impacto de esta metodología se centra en la reducción de costos de operación, sin alterar el equilibrio y el retorno de la inversión de la empresa. Esto significa trabajar con mayor productividad y fabricar productos a nivel más económico posible, sin afectar especificaciones ni estándares de diseño y producción.

Etapas de SMED

- En la etapa preliminar, se observa y se comprende el proceso de cambio donde se tienen en cuenta las siguientes actividades: registrar los tiempos de cambio (conocer la variabilidad e identificar causas) y estudiar las condiciones actuales (usar medios de comprobación de las actividades – videos).
- En la primera etapa, con el listado de actividades, realizado previamente con ayuda del video, se identifican cuáles son internas (realizadas durante el proceso de la máquina detenida) y externas (ejecutadas durante la operación normal de la máquina).
- En la segunda etapa, las actividades que se realizan mientras las máquinas estén paradas se consideran como un tiempo perdido, por lo tanto, se requiere de su eliminación. En esta etapa es necesario hacer una revisión minuciosa de aquellas actividades internas, para realizar la conversión pertinente y obtener una mejora en el tiempo productivo.
- En la tercera etapa, se trata de asegurar los aspectos de preparación, incluyendo todas y cada una de las operaciones elementales (actividades internas y externas). Esta labor se realiza con un alto nivel de detalle y se requiere de un análisis exhaustivo para lograr la conversión.

La ventaja de lograr reducir las actividades internas, se reflejan en la flexibilidad de la empresa para que pueda satisfacer las demandas cambiantes de los clientes sin necesidad de tener grandes cantidades de productos en stock. Además, efectuar entregas rápidas donde el tiempo de espera de los clientes es menor, siendo una gran ventaja competitiva para la empresa. Finalmente, se logra una productividad elevada donde los tiempos de preparación reducen los tiempos de paradas y mejore todo el desempeño de los recursos empleados.

Mantenimiento Productivo Total

El TPM es una estrategia que está conformada por un conjunto de actividades ordenadas que generan una ventaja competitiva a la organización (Viveros y Stegmaier, 2013). Estas actividades tienen como fundamentos los ocho pilares del mantenimiento productivo total y son:

- Mejoras enfocadas
- Mantenimiento Autónomo
- Mantenimiento Planificado
- Mantenimiento de Calidad
- Prevención del Mantenimiento
- Mantenimiento en Áreas Administrativas
- Capacitación y Entrenamiento
- Seguridad e Higiene Ambiental

De igual forma, la filosofía considera diferentes actividades como pérdidas durante el desarrollo del proceso de producción, situaciones en el cual las máquinas se convierten en un activo pasivo, debido a las pérdidas que genera por las condiciones no activas en las que se pueden encontrar:

Ilustración 39. Lista de posibles averías

Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo del Mantenimiento Productivo Total, se definen tres fases que determinan el avance de las etapas y en qué estado se encuentra la empresa para la implementación completa; en cada fase se desarrollan actividades que involucra la situación anterior y actual para lograr la mejora de la productividad de las máquinas y el desempeño diario con los trabajadores.

Fase de Inicio

1. Diagnosticar la situación de cada una de las áreas, involucra la determinación matemática de ecuaciones con el fin de conocer la situación de la empresa en relación con el funcionamiento de las máquinas.
- Disponibilidad
 - Mantenibilidad
 - Confiabilidad

OEE (Eficiencia General de Equipos)

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad$$

2. Plan Piloto, se define como el diseño de un plan para establecer mejoras de acuerdo con los resultados obtenidos anteriormente, también se presenta el desarrollo paso a paso de las actividades.

Fase de Desarrollo

3. Iniciar con la implementación, una vez aceptado el plan con la alta gerencia se procede a dar inicio, informando previamente al personal sobre las nuevas modalidades de prevención de cada maquinaria y la implementación de una nueva metodología como parte de la mejora.
4. Analizar y eliminar las causas de las fallas, de acuerdo con la lista de pérdidas que se presentó y en colaboración con cada trabajador se procede a identificar y analizar las actividades que causan las fallas, esto se trabajará a través de la experiencia diaria que tienen los trabajadores en su área de trabajo.
5. Desarrollar el mantenimiento autónomo, aunque es un paso individual, es de mucha importancia inculcar el conocimiento para que los operarios lo desarrollen adecuadamente y se refleje en el resultado que la empresa desee obtener, sobre todo porque con las auditorías se evidenciará el avance de la mejora.
6. Desarrollar el mantenimiento planificado, este paso cumple con el objetivo de optimizar las actividades que cada operador debe realizar con la maquinaria designada, teniendo los conceptos técnicos correctos. El mantenimiento planificado es esencial para desarrollar el mantenimiento preventivo.

Fase final

7. Mejorar la técnica, esta etapa significa consolidar lo adquirido por los operarios mediante la capacitación constante del personal, sobre todo porque la empresa al mejorar su productividad considera la adquisición de nuevo recursos tecnológicos que requieren de nuevos entrenamientos. Al llegar a esta etapa los planes de preparación e innovación cobran mucha relevancia.
8. Integrar nuevas experiencias, con respecto a esta etapa se recomienda la participación de todas las personas interesadas en ferias y convenciones que involucren el nuevo conocimiento de tecnología y que están muy relacionados a temas de mantenimiento y nuevas técnicas de prevención.
9. Validar el TPM, certificar el trabajo que realizan los equipos, muestra positivamente la ventaja competitiva en el mercado. Además, identifica claramente el desempeño en términos de funcionamiento, fabricación y mantenimiento de la empresa, que sirve como modelo para realizar acciones correctivas sobre los recursos tecnológicos.

Peso del grupo 2:

Este grupo desarrolla 4 propuestas, sin embargo, considerar la tercerización no tiene un puntaje en términos de los criterios presentado por la empresa, pero sí en términos de costos y la evaluación realizada involucra el cumplimiento de todos los lineamientos que la empresa considera importante; esto significa que la propuesta no tendrá puntaje. Sin embargo, como en el primer caso, la metodología SMED no tiene puntaje designado por la estrategia de fabricación de la empresa y por la facilidad de las maquinarias CNC para realizar el cambio programación, lo que significa que es una estrategia enfocada solamente para las máquinas convencionales.

Tabla 17. Puntaje del Grupo 2

Propuestas	Puntaje
Tercerización	0
Metodología 5'S	2.1
Mantenimiento Productivo Total	1.4
Total	3.5

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Diseño de la propuesta 3:

El diseño de este grupo de propuestas se ha desarrollado en los párrafos anteriores, eso quiere decir que las propuestas mantendrán la misma estructura, además de considerar las siguientes observaciones.

1. Primero se desarrollarán la aplicación de una Ingeniería Simultánea debido a que la empresa cuenta con los recursos disponibles y afecta directamente a la causa principal.
2. La reasignación complementa la metodología 5'S, pero no se considera en este grupo debido a la posibilidad de no lograr cambiar el hábito actual de los operarios de acuerdo con el cronograma y el enfoque en este grupo está en fomentar actividades de orden y limpieza, esto se debe a los antecedentes de falta de compromiso relacionado a otorgar autonomía a los operarios.
3. La implementación de la filosofía TPM, es compleja, cubre todos los campos y sobre todo se adapta al sector metal mecánica de la empresa, porque utilizan máquinas automatizadas que requieren de una nueva cultura en los operarios; aunque en el análisis pueden presentar dificultad y el tiempo para el desarrollo puede ser muy amplio.

Peso del grupo 3:

Igualmente, en este grupo se desarrollan 3 propuestas y el diseño ha sido planteado anteriormente, los conceptos importantes para llevar a cabo el desarrollo del modelo son claras y cumplen con los objetivos presentados en la primera parte del capítulo.

Los pesos determinados por criterio son:

Tabla 18. Puntaje del Grupo 3

Propuestas	Puntaje
Ingeniería Simultánea	2.3
Reubicación de lugares	1.8
Mantenimiento Productivo Total	1.4
Total	5.5

Fuente:

Elaboración

propia
96

El resultado final reveló el mejor grupo de propuesta a diseñar y además se realizó un estudio a fondo para tener claro las consideraciones necesarias que involucraría cada diseño planteado, sobre todo en términos de condiciones de la empresa y de la adaptabilidad de los trabajadores. Es importante conocer otras soluciones que también impactan al problema de la empresa, sobre todo para considerarlas en temas de mejora continua como en el caso de la filosofía TPM, en el cual poco a poco la empresa pueda tener una base sólida en temas de mantenimiento y crear una nueva cultura de trabajo.

Consideraciones del Desarrollo

Ahora teniendo en cuenta las características, se planteará el desarrollo del grupo 1, con la implementación de las cuatro propuestas diseñadas anteriormente adaptando las condiciones actuales de la empresa y aplicando las mejoras necesarias. Además, se requerirán la utilización de nuevos recursos como: mano de obra, materiales, instrumentos de supervisión, documentos de registros, etc., para lograr la efectividad completa de las propuestas.

El desarrollo se presentará a través de hitos que se puede observar en el cronograma de trabajo, presentado en la sección final.

3.3. Desarrollo del modelo seleccionado

Ilustración 40. Modelo de la Propuesta

Fuente: Elaboración propia

Para la mejora del proceso de fabricación en Famitec Mining se desarrolla una propuesta que cuenta con la capacidad de poder solucionar los problemas que impiden que brinde un servicio eficiente y que cumpla con las expectativas del cliente. Dentro de este conjunto de mejoras se encuentra la metodología 5'S, implementar un mantenimiento autónomo y desarrollar una Ingeniería Simultánea. El alcance del proyecto es en el área de producción porque es el proceso clave de la empresa; así mismo se encontró que varias de las causas provienen de la mala organización que manejan los operarios e involucra distintos factores como material, maquinaria, mano de obra y algunos métodos de trabajo.

3.3.1. Aplicación de Ingeniería Simultánea

Se realizó una mejora en el diseño del flujograma de proceso de trabajo de la empresa, desde la llegada del pedido del cliente hasta la entrega, en el cual ya no habrá interrupciones en la programación de trabajo y además se dispone de una línea adicional a ser ejecutado solo para los pedidos del cliente de Cajamarquilla.

Para realizar un cambio en el flujograma se tuvo en consideración realizar el mínimo de modificaciones para no alterar el proceso de fabricación actual; por esa razón al analizar los recursos disponibles y la posibilidad de adaptar un módulo únicamente para los trabajos de Cajamarquilla, se diseñó de la siguiente manera.

Ilustración 41. Distribución del área de producción

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 42. Nuevo Flujograma del proceso de fabricación

Fuente: Elaboración propia

Durante la carga de trabajo en Famitec Mining SAC, se concluye que la frecuencia de solicitudes inesperadas que llega del cliente Cajamarquilla es de 5 pedidos por semana, y todos se denominan en estado de “emergencia” por temas contractuales. Por esta razón y manteniendo los criterios que se plantearon en el diseño de la propuesta, se consideran los siguientes recursos indispensables para que la aplicación de la Ingeniería Simultánea se desarrolle correctamente:

1. Equipo de trabajo

El equipo de trabajo para el diseño y fabricación de los nuevos productos debe regirse bajo un equipo único que se encargue de todo el proceso clave, esto quiere decir que se requiere de un comprador, jefe de área (módulo de trabajo), supervisor de calidad, operador y analista de despacho. Este equipo solo gestionará todas las solicitudes del cliente, en el cual será más factible el flujo de trabajo.

El equipo debe estar conformado de la siguiente manera:

Ilustración 43. Organigrama de ejemplo

Fuente: Elaboración propia

2. Proceso de trabajo

Los subprocesos del flujo no cambiarán, sin embargo el tiempo empleado por cada responsable y la comunicación serán modificados de tal manera que no necesiten esperar la confirmación de la llegada del pedido para iniciar con el trabajo. Por esa razón el equipo tendrá que reunirse al

inicio de cada jornada laboral para que puedan determinar requerimiento de material, metodología, fechas de cumplimiento en cada proceso de fabricación y entrega final del pedido.

Ilustración 44. Flujo de trabajo para atender pedidos de Votorantim Metais

Fuente: Elaboración propia

3. Asignación del Inventario Buffer en Horas:

El principal recurso que maneja Famitec es la mano de obra, esto permite que se asigne los trabajos de acuerdo con la demanda de la empresa. Para la situación de la demanda actual es requerido la asignación de horas de trabajo independiente a la aplicación de horas en una programación normal al que se denominará Inventario Buffer (horas-hombre).

Justificación

En primer lugar, se consolidó información sobre el tiempo empleado por todas las órdenes de trabajo (julio 2015 a julio 2016), para obtener información de la cantidad horas adicionales y por ende la cantidad de operarios.

Tabla 19. Carga laboral del cliente Cajamarquilla

	Mes	O/T al mes	Total de Horas	Total minutos
2015	Julio	10	85.5	5130
	Agosto	11	131.5	7890
	Setiembre	15	157.5	9450
	Octubre	20	229	13740
	Noviembre	14	163	9780
	Diciembre	20	230	13800
2016	Enero	12	156.5	9390
	Febrero	16	201	12060
	Marzo	15	199	11940
	Abril	10	106	6360
	Mayo	11	142.5	8550
	Junio	21	230.5	13830
	Julio	16	210.5	12630

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Carga laboral del cliente Cajamarquilla

	Al día (h)	Semana (h)	Mes (h)	Mes (min)
1 operario	8	48	192	11520

Fuente: Elaboración propia

El resultado muestra que solo es necesario la asignación de un operario, en relación con la cantidad de horas requeridas por día. El nuevo operario debe poseer destrezas, habilidades operativas y conocimientos tecnológicos propios de los procesos productivos y sistemas de control. Asimismo, es necesario que posea conocimientos complementarios relacionados con

las matemáticas, dibujo técnico, seguridad industrial, comunicación oral/escrita, inglés técnico e informática (para el manejo de la máquina CNC).

También debe contar con capacidades polifuncionales acorde con las exigencias de calidad de la actividad, para conducirse con autonomía en el puesto de trabajo, dado que requerirá manejar diversos métodos por los requerimientos del cliente.

De acuerdo con lo presentado anteriormente el perfil del trabajador debe cumplir con funciones específicas y habilidades que determinen la eficiencia en el trabajo, **ANEXO 2**.

4. Entrenamiento y Metodología de trabajo

El método de trabajo varía debido a las diferentes solicitudes, ya que puede incluir reparación o creación de piezas para su maquinaria y el procedimiento de reparación o fabricación está determinado por el jefe de planta.

Observación: mientras la máquina se encuentre sin ninguna programación de trabajo, se puede utilizar para reducir la carga en la programación de la línea principal, esto lograría una mejora en la capacidad y aumentaría la velocidad de fabricación. Pero no debe cambiar la política que designa al módulo como prioridad para los trabajos de cliente Cajamarquilla.

5. Habilitado del Espacio

Se debe tener en cuenta los siguientes criterios para ubicar la maquinaria, donde el operario requerirá movilizarse y además debe contar con un casillero para las herramientas de la propia máquina.

Tamaño de la maquinaria, de acuerdo con la capacidad de las máquinas actuales se debe considerar un aproximado en medidas:

Largo: 5 metros

Altura: 2 metros

Ancho: 4.9 metros

Las consideraciones y pasos se presentarán en el **Anexo 2**.

Ilustración 45. Dimensiones de una máquina CNC

Fuente: Spainlab

Después de tener en cuenta todos los criterios para determinar el espacio de trabajo, es importante realizar un bosquejo (a escala) donde se visualice la ubicación de los requerimientos mencionados anteriormente.

Ilustración 46. Espacio para la máquina CNC

Fuente: Elaboración propia

6. Selección e Instalación de la Máquina:

Justificación del recurso

Se realizó una revisión de la data histórica de los pedidos solicitados por el cliente de Cajamarquilla y se diseñó un cuadro que representa la carga de trabajo con la maquinaria de mayor uso:

Tabla 20. Carga de máquinas por el cliente VM

Máquina	Carga de trabajo (Julio)
Centro de mecanizado de 2000 mm	9
Centro de mecanizado de 1000 mm	4
Centro de mecanizado de 900 mm	10
Fresadora 700	7
Mortajadora	-
Sierra cinta	-

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos de la base de datos, se observa que existe mayor presencia de trabajo en las máquinas CNC y con ello se decidió habilitar (instalar) la maquinaria que está programada para su funcionamiento.

La ventaja de la máquina CNC es la precisión con respecto a las diversas funciones que realiza. El uso de la computadora permite que la máquina automáticamente realice el trabajo que se programe, se genere el control y monitoreo por el operario.

Las actividades que es capaz de realizar en relación con las funciones de las máquinas convencionales son:

- Fresadora
- Torno

- Rectificadora
- Prensa

Ilustración 47. Instalación Final de Máquina CNC

Fuente: Elaboración propia

Los elementos y propiedades de la maquinaria se presentarán en el **Anexo 3**. Este análisis será considerado por el Gerente General y el Jefe de Planta, quienes deben seleccionar a la persona que realice el correcto habilitado de la maquinaria y las operaciones necesarias como instalación de gas, conexión eléctrica y determinar el espacio para el desecho de las virutas.

