

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



**Diagnóstico Operativo Empresarial de la Planta de Producción Naranjal de**  
**Promotores Eléctricos S.A.**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAGÍSTER EN**  
**DIRECCIÓN DE OPERACIONES PRODUCTIVAS**

**OTORGADO POR LA**  
**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**PRESENTADA POR**

**Gabriela Caparó Farfán**

**Renán Alberto Carrizales Troncos**

**Gisella del Rocío Cristóbal Barsallo**

**Melvin Guadalupe Perea**

**Julio César Sosa Rojas**

**Asesor: Ricardo Miguel Pino Jordán**

**Santiago de Surco, octubre de 2016**

## Dedicatoria



Dedicado a Dios, por habernos  
dado salud para lograr nuestros objetivos;  
y a nuestras familias, por su apoyo  
incondicional, motivación y paciencia en  
la culminación de esta tesis.



## Agradecimiento

Agradecemos a PROMELSA, por brindarnos su tiempo y apoyo para realizar este diagnóstico operativo. Y gracias a la confianza y dedicación de tiempo de nuestro asesor, el profesor Ricardo Pino, por haber compartido sus conocimientos y experiencia.



## Resumen Ejecutivo

En el desarrollo de la presente tesis se realizó el diagnóstico operativo empresarial con el fin de encontrar oportunidades de mejora y brindar los lineamientos a la gestión de operaciones para generar eficiencias y por consiguiente beneficios a toda la cadena productiva.

La tesis se divide en once capítulos que abarcan todo el diagnóstico de las operaciones productivas de la empresa, así como el análisis y las propuestas de mejora planteadas.

En los primeros capítulos se describe información relevante respecto a las características organizacionales y operativas de la empresa, además de la distribución de la planta, el planeamiento de sus recursos y procesos; y el diseño de sus productos. A partir de esta información, se realizó un análisis minucioso y técnico para plantear propuestas de mejora en productividad, eficiencia y reducción de costos, enfocados siempre a generar beneficios adicionales que satisfagan las expectativas del mercado objetivo.

Todo esto se resume en la propuesta de una nueva distribución de planta que optimice los procesos y mejore la productividad de los mismos. Asimismo, se propone un mejor planeamiento agregado que optimice la planilla, generando mayor eficiencia en el uso del capital humano. También, se plantea un plan de mantenimiento preventivo que permita reducir los tiempos de paradas y mejorar la productividad de las maquinarias. Por último, se plantea mejorar la gestión de la cadena de abastecimiento, que generaría ahorros sustanciales en los costos logísticos.

Con estas mejoras, se obtendrían beneficios y ahorros, para el primer año sumaron S/. 1'027,518, que representa el 88% de la utilidad bruta de este negocio obtenida el 2015. Y los beneficios y ahorros que se proyectan para el siguiente año llegan a S/. 1'535,534, que representa el 131% de la utilidad bruta de este negocio. Haciendo que obtenga costos competitivos en el mercado, que opere una planta con mayor nivel de productividad, cuente

con recursos humanos mejor capacitados y en la cantidad adecuada para hacer frente a un mercado actual competitivo, y con bases para generar crecimientos más escalonados en los próximos años, dándose a los clientes mejores productos a costos más bajos.



## Abstract

In developing this thesis, the business operating diagnosis was made, to find opportunities for improvement and provide guidelines to the management of operations with objective for to generate efficiencies and, therefore, benefits the entire production chain.

The thesis is divided into eleven chapters covering all the diagnosis of the productive operations of the company as well as the analysis and improvement proposals raised.

In the early chapters, it is described relevant information of the organizational and operational characteristics of the company, in addition to the distribution of the plant, planning resources and processes, and design of its products. From this information, a detailed and technical analysis was performed to make proposals of improving productivity, efficiency and cost reduction, focused always in generate additional benefits that meet the expectations of the target market.

All this is summarized in the proposed of a new distribution plant that streamline processes and improve productivity thereof. It also proposes better planning, for optimize the return, creating better efficient use of human capital. Also raises a better plan of preventive maintenance that reduces downtime and improve productivity of machinery. Finally, we propose the improve of the management of supply chain, would generate substantial savings in logistics costs.

With these improvements, benefits and savings would be obtained, for the first year they added S / 1'027,518, which represents 88% of the gross profit of this business obtained in 2015. And the benefits and savings projected for the following year reach S / 1'535,534 which represents 131% of the gross profit. By getting competitive costs in the market, operating a plant with a higher level of productivity, have better trained human resources and the right amount to face a current competitive market, and with bases to generate more staggered growth in the coming years, giving customers better products at lower costs.

## Tabla de Contenido

<b>Lista de Tablas .....</b>	<b>xi</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>xiii</b>
<b>Capítulo I. Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción de la Empresa.....	1
1.2. Productos Elaborados.....	3
1.2.1. Fabricación y ensamblaje de tableros eléctricos.....	5
1.2.2. Fabricación y ensamblaje de transformadores.....	5
1.3. Ciclo Operativo de la Empresa.....	6
1.3.1. Diagrama entrada-proceso-salida .....	7
1.4. Clasificación según sus Operaciones Productivas .....	8
1.5. Matriz de Proceso de Transformación .....	9
1.6. Relevancia de la Función de Operaciones.....	10
1.7. Pronósticos de Demanda para los Próximos Años.....	10
1.8. Conclusiones .....	14
1.9. Propuesta de Mejora.....	14
<b>Capítulo II. Ubicación y Dimensionamiento de la Planta .....</b>	<b>17</b>
2.1. Dimensionamiento de la Planta.....	17
2.2. Ubicación de la Planta.....	19
2.3. Conclusiones .....	21
2.4. Propuesta de Mejora.....	21
<b>Capítulo III. Planeamiento y Diseño del Producto .....</b>	<b>23</b>
3.1. Secuencia del Planeamiento .....	23
3.2. Aseguramiento de la Calidad del Diseño .....	26
3.3. Conclusiones .....	26

3.4. Propuesta de Mejora.....	26
<b>Capítulo IV. Planeamiento y Diseño del Proceso.....</b>	<b>30</b>
4.1. Mapeo de los Procesos .....	30
4.2. Diagrama de Actividades de los Procesos Operativos (DAP) .....	32
4.3. Tecnologías Empleadas.....	33
4.4. Descripción de los Problemas Detectados en los Procesos.....	36
4.5. Conclusiones .....	40
4.6. Propuesta de Mejora.....	41
<b>Capítulo V. Planeamiento y Diseño de la Planta.....</b>	<b>45</b>
5.1. Distribución Actual de la Planta .....	45
5.2. Análisis de la Distribución de la Planta .....	46
5.3. Conclusiones .....	48
5.4. Propuesta de Mejora.....	48
<b>Capítulo VI. Planeamiento y Diseño del Trabajo .....</b>	<b>55</b>
6.1. Planeamiento del Trabajo.....	55
6.2. Diseño del Trabajo .....	55
6.3. Método de Trabajo .....	57
6.3.1. Capacitación en el trabajo.....	57
6.3.2. Satisfacción en el trabajo .....	58
6.3.3. Medición del trabajo .....	58
6.4. Conclusiones .....	59
6.5. Propuesta de Mejora.....	60
<b>Capítulo VII. Planeamiento Agregado.....</b>	<b>65</b>
7.1. Estrategias Utilizadas en el Planeamiento Agregado .....	65
7.2. Análisis del Planeamiento Agregado .....	66

7.2.1. La demanda.....	66
7.2.2. Fuerza de trabajo .....	66
7.2.3. Materia prima .....	68
7.2.4. Subcontratistas.....	68
7.3. Conclusiones .....	68
7.4. Propuesta de Mejora.....	69
<b>Capítulo VIII. Programación de Operaciones Productivas.....</b>	<b>72</b>
8.1. Optimización del Proceso Productivo .....	72
8.2. Administración de Inventarios .....	73
8.3. Análisis de Transporte.....	75
8.4. Gestión de la Información .....	75
8.5. Conclusiones .....	78
8.6. Propuesta de Mejora.....	78
<b>Capítulo IX. Gestión y Control de la Calidad .....</b>	<b>80</b>
9.1. Gestión de la Calidad .....	80
9.2. Control de Calidad .....	81
9.2.1. Disposiciones específicas de los transformadores.....	81
9.2.2. Disposiciones específicas de tableros eléctricos .....	82
9.3. Conclusiones .....	87
<b>Capítulo X. Gestión de Mantenimiento .....</b>	<b>89</b>
10.1. Mantenimiento Correctivo .....	89
10.2. Mantenimiento Preventivo .....	91
10.3. Conclusiones .....	92
10.4. Propuesta de Mejora.....	93

<b>Capítulo XI. Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>97</b>
11.1. Conclusiones .....	97
11.2. Recomendaciones.....	99
11.3. Futuro de las Operaciones Productivas .....	102
<b>Referencias.....</b>	<b>107</b>
<b>Apéndice A. Análisis de Distribución de la Planta.....</b>	<b>109</b>
<b>Apéndice B. Programa de Mantenimiento .....</b>	<b>110</b>
<b>Apéndice C. Costo Anual 2015 del Mantenimiento Preventivo y Correctivo .....</b>	<b>111</b>
<b>Apéndice D. Análisis de Criticidad y Nuevo Costo de Mantenimiento Preventivo. ....</b>	<b>112</b>
<b>Apéndice E. Pronóstico de la Demanda de los Sectores Construcción, Minería y</b>	
<b>Electricidad .....</b>	<b>113</b>
<b>Apéndice F. Pronóstico de la Demanda de Tableros .....</b>	<b>114</b>
<b>Apéndice G. Pronóstico de la Demanda de Transformadores.....</b>	<b>115</b>
<b>Apéndice H. Ventas de Transformadores y Tableros PBI de Sectores.....</b>	<b>116</b>
<b>Apéndice I. Ventas de Tableros y Transformadores 2011- 2016.....</b>	<b>117</b>
<b>Apéndice J. Metodología FONAFE.....</b>	<b>118</b>
<b>Apéndice K. Sustento de Análisis de la Producción para el Año 2016.....</b>	<b>118</b>
<b>Apéndice L. Sustento de Evaluación de Costo y Beneficio por la Mejora de Procesos</b>	
<b>.....</b>	<b>11844</b>
<b>Apéndice M. Sustento de Evaluación de Costo y Beneficio por Cambio de Dsitribución</b>	
<b>de Planta .....</b>	<b>11845</b>
<b>Apéndice Ñ. Sustento de Comparativo de Costos de Transporte.....</b>	<b>11846</b>
<b>Apéndice O. Sustento del Análisis de Costos de Mantenimiento en la Planta .....</b>	<b>11847</b>



## Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Estadísticas de Regresión entre el PBI y las Ventas de Tableros y Transformadores</i> .....	11
Tabla 2. <i>Capacidad Instalada de Tableros y Transformadores</i> .....	19
Tabla 3. <i>Resultados del Método de los Factores Ponderados Aplicado a PROMELSA</i> .....	21
Tabla 4. <i>Análisis de la Producción para el Año 2016</i> .....	22
Tabla 5. <i>Análisis de Riesgos Relacionados con el Diseño</i> .....	29
Tabla 6. <i>Relación de las Operaciones y Tecnologías Empleadas</i> .....	36
Tabla 7. <i>Ponderación del Impacto de las Causas en el Objetivo Estratégico</i> .....	38
Tabla 8. <i>Evaluación de Costos y Beneficios por la Mejora de Procesos</i> .....	42
Tabla 9. <i>Evaluación de Costos y Beneficios por el Cambio de Distribución de Planta</i> .....	52
Tabla 10. <i>Funciones Asignadas por cada Puesto de Trabajo</i> .....	56
Tabla 11. <i>Estándar de Tiempos de Fabricación de Transformadores</i> .....	59
Tabla 12. <i>Identificación de Problema y Causas en el Proceso de Fabricación y Entrega</i> .....	61
Tabla 13. <i>Aplicación de las 5S en el Proceso de Fabricación y Entrega</i> .....	62
Tabla 14. <i>Plan Agregado de la Producción Actual en Miles de S/</i> .....	67
Tabla 15. <i>Ventas Anuales del Área Industrial</i> .....	69
Tabla 16. <i>Variación de los Costos por Mano de Obra y de la Utilidad Neta</i> .....	70
Tabla 17. <i>Plan Agregado de la Producción Propuesto en Miles de S/</i> .....	71
Tabla 18. <i>Comparativo de Costos de Transporte</i> .....	79
Tabla 19. <i>Objetivos de Calidad para la Producción</i> .....	86
Tabla 20. <i>Resultados Esperados a Partir del Mejoramiento del Sistema de Gestión de Calidad</i> .....	88
Tabla 21. <i>Aspectos de Valoración de Criticidad de Máquinas</i> .....	94

Tabla 22. <i>Matriz de Clasificación de Máquinas y Equipos Críticos</i> .....	95
Tabla 23. <i>Análisis de Costos de Mantenimiento en la Planta</i> .....	96
Tabla 24. <i>Resumen de las Mejoras Propuestas en la Planta Naranjal</i> .....	106
Tabla A1. <i>Hoja de Trabajo de Relación de Actividades</i> .....	112



## Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i> Organigrama funcional de PROMELSA. ....	4
<i>Figura 2.</i> Transformador y tablero eléctrico de PROMELSA. ....	6
<i>Figura 3.</i> Ciclo operativo de la planta naranjal de PROMELSA. ....	7
<i>Figura 4.</i> Diagrama de entrada-proceso-salida comercial. ....	8
<i>Figura 5.</i> Clasificación de las operaciones productivas del proceso comercial. ....	9
<i>Figura 6.</i> Matriz de proceso de transformación comercial. ....	9
<i>Figura 7.</i> Correlación entre el PBI y las ventas de tableros y transformadores. ....	111
<i>Figura 8.</i> Demanda de tableros al 2016. ....	12
<i>Figura 9.</i> Demanda de transformadores al 2016. ....	133
<i>Figura 10.</i> Ventas totales de tableros y transformadores al 2016. ....	133
<i>Figura 11.</i> Organigrama funcional propuesto de PROMELSA. ....	155
<i>Figura 12.</i> Plan de integración de estrategias de PROMELSA. ....	166
<i>Figura 13.</i> Ubicación de la planta de Naranjal. ....	200
<i>Figura 14.</i> Secuencia de planeamiento de transformadores y tableros eléctricos. ....	244
<i>Figura 15.</i> Diagrama de entrada y salida proceso de diseño. ....	27
<i>Figura 16.</i> Mapa de procesos de PROMELSA. ....	31
<i>Figura 17.</i> Mapa de procesos de transformadores y tableros eléctricos. ....	322
<i>Figura 18.</i> Diagrama de actividades del proceso de fabricación de tableros eléctricos. ....	344
<i>Figura 19.</i> Diagrama de actividades del proceso de fabricación de transformadores. ....	355
<i>Figura 20.</i> Diagrama de causa-efecto de la planta de producción. ....	37
<i>Figura 21.</i> DAP de flujo de proceso - fabricación de tableros propuesto por la mejora del proceso. ....	433
<i>Figura 22.</i> DAP de flujo de proceso - fabricación de transformadores propuesto por la mejora del proceso. ....	444

<i>Figura 23.</i> Área construida de la planta Naranjal.....	455
<i>Figura 24.</i> Layout actual de la planta industrial.....	47
<i>Figura 25.</i> Diagrama de relación de actividades.....	50
<i>Figura 26.</i> Layout propuesto de la planta principal.....	51
<i>Figura 27.</i> DAP de flujo de proceso de fabricación de tableros propuesto a partir de la mejora en la distribución de planta.....	53
<i>Figura 28.</i> DAP de flujo de proceso de fabricación de transformadores propuesto por la mejora en la distribución de planta.....	54
<i>Figura 29.</i> Relación de aplicación de las 5S sobre las causas del proceso.....	63
<i>Figura 30.</i> Lista de chequeo de 5S.....	64
<i>Figura 31.</i> Sistema de planificación de recursos ZICO.....	77
<i>Figura 32.</i> Procedimiento de control, evaluación y certificación de los transformadores.....	83
<i>Figura 33.</i> Procedimiento de control, evaluación y certificación de tableros eléctricos.....	84
<i>Figura 34.</i> Indicador de nivel de satisfacción del cliente.....	855
<i>Figura 35.</i> Organigrama funcional del área de mantenimiento.....	900
<i>Figura 36.</i> Costos del nivel de actividad del mantenimiento.....	922

## Capítulo I. Introducción

En el presente capítulo se describe a la empresa Promotores Eléctricos S.A. (PROMELSA), su historia, su organización, procesos, ciclo operativo y la relevancia de sus operaciones, que servirán de introducción para un mejor entendimiento de los siguientes capítulos del presente diagnóstico elaborado de la planta Naranjal, donde se realiza la producción de tableros y transformadores eléctricos.

### 1.1. Descripción de la Empresa

PROMELSA es una empresa familiar de capitales peruanos, dedicada a la venta de materiales eléctricos y fabricación de productos para la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. La empresa inició sus actividades en 1961, bajo la razón social José Mallqui Peña Importaciones, con la comercialización de alambres magnéticos y aislamientos eléctricos. Con el tiempo, se fue ampliando cada vez más su línea de productos, acorde con su capacidad instalada y la demanda dentro del mercado, siendo la pesca, minería y agricultura, los sectores de sus principales clientes, en los primeros años de funcionamiento.

A mediados de 1968, se constituyó lo que hoy en día es la empresa, que absorbió los activos y pasivos de José Mallqui Peña Importaciones, y fue socialmente constituida el 7 de agosto e inscrita en el Registro Mercantil de Lima, el 9 de setiembre del mismo año, iniciando en 1971 sus operaciones comerciales.

En el 2002, la empresa implementó su primer Sistema de Gestión de Calidad; y el 27 de agosto de 2012 obtuvo una recertificación sobre la base de la Norma ISO 9001:2008, con la empresa DQS (Asociación Alemana de Certificación de Sistemas de Gestión), en la que están incluidos todos los procesos de su giro: comercial, producción y laboratorio de calibración. Esta certificación incluye a todas sus sedes: local principal, dos sucursales comerciales y la planta de Naranjal, de fabricación de transformadores y tableros eléctricos.

- **Visión:**

«PROMELSA apunta a posicionarse como la primera empresa en brindar soluciones integrales, desarrollando ingeniería y ejecutando proyectos industriales, con la innovación y calidad como características principales de nuestros productos y servicios.» (PROMELSA, 2014a)

- **Misión:**

«PROMELSA es una empresa comercializadora de materiales eléctricos y fabricante de productos para la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica; con un amplio *stock* de productos para abastecer en forma oportuna y eficiente a sus clientes, logrando su satisfacción total.» (PROMELSA, 2014a).

- **Filosofía:**

«El trabajo, constancia, orden y disciplina, son los factores del éxito de la empresa, cuya filosofía es esforzarse día a día para darles a sus clientes lo mejor de ella, con una buena y cordial atención, y así copar todas sus necesidades dentro del rubro en el cual se ha desarrollado. Dispuestos a emplear todo su potencial, conocimiento y calidad humana para cumplir sus objetivos.» (PROMELSA, 2014a).

De acuerdo a lo enunciado en la misión, no se plantean objetivos cuantitativos con metas claras. Esto debido a que la empresa no cuenta con un plan estratégico anual y solo se trabaja sobre la base de objetivos planteados por la Gerencia General para este año, de crecer 20% en las ventas e incrementar su participación en el mercado de 5 a 6%.

La organización de la empresa tiene una estructura funcional jerárquica piramidal, con una unidad de mando centralizada en la Gerencia General. Por encima se encuentran como miembros del Directorio, los hijos del fundador José Mallqui, y por debajo del Gerente General se encuentran las direcciones Comercial, de Finanzas y de Imagen Institucional. Actualmente, la empresa se encuentra en proceso de reestructuración, para que en los

próximos años los directores transfieran sus cargos a las seis nuevas gerencias que se han implementado, y que se encargarán de dirigir el futuro de la empresa. Estas áreas son las gerencias de Ventas, Logística, Administración y Finanzas, Márketing, Producción y Técnica; que reportarán a la Gerencia General.

En el caso de la planta industrial, esta se encuentra dirigida por el Gerente de Producción, que tiene a su cargo las jefaturas de producción de tableros y transformadores. Asimismo, cuenta con tres coordinadores: de planeamiento, de producción y de mantenimiento. Por su parte, el Área Técnica cuenta con tres jefaturas: de ingeniería de transformadores, ingeniería de tableros y celdas, y el área de investigación y desarrollo (I&D).

Se observa que esta estructura descuida la gestión del activo de la planta, al tener varias jefaturas a su cargo. Por ejemplo, la Gerencia de Producción podría volverse muy operativa si tuviese que atender las operaciones diarias de la empresa y tomar decisiones en función de la producción y del mantenimiento. Finalmente, está Control de Calidad, ubicada en el organigrama como un área independiente, que reporta directamente a la Gerencia General, tal como se muestra en la Figura 1.

## **1.2. Productos Elaborados**

PROMELSA es una empresa de operaciones mixtas, ya que brinda bienes y servicios. Sin embargo, las operaciones de fabricación de productos representan en promedio el 15% de las operaciones de la empresa; el 85% restante corresponde a las operaciones comerciales, por lo cual se define a la empresa como una empresa comercial, que cuenta con una lista de más de 12,000 productos, de más de 320 marcas de fabricantes nacionales y extranjeros, agrupados en 19 líneas de productos; entre ellos se encuentran los tableros eléctricos y transformadores fabricados en la planta (véase la Figura 2).

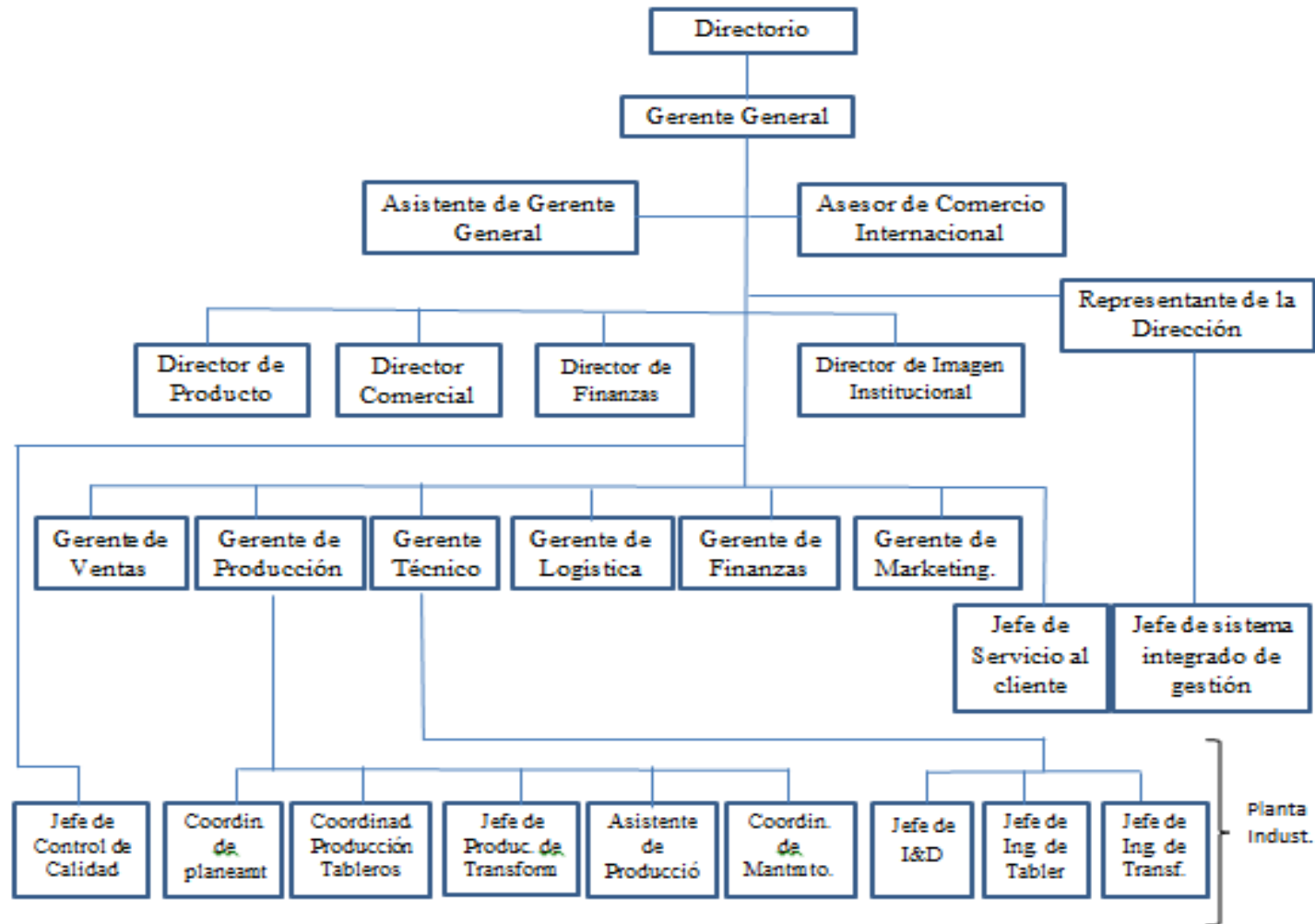


Figura 1. Organigrama funcional de PROMELSA.

Adaptado del «Manual de organización de funciones ISO 9001:2008, M-08» (p. 3), por PROMELSA, 2014b, Lima, Perú: Autor.



### **1.2.1. Fabricación y ensamblaje de tableros eléctricos**

Los tableros eléctricos están conformados por un conjunto de componentes integrados, con una lógica determinada, que pueden desempeñar funciones de mando, protección, control, medición y señalización. Entre los principales tipos de tableros eléctricos fabricados en la planta se pueden mencionar: (a) tableros de distribución de baja tensión, entre los que se encuentran los tableros barbotantes, los tableros de distribución empotrables y los tableros de distribución adosables; (b) tableros de control de motores, elaborados con diferentes tipos de arranque de acuerdo con los requerimientos y funciones de las máquinas a controlar; (c) tableros de protección de alta tensión, como son los tableros de protección, los tableros de medición, los tableros de mando, los tableros de servicios auxiliares, equipados principalmente con relés de protección que se encargan del monitoreo y supervisión de las líneas, así como de los elementos de alta y media tensión.

### **1.2.2. Fabricación y ensamblaje de transformadores**

Los transformadores de tensión son máquinas estáticas electromecánicas cuya función es transformar parámetros eléctricos, fabricados básicamente con núcleos de hierro silicoso y bobinas de cobre. Los principales tipos de transformadores que se manufacturan son: (a) transformadores de distribución, como el transformador monofásico convencional, y los de transformación trifásica de hasta 5MVA y 36kVde potencia; (b) transformadores de medida y protección, como los transformadores mixtos trifásicos, los transformadores de corriente de barra pasante, los transformadores toroidales de corriente para medición y protección en media tensión; y (c) transformadores tipo pedestal, especiales para el uso exterior, que tienen integrados el compartimiento de mando y protección, tanto en media como en baja tensión, en la misma unidad.

