

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

MEJORA EN LOS PROCESOS DE UNA EMPRESA FABRICANTE DE MÁQUINAS DE AUTOMATIZACIÓN

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Industrial**, que presenta el bachiller:

Hedwin Alfonso Maguiña Ita

ASESOR: César Augusto Corrales Riveros

Lima, mayo de 2013

RESUMEN

La automatización en los diversos procesos está cobrando relevancia ante el crecimiento que presenta la industria manufacturera en nuestro país y, específicamente, el sector metalmecánica, debido a la innovación y búsqueda de la mejora continua. Es por ello que se tiene la necesidad de enfocarse en las empresas con potencial de crecimiento para poder plantear alternativas de mejora en éstas.

El presente estudio se realiza con la finalidad de analizar la situación actual de trabajo y presentar propuestas de mejora a los procesos llevados a cabo por una empresa manufacturera, la cual se dedica a la fabricación de maquinaria de automatización en base a las necesidades que tienen sus clientes en sus líneas de producción.

El contenido de este proyecto inicia con una presentación de los conceptos teóricos que son la base del estudio realizado en su totalidad para, de esta manera, contar con la justificación de las herramientas y metodologías empleadas en la descripción y diagnóstico del trabajo actual realizado y en las propuestas de mejora a desarrollar. Las propuestas de mejora son planteadas con la finalidad de optimizar los procesos llevados a cabo por la empresa en estudio, describiendo detalladamente su implementación para obtener buenos resultados. Debido a que es la primera vez que la empresa fue sometida a un estudio para la mejora en sus procesos, las metodologías propuestas pueden ser mejoradas o replicadas en futuras ocasiones con la finalidad de poder disponer de las mismas para optimizar su trabajo.

El objetivo del estudio fue lograr ordenar y optimizar los procesos internos realizados por la empresa para que, de esta manera, se alcance trabajar de una manera eficaz y eficiente, eliminando los tiempos improductivos y elevando la productividad en el trabajo. Así, la empresa será capaz de incrementar su nivel de competitividad y sostenerse como líder en su sector, siendo capaz de mejorar continuamente su desempeño.

Como resultado de este proyecto, se observa el gran potencial de crecimiento y mejora en el trabajo de una pequeña empresa frente a alternativas de mejora que no incurren en una gran inversión, pero sí en orden en la manera de manejarse.

TEMA DE TESIS

PARA OPTAR : Título de Ingeniero Industrial
 ALUMNO(A) : **HEDWIN ALFONSO MAGUIÑA ITA**
 CÓDIGO : 2007.4086.7.12
 PROPUESTO POR : Ing. César Corrales Riveros
 ASESOR(A) : Ing. César Corrales Riveros
 TEMA : MEJORA EN LOS PROCESOS DE UNA EMPRESA
 FABRICANTE DE MÁQUINAS DE AUTOMATIZACIÓN
 Nº TEMA : 1092
 FECHA : San Miguel, 25 de Abril de 2013

JUSTIFICACIÓN:

Según lo afirmado por la Sociedad Nacional de Industrias (2013)¹, la industria manufacturera creció un 3% en el primer trimestre del año 2013. En particular, para la industria metalmecánica, la misma entidad proyectó un crecimiento de 10% para dicho sector (2012)². Además, según lo mencionado por la Sociedad de Comercio Exterior (2013)³, las exportaciones de la industria metalmecánica aumentaron en 12% en 2012.

Por otro lado, el Ministerio de la Producción (2012)⁴ informa que el 65.5% de empresas manufactureras realizan actividades de innovación en nuestro país. De esta manera, el proceso de innovación y la búsqueda de la mejora continua a través de la automatización de los diversos procesos de manufactura y fabricación en las grandes empresas a nivel mundial, es un tema que también está presente en los diversos sectores de la industria peruana, tal y como lo menciona el Artículo “La Innovación en el Perú”, de la Universidad del Pacífico (2010)⁵.

Ante esta necesidad de adquisición de sistemas y maquinaria de automatización, las grandes empresas buscan contactos extranjeros para potencializar sus

¹ EL COMERCIO: “Sector manufacturero registró un crecimiento de 3% en primer trimestre”. Consulta: 09 de Abril de 2013.

<<http://elcomercio.pe/economia/1561450/noticia-industria-manufactura-registro-crecimiento-primer-trimestre>>

² AMERICA ECONOMÍA: “Perú: producción metalmecánica se incrementaría hasta 10% al finalizar 2012”. Consulta: 09 de Abril de 2013. <<http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/peru-produccion-metalmecanica-se-incrementaria-hasta-10-al-finalizar-2012>>

³ PERU 21: “Exportaciones de sector metalmecánico aumentaron 12% durante 2012”. Consulta: 09 de Abril de 2013.

<<http://peru21.pe/economia/exportaciones-sector-metalmecanico-aumentaron-12-durante-2012-2118907>>

⁴ MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN: “65.5% de empresas manufactureras realizan actividades de innovación en el Perú”. Consulta: 07 de Abril de 2013. <<http://www.produce.gob.pe/index.php/prensa/noticias-del-sector/1128-655-de-empresas-manufactureras-realizan-actividades-de-innovacion-en-el-peru>>

⁵ UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO: “La Innovación empresarial en Perú”. Consulta: 07 de Abril de 2012. <http://www.up.edu.pe/carrera/administracion/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/20100624104757_ie.pdf>

procesos e implementar mejoras, debido a que en nuestro país no son tan conocidas las empresas dedicadas a este proceso de innovación. Debido a la importancia de continuar con el crecimiento de nuestra propia industria e iniciativa de propuestas de tecnología y mejoras, las pequeñas empresas enfocadas en estas actividades deben optimizar y mejorar continuamente sus operaciones para cada proyecto realizado con la finalidad de afianzar su contribución a los diversos sectores industriales y mejorar su competitividad.

Por estos motivos, se propone desarrollar un estudio centrado en el análisis de una empresa local perteneciente al sector manufacturero y dedicada a la fabricación de máquinas de automatización de acuerdo a los requerimientos de sus clientes. De esta manera, se desea elaborar una propuesta e implementación de mejoras en diversos procesos de gestión y producción o manufactura.

OBJETIVO GENERAL:

Mejorar los procesos de gestión y producción de una empresa dedicada a la fabricación de máquinas de automatización para sus clientes actuales y potenciales, de acuerdo a sus requerimientos en los diversos sectores de la industria.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Definir los conceptos base como sustento para el análisis de la empresa y su proceso de mejora
- Reconocer las áreas y procesos de la empresa en estudio
- Identificar los problemas que ocasionan retrasos e ineficiencias en el trabajo
- Identificar oportunidades de mejora, con la finalidad de incrementar la productividad en el trabajo
- Proponer mejoras referidas a la gestión de los proyectos, para obtener un seguimiento continuo a la producción y trato con proveedores y clientes
- Evaluar y determinar la factibilidad de la aplicación práctica de las mejoras propuestas

PUNTOS A TRATAR:

a. Marco teórico.

Conceptos teóricos referidos a la definición y descripción de procesos. Una vez establecido el concepto, se presenta una introducción a la mejora de procesos y análisis de los mismos, a través del uso de herramientas referidas a la mejora continua. Posteriormente, se presenta una descripción de las técnicas más pertinentes para el estudio, pertenecientes a *Lean Manufacturing*. Finalmente, se incluirán conceptos de análisis y manejo de inventarios y comunicación interna.

b. Descripción de la situación actual de la empresa.

Descripción general de la empresa, en donde se proporciona información sobre sus proyectos, proceso productivo y de gestión, clientes, proveedores, áreas y personal de ella. Se informará también sobre la distribución de la empresa y las operaciones y procedimientos que realiza. Además, se mostrarán organigramas y diagramas de los procesos internos, representando la manera de trabajo de la empresa. Se describen también los procedimientos realizados por la empresa durante las etapas de la elaboración, ejecución y gestión de los proyectos; de acuerdo a las definiciones de procesos.

c. Análisis y diagnóstico de la situación actual.

Luego de la descripción detallada mencionada, se presentará el diagnóstico de la situación actual de la empresa, identificando las oportunidades de mejora. El análisis también se verá respaldado por diagramas y herramientas de mejora de procesos, como diagramas Pareto, Causa – Efecto y PEPSU.

d. Propuestas de mejora.

Se presentan las propuestas de mejora luego del diagnóstico realizado al procedimiento de trabajo de la empresa, con la finalidad de implementar las oportunidades de mejora identificadas en el análisis. Las propuestas y descripción de las mismas serán planteadas bajo el sustento de las metodologías *Lean Manufacturing*, manejo de inventarios y Mejora de procesos.

e. Evaluación económica de las propuestas.

Se presentan las evaluaciones económicas con la finalidad de determinar la viabilidad económica para la implementación de las mejoras propuestas a la empresa, a través de la metodología Costo – Beneficio.

f. Conclusiones y recomendaciones.

ASESOR

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	v
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO.....	3
1.1 PROCESOS.....	3
1.1.1 Definición	3
1.1.2 Elementos de los procesos.....	4
1.1.3 Decisiones sobre los procesos	5
1.2 MEJORA DE PROCESOS	6
1.2.1 Ciclo Deming	7
1.3 HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS DE PROCESOS	8
1.3.1 PEPSU.....	8
1.3.2 Diagrama de Flujo	9
1.3.3 Diagrama de Pareto.....	10
1.3.4 Diagrama de Causa y Efecto	11
1.4 LEAN MANUFACTURING	12
1.4.1 KAIZEN: “Kai (Cambio), Zen (para mejorar)”	13
1.4.2 5 S’s.....	15
1.4.3 Jidoka	17
1.4.4 Poka - Yoke	18
1.5 TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)	19
1.6 SISTEMA DE INVENTARIOS.....	21
1.6.1 Tipos de Inventario	21
1.6.2 Funciones de Inventario	21
1.6.3 Análisis ABC	22
1.6.4 Sistemas de reabastecimiento.....	22
1.6.5 Modelo EOQ.....	22
1.7 SISTEMA KARDEX	23
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA 25	
2.1 ASPECTOS GENERALES	25
2.2 SECTOR Y ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	25
2.3 CONCEPCIÓN DEL CLIENTE Y DEL PRODUCTO.....	25
2.3.1 Productos y Servicio brindados	25
2.3.2 El Cliente	26
2.4 PERFIL EMPRESARIAL Y PRINCIPIOS ORGANIZACIONALES.....	27
2.5 ORGANIZACIÓN Y RECURSOS HUMANOS	28
2.6 INSTALACIONES Y MEDIOS OPERATIVOS.....	32
2.6.1 Planta	32
2.6.2 Tipo de Distribución.....	32
2.6.3 Maquinaria.....	32
2.7 RECURSOS FÍSICOS	33
2.8 PROCESO GENERAL.....	34

2.9 LOS PROCESOS EN LA EMPRESA	34
2.10 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO GENERAL	38
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	47
3.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA PRINCIPAL	47
3.1.1 Datos operativos	47
3.1.2 Opinión de clientes	48
3.2 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	52
3.2.1 Lluvia de ideas sobre el problema principal	52
3.2.2 Diagrama Causa – Efecto	53
3.3 IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA	55
3.3.1 Encuesta de procesos	55
3.3.2 Identificación de Causas más importantes del problema	58
3.4.3 Selección de oportunidades de mejora	60
CAPÍTULO 4: PROPUESTAS DE MEJORA	62
4.1 REESTRUCTURAR EL FLUJO DE TRABAJO DE DISEÑO	63
4.1.1 Descripción de la propuesta de mejora	63
4.1.2 Metodología de implementación	64
4.2 DEFINICIÓN DE POLÍTICA DE INVENTARIO DE MATERIALES FRECUENTES	70
4.2.1 Descripción de la propuesta de mejora	70
4.2.2 Metodología de implementación	70
4.3 IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5 S'S	73
4.3.1 Descripción de la propuesta de mejora	73
4.3.2 Metodología de implementación de las 5 S's	73
4.3.3 Impacto de las 5 S's en el área de trabajo	81
4.4 ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE COMUNICACIÓN Y COORDINACIÓN INTERNA EMPLEANDO JIDOKA Y POKA - YOKE	81
4.4.1 Descripción de la propuesta de mejora	81
4.4.2 Metodología de implementación del PCCI	82
4.4.3 Metodología de implementación de Jidoka y Poka - Yoke	84
4.4.4 Impacto de Jidoka y Poka - Yoke en la Calidad del trabajo	90
CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS PROPUESTAS	92
5.1 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA REESTRUCTURACIÓN DEL FLUJO DE TRABAJO DE DISEÑO	92
5.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA ELABORACIÓN DE POLÍTICA DE INVENTARIO DE MATERIALES FRECUENTES	94
5.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE 5 S'S	95
5.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE COORDINACIÓN Y COMUNICACIÓN EMPLEADO JIDOKA Y POKA - YOKE	96
5.5 RESUMEN DE FACTIBILIDAD DE PROPUESTAS	98
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
6.1 CONCLUSIONES	99
6.2 RECOMENDACIONES	100
BIBLIOGRAFIA	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Salidas y flujo de salida.....	4
Tabla 2. Recursos.....	5
Tabla 3. Kaizen y Kairyo.....	14
Tabla 4. Equipo de maquinaria de la empresa.....	33
Tabla 5. Tiempos estimados de entrega de proyectos.....	47
Tabla 6. Comparación de tiempos estimados Vs Tiempos reales.....	48
Tabla 7. Resultados de encuesta de satisfacción	49
Tabla 8. Lluvia de Ideas del problema principal.....	52
Tabla 9. Resultados de la encuesta realizada al personal	56
Tabla 10. Calificación de Causas Principales del problema.....	58
Tabla 11. Clasificación Pareto de Causas Principales.....	60
Tabla 12. Identificación de Oportunidades de Mejora.....	61
Tabla 13. Presentación de propuestas de mejora	62
Tabla 14. Formato de secuencia de operaciones.....	67
Tabla 15. Formato de “Lista de Materiales y Herramientas”	69
Tabla 16. Análisis ABC de materiales e insumos de mayor rotación.....	71
Tabla 17. Cálculo de EOQ para materiales analizados	72
Tabla 18. Cálculo de costos anuales según EOQ	73
Tabla 19. Planificación de acciones 5 S’s.....	75
Tabla 20. Clasificación de materiales.....	77
Tabla 21. Ejemplo de formato de secuencia de Operaciones.....	86
Tabla 22. Ejemplo de formato de secuencia Montaje.....	87
Tabla 23. Registro de propuestas Poka - Yoke.....	89
Tabla 24. Indicador de Diseño.....	90
Tabla 25. Indicadores de Fabricación.....	90
Tabla 26. Costos de la propuesta 1.....	93
Tabla 27. Beneficios de la propuesta 1.....	93
Tabla 28. Flujo de caja proyectado y análisis económico de la propuesta 1.....	93
Tabla 29. Costos de la propuesta 2.....	94
Tabla 30. Beneficios de la propuesta 2.....	94
Tabla 31. Flujo de caja proyectado y análisis económico de la propuesta 2.....	94
Tabla 32. Costos de la propuesta 3.....	95
Tabla 33. Beneficios de la propuesta 3.....	96
Tabla 34. Flujo de caja proyectado y análisis económico de la propuesta 3.....	96

Tabla 35. Costos de la propuesta 4.....	97
Tabla 36. Beneficios de la propuesta 4.....	97
Tabla 37. Flujo de caja proyectado y análisis económico de la propuesta 4.....	97
Tabla 38. Resultado de evaluaciones de factibilidad de propuestas de mejora...	98



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de un proceso.....	3
Figura 2. Decisiones sobre los procesos.....	6
Figura 3. Ciclo Deming.....	7
Figura 4. Elementos PEPSU.....	8
Figura 5. Hoja PEPSU.....	9
Figura 6. Símbolos del Diagrama de Flujo.....	10
Figura 7. Diagrama Pareto.....	11
Figura 8. Diagrama Causa y Efecto.....	12
Figura 9. Jidoka.....	18
Figura 10. Análisis ABC.....	22
Figura 11. Cálculo de Q.....	23
Figura 12. Ejemplo de aplicación Kardex.....	24
Figura 13. Organigrama general de la empresa.....	29
Figura 14. Organigrama funcional de la empresa.....	30
Figura 15. Mapa de procesos de la empresa.....	35
Figura 16. Diagrama de flujo general.....	36
Figura 17. Diagrama de flujo de la etapa de Ventas.....	39
Figura 18. Diagrama de flujo de la etapa de Diseño.....	40
Figura 19. Diagrama de flujo de la etapa de Compras.....	41
Figura 20. Diagrama de flujo de la etapa de Fab. – Unidad Eléctrica.....	43
Figura 21. Diagrama de flujo de la etapa de Fab. – Unidad de Mecanizado.....	45
Figura 22. Diagrama de flujo de la etapa de Montaje.....	45
Figura 23. Diagrama PEPSU.....	46
Figura 24. Resultados gráficos de encuesta de satisfacción.....	50
Figura 25. Resultados de criterios de la encuesta de satisfacción.....	50
Figura 26. Problema principal del estudio.....	51
Figura 27. Diagrama Causa-Efecto.....	54
Figura 28. Ranking de causas principales.....	59
Figura 29. Proceso actual del rol de Diseño.....	63
Figura 30. Proceso propuesto de mejora del rol de Diseño.....	63
Figura 31. Formato de “Detalle técnico”.....	65
Figura 32. Nuevo Diagrama de Flujo de Diseño.....	69
Figura 33. Formato de comienzo y fin de acción.....	76
Figura 34. Layout de almacén.....	79

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la industria requiere el uso e implementación constante de tecnología, la cual debe ser un medio para lograr la mejora continua en los procesos y, de esta manera, poder cumplir con las metas de producción y tener la capacidad de abastecer al mercado en sus necesidades. Este logro debe verse respaldado por el empleo de técnicas de automatización, lo que refleja la buena calidad en su desempeño y la búsqueda constante por mejorar los métodos de trabajo.

Ante ello, existen pequeñas empresas dedicadas a la innovación, cuya tarea propuesta consiste en automatizar los diversos procesos de acuerdo a las necesidades que presenten los clientes, logrando mejorar sus prácticas y fortalecer su producción. Sin embargo, al tratarse de empresas pequeñas, surge la necesidad de optimizar sus procesos internos, con la finalidad de que su trabajo sea realizado de una manera eficaz y eficiente, logrando implementar una buena línea de automatización y al mismo tiempo poder crecer como organización y tener la capacidad de asumir mayores retos.

La presente tesis tiene por objetivo realizar un análisis de la manera en que los procesos se vienen llevando a cabo en la empresa en estudio, con la finalidad de determinar los problemas y sus causas para luego, finalmente, poder plantear alternativas de mejora que permitan incrementar su productividad y eficiencia en su trabajo.

En el primer capítulo se presenta la descripción del Marco Teórico cuyos temas a abarcar servirán como base de sustento para el trabajo. Los conceptos a tratar en esta sección abarcan la definición y descripción general de los procesos, para luego proceder a relacionarlos con las herramientas de estudio y mejora de los mismos.

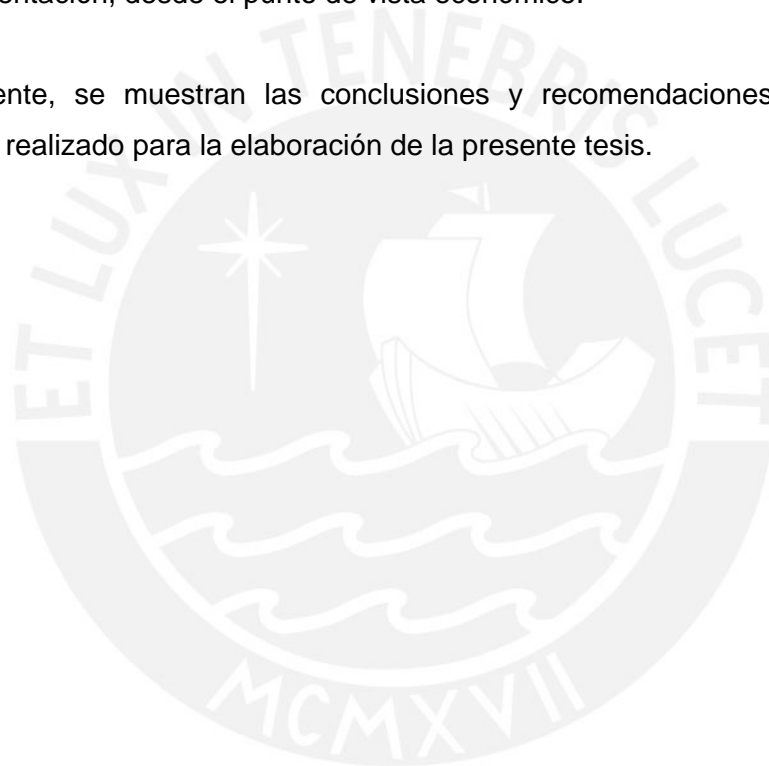
En el segundo capítulo se presenta una descripción general de la empresa, incluyendo información sobre sus productos, perfil organizacional, personal y activos con los que cuenta. También se incluye la descripción detallada de los procesos llevados a cabo durante la ejecución de un proyecto.

En el tercer capítulo, luego de la descripción de los procesos, se realiza un diagnóstico de la situación actual en estudio.

En el cuarto capítulo se presentan las descripciones de las propuestas de mejora de acuerdo al diagnóstico realizado en la sección anterior. Éstas se encuentran basadas en el logro de mejores resultados en su trabajo diario, realizados con mayor productividad y eficiencia.

En el quinto capítulo se presentan las evaluaciones económicas de las propuestas de mejora desarrolladas, con el objetivo de determinar la factibilidad de su implementación, desde el punto de vista económico.

Finalmente, se muestran las conclusiones y recomendaciones relacionadas al estudio realizado para la elaboración de la presente tesis.



CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

En este primer capítulo se realiza la descripción de los conceptos que servirán de base para el presente estudio. Esto con la finalidad de tener el conocimiento y sustento teórico del análisis y propuestas que se llevarán a cabo.

1.1 Procesos

1.1.1 Definición

Según Euskalit (2012), la Fundación Vasca para la excelencia, un proceso se define como una secuencia repetitiva de actividades llevada a cabo por una o más personas, llamadas intervinientes, quienes las desarrollan con la finalidad de obtener un objeto o servicio de valor (output) para el destinatario, quien se encarga de evaluarlo. Esto se logra de acuerdo a los recursos (input) que se utilicen, los cuales pueden ser: materiales, tiempo, energía, maquinaria y herramienta.

La Figura 1 muestra la esquematización del proceso, de acuerdo a la definición acabada de describir.

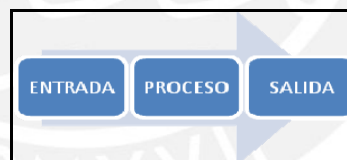


Figura 1. Esquema de un proceso

Elaboración propia

Todo proceso presenta las siguientes características esenciales:

- a. Variabilidad del proceso: Cada vez que se lleva a cabo sufre variaciones en las actividades involucradas.
- b. Repetitividad como clave para su mejora: Mientras se tengan más repeticiones, se obtiene mayor experiencia y mejores resultados.

1.1.2 Elementos de los procesos

A continuación se presentan los elementos claves de un proceso, identificados por Euskalit (2012), los cuales van a permitir hacer una descripción del mismo:

- Salida y flujo de salida: La salida concreta es la unidad producida por el proceso. Al ser considerado el proceso como un funcionamiento constante y repetitivo, el resultado se puede visualizar como un flujo de salida. En la Tabla 1 se presentan ejemplos de salidas y flujo de salida.

Tabla 1. Salidas y flujo de salida

Salida Concreta	Flujo de Salida
Carros pintados	Flujo de carros pintados
Puertas barnizadas	Flujo de puertas barnizadas
Botellas etiquetadas	Flujo de botellas etiquetadas

Elaboración propia

- Destinatarios: Persona o conjunto de personas que reciben y valoran el resultado del proceso, de acuerdo a sus expectativas, es decir lo que espera de éste. Como ejemplo se tiene la Sección de pulido de autos, un carpintero que colocará la puerta, el encargado de encajonar botellas.
- Intervenientes: Son los encargados de desarrollar la secuencia de actividades del proceso. Por ejemplo: un pintor, un supervisor de máquina etiquetadora, un tornero.
- Secuencia de actividades: Acciones que los intervinientes deben realizar para conseguir el resultado esperado por los destinatarios. A manera de ejemplo se tiene: mezclar pintura, preparar máquina sopladora, encender máquina etiquetadora, colocar cartuchos de etiqueta.
- Recursos: Materiales o información consumidos por el proceso para la generación de los resultados. En la Tabla 2 se muestra su clasificación en dos grupos, con sus respectivos ejemplos.

Tabla 2. Recursos

Recursos consumidos en cada repetición	Recursos para más de una repetición
Pintura	Máquina sopladora
Tiempo	Máquina etiquetadora
Unidad de etiqueta	Cartuchos de etiqueta

Elaboración Propia

- Indicadores: Representan las mediciones del funcionamiento de un proceso. Pueden ser de dos tipos: de Eficacia, respecto a la buena o mala manera que el proceso cumple las expectativas del destinatario; y de Eficiencia, al medir el consumo de recursos durante el proceso.