7. Entrega de herramientas y Solicitud de materiales

Para definir los insumos necesarios es importante diferenciar cuáles son para el operario, para la maquinaria y para la fabricación del pedido.

- La materia prima para la fabricación del pedido mantendrá el mismo sistema actual, primero registran la orden de trabajo y una vez aprobado por el Jefe de Planta se realizará una lista de los requerimientos para la fabricación. Lo cual mantendrá el mismo flujo, sin alteración o cambio del sistema.

- Las herramientas para la maquinaria son el dispositivo de corte en el extremo del eje de una CNC. Esta herramienta se puede usar para cortar aluminio, latón, madera aglomerada, cobre (y otros metales ferrosos) y mucho más.
- Las brocas varían en medida, tipo, diámetro, longitud y dureza de acuerdo con el material del producto a cortar, esta información se obtiene de la base de datos de herramientas que utilizan para designar a las máquinas que funcionan actualmente.
- Los insumos para el correcto funcionamiento de la maquinaria son los refrigerantes, que facilitan el proceso de mecanizado para evitar el daño que puede generar la fricción de la herramienta con el material; del mismo modo se utilizarán los insumos que solicitan para los trabajos en las CNC.

3.3.2. Desarrollo del Ciclo Deming

3.3.2.1. Primer paso: Planear

El diseño de la propuesta 1 se mostró anteriormente, sin embargo, es importante considerar y añadir en el análisis las necesidades de los stakeholders y la participación en el desarrollo del modelo.

Impacto en los stakeholders:

- Los clientes lograrán tener sus pedidos a tiempo y de acuerdo con sus requerimientos.
- La alta dirección participará activamente en el desarrollo del modelo con el fin de visualizar la mejora en el nivel de servicio actual de la empresa.
- Los jefes inmediatos no presentarán interrupciones en sus cronogramas y podrán trabajar manteniendo lo planificando, reduciendo los riesgos de demora en los trabajos y el nivel de estrés que les genera.
- Adaptar un ambiente de trabajo agradable donde los trabajadores sean los protagonistas del cambio en su desempeño laboral, mejorando sus hábitos de orden y reduciendo la probabilidad de averías en las máquinas.

La ventaja se evidenciará en la satisfacción de todos los involucrados y en la reducción de los costos que actualmente incurren. A continuación, se detallará el diseño de cada propuesta en

relación con la situación actual y cómo se utilizarán los recursos que forman parte importante para el correcto funcionamiento de la mejora.

3.3.2.2. Segundo paso: Ejecutar

3.3.2.2.1. Implementación de la Metodología 5'S

Reunión con la alta dirección

Para iniciar con las actividades del compromiso de la Alta Dirección se programará una reunión con las tres personas que dirigen la empresa y son:

- Antonio Huamán
- Jesús Huamán
- Abilio Huamán

En esta reunión se informarán las primeras actividades para iniciar con el desarrollo de la metodología 5'S en el área de producción. La reunión tendrá una duración de **2 horas** y se firmará un “Acta de Compromiso” con las personas responsables para mantener el mismo enfoque durante toda la etapa de desarrollo del modelo en la organización (Anexo 5).

Definición de la situación actual

El lugar de trabajo se encuentra en un nivel de desorden muy alto. Esto se puede observar porque tienen varios objetos donde colocan en un espacio que no está definido y optan por colocarlo donde le permita tener los objetos visibles y de rápido reconocimiento pese a que no se establece un orden de colocación.

Ilustración 48. Ubicación actual de pedidos

Fuente: Elaboración propia

Las condiciones de trabajo a las que se enfrentan los operarios a diario indirectamente les genera estrés a pesar de que se adaptan y se acostumbran a trabajar de esa manera, ocasionando que su nivel de productividad disminuya. Está comprobado que trabajar en un ambiente limpio y organizado mantiene la mente libre y despejado para ideas innovadoras, en el caso de trabajar en una planta donde todo lo que se observe se encuentre en su lugar permitirá a los operarios a mejorar su método de trabajo y logrará aumentar su nivel de desempeño.

Inicio de las capacitaciones a todo el personal

Luego se programarán las capacitaciones que, del mismo modo, serán presentadas a la alta dirección para que tengan conocimiento de los días y horas que se llevarán a cabo las reuniones con los operarios y estarán distribuidos de acuerdo con el **Anexo 6**.

Los temas que se tocarán durante las tres sesiones son:

Ilustración 49. Temas para la capacitación

Fuente: Elaboración propia

El desempeño de la capacitadora de calidad permitirá transmitir con el ejemplo el conocimiento correcto que deben tener los operarios para que inicien en una nueva etapa de orden. Empezar con el cambio a una cultura totalmente diferente motiva a los colaboradores a creer en proyectos de mejora continua.

Selección del área

Luego del análisis del capítulo 2 se identifica que el problema principal radica en el área producción, especialmente en el orden de cada lugar de trabajo. Con base en esta información se procede a identificar los siguientes criterios:

- Nivel de problema: este criterio está representado por el 33% de las causas raíz definidas, lo cual indica que es de suma importancia la eliminación o la reducción del porcentaje de este problema.
- Cantidad de recursos que utilizan: Cabe resaltar que los recursos por trabajador varían debido a la organización de sus materiales, al desarrollo de sus actividades y al tipo de máquina que opera.
- Cantidad de trabajadores: en el área de producción hay 20 trabajadores, los cuales trabajarán por tipo de maquinaria en común, con el fin de tener un ambiente de mejora que permita la comunicación entre los trabajadores y de esta manera sean ellos quienes tomen la iniciativa de proponer ideas de mejora. Se espera la especialización en todas las áreas de trabajo con el fin de tener un grupo multidisciplinario capaz de conocer de manera integral las actividades de los procesos de producción en toda la empresa.

- Carga de trabajo: el análisis realizado en el capítulo 2 demuestra que la carga de trabajo es menos en febrero, eso quiere decir, que en esa época es ideal para iniciar con la aplicación de la metodología 5's.

Determinar los jefes de Grupo

La persona que se encuentra con la capacidad y que cumple con los requisitos planteados para cubrir el puesto de supervisor de calidad es el señor Carlos Ramos, quien debe cumplir las siguientes funciones:

- Definir los jefes de grupo y objetivos
- Definir los responsables de cada una de las etapas de 5'S
- Asegurar la implementación de los recursos tanto económicos y materiales
- Diseñar el cronograma de las etapas:
 - Capacitación
 - Desarrollo
 - Seguimiento y Verificación

El supervisor realizará el registro de avance los sábados siendo un día de la semana donde no tiene mucha carga de trabajo, es decir se trata de entregar todos los pedidos un día antes (viernes) y, por otro lado, la probabilidad que lleguen nuevos clientes es menor.

Es necesario asignar un responsable en cada grupo y la formación del equipo se realizará de acuerdo con el trabajo similar que realizan los operadores, comprendiendo la lista de la siguiente manera:

- 1° Grupo: Operadores del área CNC 1
- 2° Grupo: Operadores de rectificadoras
- 3° Grupo: Operadores de los tornos convencionales
- 4° Grupo: Operadores de los generadores
- 5° Grupo: Operadores prensas

Anexo 7

Cada jefe de grupo tiene que cumplir las siguientes funciones:

- Designar las actividades para cada integrante
- Cumplir con la etapa de la 5'S que le asignen
- Reportar del avance al supervisor de la 5'S

El organigrama está definido de la siguiente manera

Ilustración 50. Organigrama de responsabilidades

Fuente: Elaboración propia

Las reuniones se realizarán una vez al mes, al inicio de la implementación los temas mínimos a conversar son los siguientes:

- Utilización de las tarjetas rojas (actualización de la ficha)
- Capacitación semanal o mensual del personal
- Coordinación de auditorías trimestrales
- Análisis de los resultados de las auditorías
- Planes de acción

Después de cuatro meses de haberse desarrollado la metodología, en el área de producción, el número de reuniones al año se podrán reducir siguiendo una secuencia cada tres meses y esto lo decidirá el supervisor teniendo en cuenta si cumplen con la evaluación de cierre al finalizar los tres meses desarrollados.

3.3.2.2.2. Clasificar

Elaboración y utilización de Tarjeta Rojas

Existe una gran cantidad de objetos que están colocados en los pasillos y que no brindan accesibilidad a los operarios, convirtiéndose en una zona de riesgo; para ello es importante identificar los lugares de trabajo donde se comenzarán a clasificar los materiales, herramientas u otros objetos necesarios para las actividades diarias, tomando la decisión de ser ordenadas en el lugar que le corresponde, desechadas o entregando las muestras que presentaron los clientes.

Antes de realizar la clasificación es importante que el operario tenga una herramienta que le permita identificar la importancia de los objetos, esto se realiza a través de una tarjeta roja. El nuevo formato para la tarjeta roja se encuentra en el **Anexo 8**.

Estas tarjetas serán guardadas por cada jefe de grupo, el motivo de separar las tarjetas es por el número de objetos que puede manejar cada trabajador y con ello se logrará una identificación más rápida. El formato para la identificación de los archivadores de la tarjeta roja se encuentra en el **Anexo 9**.

3.3.2.2.3. Ordenar:

Reubicación de lugares

Cada objeto que se utiliza como insumo en la fabricación de los pedidos tiene su lugar indeterminado, sin embargo, cada uno cumple una función diferente y por ende debe tener un espacio designado, como se muestra en el **Anexo 10**. En el anexo se muestra la ubicación de muchos pedidos que se encuentran en los accesos donde se movilizan los operarios.

Con la disponibilidad de espacios fuera del área de producción se aprovecharán de tal manera que la ubicación de muchos pedidos en procesos se ubique en la misma área y las demás categorías como productos terminados o muestras puedan estar designados en los espacios cerca a la salida **Anexo 11**.

Ubicación de casilleros

Las máquinas convencionales cuentan con un casillero para sus respectivas herramientas. Sin embargo, las máquinas CNC tienen un espacio de cuatro casilleros ubicados en la entrada al área de producción, siendo un problema para los operarios que trabajan en una máquina de mayor

lejanía porque tienen que trasladarse a mayor distancia para realizar el cambio de herramienta; esto les genera un tiempo muerto para iniciar con el proceso de fabricación.

Ilustración 51. Ubicación Actual de Casilleros

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que los operarios firman un documento con la cantidad de instrumentos entregados por cada maquinaria, se modificará los lineamientos del compromiso y aplicará solo cuando se asigne una maquinaria por operario; es decir, se registrará la cantidad de instrumentos en los casilleros y se firmará al momento de utilizarlos, como un registro.

Resultados de la medición de la distancia y las repeticiones que efectuaron durante un día laboral:

Tabla 21. Distancia de Operador – Casillero

	Distancia (m)	Tiempo (min)	Repeticiones
Operador 1 - Casillero 1	2.3	2.50	20
Operador 2 - Casillero 2	3.9	3.05	15
Operador 3 - Casillero 3	5.5	5.16	12

Operador 4 - Casillero 4	7.1	8.25	10
Operador 5 - Casillero 5	2.3	3.42	18
Operador 6 - Casillero 6	3.9	4.77	16
Operador 7 - Casillero 7	5.5	6.30	17
Operador 8 - Casillero 8	7.1	8.14	19

Fuente: Elaboración propia

Con la propuesta planteada se espera que la reubicación sea de la siguiente manera:

Ilustración 52. Reubicación de casillero

Fuente: Elaboración propia

El resultado de la modificación de los casilleros se presenta en el siguiente cuadro, asumiendo la nueva distancia, además del espacio de seguridad que se considera en toda distribución:

Tabla 22. Distancia Operador – Casillero

	Distancia (m)	Tiempo (min)
Operador 1 - Casillero 1	1.15	7.1

Operador 2 - Casillero 2	1.10	6.4
Operador 3 - Casillero 3	1.20	3.6
Operador 4 - Casillero 4	1.11	3.7
Operador 5 - Casillero 5	1.15	7.5
Operador 6 - Casillero 6	1.14	4.6
Operador 7 - Casillero 7	1.18	6.6
Operador 8 - Casillero 8	1.09	9.5

Fuente: Elaboración propia

3.3.2.2.4. Limpieza:

Programa de limpieza

Como efecto del proceso de mecanización se generan varios desperdicios metálicos, siendo uno de ellos el exceso de virutas y el residuo de los aceites refrigerantes. De esta manera, con la creación de un programa de limpieza (**Anexo 12**) se espera que los operadores tengan conocimiento del momento más oportuno para ordenar y verificar que el lugar de trabajo se encuentre correctamente limpio.

Actividades extras:

- Realizar el mantenimiento correspondiente de acuerdo con el cronograma definido por el supervisor de mantenimiento. El objetivo de realizar esta actividad es lograr que la máquina reduzca la posibilidad de fallar en un momento indeterminado y asimismo extender su ciclo de vida.
- La reparación de la maquinaria por algún defecto que se presentó durante el día de trabajo se realizará al final, para no interrumpir las tareas que tienen los operarios que se encargan de reparar la maquinaria. Asimismo, será registrado en el **Anexo 13**.

El tiempo promedio que debe emplear los operarios es de 30 a 40 minutos para la limpieza de la máquina designada en el día y se le considerará como hora extra.

3.3.2.2.5. Estandarizar:

Una vez consolidado los pasos anteriores se realizará un manual que será una herramienta para los operarios donde pueden identificar las actividades de limpieza y organización en toda la empresa.

Este manual será entregado a todos e incluso servirá como método de trabajo para la mejora que se está implementando; con el fin de mantener los estándares de las tres primeras “s”, cumplir con la programación de la limpieza y crear hábitos de orden en toda la organización (**Anexo 14**).

3.3.2.2.6. Disciplina:

Auditoría Interna

Este paso es el efecto de fomentar una nueva cultura de orden, lo cual estará verificado por el supervisor designado. Para mejorar la inspección se utilizarán diversos mecanismos de control visual como la indicación de rótulos de ubicación en cada casillero, identificador de colores para los diferentes tipos de productos y maquinarias.

3.3.2.2.7. Implementación del Mantenimiento Autónomo

Realizando una mejora más detallada, específicamente en la tercera etapa de la metodología 5's, el mantenimiento permitirá reducir las probabilidades de averías en las máquinas, así como la necesidad de realizar un mantenimiento correctivo. Este tipo de mantenimiento se caracteriza porque lo realizan los operarios de manera rutinaria, lo que quiere decir que no existe ausencia del propio operador durante la inspección de la máquina.

Antes de iniciar con el desarrollo de las actividades es importante que los operarios tengan conocimiento sobre:

- La estructura interna de los equipos
- El funcionamiento de las máquinas
- Problemas que pueden presentar en su operación
- Daño causado por el depósito de virutas y la mala limpieza

De igual manera los operarios deben conocer la forma de:

- Eliminar la viruta y suciedad del equipo, con la ayuda de una aspiradora de virutas y aceites

Ilustración 53. Aspiradora de virutas

Fuente: Aspiración y filtración industrial

- Los métodos de lubricación
- Periodicidad: una vez a la semana

El desarrollo del mantenimiento autónomo consta de 7 pasos y mantienen estrecha relación con la Metodología 5'S:

Paso 1: limpieza profunda, exige que el operario tenga contacto con cada una de las partes y componentes del equipo. Con el tiempo los operarios van comprendiendo los problemas que generan la contaminación y la importancia de su labor en la eliminación de sus causas. Además, se desarrollará en conjunto con las tres primeras etapas de la metodología 5'S.

Paso 2: para identificar las fuentes de averías, los operarios deben seguir las siguientes actividades:

- Identificar y eliminar los focos de suciedad
- Mejorar la accesibilidad a las zonas susceptibles de ser limpiadas
- Realizar mejoras en el equipo
- Eliminar las entradas de polvo e impurezas

- Crear mecanismos para que la suciedad no se disperse por el ambiente

Paso 3: los estándares de operaciones se establecen en relación con las opiniones formuladas de los propios operarios, fundamentados en su experiencia directa con el equipo. Los estándares básicos se presentarán en el manual de orden **Anexo 14**.

Paso 4: Las inspecciones iniciales lo realizan cada operario con la supervisión de cada jefe de grupo, seleccionado anteriormente. Es importante que el propio operario utilice un medio que le permita anotar procedimientos y determinar un plan para intervenir en el mantenimiento respectivo, registrado en el **Anexo 15**.

Paso 5: en esta etapa se mejoran métodos y tiempos con base a la experiencia acumulada por el operario.

Paso 6: en esta etapa se define una matriz de actividad-tiempo para tareas de mantenimiento preventivo básico a ser ejecutados por el operario. Las actividades de mantenimiento preventivo planeadas se ejecutan una vez realizado el entrenamiento respectivo y la aceptación del jefe de grupo.

Paso 7: una vez diseñado el plan de Mantenimiento Autónomo se procede a evaluar el progreso por medio de las auditorías, incluida en el paso 5 de la metodología 5's.