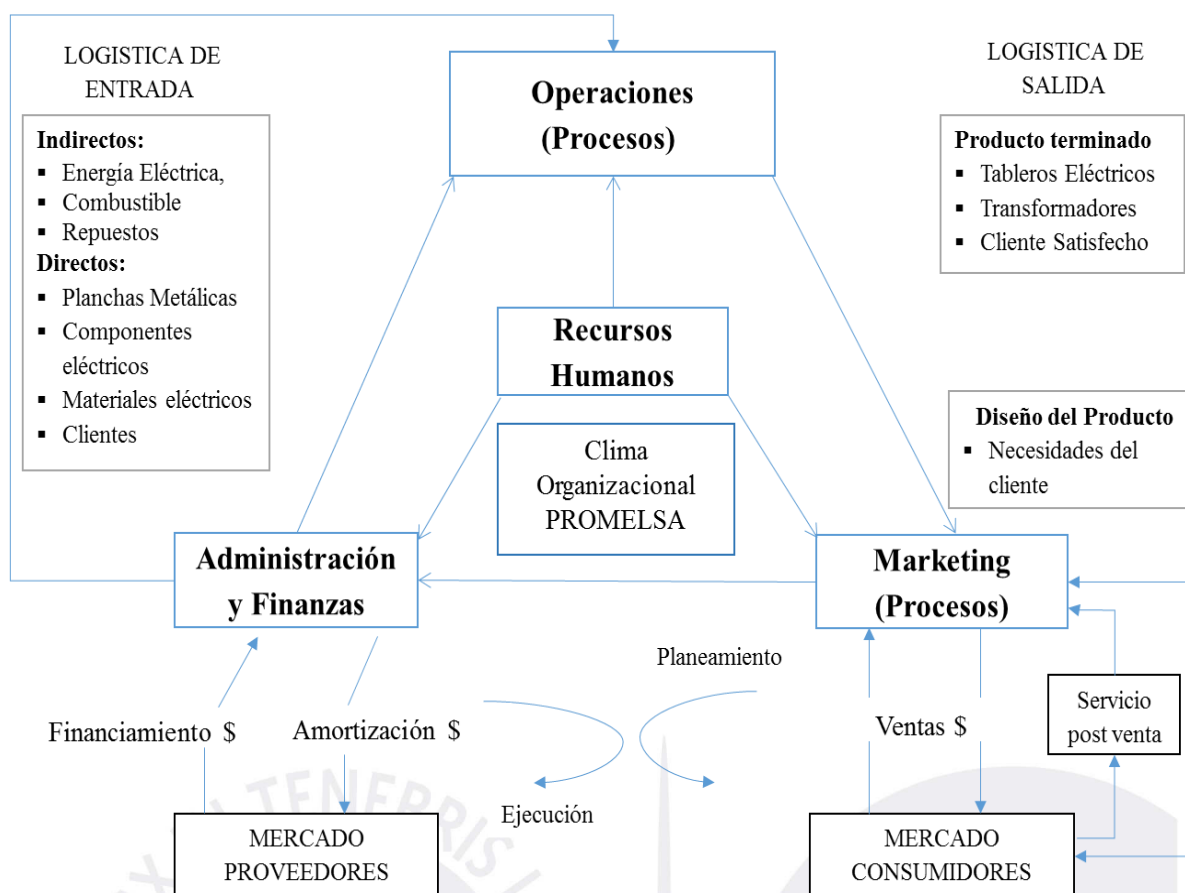


*Figura 2.* Transformador y tablero eléctrico de PROMELSA.

### 1.3. Ciclo Operativo de la Empresa

Las áreas de la empresa que intervienen en el ciclo operativo son: Administración y Finanzas, Operaciones, Márketing y Recursos Humanos. Estas cuatro áreas realizan un trabajo complementario para vender a los clientes productos y materiales eléctricos y/o la fabricación de tableros eléctricos y transformadores, cumpliendo las especificaciones de costo, calidad y tiempo de entrega, de acuerdo con los estándares establecidos.

El área de Administración y Finanzas es la encargada de conseguir los recursos económicos para financiar la ejecución de compra de productos comerciales y de insumos; el área de Operaciones realiza las tareas logísticas y logra transformar los materiales e insumos en tableros eléctricos y transformadores. Por su parte, el área de Márketing enfoca su trabajo en el conocimiento del sector industrial, que comprenden las empresas constructoras, mineras y de generación de energía, con el fin de realizar las ventas y generar oportunidades de desarrollo de nuevos productos; y el área de Recursos Humanos provee de personal a todas las operaciones de la empresa. En la Figura 3, se muestran todas las áreas y elementos que intervienen en el ciclo operativo de la empresa.

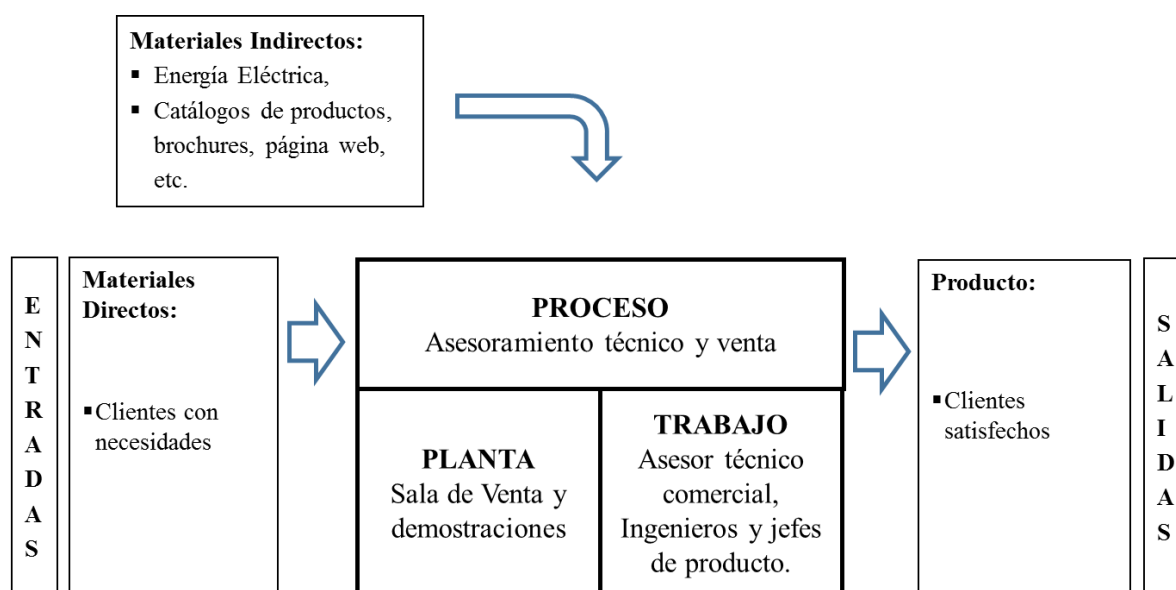


*Figura 3.* Ciclo operativo de la planta naranjal de PROMELSA. Adaptado de «Administración de las operaciones productivas» (p. 9), por F. A. D'Alessio, 2013, México D. F., México: Pearson.

### 1.3.1. Diagrama entrada-proceso-salida

Las operaciones de la empresa se describen el diagrama de entrada-proceso-salida, cuyas operaciones tiene como fin comercializar tableros eléctricos y transformadores. En el proceso comercial, se considera a los clientes como elementos de entrada, quienes requieren asesoramiento de especialistas con alto nivel técnico para realizar la compra o adquisición de un producto o solución integral, que va desde lo simple a lo altamente complejo. Lo antes descrito se lleva a cabo en la sala de reuniones, en las salas de venta, por vía telefónica a través del Contact Center, y en las instalaciones del cliente, a cargo de los asesores técnico-comerciales, jefes de producto, soporte comercial, ingenieros de presupuestos, quienes están especializados en las líneas de productos o productos específicos. Este proceso tiene se cierra

con la salida de un cliente satisfecho, con productos que cubren sus necesidades (véase la Figura 4).



*Figura 4.* Diagrama de entrada-proceso-salida comercial. Adaptado de «Administración de las operaciones productivas», por F. A. D’Alessio, 2013, p. 10. México D. F., México: Pearson.

El proceso de fabricación industrial se realiza en la planta, donde se cuenta con infraestructura y maquinaria instalada, necesaria para realizar dichas operaciones. En la entrada se tienen los materiales, equipos e insumos necesarios, para la fabricación de tableros y transformadores. En el trabajo está considerada la mano de obra de personal calificado, a cargo de: ingenieros, diseñadores, técnicos y operarios; y como salida se tienen los productos terminados, ya sea transformadores o tableros eléctricos.

#### 1.4. Clasificación según sus Operaciones Productivas

La empresa se dedica a la comercialización de productos y materiales eléctricos, y a la fabricación de tableros y transformadores, los cuales son diseñados, fabricados y probados de acuerdo con estándares nacionales e internacionales, y según las especificaciones técnicas requeridas por los clientes.

De acuerdo con la clasificación de las operaciones propuestas por D'Alessio (2013), se presenta la Figura 5, en la cual se define a la empresa logística, comercial.



Figura 5. Clasificación de las operaciones productivas del proceso comercial. Adaptado de «Administración de las operaciones productivas», por F. A. D'Alessio, 2013, p. 28. México D. F., México: Pearson.

### 1.5. Matriz de Proceso de Transformación

De acuerdo a lo descrito, el principal proceso de transformación de la empresa es el comercial, a pesar de tener una división industrial, quien brinda mayor margen de ingresos a PROMELSA es la parte comercial, tal cómo se muestra en la Figura 5. Según D'Alessio (2013), el proceso de transformación comercial, donde la producción es masiva (Figura 6).



Figura 6. Matriz de proceso de transformación comercial. Adaptado de «Administración de las operaciones productivas» (p. 29), por F. A. D'Alessio, 2013, México D. F., México: Pearson.

## **1.6. Relevancia de la Función de Operaciones**

En los últimos años, el área de Operaciones ha adquirido una mayor relevancia en el logro de la ventaja competitiva de la empresa, lo cual les exige definir para sus operaciones una estrategia con el fin de abastecer en forma oportuna y eficiente a sus clientes. Para conseguir el éxito de esta estrategia, el área de Operaciones toma en cuenta distintos factores como capacidad de producción, tecnología, equipos, proveedores, personal capacitado y comprometido, buena calidad de sus productos, planificación y, la relación con los clientes.

La división industrial de la empresa ha facturado en los últimos dos años un promedio de S/. 19 millones, siendo el 75% los costos del área de Operaciones, que incluyen la planilla de personal, los activos fijos, los inventarios, los equipos y las maquinarias. Con estas cifras, se muestra las actividades de Operaciones en la organización han sido muy rentables y han hecho crecer el negocio. Todas las mejoras, como eficiencias, rendimientos, ahorros y optimizaciones que puedan implementarse en el área de Operaciones significarían un impacto positivo en el negocio, haciendo a la empresa más sólida y competitiva en el mercado actual.

En la fabricación de transformadores y tableros eléctricos, los procesos de diseño, importación, aprovisionamiento local, producción y distribución, son considerados críticos y concentran la mayor cantidad de activos fijos y circulantes, como son los costos de la planilla propia y la de personal externo. Por ello, las gerencias necesitan plantear eficiencias y mejoras productivas que generen valor en las operaciones, debido a su impacto vital y directo en la rentabilidad del negocio.

## **1.7. Pronósticos de Demanda para los Próximos Años**

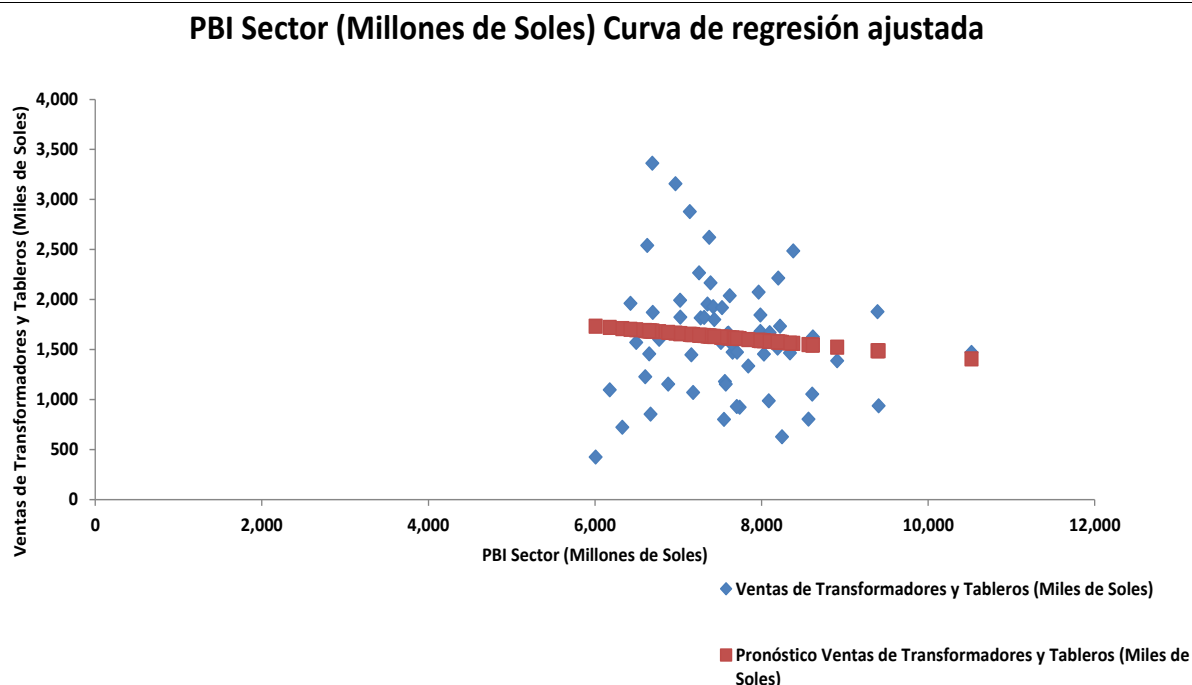
PROMELSA no realiza pronósticos de la demanda; sin embargo, maneja un sistema de producción basado en órdenes de compra generadas por proyectos diferenciados de cada cliente, y mediante licitaciones de proyectos y obras en los sectores estatal y privado.