1.1.3 Decisiones sobre los procesos

Las decisiones que se tomen sobre los procesos afectan directamente a estos mismos, así como a los productos o servicios producidos. Debido a esta relevancia, se deben considerar cuatro componentes básicos para lograr procesos eficaces:

- Estructura del proceso: diseño de acuerdo a los recursos necesarios, determinando su reparto y características.
- Participación del cliente: manera en que los clientes forman parte del proceso y su nivel de participación en el mismo.
- Flexibilidad de los recursos: facilidad de manejo de la variedad de productos, tareas y funciones por parte de los empleados.
- Intensidad del capital: mezcla de equipo y habilidades humanas intervinientes. A mayor costo de equipo, mayor intensidad de capital.

En la Figura 2 se esquematizan los componentes acabados de describir para lograr el diseño de un proceso eficaz, según Krajewski (2008).

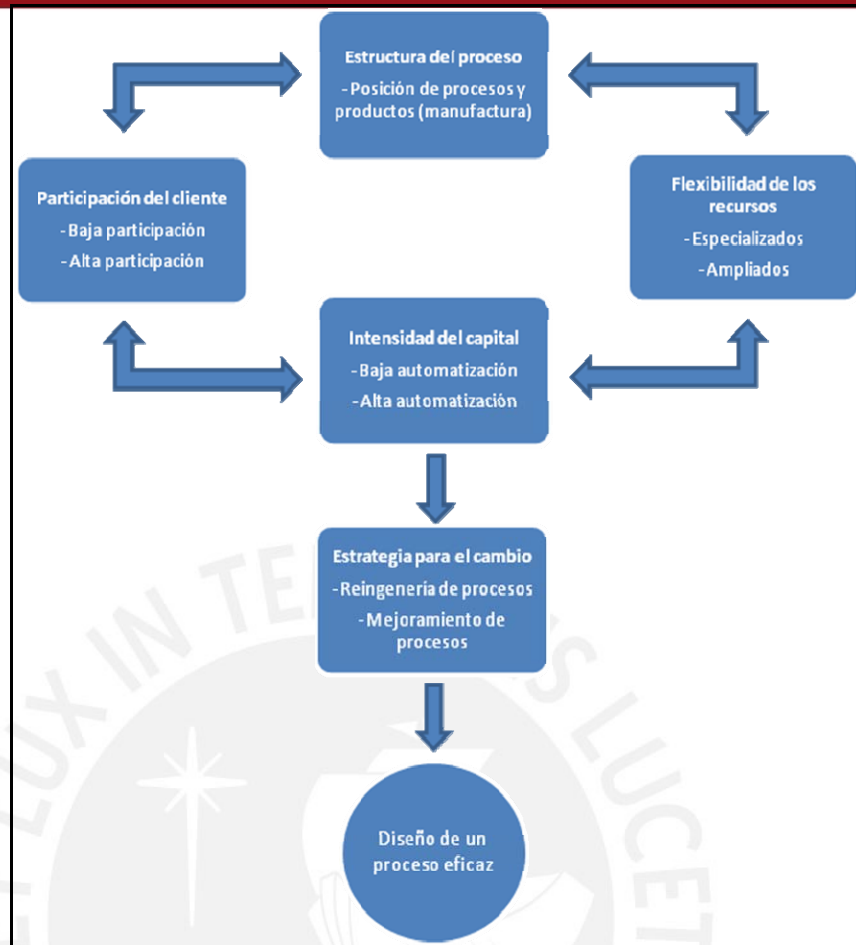


Figura 2. Decisiones sobre los procesos

Fuente: Krajewski (2008)

1.2 Mejora de procesos

De acuerdo a lo mencionado por Krajewski (2008), la mejora de procesos es el estudio de las actividades y flujos de cada proceso con el objetivo de mejorarlo. De esta manera, se trata en primer lugar de entender el proceso y sus detalles para, posteriormente, poder mejorarlo de acuerdo a diversas herramientas disponibles a emplear. Como resultado, debe obtenerse la manera de:

- racionalizar las tareas
- eliminar procesos enteros que no sean indispensables
- suprimir el uso de materiales o servicios costosos
- reducir tiempos
- hacer más seguros los puestos de trabajo
- mejorar la satisfacción del cliente

1.2.1 Ciclo Deming

Para poder mejorar un proceso se debe aplicar el ciclo de mejora PDCA (Plan, Do, Check, Act), el cual está enfocado a la mejora continua de la calidad dentro de una empresa. Los pasos que deben ser llevados a cabo de manera consecutiva son los siguientes:

- Planificar (Plan): Definir los objetivos de mejora que se quieren lograr, detallando los resultados deseados
- Hacer (Do): Llevar a cabo las actividades planeadas como soluciones para mejorar el proceso
- Verificar (Check): verificar los cambios realizados y su resultado
- Actuar (Act): Realizar los ajustes necesarios

La Figura 3 muestra de manera ilustrativa el Ciclo Deming.



Figura 3. Ciclo Deming

Fuente: Corentt Artículos (2011)

Con la finalidad de poder realizar una mejora de procesos, éstos deben ser examinados con una diversidad de herramientas, las cuales serán seleccionadas y empleadas de acuerdo al caso. En la siguiente sección se procede a describir las herramientas que se emplearán en el presente estudio.

1.3 Herramientas de análisis de procesos

Las herramientas descritas a continuación tienen la finalidad de facilitar el análisis de los procesos de manera que se puedan comprender las causas de los problemas, para poder luego decidir y emplear la técnica más apropiada de mejora. De esta manera, serán empleadas en la sección de análisis y diagnóstico de la situación actual de la empresa, permitiendo describir a la organización en estudio y los procesos involucrados.

1.3.1 PEPSU

La herramienta PEPSU, descrita por la Secretaría de la Función Pública Mexicana (2008), tiene la finalidad de definir el ciclo de inicio y fin de un proceso. Esta herramienta lleva ese nombre de acuerdo a la identificación de los elementos que componen sus siglas: proveedores, entradas, proceso, salidas y usuarios.

En la Figura 4 se muestran los elementos de PEPSU.

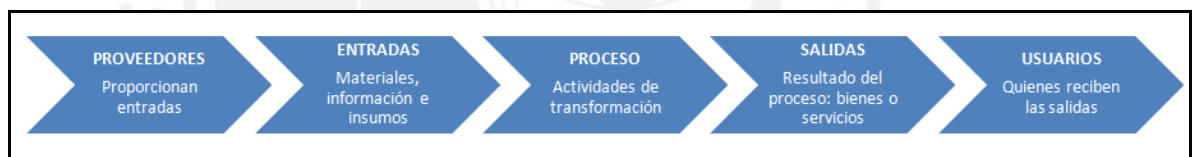


Figura 4. Elementos PEPSU

Elaboración Propia

Las siguientes preguntas pueden servir como base para llenar el PEPSU:

- ¿Quién recibe las entradas?
- ¿Qué es lo primero que se debe de hacer con la entrada?
- ¿Qué se produce o realiza con las entradas?
- ¿Cuáles son las salidas resultantes de lo que se produce?

En la Figura 5 se muestra la hoja de trabajo de la herramienta PEPSU.

Proceso		Fecha		
Objetivo		Alcance		
PROVEEDOR	ENTRADA	PROCESO	SALIDA	USUARIO

Figura 5. Hoja PEPSU

Fuente: Secretaría de la Función Pública, México (2008)

1.3.2 Diagrama de Flujo

El Diagrama de flujo, de acuerdo a la descripción de Michalsky (1998), es una herramienta de análisis que representa gráficamente las secuencias de un proceso, presentando la información de una manera clara y ordenada. Gracias a éste, se pueden visualizar las relaciones entre las etapas del proceso a describir.

Una característica de esta herramienta es su capacidad de permitir que puedan detectarse problemas mediante el registro de las etapas del proceso, además de comparar de una manera más fácil y gráfica los flujos actuales y propuestos para la mejora.

En la Figura 6 se muestran los símbolos más empleados en la elaboración de un Diagrama de Flujo.

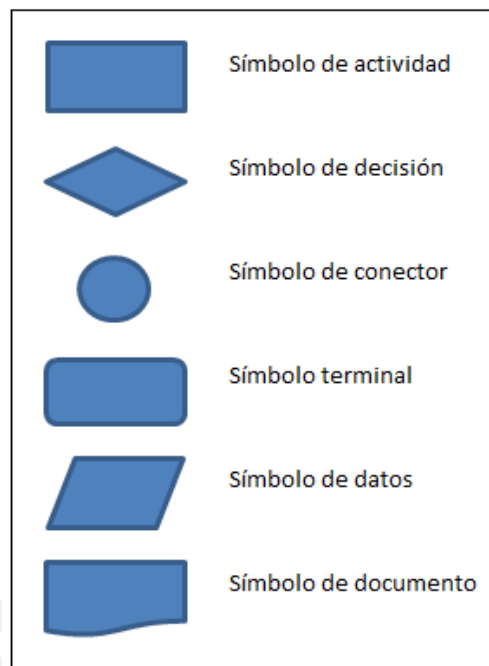


Figura 6. Símbolos del Diagrama de Flujo

Elaboración Propia

1.3.3 Diagrama de Pareto

La lógica de esta herramienta, descrita en el libro de Michalsky (1998), plantea que la mayor parte de las desigualdades de una actividad tienen como causa un número pequeño de factores. Sostiene que el 80% de la actividad es causada por el 20% de los factores, los cuales pueden identificarse a través del diagrama Pareto. Al emplear esta herramienta se obtienen los siguientes beneficios:

- Definir problemas con prioridad a ser atendidos
- Ordenar la ocurrencia de mayor a menor impacto
- Facilitar el proceso de toma de decisiones

El gráfico tiene dos ejes verticales: uno a la izquierda, que ilustra la frecuencia; y otro a la derecha, que muestra el porcentaje acumulativo de dicha frecuencia. Por otro lado, en el eje horizontal se encuentran los pocos factores que requieren atención.

La Figura 7 presenta un ejemplo del Diagrama Pareto.

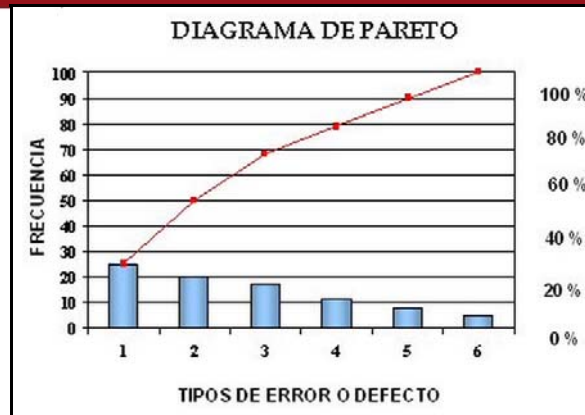


Figura 7. Diagrama Pareto

Fuente: Calidad Total, Fundameca

1.3.4 Diagrama de Causa y Efecto

Esta herramienta, descrita por Innova Marketing (2010), relaciona un problema de desempeño con sus posibles causas, con la finalidad de identificar las principales y jerarquizarlas. De esta manera, las operaciones que no tienen ninguna relación con un problema en particular no aparecen en el diagrama.

Esta técnica de análisis, conocida también como el “diagrama de espina de pescado”, tiene las siguientes características:

- La cabeza representa el problema a evaluar
- Las espinas estructurales se refieren a causas genéricas, tales como personal, metodología, materiales y equipos
- Las espinas menores representan causas más específicas asociadas a cada categoría

Mediante el análisis de este diagrama, se pueden obtener los siguientes beneficios:

- Comprensión clara del problema
- Identificación y clasificación de las causas potenciales
- Propuesta de factores que puedan mejorar el proceso

La Figura 8 muestra la estructura del Diagrama Causa y Efecto.

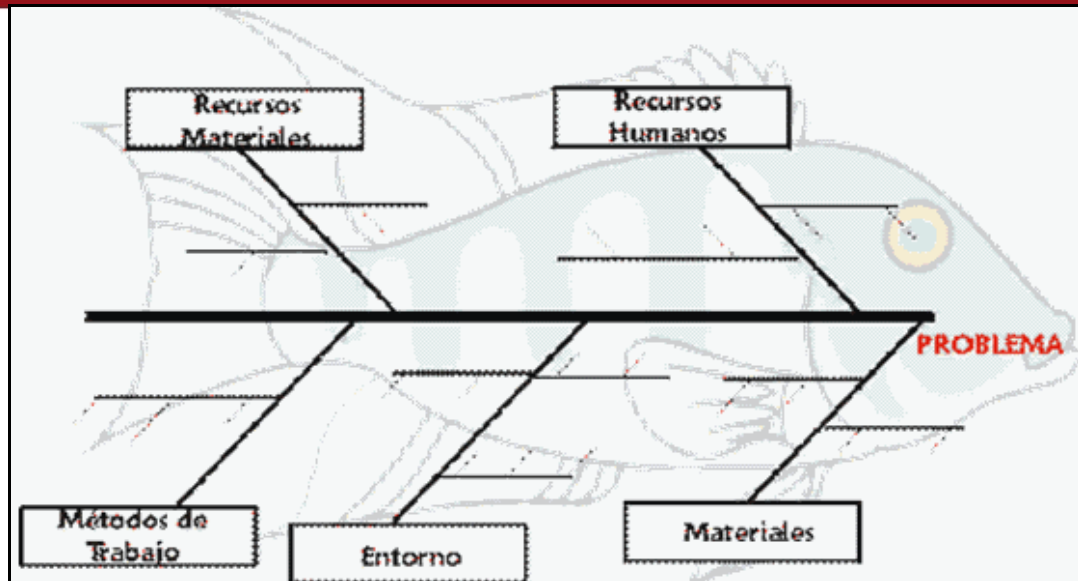


Figura 8. Diagrama Causa y Efecto

Fuente: Innova Marketing (2010)

1.4 Lean Manufacturing

De acuerdo a lo mencionado por Grupo Kaizen y Rajadell (2010), *Lean Manufacturing* es un concepto que tiene como objetivo la eliminación del desperdicio, mediante el empleo de diversas herramientas. Se basa en los siguientes pilares:

- Filosofía de la mejora continua
- Control de la calidad Total
- Eliminación del desperdicio
- Aprovechamiento del potencial a lo largo de la cadena de valor
- Participación de operarios

Lean Manufacturing se define como un conjunto de técnicas enfocadas en la búsqueda continua de mejora y optimización de procesos operativos del sistema de fabricación. Las mejoras deben estar enfocadas a la eliminación del desperdicio o actividades que no aportan valor al producto final, ya que no forman parte de aquello por lo que el cliente se encuentra dispuesto a pagar, logrando el incremento de productividad y rentabilidad de la empresa.

Las técnicas de este concepto se emplean en la optimización de operaciones con el objetivo de lograr tiempos menores de respuesta, mejor atención y servicio al cliente, mejorar calidad y menores costos. Su principio fundamental es que el producto o servicio dirigido al cliente debe ajustarse a los requerimientos y deseos de éste, eliminando los despilfarros en las etapas de producción.

La implantación de *Lean Manufacturing* conlleva a la reducción de costes globales, mientras se mantienen los estándares de calidad y disminuyen los tiempos de ciclo de fabricación. La mayoría de las aplicaciones de estas herramientas se realizan en sistemas de fabricación en serie, línea o repetitiva, en donde se producen bienes estándares a elevada velocidad y en gran volumen, representando un flujo continuo. Sin embargo, para el caso de sistemas productivos de proyectos, su aplicación es válida mediante la adaptación de técnicas específicas incluidas en la filosofía.

Es importante mencionar el concepto de “Despilfarro”, lo que se define como aquello que no añade valor al producto, no siendo esencial para su fabricación. Un despilfarro puede ser de diversos tipos: inventarios, sobre-procesos, tiempos, productos defectuosos, transportes, maquinarias e incluso mano de obra.

Las herramientas de *Lean Manufacturing* que serán útiles para el presente estudio son descritas en las siguientes secciones.

1.4.1 KAIZEN: “Kai (Cambio), Zen (para mejorar)”

Según lo mencionado por Rajadell (2010), es una herramienta de mejora que implica una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas, incurriendo en menores costos. A diferencia de la innovación, que implica un progreso cuantitativo por trabajo de expertos, Kaizen consiste en una acumulación gradual y continua de pequeñas mejoras hechas por los empleados. De esta manera, posee tres componentes esenciales:

- Percepción: descubrir los problemas
- Desarrollo de ideas: hallar soluciones creativas
- Escoger, planificar e implantar la mejor propuesta

En un proceso de mejora continua se integran 2 tipos de avances diferentes:

- Kaizen: mejora de pequeños avances conseguidos con numerosas pero pequeñas mejoras
- Kairyo: mejora de grandes saltos logrados gracias a las innovaciones tecnológicas o de organización, implicando inversiones económicas

La Tabla 3 muestra un comparativo entre Kaizen y Kairyo.

Tabla 3. Kaizen y Kairyo

<i>Kaizen</i>	<i>Kairyo</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Puede y debe implicar a todo el personal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implica a un número limitado de personas.
<ul style="list-style-type: none"> • Se hace el mantenimiento de lo que se tiene y se mejora con un <i>know-how</i> convencional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se construye un nuevo sistema con inversiones o nuevas tecnologías.
<ul style="list-style-type: none"> • Orientación centrada totalmente sobre el personal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Orientación hacia la tecnología.
<ul style="list-style-type: none"> • Requiere el reconocimiento de los esfuerzos incluso antes de los resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza exclusivamente en función de los resultados esperados.
<ul style="list-style-type: none"> • Se obtiene con la utilización de herramientas de calidad y el ciclo PDCA (ciclo de Deming). 	<ul style="list-style-type: none"> • Se obtiene con innovaciones tecnológicas u organizativas.

Fuente: Rajadell y Sanchez (2010)

Kaizen emplea los siguientes instrumentos para llevar a cabo su análisis correcto:

- El Ciclo Deming
- Las 5 S's
- Herramientas estadísticas como Diagrama Pareto y Diagrama de Causa y Efecto

1.4.2 5 S's

Las 5S's, de acuerdo a lo mencionado por Dorbessan (2006), representan un conjunto de herramientas cuya finalidad es crear y mantener limpias y ordenadas las áreas de trabajo, permitiendo tener un ambiente sano y de calidad para el trabajo, eliminando los tiempos muertos y reduciendo costos. Las herramientas se presentan a continuación, con la metodología de estudio mencionada por Paritarios (2011):

✓ **Seiri (Clasificación)**

Consiste en distinguir los objetos necesarios de los que no lo son, manteniéndolos en orden y en un lugar adecuado. Con esta herramienta, se tienen las siguientes ventajas:

- Reducción de necesidades de espacio
- Evita compra de materiales no necesarios
- Aumento de productividad de máquinas y personas involucradas
- Facilita el trabajo y promueve la clasificación

Se pueden realizar las siguientes interrogantes para realizar una adecuada clasificación:

- ¿Qué se debe tirar?
- ¿Qué se debe guardar?
- ¿Qué puede ser útil para otra persona u otra área?
- ¿Qué se debe reparar?
- ¿Qué se debe vender?

✓ **Seiton (Orden)**

Una vez clasificados, los ítems deben ser ordenados con la finalidad de conseguir rápidamente el objeto que se necesite y, del mismo modo, devolverlo a su sitio una vez empleado. De esta manera, cada objeto debe tener una ubicación determinada, un nombre y debe estar disponible en la cantidad, calidad, momento y lugar requeridos. Con ello se logra:

- Menor necesidad de controles de stock
- Fácil transporte interno
- Menor tiempo de búsqueda de elementos necesarios para un proceso determinado
- Evita compra de materiales innecesarios
- Incremento de la productividad de personas y maquinaria
- Proporciona un mejor ambiente de trabajo

Se pueden plantear las siguientes interrogantes para realizar un adecuado proceso de ordenamiento:

- ¿Es posible reducir el stock de un determinado ítem?
- ¿Es necesario que este ítem se encuentre a la mano?
- ¿Cuál es el lugar adecuado para cada objeto?

✓ **Seiso (Limpieza)**

Se refiere explícitamente a la limpieza del lugar de trabajo, la maquinaria y las herramientas. Al mantener esta disciplina se puede, incluso, descubrir diversos problemas de funcionamiento, por ejemplo falla de máquinas o herramientas por estar cubiertas de polvo. Al mantener la limpieza se presentan las siguientes ventajas:

- Mayor productividad de personas, máquinas y materiales
- Evita el reprocesamiento
- Evita pérdidas y daños de materiales y productos
- Brinda una buena imagen a la empresa

Se pueden tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Todo el personal debe limpiar los utensilios y máquinas al terminar de usarlos
- Las mesas, armarios y muebles deben permanecer limpios
- No debe tirarse nada al suelo

✓ **Seiketsu (Estandarización)**

Busca mantener el estado de limpieza y orden alcanzado en las 3 S's anteriores. La calidad y la apariencia van de la mano, es por ello que un ambiente limpio y ordenado generará confianza y seguridad. Así, la estandarización logra:

- Facilitar seguridad en el trabajo
- Ayudar al adecuado desempeño de los trabajadores
- Mejorar la imagen de la empresa
- Elevar el nivel de satisfacción y motivación del personal de trabajo

Se pueden tomar como referencia las siguientes consideraciones para mantener el orden y la limpieza:

- Avisos de peligro y advertencia
- Avisos de mantenimiento productivo
- Recordatorios sobre requisitos de limpieza
- Avisos que ayuden a evitar errores en las operaciones de los diversos lugares de trabajo
- Instrucciones y procedimientos de trabajo definidos

✓ **Shitsuke (Disciplina)**

Hace referencia a tomar como hábito la mejora alcanzada en las 4 S's anteriores, sumándola a los demás quehaceres de cada uno. De esta manera, disciplina se refiere a adquirir la voluntad de crear un entorno de trabajo en base a los hábitos y no precisamente por normas que impongan tener una mejor calidad de vida laboral.

1.4.3 Jidoka

Según lo mencionado por Ingsoftail (2012), Jidoka se refiere a “automatización con un toque humano”, diferente a una máquina automática, que sólo trabaja bajo la supervisión de un operador. Este concepto permite que el proceso tenga su propio

control de calidad, impidiendo que piezas con defectos continúen trabajándose a diferencia de otros sistemas, en donde el control de calidad se realiza al final del proceso. De esta manera el objetivo principal es producir piezas con cero defectos.

Esta herramienta implica etapas de detección del problema y detenimiento del trabajo, las cuales pueden ser llevadas a cabo de manera automática por la misma máquina en uso. Además implica también correcciones, investigación e implementación de medidas, las cuales deben ser analizadas por el operario.

Para complementar la aplicación de esta herramienta se presentan los sistemas Andon, definidos como tableros de luces o señales luminosas cuya función es indicar las condiciones de trabajo de un área de producción, en donde el color o encendido de las mismas hace referencia a la existencia de un problema, eliminando el tiempo involucrado que se tendría al permanecer supervisando la situación. Así, la intervención del operario se basaría solo en la solución.

La Figura 9 muestra la relación entre Jidoka y un sistema Andon.

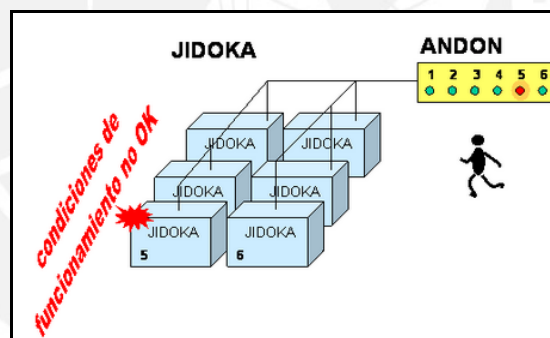


Figura 9. Jidoka

Fuente: Lean Roots (2010)

1.4.4 Poka - Yoke

Significa “a prueba de errores”. Grupo Kaizen (2011) menciona que tiene el objetivo de detectar fallas en los procesos antes de que se concreten. El sistema se encarga de corregir los errores, reduciendo los costos de reproceso y eliminando los problemas de seguridad y errores de funcionamiento. Este tipo de sistema permite inspeccionar y tomar acción inmediata cuando los defectos o errores se llevan a cabo. Debe distinguirse entre estos dos tipos de conceptos:

- Defectos: resultados
- Errores: causas de los resultados

Para obtener el mayor beneficio del sistema Poka-Yoke, las ideas de éste deben ser comunicadas a las personas que trabajan en operaciones semejantes y además, deben ser desarrolladas también por los diseñadores de productos. Incluso deben tenerse en cuenta al momento de realizar compra de nueva maquinaria, ya que se presentarán nuevos procesos.

1.5 TPM (Mantenimiento Productivo Total)

Suzuki (1992) menciona lo siguiente con respecto al TPM:

Mantenimiento

La finalidad de cualquier tipo de mantenimiento de maquinaria o equipo es conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad alta. Dicha disponibilidad de producción depende de dos factores:

- Fiabilidad: tiempo entre fallas
- Mantenibilidad: tiempo incurrido en reparar la falla

Tipos de Mantenimiento

- Mantenimiento Reactivo: basado en la reparación de averías ante su aparición
- Mantenimiento Preventivo: orientado a la búsqueda de posibles fallas con la finalidad de prevenirlas
- Mantenimiento Productivo: posee los mismos principios que el mantenimiento preventivo, además de un plan de mantenimiento para toda la vida útil del equipo

TPM

El TPM es un sistema que tiene como objetivo lograr una eficacia total del sistema de producción mediante la participación de los propios operarios en las actividades de mantenimiento productivo, obteniendo un conocimiento profundo del funcionamiento de las máquinas y herramientas. Del mismo modo que en la calidad, se centra la atención en el origen, lográndose un nivel nulo de averías en la maquinaria y no mediante mantenimientos que reaccionen ante los inconvenientes.