3.3.2.3. Tercer paso: Verificar

En este paso se proporcionará una herramienta que provee evidencia de la condición de mejora del área de producción, los aspectos a analizar son totalmente cuantitativos y se monitoreará mediante la categorización de semáforos que proporciona información acerca de los resultados en el momento de la medición. Si bien las verificaciones se hacen al aplicar el modelo de trabajo, se puede hacer un análisis teniendo en consideración el antes de la aplicación con la finalidad de realizar una comparación luego de concluir con la propuesta de mejora.

Las variables para medir están relacionadas con las causas de los diferentes problemas identificados en el capítulo 2 y manteniendo la relación con las mejoras que se desarrollan en este capítulo.

Tabla 23. Cuadro de Control de Indicadores

Indicador	Unidad de medida	Objetivo	Fórmula de Cálculo	Características del Indicador			Frecuencia de medición	Responsable de Gestión	Punto de Lectura e Instrumento
				Óptimo	Tolerable	Deficiente			
Nivel de servicio	Porcentaje	85%	Cantidad de órdenes entregadas a tiempo/Cantidad de órdenes de trabajo al mes	85%	75%	60%	Mensual	Jefe de Planta	Registro en el sistema
% Cumplimiento de O/T Votorantim	Porcentaje	100%	Cantidad de órdenes terminadas a tiempo/Cantidad de órdenes de Votorantim	100%	90%	85%	Quincenal	Jefe de Planta	Registro en el sistema
% Cumplimiento de O/T Módulo Central	Porcentaje	90%	Cantidad de órdenes terminadas a tiempo/Cantidad de órdenes de los clientes comunes	90%	80%	70%	Semanal	Jefe de Planta	Registro en el sistema
% Pedidos entregados fuera de fecha	Porcentaje	20%	Cantidad de órdenes entregados fuera de fecha/Cantidad de órdenes al mes	20%	35%	40%	Mensual	Jefe de Planta	Registro en el sistema
Cantidad de horas extras	horas	30	Total de horas extras al día	30	40	60	Diaria	Jefe de Calidad	Registro en el sistema de asistencia
% Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Autónomo	Porcentaje	100%	Cumplimiento de Mantenimiento realizado/Mantenimiento programados	100%	95%	85%	Mensual	Jefe de Mantenimiento	Registro de Mantenimiento
% Participación a los programas de capacitación	Porcentaje	100%	Capacitaciones efectuadas/Capacitaciones programadas al mes	100%	90%	80%	Mensual	Jefe de Calidad	Registro de asistencia a las capacitaciones
% Participación de reuniones con el jefe de grupo	Porcentaje	100%	Reuniones efectuadas/Reuniones programadas quincenal	100%	95%	85%	Quincenal	Jefe de cada Grupo	Registro de asistencia a las reuniones
Mantenimiento Correctivo	Porcentaje	0	Mantenimiento correctivo aplicados al mes	0	2	5	Mensual	Jefe de Mantenimiento	Registro de Mantenimiento Correctivo
% Cumplimiento de manual del orden	Porcentaje	100%	Trabajadores que siguen el procedimiento/Trabajadores que no cumple con el procedimiento	100%	85%	75%	Mensual	Jefe de Calidad	Observación al término del día

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2.4. Cuarto paso: Actuar

Como último paso del ciclo de mejora continua se propone reforzar el compromiso con la alta dirección y además incluir las actividades propuestas para los operarios de la empresa (las actividades añadidas están resaltadas en negrita).

Funciones de los Operarios de Famitec Mining SAC:

- Solicitar la orden de trabajo al Jefe de Planta para iniciar con el proceso de fabricación del pedido que se entrega.
- Solicitar a tiempo los insumos necesarios al responsable del almacén para iniciar con el proceso de fabricación.
- Habilitar la máquina y tener a disposición las herramientas necesarias para efectuar el trabajo.
- Operar la máquina en la forma adecuada y responsable bajo los parámetros y normas establecidas a fin de cumplir a cabalidad con la orden de trabajo.
- Comunicarse con el Jefe de Calidad después de cada paso de fabricación para verificar que el objeto mecanizado concuerda con las especificaciones determinado por el cliente (en términos de medida y calidad el pedido).
- Detectar y determinar las fallas y/o desperfectos en las máquinas que obstaculicen el normal desenvolvimiento de la fabricación, y resolverlos al final del día con el mecánico, determinando en el menor tiempo y en coordinación con el Jefe de Calidad.
- Informar las fallas al Jefe de Planta durante el desarrollo del turno para tener un registro de las acciones correctivas y preventivas efectuadas. Al final del día, efectuar la limpieza de la máquina asignada:
 - Limpiar las virutas metálicas generadas
 - Desechar el aceite utilizado en los contenedores asignados.

Los operarios al iniciar con las actividades de orden y la revisión de la maquinaria tendrán que seguir los pasos que se muestran en el manual (**Anexo 12**).

3.3.3. Cronograma

El cronograma será entregado a cada jefe de grupo para tener conocimiento sobre el desarrollo de las actividades y será el supervisor quien se encargue de velar que todos cumplan a tiempo el plan de trabajo y corroborar que el nivel de avance sea adecuado a lo programado para no alterar la programación de los trabajos que posteriormente se deben ejecutar.

Tabla 24. Cronograma Tentativo

Actividades	Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24
Desarrollo del Ciclo de Deming																								
1° Paso: Presentación del Diseño de trabajo																								
Reunión con los stakeholders	P																							
	E																							
2° Paso: Ejecución de la propuesta																								
Aplicación de la Ingeniería Simultánea		P	P	P	P																			
		E	E	E	E																			
Habilitado del espacio		P																						
		E																						
Selección e Instalación de la máquina			P																					
			E																					
Búsqueda y selección del nuevo trabajador		P	P	P																				
		E	E	E																				
Semana de entrenamiento					P																			
					E																			
Entrega de nuevas herramientas (solicitud de materiales)					P																			
					E																			
Inicio con el trabajo de Votorantim Metais					P																			
					E																			
Implementación de las 5'S		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P							
		E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E							
Reunión para determinar el nuevo supervisor		P																						
		E																						
Entrega de brochure			P																					
			E																					
Determinar los jefes de cada grupo			P																					
			E																					
Búsqueda de materiales para las capacitaciones			P																					
			E																					
1° Capacitación de los operarios				P																				
				E																				
2° Capacitación de los operarios					P																			
					E																			
3° Capacitación de los operarios						P																		
						E																		
Desarrollo de la primera etapa: clasificar								P	P															
								E	E															
Entrega y aplicación de la tarjeta roja								P																
								E																
Devolución de las tarjetas									P															
									E															
Archivar las tarjetas									P															
									E															
Desarrollo de la segunda etapa: ordenar									P	P	P	P	P											
									E	E	E	E	E											
Eliminar los objetos que no son útiles									P															
									E															
Determinar un espacio para herramientas										P														
										E														
Determinar un espacio para productos en proceso										P														
										E														
Determinar un espacio para productos terminados										P														
										E														

	Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
Actividades	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24
Determinar un espacio para muestras											P	E												
Medir los espacios de los casilleros												P	E											
Ubicar los casilleros fuera de la planta												P	E											
Mover la maquinaria													P	E										
Ubicar los casilleros en los espacios determinados														P	E									
Desarrollo de la tercera etapa: limpieza															P	E								
Definir el programa de limpieza															P	E								
Desarrollo de la cuarta etapa: estandarizar																P	E							
Diseñar un manual de orden y mantenimiento																P	E							
Entregar el manual de orden y mantenimiento																	P	E						
Explicar el manual de orden y mantenimiento																	P	E						
Desarrollo de la quinta etapa: disciplina																		P	E					
Realizar las inspecciones																		P	E					
Implementación del mantenimiento autónomo											P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Limpiar correctamente el área de trabajo											P	E												
Identificar posibles fuentes de averías												P	E											
Escribir las fuentes de averías												P	E											
Reforzar los estándares de limpieza													P	E										
Identificar posibles deterioros en la máquina													P	E										
Planificar métodos de mejorar														P	E									
Ejecutar los métodos de mejora															P	E								
Diseñar una matriz de actividades de mantenimiento																P	E							
Inspección del desarrollo de mantenimiento																	P	E						
3° Verificar el desempeño de las propuestas																								
Medir el impacto en el tiempo real																		P	E					
Comparar con el desarrollo de indicadores																			P	E				
4° Estandarizar																								
Definir el plan de mejora continuo																					P	E		
Realizar el feedback a los operarios																						P	E	
Ampliar las funciones principales																						P	E	
Presentar el resultado a la alta dirección																							P	P
																						E	E	

Fuente: Elaboración propia

3.3.4. Presupuesto de la implementación

Para la propuesta de mejora planteada se presenta un presupuesto que involucra recursos como maquinaria, materiales, horas invertidas por los trabajadores y un equipo de limpieza.

Tabla 25. Presupuesto

	Cantidad	Unidades	Costo Total	
Aplicación de la Ingeniería Simultánea				
Equipo	1	UNID	S/.	34,545.00
Persona que instale el equipo	5	HH	S/.	2,500.00
Herramientas del equipo	50	UNID	S/.	1,500.00
Proceso de selección y contratación	30	día	S/.	3,000.00
Actividades previas				
Capacitaciones	60	HH	S/.	1,000.00
Capacitador	6	HH	S/.	900.00
Clasificar				
Tarjetas rojas	5000	UNID	S/.	250.00
Archivadores	5	UNID	S/.	50.00
Orden				
Plano de reubicación	2	UNID	S/.	20.00
Reubicación de lugares	40	HH	S/.	600.00
Rótulos de nombre	7	UNID	S/.	210.00
Limpieza				
Aspiradora de virutas	1	UNID	S/.	10,100.00
Estandarización				
Manuales	30	UNID	S/.	150.00
Disciplina				
Auditoría	12	HH	S/.	2,000.00

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en este capítulo se puede observar todo el análisis de las diferentes propuestas planteadas para atacar las causas del problema que se encontraron en el diagnóstico.

Después del análisis ejecutado, se llevan a cabo los pasos del modelo siguiendo el cronograma de trabajo, considerando tiempos adicionales para el cumplimiento del plan y además en el siguiente capítulo se consolidarán las evidencias con los resultados obtenidos.

3.4. Consideraciones

- El tiempo de implementación de las propuestas de mejoras es de 6 meses iniciando las coordinaciones desde la primera semana de julio y culminando con la obtención de los resultados la última semana de diciembre. Se trabajarán dos propuestas en paralelo y la última en prácticas individuales, porque se reforzará la relación hombre y máquina.
- La reunión con el gerente general y los encargados de realizar las coordinaciones con los clientes se llevará a cabo la segunda semana de enero; se buscará explicar de manera clara y concisa el desarrollo de la propuesta, así como el compromiso para motivar a los trabajadores que cumplan con todo el desarrollo de las propuestas.
- Las reuniones del supervisor con los jefes de cada grupo (líderes) se realizarán los viernes, siendo posible anunciar los cambios correspondientes para el sábado a los trabajadores e iniciando con las mejoras el lunes.
- Es necesario el requerimiento de un personal por cada maquinaria activa para desarrollar adecuadamente las propuestas y, además, realizar la búsqueda y selección del personal competente para el módulo de trabajo en un tiempo no mayor a un mes (tiempo establecido para la instalación el equipo).
- La disposición de los trabajadores para ejecutar actividades adicionales fuera de la programación laboral serán los fines de semana, específicamente el sábado y añadiendo los domingos como plan de contingencia. Esto quiere decir que las capacitaciones se llevarán a cabo los sábados y el inicio de las actividades planeadas serán los lunes, se corroboró la disposición de esta información con la carga de trabajo que presenta una semana laboral.
- El diseño del módulo y la aplicación de las metodologías deben estar bajo el presupuesto que se expone en el cuadro anterior, así como la asignación de los recursos necesarios para

que se puedan ejecutar correctamente, en caso contrario no se logre la obtención de lo requerido, existen posibilidades que no se logre los objetivos planteados y se produzca algún cambio en el resultado.

- El presupuesto de la empresa cubrirá los recursos para las capacitaciones y se determinará un tiempo de dos semanas para lograr la preparación y el cumplimiento de la reasignación de los lugares (casilleros) que forman parte de la propuesta de mejora que involucra dentro de la metodología 5'S.
- Disponer de dos equipos adecuados para realizar la actividad de limpieza que es una herramienta importante para cumplir con las etapas de dos propuestas y facilitar la limpieza de los operarios para que el tiempo empleado sea menor pero muy efectivo.
- Realizar las acciones correctivas de las máquinas que se encuentran descompuestas para iniciar con el mantenimiento de manera general y poder medir los resultados al final de la etapa de validación.

En este capítulo se realizó el análisis de las diferentes propuestas de mejora, teniendo en consideración la valorización de los criterios planteados por la empresa para su desarrollo y además el puntaje otorgado por las personas responsables de velar por el cumplimiento y finalmente de realizar el seguimiento requerido.

La selección del mejor grupo incluye metodologías y herramientas de Ingeniería para el diseño del modelo, con ellos se definen los pasos a seguir para su ejecución. Se inicia con la planificación de la aplicación de la Ingeniería Simultánea que representa la mayor carga de trabajo porque se requiere un cambio físico en la fábrica y luego se desarrollan los siguientes pasos ejecutado de las herramientas del 5's y del Mantenimiento Autónomo, porque los operarios son los principales responsables de eliminar las otras causas raíz.

4. Capítulo 4: Validación del Modelo

En el último capítulo se valida que el modelo aplicado en la empresa logre los objetivos planteados. Para ello es necesario un análisis de las herramientas a trabajar, así como de las causas raíz del problema y un estudio de las diferentes propuestas el cual se desarrolla en capítulos anteriores. En consecuencia, es importante seleccionar un medio de verificación como puede ser una simulación, un plan piloto o la aplicación directa del modelo en la empresa. A continuación, teniendo en cuenta las consideraciones de Famitec Mining se procede a ejecutar un plan piloto indicando los resultados en cada paso desarrollado, el impacto económico y los riesgos que se pueden generar con la adaptación del modelo.

4.1. Validación de la Propuesta de Mejora

La validación se ejecutará y monitoreará en el área de producción con el apoyo del colaborador de la empresa asignado como supervisor, de igual manera, son los responsables o líderes de cada equipo el de asegurar que los pasos definidos en el presente informe se ejecuten en el tiempo establecido. Ante cualquier cambio o imprevisto en la empresa se realizará una nueva coordinación con el jefe de planta y supervisor.

Plan Piloto

Esta herramienta de verificación se utiliza para demostrar la adaptabilidad del modelo en la empresa, los resultados se compararán a través de indicadores. Así mismo el Piloto será un medio para recopilar información necesaria sobre el impacto en los problemas identificados, observando y analizando los diferentes criterios que consideran los principales stakeholders.

4.1.1. Aplicación de la Ingeniería Simultánea

Se solicitó el habilitado de una máquina CNC específicamente para los pedidos del cliente de Cajamarquilla y esto involucra también la asignación de un nuevo operador. La habilitación de la máquina se puso en marcha un fin de semana, donde no interrumpa el día laboral y de esta manera se pueda iniciar los trabajos el lunes de la siguiente semana.

Como se muestra en la siguiente imagen se determinó un espacio que será utilizado para colocar los pedidos de este cliente.

Ilustración 54. Módulo de trabajo para Votorantim

Fuente: Elaboración propia

Después de ello, se selecciona y capacita al nuevo operario quien solo debe realizar los trabajos del cliente; asignando una disponibilidad de 8 horas al día, a partir de las 8:30 am hasta las 5:30 pm. En caso el operario considere necesario la posibilidad de concluir un trabajo de la programación de la línea principal, se encuentra con libertad de cumplir más horas y estará registrado en el sistema como horas extras adicionales.

Ilustración 55. Capacitación al operario

Fuente: Elaboración propia

Como muestra del cumplimiento del pedido del cliente, se observa una orden de trabajo registrado en el sistema donde se verifica la fecha de entrega y la fabricación del pedido es asignado al módulo.

Ilustración 56. Ejecución de los pedidos de Votorantim

ITEM	CANTIDAD	UND	DESCRIPCION
1	1.00	PZA	AGITADOR DE GRAFITO H816 H816 AGITADOR CON MATERIAL DE CARBON GRAFITADO GRADO 890S DETALLE Y MEDIDAS DE ACUERDO AL PLANO MATERIAL: CARBON GRAFITADO GRADO 890S TIEMPO DE ENTREGA: 15 DIAS

Fuente: Elaboración propia

De esta manera el jefe de planta para iniciar el proceso de planificación de la producción lo ejecutará teniendo en cuenta que los pedidos inmediatos se asignarán a un módulo específico

de trabajo y los pedidos que tienen una coordinación previa se asignarán al módulo principal, lo que logrará que no se altere la programación, ni las fechas establecidas para entrega.