Para elaborar el pronóstico de la demanda se planteó como primera opción aplicar el modelo de regresión lineal, analizando el comportamiento de variables externas que influyen en las operaciones de la empresa, como: el crecimiento del sector construcción, la inversión estatal en proyectos de electrificación, el sector minero y el comportamiento del mercado. No obstante, los datos obtenidos mostrados en la Tabla 1 y en la Figura 7, indican que el crecimiento de estos sectores analizados no representa un factor fundamental, al no tener correlación entre sus datos de crecimiento y la venta de tableros y transformadores de los últimos años.

Tabla 1

*Estadísticas de Regresión entre el PBI y las Ventas de Tableros y Transformadores*

Resultados estadísticos de Regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.1010389
Coefficiente de determinación $R^2$	0.0102089
$R^2$ ajustado	-0.006857
Error típico	597.43037
Observaciones	60



*Figura 7. Correlación entre el PBI y las ventas de tableros y transformadores. Adaptado del «Modelo de regresión lineal» (p. 134), por C. Veliz, 2011, Estadística para la Administración en los Negocios.*



Considerando la información de las ventas mensuales de transformadores y tableros eléctricos de los últimos cinco años (véanse los apéndices H e I), se analizó su comportamiento y estacionalidad promedio; y con la aplicación del modelo para la tendencia y estacionalidad, se elaboró el pronóstico de la demanda del 2016 y futura. Aplicando el modelo estadístico de tendencia y estacionalidad, según Shumway (1988), del pronóstico de las ventas totales de tableros y transformadores, se obtiene el menor margen de error para el comportamiento de los datos; sin embargo, con el modelo estadístico Winter, para los datos del sector construcción, minería y electricidad, se obtiene el menor margen de error, con lo cual se puede evidenciar la no correlación o dependencia entre ambas datas.

A continuación, en la Figura 8, se muestra gráficamente la demanda de tableros eléctricos con un comportamiento variable desde el 2011 al 2013, tornándose estable a partir del año 2014, sin crecimiento acentuado, y realizando la proyección para los dos últimos trimestres del 2016.

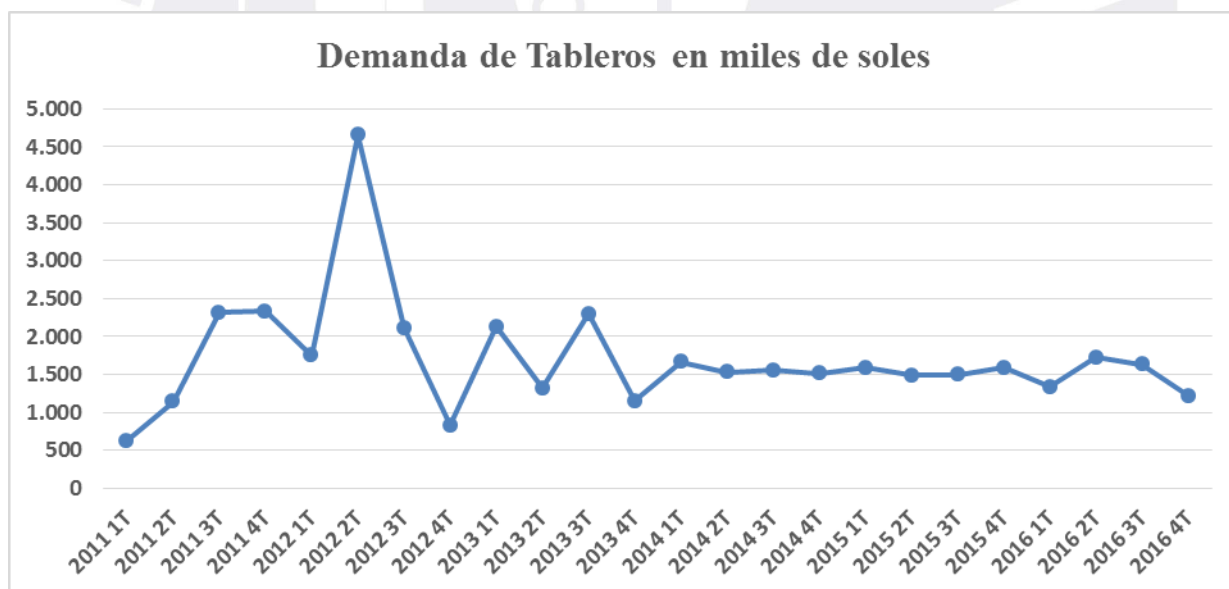


Figura 8. Demanda de tableros al 2016.

Por otro lado, la demanda de transformadores se presenta en la Figura 9, y puede observarse que tiene un comportamiento estable durante los cinco años, con un ligero aumento en el 2013, y disminución a partir del 2015.



En la Figura 10, se muestra a partir del 2014 que la demanda se mantiene estable, sin mayores alzas ni bajas. Asimismo, el resultado de la proyección para el 2016 es una consecuencia de la suma de los pronósticos para tableros y transformadores. En los tres casos, la demanda se muestra uniforme mes a mes, con ligeros quiebres.

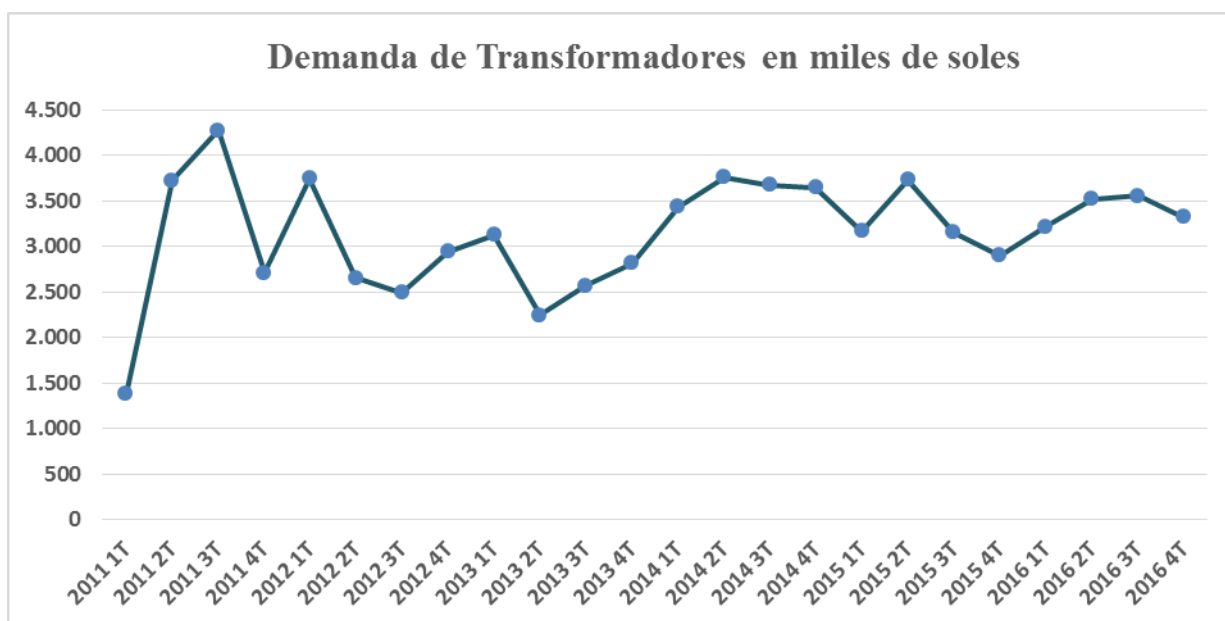


Figura 9. Demanda de transformadores al 2016.

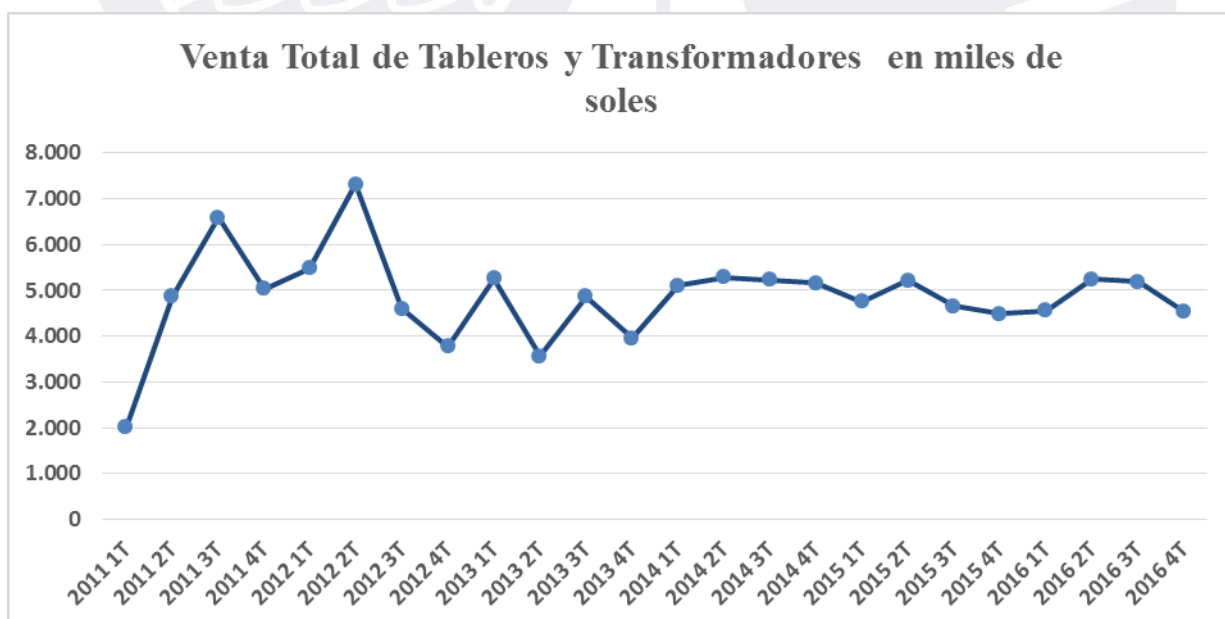


Figura 10. Ventas totales de tableros y transformadores al 2016.

## 1.8. Conclusiones

El organigrama de PROMELSA no ha sido elaborado con un enfoque en las necesidades operativas de la planta, sino que tiene posiciones netamente operativas y sin responsables que gestionen cada área para lograr los objetivos estratégicos de producción.

El pronóstico de la demanda al año 2016, asciende a 5,903 en tableros eléctricos y 13,617 en transformadores, que suman una venta de casi S/. 19'521,000. Esta proyección considera la evolución de las ventas de los últimos cinco años y la intención de crecimiento de la gerencia. Asimismo, la utilidad bruta del negocio de la división industrial de PROMELSA fue de S/. 1'170,000 en el 2015.

Se pudo evidenciar que el crecimiento de los sectores construcción, minería y electricidad, no tiene correlación con la venta de tableros eléctricos y transformadores, según la data de los últimos cinco años. Por lo tanto, la caída en las ventas se puede atribuir a factores internos de la empresa, que van desde procesos ineficientes, distribución desordenada de la planta, falta de renovación tecnológica e inexistencia de estrategia corporativa que no considera al cliente como foco de atención.

## 1.9. Propuesta de Mejora

Se propone reestructurar el organigrama, donde el Gerente de Producción cuente con un jefe de planta dedicado a gestionar labores operativas de sus dos líneas de producción; y un jefe de mantenimiento, quien trataría temas de mantenimiento a maquinarias y mantenimiento de activos e infraestructura. En la Figura 11, se muestra que ambas jefaturas se encontrarán en el mismo nivel jerárquico, ya que serán autónomas en la gestión de su área y reportarán al Gerente de Producción.

De igual forma, se deberá contar con un coordinador de mantenimiento, encargado del desarrollo de proyectos de mejora, de procesos, tecnología e infraestructura. Esto permitirá al Gerente de Producción delegar el control de actividades diarias de producción, lo cual le

permitirá priorizar la administración de la planta, implementando indicadores, procesos y mejoras que aumenten su productividad.

En la Figura 12, se muestra el plan de integración de estrategias del negocio, la cadena de suministros y de aprovisionamiento para el área de Operaciones. El objetivo es lograr el crecimiento de participación del mercado, del 5% al 6%; y el incremento de las ventas en 20%. Su aplicación busca reinventar la filosofía empresarial, planteando acciones como: soluciones innovadoras, costos competitivos, productos y servicios de calidad con mejores tiempos de atención y respuesta.