El Mantenimiento Productivo Total se basa en los siguientes principios:

- i. Participación de todo el personal
- ii. Orientación a la eficacia en el sistema de producción y gestión de equipos y maquinaria
- iii. Eliminación de pérdidas antes de que se produzcan
- iv. Buscar cero pérdidas a través del mantenimiento preventivo y el mantenimiento autónomo

Los objetivos principales del TPM son:

- Reducción de averías en los equipos
- Reducción de tiempos de espera y preparación
- Utilización eficaz de los equipos empleados
- Control de la precisión de las herramientas y equipos
- Formación del personal

El personal de producción debe realizar lo siguiente para poder ser un buen colaborador en la búsqueda de cero anomalías de fabricación:

1. Aprender a implantar métodos habituales, tales como ajustes y lubricación para evitar el deterioro de las máquinas
2. Recibir instrucciones referentes a los procedimientos adecuados de manejo
3. Desarrollar una mejor capacidad de detección de signos de deterioro en la maquinaria

Por otro lado, el personal de mantenimiento tiene las siguientes funciones:

1. Ayudar al personal de producción en actividades de mantenimiento autónomo
2. Reparar maquinaria deteriorada
3. Determinar puntos débiles en el diseño de las máquinas
4. Ayudar a los operarios a aumentar sus aptitudes de mantenimiento

1.6 Sistema de Inventarios

Según Krajewski (2008), un sistema de inventarios es el conjunto de políticas y controles que regulan los niveles de inventarios que determinan lo que se debe mantener, en qué momento y cuánto debería ser el volumen de pedidos a realizar.

1.6.1 Tipos de Inventario

Según su uso, se tienen los siguientes tipos de inventario:

- Inventario de Materia Prima
- Inventario de trabajo en proceso
- Inventario de productos terminados

1.6.2 Funciones de Inventario

Según Krajewski (2008), los inventarios tienen las siguientes funciones:

- Satisfacer demanda anticipada
- Sacar ventaja de descuento por cantidad
- Protegerse de la inflación y cambios de precios
- Protegerse de las roturas de inventario
- Permitir que las operaciones continúen

1.6.3 Análisis ABC

Según lo mencionado por Eumed (2010), este principio, basado en la teoría de Pareto, manifiesta que se poseen pocos artículos críticos y un gran número de triviales; y el fin se concentra en esos pocos críticos que generan grandes resultados. Este análisis permite identificar 3 grupos de artículos según su impacto, mostrados en la Figura 10.

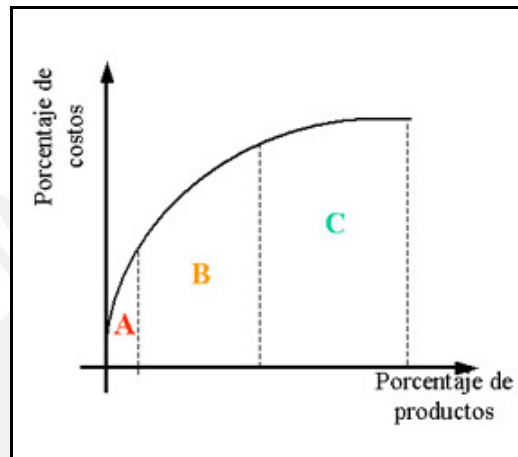


Figura 10. Análisis ABC

Fuente: Investigación - Operaciones (2010)

1.6.4 Sistemas de reabastecimiento

Se tienen dos tipos de sistemas de reabastecimiento:

- Periódico (Sistema P): en donde las entregas son realizadas en intervalos iguales de tiempo.
- Continuo (Sistema Q): en donde el lote se establece con cantidades fijas de productos.

1.6.5 Modelo EOQ

Modelo que trabaja con las siguientes suposiciones:

- La tasa de demanda o consumo es constante
- El tiempo de entrega es conocido y constante

- No se permiten inexistencias
- El costo de mantener el inventario está basado en un inventario promedio

Para este modelo, se tiene definido el tamaño económico de pedido (Q) cuyo cálculo se muestra en la Figura 11.

$$Q = \sqrt{\frac{2SD}{iC}}$$

Figura 11. Cálculo de Q

Fuente: Eumed (2010)

En este cálculo se presentan las siguientes descripciones:

Q : Tamaño económico de pedido

S : Costo de preparación del pedido

D : Demanda del producto

i : Tasa de Inventario referida al mismo periodo de la demanda

C : Costo de producción o de compra

Del mismo modo, en este modelo se identifican los siguientes costos de inventario:

- Costo Producto: $D \cdot C$
- Costo de Adquisición: $(D/Q) \cdot A$
- Costo de posesión: $(Q/2) \cdot (iC)$
- Costo Total: suma de los costos anteriores

1.7 Sistema Kardex

Según Kardex-Remstar (2012), los sistemas Kardex permiten optimizar los costes operativos y de almacenamiento, es decir buscan el almacenamiento fiable y eficiente.

Ese tipo de aplicación al manejo de inventarios en almacenamiento, permite una ganancia de espacio al suelo, debido a la buena utilización del lugar de almacenamiento. Del mismo modo, se logra una mejora en el ajuste de las existencias, control de stock y la correcta administración del inventario.

La Figura 12 muestra un ejemplo de tabla de control Kardex.

EMPRESA COMERCIAL ANDINA NIT: 860830415-2											
MERCANCIAS: Radio METODO: Promedio ponderado											
ARTICULO: Radio marca Fénix REFERENCIA: E-10 CODIGO: 14350520											
FECHA			DETALLE	C.D	ENTRADAS		SALIDAS		SALDOS		COSTO UNITARIO
D	M	A			CANT.	COSTO	CANT.	COSTO	CANT.	COSTO	
01/10/2007			Inventario inicial	1	15	300.000			15	300.000	20.000
05/10/2007			Comp. FAC. Nº 450	2	10	230.000			25	530.000	20.800
07/10/2007			Venta Fac. Nº 120	3			5	104	20	416.000	20.800
10/10/2007			Comp. Fac. Nº 830	4	12	300.000			32	716.000	22.375
15/10/2007			Venta Fac. Nº 121	5			3	67.125	29	648.875	22.375
20/10/2007			Comp. Fac. Nº 850	6	8	212.000			37	860.875	23.267
25/10/2007			Devol. Comp. Fac. Nº 830	7	2	50.000			39	807.875	23.082
28/10/2007			Venta Fac. Nº 122	8			25	577.050	10	230.825	23.082
30/10/2007			Devol. Vent. Fac. Nº 122								
			nota crédito Nº 003	15			7	161.574	17	392.399	23.082
SALDO FINAL						47	978.000	26	585.601	17	392.399
LOCALIZACION: Verina Nº 20				PROVEEDORES: DISTRISON		CIUDAD: Cali		TELEFONO: 9645020			
EXISTENCIA MINIMO: 3				MAXIMO: 20							

Figura 12. Ejemplo de aplicación Kardex

Fuente: Aplicaciones Empresariales (2009)

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

2.1 Aspectos generales

La organización en estudio es una pequeña empresa perteneciente al sector manufacturero con 4 años en el mercado como su actual razón social y con más de 15 años de experiencia en las actividades realizadas por los fundadores de la misma.

La organización cuenta con una planilla de 16 empleados y se dedica a la automatización de procesos industriales que van desde el diagnóstico y diseño hasta la elaboración e implementación de sistemas para manufacturas. De esta manera, tiene como finalidad proveer soluciones para empresas de diferentes magnitudes y sectores, ofreciendo un servicio integrado, adecuándose a cada proceso y requerimiento específico solicitado por el mercado. Debido a la flexibilidad mencionada, logra el reconocimiento y confiabilidad por sus clientes locales y extranjeros, especializándose en la fabricación de máquinas ensambladoras.

2.2 Sector y actividad económica

Según la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU), la empresa pertenece al sector de Fabricación de Máquinas Herramienta, por lo que se encuentra calificada con el código 29221.

2.3 Concepción del cliente y del producto

2.3.1 Productos y Servicio brindados

La empresa se encarga de brindar los siguientes productos y servicios:

- ✓ Automatización Integral, realizando propuestas de mejora en los procesos de producción y manufactura y planteando soluciones integrales de automatización de procesos continuos.
- ✓ Fabricación de maquinaria a partir del ordenamiento de piezas por sistema de vibración electromagnética, permitiendo orientar y alimentar con una velocidad adecuada piezas hacia otros procesos productivos, los cuales pertenecen a una serie de actividades de fabricación en línea de productos masivos, en su mayoría. Así, se logra integrar los procesos de automatización llevados a cabo y deseados por los clientes.
- ✓ Fabricación de partes y piezas para maquinaria.

A continuación se listan las soluciones requeridas más frecuentes realizadas por la empresa:

- Ordenamiento de botellas
- Ordenamiento de tapas oftálmicas
- Ordenamiento de recipientes pequeños
- Ordenamiento y ensamble de tapas de lapiceros
- Máquinas tapadoras de frascos, envases y botellas
- Máquinas ensambladoras
- Fajas transportadoras
- Alimentación automática en procesos de manufactura

2.3.2 El Cliente

Las necesidades de los clientes representan el punto de partida en el desarrollo, diseño e implementación de cada proyecto realizado. De esta manera, se tiene el objetivo de implementar en sus clientes maquinaria que optimice los procesos y ahorre costos, beneficiando el proceso realizado por éstos, incrementando su eficiencia y eficacia.

Como ejemplo de la flexibilidad que presenta la organización, se listan los siguientes ejemplos de proyectos llevados a cabo por la misma:

- Solución de la línea de detergentes - Procter & Gamble
- Línea de envasado de aceites - Móbil
- Máquinas ensambladoras - Faber Castell
- Tapadoras de frascos - Comercial Andina
- Línea envasadora - Shell
- Optimización de la línea de envasado - Innova Andina
- Fabricación de máquinas para diversos procesos - SurPack
- Optimización de Procesos continuos - Campo Sol
- Máquinas Tapadoras de frascos - Edilplast
- Alimentadores para tapas de botellones - Coca Cola
- Máquinas ensambladoras para enchufes - Ticino
- Máquinas ensambladoras - Plásticos Nacionales
- Alimentadores para tapas - Ajinomoto

2.4 Perfil empresarial y principios organizacionales

Misión

La empresa tiene la misión de elevar el nivel de producción de sus clientes, automatizando sus procesos de acuerdo a sus necesidades logrando ser más competitivos.

Visión

La empresa tiene la visión de llegar a ser la empresa líder en automatización de procesos a nivel nacional contribuyendo al desarrollo de la industria.

Política de Calidad

La empresa está comprometida en el cumplimiento de su programa de mejora continua, que involucra atención al cliente, formación de personal y proceso productivo con camino a la excelencia y satisfacción de los requerimientos del cliente.

2.5 Organización y recursos humanos

La organización tiene establecidas responsabilidades específicas de cada área perteneciente a la misma. En la Figura 13 se presenta el organigrama organizacional de la empresa, mientras que en la Figura 14, el organigrama funcional, pudiendo visualizar al personal a cargo de cada área.

A continuación se realiza la descripción general de cada área mostrada en el organigrama general, de acuerdo a los perfiles de los diferentes puestos con los que cuenta la empresa:

- ✓ Gerencia General: Encargada de establecer las políticas, objetivos y metas de la empresa. Además realiza aprobaciones de los diversos proyectos.
- ✓ Soporte Administrativo: Maneja la documentación que ingresa a la Gerencia General. Controla y reporta gastos.
- ✓ Soporte Contable: Tiene la responsabilidad de coordinar las acciones contables, impuestos y pagos.
- ✓ Ventas: Ejerce la función de cumplir con el plan de ventas y tratar con el cliente en el proceso de negociación.
- ✓ Operaciones: Posee la función de preparar los planes de producción de los trabajos a realizar, controlándolos. Prepara las cotizaciones y realiza los requerimientos de materiales e insumos. Se encarga de supervisar a las siguientes Unidades:
 - Unidad de Mecanizado: Apoya en la elaboración del plan de trabajo, coordinando con Operaciones las tareas a realizar. Se encarga de llevar a cabo los planes de producción de trabajo en torno y fresa, referido a trabajos de mecanizado.
 - Unidad de Montaje: Realiza el montaje, pruebas, acabado final y aseguramiento de la puesta en marcha de la maquinaria fabricada para los clientes.

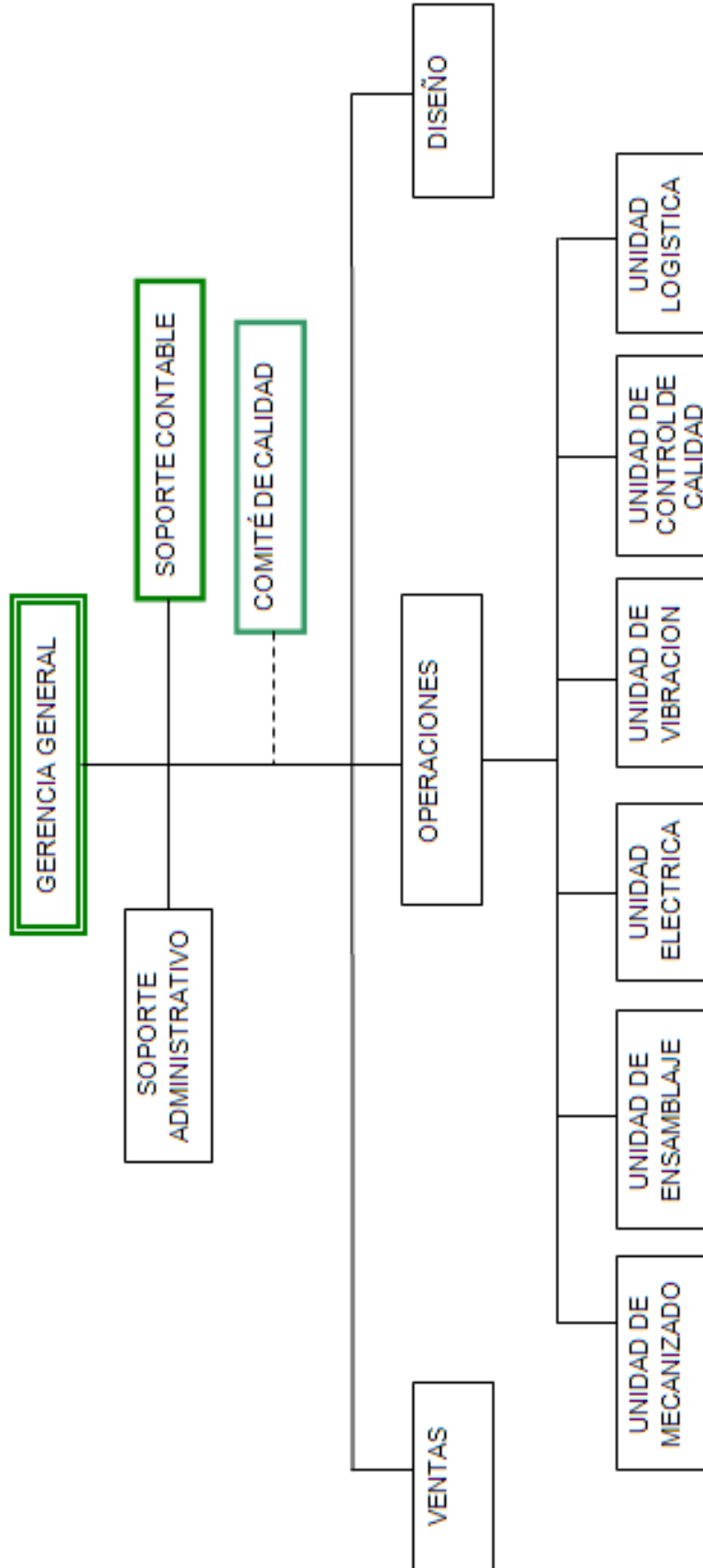


Figura 13. Organigrama general de la empresa

Fuente: Empresa en estudio

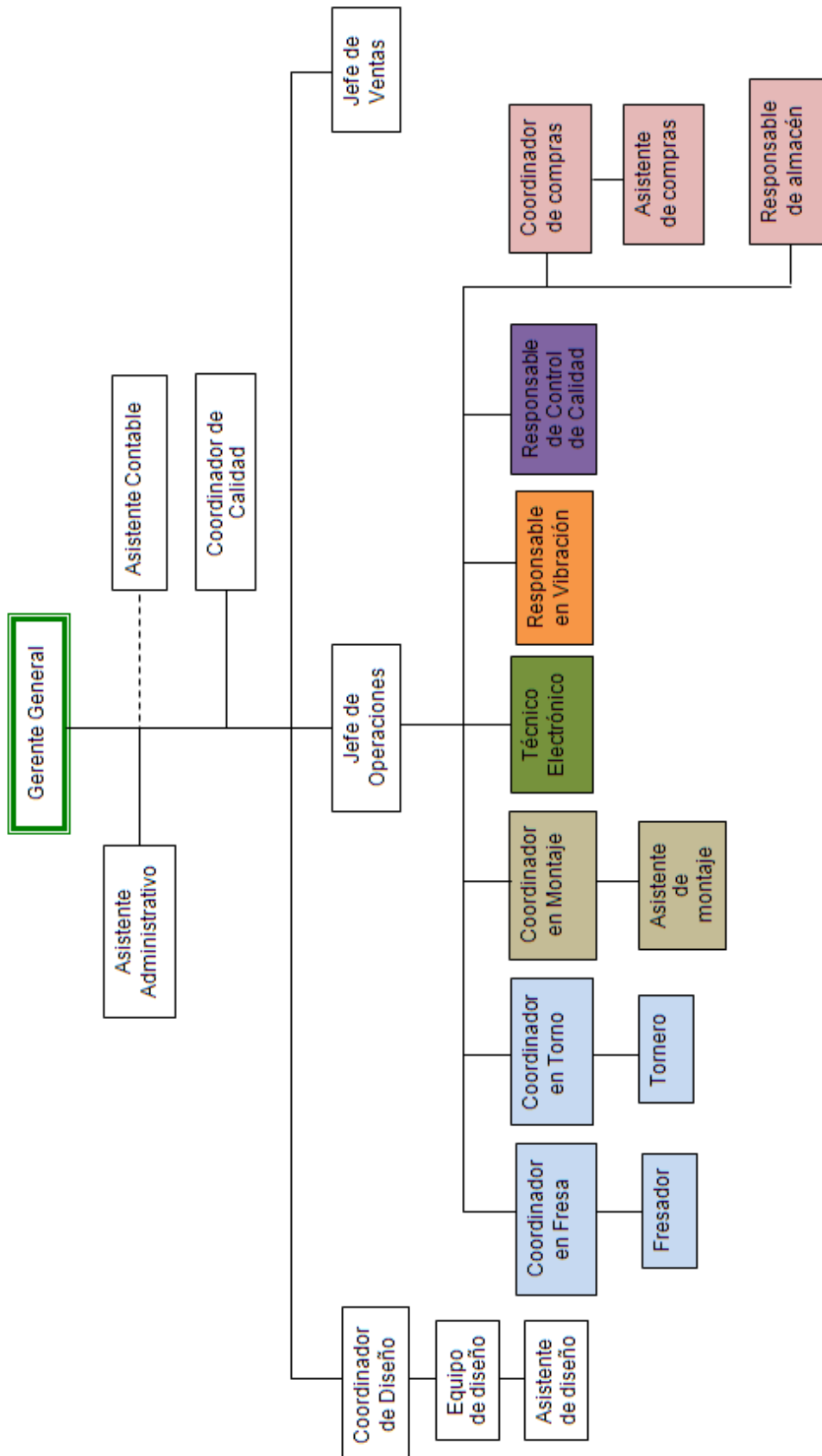


Figura 14. Organigrama funcional de la empresa

Fuente: Empresa en estudio

- Unidad Eléctrica: Encargada de las preparaciones, instalaciones y programaciones eléctricas de la maquinaria a fabricar.
 - Unidad de Vibración: Realiza el mantenimiento, reparación, calibración, montaje, desmontaje y diagnóstico de los sistemas de vibración. Estos últimos son sistemas electromagnéticos que permiten orientar y alimentar con una velocidad adecuada diversas componentes a los procesos productivos de ensamble.
 - Unidad de Control de Calidad: Se encarga de validar los detalles de las componentes que se vienen fabricando en las distintas etapas de mecanizado, con la finalidad de evitar re-procesos e inconvenientes en las demás actividades. Además, reporta las no conformidades encontradas.
 - Unidad Logística: Solicita las cotizaciones de bienes y servicios a los proveedores de acuerdo a las necesidades de abastecimiento. Asimismo, se encarga también de realizar las compras, validando el buen estado de los materiales requeridos. Además, proporciona al personal los insumos y herramientas de trabajo requeridas para el buen desempeño.
- ✓ Diseño: Se encarga de realizar los diseños de la maquinaria a fabricar en coordinación con la Gerencia General, tomando en cuenta las especificaciones técnicas requeridas por el cliente. Del mismo modo coordina y obtiene la validación con las unidades de montaje y mecanizado, con la finalidad de eliminar futuras correcciones cuando el trabajo se esté ya ejecutando.

2.6 Instalaciones y medios operativos

2.6.1 Planta

Para realizar las operaciones respectivas la empresa cuenta con una planta de 310 m² para el proceso productivo en un primer piso, destinando un espacio a sus oficinas interiores, en donde se ubica la recepción, área de contabilidad, área de reuniones y gerencia general. Cuenta también con servicios higiénicos con duchas, vestidores y almacenes de materiales y herramientas.

2.6.2 Tipo de Distribución

La planta presenta un tipo de distribución por proceso debido a que los procesos realizados no son el línea, sino la ubicación de la maquinaria ha sido determinada debido a las funciones similares realiza, tales como área de torno CNC, de máquinas de mecanizado, de tornos, etc. Así, de acuerdo a las operaciones necesarias para procesar una determinada pieza o componente, el material hace un recorrido de acuerdo a la etapa de fabricación que le corresponda, determinada al momento de la planificación de la producción.

2.6.3 Maquinaria

En la Tabla 4 se presenta la maquinaria con la que cuenta actualmente la empresa.

Tabla 4. Equipo de maquinaria de la empresa

Descripción	Cant
Rectificadora Marca Hauni Tipo: Hanseat Serie:12098 Año 1980	1
Fresadora Marca: Natal Modelo: FUV308 Serie: 014 Año: 1977	1
Fresadora Marca: Deckel Modelo: FP2 Serie: 220211676 Año: 1979	1
Centro CNC Marca: LEADWELL Modelo: V-20i Serie:L8TJF1300 Año: 2006	1
Centro CNC Marca: LEADWELL Modelo: V-30 Serie:L2TAA0429 Año: 2011	1
Torno CNC Marca: Shenyang modelo: CAK6150D Serie: JW002 Año: 1995	1
Torno CNC Marca: SMTCL modelo: CAK5085DJ Serie: A31007665 Año: 2010	1
Torno Paralelo Marca: MISAL Modelo: 815/8/11 Serie: 15121 Año: 1980	1
Taladro de columna Marca: Drill and Milling	1
Taladro fresador Marca: SUNLIKE Machinery Modelo: PF-40 Serie: TY9802039	1
Taladro de mesa Marca: Wal Tools Modelo: Drill press Serie: z54113	1
Máquina Soldar Marca: ZENT Modelo: 180AC/DC	1
Máquina soldar Marca SOLANDINA Modelo: TC-230AC	1
Máquina Compresora Marca Weg Modelo: 0015	1

Fuente. Empresa en estudio

2.7 Recursos físicos

Para la fabricación de maquinaria de acuerdo a las diversas solicitudes de los clientes se emplean los siguientes recursos, descritos en forma general:

- Acero: requerido en planchas, las cuales pueden ser de los tipos inoxidables o especiales, como por ejemplo destinados al tratamiento térmico. Los proveedores frecuentes para este material son Cipesa, Bohler y Acepesac.
- Componentes electrónicos: los cuales forman parte del PLC y otras estaciones electrónicas. En este caso, los cables, las tarjetas eléctricas son obtenidos de los proveedores Gramsa y Altronics.
- Otros Insumos: como pernos, brocas, soldaduras y motores son obtenidos de proveedores como Industria del Perno u otros ubicados en centros

2.8 Proceso general

El proceso general de la empresa representa las actividades llevadas a cabo con la finalidad de brindar los productos y servicios requeridos y ofrecidos al cliente. A continuación se muestra el Mapa de procesos de la empresa, en donde se aprecian las interacciones y actividades de las diferentes áreas. Estas relaciones se llevan a cabo con la finalidad de agregar valor al producto final y del mismo modo, se observa el aporte de las actividades de soporte que garantizan el cumplimiento de lo que requiere el cliente, viéndose reflejado el resultado en la satisfacción de este último.