El monitoreo se realizó de manera aleatorio por dos meses y se organizaron los pedidos como se muestra en el siguiente cuadro, determinando las observaciones con respecto al cronograma de ejecución:

Tabla 26. Órdenes de trabajo del Piloto

Módulo Votorantim		Módulo Principal		
Fecha	N° de Pedidos CJM	N° de Pedidos Otros Clientes	N° de Pedidos por EFF	Observaciones
02/05/2017	0	1	0	Los trabajos son designados por criterio de prioridad
09/05/2017	1	2	2	Los trabajos son designados por criterio de prioridad
16/05/2017	3	1	0	Los trabajos son designados por criterio de prioridad
23/05/2017	0	1	1	Los trabajos son designados por criterio de prioridad
30/05/2017	0	2	0	Los trabajos son designados por criterio de prioridad
6/06/2017	1	0	0	-
13/06/2017	0	3	1	Los trabajos son designados por criterio de prioridad

20/06/2017 0	1	0	Los trabajos son designados por criterio de prioridad
27/06/2017 0	0	0	-
04/07/2017 1	1	1	Los trabajos son designados por criterio de prioridad
11/07/2017 0	2	0	

Fuente: Elaboración propia

Total de pedidos por entregar fuera de fecha: 5

Después de realizar los cálculos correspondientes y teniendo como fuente de información la tabla anterior, al separarse los dos módulos de trabajo, se reduce los pedidos entregados fuera de fecha en aproximadamente 20% (promedio mensual era 40%), esto se debe principalmente en la eliminación de las interrupciones en el módulo principal.

Por otro lado, en la siguiente imagen, se puede observar una orden de trabajo registrado en el sistema, donde se cumple con la fecha de entrega acordado con el cliente y que fue asignado a la línea central.

Ilustración 57. Orden de Trabajo

ORDEN DE TRABAJO

Nº: 951

SEÑOR(ES): VULCO PERU S.A.
 CONTACTO: ING. SANTIAGO GONZALES

VENDEDOR: HUAYAN CHUCHON ANTONIO
 TELEFONO: 3368209 / 3368211 /

FECHA: 03/05/2017
 N° DE PROFORMA: 017-000

FECHA DE INICIO: 03/05/2017
 FECHA DE ENTREGA: 10/05/2017
 ORDEN DE COMPRA N°:

ITEM	CANTIDAD	UND	DESCRIPCION
1	4.00	SV	SERVICIO DE MECANIZADO DISCO SUCCION VARMAN 650

Observaciones:

DIF. VENTA:

Fuente: Elaboración propia

Como resultado final, en la siguiente imagen se puede observar la variación de las órdenes de trabajo entregados a destiempo en el periodo de 2015 al 2017.

Ilustración 58. Pedidos del periodo 2015 al 2017

Fuente: Elaboración propia

Se puede evidenciar que existe una reducción de los pedidos en el periodo de evaluación con respecto a la aplicación de la propuesta de mejora (agosto 2015 a julio 2017). Obteniendo los resultados esperados de acuerdo con los objetivos planteados por la empresa.

De acuerdo con el Ciclo Deming se deben ejecutar cuatro pasos y son:

4.1.2. Primer paso: Planificación

El desarrollo de la planificación se realizó en el capítulo anterior, ahora lo que se debe poner en marcha es la comunicación de este plan a la alta dirección.

Reunión con la Alta Dirección

En esta reunión se presenta un breve resumen sobre los pasos del plan de mejora y el tiempo que implica ejecutarlo en el área de producción; así mismo, se presenta un documento que pueda certificar el compromiso del gerente y se convierta en una motivación para la participación de los operarios. Por otro lado, se les informó a los jefes de planta y de calidad sobre las actividades a ejecutarse. Finalmente se comunicó las fechas previstas de las actividades a ejecutarse teniendo en cuenta el cronograma principal de implementación.

El documento del Plan Piloto se muestra en el **Anexo 16** y además se presenta el Plan Estratégico del Plan Piloto en el **Anexo 17**.

4.1.3. Segundo Paso: Ejecución

Desarrollo de la Metodología 5'S

Para iniciar con el desarrollo de esta metodología es importante que lo operarios conozcan del tema y de esta manera puedan ponerlo en práctica de manera inmediata, por ello las actividades programadas en el cronograma indican la necesidad de llevarse a cabo la segunda reunión con operarios. Así mismo, se presentó al supervisor que realizará el monitoreo y seguimiento de acuerdo con los indicadores establecidos; adicional a ello se seleccionará a los líderes de grupo quienes estarán a cargo de la revisión de actividades.

También se presentó el cronograma de actividades.

Tabla 27. Programa de Capacitación

Tema	Participantes	Responsable	Horas	Abril
<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo del Ciclo de Deming - Etapas de las 5's - Aplicación del Mantenimiento Autónomo 	Jefe de grupo Operarios	Supervisor Carlos Ramos Sthefany Cárdenas	1	1 semana
Capacitar acerca de las fases operativas: 1° Clasificar 2° Ordenar (organización de nuevos espacios) 3 ° Limpieza (incluir Mantenimiento Autónomo) 4° Estandarizar 5° Disciplina	Jefe de grupo Operarios	Supervisor Carlos Ramos Sthefany Cárdenas	1	2 semana
Reducción de tiempos muertos y retroalimentación para dar a conocer en qué nivel lograron captar la información y en qué temas se tendrá que reforzar	Jefe de grupo Operarios	Supervisor Carlos Ramos Sthefany Cárdenas	1	3 semana
Plantear metas para el siguiente proceso de evaluación	Jefe de grupo Operarios	Supervisor Carlos Ramos	1	4 semana

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 59. Primer día de charla

Fuente: Elaboración propia

La charla al iniciar las labores fue el espacio adecuado para hacer una presentación de las propuestas que se ejecutarán y como se observa en la imagen, es el líder designado quien hace un resumen breve, conciso y claro sobre las diferentes herramientas que se emplearán.

Después de la capacitación se entregó cada líder de grupo las herramientas para iniciar con la ejecución de la propuesta de mejora, para ello utilizaron las tarjetas rojas y clasificaron muchos lo de objetos, herramientas u otros materiales alrededor de su espacio de trabajo, donde les ayudó a seleccionar y eliminar aquellos que no eran útiles.

En el cuadro se presenta el seguimiento de las actividades realizadas por los operarios durante el tiempo establecido en el Plan Piloto.

Tabla 28. Actividades de la metodología 5'S

Etapas de las 5'S	Actividad	Fecha de Inicio	Fecha de Término	Responsable	Avance	Observaciones
Capacitación	Capacitar a los operarios de los pasos a realizar	28 de abril 2017	28 de abril 2017	Sthefany Cárdenas	100%	Los operarios muestran pocas ganas de participar
Análisis del área	Mostrar el estado actual de la planta	28 de abril 2017	28 de abril 2017	Sthefany Cárdenas	100%	Mostrar análisis de cada puesto de trabajo
Clasificar	Clasificar las herramientas del grupo 1	03 de mayo 2017	03 de mayo 2017	Jefe de grupo 1	100%	No hay observaciones
	Clasificar las herramientas del grupo 2	03 de mayo 2017	03 de mayo 2017	Jefe de grupo 2	100%	No se completó por trabajo
	Clasificar las herramientas del grupo 3	03 de mayo 2017	03 de mayo 2017	Jefe de grupo 3	100%	Indicar la utilización de las herramientas guardadas.
	Clasificar las herramientas del grupo 4	03 de mayo 2017	03 de mayo 2017	Jefe de grupo 4	100%	No hay observaciones
	Clasificar las herramientas del grupo 5	03 de mayo 2017	03 de mayo 2017	Jefe de grupo 5	100%	No hay observaciones
Ordenar	Ordenar el casillero del grupo 1	04 de mayo 2017	05 de mayo 2017	Jefe de grupo 1	100%	Rotular las herramientas
	Ordenar el casillero del grupo 2	04 de mayo 2017	05 de mayo 2017	Jefe de grupo 2	100%	No hay observaciones
	Ordenar el casillero del grupo 3	04 de mayo 2017	05 de mayo 2017	Jefe de grupo 3	100%	No hay observaciones
	Ordenar el casillero del grupo 4	04 de mayo 2017	05 de mayo 2017	Jefe de grupo 4	100%	No hay observaciones
	Ordenar el casillero del grupo 5	04 de mayo 2017	05 de mayo 2017	Jefe de grupo 5	100%	Agrupar herramientas similares

Limpiar	Ubicar y limpiar cada espacio del grupo 1	06 de mayo 2017	10 de mayo 2017	Jefe de grupo 1	100%	No se colocó en el contenedor asignado
	Ubicar y limpiar cada espacio del grupo 2	06 de mayo 2017	10 de mayo 2017	Jefe de grupo 2	100%	No se colocó en el contenedor asignado
	Ubicar y limpiar cada espacio del grupo 3	06 de mayo 2017	10 de mayo 2017	Jefe de grupo 3	100%	No se colocó en el contenedor asignado
	Ubicar y limpiar cada espacio del grupo 4	06 de mayo 2017	10 de mayo 2017	Jefe de grupo 4	100%	No hay observaciones
	Ubicar y limpiar cada espacio del grupo 5	06 de mayo 2017	10 de mayo 2017	Jefe de grupo 5	100%	No hay observaciones
	Ejecución del mantenimiento del grupo 1	11 de mayo 2017	12 de mayo 2017	Jefe de grupo 1	100%	No lo requería
	Ejecución del mantenimiento del grupo 2	11 de mayo 2017	12 de mayo 2017	Jefe de grupo 2	100%	Ejecución rápida
	Ejecución del mantenimiento del grupo 3	11 de mayo 2017	12 de mayo 2017	Jefe de grupo 3	100%	No hay observaciones
	Ejecución del mantenimiento del grupo 4	11 de mayo 2017	12 de mayo 2017	Jefe de grupo 4	100%	No hay observaciones
Estandarizar	Iniciar el plan de Auditorías	12 de mayo 2017	12 de mayo 2017	Supervisor	100%	Incluir al Supervisor
	Evaluación de los resultados	13 de mayo 2017	13 de mayo 2017	Supervisor	100%	No hay observaciones
Disciplina	Monitoreo	Todos los días	Todos los días	Supervisor	100%	No hay observaciones

Fuente: Elaboración propia

Clasificar

De acuerdo con el cronograma de actividades, los operarios realizaron la clasificación de todos los objetos que correspondían a su casillero y a los objetos que se encontraban alrededor de su espacio de trabajo, como se muestra en la siguiente imagen:

Ilustración 60. Aplicación de Tarjeta Roja

TARJETA ROJA		
NOMBRE DEL ARTÍCULO Fresa de corte helicoidal con temperatura		Archivador N° 00001
CATEGORÍA Herramienta para Máquina CNC	☒ Instrumentos de trabajo 2. Accesorios 3. Trabajos en procesos 4. Pedido terminado 5. Muestras de trabajo	
DESCRIPCIÓN para reboquetes altos y maquinados de placas metálicas		
FECHA 03-05-2017	LOCALIZACIÓN Casillero N° 5	
CANTIDAD 2 unidades	VALOR	
RAZÓN No hay razón para el desecho.	1. No se necesita 2. Defectuoso 3. Uso desconocido 4. Material de desperdicio 5. Otro:	
ELABORADO POR Jesus Richard Trigo M.	ÁREA DE TRABAJO Área Máquina CNC	
FECHA DE DESECHO No Aplica	1. Tirar 2. Vender 3. Otros	4. Mover áreas de tarjeta roja 5. Mover a otro almacén 6. Devolver a cliente
Vender o tirar No Aplica	Firma de autorización	Fecha de Despacho No Aplica

Fuente: Elaboración propia

Ordenar

En este paso se aplicaron dos actividades de mejora:

- La primera comprende el orden de los casilleros de los operarios
- La segunda es la reubicación de los casilleros de tal manera que pueda reducir el tiempo empleado para la obtención de las herramientas durante el proceso de fabricación, es decir eliminar la cantidad de transportes innecesarios. Este hecho logró que el operario tenga la

facilidad de encontrar lo que necesitaba en un tiempo menor y reducir el tiempo de traslado para cambiar de herramienta.

Ilustración 61. Fotos de casilleros ordenados - Antes

Ilustración 62. Fotos de casilleros ordenados - Después

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 63. Muestra de orden en el casillero

Fuente: Elaboración propia

Después de realizar el segundo paso, para validar la efectividad de este cambio, se procedió a medir el tiempo que emplean a los operarios buscar sus herramientas y seleccionar el que usarán para el trabajo.

Tabla 29. Cuadro de comparación de Tiempos

N°	Promedio Pasado	Fecha de Piloto	Promedio Actual	Variación
1	24.36	2/05/2017	10.48	57.0%
2	21.84	3/05/2017	9.42	56.9%
3	23.16	4/05/2017	10.06	56.6%
4	25.64	5/05/2017	11.45	55.3%
5	20.76	6/05/2017	10.54	49.2%
6	26.34	8/05/2017	12.65	52.0%
7	23.88	9/05/2017	11.74	50.8%
8	24.65	10/05/2017	10.82	56.1%
9	27.13	11/05/2017	12.61	53.5%
10	22.90	12/05/2017	11.56	49.5%

11	23.15	13/05/2017	9.98	56.9%
----	-------	------------	------	-------

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados, existe una variación de aproximadamente más del 50% respecto a la búsqueda de sus materiales y esto se debe a que se reduce el tiempo muerto que se había generado por el desorden y en algunos casos la lejanía de los casilleros.

Ilustración 64. Antes de la reubicación

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 65. Maquinaria con su casillero

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, se colocarán los objetos en los nuevos lugares asignados que anteriormente se encontraban vacíos, esta actividad solo pudo ejecutarse el domingo para no interrumpir la programación de trabajo que tienen planificado durante la semana.

Ilustración 66. Espacio asignado (salida de la planta)

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 67. Espacio de pedidos terminados

Fuente: Elaboración propia

Limpiar

Se verificó que todos los operarios lo realicen al finalizar el horario laboral, excepto aquellos que tenían que realizar horas extras, dado que continuarán con el trabajo de acuerdo con lo programado por el jefe de planta; del mismo modo se aplica para los operarios que cumplían

un turno adicional de madrugada, quienes eran las excepciones para la ejecución del plan piloto, más no para las capacitaciones que se programaron al inicio.

El cronograma de mantenimiento autónomo que se ejecutará por motivos de trabajo de la empresa se realizará por medio del cronograma, esto se debe a que los operarios no culminan el trabajo al terminar el día, a veces dejan la pieza u objeto a fabricar en la maquinaria y lo continúan al día siguiente, por lo que el programa de limpieza está previsto solo a realizarse al término de cada pedido.

Tabla 30. Cronograma de Mantenimiento

N° de máquinas	Máquina	Responsable	Actividad	Repuesto u otro	Programación Mes de Mayo			
					1 semana	2 semana	3 semana	4 semana
1	Centro de mecanizado de 1000 mm	Chistama Flores Enoc	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
2	Centro de mecanizado de 900 mm	Vilchez Coveñas William	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
3	Centro de mecanizado 2000 mm	Aliaga Lobos Victor	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
4	Centro de mecanizado de 560 mm	Pezo Saavedra Deyvi	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
5	Centro de mecanizado 1000 mm	Solano Olivares Jose Domingo	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
6	Torno vertical de 800 mm	Figuroa Melendez Deivi Jesús	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
7	Torno horizontal de 500 mm	Ramos Encinas Carlos Augusto	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
8	Fresadora de 1200 mm	Murayari Huaycamari Eber Saul	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
9	Fresadora de 800 mm	Olimar Aimani Neils Didier	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
10	Fresadora de 3000 mm	Melendez Quispe Hector David	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
11	Fresadora de 1500 mm	Soto Canelo Omar Jose	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
12	Taladro fresador 1000 mm	Mendoza Quispe Hector David	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
13	Fresadora de 700 mm	Cumpa Quesquem Benjamin	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
14	Bortajadora de 200 mm	Torres Soto Yoel Christian	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
15	Bortajadora de 1000 mm	Madrid Gaspar Rommy Rodolfo	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
16	Torno Vertical de 4000 mm	Anculle Ticlla Gil Roger	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
17	Torno vertical de 3000 mm	Solano Olivares Jose Doming	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
18	Torno vertical de 1600 mm	Anculle Ticlla Edson Higor	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
19	Torno horizontal de 6 m	Lliuyag Alvis Justo	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
20	Torno horizontal de 5 m	Arispe Boza Valentina Esperanza	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
21	Torno horizontal de 3 m	Santa María Quispe Pedro Pablo	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
22	Torno horizontal de 2 m	León Quincho Lengino Raul	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
23	Generadora	Cabrera Calderon Ricardo Manuel	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
24	Talladora	Delgado Juarez Jose Elvis	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
25	Rectificadora de engranaje de 600 mm	Tineo Hurtado Daniel	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
26	Taladros radiales	Fuentes Bueno Leonardo Favio	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				
27	Prensa hidráulica de 250 toneladas	Gonzales Coquis Fernando Aurel	Definido por el jefe de planta	Definido por el operario				

Fuente: Elaboración propia

Estandarizar

En este paso se entregó el manual de orden para que los operarios realicen los pasos anteriormente mencionados a través de un procedimiento eficaz y sea utilizado incluso para los nuevos trabajadores.