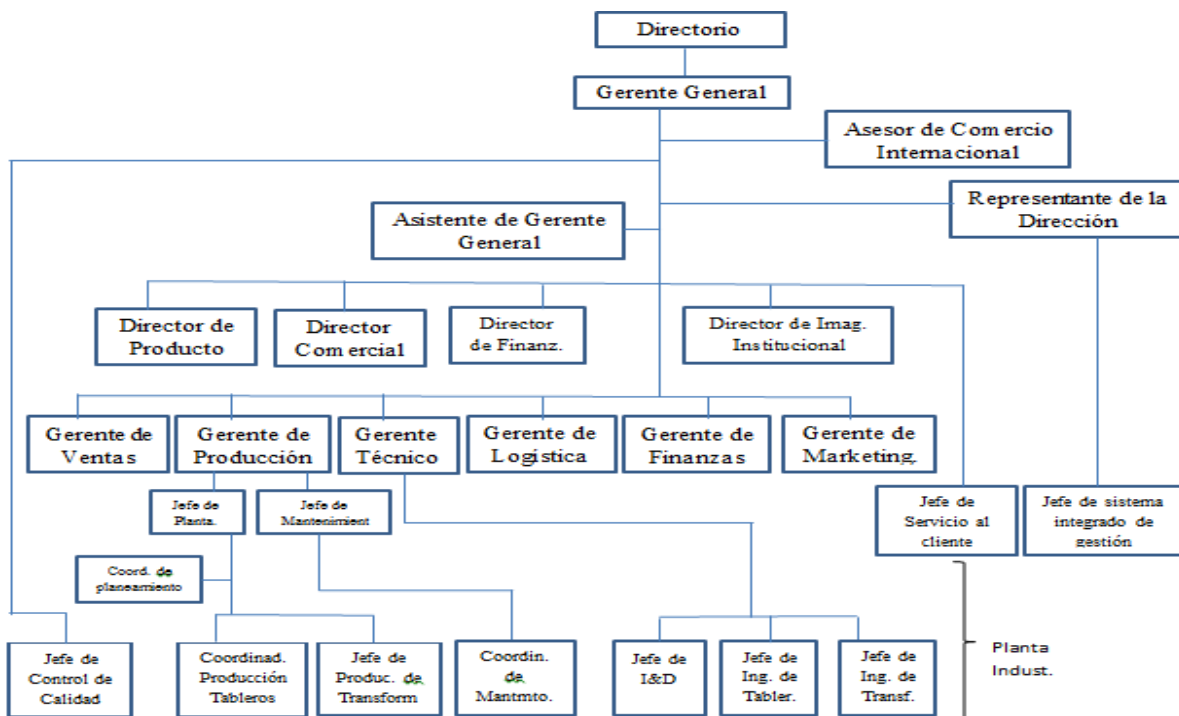


Figura 11. Organigrama funcional propuesto de PROMELSA.

Estas acciones, se lograrían a partir de aplicar las estrategias de la cadena de suministros como son: seleccionar el tipo de cadena responsiva, un proceso de diseño enfocado a la innovación tecnológica, ubicación estratégica de la planta, negociación *win to win* con buenos proveedores y mejorar el flujo productivo; con todo lo cual se brindaría el soporte necesario a las operaciones.

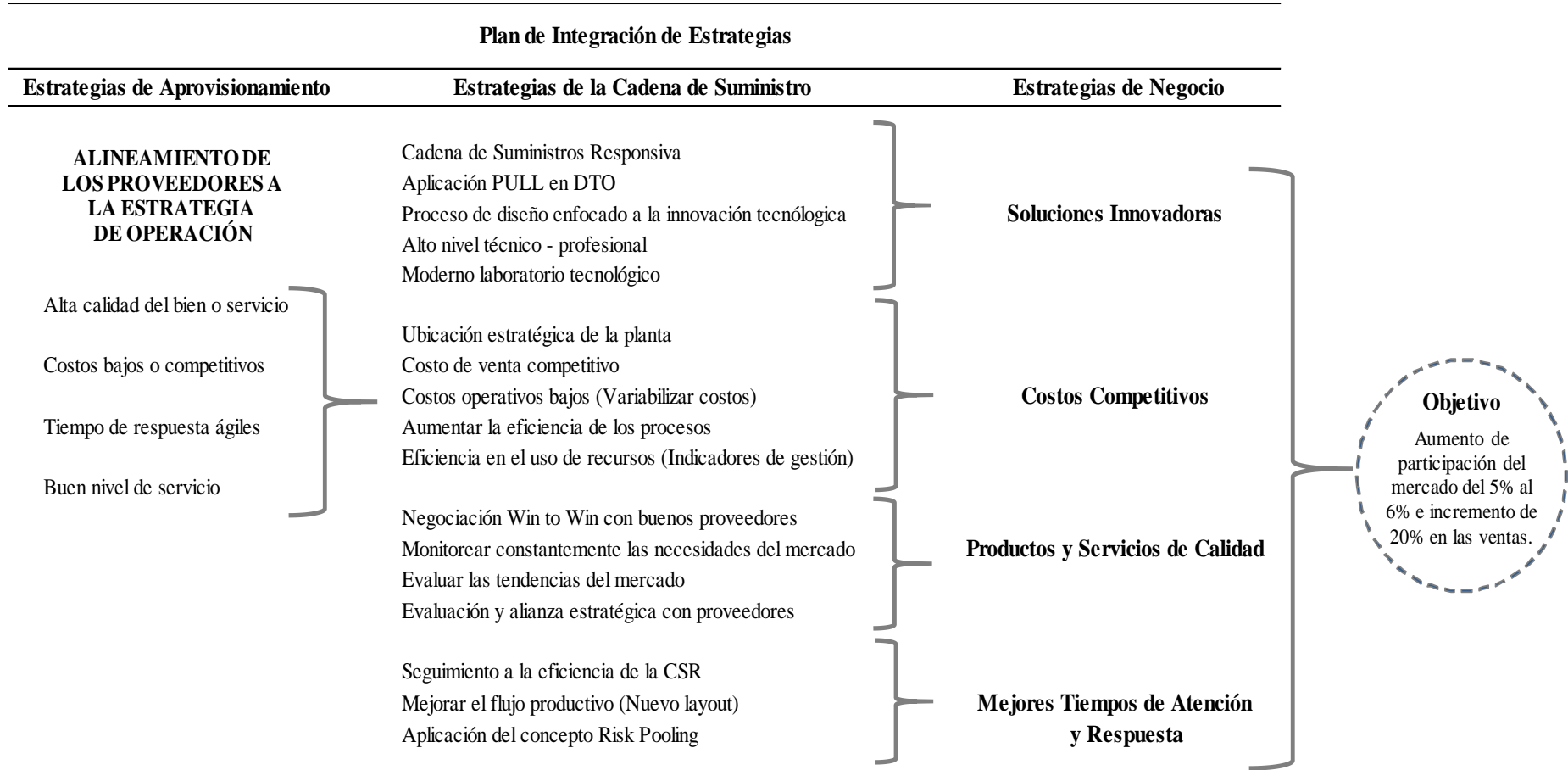


Figura 12. Plan de integración de estrategias de PROMELSA.

## Capítulo II. Ubicación y Dimensionamiento de la Planta

El contenido de este capítulo describe la ubicación y capacidad instalada de la planta, siendo este último un aspecto fundamental en el planeamiento general de las operaciones productivas. Para ello, se evaluó su localización basada en las necesidades de las operaciones, las mismas que fueron establecidas de acuerdo con las estrategias del negocio.

### 2.1. Dimensionamiento de la Planta

La capacidad instalada de la planta se basa en la cantidad de unidades fabricadas mensualmente por cada línea de producción. Debido a la variabilidad del producto en cada línea, de acuerdo a su tamaño, capacidad y cantidad de componentes, la empresa considera necesario establecer unidades de medición tipo, lo cual permitirá considerar un solo tipo de producto por cada línea de producción, asignándoles una contribución porcentual en unidades monetarias para la definición de las metas de ventas.

Como punto de partida, la empresa tiene establecido que cada línea de producción debe aportar en promedio el 50% de la producción total de la planta; sin embargo, en la realidad esto no se da, debido a que el promedio de ventas de los últimos cinco años indica que el área de tableros aporta el 35% de las ventas, y el 65% lo aporta la línea de transformadores.

Para el caso de la línea de producción de transformadores, dada su variabilidad en tamaño, al igual que en los tableros se establece una equivalencia en unidades monetarias, y una medición en unidades de potencia en kVA, de modo proporcional.

Para la línea de ensamblaje de tableros eléctricos, cada unidad funcional terminada está conformada por un arreglo muy particular de componentes, que a su vez varían en tamaño, cantidad y en función de cada componente, ocasionando también que las envolventes de cada unidad puedan variar en tamaño. Estas unidades pueden solicitarse como productos únicos o en pequeños lotes de producción de unidades idénticas.

Dada esta variabilidad en cuanto a unidades terminadas, se establece la medición de la capacidad instalada de producción sobre la base de una unidad de referencia de producción y su equivalencia en unidades monetarias. En este sentido, la unidad de medida de referencia se denomina tablero estándar, con un valor de venta promedio de US\$ 1,500, definiéndose una capacidad máxima de producción de 120 unidades por mes, que equivalen a US\$ 180,000. También se establecen las siguientes equivalencias de acuerdo con los otros tipos de tableros fabricados:

- Tablero estándar < > 1B < > US\$1500.
- Tablero adosado < > 1.5B.
- Tablero auto soportado por columna < > 4B.
- Tablero de Protección < > 30B.

Por otro lado, para la línea de fabricación de transformadores, la unidad de referencia está dada por un transformador de distribución, de 100kVA, con un costo promedio de US\$ 3,320 y una capacidad de producción de 100 unidades por mes, que equivalen a US\$ 332,000. Esto, considerando que los transformadores también varían en tamaño, de acuerdo a su potencia (con un máximo de 5000 kVA).

Las cantidades de tableros eléctricos y transformadores máximos a producir en la planta han sido obtenidos de la base de datos de la empresa (véase el Apéndice K); no obstante, cabe resaltar que para los meses de mayor demanda, ha sido necesario tercerizar parte de la producción para cumplir los compromisos de la empresa. En la Tabla 2, se muestra la demanda pronosticada para el 2016, que es un 2.2% más respecto al 2015. La capacidad máxima instalada actual no cubrirá dicha demanda, pues se tienen cargas operativas un 9% más en tableros eléctricos, y un 2% más en transformadores.

Tabla 2

*Capacidad Instalada de Tableros y Transformadores*

	Unidades	Carga operativa (%)
Demanda pronosticada de tableros para el 2016	1,174	109%
Demanda pronosticada de transformadores para el 2016	1,225	102%
Capacidad instalada máxima actual de tableros 2015	1,080	100%
Capacidad instalada máxima actual de transformadores 2015	1,200	100%

**2.2. Ubicación de la Planta**

La planta fue adquirida en 1973 y estuvo dedicada a la fabricación de reactores para lámparas fluorescentes y transformadores de baja tensión. Fue creciendo de tal forma que pudo fabricar transformadores de cada vez mayor potencia. A partir del 2002, inició operaciones de ensamblaje de tableros para brindar soluciones integrales y estar en capacidad de suministrar todo el equipamiento desde media hasta baja tensión.

La planta se encuentra ubicada en la urbanización industrial Naranjal, del distrito de Independencia, en Lima. Como se observa en la Figura 13, ubicada a 18 km aproximadamente de la oficina principal, con una ruta de acceso que presenta un alto nivel de tránsito y congestión vehicular.

En la planta operan sus dos líneas de producción, transformadores y de ensamblaje de tableros eléctricos, así como los almacenes para las actividades comercial y de producción. Fue construida considerando los siguientes factores relevantes: (a) valor del terreno, zona industrial de un distrito en crecimiento poblacional, lo que hacía el costo del terreno e impuestos bajos; (b) los servicios de agua y luz, de bajo costo por ubicarse en una zona con poca población en sus inicios; y (c) disponibilidad de mano de obra, con un distrito en crecimiento y con población en su mayoría jóvenes migrantes del interior del país.

Se aplicó el método de los factores ponderados, evaluando la ubicación actual de la planta respecto a otros distritos de Lima, para determinar si se encuentra estratégicamente ubicada, y descartar al factor ubicación como una de las causas de la falta de competitividad



de la empresa. En la Tabla 3, se muestran los resultados de la ponderación obtenida, considerando como alternativas cinco distritos. Según estos resultados, se puede concluir que la ubicación actual de la planta en Naranjal, en el distrito de Independencia, es estratégica para el negocio; por tanto, se enfocará el análisis de la problemática del negocio en otros factores.



Figura 13. Ubicación de la planta de Naranjal.  
Adaptado de Google Maps, 2016. Recuperado de <https://www.google.com.pe/maps/@-11.9780862,-77.060529,17>

#### Resultados del Método de los Factores Ponderados Aplicado a PROMELSA

Factores	Peso Relativo	Alternativas – Distritos				
		Independencia (actual)	Lima Industrial	Ate	Callao	Lurín
Proximidad de proveedores	20%	7	9	6	7	5
Proximidad de clientes	15%	6	8	5	5	4
Proximidad al Callao	15%	8	8	6	10	4
Costos laborales	10%	8	6	8	6	9
Nivel de seguridad	10%	7	6	6	4	7
Licencia de funcionamiento	10%	9	6	8	5	9
Costos de servicios (luz, agua)	5%	8	5	7	6	9
Accesibilidad a la planta	5%	8	8	7	8	5
Impuestos y arbitrios	5%	9	5	8	5	9
Costos de instalación	5%	8	6	8	6	9
Puntuación total		7.55	7.20	6.55	6.40	6.30



### 2.3. Conclusiones

La capacidad de producción instalada actual, tanto de tableros como de transformadores, presenta un déficit para satisfacer la demanda pronosticada al año 2016, con un aumento proyectado de 2.2% respecto al 2015. Si el objetivo estratégico es incrementar las ventas en 20%, es evidente que no se tiene la capacidad instalada para lograrlo.

#### Tabla 3

La ubicación de la planta es la correcta. Si bien por los factores de proximidad con los clientes y gestión de aprovisionamiento indican que sería mejor una ubicación en la zona de Lima Industrial, los bajos costos del distrito de Independencia generan la diferencia al momento de la toma de decisión.

### 2.4. Propuesta de Mejora

Para este capítulo, se ha requerido hacer un análisis de la producción, costos y beneficios del déficit de producción, con el fin de establecer una propuesta que mejore la capacidad instalada de la planta.

El déficit de producción identificado y obtenido con los datos de la Tabla 2, obedece exclusivamente al caos físico de una distribución desordenada de la planta, así como a procesos ineficientes por falta de estandarización e innovación, y a un personal con escasa cultura de eficiencia y que no mide ni controla los ratios de productividad.

A esto se adiciona que hay una inadecuada gestión de calidad orientada al cliente, en el sentido de buscar una solución en atender la demanda insatisfecha. En la actualidad, estas ventas simplemente se pierden, generando no solo un costo de oportunidad sino de imagen de la empresa, que favorece a la competencia.