La Figura 15 muestra el Mapa de procesos de la empresa.

2.9 Los procesos en la empresa

La empresa tiene la función general de diseñar y fabricar maquinaria de automatización de acuerdo a las necesidades captadas del cliente. De esta manera, el proceso principal de la organización queda definido como un conjunto de actividades mediante el cual se logra fabricar eficientemente las componentes, estaciones y maquinaria ensamblada requerida para los fines solicitados en el trato con el cliente.

En la Figura 16 se muestra el Diagrama de Flujo general de la empresa en donde se visualiza la interacción del trabajo en las diferentes etapas, teniendo como finalidad lograr el objetivo de cumplimiento del proyecto. En las siguientes secciones se presentará el detalle del trabajo realizado en cada etapa, realizando una descripción detallada del mismo.

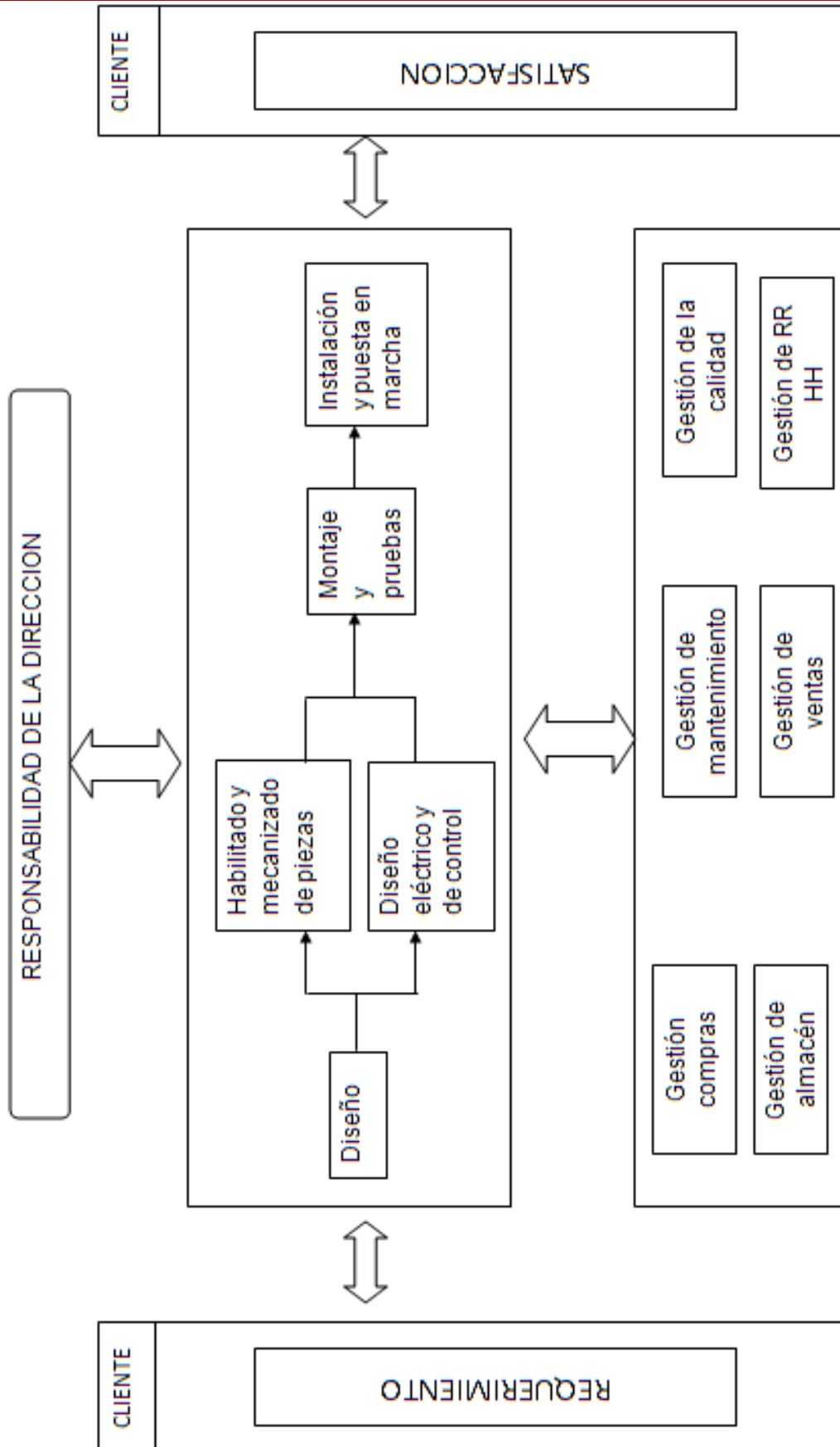


Figura 15. Mapa de procesos de la empresa

Fuente: Empresa en estudio

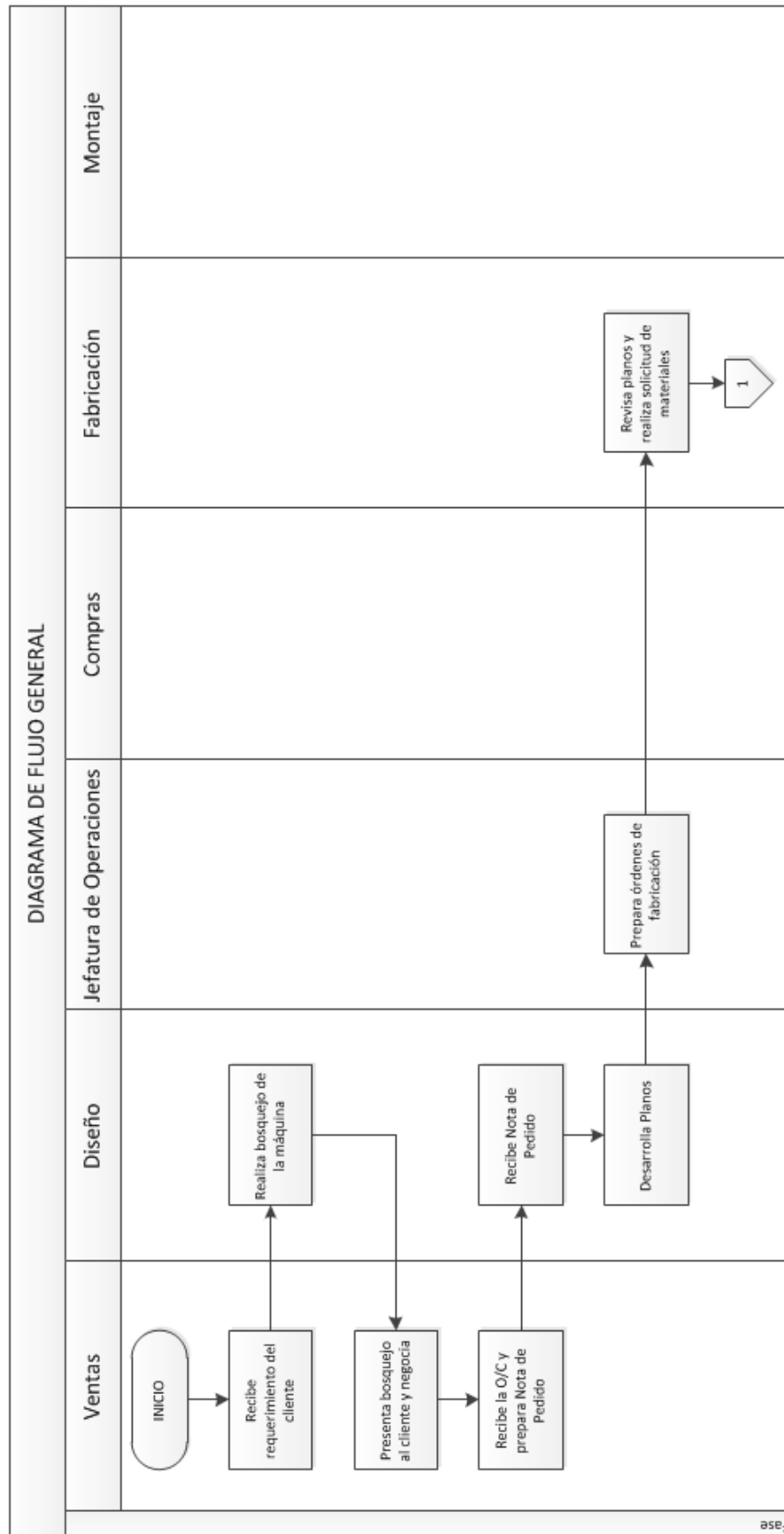


Figura 16. Diagrama de flujo general

Elaboración propia

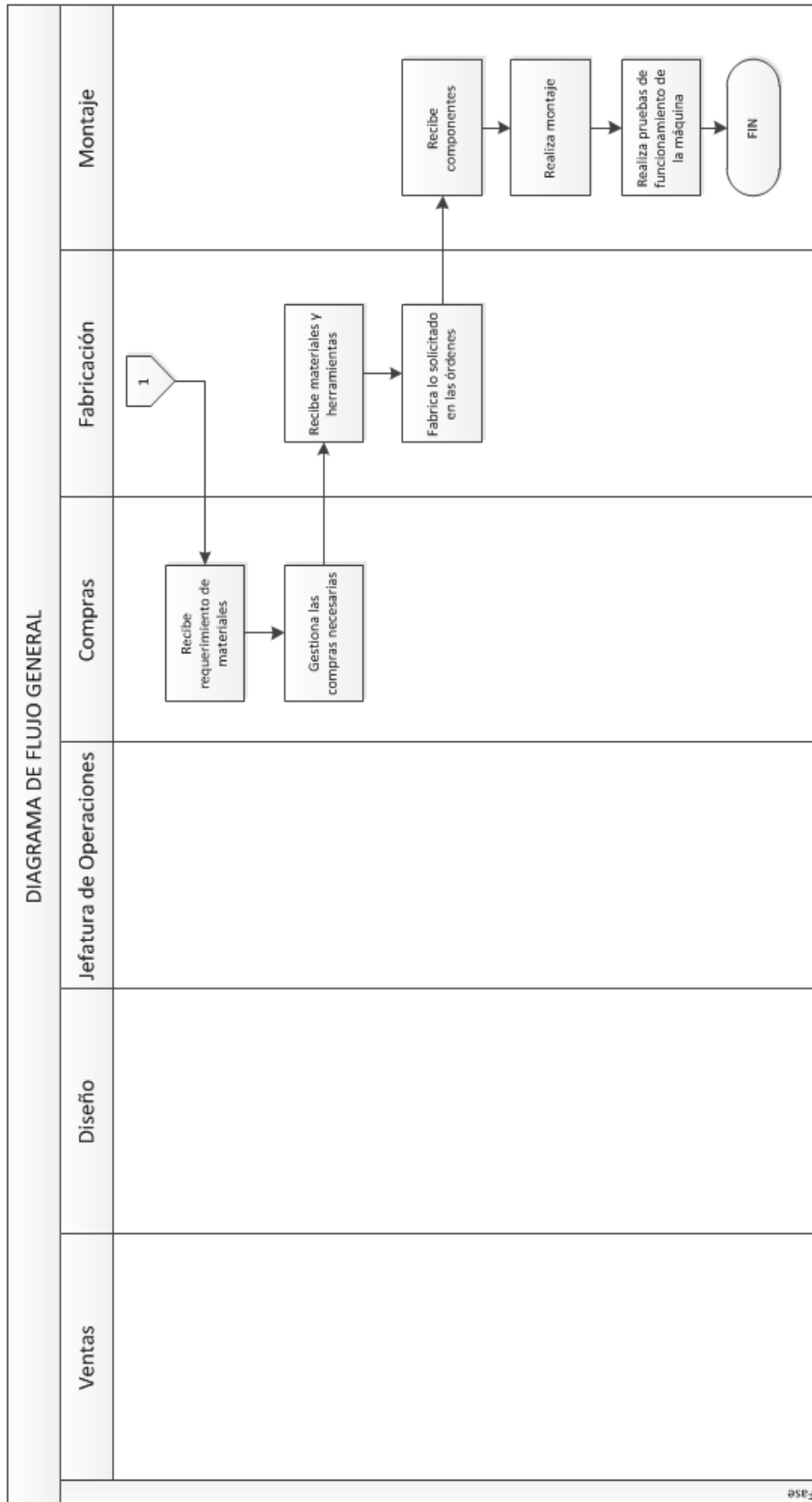


Figura 16. Diagrama de flujo general

Elaboración propia

2.10 Descripción detallada del proceso general

La secuencia que se acaba de mostrar, es válida para cualquier proyecto o máquina a realizar. En la presente sección se realiza la descripción detallada del proceso general llevado a cabo por la empresa, dividido por etapas para facilitar la comprensión y el análisis.

Etapas de Ventas

En esta etapa, el jefe de ventas se encarga de identificar a los posibles clientes, a través de revisiones de base de datos de la empresa, agencias, cámaras de comercio, páginas amarillas, referencias de accionistas, etc. De esta manera, se captan los requerimientos, en donde el cliente expone sus necesidades, solicitando una visita a sus instalaciones.

Una vez identificadas las necesidades, éstas son expuestas al área de diseño quien se encarga de analizar posibles sistemas mecánicos para la máquina y elaborar un pre-diseño del producto que se fabricaría para el cliente, tomando en cuenta la capacidad de cumplir con lo que se plantea y, de esta manera, satisfacer sus requisitos.

Luego, este bosquejo es presentado al cliente, en donde se muestra el diseño general que tendría la máquina y las estaciones que la componen. Además se solicita su conformidad y propuesta de ajustes u otras consideraciones que se crean convenientes en temas del mismo diseño, componentes, precio, modalidades de pago, entregables, es decir, se lleva a cabo el proceso de negociación. Para el caso de los costos, se coordina con el jefe de Operaciones, quien realiza una propuesta de cotización luego de analizar los costos implicados en el proyecto. En caso no se tenga la completa conformidad del cliente, se modifican las condiciones según los acuerdos. Esta etapa culmina con el envío de la orden de compra del cliente con las características pactadas, además la empresa incluye un documento llamado “Nota de Pedido”, en donde se plantean las especificaciones del producto, con el objetivo de evitar correcciones futuras por no contar con los detalles completos.

La Figura 17 esquematiza el proceso llevado a cabo en la etapa de Ventas.

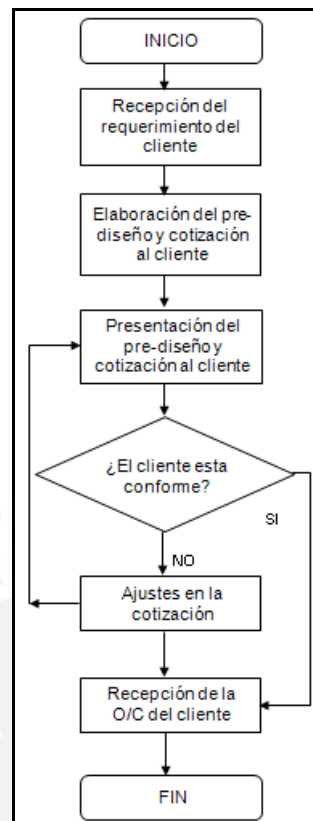


Figura 17. Diagrama de flujo de la etapa de Ventas

Elaboración propia

Etapa de Diseño

Una vez recibida la Nota de pedido de Ventas, el área de diseño elabora de manera específica los planos de diseño de la máquina, estableciendo las partes, componentes, mecanismos y materiales, tomando en consideración las especificaciones técnicas solicitadas por el cliente.

Esta actividad es también replicada para el diseño de todas las componentes, detallando las características de las mismas. Así, el desarrollo de planos se lleva a cabo teniendo como output el diseño del ensamble total y el despiece de éste, pasando por una revisión del equipo completo de esta área y requiriendo una completa aprobación para que los planos puedan ser enviados al área de Operaciones de manera que la planificación de la producción pueda realizarse.

Del mismo modo, el coordinador y el equipo de Diseño, intervienen al momento de revisar los montajes, verificando el funcionamiento de los mecanismos diseñados.

En la Figura 18 se muestra el diagrama de flujo del proceso llevado a cabo en la etapa de Diseño.

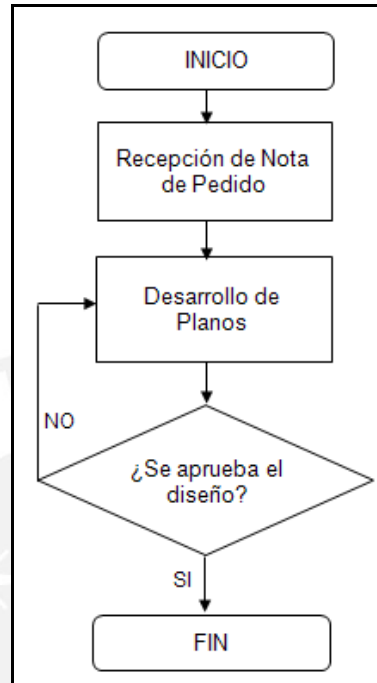


Figura 18. Diagrama de flujo de la etapa de Diseño

Elaboración propia

Etapa de Operaciones

El área de Operaciones integra a las unidades con las que trabaja para realizar las siguientes funciones específicas:

- Una vez recibido el diseño de la máquina y requerimientos de otras áreas, determina los materiales necesarios para la fabricación de los trabajos, desplegando dicho requerimiento a Compras.
- Realiza la planificación de la producción de los trabajos, conjuntamente con los encargados de diseño, mecanizado y ensamblaje, delegándoles sus funciones para el cumplimiento del plan.
- Hace seguimiento a la disponibilidad oportuna de materiales para que el proceso productivo no se vea afectado, teniendo comunicación constante con el área de Compras.
- Durante la fabricación, realiza seguimiento continuo con la finalidad de cumplir con los plazos, especificaciones y planes establecidos.

Etapa de Compras

El área de Compras recibe de Operaciones la lista de materiales que deben comprarse, especificando el tipo de material, cantidad y medidas por cada plano preparado por el área de Diseño para cada componente a fabricar.

En primer lugar, se verifica la existencia en almacenes del requerimiento del material solicitado. De no existir lo requerido en el almacén, se envía la solicitud de cotización a los proveedores respectivos. Posteriormente, se verifica el envío de dicha solicitud y se emite la Orden de compra de acuerdo a los precios enviados por el proveedor, haciendo seguimiento a la entrega oportuna. Finalmente, la compra culmina al verificar, en coordinación con el responsable de almacén, el ingreso del material al almacén, de acuerdo al pedido realizado, validando su buen estado y el cumplimiento de las especificaciones.

En la Figura 19 se esquematiza el proceso llevado a cabo en la etapa de Compras.

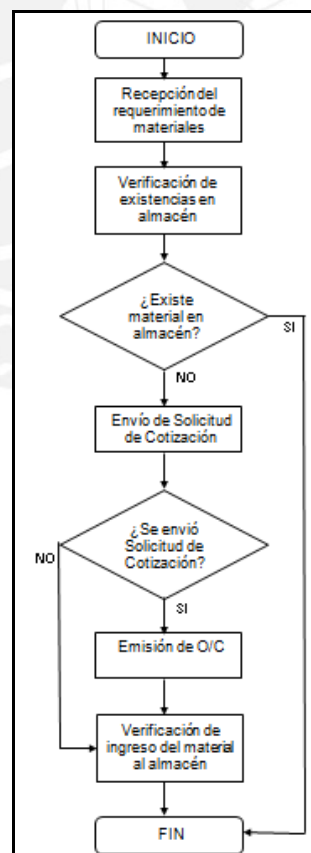


Figura 19. Diagrama de flujo de la etapa de Compras

Elaboración propia

Etapa de Fabricación

La fabricación comprende las siguientes unidades:

- Unidad Eléctrica: El área de Operaciones entrega la Orden de Fabricación al responsable del área eléctrica, quien en seguida hace una revisión detallada de los planos recibidos y coordina cualquier modificación con el área de Diseño. Luego, se elabora la lista de materiales e insumos necesarios para la ejecución de las solicitudes que es entregada al responsable de Operaciones.

Conforme comienza y va avanzando el trabajo, esta área solicita los respectivos materiales que necesita al almacén y elabora las tarjetas y sistemas eléctricos, neumáticos y de control de acuerdo a lo que se necesita. Además, en esta etapa se realizan también la programación en PLC, en base al requerimiento de la maquinaria. Finalmente, se realiza una verificación final de cada componente fabricada, de estar conforme con las especificaciones planteadas se espera a la prueba final del proyecto luego del ensamble; de otro modo, se realizan las modificaciones o correcciones necesarias.

En la Figura 20 se presenta el diagrama de flujo de los procesos llevados a cabo en la unidad eléctrica, dentro de la etapa de fabricación.

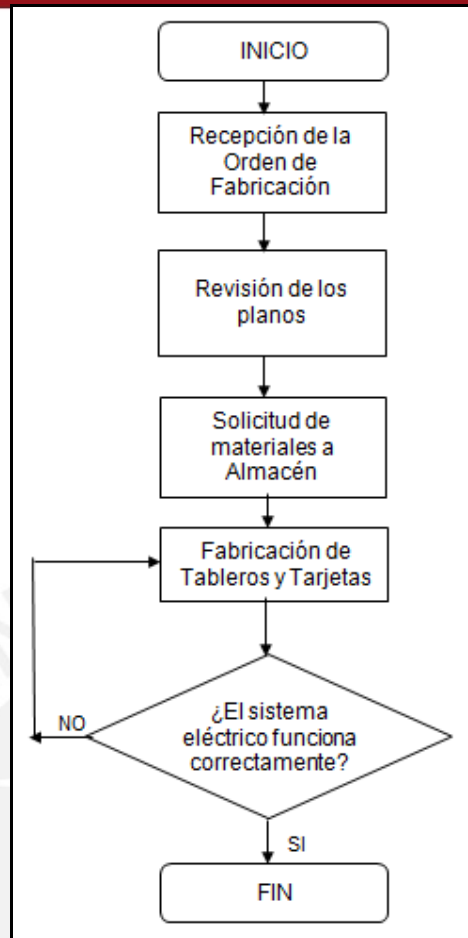


Figura 20. Diagrama de flujo de la etapa de Fabricación – Unidad Eléctrica

Elaboración propia

- Unidad de Mecanizado: En primer lugar, se recibe la orden de fabricación por parte de Operaciones con los planos respectivos. La primera labor del responsable de mecanizado es revisar el plan de producción, verificando la existencia de las herramientas necesarias para la fabricación respectiva que, en caso de no tenerlas, las solicita a Operaciones quien coordinaría con el área de Compras.

Previamente a iniciar con la fabricación, se solicita en Almacén el material a emplear de acuerdo al plano. En seguida, comienza la operación de mecanizado en las máquinas Centro de Mecanizado, Torno o Fresadoras CNC, Torno Convencional o Fresadora Convencional, de acuerdo a lo requerido. Cabe señalar que para los trabajos en maquinaria CNC antes debe realizarse el plano en versión digital para programar el trabajo de la máquina. Luego del mecanizado, se realiza la operación de rectificado, de requerirlo. En este momento, se verifica el estado de la pieza fabricada y, de

requerir trabajo en Banco se realiza, para finalmente pasar a la etapa de control de calidad, en donde se culmina la fabricación de la pieza solicitada. Es necesario mencionar que en esta etapa también se verifican las medidas de las componentes, comparándolas con su respectivo plano, llevando un control de las piezas revisadas y reportando las No conformidades.

La figura 21 presenta el diagrama de flujo de los procesos llevados a cabo en la unidad de mecanizado, dentro de la etapa de fabricación.

Etapa de Montaje

Una vez culminada la etapa de fabricación de las diversas componentes, éstas son pre-ensambladas en lo que se denominan “estaciones”, las cuales se definen como subsistemas de la máquina final a presentar. Así, éstas pueden ser de los siguientes tipos: estación de roscado, estación de sensado, estación de colocación de tapas, estación de alimentación de tapas, etc, las cuales varían de acuerdo al proyecto. Luego, se realiza el montaje de la máquina y las pruebas de funcionamiento. El proceso culmina cuando éstas son exitosas y cumplen con el requerimiento por el que fue fabricada, con los acabados necesarios.

La figura 22 muestra del diagrama de flujo del proceso desarrollado en la etapa de montaje.

En la Figura 23 se presenta el Diagrama PEPSU del proceso general acabado de describir, el cual hace referencia a las diversas etapas comprendidas en el desarrollo de un proyecto para la empresa en estudio.