4.1.4. Tercer Paso: Verificación

Antes de realizar la verificación de los estándares, se procederá a analizar las horas extras que se han generado durante el tiempo que se desarrolló el piloto. Dicho registro fue proporcionado por el jefe de calidad (supervisor del proyecto) y se consolidó de tal manera que se pueda realizar un análisis.

Tabla 31. Horas Extras

t	Día	HE Antes	Día Piloto	HE	Variación
1	18/07/2016	64:14	16/06/2017	42:21	21:53
2	19/08/2016	54:41	15/07/2017	41:05	13:36
3	17/09/2016	82:48	18/08/2017	48:28	34:20
4	20/10/2016	64:02	20/09/2017	44:44	19:18
5	21/11/2016	83:07	21/10/2017	46:39	36:28
6	16/12/2016	58:21	17/11/2017	41:18	17:03
7	15/01/2017	63:36	16/12/2017	44:45	18:51
8	18/02/2017	78:20	15/01/2017	40:44	37:36
9	20/03/2017	67:49	19/02/2017	45:14	22:35
10	19/04/2017	82:48	21/03/2017	53:07	29:41
11	21/05/2017	64:02	16/04/2017	44:44	19:18

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla con la ejecución de las propuestas realizadas en el plan durante las dos semanas en prueba, hubo una reducción de las horas extras que se generan diariamente, lo

cual esto se puede comprobar en un impacto económico positivo porque automáticamente las ganancias van a aumentar (reducción entre los costos no programados por horas extras).

4.1.5. Monitoreo, medición y control interno

Luego de la ejecución del Plan Piloto se procede a comparar y analizar los resultados de acuerdo con los indicadores que se diseñaron en el capítulo anterior, cabe mencionar que los resultados serán analizados en el periodo determinado en el plan, esto permitirá cerrar con el proceso de mejora y continuar con las mediciones que se implementaron para cada uno de los criterios.

Los resultados son presentados en la siguiente tabla, como se observa las mejoras mostraron un impacto positivo para la efectividad de la ejecución del desarrollo del proceso de fabricación.

Tabla 32. Indicadores y Resultado

MATRIZ DE INDICADORES DE GESTIÓN				
Nº	Indicadores	Meta	Resultado de la Piloto	Observaciones
1	% Cumplimiento de O/T Votorantim	100%	70%	Considerando los pedidos en la semana que inicia el piloto.
2	% Cumplimiento de O/T Módulo Central	90%	85%	Considerando los pedidos que se programaron anteriormente y se tienen que entregar en la semana de evaluación.
3	% Pedidos entregados fuera de fecha	20%	15%	La evaluación considera pedidos entregados fuera de la fecha debido a motivos especiales.
4	Cantidad de horas extras	30	25	Adicionan un par de horas para terminar el trabajo o el proceso determinado.
5	% Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Autónomo	100%	89%	No se realizaron en la fecha por continuidad de trabajo.

6	% Participación a los programas de capacitación	100%	95%	Llegada tarde de algunos trabajadores.
7	% Participación de reuniones con el jefe de grupo	100%	50%	La reunión fue al final del Piloto.
8	% de Mantenimiento Correctivo	0	3	Registrados en el sistema durante las semanas de evaluación.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del monitoreo realizado están en función de los indicadores definidos en la etapa de Verificación del Ciclo Deming y es responsabilidad del supervisor designado utilizarlo en un futuro para realizar el seguimiento del cumplimiento de las metas planteadas mensualmente.

A continuación, se realiza un análisis del nivel de servicio en el periodo 2015 y 2017, es decir se hace una evaluación de los cambios antes y después de aplicar la propuesta de mejora.

Ilustración 68. Nivel de Servicio en el periodo de 2015 a 2017

Fuente: Elaboración propia

Luego de la revisión de la data en el periodo de julio del 2015 a junio 2016 y de la aplicación de la mejora en agosto del 2016 a agosto 2017, se observa un incremento en el nivel de servicio que está orientado en el cumplimiento de la entrega de los pedidos a tiempo. Si bien la meta en toda empresa es llegar al 100%, por motivos de otros factores no se logre lo esperado, sin embargo el resultado durante el segundo periodo se encuentra dentro del rango de metas establecido en su cuadro de control.

Finalmente, debido a la relación inversa que existe entre el cumplimiento de la fecha de entrega con la cantidad de horas extras en el proceso de fabricación, es decir que cuando no existen

interrupciones en la programación y se cumple con la fecha de entrega se reducen las horas extras que se definan luego de la jornada laboral. Por esa razón, se evalúa los cambios durante el periodo de 2015 - 2017 antes y después de aplicar la propuesta de mejora.

Ilustración 69. Horas extras en el periodo de 2015 a 2017

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente gráfico se observa que cuando no existe interrupciones en la programación de la línea central de fabricación se logra cumplir con las horas hombres programadas, sin embargo existe la posibilidad que se haga un cambio en la fecha de entrega y por ende el cliente requiera el pedido antes de lo acordado, en esa situación se definen una cantidad límite de horas extras por día como medida de contingencia para no incurrir en gastos mayores. Por otro lado, se asignó las horas hombres (inventario buffer) para la fabricación de los pedidos que llegaban de manera aleatoria (Cliente Cajamarquilla).

4.2. Impacto Económico

Después del análisis de resultados se procedió a realizar la validación económica en relación con las ganancias que le generan a la empresa el cumplimiento de cada pedido y además en la reducción de las horas extras registradas durante el tiempo que se ejecutó el plan piloto.

Así mismo, se considera la inversión realizada sobre los cambios, el tiempo invertido y las personas involucradas; además se hará una proyección que permita dar a conocer si el proyecto es aplicable a la empresa en un periodo de tiempo más largo, sobre todo para determinar el retorno del dinero invertido.

Como se presentó en el capítulo anterior el presupuesto para la aplicación del modelo es de S/. 56,825.00 y esto incluye la compra de la maquinaria necesaria para el módulo (la maquinaria que compra el gerente es de segundo uso).

El flujo neto que se obtiene del estado de resultados que proporciona el contador de la empresa, se presenta a continuación:

Nota: Los detalles de cada criterio son confidenciales, por tal motivo solo se presenta el resultado general tanto de los ingresos como de los egresos, a pedido del gerente por seguridad de la empresa.

Tabla 33. Flujo Neto del Primer Año de Análisis

Año 2014	
Ingresos	S/ .939,832.00
Egresos	S/. 868,801.00
Flujo Neto	S/. 71,031.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Flujo Neto del Segundo Año de Análisis

Año 2015	
Ingresos	S/ .2,014,777.00
Egresos	S/ .1,129,885.00
Flujo Neto	S/. 884,892.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Flujo Neto del Tercer Año de Análisis

Año 2016	
Ingresos	S/. .2,394,279.00
Egresos	S/. 1,347,410.00
Flujo Neto	S/. 1,046,869.00

Fuente: Elaboración propia

Ahora se presenta el flujo de caja descontado para el proyecto de inversión, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- La empresa no solicita financiamiento a una entidad financiera porque está asociada con una corporación que le brinda soporte económico.
- Después de analizar el impacto que representa la aplicación del modelo, específicamente en la reducción de horas extras.

Se procedió a realizar la variación de crecimiento tanto de los últimos tres años de Famitec Mininig S.A.C. costos de ventas, el cual se obtuvo como resultado el 25% del año 2015 y 2016, por lo que se asume que el crecimiento presentará el mismo porcentaje (crecimiento esperado por la empresa) y de acuerdo al cuadro se muestra una comparación de los costos de horas extras sin la implementación del modelo y a lado con la aplicación del modelo, el cual se obtiene como resultados una reducción del costo en un promedio de 9.1% y un ahorro en el primer año de S/. 150 100.00 nuevos soles.

Tabla 36. Tabla de Flujo de Ahorro de materiales

Año	Costo de Ventas	Crecimiento
2014	S/.780,078.00	-
2015	S/.917,954.00	18 %
2016	S/.1,150,680.00	25 %

Año	SIN MODELO			CON MODELO		
	Costos Futuros	Costo HE Futuros	Porcentaje	Costo HE Futuros	Porcentaje	Variación
2017	S/.1,442,408.29	S/.241,898.59	16.8 %	S/.91,798.59	6.4 %	10.4 %
2018	S/.1,808,097.55	S/.266,987.39	14.8 %	S/.102,912.44	5.7 %	9.1 %
2019	S/.2,266,498.85	S/.297,799.94	13.1 %	S/.121,395.02	5.4 %	7.8 %
			14.9 %			9.1 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Flujo de Caja

Valor actual de la inversión S/.56,825

FLUJO DE CAJA

	Año1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos por ahorro en materiales	S/.150,100	S/.153,102	S/.156,164	S/.159,287	S/.162,473	S/.165,723	S/.169,037	S/.172,418	S/.175,866	S/.179,383
Gastos fijos	S/.(60,000)	S/.(60,000)	S/.(60,000)	S/.(60,000)	S/.(60,000)	S/.(72,000)	S/.(72,000)	S/.(72,000)	S/.(72,000)	S/.(72,000)
Gastos variables	S/.(25,120)	S/.(23,740)	S/.(28,201)	S/.(24,550)	S/.(22,978)	S/.(23,012)	S/.(27,653)	S/.(31,967)	S/.(29,453)	S/.(26,598)
Gastos mantenimiento	S/.(3,125)	S/.(3,172)	S/.(3,219)	S/.(3,268)	S/.(3,317)	S/.(3,367)	S/.(3,417)	S/.(3,468)	S/.(3,520)	S/.(3,573)
Depreciación	S/.(5,683)	S/.(2,841)	S/.(2,841)	S/.(2,841)	S/.(2,841)	S/.(2,841)	S/.(2,841)	S/.(2,841)	S/.(2,841)	S/.(2,841)
Interés pagado	S/0	S/0	S/0	S/0	S/0	S/0	S/0	S/0	S/0	S/0
Utilidad Neta	S/.56,173	S/.63,349	S/.61,902	S/.68,628	S/.73,337	S/.64,503	S/.63,126	S/.62,141	S/.68,052	S/.74,371
(+) Depreciaciones	S/.5,683	S/.2,841	S/.2,841	S/.2,841	S/.2,841	S/.2,841	S/.2,841	S/.2,841	S/.2,841	S/.2,841
(-) Pago principal de la deuda	S/0	S/0	S/0	S/0	S/0	S/0	S/0	S/0	S/0	S/.560
Impuesto a la renta (28%)	S/.(16,571)	S/.(18,688)	S/.(18,261)	S/.(20,245)	S/.(21,634)	S/.(19,028)	S/.(18,622)	S/.(18,332)	S/.(20,075)	S/.(21,939)
Flujo de Caja	S/.45,284	S/.47,502	S/.46,482	S/.51,224	S/.54,544	S/.48,316	S/.47,345	S/.46,651	S/.50,818	S/.55,833

Flujo de Caja Descontado

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
I.Inicial	S/.(56,825.00)										
VALOR PRESENTE		S/.45,284.11	S/.47,502.21	S/.46,482.40	S/.51,224.22	S/.54,543.87	S/.48,315.70	S/.47,344.88	S/.46,650.80	S/.50,817.58	S/.55,832.84
		S/.37,736.76	S/.32,987.64	S/.26,899.54	S/.24,703.04	S/.21,919.96	S/.16,180.83	S/.13,213.09	S/.10,849.48	S/.9,848.79	S/.9,017.32
Valor Actual Neto	S/.146,531.44										
Fórmula manual											
Valor Actual Neto	S/.146,531.44										
Fórmula en excel											
TIR	82%										

Fuente: Elaboración propia

Para validar la factibilidad del proyecto se presenta el VAN y TIR, indicadores importantes del análisis económico para medir el resultado de la propuesta, obteniendo los siguientes valores:

$$\text{VAN} = \text{S/. } 146\,531.44$$

$$\text{TIR} = 82\%$$

Siendo el VAN un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá el proyecto, descontando la inversión inicial, quedará como ganancia el valor presentado líneas arriba, demostrando que el proyecto es indudablemente viable.

Por otro lado, la TIR es la tasa máxima que puede tener un proyecto para que sea rentable y siendo un valor positivo, confirma la rentabilidad de los ahorros y ganancias como se explica en el anterior párrafo.

Cuadro de incentivos:

Durante el desarrollo del Plan Piloto se observaron los resultados efectivos con la aplicación del modelo, sin embargo, cuando se realizan las reducciones de horas extras significa que es un ingreso no percibido por los operarios, considerado como actividades extras luego del concluir su horario de trabajo. Por esta razón se presenta una propuesta de cuadro de incentivos para que los trabajadores también sientan que la planificación correcta genera buenos resultados.

El cuadro de incentivos puede variar y tiene que estar coordinado plenamente con el Gerente General, quien es el aprobador de los beneficios brindados a los trabajadores. Por ello, además de valorar su participación y compromiso en la aplicación de la mejora a través de medallas o distintivos, también se considera incentivos económicos para que los operadores reconozcan la valorización de su trabajo en la empresa.

A continuación, se presenta un cuadro en base al trabajo y tiempo que le dedica el operador cuando se le asignan una orden de trabajo:

Tabla 38. Cuadro de Incentivos

Ahorro de materiales por año: S/.150,100.00

Ahorro por mes: S/.12,508.33

Tiempo de fabricación	Pedido	Beneficio	Ejemplo del Precio (EPG)	Costo	Total de Trabajadores	Costo Total
2 semanas	1	5 % de la venta*	S/.3,500.00	175	15	S/.4,375.00
3 semanas	1	7 % de la venta*	S/.5,000.00	350	5	S/.1,750.00
4 semanas	1	9 % de la venta*	S/.7,000.00	630	4	S/.2,520.00

Fuente: Elaboración propia

EPG: Establecido por el Gerente.

*Solo puede ser aplicable a la duración de la fabricación de la pieza como se especifica en el cuadro.

No se considerará si se realizan horas extras durante la semana de trabajo.

NOTA: Se realizará una reunión con los operarios al final del mes, para poder considerar otras opciones de incentivo, siempre y cuando se converse con el jefe de grupo.

4.3. Impactos a los Stakeholders

El desarrollo del proyecto genera un impacto significativo en los stakeholders, dicha situación genera que se realice un análisis detallado de cada uno de los involucrados, identificar si la propuesta de mejora impacta positiva o negativamente en sus intereses. Principalmente la solución está enfocada en lograr una comunicación directa de los cambios realizados, previa evaluación de las necesidades.

En Famitec Mining S.A.C. se han identificado los siguientes stakeholders:

- Gerente General
- Trabajadores
- Cliente Votorantim Metais
- Clientes Generales

En el PMBOK, el capítulo de Gestión de Stakeholders, presenta una matriz donde se puede identificar el nivel de interés y de poder que presenta cada interesado, como se muestra en la imagen:

Fuente: Elaboración propia

Por esta razón los stakeholders listados anteriormente estarían distribuidos de la siguiente manera:

Fuente: Elaboración propia

El análisis del impacto de acuerdo con la ubicación de los stakeholders en cada cuadrante se realiza a continuación.