Por ello, se calculó el beneficio económico de atender esa demanda insatisfecha a través de la tercerización de las operaciones de fabricación. Analizando todos los costos involucrados, es menos beneficioso producir con recursos propios pero es positivo. Este

margen menor a favor es el costo por satisfacer la demanda insatisfecha y mantener una buena imagen del negocio, impidiendo que la competencia gane participación en el mercado. En la Tabla 4, se muestra y cuantifica la propuesta de mejora que radica esencialmente en tercerizar las operaciones de fabricación que no formen parte del *core* del negocio, como es el diseño de soluciones.

Tabla 4

*Análisis de la Producción para el Año 2016*

Conceptos	Resultado
Déficit de producción anual de tableros eléctricos (Unidades)	94
Déficit de producción anual de transformadores (Unidades)	25
Costo unitario tercerizando las operaciones de ensamblaje hasta el acabado de tableros (Miles de Soles)	4.5
Costo unitario tercerizando las operaciones de ensamblaje hasta el acabado de transformadores (Miles de Soles)	9.9
Costo unitario tercerizando operaciones para cubrir el déficit de la producción anual (Miles de Soles)	668
Venta por cubrir brecha de la demanda insatisfecha (Miles de Soles)	751
Beneficio por cubrir brecha de la demanda insatisfecha (Miles de Soles)	83
Beneficio	11%

Se indican las unidades correspondientes al déficit en la producción de tableros y transformadores que deriva de la Tabla 2, donde se detalla la capacidad instalada de la planta. Asimismo, se obtuvieron los costos unitarios de tableros y transformadores, considerando que se han tercerizado las operaciones, desde el ensamblaje hasta el acabado. Con lo antes descrito, el beneficio obtenido es S/. 83,000, que representa el 11% respecto de la venta total, cuando el promedio actualmente oscila en casi el 15%.

Si bien es cierto que con este planteamiento se reduciría el beneficio por los mayores costos de las operaciones tercerizadas; sin embargo, se estaría cubriendo una demanda insatisfecha que, de no ser atendida, podría generar un mayor costo, como es la afectación de la imagen de la empresa.

### Capítulo III. Planeamiento y Diseño del Producto

En este capítulo se describe la secuencia que sigue la empresa para el planeamiento y diseño de los transformadores y tableros eléctricos en la planta, cumpliendo procesos certificados que aseguran la calidad de dichos productos. La parte crítica del proceso es el diseño del producto, que se encuentra bajo responsabilidad del área de Diseño e Ingeniería.

#### 3.1. Secuencia del Planeamiento

PROMELSA establece suministrar productos y servicios que satisfagan las necesidades del cliente, con dos líneas de producción: la línea de transformadores, que trabaja productos estandarizados; y la de tableros eléctricos, que requiere del diseño de productos personalizados por cada cliente.

El área de Diseño e Ingeniería de tableros y transformadores cuenta con procesos certificados bajo la norma ISO 9001:2008, que define la secuencia del diseño de productos, alineando así dichos procesos a las estrategias de la empresa, para lo cual tiene establecidos indicadores de medición y control. En ese sentido, la Gerencia tiene claro que la secuencia del planeamiento y diseño del producto debe estar alineada con el planteamiento estratégico de la organización, buscando así el posicionamiento de la empresa en el mercado y lograr el incremento de sus volúmenes de ventas.

En la Figura 14, se muestra la secuencia del planeamiento del producto que se sigue, desde la generación de la idea del producto, según las necesidades del cliente; así como el diseño, construcción y pruebas, hasta obtener un producto final con calidad. Seguido, se detalla cada una de las etapas que intervienen en el planeamiento y diseño de transformadores y tableros eléctricos, y la secuencia que cumplen, de tal forma que aseguren una gestión adecuada y productos finales con calidad.

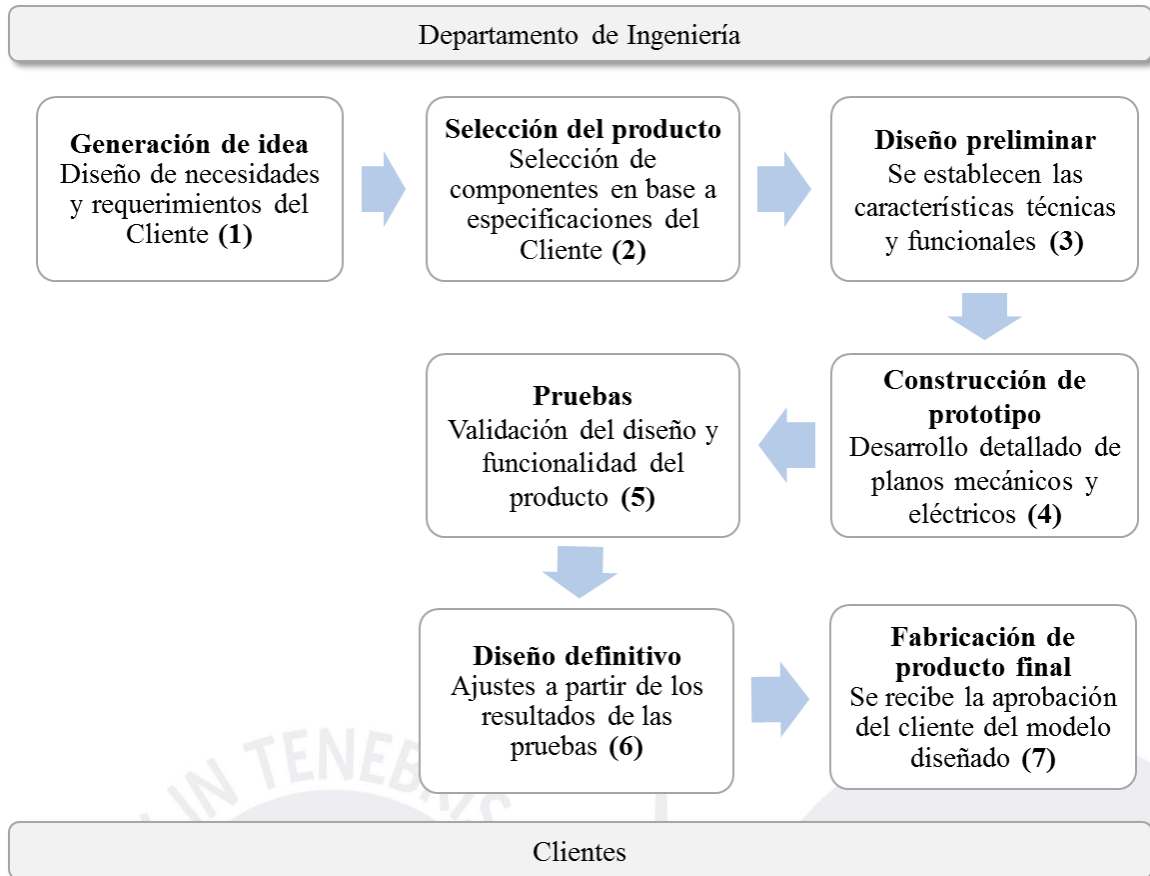


Figura 14. Secuencia de planeamiento de transformadores y tableros eléctricos. Adaptado de «Administración de las operaciones productivas» (p. 121), por F. A. D'Alessio, 2013, México D. F., México: Pearson.

- **Generación de la idea:** Se reciben las necesidades y requerimientos de los clientes; se complementa con la factibilidad técnica del departamento de Ingeniería, para el desarrollo del producto. El ejecutivo comercial canaliza los requerimientos del cliente, genera el pedido de venta y lo deriva al área técnica-comercial para la evaluación de elementos de entrada.
- **Selección del producto:** El ingeniero de presupuestos desarrolla la selección de componentes sobre la base de las especificaciones del cliente, cuya integración en planos elaborados de dimensiones generales definirán el producto final.
- **Diseño preliminar del producto:** El jefe de ingeniería define las características técnicas y funcionales del producto a partir de los requerimientos del cliente,

desarrolla pre-ingeniería, el listado de componentes, características generales, costos del producto final y, de ser requerido, se diseñan los planos generales. En esta etapa se desarrolla la oferta técnica económica que se enviará al cliente para su aprobación.

- **Construcción del prototipo:** Debido a que los lotes de fabricación son muy pequeños o se tiene proyectos únicos, no se realizan prototipos pero sí se lleva a cabo presentaciones del producto, a través del desarrollo de planos mecánicos y eléctricos en el área de ingeniería, los cuales son remitidos al cliente para su aprobación, de modo previo al desarrollo de planos finales de fabricación.
- **Pruebas:** El jefe de control de calidad valida el diseño del producto final, pone a prueba su funcionalidad con el cliente efectuando las pruebas finales y presenciales de acuerdo con lo establecido en los procedimientos de control de calidad. Según los resultados de las pruebas, si fueran conformes, se da por terminada la orden de fabricación con la aprobación de la oferta técnica económica. Si los resultados no fueran conformes, se vuelve a iniciar las pruebas.
- **Diseño definitivo del producto:** A partir de los resultados de las pruebas, en el área de ingeniería se realizan los ajustes al modelo y termina de diseñar el producto final. Luego se registran en el sistema el diseño y genera la requisición de compra de materiales de ruta crítica, indicados en la lista de componentes de cada orden de fabricación, en coordinación con el diseñador eléctrico y mecánico de tableros y transformadores, activando el proceso de compra o importación según corresponda.
- **Fabricación del producto final:** Se entrega al área de producción el expediente conteniendo los planos eléctricos funcionales de detalle, los planos mecánicos para su fabricación y las listas de componentes. Seguido, el área de planeamiento

coordina con el cliente la fecha de entrega del producto de acuerdo a lo establecido en los procedimientos de ventas, para su posterior entrega al cliente.

### **3.2. Aseguramiento de la Calidad del Diseño**

La empresa cuenta con la certificación ISO 9001:2008, que involucran los procedimientos de diseño de transformadores y tableros eléctricos. Se observó casos donde durante el proceso de fabricación se realizan modificaciones en el diseño, esto debido a se saltan etapas de los procedimientos. El proceso de diseño del producto es el más crítico debido al impacto de este en la operación, puesto que es donde se dan las especificaciones del producto y exigencias del cliente. Sin embargo, esta certificación no está enfocada en la gestión de riesgos. En la Figura 15, se especifican los riesgos en las entradas, durante la producción, en las salidas y los recursos del proceso.

### **3.3. Conclusiones**

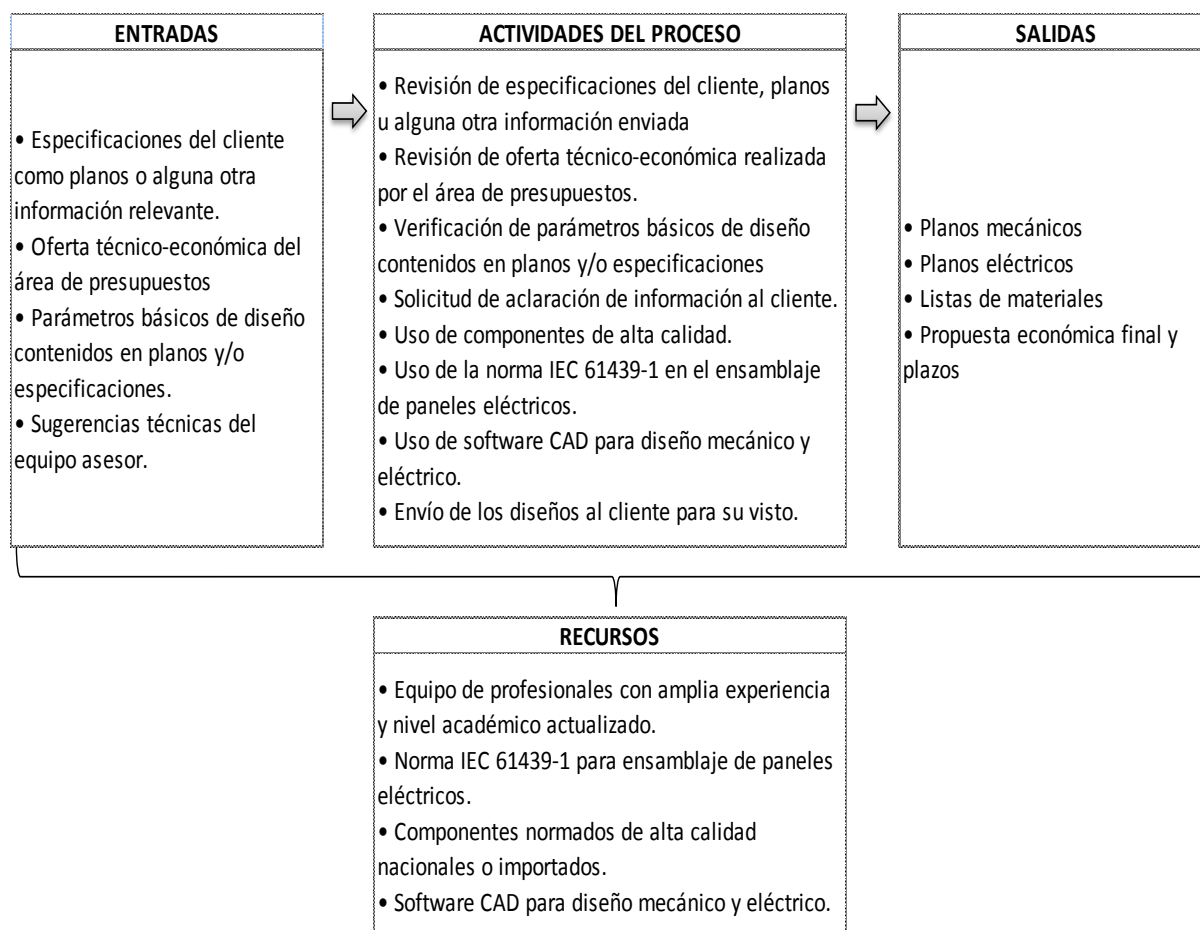
Dado que la empresa cuenta con el sistema de calidad ISO 9001:2008, los procedimientos en cuanto a gestión y aseguramiento de calidad del producto fueron verificados de manera visual y documentaria; sin embargo, ellos son parte del proceso y no de la gestión de operaciones, como para incluirlos a manera de beneficios, de modo continuo.