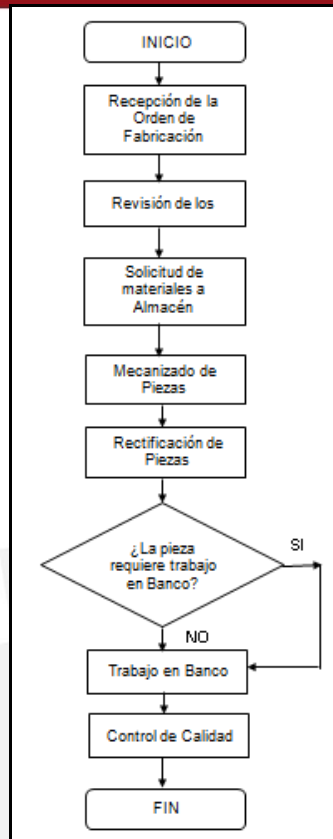


Figura 21. Diagrama de flujo de la etapa de Fabricación – Unidad de Mecanizado

Elaboración propia

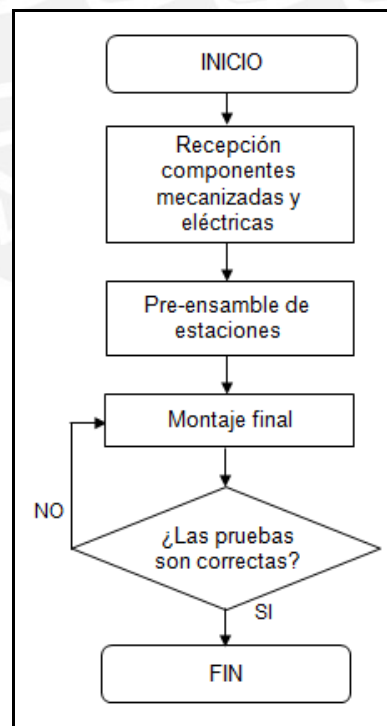


Figura 22. Diagrama de flujo de la etapa de Montaje

Elaboración propia



Figura 23. Diagrama PEPSU

Elaboración propia

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Identificación del problema principal

Una vez descritas las distintas etapas y actividades de los procesos, se debe identificar el problema principal que engloba y determina los secundarios que existen durante el trabajo diario en la empresa.

Desde el momento en que se envía la Orden de Compra, se genera y valida la Nota de Pedido, el tiempo de ejecución del proyecto se empieza a contabilizar, el cual es comunicado al cliente como un plazo de entrega del mismo. Éste se determina de acuerdo al número de estaciones que presentará la máquina a fabricar, según estándares que maneja la empresa.

En la Tabla 5 se muestran los tiempos definidos por la empresa, de acuerdo a la cantidad de estaciones de trabajo que posee la máquina que se fabrica. Estas últimas pueden ser: mecánica, de ensamblaje, de tapado, de dosificado, eléctrica, etc.

Tabla 5. Tiempos estimados de entrega de proyectos

Tipo de máquina	Tiempo de entrega
1 a 2 estaciones	45 días hábiles
3 estaciones	60 días hábiles
4 a más estaciones	90 días hábiles

Fuente: Empresa en estudio

3.1.1 Datos operativos

De acuerdo al análisis de la siguiente sección, los defectos que pueden presentarse en Diseño generan re-procesos o cambios que deben luego ser comunicados y coordinados con los clientes. Del mismo modo, las no conformidades detectadas luego de la inspección en los almacenes generan re-procesos y demoras en la etapa productiva; así como cualquier error durante la etapa de producción,

ocasionará correcciones. Todos los errores acabados de mencionar, afectan directamente el tiempo de entrega de la máquina a fabricar, dilatando la ejecución del proyecto.

De acuerdo a información proporcionada por la empresa, el tiempo de entrega del producto frecuentemente es mayor respecto al comunicado a los clientes, debido a diversos factores que se analizarán en las siguientes secciones.

En la Tabla 6 se muestran las comparaciones de tiempos supuestos con los reales de los últimos 5 proyectos realizados.

Tabla 6. Comparación de Tiempos estimados Vs Tiempos reales

Máquina a fabricar	Tiempo estimado	Tiempo Real
Ensambladora de tapas de Sillao	90 días	110 días
Ensambladora de tapas de Shampoo	90 días	140 días
Ensambladora de tapas de Goma	90 días	120 días
Tapadora de Goteros	90 días	150 días
Ensambladora de tapas para Suero	90 días	90 días

Fuente: Empresa en estudio

Respecto a este análisis puede definirse, preliminarmente, al tiempo total de ejecución del proyecto como el problema principal de este estudio.

Las comparaciones registradas en la tabla anterior se realizaron para máquinas ensambladoras, las cuales poseen de 4 a 6 estaciones en promedio, por ello la cantidad de días como tiempo estimado. Éstas son comúnmente elaboradas por la empresa en estudio por lo que una máquina ensambladora puede identificarse como producto estándar o clave, sometida a variaciones en detalles de su elaboración de acuerdo al requerimiento del cliente.

3.1.2 Opinión de clientes

Por otro lado, para poder identificar oportunidades de mejora continua, la empresa lleva a cabo encuestas de satisfacción al cliente. Así, emplea escalas de calificación en dicha herramienta para que el cliente pueda brindar su opinión:

- 1 = Muy Satisfecho
- 2 = Satisfecho
- 3 = Regular
- 4 = Insatisfecho
- 5 = Muy Insatisfecho

En el Anexo 1 se muestra el modelo de encuesta de satisfacción que se realiza a los clientes.

En la Tabla 7 se muestran los resultados de las encuestas de los últimos 4 trabajos entregados y puestos en marcha.

Tabla 7. Resultados de Encuesta de Satisfacción

SATISFACCIÓN GENERAL		CALIFICACIÓN					
		EMP 1	EMP 2	EMP 3	EMP 4	Puntaje por Criterio	% Criterio
Criterio 1	La amabilidad al ofrecer el producto	4	5	4	5	18	12%
Criterio 2	La información que se le brinda al ofrecer los servicios	4	5	4	4	17	11%
Criterio 3	La comprobación con el cliente para asegurar conocer exactamente cuáles son sus necesidades y expectativas al hacer su pedido	4	5	4	4	17	11%
Criterio 4	La búsqueda para adecuarse a las necesidades de producto y/o servicio del cliente	4	5	4	4	17	11%
Criterio 5	La comunicación de todo cambio (características del producto y/o tiempo de entrega) en los términos de venta	3	5	4	3	15	10%
Criterio 6	La calidad (especificaciones técnicas) ofrecida del producto	5	5	4	4	18	12%
Criterio 7	El tiempo de entrega del producto	3	3	3	3	12	8%
Criterio 8	Nivel de respuestas a consultas y requerimientos	4	5	4	4	17	11%
Criterio 9	Satisfacción general del producto	4	5	4	4	17	11%

Nivel de satisfacción	78%	96%	78%	78%	148
------------------------------	------------	------------	------------	------------	------------

Fuente: Empresa en estudio

En la Figura 24, pueden observarse los resultados de la satisfacción mostrada en las encuestas de una manera gráfica.

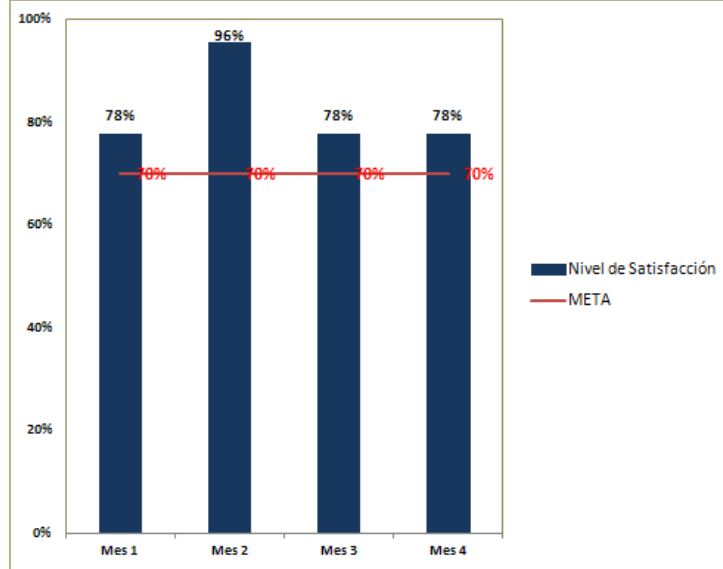


Figura 24. Resultados gráficos de Encuesta de Satisfacción

Elaboración propia

De acuerdo a los resultados observados y a la revisión de las encuestas respondidas por los clientes, los criterios que obtuvieron más baja calificación fueron:

- Comunicación de los cambios realizados
- Tiempo de entrega del producto

En la Figura 25 se puede observar la proporción de cada criterio de evaluación según los resultados mostrados.

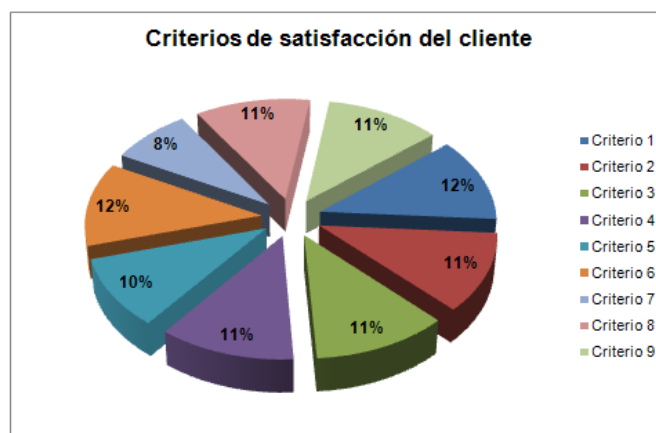


Figura 25. Resultados de los criterios de la Encuesta de Satisfacción

Elaboración propia

La comunicación de los cambios realizados, así como la aprobación de los mismos, requiere de un proceso adicional, incrementando el tiempo de ejecución del proyecto. De esta manera, se confirma también que el problema principal, ocasionado por las diversas causas y que se ve reflejado en la opinión de los clientes en las encuestas, es el siguiente: **Tiempo total de ejecución del proyecto.**

En la Figura 26 se presenta de manera gráfica la determinación del problema principal a solucionar, cuyas causas deben detectarse y atacarse en los análisis siguientes.

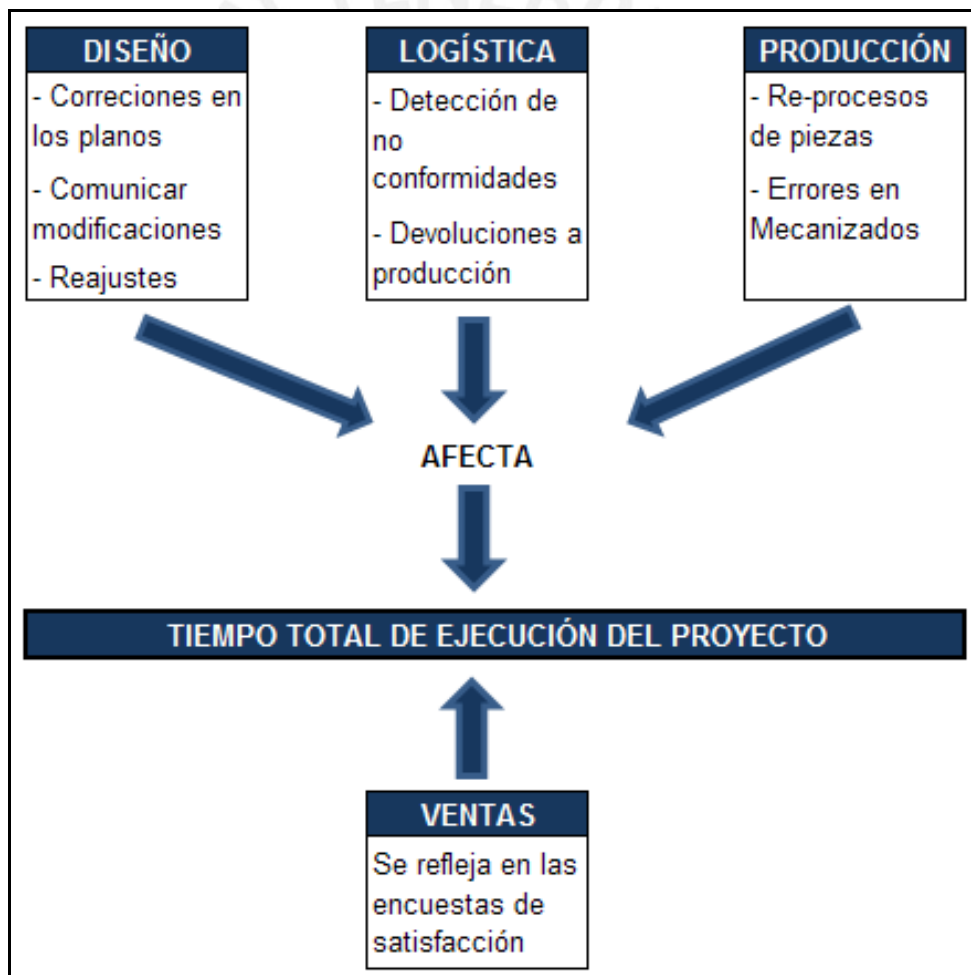


Figura 26. Problema Principal del estudio

Elaboración Propia

3.2 Diagnóstico de la situación actual

3.2.1 Lluvia de ideas sobre el problema principal

En base a la descripción de los procesos y a la identificación del problema principal, se procede a elaborar una “Lluvia de ideas” sobre las posibles causas de este último. Esta herramienta (Alex Osborne, 1941), realizada en conjunto con diversos integrantes de la organización, facilita el surgimiento de las ideas concernientes a los problemas que afectan a la empresa y que se despliegan a todas las áreas. De este modo, es útil para la identificación y clasificación de problemas, sub-problemas y causas, pudiendo visualizarlos de una manera más ordenada priorizando las soluciones.

En la Tabla 8 se muestra la Lluvia de idea referidas al problema principal.

Tabla 8. Lluvia de Ideas del problema principal

LLUVIA DE IDEAS	
1	Falta de material
2	Ausencia de control de stock
3	Se dispuso del material para otro trabajo
4	Pérdida del material
5	Falta de notificación de la disponibilidad de materiales
6	Ruptura del material
7	No se realiza inspección a las compras
8	Material adquirido no cumple con las especificaciones deseadas
9	Material está disponible fuera de tiempo
10	Falta de herramientas y repuestos
11	Demora en la disponibilidad de herramientas
12	Demora en ubicar herramientas
13	Proveedores de herramientas son difíciles de encontrar
14	Pérdida de herramientas
15	Cantidad insuficiente de herramientas
16	Herramientas sin calibrar
17	Ausencia de un plan definido de mantenimiento de máquinas
18	No se aprovecha completamente el uso de las máquinas
19	Tiempo incurrido en la preparación de la máquina para operar
20	Error en la programación de CNC

LLUVIA DE IDEAS

- 21 Distribución de máquinas no es óptima
- 22 Personal no conoce completamente sus funciones
- 23 Personal poco capacitado para el manejo de maquinaria CNC
- 24 Ausencia de un programa de capacitación
- 25 Falta de evaluación del personal
- 26 Personal no respeta las revisiones / inspecciones correspondientes
- 27 Personal no disponible para la aprobación de planos
- 28 Tiempo improductivo
- 29 Espera para el uso de máquinas
- 30 Demora en la ejecución
- 31 Necesidad de modificaciones en los planos
- 32 Falta de especificaciones de medidas en planos
- 33 Falta de especificaciones del pedido del cliente
- 34 Desórdenes en los planos de diseño
- 35 Cruce entre mecanizado y diseño
- 36 Seguimiento incorrecto a las compras
- 37 Ausencia de un control de la producción
- 38 Necesidad de re-procesos
- 39 Trabajo de mecanizado con material equivocado
- 40 Mala toma de datos y medidas
- 41 Falta de manejo de estándares de tiempo
- 42 Falta de planificación del montaje
- 43 No existe un control establecido para el montaje
- 44 No hay seguimiento a trabajos con terceros
- 45 Falta de planes de contingencia ante cumplimientos importantes
- 46 Manejo de indicadores
- 47 Falta de evaluación y conocimiento de indicadores
- 48 Personal no conoce el tiempo de ejecución del proyecto

Elaboración propia

3.2.2 Diagrama Causa – Efecto

En la Figura 27 se presenta el uso de una herramienta empleada con la finalidad de identificar y agrupar las causas raíces que afectan al problema principal de la empresa: Diagrama Causa – Efecto, cuya elaboración se basa en la Lluvia de ideas acabada de presentar. El uso de esta herramienta, permite clasificar las causas en las siguientes variables: Materiales, Máquinas y Herramientas, Personal y Métodos.

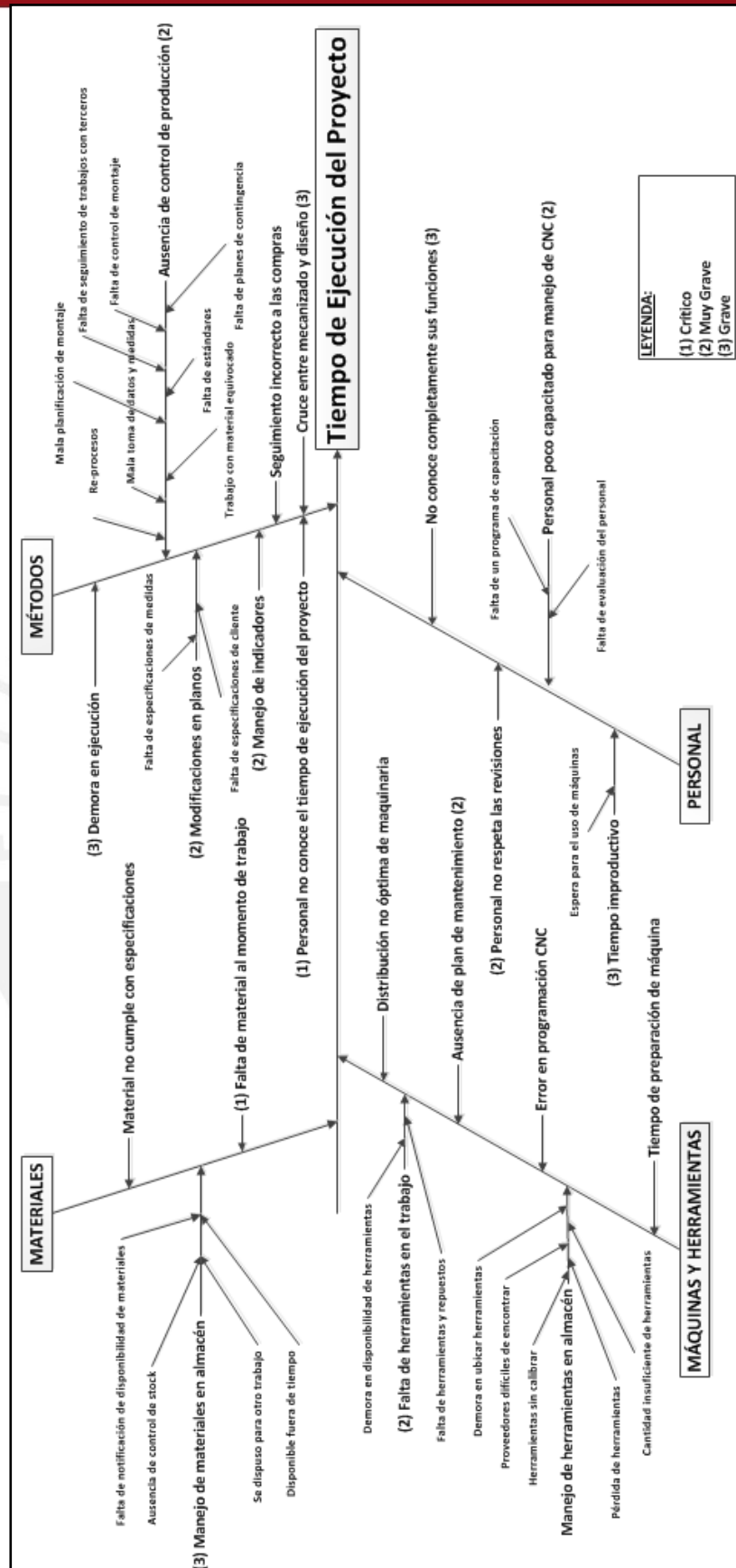


Figura 27. Diagrama Causa-Efecto

Elaboración propia

3.3 Identificación de oportunidades de mejora

Una vez realizado el análisis y mostradas las diversas causas que pueden ocasionar el problema principal del presente estudio, se deben identificar las oportunidades de mejora y priorizar las que podrían o deberían ser aplicadas.

3.3.1 Encuesta de procesos

La identificación de las oportunidades de mejora de este estudio parte de la realización de una encuesta hacia el personal a mando e involucrado en los distintos procesos que contribuyen a que el tiempo de ejecución del proyecto se vea afectado y se produzcan retrasos en la entrega. Esta encuesta tiene el objetivo de identificar, de acuerdo a opinión del propio personal, las principales causas que afectan al problema principal.

Los datos tomados han sido posibles gracias al aporte de las siguientes personas:

- VTA: Jefe de Ventas y participante del Equipo de Diseño
- DIS: Miembro del Equipo de Diseño y Encargado de Montaje
- OPR: Jefe de Operaciones
- EM1: Encargado de Mecanizado (Torno)
- EM2: Encargado de Mecanizado (Fresa)

Es importante también mencionar las calificaciones posibles que se reflejan en la encuesta hacia las principales causas que afectan al problema principal mencionado. Para ello se emplean las siguientes escalas respecto al grado de influencia o contribución que éstas poseen:

- 5 = Completa
- 4 = Mucha
- 3 = Regular
- 2 = Poca
- 1 = Muy Poca

En la Tabla 9 se presentan los resultados de la encuesta realizada. Las causas mostradas en dicho cuadro parten de la Lluvia de Ideas y del Diagrama Causa – Efecto mostrados anteriormente. Asimismo, éstas se encuentran agrupadas de acuerdo a la clasificación que se hizo para elaborar el Diagrama Causa – Efecto.

Tabla 9. Resultados de la encuesta realizada al personal

PROBLEMA PRINCIPAL: Tiempo total de Ejecución del proyecto		PARTICIPANTES					PUNTAJE TOTAL
		VTA	DIS	OPR	EM1	EM2	
1	MATERIALES	CONTRIBUCIÓN					
1.1	Falta de material e insumos al momento del trabajo	4	4	3	4	3	18
1.2	Manejo de materiales en almacén						14.3
1.2.1	Se dispuso del material para otro trabajo	3	3	3	3	2	14
1.2.2	Ausencia de control de stock	3	3	3	4	1	14
1.2.3	Falta de notificación de la disponibilidad de materiales	2	4	1	4	2	13
1.2.4	Material está disponible fuera de tiempo	3	4	2	4	3	16
1.3	Material adquirido no cumple con las especificaciones deseadas	1	2	1	3	1	8
2	MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS	CONTRIBUCIÓN					
2.1	Falta de herramientas al momento del trabajo						16
2.1.1	Falta de herramientas y repuestos	3	3	3	4	3	16
2.1.2	Demora en la disponibilidad de herramientas	3	4	3	4	2	16
2.2	Manejo de herramientas en almacén						12.4
2.2.1	Demora en ubicar herramientas	3	3	1	3	1	11
2.2.2	Proveedores de herramientas son difíciles de encontrar	3	3	1	3	4	14
2.2.3	Pérdida de herramientas	3	2	1	2	1	9
2.2.4	Cantidad insuficiente de herramientas	4	3	2	4	3	16
2.2.5	Herramientas sin calibrar	3	3	3	2	1	12
2.3	Ausencia de un plan definido de mantenimiento de máquinas	2	3	4	4	2	15
2.4	Tiempo incurrido en la preparación de la máquina para operar	3	3	1	2	1	10
2.5	Error en la programación de CNC	1	4	1	1	1	8
2.6	Distribución de máquinas no es óptima	2	2	1	1	1	7

3		PERSONAL		CONTRIBUCIÓN				
3.1	Personal no conoce completamente sus funciones	3	4	1	3	2	13	
3.2	Personal poco capacitado para el manejo de maquinaria CNC						15.5	
3.2.1	Ausencia de un programa de capacitación	5	3	4	2	2	16	
3.2.2	Falta de evaluación del personal	3	4	3	3	2	15	
3.3	Personal no respeta las revisiones / inspecciones correspondientes	2	4	2	3	4	15	
3.4	Tiempo improductivo						13	
3.4.1	Espera para el uso de máquinas	3	3	3	3	1	13	
4		MÉTODOS		CONTRIBUCIÓN				
4.1	Demora en la ejecución	2	3	3	4	2	14	
4.2	Necesidad de modificaciones en los planos						15	
4.2.1	Falta de especificaciones de medidas en planos	3	4	2	3	3	15	
4.2.2	Falta de especificaciones del pedido del cliente	1	5	2	3	4	15	
4.3	Cruce entre mecanizado y diseño	2	3	2	3	3	13	
4.4	Seguimiento incorrecto a las compras	2	3	2	4	1	12	
4.5	Ausencia de un control de la producción						15.3	
4.5.1	Necesidad de re-procesos	4	3	2	3	2	14	
4.5.2	Trabajo de mecanizado con material equivocado	2	4	1	4	1	12	
4.5.3	Mala toma de datos y medidas	1	5	1	4	3	14	
4.5.4	Falta de manejo de estándares de tiempo	2	4	3	3	4	16	
4.5.5	Falta de planificación del montaje	2	4	4	4	4	18	
4.5.6	No existe un control establecido para el montaje	2	4	4	3	5	18	
4.5.7	No hay seguimiento a trabajos con terceros	3	3	1	3	1	11	
4.5.8	Falta de planes de contingencia ante cumplimientos importantes	4	5	4	3	3	19	
4.6	Falta de evaluación y conocimiento de indicadores	3	4	3	3	3	16	
4.7	Personal no conoce el tiempo de ejecución del proyecto	3	5	4	4	3	19	

Elaboración Propia

En la tabla anterior se presentan subcategorías desagregadas luego de los 4 tipos de causas presentadas en el Diagrama Causa-Efecto. De esta manera, se muestra un promedio del puntaje obtenido en la encuesta para cada subcategoría, en la medida que abarque otros comentarios detallados de la tabla. Así, puede

observarse que los puntajes más altos, en promedio, son para las categorías Métodos, en primer lugar y personal, en segundo.