Tabla 39. Matriz de Stakeholder - Gerente General

Matriz de Stakeholder					
Stakeholder:	Gerente General				
Tipo:	Interno				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Poder	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Obtener la aprobación para	Alto	Alto	Continuación del modelo hasta	Rechazar el proyecto y no	Mostrar los resultados del piloto y de los indicadores

el desarrollo del modelo			lograr los resultados planteados, como en el piloto.	considerar las mejoras necesarias para la reducción del problema.	que se consideraron. Presentar los resultados del impacto económico que genera el modelo (ahorro de materiales).
Conclusiones:	Se considera un agente interno clave al gerente general porque es quien toma la decisión al inicio del modelo y además el principal objetivo que se plantea es generar ahorro, pero a la vez ingresos significativos para la empresa, como se demuestra en el piloto.				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Matriz de Stakeholder - Cliente Votorantim Metais

Matriz de Stakeholder					
Stakeholder:	Cliente Votorantim - Cajamarquilla				
Tipo:	Externo				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Poder	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Cumplir con los pedidos solicitados a tiempo y sin generar interrupciones en la línea general de trabajo.	Alto	Alto	Ampliar el contrato que tiene la empresa con el cliente. Mantener la confiabilidad de los trabajos y servicios que solicita.	Culminar con el contrato en un plazo menor a lo establecido. No solicitar más trabajos de la empresa.	Continuar con el cumplimiento de pedidos a través del módulo de trabajo específico para este cliente.
Conclusiones:	Un agente externo importante, porque tiene un contrato definido por un rango de tiempo y que se rige por medio de criterios que tiene que cumplir la empresa, tanto a nivel de fabricación de piezas y de servicio, si se efectúa alguna modificación interna no debe afectar el ritmo de trabajo que está designado para este cliente.				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Matriz de Stakeholder - Clientes Generales

Matriz de Stakeholder					
Stakeholder:	Clientes Generales				
Tipo:	Externo				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Poder	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Cumplir con los pedidos solicitados en la fecha determinada.	Bajo	Alto	Permanencia de la fidelidad del cliente y aumentar el nivel de servicio que sirve como respaldo para nuevos clientes.	Perder clientes de tal manera que se cree una mala imagen para la empresa.	Comunicar al cliente el tiempo para la culminación del pedido y cumplirlo de tal manera que no se generen entregas fuera de fecha.
Conclusiones:	La cartera de clientes que tiene la empresa es amplia y mantiene muy buena relación con la mayoría de ellos, por la capacidad para cumplir los pedidos solicitados, sin embargo, el criterio que valoran mucho la rapidez en la entrega del trabajo, por lo que la correcta planificación y comunicación anticipada con el cliente es el valor que se trabajará con las personas responsables.				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Matriz de Stakeholder - Trabajadores

Matriz de Stakeholder					
Stakeholder:	Trabajadores				
Tipo:	Interno				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Poder	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Reducir el porcentaje de	Alto	Bajo	Aumentar la productividad	No seguir con el modelo ni el	Mantener informado sobre los cambios y los

horas extras generadas por día laboral.			dentro del horario de trabajo y brindar la mejor disposición en el trabajo.	método de trabajo. Disminuir el ritmo de trabajo y el nivel de servicio generado.	beneficios que se brindan al cumplir con los pedidos de acuerdo a la programación del jefe de planta.
Conclusiones:	Los trabajadores también son un agente clave en el funcionamiento del modelo, porque son ellos quienes aplican las mejoras y quienes a través de su desempeño se puede medir la efectividad de cada propuesta presentada, sobre todo mantenerlos motivados y comprometidos en el ambiente de trabajo.				

Fuente: Elaboración propia

Riesgos:

Existen diversos riesgos que se pueden presentar al no seguir con los pasos del diseño del modelo y en diferentes niveles, tales como:

Nivel Operacional

- Desinterés de los trabajadores al aplicar nuevas actividades que requieren el mantenimiento de sus recursos (maquinaria y espacio de trabajo).
- No realizar el cambio de cultura pertinente en los operadores y seguir con la desorganización en su espacio de trabajo y alrededores que implica generación de tiempos muertos durante la ejecución del trabajo.
- No cumplir con las auditorías requeridas que son la fuente de información para analizar el resultado de los indicadores.

Nivel de Producción

- Incremento de la demanda, que no es considerada dentro de la cartera de clientes que tiene ahora la empresa, esto implicaría un análisis de un nuevo pronóstico de demanda.

- Mayor solicitud de pedidos por el cliente Votorantim Metais, que no ha sido considerado para el diseño del modelo; ya que esto requiere que se analice la capacidad del módulo en ejecución.

Nivel Económico

- Pérdida de clientes al no manejar correctamente los dos módulos de trabajo. Esto podría generarse al monitorear solo la entrega de pedidos del cliente Votorantim, mas no de los clientes del módulo principal.

Haciendo una valoración de cada riesgo se tiene lo siguiente:

Tabla 43. Tabla de Probabilidad

Probabilidad	Valor
Muy Importante	0.10
Relativamente Probable	0.30
Probable	0.50
Muy Probable	0.70
Casi Certeza	0.90

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Tabla de Impacto

Impacto	Valor
Muy Bajo	0.05
Bajo	0.10
Moderado	0.20
Alto	0.40
Muy Alto	0.80

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45. Tabla de Probabilidad por Impacto

Tipo de Riesgo	P x I
Muy Alto	Mayor a 0.50
Alto	Menor a 0.50
Moderado	Menor a 0.30
Bajo	Menor a 0.10
Muy Bajo	Menor a 0.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45. Matriz de Probabilidad e Impacto de los Riesgos

Categoría	Tipo de Riesgo	Probabilidad	Impacto	Valor
Nivel Operacional	Desinterés de los trabajadores	0.30	0.20	0.06
	No realizar el cambio de cultura	0.10	0.40	0.04
	No cumplir con las auditorías	0.70	0.20	0.14
Nivel de Producción	Incremento de la demanda	0.70	0.40	0.28
	Incremento de solicitudes de VM	0.70	0.40	0.28
Nivel Económico	Pérdida de clientes	0.30	0.80	0.24

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la siguiente tabla, los resultados que se encuentran en color rojo deben ser examinados con anticipación para establecer un plan de acción antes de que el riesgo se presente en la organización, por eso es importante tenerlos identificados y monitorearlos.

Al cierre de este capítulo se puede evidenciar los resultados finales del Piloto y la evidencia completa que el modelo aplica y se adapta correctamente a la empresa, reduce efectivamente los problemas que se definieron en el diagnóstico y de acuerdo con los intereses del Gerente General y los jefes, produce un ahorro significativo. Esto permite que la empresa pueda observar y considerar varias opciones como la ampliación de la planta para poder aumentar su capacidad y abarcar mayores clientes en el mercado actual.

5. Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones:

- En el análisis de causas que originaban el problema de las entregas de las órdenes de trabajo a destiempo existe un 30% de las causas originado por las interrupciones en la programación de la producción y además otras actividades desarrolladas por los operarios que se formaron por malos hábitos. Por otro lado, el 20% de las siguientes causas que representa algunas características comunes en las empresas como la obsolescencia de la maquinaria o la mala calidad de los insumos de los proveedores, aunque estos problemas están presentes es importante hacer el monitoreo adecuado para que su impacto en los resultados sea mayor.
- Con la aplicación de la propuesta de mejora se redujo en un 75% las órdenes que se entregan fuera de fecha, esta reducción fue efecto de la aplicación del nuevo módulo de trabajo que permitía liberar la línea central de las interrupciones que se generaban a causa de los pedidos de Votorantim Metais-Cajamarquilla; mientras los pedidos del cliente se mantenga en el mismo rango de pedidos semanalmente no existirá una demora en el desarrollo del trabajo, caso contrario si existe un incremento de los pedidos se debe considerar ampliar los recursos que se habían designado.
- Por otro lado, se actualizó y estandarizó las actividades de limpieza en el área de trabajo, desarrollándose al final del día laboral. Esto se realizó con el apoyo de los trabajadores y con el monitoreo de los jefes de grupo que corroboraban el cumplimiento del manual, considerando las situaciones en aquellas áreas que dejaban su trabajo por terminar realizarían las actividades de limpieza una vez se haya finalizado el trabajo asignado. Mientras tanto se fomenta la cultura de orden requerido en la empresa, para que los trabajadores tengan conocimiento mantener el área de trabajo limpio y ordenado optimizan todo el proceso de fabricación de los pedidos.
- Con la ayuda de la tarjeta roja, los trabajadores lograron ordenar su casillero de trabajo de tal manera que desecharon o colocaron las herramientas donde corresponde (por ejemplo almacén) para tener solo las herramientas necesarias de trabajo en el casillero, esto ayudó a reducir en un 50% el tiempo de búsqueda que empleaban anteriormente los trabajadores.

- Se llevó a cabo la habilitación de los espacios necesarios para colocar los objetos de acuerdo con la característica que presentaba, por ejemplo aquellos productos que se encontraban en proceso, productos terminados o las muestras que enviaban los clientes; con el fin de que el operario pueda identificar y tener libre los pasillos para que no ocurriera un accidente o no se produzca un retraso en la búsqueda del producto al dirigirlo a otra área del proceso de fabricación.
- Se presentó un cronograma de mantenimiento, aunque dentro de las actividades del manual se recomienda al operario que efectúe la lubricación de las maquinarias que lo requieren, se clasificaron las maquinarias por su funcionalidad: convencional o CNC, y se establecieron las fechas y frecuencias de las actividades que los responsables de mantenimiento deben realizar en las máquinas correspondientes. De esta manera, se logra reducir la cantidad de mantenimiento correctivo que registraba la empresa en el sistema para designar a un trabajador que lo cumpliera, es decir se perdían dos recursos importantes tanto la maquinaria por estar parada como la mano de obra por repararla.
- Se diseñó un plan de capacitación y reuniones laborales con los temas que requerían la empresa y a los avances que se presentaba de acuerdo con el cronograma de actividades del modelo. Esto evidenciaba las mejoras respecto a los objetivos que se presentaron al comunicarle al operario cuáles eran las causas que se iban a abarcar, así mismo, en caso llegue un nuevo operario ayudaba a que con las capacitaciones y las reuniones logre tener conocimiento sobre el modelo ejecutado y los resultados que se esperaban. La integración y la motivación al demostrar a los trabajadores lo importante que es su labor en la empresa demostraría el aumento de su productividad tanto en la línea de producción como en las mejoras necesarias y se lograría el compromiso frente a las causas identificadas.
- También se reforzó el compromiso de la alta dirección, así como la participación en términos de comunicación con las distintas áreas, todo ello para lograr una coordinación adecuada tanto de los insumos requeridos por el área de producción, así como la entrega de información de los productos terminados y de la entrega de los mimos a los clientes (esta actividad es realizada por el área de producción y de ventas). Se conversó con el gerente general para que pueda coordinar previamente la capacidad de la línea general con el jefe de producción.

- Con la aplicación de la Ingeniería Simultánea se logra utilizar los recursos necesarios para eliminar el problema de las interrupciones en la programación de la fabricación de los pedidos. De igual manera, como se muestra en el tercer y cuarto capítulo se utilizó la metodología del ciclo de mejora continua, PEVA, en la ejecución de la metodología transversal 5's y el mantenimiento autónomo; con el fin de evidenciar que las dos metodologías son complementarias y demuestra el éxito de su implementación en plantas del rubro metal mecánica.
- Por otro lado, como se muestra en una de las etapas del ciclo de mejora continua, se estableció una actividad en el que los operarios transmitían sus opiniones o ideas de mejora con la ejecución de las actividades, efectuado en cada reunión, con el fin de que no solo ellos reciban la retroalimentación de sus avances, sino que también (por ser parte del proceso y de las propuestas de mejora) puedan detectar alguna posibilidad de mejora, donde se establezcan medidas para demostrar que con su aporte se puede mejorar la productividad.
- Al llevarse a cabo el Plan Piloto, ejecutando todas las propuestas de mejora, se demostró que se cumplieron los objetivos de acuerdo con los resultados del cuadro de control de indicadores trabajado, donde la empresa pudo aumentar su nivel de efectividad en la programación y en el control de su proceso de fabricación. Con el ahorro, en términos económicos, pueden no solo buscar oportunidades de mejora innovadoras sino aspirar a buscar posibles clientes y determinar una estrategia de producción donde puedan utilizar al 100% la capacidad de las máquinas CNC.
- Por último, con el análisis de la matriz de interés-poder, se llegó a identificar la importante participación que tienen los clientes generales que tiene la empresa, así como el cliente Votorantim Metais-Cajamarquilla, sobre todo al beneficiarse con el cumplimiento de los pedidos y al corroborar la capacidad de la empresa por cumplir sus requerimientos. Asimismo, se analizaron los riesgos que se pueden presentar en los diferentes niveles organizacionales al aplicar la propuesta de mejora, sin embargo, con la identificación se pueden determinar planes de acción que eviten cualquier problema en el desarrollo del modelo.

Recomendaciones

- Es importante que no se presenten inconvenientes con la entrega del principal insumo (metal) por parte de los proveedores, debido a que en caso no cumplan con lo requerido, se presentará una devolución y esto generaría un nuevo retraso en la fabricación de los productos, aunque no es una causa relevante el monitoreo ayudará a que no se presente. La inspección de calidad debe ser primordial en estos casos.
- Durante la aplicación del modelo se pudo confirmar la importancia del apoyo de los trabajadores y del interés de los jefes (líderes de equipo) que consideraban el modelo como un buen diseño que se adecuaba a las necesidades que presentaban. Puesto que, ellas son las primeras personas en demostrar la confianza y compartirla con los operarios.
- Por otro lado, es importante realizar una investigación sobre los nuevos avances que presenta la tecnología y las nuevas demandas de los clientes, debido a que va de la mano con el crecimiento de importantes actividades como la minería o productos que son complejos debido a los cambios en los repuestos de las maquinarias, siendo una consecuencia de las innovaciones que se presenta en todo rubro.
- Para seguir con las mejoras presentes en el área de producción, se recomienda considerar la implementación de una nueva estrategia de trabajo como el make to stock (MTS) para la fabricación de productos con características similares que tengan tendencia a solicitarse con mayor frecuencia y de esta manera presentar un mix que sea más rentable para la empresa, teniendo en cuenta todos los cambios que requiere. Esta propuesta de producción se puede ejecutar por la programación actual, debido a que tienen una línea central de producción y se puede complementar la segunda línea para realizar trabajos a pedido de los clientes.
- Otra consideración importante es la aplicación de la filosofía Total Productive Maintenance (TPM) que está enfocada crear una nueva cultura de prevención, no solo con actividades presentes en el mantenimiento preventivo o autónomo, sino también en la realización de otras actividades que complementan y crean esta cultura que requiere la empresa, enfocado en la optimización de las maquinarias.
- Por último, es necesario para la mejora continua realizar seguimiento de trabajo y verificar el cumplimiento mediante auditorías, dado que es la única manera que exponga los resultados objetivamente y que evidencia la posibilidad de acciones de mejora. Lo importante del Ciclo Deming, es el involucramiento de todos los trabajadores y el compromiso de mejora para la empresa en su trabajo cotidiano.

6. Referencias

- Real y.Vásquez, A., & Maldonado-Macías, A. (2011). SELECCIÓN DE FRESADORAS CON TOPSIS USANDO PONDERACIONES DE AHP. *Cultura Científica Y Tecnológica*, 8(45), 95-102.
- Abdul, A., Mukhtar, M., Sulaiman, R., (2013). A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. *Procedia Technology*, 11(1), 1292-1298.
- Sifuentes, A. M., Estrada Orantes, F. J., Alba Baena, N., Valdivia Urdiales, M. G., Trejo Mandujano, H. A., & Tamer Salcido, M. H. (2015). Implementación de la metodología lean-sigma para la reducción de tiempos de preparación de maquinaria. *Cultura Científica Y Tecnológica*, 12(57), 47-56.
- Fuentes Morales, M. C., García, S. F., González Quezada, M. D., Saucedo Silva, R., Herrera Chew, A., & Chávez Pierce, J. E. (2015). SMED: técnica de manufactura con gran impacto en la reducción de costos. *Cultura Científica Y Tecnológica*, 12(55), 31-39.
- Lamprea, E. J. H., Carreño, Z., Melissa Camargo, & Sánchez, P. M.,Teresa Mart. (2015). Impact of 5S on productivity, quality, organizational climate and industrial safety in caucho metal ltda. /Impacto de las 5S en la productividad, calidad, clima organizacional y seguridad industrial en la empresa cauchometal ltda. *Ingeniare: Revista Chilena De Ingenieria*, 23(1), 107-117.
- Samuel, J. B., Murugaiah, U., & Srikamaladevi Marathamuthu, M. (2013). The use of SMED to eliminate small stops in a manufacturing firm. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 24(5), 792-807.
- H. Rafiei, M. Rabbani and S.H. Hosseini, (2014). CAPACITY COORDINATION UNDER DEMAND UNCERTAINTY IN A HYBRID MAKE TO STOCK/MATE TO ORDER: A SYSTEM DYNAMICS APPROACH. *School of Industrial & Systems Engineering, College of Engineering, University of Tehran*. 21 (6), 2315 – 2325.
- Rave, J. P., La Rotta, D., Sánchez, K., Madera, Y., Restrepo, G., Rodríguez, M., . . . Parra, C. (2011). Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos,

movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo, 19(3), 396-408.