Se evidenció que en el proceso muchas veces se asume el cumplimiento de las verificaciones y especificaciones del diseño del producto; no obstante, el personal tiene conocimiento y respeta los tiempos que demanda aplicar el aseguramiento de la calidad, lo cual ofrece oportunidades para llevar a cabo su completa implementación y lograr el compromiso en las operaciones.

### **3.4. Propuesta de Mejora**

Con el fin controlar el aseguramiento de la calidad en el diseño de los productos, se propone implementar de manera correcta el procedimiento de diseño, para determinar cuál es el área que merece mayor atención. Asimismo, se estableció el impacto de los riesgos en este

proceso, sobre la base de entrevistas y experiencias previas, considerando la similitud de los niveles de tiempo y ocurrencia.



*Figura 15.* Diagrama de entrada y salida proceso de diseño. Adaptado del «Manual de procesos ISO 9001:2008, M-02» (p. 27), por PROMELSA, 2014e, Lima, Perú: Autor.

Para ello, se utilizó la metodología de evaluación de riesgos de FONAFE, procedimiento LC-S8-ADR-00-001.

En la Tabla 5, se presentan los riesgos más críticos que se dan en el manejo y revisión de la información, ya se los requerimientos se trabajan sobre pedido. La operación depende del diseño y sus correctas especificaciones para evitar reprocesos, gastos y horas extras. Trabajando con la metodología de las 5W y 2H, se propone que para mejorar el control a los riesgos con mayor probabilidad de ocurrencia e impacto, dentro del procedimiento se realice el filtro por parte del área comercial, respecto a las especificaciones del cliente. Con este

filtro, se priorizará la prontitud de respuesta del presupuesto y el diseño del producto en los proyectos que tengan todas las especificaciones y tengan el visto bueno del cliente.

El principal objetivo de este control en el proceso es incrementar la satisfacción del cliente en cuanto a su conocimiento, en detalle, de sus especificaciones. Asimismo, ayudará a las diferentes áreas con las que interactúan, estableciendo parámetros correctos en la lista de materiales para la ejecución de la operación.





Tabla 5

*Análisis de Riesgos Relacionados con el Diseño*

Ítem	Riesgos	Control	¿Qué?	¿Por qué?	¿Quién?	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Cómo?	¿Cuánto?
1.	Desconocimiento técnico del trabajo solicitado		Revisión de los diseños	Asegurar las especificaciones técnicas	Jefe de Ingeniería	Después de revisión por el 2do diseñador	Oficina de Ingeniería		
2.	Recibir información errada de la forma de fabricación		Procedimiento de Diseño, Segunda revisión	Control de la información	2do Diseñador	Al llegar el proyecto por parte del cliente	Oficina de Ingeniería		
3.	Recibir información incompleta del cliente		Verificación de información del cliente	Asegurar todos los requerimientos y especificaciones del mismo	Jefe de Ventas, y Jefe de Ingeniería	Reunión en la entrega de proyecto	Oficina de Ingeniería		
4.	No contar con la información completa del proyecto	Procedimiento de Diseño - Responsable :						Procedimiento de Diseño	0
5.	No revisar la totalidad de los planos	Área de ingeniería	Procedimiento de Diseño, Segunda revisión	Control de la información	2do Diseñador	Al llegar el proyecto por parte del cliente	Oficina de Ingeniería		
6.	Modificaciones inesperadas del alcance								
7.	Mala coordinación por la entrega de la Orden de fabricación		Procedimiento de Diseño	Evitar trabajos innecesarios	Oficina de Ingeniería	Revisión de diseño técnico	Oficina de Ingeniería		
8.	Demora en la comunicación de cambios								

## Capítulo IV. Planeamiento y Diseño del Proceso

En este capítulo se describen el proceso operativo principal de cada una de las líneas de producción de transformadores y tableros eléctricos, el diagrama de actividades que intervienen en estos procesos y la tecnología empleada para lograr el control de dichos procesos.

### 4.1. Mapeo de los Procesos

En la planta, se tienen definidos, planificados y desarrollados los procesos estratégicos, operativos y de apoyo, necesarios para la realización del producto ofrecido al cliente. Esto se encuentra documentado en el Manual de Procesos (M-02) de acuerdo con los requisitos de la Norma ISO 9001:2008, y sobre la base del Sistema de Gestión de Calidad establecido.

Los procesos y sus interacciones se encuentran descritos de manera general en el mapa de procesos mostrado en la Figura 16. Los procesos estratégicos contemplan el planeamiento estratégico y el márketing, que tienen entre sus objetivos proyectarse a crecer y lograr mayor presencia en el mercado.

Como parte del requerimiento, en los procesos operativos están agrupados: los procesos de evaluación del requerimiento, la negociación y generación del pedido; en el caso de la empresa, están referidos a los procesos comerciales y a los proyectos, para luego partir con el planeamiento, el diseño, la producción y verificaciones de calidad, de ser el caso, que a través de un protocolo de salida son entregadas a almacén para su distribución final. Dentro de los procesos operativos, la empresa ofrece el servicio de calibración, que se da en forma directa como un requerimiento del cliente.

Los procesos de apoyo son los de créditos y cobranzas, compras administrativas, finanzas, recursos humanos, sistemas, que trabajan con el desarrollo del ERP las necesidades de los consumidores, y mantenimiento que da soporte a la operatividad de los equipos. El

seguimiento a los procesos y productos es realizado por medio del plan de calidad, el mismo que detalla los indicadores establecidos para los procesos que así lo requieren.

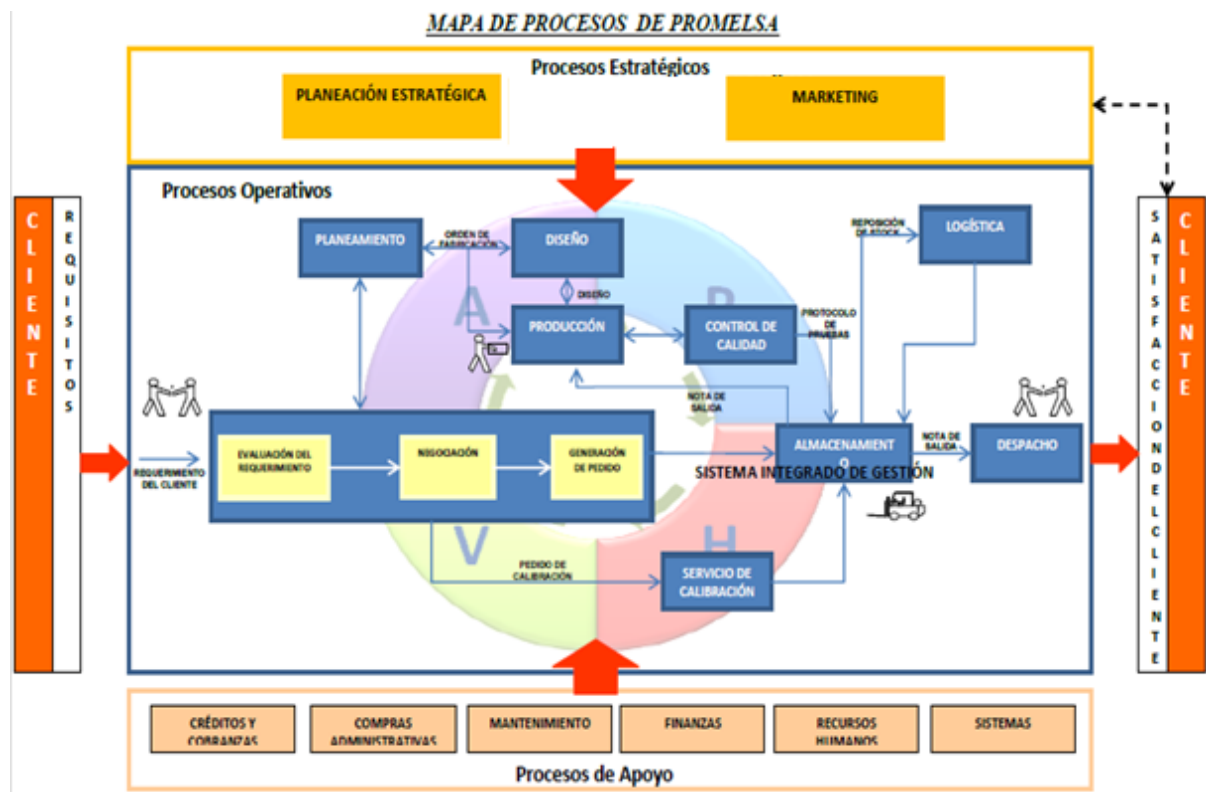


Figura 16. Mapa de procesos de PROMELSA.

Adaptado del «Manual de procesos ISO 9001:2008, M-02» (p. 3), por PROMELSA, 2014e, Lima, Perú: Autor.

El mapa de procesos de transformadores y tableros eléctricos, se muestra en la Figura 17, que se diferencia principalmente por el servicio de calibración, que no está dentro de las operaciones de producción. Sin embargo, los procesos estratégicos y procesos de apoyo se consideran de modo igual, a diferencia del mapa de procesos general de toda la empresa. En este, se puede especificar que dentro del proceso de evaluación del requerimiento y negociación interviene el área de ingeniería, para que se pueda concretar la generación del pedido y proseguir con el desarrollo del proceso productivo.

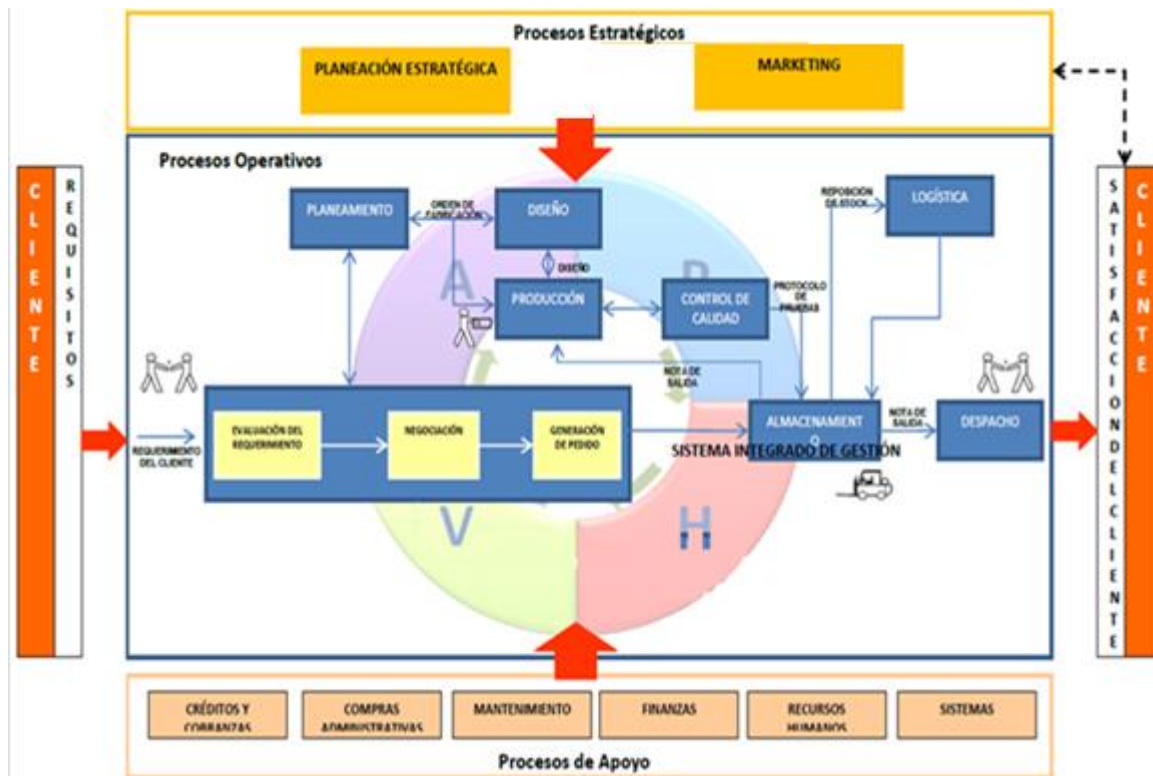


Figura 17. Mapa de procesos de transformadores y tableros eléctricos. Adaptado del «Manual de procesos ISO 9001:2008, M-02» (p. 3), por PROMELSA, 2014e, Lima, Perú: Autor.

#### 4.2. Diagrama de Actividades de los Procesos Operativos (DAP)

Para conocer y generar propuestas de mejora de eficiencia en los procesos de fabricación, se solicitó la descripción de las actividades de cada línea de producción de transformadores y tableros eléctricos. Se levantó información de los procesos en las mismas instalaciones y se procedió con la generación de los DAP para cada proceso de sus dos líneas de producción: ensamblaje de tableros, la fabricación de gabinetes, fabricación de tableros de fuerza, ensamblaje de transformadores, fabricación de placas de montaje, cortes de núcleo Unicore, de núcleo apilado, preparación de aislamiento, así como fabricación de tanques y bobinado.

En la Figura 18, se muestra el diagrama de actividades del proceso de ensamblaje de tableros y sus principales operaciones: recepción del plano, armado, montaje, conexionado, levantamiento de observaciones y embalado, que representan el 65% de los tiempos totales

del proceso. Por otro lado, el 11% de los tiempos del proceso corresponden al transporte, lo que no añade valor al proceso. En las operaciones que sí generan valor como el montaje o el conexionado eléctrico, los tiempos de traslado son excesivos y generan sobrecostos a las operaciones, debido al desorden físico de la planta y a la mala distribución de la misma, que se verá con mayor detalle en el Capítulo V.