3.3.2 Identificación de Causas más importantes del problema

Con los puntajes obtenidos de la encuesta realizada a los principales actores de los procesos, se procede a elaborar un ranking con la finalidad de identificar las causas más influyentes en el problema principal. Para dicho propósito, se consideran las causas principales de los cuatro aspectos considerados en la clasificación (Materiales, Máquinas y Herramientas, Personal y Métodos), sin ahondar en las más detalladas, ya que forman parte de las generales.

En el Tabla 10 pueden visualizarse las causas principales consideradas en el análisis realizado con sus respectivas calificaciones.

Tabla 10. Calificación de Causas Principales del problema

Ítem	Descripción	Calificación
4.7	Personal no conoce el tiempo de ejecución del proyecto	19
1.1	Falta de material e insumos al momento del trabajo	18
4.6	Falta de evaluación y conocimiento de indicadores	16
2.1	Falta de herramientas al momento del trabajo	16
3.2	Personal poco capacitado para el manejo de maquinaria CNC	15.5
4.5	Ausencia de un control de la producción	15.3
3.3	Personal no respeta las revisiones / inspecciones correspondientes	15
2.3	Ausencia de un plan definido de mantenimiento de máquinas	15
4.2	Necesidad de modificaciones en los planos	15
1.2	Manejo de materiales en almacén	14.3
4.1	Demora en la ejecución	14
3.1	Personal no conoce completamente sus funciones	13
3.4	Tiempo improductivo	13
4.3	Cruce entre mecanizado y diseño	13
2.2	Manejo de herramientas en almacén	12.4
4.4	Seguimiento incorrecto a las compras	12
2.4	Tiempo incurrido en la preparación de la máquina para operar	10
2.5	Error en la programación de CNC	8
1.3	Material adquirido no cumple con las especificaciones deseadas	8
2.6	Distribución de máquinas no es óptima	7

Elaboración Propia

La tabla anterior muestra las causas principales ordenadas, por los puntajes obtenidos en las encuestas, de mayor a menor. Es de esta manera que pueden observarse las que tienen mayor incidencia en causar el problema principal de este estudio. Así, se identifican al desconocimiento del tiempo total de ejecución de proyecto y a la falta de materiales e insumos al momento del trabajo como las causas más significativas.

En la Figura 28 se observa el ranking gráfico de las causas principales, ordenadas de acuerdo a su calificación.

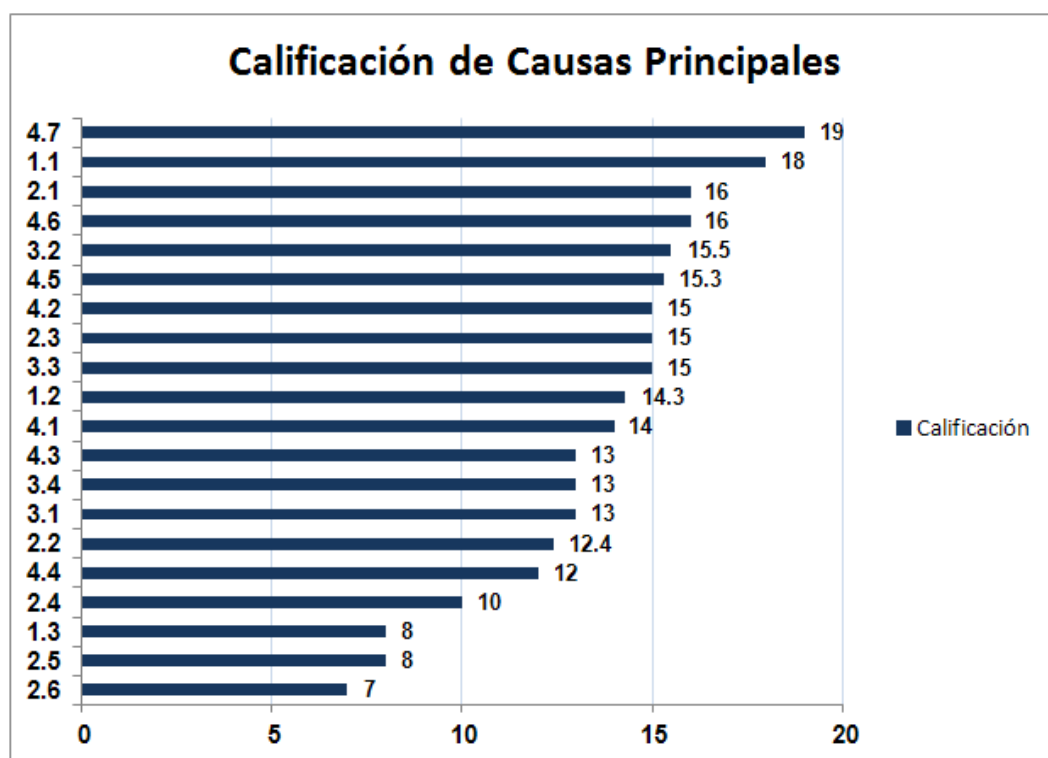


Figura 28. Ranking de causas principales

Elaboración propia

Luego de visualizar el análisis de la calificación de la encuesta, se realiza un análisis Pareto, de manera que pueda identificarse en porcentaje de contribución acumulativo de cada causa del total que se plantean. Esta información se presenta en la Tabla 11.

3.4.3 Selección de oportunidades de mejora

De acuerdo al análisis presentado en el diagnóstico y la identificación de las causas principales, es posible desprender de éstos las oportunidades de mejora que se presentarán como propuesta.

Tabla 11. Clasificación Pareto de Causas Principales

Ítem	Descripción de la causa principal	Calificación	ACUM	%
4.7	Personal no conoce el tiempo de ejecución del proyecto	19	19	7%
1.1	Falta de material e insumos al momento del trabajo	18	37	14%
4.6	Falta de evaluación y conocimiento de indicadores	16	68	25%
2.1	Falta de herramientas al momento del trabajo	16	84	31%
3.2	Personal poco capacitado para el manejo de maquinaria CNC	15.5	99.5	37%
4.5	Ausencia de un control de la producción	15.3	114.8	43%
3.3	Personal no respeta las revisiones / inspecciones correspondientes	15	129.8	48%
2.3	Ausencia de un plan definido de mantenimiento de máquinas	15	52	19%
4.2	Necesidad de modificaciones en los planos	15	144.8	54%
1.2	Manejo de materiales en almacén	14.3	159.1	59%
4.1	Demora en la ejecución	14	173.1	64%
3.1	Personal no conoce completamente sus funciones	13	186.1	69%
3.4	Tiempo improductivo	13	199.1	74%
4.3	Cruce entre mecanizado y diseño	13	212.1	79%
2.2	Manejo de herramientas en almacén	12.4	224.5	83%
4.4	Seguimiento incorrecto a las compras	12	236.5	88%
2.4	Tiempo incurrido en la preparación de la máquina para operar	10	246.5	91%
2.5	Error en la programación de CNC	8	254.5	94%
1.3	Material adquirido no cumple con las especificaciones deseadas	8	262.5	97%
2.6	Distribución de máquinas no es óptima	7	269.5	100%

Elaboración Propia

En la Tabla 12 se muestran las oportunidades de mejora de acuerdo al análisis de las causas principales que tienen los 2 puntajes más altos, que abarcan el 15% del total y, tal como se mostrará, se tienen 4 propuestas para las mismas.

Tabla 12. Identificación de oportunidades de mejora

Ítem	Descripción de la causa principal	Calificación	Oportunidades de mejora
4.7	Personal no conoce el tiempo de ejecución del proyecto	19	Elaboración de un programa de coordinación y comunicación interna empleando Jidoka y Poka - Yoke
1.1	Falta de material e insumos al momento del trabajo	18	Reestructurar el flujo de trabajo de Diseño
			Elaboración de una política de inventario de materiales frecuentes
			Implementación de 5 S's para orden y limpieza en almacén

Elaboración Propia

Según lo mostrado por la tabla anterior, se presentan 4 oportunidades de mejoras, las mismas que hacen referencia a las mejoras a implementar. Estas últimas serán descritas con detalle en el siguiente capítulo, con la finalidad de atacar a las causas principales diagnosticadas que afectan al tiempo total de ejecución del proyecto.

CAPÍTULO 4: PROPUESTAS DE MEJORA

El presente capítulo describe con detalle las oportunidades de mejora identificadas en la sección anterior. De manera general, se tienen las siguientes propuestas:

- Reestructurar el flujo de trabajo de Diseño, en donde se propone expandir el trabajo de esta área, abarcando una planificación del trabajo total a realizar, contando oportunamente con los materiales y herramientas necesarios.
- Elaboración de una política de inventario de materiales frecuentes, previniendo la falta de éstos para los procesos productivos.
- Implementación de la herramienta 5 S's como soporte del orden y limpieza en almacenes de materiales e insumos.
- Elaboración de un programa de coordinación y comunicación interna que permita informar efectivamente al personal, conociendo las prioridades y secuencia de operaciones, así como el manejo de indicadores.

La Tabla 13 muestra la presentación acabada de describir de las propuestas de mejora.

Tabla 13. Presentación de propuestas de mejora

Propuesta de mejora	Descripción de las causas a atacar
Reestructurar el flujo de trabajo de Diseño	Falta de materiales e insumos al momento del trabajo
Elaboración de una política de inventario de materiales frecuentes	
Implementación de 5 S's (soporte a la mejora)	Orden y Limpieza en almacenes de materiales e insumos
Elaboración de un programa de coordinación y comunicación interna empleando Jidoka y Poka - Yoke	Falta de comunicación del tiempo de ejecución, detalles de fabricación e indicadores a todo el personal

Elaboración Propia

4.1 Reestructurar el flujo de trabajo de Diseño

4.1.1 Descripción de la propuesta de mejora

El output del trabajo de Diseño, actualmente, es brindar los planos de la máquina y componentes a fabricar, con sus medidas respectivas. Posterior a ello, es Operaciones quien realiza los requerimientos de materiales y herramientas a Almacén y Compras para su respectivo abastecimiento. Esta información fue esquematizada en el diagrama PEPSU del proceso general mostrado en el capítulo 2 (Figura 20). Del mismo modo, la jefatura de operaciones se encarga de elaborar la secuencia del trabajo a realizar por parte de fabricación, según la observación de los planos brindados por Diseño. La Figura 29 esquematiza el proceso actual del rol de Diseño en el proceso productivo.

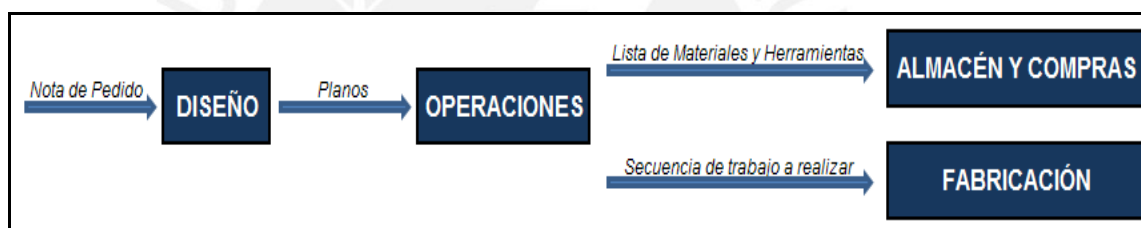


Figura 29. Proceso actual del rol de Diseño

Elaboración propia

Al replantear la función de Diseño en el proceso productivo, se propone integrar la elaboración de la secuencia de trabajo, así como los requerimientos de materiales y herramientas en cada etapa de fabricación al trabajo de esta área. De esta manera se canaliza por Diseño 2 actividades fundamentales del proceso productivo permitiendo definir estas acciones a inicios del trabajo. La Figura 30 muestra el proceso propuesto de mejora del rol de Diseño.

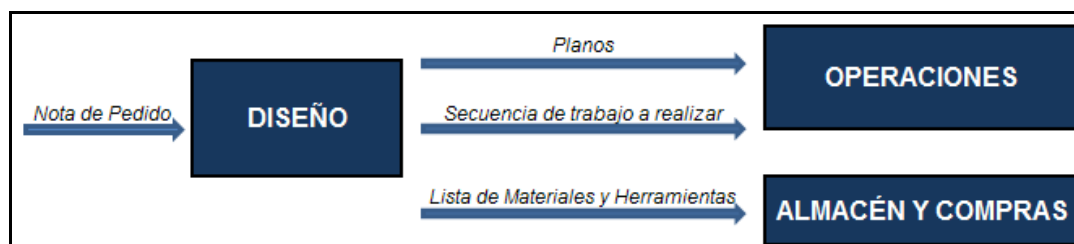


Figura 30. Proceso propuesto de mejora del rol de Diseño

Elaboración propia

4.1.2 Metodología de implementación

I. Capacitación del equipo de Diseño

Debe llevarse a cabo un programa corto de capacitación (de 20 horas como máximo) del equipo de Diseño en producción. Las sesiones tendrían los siguientes objetivos:

- Comprensión a fondo de todos los procesos productivos llevados a cabo en planta
- Identificación de la maquinaria y herramienta asignada para la fabricación de una pieza o componente
- Identificación de cuellos de botella en la etapa de fabricación

Esta capacitación debe ser llevada a cabo por parte del personal que opera en planta, ya que son éstos quienes realizan el trabajo diario y conocen sus características al momento de ejecutarlas. Los recursos a emplear no abarcarían más de los necesarios para el trabajo diario.

II. Redefinición del proceso de trabajo de Diseño

El trabajo propuesto para Diseño comprenderá 3 etapas:

Etapas 1: Elaboración de planos

Esta tarea es la única realizada actualmente por el área de Diseño, a partir de la recepción de la Nota de Pedido de Ventas. Su desarrollo correcto depende del detalle de las especificaciones presentes en el documento recibido. En esta etapa, para afianzar los detalles de fabricación, se propone recibir por parte de Ventas también el documento “Detalle técnico”, con la finalidad de poder visualizar las especificaciones técnicas del proyecto a realizar.

La Figura 31 presenta el “Detalle Técnico”, documento propuesto para incorporar en esta primera etapa.

DETALLE TÉCNICO N° ##		FECHA
NOMBRE DE PROYECTO	Firma de aprobación	
Producto a trabajar Número de formatos Medidas de formatos (mm)	Espacio Disponible Largo (m): Ancho(m): Alto (m):	
Función de máquina solicitada <input type="checkbox"/> Dosificadora <input type="checkbox"/> Dosificadora Tapadora <input type="checkbox"/> Ensabladora Otros: _____	Tipo de máquina solicitada <input type="checkbox"/> Mecánica <input type="checkbox"/> Neumática <input type="checkbox"/> Electrónica	
Observaciones Adicionales:	Material de la máquina Velocidad requerida Tipo de uso Corriente de entrada	

Firma del responsable de la validación

Figura 31. Formato “Detalle Técnico”

Elaboración propia

A continuación se presenta la descripción de cada campo del formato de Detalle Técnico, el mismo que contiene la información frecuente que se registra por Ventas.

- Producto a Trabajar: producto con el que la máquina tendrá contacto directo, como plástico o líquido, por ejemplo.
- Número de formatos: cantidad de variantes del producto con el que se trabajará, varía de acuerdo a sus medidas. Por ejemplo, tapas de potes de goma de diferentes tamaños.
- Medidas de formatos: especificaciones de los formatos.
- Función de máquina solicitada: finalidad de uso de la máquina.
- Espacio disponible: determina el tamaño que tendrá la máquina a fabricar.
- Tipo de máquina solicitada: de acuerdo al uso y finalidad en el proceso del que formará parte.
- Material de la máquina: definido por el producto con el que se tendrá contacto directo.
- Velocidad requerida: de acuerdo al flujo de producto que se requiera en el proceso productivo del cliente. Por ejemplo, 40 tapas de lapicero por minuto.
- Tipo de uso: como referencia para la finalidad de fabricación.
- Corriente de entrada: requerida para el trabajo de la máquina. Es importante para el diseño de componentes eléctricas.
- Observaciones adicionales: especificaciones y bosquejos adicionales.

Etapa 2: Elaboración de la secuencia de trabajo a realizar

Una vez diseñados los planos de las componentes de la máquina, deben definirse las actividades a realizar para la fabricación de cada una de ellas, especificando su orden de ejecución así como la maquinaria y herramientas involucradas en el trabajo. Esta información, desplegada desde la etapa de Diseño, permitirá planificar y priorizar adecuadamente el orden de fabricación de cada componente, sin someterse luego a posibles distorsiones en el área de Operaciones.

Diseño manejará óptimamente esta data de orden y prioridades ya que se encarga precisamente de diseñar las componentes y máquina, teniendo en claro su correcta disponibilidad para el ensamblaje oportuno, luego de adquirido el *know-how* del trabajo de fabricación en planta.

En esta etapa, se propone el uso del formato “Secuencia de Operaciones” para poder llevar a cabo el registro de la secuencia de trabajo que debe realizarse para la fabricación de una máquina.

La Tabla 14 muestra un ejemplo aplicado de uso de la “Secuencia de Operaciones” propuesta para la fabricación de la estación “sujetador de tapas” para una máquina ensambladora de tapas.

Tabla 14. Formato “Secuencia de Operaciones”

Secuencia de Operaciones: Máquina Ensambladora de tapas				
Estación: Sujetador de tapas				
Pieza	Actividad	Material	Herramienta	Máquina
Bocina	Pasado de canal chavetero	cuchilla		Mortajadora
	Rectificado			Rectificadora
Espaciador porta pistón	Torneado			Torno
	Pasado de macho		Macho	
	Rectificado			Rectificadora
Guía de apriete der / izq	Desbaste	cuchilla		Fresa
	Acabado superficial			Rectificadora
	Fresado			Fresa
Placa Guía	Desbaste	cuchilla		Fresa
	Acabado superficial			
	Rectificado			Rectificadora
Porta Guía	Desbaste			Fresa
	Rectificado			Rectificadora
	Acabado			Banco
Base de sujeción	Acabado superficial			Fresa
	Desbaste			
	Acabado		Tornillo de banco	Banco

Elaboración Propia

Etapa 3: Elaboración de requerimientos de materiales y herramientas

En esta etapa, a partir del formato “Secuencia de Operaciones”, que permite determinar los materiales y herramientas necesarios para todo el proceso de fabricación, se elabora el listado de estos requerimientos en las cantidades necesarias. Esta acción permitirá que, una vez que esta información llegue a Operaciones, Almacenes y Compras pueda planificar la preparación de cada grupo de materiales-herramientas a ser entregados a producción en el momento adecuado.

De este modo, Almacenes optimiza también sus tareas, ya que se conocen los materiales y herramientas totales con los que se debe contar y que deben ser entregados. Así, no se trabaja como respuesta ante los requerimientos del personal de producción cuando éstos los soliciten. En otras palabras, el trabajo de Almacenes se traduce de un “recibir requerimiento, buscar y entregar” a “entregar”, luego de haber preparado el conjunto material-herramienta oportunamente, optimizando también el proceso productivo. Es de esta manera que, al contar oportunamente con lo requerido, el problema de falta de materiales y herramientas es combatido desde el trabajo de Diseño.

En esta etapa es importante emplear el formato propuesto “Lista de Materiales y Herramientas” que, junto con “Secuencia de Operaciones” permitirá contar oportunamente con los materiales y herramientas necesarios para cada etapa de trabajo.

La Tabla 15 muestra un ejemplo del formato “Lista de Materiales y Herramientas” para una máquina ensambladora.

Tabla 15. Formato “Lista de Materiales y Herramientas”

Lista de Materiales y Herramientas: Máquina Ensambladora XXXX				
Material			Herramienta	
Nombre	Medidas	Cantidad	Nombre	Cantidad
Discos de corte		20	machos	2
Piezas de acero		8		
Pernos		40		

Elaboración Propia

Finalmente, la Figura 32 muestra el nuevo Diagrama de Flujo de la etapa de Diseño, abarcando además el desarrollo de requerimiento de materiales descrito en esta sección.

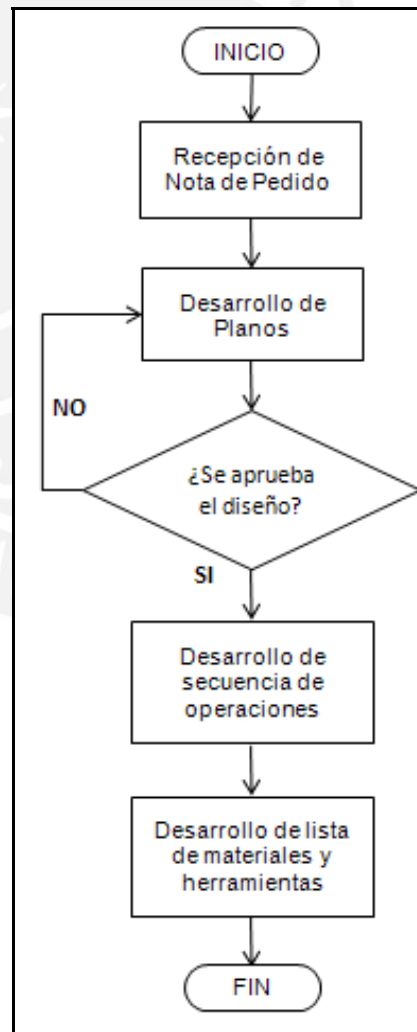


Figura 32. Nuevo Diagrama de Flujo de Diseño

Elaboración propia

4.2 Definición de Política de inventario de materiales frecuentes

4.2.1 Descripción de la propuesta de mejora

De acuerdo a información de Almacén, se tiene una relación de 10 materiales e insumos empleados con mayor frecuencia, cuyo abastecimiento es constante. Para éstos, se tiene estimada su demanda semanal, así como los precios respectivos de acuerdo a su unidad de contabilización.

4.2.2 Metodología de implementación

La metodología de aplicación de esta mejora se muestra a continuación:

I. Análisis ABC

En primer lugar, para poder realizar la implementación de una política de inventario, deben identificarse los insumos o materiales que presentan mayor impacto en la rotación de Almacén, para ello se emplea el Análisis ABC.

La Tabla 16 presenta el Análisis ABC realizado para los materiales e insumos de mayor rotación en el almacén.

Luego del análisis presentado en esta tabla, se determina que los discos de corte y las soldaduras son los materiales con mayor impacto en la administración del Almacén.

Tabla 16. Análisis ABC de materiales e insumos de mayor rotación

Nombre	Demanda semanal estimada	Unidad de medida	Precio unitario	Aporte semanal	Suma Acumulativa	% Suma Acumulativa	ABC
Disco de corte	12	unidades	5	60.00	60.00	43%	A
Soldadura	1.5	Kg	20	30.00	90.00	65%	A
Lijas	8	planchas	2	16.00	106.00	76%	B
Pernos	20	unidades	0.4	8.00	114.00	82%	B
Trapo industrial	2	Kg	3.5	7.00	121.00	87%	B
Disco desbaste	1	unidades	5	5.00	126.00	91%	C
Thiner	0.5	galones	10	5.00	131.00	94%	C
Detergente	1	bolsa	4	4.00	135.00	97%	C
Pintura	0.13	galones	15.5	1.94	136.94	99%	C
Aportes	0.25	Kg	7	1.75	138.69	100%	C
Total				138.69			

Elaboración Propia

II. Definición del sistema de Reabastecimiento

Para este caso, se plantea el sistema de Reabastecimiento Continuo o de cantidades Fijas (Sistema Q) debido a las siguientes características:

- La tasa de demanda, en este caso definida semanalmente en principio, se estima constante debido al uso frecuente de los materiales.
- El tiempo de entrega es constante y conocido: el mismo día que se genera el pedido de dichos materiales se cuenta con los mismos.
- El costo logístico, almacenamiento en este caso, es constante.

III. Selección de Política Inventario a aplicar

La aplicación del Sistema Q implica emplear la Política del Modelo de Lote Económico de Pedido (EOQ). A continuación se describen los datos relevantes para la aplicación de este modelo:

- Costo de preparación del pedido (S): estimado en base al costo de una hora de trabajo del comprador (S/. 4.5), invertido en adjuntar la documentación, programar visitas y hacer las llamadas respectivas para concretar la compra.
- Demanda anual del producto (D): prorrateada a un año en base a la demanda semanal estimada por Almacén.
- Costo de Posesión de inventario (iC): definido como el costo de almacenaje en base al espacio ocupado. Se estima que cada uno de los 2 materiales analizados ocupan $\frac{1}{2}$ m². De esta manera, su costo anual estaría definido en base al monto de alquiler en que incurre la empresa (S/. 6.45 / m²) por 12 meses y su espacio ocupado. Así, este costo sería de S/. 38.7 anual para cada material.