- Patiño, D. M., Moreno, L. M. P., Gómez, P., Ximena Torres, & Nocua, L. M. M. (2014). Characterization of The Current State of The Development Process Of New Products From The Perspective Of Concurrent Engineering (Ic) And Product Development Process (PDDP) For Metalworking Manufacturing Small And Medium Enterprises (SMEs) IN BOGOTA, D. C. IIE Annual Conference.Proceedings, 1524-1544.
- David Juárez Varón, Alejandro Rodríguez Villalobos, Francisca, S. R., & Ana, M. R. (2014). Ingeniería Concurrente Aplicada Al Sector Del Calzado. Caso Práctico. 3C Tecnología, 3(4), 211-233.
- Minguela-Rata, B. (2011). Product innovation: An empirical study into the impact of simultaneous engineering on new product quality/Innovación en producto: Un estudio empírico del impacto de la ingeniería simultánea sobre la calidad del nuevo producto/Inovação em produto: Um estudo empírico do impacto da engenharia simultânea sobre a qualidade do novo produto. Revista De Globalización, Competitividad y Gobernabilidad, 5(3), 80-101.
- Baudin, C. (2011). Criterios de transferibilidad del enfoque concurrente en los procesos de diseño y desarrollo de productos de las pequeñas y medianas empresas chilenas/Transferability criteria of the concurrent approach in the product design and development processes of chilean small and middle size companies. Ingeniare: Revista Chilena De Ingenieria, 19(1), 146-161.
- Maldonado, D. I. B., & Cadavid, L. R. (2014). Cómo una microempresa logró un desarrollo de productos ágil y generador de valor empleando Lean/How a small business achieved an agile and value creating product development using Lean/Como uma microempresa conseguiu um desenvolvimento de produtos ágil e que cria valor, empregando lean. Estudios Gerenciales, 30(130), 40-47.
- Briede-Westermeyer, J., Cabello-Mora, M., Pacheco-Blanco, B., & Cartes-Sanhueza, J. (2016). Implicación De Participantes En La Fase De Diseño Conceptual De Un Producto. Caso De Estudio Del Impacto De La Metodología Sistémica En Una Pyme Chilena. Interciencia, 41(9), 622-628.
- Galera, F. L. (2012). La colaboración en I+D en la industria auxiliar del automóvil en cataluña. análisis según el tamaño empresarial/Collaboration in R&D in the catalonian

automotive auxiliary industry. analysis by company size. *Investigaciones Europeas De Direccion y Economia De La Empresa*, 18(2), 156-165.

- Popescu, C. R., & Popescu, V. A. (2015). The Assessment Methodology Pdca/Pdsa - A Methodology for Coordinating the Efforts To Improve The Organizational Processes To Achieve Excellence. *Challenges of the Knowledge Society*, 693-696.
- Clark, D. M., Silvester, K., & Knowles, S. (2013). Lean management systems: Creating a culture of continuous quality improvement. *Journal of Clinical Pathology*, 66(8), 638.
- Patil, P. R., & Mishra, N. (2014). Multipronged APPROACH. *Quality Progress*, 47(11), 22-29.
- Kazmi, S. A. Z., & Naarananoja, M. (2014). Significance of management system for effective organizational management. *GS*
- Baykasolu, A., & Göçken, M. (2011). Capability-based distributed layout and its simulation-based analyses. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 21(4), 471-485.
- Seyed-Mahmoud Aghazadeh, Hafeznezhadi, S., Najjar, L., & Huq, Z. (2011). The influence of work-cells and facility layout on the manufacturing efficiency. *Journal of Facilities Management*, 9(3), 213-224.
- Obeidat, A. Y., Gu, S., Mukherjee, S., Tootooni, M. S., & Nagarur, N. N. (2013). Analysis of process layout behavior under different manufacturing strategies. *IIE Annual Conference.Proceedings*, 2433-2440.
- Ediş, R. S., Kahraman, B., Araz, Ö. U., & Özfirat, M. K. (2011). A FACILITY LAYOUT PROBLEM IN A MARBLE FACTORY VIA SIMULATION. *Mathematical & Computational Applications*, 16(1), 97-104.
- Garbie, I. H. (2014). A methodology for the reconfiguration process in manufacturing systems. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 25(6), 891.
- Jiménez, H. F., & Amaya, C. L. (2014). Lean six sigma en pequeñas y medianas empresas: Un enfoque metodológico/Lean six sigma in small and medium enterprises: A methodological approach. *Ingengerate: Revista Chilena De Ingenieria*, 22(2), 263-277.
- Moya, H., PhD., Curry, G. L., PhD., & Phillips, D. T., PhD. (2015). A U-line assessment heuristic & evaluation model. *IIE Annual Conference. Proceedings*, 1862-1869.
- Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de

apoyo/Proposal of a maintenance management model and its main support tools. *Ingeniare: Revista Chilena De Ingenieria*, 21(1), 125-138.

- Kumar, J., Soni, V. K., & Agnihotri, G. (2014). Impact of TPM implementation on indian manufacturing industry. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 63(1), 44-56.
- Feng, P., Zhang, J., Wu, Z., & Yu, D. (2011). An improved production planning method for process industries. *International Journal of Production Research*, 49(14), 4223-4243.
- Escobar, P., Giraldo, J. A., & Cárdenas, D. M. (2012). Programación de Sistemas de Producción Híbridos, Para inventario/Bajo pedido, mediante un Proceso Analítico Jerárquico de Ordenación Grupal (GAHPO). *Información Tecnológica*, 23(5), 33-46.
- Frutos-Alazard, M., & Tohmé-Hauptmann, F. (2012). TÉCNICAS EVOLUTIVAS EN PROBLEMAS MULTI-OBJETIVOS EN EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN. *Ingeniería Industrial*, 33(1), 50-59.
- Marín-García, J. A., & Mateo Martínez, R. (2013). Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. *Intangible Capital*, 9(3), 823-853. doi:10.3926/ic.360
- Moris, M. U., NG, A. C., Bernedixen, J., & Uriarte, A. G. (2012). DISEÑO Y ANÁLISIS DE SISTEMAS PRODUCTIVOS UTILIZANDO LA OPTIMIZACIÓN MEDIANTE SIMULACIÓN BASADA EN INTERNET. *Revista Ingeniería Industrial*, 11(1), 37-49.
- Villegas, G. A. L., & Villegas, J. S. L. (2014). Revision of TPM implementations cases in colombia. *IIE Annual Conference.Proceedings*, 1881-1888.
- Jaca, C., Viles, E., Paipa-Galeano, L., Santos, J., & Mateo, R. (2014). Learning 5S principles from Japanese best practitioners: case studies of five manufacturing companies. *International Journal Of Production Research*, 52(15), 4574-4586.
- Karkehabadi, H., & Danaei, A. (2016). The effect of the aspects of 5-S methodology on the losses extent of hadid semnan company. *Journal of Current Research in Science*, (2), 876-879.
- Khanna, V. K., & Gupta, R. (2014). Comparative study of the impact of competency-based training on 5 "S" and TQM: A case study. *The International Journal of Quality & Reliability Management*, 31(3), 238-260.
- Lamprea, E. J. H., Carreño, Z., Melissa Camargo, & Sánchez, P. M., Teresa Mart. (2015). Impact of 5S on productivity, quality, organizational climate and industrial

safety in caucho metal Ltda./Impacto de las 5S en la productividad, calidad, clima organizacional y seguridad industrial en la empresa cauchometal Ltda. *Ingeniare: Revista Chilena De Ingenieria*, 23(1), 107-117.

- Kandpal, R. K. (2015). Efficiency improvement opportunities of unorganized manufacturing sector using 5S methodology. *I-Manager's Journal on Mechanical Engineering*, 5(4), 19-26.
- Edwards, S. (2015). A guide to the 5S lean production method for occupational health and safety. *Occupational Health*, 67(2), 27-29.
- Lixin, M., Shicheng, D., Yunqi, G., Guiwen, Y. (2011). Study on Application of TPM in Small and Medium -sized Enterprises. *International Conference on Management Science and Industrial Engineering*. 678 – 681.
- Melesse, W. W., & Ananth, S. I. (2014). Autonomous maintenance: A case study on assela malt factory. *Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science*, 4(4), 170-178.
- Norberto, C. B., & Miguel, A. S. (2015). TPM e manutenção autônoma: Estudo de caso em uma empresa da indústria metal-mecânica/TPM and autonomous maintenance: Case study in a metal-mechanic industry company. *Revista Produção Online*, 15(4), 1123-1147.
- Jain, A., Bhatti, R. S., & Singh, H. (2015). OEE enhancement in SMEs through mobile maintenance: A TPM concept. *The International Journal of Quality & Reliability Management*, 32(5), 503-516.
- Salonen, A., & Bengtsson, M. (2011). The potential in strategic maintenance development. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 17(4), 337-350.
- Gansterer, M., (2015). Aggregate planning and forecasting in make-to-order productions systems. *International Journal of Production Economics*, 170 (B), 521-528.
- Rivera-Gómez, H., Montaña-Arango, O., Garnica-González, J., & Hernández-Gress, E. S. (2015). Modelos de simulación aplicados a la planificación de sistemas de producción no-confiabiles. *DYNA - Ingeniería E Industria*, 90(3), 246-247
- Jiang, S., Nee, A.Y.C., (20143). A novel facility layout planing and optimization methodology. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*. 62 (1), 483-486.
- Edwards, S. (2015). A guide to the 5S lean production method for occupational health and safety. *Occupational Health*, 67(2), 27-29.

- Díaz-Cazañas, R., & De La Paz- Martínez, E. M. (2016). Procedimiento para la planeación integrada Producción – Mantenimiento a nivel táctico. *Ingeniería Industrial*, 37(1), 36-48.
- Durango Cruz, L. F., Orejuela Cabrera, J. P., & Ortiz Dorado, L. A. (2015). Balance horizontal de líneas de ensamble para modelos mixtos. *Opinión Jurídica*, 14(26), 121-137.
- Moyano C., Piza R., Zaruma J., V. Guadalupe. (2013). Implementación de un Plan de Mantenimiento Autónomo en un Taller Mecánico Industrial. *Escuela Superior Politécnica del Litoral*. 2-7.
- Universitas. *Mantenimiento – Su implementación y Gestión*.
[file:///C:/Users/Sthefany/Downloads/TPM Implantacion y gestion.pdf](file:///C:/Users/Sthefany/Downloads/TPM%20Implantacion%20y%20gestion.pdf)
- Ley 29783 “Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo” – SUNAFIL
[http://www.sunafil.gob.pe/portal/images/docs/normatividad/LEYDESEGURIDADSA LUDTRABAJO-29783.pdf](http://www.sunafil.gob.pe/portal/images/docs/normatividad/LEYDESEGURIDADSA%20LUDTRABAJO-29783.pdf)
- Ley 27314 “Ley General de Residuos Sólidos” – MINSA
[http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/infecciones/LEY27314 Resi duos%20S%C3%B3lidos.pdf](http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/infecciones/LEY27314%20Residuos%20S%C3%B3lidos.pdf)
- Instituto SENATI – Especialidad Metalmecánica <http://www.senati.edu.pe/web/>

7. Anexos

Anexo 1

ACTA DE REUNIÓN

Fecha de la reunión pactada:

Temas a considerar en la reunión

- Desarrollo de la primera etapa (uso de las tarjetas rojas)
- Impacto de las capacitaciones
- Coordinación de auditorías
- Análisis de resultados
- Plan de mejor

Participantes:

- Nombre del Supervisor
- Nombre del Jefe de Grupo 1
- Nombre del Jefe de Grupo 2
- Nombre del Jefe de Grupo 3
- Nombre del Jefe de Grupo 4
- Nombre del Jefe de Grupo 5

Reflexiones finales sobre los temas acordados

Tema extraordinario a discutir

Anexo 2

Consideraciones para el Habilitado del Espacio

1. Ubicar la máquina cerca de la entrada donde entregan los pedidos para las reparaciones o los materiales a recoger del almacén. cabe resaltar que en el almacén

Anexo 3

Los elementos principales de una máquina CNC son:

Dispositivo de entrada

Unidad de control

Máquina herramienta

Sistema de accionamiento

Dispositivo de realimentación

El funcionamiento de la máquina CNC inicia con la introducción de la información en la computadora, después de ellos recibe información en forma de códigos (código G y código M) mediante un software denominado CAM, lo que convierte las instrucciones en señales eléctricas destinadas a activar los motores para que finalmente inicie con el proceso de mecanizado.

Propiedades de una Máquina CNC para los trabajos de Cajamarquilla

- Control de movimiento: las direcciones programables de movimiento en una máquina CNC se especifican en tres ejes, el eje “x”, el eje “y” y el eje “z”. Sin embargo, las máquinas más complejas son las que tiene mayor cantidad de ejes, pero por la particularidad de los trabajos del cliente Cajamarquilla se usará la máquina CNC de tres ejes.
- Accesorios programables: los accesorios programables e indispensable de la máquina para el trabajo que realizará son:
- Velocidad y activación del husillo, se especifica fácilmente y el husillo puede girar en sentido horario y antihorario, además de detenerse.
- Refrigerante, este recurso se utiliza para lubricar y enfriar las operaciones de mecanizado.

- Controlador CNC: componente para accionar una serie de comandos en orden secuencial; así se activan las funciones apropiadas de la máquina e impulsa el movimiento de los ejes.
- Programa CAM: este programa es importante para definir la escritura en el programa CNC, sobre todo porque los pedidos de fabricación o reparación de Cajamarquilla son diferentes en el que muchos casos no son estandarizados.

Todas estas operaciones, funciones y características que presenta la máquina CNC tiene que ser del completo conocimiento del operario a contratar para que sea parte del módulo de trabajo. A continuación, se especificarán las funciones, habilidades y competencias del nuevo operario responsable de los pedidos de Cajamarquilla.

Información recopilada y presentada por: Sthefany Cárdenas.

Anexo 4

Operario de producción

Empresa metalmecánica dedicada al rubro de manufactura ubicada en Av. República de Argentina 3157 Cercado de Lima, se encuentra en la búsqueda de 1 operario de producción, lo cual debe cumplir con los siguientes requerimientos:

REQUISITOS GENERALES

- Experiencia laboral en plantas industriales del rubro metalmecánica y/o metalúrgicas.
- Estudios secundarios completos.
- Estudios técnicos concluidos.
- Disponibilidad para manejar turnos rotativos.
- Disponibilidad para trabajar en Cercado de Lima, de preferencia vivir en zonas aledañas.

FUNCIONES

- Interpreta planos de taller y órdenes de trabajo, así como las especificaciones técnicas, normas de calidad y control de calidad.
- Fabricación de partes o elementos metálicos en tornos, fresadoras, cepilladoras, rectificadoras convencionales y por control número computarizado.
- Prepara/habilita las máquinas-herramientas respecto al trabajo a realizar y los materiales, herramientas de corte e instrumentos de medición y control.
- Ejecuta o participa en el mantenimiento básico de los sistemas de funcionamiento y control de máquinas que opera o se emplean en el área.
- Aplica criterio de calidad en el puesto, respetando las normas y especificaciones técnicas del producto y del proceso.

BENEFICIOS

- Trabajo de lunes a viernes: 8:30 am a 5:30 pm y los sábados de 8:00 am a 1:00 pm.
- Alimentación cubierta al 100%.

Anexo 5

ACTA DE COMPROMISO

El señor Antonio Huamán, de nacionalidad peruana identificado con número de DNI _____, siendo gerente general de la empresa FAMITEC S.A.C. y representante legal de la empresa FAMITEC MINING S.A.C., mediante la presente acta se compromete a participar de manera activa en las actividades necesarias que realizarán los trabajadores del área de producción, coordinando constantemente con el jefe de planta y el supervisor asignado para dicha mejora; con el objetivo de lograr reducir el número de pedidos entregados a destiempo y propiciando:

- Iniciar el proceso que permitirá a la empresa convertirse en un modelo para la propuesta de mejora.
- Sensibilizar sobre la importancia de cumplir con los pedidos en la fecha acordada con el cliente.
- Concientizar en temas de mantenimiento autónomo para alcanzar la autogestión en términos de prevención de averías de las maquinarias.
- Promover una mejora en los hábitos con respecto al orden y limpieza, impactando en las áreas administrativas.
- Lograr la reducción de horas extras en un 10% de lo realizado actualmente.

Nombre y Apellido:

DNI:

Anexo 6

COMUNICADO

De acuerdo con las nuevas mejoras que se implementarán en el área de producción y en coordinación con el gerente general y el jefe de planta, todos los operarios participarán en una capacitación donde se tocarán los temas a desarrollarse por 6 meses.

La programación se coloca en el documento y se realizarán los días sábados después del almuerzo, además, están considerados como parte de las capacitaciones establecidas por el área de Recursos Humanos que refuerzan su formación en la mejora de su desempeño.

Semana	Día	Ubicación
1° Semana de Julio	04 de julio del 2017	Comedor de Famitec Mining
2° Semana de Julio	11 de julio del 2017	Comedor de Famitec Mining
3° Semana de Julio	18 de julio del 2017	Comedor de Famitec Mining.

Cualquier duda que presenten sobre el tema puede comunicarse directamente con el jefe de calidad, quien es responsable de las capacitaciones.

Atte.

Gerencia General

Anexo 7

Anexo 8

TARJETA ROJA		
NOMBRE DEL ARTÍCULO		Archivador N° XXXX
CATEGORÍA	1. Instrumentos de trabajo 2. Accesorios 3. Trabajos en procesos 4. Pedido terminado 5. Muestras de trabajo	
DESCRIPCIÓN		
FECHA	LOCALIZACIÓN	
CANTIDAD	VALOR	
RAZÓN	1. No se necesita 2. Defectuoso 3. Uso desconocido 4. Material de desperdicio 5. Otro:	
ELABORADO POR	ÁREA DE TRABAJO	
FECHA DE DESECHO	1. Tirar 2. Vender 3. Otros	4. Mover áreas de tarjeta roja 5. Mover a otro almacén 6. Devolver a cliente
Vender o tirar	Firma de autorización	Fecha de Despacho

Anexo 9

Anexo 10

```
graph TD; AS[Área de Soldadura] --> PP[Productos en Proceso]; AA[Área Administrativa] --> PP; PP --> MEF[Muestras de Entrega Final a los Clientes]; MEF --> PT[Productos Terminados];
```

El diagrama de flujo de la planta de producción de muebles de madera se organiza de la siguiente manera:

- Área de Soldadura:** Se ubica en la parte superior izquierda, con una etiqueta central que indica "AREA DE SOLDADURA".
- Área Administrativa:** Se ubica en la parte superior derecha, con una etiqueta central que indica "ÁREA ADMINISTRATIVA".
- Productos en Proceso:** Se ubica en la parte inferior izquierda, con una etiqueta central que indica "PRODUCTOS EN PROCESO".
- Muestras de Entrega Final a los Clientes:** Se ubica en la parte inferior izquierda, con una etiqueta central que indica "MUESTRAS DE ENTREGA FINAL A LOS CLIENTES".
- Productos Terminados:** Se ubica en la parte inferior derecha, con una etiqueta central que indica "PRODUCTOS TERMINADO".

El flujo de producción se representa mediante líneas de conexión que indican el movimiento de los materiales y productos entre estas áreas.

Anexo 12

Programa de Limpieza

La limpieza de cada área de trabajo está orientada por un programa de actividades secuenciado, diseñado con base en las funciones, el tiempo, espacio y los parámetros que influyen en la limpieza, estos son:

- Tipo de maquinaria
- Vida útil del equipo
- Disciplina del personal en el área
- Disponibilidad de repuesto

El programa especifica el trabajo que debe realizar cada operario, cuánto y la frecuencia del mismo. Los periodos de cada acción son los mismo y requieren un mantenimiento diario, mientras tanto, las actividades relacionadas con la maquinaria requieren un mantenimiento periódico.

La determinación de la frecuencia es un proceso de vital importancia en la generación de nuevos hábitos de limpieza. Esto garantizará la nueva cultura por medio de la ejecución de las tareas necesarias en cada momento.

Desarrollo de las actividades para todo el personal, de acuerdo a la frecuencia de las actividades:

Diariamente:

- Orden de las herramientas de trabajo
- Colocar los productos en proceso en la ubicación determinada
- Ubicar las mermas de los metales en el lugar determinado
- Limpiar las virutas y el exceso de aceites o refrigerantes de la maquinaria

Semanalmente

- Limpieza de zonas de difícil acceso y de poco uso (específicamente en la parte de atrás de las maquinarias)

- Realizar los ajustes necesarios en la maquinaria
- Inspeccionar el área de trabajo con la vigilancia del jefe designado
- Desecho de virutas o aceite utilizados

Mensualmente

- Limpieza de rieles transportadores
- Cambio de pieza desgastada en la maquinaria, en caso lo requiera o de acuerdo al periodo establecido

El programa de limpieza será ejecutado por todos los operarios del área de producción, las actividades diarias son similares para todos y con cierta variación de acuerdo a lo requerido en la maquinaria de cada área de trabajo. Consideran la dificultad en tamaño y peso de la maquinaria, se requiere contar con un aspirador convencional para la limpieza de polvos y un especial para la limpieza de virutas; así mismo, se requiere un depósito individual para los líquidos utilizados en cada maquinaria.

Las actividades de limpieza realizadas de manera rutinaria ayuda al operario a fomentar el orden en todas sus funciones, la constancia del mismo reducirá la búsqueda que genera organizar inadecuadamente instrumentos o materiales útiles durante sus labores. Además, creará una sensación de cuidado al actuar simultáneamente con el mantenimiento autónomo desarrollado en los periodos acordados con los jefes de cada grupo.

El objetivo es reducir el tiempo que se genera por las demoras en la desorganización de su espacio y demostrar la eficiencia en el desempeño ordenado de sus funciones.

Anexo 13

SOLICITUD DE MANTENIMIENTO		
HORA:	FECHA: <div></div>	
DATOS DEL SOLICITANTE:		
NOMBRE	CARGO	ÁREA / DEPARTAMENTO
.....		
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO		
TIPO DE TRABAJO	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO O EQUIPO	
RECEPCIÓN EN MANTENIMIENTO	OBSERVACIONES Y COMENTARIOS	

NECESIDAD DE REPUESTOS

[illegible]

Anexo 14

Manual de orden

Manual de Orden y Actividades de Mantenimiento

1. Introducción

Toda empresa que se dedica a la fabricación y reparación de productos metálicos debe implementar un manual de orden y mantenimiento con procedimientos requeridos para disminuir los siguientes problemas: inactividad en las maquinarias y contaminación en el ambiente.

El control a través de esta herramienta que será empleado por los operarios permitirá realizar sus actividades de manera ordenada, con la finalidad de reducir el tiempo adicional que generan la desorganización de las herramientas, materiales y directamente en el área de trabajo, la generación de virutas.

Es importante resaltar que este manual también incorpora tareas necesarias que se desarrollarán para aplicar el mantenimiento autónomo; es decir, primero se enfocará en definiciones de manera macro empleada en toda el área de producción y en segundo lugar, se centrará en temas específicos referentes a las actividades de cuidado de la maquinaria. Esto se debe a los procedimientos similares que se emplean y a los conocimientos previos de los trabajadores.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Proporcionar ambientes aptos y procedimientos adecuados para el cuidado de las maquinarias mediante la implementación de procedimientos de orden, que garanticen la reducción de tiempo adicional generado por la desorganización y paradas en la máquina al no realizar el mantenimiento previo.

2.2.Objetivos Específicos

- Describir los procedimientos de orden y mantenimiento que se den realizar en el área principal y cada lugar de trabajo, respectivamente.
- Estandarizar los procedimientos de orden.
- Elaborar instructivos de organización de materiales, herramientas, etc., así como del mantenimiento que se requiere en cada maquinaria.
- Evaluar y verificar la efectividad del sistema de orden y mantenimiento, utilizado en áreas, equipos y personal manipulador.
- Prolongar la vida útil de la maquinaria en el proceso de mantenimiento.
- Constituir una fuente de capacitación y consulta permanente, actualizadora, que garantice el correcto funcionamiento del sistema de orden y de mantenimiento.

3. Política

El área de fabricación tiene como política ejecutar adecuadamente los procedimientos de orden de materiales e instalaciones, y mantenimiento de equipos, capacitando al personal ejecutor de acuerdo a las necesidades, velar por que sean realizado y evaluados constantemente.

4. Alcance

El documento es aplicable al área de fabricación que involucra los equipos, materiales y personal manipulador de los pedidos del cliente.

Los responsables de aplicar los procedimientos son el personal operativo que labora en todas las áreas del proceso de la unidad. La verificación es realizada de manera interna por los jefes de grupo y de manera externa por el supervisor.

5. Consideraciones

- La limpieza es una actividad que debe realizarse de manera rutinaria como parte de la política que ejecuta a la empresa y al finalizar el horario laboral.
- El orden de todas las herramientas, materiales u otro tipo de objeto utilizado por el operario debe realizarse sin demora después de haber cumplido la función determinada, sin embargo, se puede dejar para el final del día y especialmente después de la limpieza.
- El mantenimiento será acordado jefe de grupo y de realizarse conforme a las necesidades requeridas para cada maquinaria, como mínimo ejecutarse una vez a la semana.
- Coordinar los tiempos de desecho para los residuos sólidos y líquidos generados por cada maquinaria.

6. Acciones Previas

- Solicitar con anticipación los materiales y equipos para la limpieza que se llevará a cabo en toda el área.
- Realizar los registros necesarios cada vez que se requiera ejecutar una acción correctiva en la maquinaria afectada.
- Solicitar previamente los repuestos que requerirá el mantenimiento u otra actividad específica.
- Realizar las coordinaciones para llevar a cabo las auditorías internas ejecutada por el jefe de cada equipo de trabajo.

7. Implementación del sistema

Responsabilidades: para realizar las actividades necesarias de orden general y de mantenimiento individual se asignan dos funciones en específicas de trabajo, una operativa y otra de verificación. Cada labor cuenta con los responsables de ejecución (operarios de cada equipo), así las actividades operativas

responsabilidad de los jefes de equipo y las actividades de verificación será responsabilidad del supervisor.

8. Validación y Verificación

Validación: todos los procedimientos mencionados en el manual de orden y mantenimiento son validados por el supervisor y el jefe de equipo respectivamente, que se llevan a cabo para el desarrollo de las actividades.

Verificación: la verificación del cumplimiento será realizado de manera visual y a través de los registros delegado a cada jefe.

9. Procedimientos

Procedimiento de orden general

Frecuencia: diaria

Actividades	Responsables
Iniciar con la limpieza respectiva del área.	Operario
Desechar todos los objetos identificados como no útiles para realizar las funciones de trabajo.	Operario
Realizar la organización de los materiales: Ubicar las herramientas en los casilleros designado para cada maquinaria. Ubicar los productos en proceso en la entrada de la planta para que pueda ser ubicado con mayor facilidad. Ubicar los productos terminados en el espacio designado para la próxima entrega.	Operario
Aspirar las virutas generadas por el proceso de mecanizado al final del día.	Operario
Desechar las virutas y el aceite en el contenedor para que puede ser atendido por el responsable del tratamiento.	Operario
Registra el término de la limpieza y orden realizado por cada grupo.	Operario

Verificar el cumplimiento de las actividades y el orden en cada unidad.	Jefe de grupo
Reunir los registros ejecutados y firmado por el jefe de cada grupo.	Supervisor

Procedimiento de mantenimiento individual

Frecuencia: de acuerdo al requerimiento de la maquinaria

Actividades	Responsable
Realizar las actividades de mantenimiento correspondiente a cada maquinaria. Además de identificar los deterioros en las partes que presenten el problema. *Si es necesario aplicar la lubricación y ajuste de manera diaria.	Operario
Para acciones correctivas: Solicitar y registrar los repuestos que requieren. Registra la descripción del trabajo a realizar para la reparación de la maquinaria. *Con respecto a los repuestos, los operarios pueden realizar dicha solicitud en caso lo requieran.	Operario
Identificar posibles averías que pueden ocasionar paradas en las máquinas.	Operario y Jefe de Grupo
Plantear un plan de mejora para tener una solución anticipada al suceso.	Operario y Jefe de Grupo
Realizar la inspección final de las actividades	Jefe de grupo

Cabe resaltar que la identificación de averías y el plan serán preparados en un tiempo máximo de una semana después de ser identificado.

10. Registros

Anexo 15

[illegible]

Anexo 16

PLAN PILOTO FAMITEC MINING S.A.C.	
Nombre: Propuesta de mejora en el control y planificación de una empresa metalmecánica.	
Descripción del Piloto: La propuesta de mejora que involucra el desarrollo del Ciclo de Deming (PEVA), consiste en diseñar un nuevo módulo de trabajo para que puedan cumplir con los pedidos de un cliente clave y de implementar las 5'S en la línea de producción, teniendo en cuenta del mantenimiento de cada maquinaria, siendo uno de los recursos principales del trabajo en la empresa.	
Objetivo del Plan: Cumplir con los pedidos a tiempo y reducir las horas extras por día laboral en la empresa.	
Fases del Piloto:	
Fase 1: Planificación Fase 2: implementación del nuevo módulo Fase 3: Capacitación a los operarios Fase 4: Implementación de las 5's Fase 5: Seguimiento y medición de indicadores Fase 6: Análisis de resultados	
Responsables del Desarrollo del Piloto	
Jefe de Planta Jefe de Calidad - Supervisor Jefe de Mantenimiento Apoyo Externo	
Inicio del Piloto	
Desde la aprobación del Gerente General para iniciar con la ejecución de cada fase.	
Cronograma de Ejecución	
Se presenta en el siguiente documento, denominado "Cronograma del Plan Piloto"	
Hitos del Piloto	Fecha
Aprobación del Gerente, organización de materiales	28/05/2017
Fase 2: Implementación del nuevo módulo	Última semana de Abril
Fase 3: Capacitación a los operarios	Primera semana de Mayo
Fase 4: Implementación de las 5's	Primera semana de Mayo
Fase 5: Seguimiento y medición de indicadores	Segunda semana de Mayo

Anexo 17

Plan Estratégico de Ejecución del Piloto

Abril						
Días	Lunes 24	Martes 25	Miércoles 26	Jueves 27	Viernes 28	Sábado 29
Actividades	Viabilidad de aplicar Simulación	Viabilidad de aplicar Plan Piloto	Realizar cronograma de actividades del Plan Piloto	Presentar el cronograma al Gerente	Reunión con la alta gerencia	Inicio de habilitado de nuevo módulo
					Charla con los operarios	Capacitación de 5'S
Duración	1 día	1 día	1 día	1 día	1 día	2 días
Responsable	Sthefany Cárdenas	Sthefany Cárdenas	Sthefany Cárdenas	Sthefany Cárdenas	Sthefany Cárdenas Jefe de Calidad - Sup	Operarios Jefe de Calidad - Sup
Mayo						
Días	Lunes 1	Martes 2	Miércoles 3	Jueves 4	Viernes 4	Sábado 6
Actividades	Inicio del Capítulo 4	Capacitación al nuevo operario	Monitoreo de la ejecución del nuevo módulo	Devolución y archivo de la tarjeta roja	Monitoreo del nuevo módulo y la línea central	Recopilación de información de horas extras

	Preparación de materiales para el desarrollo del modelo	Determinar el nuevo Supervisor y los Jefes de Grupo	Clasificación de los objetos (utilización de la tarjeta roja)	Ordenar las herramientas de trabajo (eliminar los objetos NU)	Ordenar las herramientas de trabajo (eliminar los objetos NU)	Ubicar los objetos en los espacios asignados
--	---	---	---	---	---	--

Duración	1 día	1 día	3 días	3 días	3 días	3 días
Responsable	Sthefany Cárdenas	Sthefany Cárdenas Jefe de Calidad - Sup	Sthefany Cárdenas Operarios	Operarios	Sthefany Cárdenas Operarios	Sthefany Cárdenas Operarios
Avance	50%	100%	50%	60%	70%	50%
	Mayo					
Días	Lunes 8	Martes 9	Miércoles 10	Jueves 11	Viernes 12	Sábado 13
Actividades	Monitoreo del nuevo módulo y la línea central	Monitoreo del nuevo módulo y la línea central	Monitoreo del nuevo módulo y la línea central	Monitoreo del nuevo módulo y la línea central	Monitoreo del nuevo módulo y la línea central	Monitoreo del nuevo módulo y la línea central
	Ubicar casilleros al lado de la maquinaria	Ubicar casilleros al lado de la maquinaria	Limpieza del lugar de trabajo (aplicación del mantenimiento autónomo)	Limpieza del lugar de trabajo (aplicación del mantenimiento autónomo)	Recopilar información del mantenimiento	Analizar resultados por medio de indicadores y medir el impacto económico
Duración	2 semanas	2 semanas	2 semanas	2 semanas	2 semanas	2 semanas
Responsable	Sthefany Cárdenas Operarios	Sthefany Cárdenas Operarios	Sthefany Cárdenas Operarios	Sthefany Cárdenas Operarios	Sthefany Cárdenas	Sthefany Cárdenas
Avance	50%	50%	50%	50%	60%	90%

Anexo 18

REGISTRO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO						
Máquina Inspeccionada	Descripción de posibles averías	Fecha	Acciones	Responsable	Fecha de siguiente revisión	Confirmado por el jefe de grupo
Torno vertical de 1600 mm	No presenta	6/05/2017	Limpieza	Anculle Ticlla Edson Higor	27/05/2017	CONFIRMADO
Torno horizontal de 6 m	No presenta	6/05/2017	Limpieza y colocado de aceite	Lliuyag Alvis Justo	27/05/2017	CONFIRMADO
Torno horizontal de 5 m	No presenta	6/05/2017	Limpieza y colocado de aceite	Arispe Boza Valentina Esperanza	27/05/2017	CONFIRMADO
Torno horizontal de 3 m	No presenta	6/05/2017	Limpieza	Santa María Quispe Pedro Pablo	27/05/2017	CONFIRMADO
Torno horizontal de 2 m	No presenta	6/05/2017	Limpieza y colocado de aceite	León Quincho Lengino Raul	27/05/2017	CONFIRMADO
Taladro radial	No presenta	10/05/2017	Revisión de piezas	Olimar Aimani Neils Didier	31/05/2017	CONFIRMADO
Prensa hidráulica de 250 toneladas	No presenta	12/05/2017	Limpieza y cambio de aceite	Gonzales Coquis Fernando Aurel	26/05/2017	CONFIRMADO
Prensa hidráulica de 50 toneladas	No presenta	12/05/2017	Limpieza y cambio de aceite	Trigo Manco Jesus Richard	26/05/2017	CONFIRMADO
Talladora	No presenta	13/05/2017	Limpieza	Delgado Juarez Jose Elvis	3/05/2017	CONFIRMADO