La Tabla 17 presenta el cálculo del EOQ para los materiales analizados.

Tabla 17. Cálculo de EOQ para materiales analizados

Material	D	S	iC	$Q = \sqrt{\frac{2SD}{iC}}$
Disco de Corte	624 unidades	S/. 4.50	S/. 38.70	12 unidades
Soldadura	78 Kg	S/. 4.50	S/. 38.70	5 Kg

Elaboración Propia

De acuerdo a lo mencionado por Krajewski (2008), las políticas sobre inventarios de los materiales analizados se basan en: Tiempo transcurrido entre pedidos y número de unidades incluidas en el tamaño de lote. De esta manera, ante los resultados mostrados, se tiene lo siguiente:

- Es mejor para la empresa abastecerse por lotes de 5 Kg de soldadura. Además, debe colocarse una orden cada $T = 5/78 = 0.064$ años, es decir 0.77 meses (3 semanas).
- Se comprueba que el lote manejado para disco de corte (12 unidades) es el adecuado, colocándose una orden cada $T = 12/624 = 0.019$ años, es decir 0.23 meses (1 semana).

La Tabla 18 muestra el cálculo de los costos anuales para cada uno de los materiales, según el modelo EOQ.

Tabla 18. Cálculo de Costos Anuales según EOQ

Material	Costo Producto	Costo Adquisición	Costo Posesión	Costo Total
	D*C	(D/Q)*S	Q/2*(iC)	CT (Q)
Disco de Corte	$624*5 = 3120$	$(624/12)*4.5 = 234$	$(12/2)*38.7 = 232.2$	S/. 3,586.20
Soldadura	$78*20 = 1560$	$(78/5)*4.5 = 70.2$	$(5/2)*38.7 = 96.75$	S/. 1,726.95

Elaboración Propia

Como apoyo a la política de inventario, se plantea también la adquisición de un sistema Kardex, el mismo que facilitará el manejo y control de inventario identificando las entradas y salidas por material del almacén.

4.3 Implementación de las 5 S's

4.3.1 Descripción de la propuesta de mejora

La implementación del conjunto de herramientas 5 S's tiene la finalidad de lograr un lugar de trabajo más ordenado, limpio y organizado en la empresa para poder incrementar la productividad en el trabajo y mejorar el ambiente laboral. En este caso, la implementación va dirigida directamente al Almacén de materiales e insumos el mismo que tiene las dimensiones de 6m x 3.5m.

4.3.2 Metodología de implementación de las 5 S's

De acuerdo a lo expuesto en el libro de Dorbessan (2006) sobre la implementación de las 5 S's, se plantea la siguiente metodología de aplicación:

- I. Formar un comité responsable de la implementación del sistema 5 S's

Encargado de las coordinaciones necesarias para poder llevar a cabo la puesta en marcha del sistema 5 S's, desde su planificación del desarrollo hasta que el mismo se concrete. Del mismo modo, sus coordinaciones abarcan los recursos necesarios y el diseño de las etapas de aplicación.

II. Capacitación del personal de trabajo sobre el sistema 5 S's

El comité responsable tiene la función de llevar a cabo una capacitación, la cual tiene los siguientes objetivos:

- Presentar los conceptos 5 S's como herramientas de mejora, sus características y los beneficios de su práctica.
- Incentivar el compromiso en el personal para ejecutar la metodología desde una perspectiva de mejora en su trabajo diario.

La capacitación debe basarse en “La Política 5 S's”, documento que manifiesta el registro del procedimiento y las acciones llevadas a cabo para ejecutar esta herramienta de mejora. Esta capacitación es la base del plan práctico a ser realizado con el equipo de trabajo.

III. Preparativos

Previo al inicio práctico de la aplicación del sistema 5 S's, debe contarse con los siguientes preparativos para poder llevar a cabo un buen resultado en su implementación y desarrollo:

- Recipientes para materiales, de acuerdo a la clasificación a realizar por tipo y necesidad
- Destinar un área de desecho, ésta servirá para validar de manera visual, por parte de todo el equipo, el resultado de la aplicación de la herramienta de mejora
- Elementos y artículos de limpieza
- Cámaras fotográficas y de video

Es importante también contar con los siguientes formatos como parte de la planificación de las 5 S's:

- Planificación de acciones “5 S's”: en donde se registran las acciones tomadas referidas a cada una de las 5 S's con la finalidad de resolver un problema. La Tabla 19 muestra el formato de esta herramienta.

Tabla 19. Planificación de acciones 5 S's

Problema a resolver	Acción correctiva	N° de "S"	Responsable	Inicio Acción	Fin Acción

Fuente: Dorbessan (2006)

- Formato comienzo y fin de acción: documento que permite constatar la diferencia de las situaciones a través de la fotografía del “antes y después”, destacando el resultado de aplicación de la herramienta. La Figura 33 muestra el formato a emplear para este documento.

IV. Aplicación de las herramientas

a. Clasificación

Los diferentes materiales encontrados dentro del almacén deben ser clasificados respecto al tipo de material o insumo que está presente. De acuerdo a ello, se realiza un listado de tipos de materiales en almacén.

La Tabla 20 muestra los diferentes tipos de clasificación de materiales e insumos en almacén.

Puede encontrarse cierta dificultad en determinar los materiales que son de uso casual para el puesto o los que en verdad no son necesarios en absoluto para el mismo. El pensamiento de “algún día podría servir” debe cuestionarse contabilizando detalladamente las veces y frecuencia con las que fue empleado. De esta manera, se evitará tener almacenado un elemento que en realidad no es útil y puede contribuir al desorden.

FORMATO: Comienzo y Fin de acción

Acción:	
Nº de "S":	
Responsable:	

Fotografía antes de comenzar la acción **Fecha:**

Pegar fotografía

Fotografía después de finalizar la acción **Fecha:**

Pegar fotografía

Figura 33. Formato Comienzo y Fin de acción

Fuente: Dorbessan (2006)

Tabla 20. Clasificación de materiales

Cod.	Descripción de clasificación de Material
A	Lijas, periódicos, llaves allen
B	Insumos
C	Herramientas
D	Pernos
E	Entrega de Piezas acabadas
F	Brocas
G	Entrega de Herramientas
H	Insumos
I	Material de acero
J	Platinas de inox
K	Materiales e insumos varios, piezas mecanizadas
L	Tubos, barras, ejes, platinas, ángulos
M	Planchas varias
N	Material de acero, varios
O	Nylon
P	Muestras clientes
Q	Compras y piezas mecanizadas en proceso

Elaboración Propia

b. Orden

Luego de haber clasificado los distintos elementos encontrados en almacén, se procede a ordenarlos. Para esta etapa es importante contar con elementos como recipientes, repisas y archivadores. El objetivo es tener identificados y ordenados los materiales necesarios abastecer correcta, ordenada y oportunamente al personal que lo requiere. Debe tenerse claramente establecido lo siguiente:

- Cada objeto debe tener un lugar definido
- Todos los objetos deben estar identificados
- La facilidad de acceso al material debe ser de acuerdo a su frecuencia de uso
- El layout del almacén debe permitir el orden adecuado de materiales e insumos y sus espacios de almacenamiento

Como output de esta etapa se cuenta con el Layout del almacén, indicando la ubicación de cada lugar de almacenamiento de los materiales e insumos según la clasificación.

En la Figura 34 se muestra el layout del almacén, como parte de la etapa Orden de las 5 S's.

c. Limpieza

Cada lugar de almacenamiento debe ser sometido periódicamente a limpieza, acción que debería ser llevada a cabo por el usuario de ese ambiente. En esta etapa, es importante resaltar el compromiso que debe tener cada miembro del equipo de trabajo, de manera que no perciba el hecho de tener que limpiar su propio puesto de trabajo como algo humillante u obligatorio, sino como un mantenimiento de sus buenas condiciones para su propia satisfacción y beneficio de la organización. Así además, pueden prevenirse averías por falta de limpieza de los utensilios de trabajo.

De acuerdo a lo mencionado, la limpieza se percibe como una inspección continua del puesto de trabajo, llevando a cabo registros cada vez que se realice la actividad y se encuentre alguna observación. Del mismo modo, en esta etapa es importante definir los siguientes aspectos:

- Elaboración de diagnóstico ante problemas detectados en las actividades de limpieza.
- Elaboración de un listado de puntos con difícil acceso de limpieza.
- Elaboración de un listado de puntos críticos que deben ser sometidos periódicamente a limpieza.
- Pintado (con colores adecuados) las áreas correspondientes, con la finalidad de que visualmente sea fácilmente detectado un problema de limpieza.

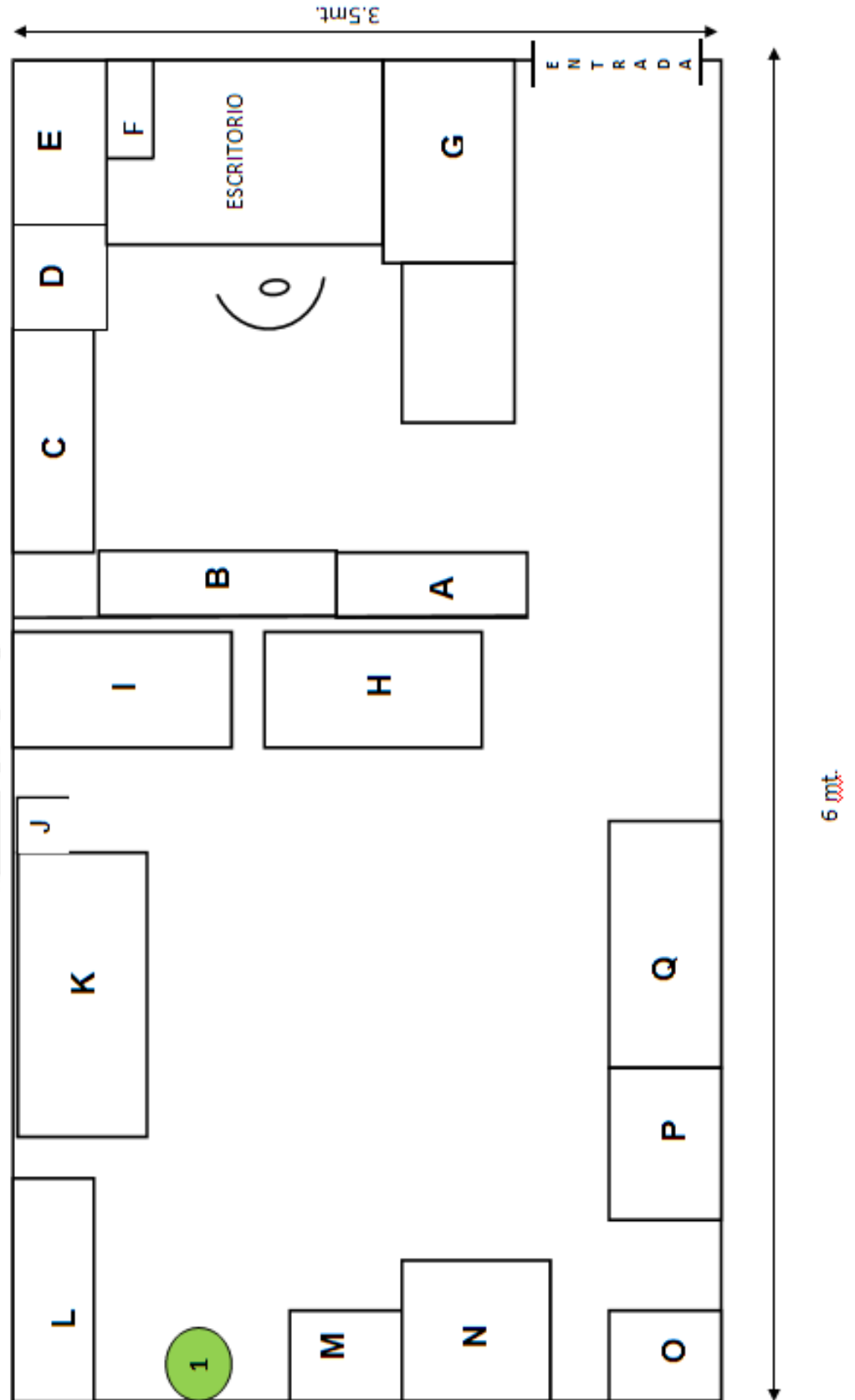


Figura 34. Layout de Almacén

Elaboración Propia

d. Estandarización

La estandarización busca mantener el grado de limpieza y orden alcanzado con el desarrollo de las 3 S's anteriores. De este modo, los logros diarios son registrados continuamente, actualizando constantemente las normas registradas para las actividades de las 5 S's. Con la estandarización se busca también mantener el compromiso por mantener en condiciones adecuadas el puesto de trabajo. En esta etapa es importante contar con las siguientes consideraciones para su adecuada implementación y mantenimiento:

- Uso de señalizaciones para lograr el “Control visual” y así detectar fácilmente una necesidad de orden o limpieza
- Uso del formato “Comienzo y Fin de acción” para poder visualizar los cambios logrados
- Uso de colores que permiten también el “Control visual” en el puesto de trabajo

e. Disciplina

Luego de haberse establecido y actualizado de una manera clara las normas del sistema 5 S's, es necesario poder contar con la seguridad de que la conservación de las condiciones logradas y su mejora continua es tratada con suma responsabilidad. Así, cada miembro del equipo de trabajo es responsable de su puesto y funciones que lleven a poder seguir las normas y procedimientos establecidos para el cumplimiento de las 5 S's. En este aspecto es importante llevar a cabo reuniones periódicas en donde se discuta lo siguiente:

- Cumplimiento adecuado de normas
- Cumplimiento adecuado de procedimientos
- Verificación continua de que cada objeto se encuentre en su sitio adecuado
- Mejora en la ejecución del trabajo
- Revisión del estado del puesto de trabajo al iniciar y finalizar la jornada

V. Auditorías

Con la finalidad de asegurar el sostenimiento de la aplicación, aprendizaje y buen funcionamiento de la metodología 5 S's, se plantea realizar auditorías que resalten los cumplimientos e incumplimientos de los requisitos y procedimientos normados.

4.3.3 Impacto de las 5 S's en el área de trabajo

Al implementar las 5 S's, se podrán atacar las causas principales analizadas en el diagnóstico del capítulo anterior de la siguiente manera:

- Falta de material e insumos: al tener ordenada y organizada el área de trabajo de almacén, las pérdidas de materiales tienen baja probabilidad de ocurrencia. De no contarse con éste, la visualización de su ausencia permite que sea solicitado con tiempo. Del mismo modo, sirve como soporte para la política de inventario, con el orden de los materiales.

4.4 Elaboración de un programa de comunicación y coordinación interna empleando Jidoka y Poka - Yoke

4.4.1 Descripción de la propuesta de mejora

La falta de conocimiento del tiempo en que debe ejecutarse la fabricación de una máquina por parte del personal de producción influye claramente, demostrado en la encuesta realizada, en que el proyecto demore mucho más de lo planificado. Esto se debe a que producción solo conoce sus pendientes de acuerdo a la planificación de la producción programada por Operaciones, sin identificar las prioridades de trabajo. Del mismo modo, los indicadores son solo evaluados y revisados por la jefatura de operaciones, mas no son mostrados a todo el personal que realiza el trabajo materializado, impidiendo que observen su avance y conozcan ellos mismos la evaluación de su desempeño.

A partir de lo expuesto en la propuesta de mejora de Reestructuración del flujo de trabajo de Diseño, surge la necesidad de coordinar y comunicar efectivamente la siguiente información pertinente a todo el personal. De esta manera, un programa de coordinación y comunicación interna (PCCI), tanto de tiempo y detalles del proyecto a elaborar así como los indicadores de avance y desempeño, es imprescindible para lograr que el tiempo estimado de fabricación, comunicado al cliente, se cumpla, siendo conocido por toda la empresa.

Como complemento del PCCI, se propone el empleo de Jidoka y Poka – Poke con la siguiente finalidad:

- Jidoka: desplegar adecuadamente la secuencia de operaciones, incluidos los controles de calidad a realizar. Esta información tendrá registrado el detalle del personal involucrado en cada operación, optimizando la manera de trabajo y permitiendo que ante cualquier duda o corrección, la comunicación entre el personal se haga más efectiva, teniendo todos conocimiento de lo acontecido.
- Poka – Yoke: apoyar a Jidoka en la implementación de procedimientos de detección de defectos.

4.4.2 Metodología de implementación del PCCI

I. Identificación de la información a ser transmitida

El personal de producción, principalmente, con la finalidad de tener conocimiento del trabajo a realizar y su prioridad de cumplimiento, debe conocer la siguiente información:

- Planos: los planos de las diversas piezas a fabricar llegan a cada puesto de trabajo según su necesidad de trabajo. Sin embargo, es necesario conocer su aporte al avance del proyecto, así como la visualización total de la máquina a la que pertenece.

- Secuencia de operaciones: de acuerdo a la primera propuesta de mejora, Diseño despliega esta información a Operaciones. Ésta área debe encargarse de transmitirla, junto con los planos a Producción. Con el uso de la herramienta Jidoka se tendrá un apoyo para poder concretar la transmisión de esta información.
- Tiempo total comprometido para la fabricación de la máquina. Debe mostrarse a todo el personal, en todo momento, el avance del trabajo, comparando el porcentaje de avance con respecto al compromiso en días, o semanas, según la planificación de producción. Del mismo modo, las prioridades de culminación de trabajos deben ser visibles en todo tiempo, y de una manera clara y comprensible, por parte del personal de producción.
- Indicadores de desempeño a medir durante el proyecto. En primer lugar, tienen que definirse en reuniones de Diseño y Operaciones, los indicadores que deben ser visibles para el personal de producción. De esta manera, podrán interpretar de una manera adecuada la información brindada respecto al avance y rendimiento diario o semanal de su trabajo, según la determinación de medición de los mismos.

II. Transmisión de información

Para la transmisión de la información necesaria, descrita en el punto anterior, se tendrán las modalidades mostradas a continuación:

- Publicación de Planos Grandes del Proyecto

Mostrar al personal de producción un plano grande del proyecto que vienen ejecutando logrará dar una visión de la complejidad del mismo. De este modo, podrán identificar también las componentes que se encuentran trabajando, validando su aporte con el proyecto total.

- Uso de una pantalla LED visible por todo el personal de producción

La pantalla mostrará información de indicadores y avances de proyectos en porcentaje y nivel de cumplimiento a diario. Del mismo modo se identificarán también las actividades prioritarias que se tienen comprometidas para el día, así como su avance. De esta manera, se logrará integrar el trabajo de producción, fomentando el trabajo en equipo.

- Empleo del formato Secuencia de Operaciones

Este formato, desplegado inicialmente por Diseño (Ver acápite 4.1), llegará a Operaciones en una versión general. De esta manera, esta última área añadirá el campo responsable de cada actividad a realizar por cada pieza que conforma cada una de las estaciones de la máquina a fabricar. Así, con el apoyo de la herramienta Jidoka, se logra transmitir dicha información a ventas junto con cada plano entregado, incluyendo los controles respectivos que optimizarán también la producción.

4.4.3 Metodología de implementación de Jidoka y Poka - Yoke

La herramienta Jidoka, definida como “automatización con un toque humano”, permite que un proceso tenga su propio control de calidad, mejorando la calidad del desempeño y produciendo piezas con cero defectos. Por otro lado, Poka – Yoke asegura que existan condiciones adecuadas en el proceso, evitando la generación de defectos. De haberse ya producido, esta herramienta tiene la función de detección, para poder eliminar los defectos lo antes posible. Estas herramientas aportarán a la comunicación de la secuencia de operaciones a realizar.

En base a las reflexiones sobre la aplicación de Jidoka del artículo de Ingsoftagil (2012) y del libro Lean Production Simplified (2007), se desarrolla la siguiente metodología para la implementación de las herramientas:

I. Capacitación al personal sobre los principios y uso

En los programas de capacitación sobre estas herramientas, se tienen los siguientes objetivos:

- Proporcionar las bases para la comprensión de Jidoka y Poka - Yoke, así como el conocimiento de sus características y objetivos.
- Identificar los beneficios que implica el uso de las herramientas en el área de producción.
- Lograr el compromiso para el aprendizaje y adaptación de la herramienta.

Las sesiones de capacitación deben incluir lo siguiente:

- Documento en donde se proporcione la información teórica de las herramientas, tal y como su definición, características y beneficios.
- Identificación de cada uno de los defectos recurrentes en las etapas de producción con la finalidad de relacionar lo práctico con los conceptos definidos en la teoría.

II. Definición de los objetivos de la implementación

Jidoka: Asegurar la calidad de todas las piezas y componentes fabricadas en cada uno de los procesos productivos, brindando la seguridad y la confianza de realizar una fabricación con cero defectos, incrementando la productividad y eficiencia en el trabajo de cada puesto.

Poka – Yoke: Prevenir la generación de errores y defectos que puedan presentarse en el proceso productivo de fabricación de piezas o componentes. Además se tiene también el objetivo de que los defectos que se generen sean visibles de manera que puedan corregirse fácil y rápidamente mediante mecanismos a implementar.

III. Definición y comunicación de especificaciones de cada componente

Cada pieza o componente fabricada debe tener claramente definidas sus especificaciones, en lo que respecta a medidas y tolerancias, en el plano de

diseño. Esta información ya es mostrada en el trabajo diario, y es con la revisión del plano con la que cada puesto inicia su trabajo correspondiente. Además de ello, es importante también anexar a cada plano el registro de las operaciones e inspecciones por las que tiene que circular cada pieza. Esta información deberá ser registrada en el “Formato de secuencia de operaciones por pieza o componente”. La Tabla 21 muestra un ejemplo del “Formato de secuencia de operaciones por pieza o componente” realizado para la fabricación de una leva.

Tabla 21. Ejemplo de Formato de secuencia de operaciones

Formato de secuencia de operaciones: Leva X1		
Actividad	Responsable	Firma de Responsable
Desbaste		
Torneado		
Corte		
Empernado		
Acabado en torno		
Mecanizado en CNC		
Control de calidad		

Elaboración Propia

El manejo del formato acabado de describir permite que tanto las especificaciones técnicas como las de operaciones e inspecciones sean desplegadas y conocidas por cada miembro involucrado en el proceso productivo. De este modo, dicha información será conocida con exactitud y será menos probable que se vea distorsionada.

IV. Definición de estándares en la Fabricación y Montaje

Un estándar de producción acaba de ser descrito en la sección anterior: el uso del Formato de secuencia de operaciones para cada componente o pieza fabricada. Además de éste, es importante también el uso de una secuencia de operaciones para el Montaje, cuya secuencia puede ser variable de acuerdo a la maquinaria a fabricar. El empleo de la “Secuencia de Montaje” debe ser definido al inicio de cada proyecto, junto con el Diseño; así, al momento de realizar dicha operación, el proceso se tendrá

planificado, optimizando el tiempo de trabajo y evitando coordinaciones que afecten a la productividad.

De este modo, la contribución del equipo de trabajo se visualizará de una manera automatizada, al tener registrado y presente, durante todo el proceso, la secuencia de operaciones e inspecciones que deben realizarse, evitando incurrir en errores y demoras. Así también, las coordinaciones y consultas que surjan durante el trabajo serán fácilmente realizadas, al tener identificadas las operaciones y a los responsables, permitiendo identificar rápidamente algún defecto que se tenga y corregirlo.

Es importante recalcar, que tanto el formato de fabricación como de montaje, van siempre adjuntos al plano de Diseño, el mismo que actualmente circula durante cada etapa del proceso productivo.

En la Tabla 22 se muestra un ejemplo del “Formato de secuencia de Montaje”.

Tabla 22. Ejemplo de Formato de secuencia Montaje

Formato de secuencia de Montaje: Máquina XX1		
Actividad	Responsable	Firma de Responsable
Operación 1		
Inspección1		
Operación 2		
Operación 3		
Inspección 2		
Operación 4		

Elaboración Propia

V. Implementación de un procedimiento para detectar defectos

Los siguientes cuatro pasos para la implementación de Jidoka, permiten el manejo adecuado de los defectos que puedan surgir a lo largo del proceso productivo con la finalidad de eliminarlos y prevenir futuros errores.

- a. Detectar anomalías: éstas pueden detectarse tanto en los procesos en los que intervienen máquinas como en los que intervienen personas. Para el primer caso, la maquinaria CNC permite obtener piezas con la precisión establecida en los dibujos que sirven como input para el mecanizado, así cualquier defecto puede visualizarse anticipadamente. En el caso del trabajo de personas, el uso de formatos de secuencia establecidos en los estándares de fabricación y montaje aseguran las continuas inspecciones para poder detectar anomalías.
- b. Parar el proceso de producción de la componente o pieza al detectar algún defecto en el trabajo que se viene realizando. En el caso de que la pieza se encuentre mecanizándose, la máquina para automáticamente la producción, por ejemplo al romperse la herramienta de trabajo.
- c. Fijar o corregir la condición anormal: acción tomada inmediatamente al detectar la anomalía. En esta etapa se podría, por ejemplo, parar la producción hasta que la herramienta rota sea cambiada.
- d. Investigar las causas raíces e instalar contramedidas: Se revisan las condiciones de trabajo con la finalidad de detectar los motivos por los que el proceso se vio perjudicado, generando un defecto en la pieza o componente fabricada. Una técnica apropiada podría ser el método de “Los cinco por qué”.

Finalmente, un mecanismo Poka - Yoke podría ser útil para afrontar o corregir la anomalía encontrada.

- VI. Realización de propuestas sobre los posibles mecanismos a implementar para prevenir y eliminar los defectos encontrados

Luego de haberse identificado el defecto que se tratará, se lleva a cabo una reunión con el personal involucrado al proceso correspondiente en donde se origina éste. Dicha reunión tiene la finalidad de recabar todas las ideas posibles sobre los mecanismos que puedan realizar una completa revisión de las piezas y componentes fabricadas, permitiendo eliminar los defectos

encontrados. Dichas ideas deben ser registradas y detalladas para que luego puedan ser implementadas de acuerdo a la decisión.

En la Tabla 23 se presenta el modelo de un cuadro de registro para las propuestas de mecanismos Poka – Yoke.

Tabla 23. Registro de propuestas Poka - Yoke

Propuesta	Operación a mejorar	Descripción	Beneficio obtenido	Costo de aplicación
Propuesta 1				
Propuesta 2				
Propuesta 3				
Propuesta 4				

Elaboración Propia

VII. Evaluación de las propuestas realizadas

Las propuestas realizadas para la prevención de defectos deben evaluarse considerando los siguientes aspectos, con la finalidad de determinar cuál de ellas será aplicada a la operación concerniente:

- Complejidad del mecanismo a desarrollar: no debe implicar un método muy difícil y complicado, debe buscarse uno sencillo.
- Costo del mecanismo: no debe buscarse un método muy costoso de no ser necesario.
- Aseguramiento de una revisión completa: debe ser posible inspeccionar el total de las fabricaciones, de modo que ningún error se pase por alto.

VIII. Implementación de la propuesta seleccionada

Una vez seleccionada la propuesta de mecanismo, ésta debe implementarse, realizando las pruebas correspondientes para asegurar que su funcionamiento sea el adecuado. De esta manera, debe corroborarse que las piezas erradas sean detectadas con seguridad y al 100% por parte del mecanismo. Luego de la etapa de pruebas, se aplican los ajustes necesarios y se procede a formalizar su implementación.

El conocimiento del funcionamiento del mecanismo debe ser completamente claro, registrando su procedimiento en el manual del puesto correspondiente, asegurando su comprensión para el resto del personal.

- IX. Verificación continua del adecuado trabajo de los mecanismos implementados

Cuando los mecanismos se encuentran ya implementados y trabajando con normalidad dentro del proceso productivo, el uso de indicadores (manejados y en proceso de implementación en la empresa) permitirá evaluar el adecuado desempeño de éstos y su contribución a la mejora continua. En las Tablas 24 y 25 se muestran los indicadores manejados para Diseño y Fabricación, respectivamente.

Tabla 24. Indicador de Diseño

Indicador	Criterio de aceptación	Forma de evaluación
Porcentaje de planos no modificados	90%	$\left(\frac{\text{Número de planos no modificados}}{\text{Número de planos elaborados}} \right) * 100$ Elaboración Propia

Tabla 25. Indicadores de Fabricación

Indicador	Criterio de aceptación	Forma de evaluación
Trabajos entregados dentro del tiempo establecido	70%	$\left(\frac{\text{Número de trabajo entregados a tiempo}}{\text{Número total de trabajos realizados}} \right) * 100$
Porcentaje de piezas conformes fabricadas	98%	$\left(\frac{\text{Número de piezas conformes fabricadas}}{\text{Número total de piezas fabricadas}} \right) * 100$ Elaboración Propia

4.4.4 Impacto de Jidoka y Poka - Yoke en la Calidad del trabajo

Al implementar las herramientas Jidoka y Poka - Yoke, se podrán atacar las causas principales analizadas en el diagnóstico del capítulo anterior de la siguiente manera:

- Cumplimiento de inspecciones: los formatos empleados, en donde se registran los responsables, permitirán que el equipo se sienta más comprometido, ya que las inspecciones son frecuentes y aseguran el buen funcionamiento de la pieza o componente en la siguiente etapa, manteniendo en todo tiempo la comunicación respecto a quien efectuó la operación. Además, al pertenecer al programa de comunicación, el personal tiene conocimiento de todas las operaciones involucradas en el trabajo.
- Tiempo de ejecución: los defectos son detectados tempranamente y no cuando tenga que hacerse correcciones mayores que involucren mayor tiempo.
- Aprovechamiento del uso de la maquinaria: se logra evitar re-procesos al combatir los errores. De esta manera, la planificación de la producción no se ve afectada por modificaciones continuas. Así, el personal, a través de indicadores mostrados a diario, evalúa su avance diario y efectividad en el trabajo.



CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS PROPUESTAS

La evaluación económica de las propuestas de mejora será realizada mediante los siguientes indicadores: Beneficio – Costo (B/C), Valor Presente Neto (VPN) y Tasa Interna de Retorno (TIR). El tiempo de evaluación es de 5 periodos de tiempo (meses o años), considerando el periodo actual (cero). En este estudio, el costo de oportunidad (COK) se estima en 7%, según la tasa de ahorro a plazo fijo que se da en el año de estudio, de acuerdo a lo mencionado por el gerente general de la consultora Mercado de Capitales, Inversiones y Finanzas (2012) en el diario La República. Para ello se presenta la siguiente metodología:

1. Identificar los costos y beneficios implicados en la implementación y mantenimiento de las propuestas.
2. Cálculo del Flujo de Caja.
3. Determinación del VPN, de ser positivo, la propuesta es factible económicamente.
4. Cálculo del Ratio B/C, de ser mayor a 1, la propuesta es factible económicamente.
5. Cálculo de la TIR, de ser mayor a la tasa representativa del costo de oportunidad, la propuesta es factible económicamente.

5.1 Evaluación Económica de la Reestructuración del Flujo de Trabajo de Diseño

Para la implementación de esta primera propuesta de mejora, debe incurrirse en gastos de capacitación al personal de Diseño. También adquirirse PCs para el equipo de diseño con el Software actualizado y una impresora moderna que permita la impresión óptima de planos. La Tabla 26 muestra la determinación de Costos.

En este caso, el beneficio obtenido hace referencia al ahorro que representa el porcentaje del sueldo del personal de Operaciones dedicado a la elaboración del listado de materiales a partir de los planos brindados por Diseño. La Tabla 27 muestra el beneficio de esta propuesta, anualizado.

Tabla 26. Costos de Propuesta 1

Descripción	Costo
Capacitación de Diseño	S/. 1,000
Impresora nueva	S/. 1,200
4 PCs	S/. 8,000
Actualización Software	S/. 3,000
Total	S/. 13,200

Elaboración Propia

Tabla 27. Beneficios de Propuesta 1

Descripción	Beneficio
Ahorro en sueldo de Operaciones por determinación de materiales	S/. 8,000

Elaboración Propia

La Tabla 28 muestra el Flujo de Caja anual proyectado y análisis económico para esta propuesta.

Tabla 28. Flujo de Caja Proyectado y Análisis Económico de Propuesta 1

Descripción	Año					
	0	1	2	3	4	
Costo totales	S/. -13,200					
Beneficios	S/. -	S/. 8,000	S/. 8,000	S/. 8,000	S/. 8,000	
Flujo de caja	S/. -13,200	S/. 8,000	S/. 8,000	S/. 8,000	S/. 8,000	
Flujo de caja acumulado	S/. -13,200	S/. -5,200	S/. 2,800	S/. 10,800	S/. 18,800	
COK	7.00%					
Factor de descuento	1.0000	0.9346	0.8734	0.8163	0.7629	
VPN	S/. -13,200	S/. 7,477	S/. 6,988	S/. 6,530	S/. 6,103	S/. 13,898
VPN costos	S/. -13,200					S/. -13,200
VPN beneficio		S/. 7,477	S/. 6,988	S/. 6,530	S/. 6,103	S/. 27,098
VPN	S/. 13,898					
Ratio B/C	2.1					
TIR	48%					

Elaboración Propia

Según los resultados mostrados, el VPN, Ratio B/C y TIR indican que la implementación de la propuesta es económicamente factible.

5.2 Evaluación Económica de la Elaboración de Política de Inventario de Materiales Frecuentes

En el caso de la implementación de esta segunda propuesta de mejora, debe incurrirse en gastos de adquisición de un sistema Kardex, capacitación al personal de Almacén. Del mismo modo debe también adquirirse una PC nueva para este puesto. La Tabla 29 muestra la determinación de Costos implicados.

Tabla 29. Costos de Propuesta 2

Descripción	Costo
Adquisición Sistema Kardex	S/. 300
Capacitación personal	S/. 100
1 PC nueva	S/. 2,000
Total	S/. 2,400

Elaboración Propia

En este caso, el beneficio obtenido hace referencia al ahorro mensual en compras imprevistas, cuyo nivel (S/. 1,000) es incurrido actualmente. La Tabla 30 muestra el beneficio de esta propuesta, mensualmente.

Tabla 30. Beneficios de Propuesta 2

Descripción	Beneficio
Ahorro en compras imprevistas	S/. 1,000

Elaboración Propia

La Tabla 31 muestra el Flujo de Caja mensual proyectado y en análisis económico para esta propuesta.

Tabla 31. Flujo de Caja Proyectado y Análisis Económico de Propuesta 2

Descripción	Mes				
	0	1	2	3	4
Costo totales	S/. -2,400				
Beneficios	S/. -	S/. 1,000	S/. 1,000	S/. 1,000	S/. 1,000
Flujo de caja	S/. -2,400	S/. 1,000	S/. 1,000	S/. 1,000	S/. 1,000
Flujo de caja acumulado	S/. -2,400	S/. -1,400	S/. -400	S/. 600	S/. 1,600

COK (mensual)	0.58%					
Factor de descuento	1.0000	0.9942	0.9884	0.9827	0.9770	
VPN	S/. -2,400	S/. 994	S/. 988	S/. 983	S/. 977	S/. 1,542
VPN costos	S/. -2,400					S/. -2,400
VPN beneficio		S/. 994	S/. 988	S/. 983	S/. 977	S/. 3,942
VPN	S/. 1,542					
Ratio B/C	1.6					
TIR	24%					

Elaboración Propia

Según los resultados mostrados, el VPN, Ratio B/C y TIR indican que la implementación de la propuesta es económicamente factible.

5.3 Evaluación Económica de la Implementación de 5 S's

Para el caso de la implementación de la tercera propuesta de mejora, debe incurrirse en gastos de capacitación al personal de de Almacén en Temas de 5 S's. Del mismo modo, deben adquirirse recipientes y casilleros para optimizar el orden de almacenamiento. La Tabla 32 muestra la determinación de Costos.

Tabla 32. Costos de Propuesta 3

Descripción	Costo
Capacitación personal	S/. 3,500
Recipientes y casilleros	S/. 1,000
Costo de ordenar	S/. 200
Total	S/. 4,700

Elaboración Propia

En este caso, el beneficio obtenido hace referencia al ahorro que representa el porcentaje del sueldo del personal de Almacén dedicado a la preparación de los pedidos o requerimientos de materiales-herramientas o insumos que llegan por parte de producción. Los mismos se estiman en S/. 200 mensuales. La Tabla 33 muestra el beneficio de esta propuesta, anualizado.

La Tabla 34 muestra el Flujo de Caja anual proyectado y análisis económico para esta propuesta.

Tabla 33. Beneficios de Propuesta 3

Descripción	Beneficio
Ahorro en sueldo de personal de Almacén en búsqueda de materiales	S/. 2,400

Elaboración Propia

Tabla 34. Flujo de Caja Proyectado y Análisis Económico de Propuesta 3

Descripción	Año				
	0	1	2	3	4
Costo totales	S/. -4,700				
Beneficios	S/. -	S/. 2,400	S/. 2,400	S/. 2,400	S/. 2,400
Flujo de caja	S/. -4,700	S/. 2,400	S/. 2,400	S/. 2,400	S/. 2,400
Flujo de caja acumulado	S/. -4,700	S/. -2,300	S/. 100	S/. 2,500	S/. 4,900

COK	7.00%					
Factor de descuento	1.0000	0.9346	0.8734	0.8163	0.7629	
VPN	S/. -4,700	S/. 2,243	S/. 2,096	S/. 1,959	S/. 1,831	S/. 3,429
VPN costos	S/. -4,700					S/. -4,700
VPN beneficio		S/. 2,243	S/. 2,096	S/. 1,959	S/. 1,831	S/. 8,129
VPN	S/. 3,429					
Ratio B/C	1.7					
TIR	36%					

Elaboración Propia

Según los resultados mostrados, el VPN, Ratio B/C y TIR indican que la implementación de la propuesta es económicamente factible.

5.4 Evaluación Económica de la Elaboración de un programa de coordinación y comunicación empleado Jidoka y Poka - Yoke

Para la implementación de esta cuarta propuesta de mejora, debe incurrirse en gastos de capacitación al personal involucrado en la captación de las herramientas a emplear. También adquirirse una PC que controle la información relevante a mostrar a producción, la misma que sería visualizada a través de un LED. La Tabla 35 muestra la determinación de Costos.

En este caso, el beneficio obtenido hace referencia al ahorro que representa el costo involucrado en demoras por no priorizar los trabajos respectivos. La Tabla 36 muestra el beneficio de esta propuesta, anualizado.

Tabla 35. Costos de Propuesta 4

Descripción	Costo
Capacitación personal	S/. 5,000
Impresora	S/. 1,200
PC	S/. 2,000
LED	S/. 4,000
Total	S/. 12,200

Elaboración Propia

Tabla 36. Beneficios de Propuesta 4

Descripción	Beneficio
Ahorro de costos por demora en ejecución	S/. 8,000

Elaboración Propia

La Tabla 37 muestra el Flujo de Caja anual proyectado y análisis económico para esta propuesta.

Tabla 37. Flujo de Caja Proyectado y Análisis Económico de Propuesta 4

Descripción	Año				
	0	1	2	3	4
Costo totales	S/. -12,200				
Beneficios	S/. -	S/. 8,000	S/. 8,000	S/. 8,000	S/. 8,000
Flujo de caja	S/. -12,200	S/. 8,000	S/. 8,000	S/. 8,000	S/. 8,000
Flujo de caja acumulado	S/. -12,200	S/. -4,200	S/. 3,800	S/. 11,800	S/. 19,800

COK	7.00%					
Factor de descuento	1.0000	0.9346	0.8734	0.8163	0.7629	
VPN	S/. -12,200	S/. 7,477	S/. 6,988	S/. 6,530	S/. 6,103	S/. 14,898
VPN costos	S/. -12,200					S/. -12,200
VPN beneficio		S/. 7,477	S/. 6,988	S/. 6,530	S/. 6,103	S/. 27,098
VPN	S/. 14,898					
Ratio B/C	2.2					
TIR	54%					

Elaboración Propia

Según los resultados mostrados, el VPN, Ratio B/C y TIR indican que la implementación de la propuesta es económicamente factible.

5.5 Resumen de factibilidad de propuestas

De acuerdo al análisis presentado en los puntos anteriores de este capítulo, se demuestra la factibilidad de aplicación de las 4 propuestas descritas en la sección anterior, cuyos costos y beneficios estimados se realizaron en base a data que maneja la empresa en estudio.

En la Tabla 38 se presenta el resultado de las cuatro evaluaciones de factibilidad de las propuestas de mejora.

Tabla 38. Resultado de evaluaciones de factibilidad de propuestas de mejora

	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3	Propuesta 4
COK	7.00%	0.58%	7.00%	7.00%
VPN	S/. 13,898	S/. 1,542	S/. 3,429	S/. 14,898
Ratio B/C	2.1	1.6	1.7	2.2
TIR	48%	24%	36%	54%

Elaboración Propia

Para las cuatro propuestas se tiene: el resultado del cálculo de VPN es positivo; el resultado del ratio B/C es mayor a uno y la TIR es mayor al costo de oportunidad empleado para el estudio. De este modo, la factibilidad económica de implementación de las propuestas queda comprobada.

Los precios de las máquinas fabricadas oscilan entre los \$ 18,000 Y \$ 40,000 y actualmente, la empresa registra una utilidad neta promedio del 25% de este valor para cada proyecto realizado. De esta manera, el VPN de las propuestas de mejora resulta significativo para el beneficio neto obtenido por cada proyecto, tomando en consideración que parte de éste es empleado para pagos de leasing y otros créditos que también se manejan. Como ejemplo, un VPN anual de casi S/. 15,000 representaría aproximadamente el 50% de una utilidad neta de una máquina ensambladora de \$ 40,000, viendo factible su implementación ya que quedaría perenne para otros.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Luego de haber realizado el desarrollo del este estudio, se presentan las siguientes conclusiones:

- La empresa en estudio se encuentra en una etapa de crecimiento por lo que la mejora en ésta contribuye a que pueda adquirir mayor competitividad para ser más atractiva ante nuevos clientes.
- El objetivo principal de las propuestas de mejora se centra en la optimización de los tiempos de ejecución del proyecto.
- Actualmente, se tiene una demora en el cumplimiento del tiempo pactado para la fabricación hasta de un 50% sobre la base indicada al cliente.
- Para la identificación de las causas principales que contribuyen con el problema principal, se desarrolló una lluvia de ideas, la misma que fue obtenida mediante la observación y entrevistas al personal en el trabajo diario.
- El personal de trabajo es quien mejor conoce las tareas a realizar, por ello se concluye que el compromiso es un factor importante para la mejora.
- La metodología 5 S's, aplicada como apoyo para el orden y limpieza del lugar de almacenamiento de materiales e insumos de trabajo diario, puede ser replicada a demás áreas productivas y también administrativas.
- El cumplimiento a tiempo del trabajo por parte de producción es un indicador importante para el área de Ventas, ya que es quien trata directamente con el cliente y brinda la imagen de la empresa.
- El personal de producción muestra interés por conocer otros alcances, más que solo las piezas a fabricar, de la maquinaria que se viene fabricando. Esta situación demuestra un claro compromiso que se refleja en el aporte de cada uno.
- La adecuada planificación y priorización de trabajos es un factor determinante, cuya falta contribuye al problema principal.
- El estudio y levantamiento de información para la elaboración de la presente tesis se realizó en un contexto en el que la empresa se encontraba

- Los resultados de la evaluación económica de las propuestas de mejora confirman la factibilidad de su implementación en sus 3 indicadores.
- El VPN más elevado para las propuestas de mejora representa hasta un 50% del beneficio neto obtenido para la fabricación de una máquina estándar.

6.2 Recomendaciones

Luego de realizado este estudio, se presentan las siguientes recomendaciones:

- La Gerencia y Dirección debe evaluar su presupuesto de trabajo para poder optar por cambios que contribuyan a mejorar los procesos de la empresa.
- La implementación de las propuestas de mejora deben ser analizadas por parte de la Gerencia y Dirección, identificando que estén alineadas a los objetivos estratégicos.
- La implementación de las propuestas de mejora deben ser útiles, previo análisis de la Gerencia, para mejorar el sistema de gestión.
- Emplear los pasos mostrados para la aplicación de propuestas sin descartar un cambio en éstas para una mejor aplicación, de acuerdo al mayor conocimiento del trabajo de la empresa.
- La decisión de implementación de las propuestas de mejora debe realizarse en un contexto que no afecte a su liquidez o solvencia.
- Los detalles de descripción y análisis mostrados en el presente estudio debe puede ser útil para mejorar o completar la documentación registrada por la empresa.
- Ante el logro de la Calificación BPMM, como pre-requisito a la Certificación ISO, se propone la mejora continua, tanto en sus procesos como en las propuestas a ser aplicadas, para poder afianzar el grado de competitividad de la empresa, así como su capacidad para cumplir con futuras auditorías o calificaciones.
- La empresa debe evaluar constantemente su flujo de caja, reduciendo costos.

BIBLIOGRAFIA

- APLICACIONES EMPRESARIALES
2009 “Kardex, sistemas de almacenamiento y control de inventarios”. Consulta: 09 de Noviembre de 2012.
<<http://www.aplicacionesempresariales.com/kardex-sistemas-de-almacenamiento-y-control-de-inventarios.html>>
- CLAUDIO LOAYZA, Pedro Joseph
2011 *Diagnóstico y Propuesta de Mejora de los Procesos de un Taller Mecánico de una Empresa Comercializadora de Maquinaria*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.
- CONSTRUSUR
“¿Qué son las 5S? Implementación de las 5S”. Consulta: 09 de Noviembre de 2012.
<http://www.construsur.net/index.php/nota/ver/Organizacion_Industrial/Que-son-las-5S-Implementacion-de-las-5S/1>
- DORBESSAN, José Ricardo
2006 *Las 5 S's, herramientas de cambio*. Argentina: Editorial Universitaria de la UTN.
- EUMED
2010 “Política de Inventario, un aporte a la eficiencia”. Consulta: 10 de Noviembre de 2012.
< <http://www.eumed.net/ce/2010b/mhgg.htm>>
- EUSKALIT
“Gestión y mejora de procesos”. Consulta: 07 de Abril de 2012.
<<http://www.euskalit.net/nueva/images/stories/documentos/folleto5.pdf>>
- GRUPO KAIZEN S.A.
“Qué es Lean Manufacturing”. Consulta: 07 de Abril de 2012.
<http://www.grupokaizen.com/mck/Que_es_el_Lean_Manufacturing.pdf>
- HIRANO, Hiroyuki
1992 *El JIT Revolución en las fábricas*. Tokyo: JIT Management Laboratory Company.
- INGSOFTAGIL
2012 “Qué es Jidoka”. Consulta: 09 de Noviembre de 2012.
<<http://www.ingsoftagil.com/articulos/4-jidoka>>
- KARDEX REMSTAR
2012 “Un hito en el almacenamiento del almacén”. Consulta: 09 de Noviembre de 2012.
<<http://www.kardex-remstar.es/es/soluciones-almacenamiento/almacenamiento-automatico.html>>

- KRAJEWSKI, Lee J.
2008 *Administración de Operaciones*. México: Pearson Educación.
- LA REPUBLICA
2012 “Ahorros a plazo fijo dan más del 7% de interés”. Consulta: 23 de Noviembre de 2012. <<http://www.larepublica.pe/26-05-2012/ahorros-plazo-fijo-dan-mas-del-7-de-interes>>
- LEAN MANUFACTURING CENTER.
2007 “Preparación rápida de máquinas: El sistema SMED”. Consulta: 28 de Abril de 2012. <<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/smed.pdf>>
- MICHALSKY, WALTER J.
1998 *40 Herramientas de gestión para fábricas y servicios*. Madrid: Productivity Press.
- PARITARIOS
“Las 5 S’s herramientas básicas de mejora de la calidad de vida”. Consulta: 28 de Abril de 2012. <http://www.paritarios.cl/especial_las_5s.htm>
- PASCAL, Dennis
2007 *Lean Production Simplified: A Plain Language Guide to the World's Most Powerful Production System*. USA: Productivity Press
- RAJADELL, M. y SANCHEZ, J.
2010 *Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad*. España: Ediciones Díaz de Santos.
- SECRETARÍA DE LA FUNCIÓN PÚBLICA DE MÉXICO
2008 “Herramientas para el Análisis y Mejora de Procesos”. Consulta: 07 de Abril de 2012. <<http://portal.funcionpublica.gob.mx:8080/wb3/work/sites/SFP/resources/LocalContent/1581/8/herramientas.pdf>>
- SUZAKI, KIYOSHI
1987 *Competitividad en la fabricación en la década de los 90*. New York: The Free Press.
- SUZUKI, Tokurato
1992 *TPM en industrias de proceso*. Madrid: Productivity Press.
- UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO
2010 “La Innovación empresarial en Perú”. Consulta: 07 de Abril de 2012. <http://www.up.edu.pe/carrera/administracion/SiteAssets/Lists/JER_Jerarquia/EditForm/20100624104757_ie.pdf>

ANEXO 1. Modelo de encuesta de satisfacción del cliente

	ENCUESTAS DE SATISFACCION DEL CLIENTE	Revisado:	Versión:
		Aprobado:	Fecha:

Empresa:	Fecha:
Nombre:	Cargo:

Utilice la siguiente escala para calificar cada una de las preguntas y marque con una "X" el casillero correspondiente:

Muy Satisfecho	Satisfecho	Regular	Insatisfecho	Muy Insatisfecho
5	4	3	2	1

SATISFACCIÓN GENERAL	CALIFICACIÓN				
¿Qué tan satisfecho está usted? respecto a:	5	4	3	2	1
1. La amabilidad al ofrecer nuestro producto					
2. La información que se le brinda al ofrecer nuestros servicios.					
3. La comprobación con Ud., para asegurarnos de saber exactamente, cuáles son sus necesidades y expectativas al hacernos su pedido.					
4. La búsqueda de adecuarnos a sus necesidades de producto y/o servicio					
5. La comunicación de todo cambio (características del producto y/o tiempo de entrega) en los términos de venta					
6. La calidad (especificaciones técnicas) ofrecida de nuestro producto.					
7. El tiempo de entrega del producto.					
8. Nivel de respuestas a consultas y requerimientos.					
9. Satisfacción general del producto.					

¿Qué podemos hacer para mejorar el producto que le ofrecemos?
¿Qué es lo que más valora de nuestro servicio?