En la Figura 19, se presenta el diagrama de las actividades del proceso de transformadores eléctricos, encontrándose que el 9% de los tiempos del proceso corresponde a transporte. Asimismo, se observa que las principales operaciones son la recepción de planos y componentes, montaje, conexionado, encubado, pintado, curado, acabado y embalado; estas actividades, en conjunto, representan el 69% de los tiempos totales del proceso, y son necesarias para la fabricación del producto final. Sin embargo, solo la etapa del curado, que es el tiempo de espera del secado de la pintura, representa el 46% del tiempo total. Por tanto, se presenta una oportunidad de mejora en la etapa del curado si se utilizarán resinas de secado rápido para reducir el tiempo de espera, lo cual generaría mayor eficiencia y productividad en el proceso.

### **4.3. Tecnologías Empleadas**

Los procesos de fabricación de transformadores y tableros eléctricos emplean tecnología manual y mecánica, máquinas que en promedio tienen una antigüedad de 25 años y no han sido renovadas. En la Tabla 6, se listan las operaciones relacionadas con la tecnología empleada en la planta, cuyo rendimiento es regular y genera en algunas oportunidades reprocesos por fallas en la calidad del producto, y con ello sobrecostos y demoras en las entregas programadas, lo cual, a su vez, impacta en uno de los objetivos estratégicos del negocio. Estos últimos, buscan un crecimiento en las ventas del 20%, por lo que podría requerirse nueva tecnología, que asegure más productividad y alta calidad.



D.A.P FLUJO DE PROCESO - ENSAMBLAJE DE TRANSFORMADORES							Operaciones	8
							Transporte	4
							Inspección	6
							Esperas	3
							Almacenamiento	1
Recursos Humanos	Distancia en Metros	Tiempo en Minutos	Operación	Transporte	Inspeccion	Espera	Almacenamiento	DESCRIPCION
							Recursos Humanos	
							Supervisor: Sup.	Actual <input checked="" type="checkbox"/>
							Operario: Op.	Propuesto <input type="checkbox"/>
							Control de Procesos: CP	
							Control de Calidad: CC	
Sup	20	30						Recepcion de Planos
Sup, Op	0	60						Revision de Planos
Op	20	15						Recepcion de Componentes ( Bobinado , nucleo )
Op	0	20						Revision de Componentes ( Bobinado , nucleo )
Op	0	120						Montaje (bobina y nucleo)
CP	18	20						Verificacion # de espiras,
Op	12	30						Conexionado
CP	18	25						Verificación de error de relación
Op	40	30						Traslado al horno
Op	6	120						Tratamiento termico
Op	6	60						Encubado
Op	0	20						Prueba de estanqueidad (hermeticidad 4PSI x 8h)
Op	120	30						Traslado al pintura
Op	0	60						Pintado acabado
Op	0	720						Curado (tiempo de espera de seco a de temperatura ambiente)
Op	0	20						Inspección de espesor de pintura
Op	0	60						Acabado final (placas, etiquetas y pint. Letras)
Op	90	25						Traslado al al area de CC
Op	12	50						Revision Final
Op	60	25						Traslado al al area de embalado
Op	0	20						Embalado
Op	30	0						Almacenado producto terminado
Total	452	1560						

Figura 19. Diagrama de actividades del proceso de fabricación de transformadores.



La empresa tiene pendiente la planificación de una mejora en la gestión del mantenimiento, que debe partir desde una visión estratégica con inversión de recursos en aquellas maquinarias con mayor grado de criticidad, acompañado de la correspondiente capacitación al personal para sostener a la nueva gestión a implementarse. Un análisis exhaustivo y una propuesta de mejora al respecto se desarrollarán ampliamente en el Capítulo X.

La meta estratégica que la empresa busca de mejorar la productividad en los procesos, generando beneficios y menores costos de operación es lograr precisamente una primacía en los costos dentro de su sector. Más allá de la inversión, pretende recuperar lo invertido obteniendo menores costos unitarios de producción, y mejorando las ventas por la mejor calidad de los productos y mejores volúmenes de producción.

Esta iniciativa de mejorar la gestión del mantenimiento y uso de la tecnología actual aplica también para cumplir otro objetivo, que es la diferenciación para satisfacer las exigencias de los clientes, con una alta calidad, flexibilidad y confiabilidad en los requerimientos.

Tabla 6

*Relación de las Operaciones y Tecnologías Empleadas*

Operaciones	Tecnología empleada	Tipo
Doblado de planchas	Dobladora	Manual
Cortado de planchas	Cortadora cizalla	Mecánico
Troquelado de piezas	Troqueladora cizalla	Manual
Soldadura en general	Soldadura MIC	--
Pintado	Compresor	Manual
Prueba de aislamiento	Prueba por impulso	--
Transporte en proceso	Puente grúa	Mecánico

#### 4.4. Descripción de los Problemas Detectados en los Procesos

A continuación, en la Figura 20, se muestra el análisis realizado con el diagrama de Ishikawa, con la revisión de todas las posibles causas que generaron el problema macro del



negocio, que es el bajo nivel de producción de la capacidad instalada a costos elevados de operación. Este problema impacta en forma directa en la consecución del objetivo estratégico, que es crecer 20% en ventas, sin necesidad de realizar millonarias inversiones

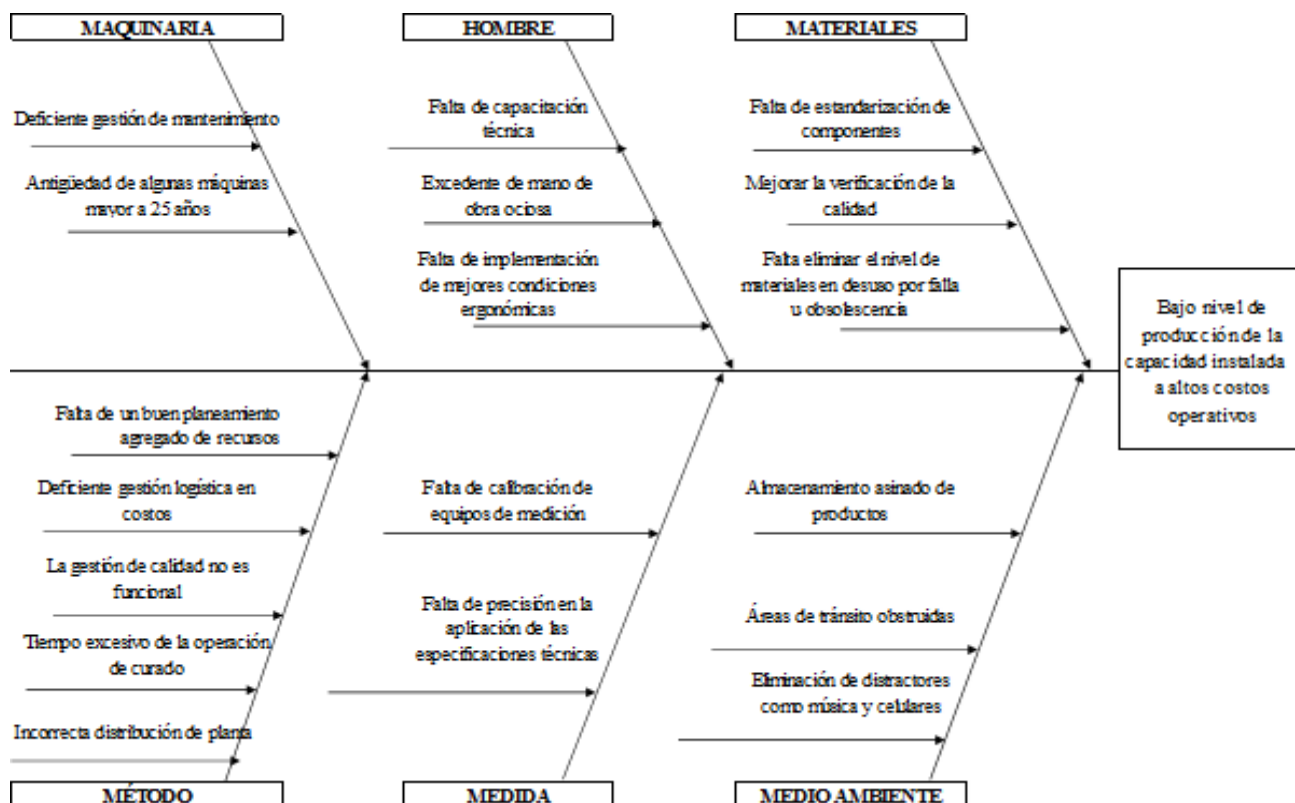


Figura 20. Diagrama de causa-efecto de la planta de producción.

Para enfocar las propuestas de mejora sobre la base de los problemas detectados, se realizó la ponderación del impacto que estos podrían tener para lograr el objetivo estratégico de planta, tal como también se muestra en la Tabla 7.

A partir de la revisión de los procesos asociados con la producción de transformadores y tableros eléctricos en la planta, se detallan los siguientes problemas:

- La distribución de las áreas de la planta no se adecúa a la secuencia de las operaciones de los procesos, originando mermas de transporte y horas-hombre.

Originalmente, el *layout* se diseñó para una operación mucho menor y mixta con

otros rubros del negocio, los cuales cambiaron en los últimos años; sin embargo, no se hicieron los cambios adecuados en los procesos, generando un mayor problema operacional con altos costos operativos.

Tabla 7

*Ponderación del Impacto de las Causas en el Objetivo Estratégico*

Causas	Impacto en la Productividad	Impacto en el Costo	Impacto Total
Incorrecta distribución de planta.	5	4	20
Falta de un buen planeamiento agregado de recursos.	4	4	16
Deficiente gestión de mantenimiento.	5	3	15
La gestión de calidad no es funcional.	3	4	12
Deficiente gestión logística en costos.	2	5	10
Tiempo excesivo de la operación de curado.	5	2	10
Falta de estandarización de componentes.	3	3	9
Almacenamiento asignado de productos.	4	2	8
Áreas de tránsito obstruidas.	4	2	8
Excedente de mano de obra ociosa.	2	3	6
Falta de capacitación técnica.	3	2	6
Falta de precisión en la aplicación de las especificaciones técnicas.	2	3	6
Falta eliminar nivel de materiales en desuso por falta u obsolescencia.	2	2	4
Falta de calibración de equipos de medición.	2	2	4
Antigüedad de algunas máquinas mayor a 25 años.	3	1	3
Falta de implementación de mejores condiciones ergonómicas.	2	1	2
Mejorar la verificación de la calidad.	2	1	2
Eliminación de distractores como música y celulares.	2	1	2
<b>Totales</b>	<b>55</b>	<b>45</b>	<b>143</b>

*Nota.* Los primeros 12 problemas generan el 88% del impacto total. 1 = bajo impacto; 5 = alto impacto.

- Falta de estandarización de componentes para la fabricación de tableros, si bien es cierto existen algunos componentes comunes, tampoco se ha hecho el ejercicio de identificar otras partes o componentes a estandarizar y que respondan exitosamente en calidad y en lo funcional. Se ha identificado componentes estándar que responden muy bien en las operaciones de armado, montaje y conexión eléctrico.
- Excesivo tiempo en la operación de curado en el proceso de fabricación de transformadores, sólo esta operación implica el 46% del tiempo total del proceso y

no se ha hecho nada por mejorar, el uso de resinas permite reducir los tiempos de secado rápido hasta en un 40% menos.

- No se cuenta con un buen planeamiento agregado de recursos, prueba de ello no han podido determinar si tienen la cantidad adecuada de personal para afrontar la demanda; más aún si al implementar las mejoras se tiene una importante reducción de tiempos de producción, esto demostrará que habrá un excedente de mano de obra ociosa.
- La gestión de calidad no es funcional, si bien es cierto poseen la documentación certificada, ésta no se traslada en la práctica y mucho menos en resultado, prueba de ello es que existe una falta de precisión en la aplicación de las especificaciones técnicas, la idea es hacer seguimiento a la ejecución y evaluar cómo se reducen los costos por menores mermas, o productos defectuosos.
- La gestión logística adolece de una gestión eficiente en costos, por cuanto usan un sistema de importaciones regular que es mucho más caro que el anticipado, además de no identificar mejores propuestas de transporte terrestre más económicas y manejar altos niveles de inventarios en materias primas, productos en proceso y terminados.
- El almacenamiento de productos es caótico por cuanto no se dispone del área adecuada para un óptimo almacenaje y las áreas de tránsito están obstruidas, con la distribución de planta a proponer se superará este problema.
- La gestión de mantenimiento es deficiente, se requiere mejorarla en proceso y capacitación al personal para reducir los tiempos de paradas de máquinas por fallas e incrementar la productividad.

- Existe una falta de capacitación técnica en el personal operativo y administrativo en temas de gestión de calidad, logística, mantenimiento, planeamiento agregado y en la mejora continua de procesos.

#### 4.5. Conclusiones

La definición de cada DAP facilitó conocer la secuencia de las operaciones, inspecciones, transportes, retrasos o esperas, lo cual permitió plantear propuestas de mejora que generen un ahorro importante en los costos. Sobre la base de la secuencia de las operaciones, se podrán plantear las modificaciones en la distribución actual de la planta.

La verificación de actividades de producción se realiza en la planta, de forma tal que asegura la calidad de sus productos de acuerdo con sus procedimientos e instructivos vigentes. Se ha demostrado que pueden mejorarse los procesos –como se ya ha mencionado y se propondrá–, con la estandarización de componentes en los tableros y la reducción de los tiempos de secado con resina, en la fabricación de transformadores.

La antigüedad de las máquinas que intervienen en la producción es de 25 años. Sin embargo, antes de pensarse en un cambio tecnológico, es importante implementar una eficiente gestión de mantenimiento, que permita reducir costos por paradas o fallas.

La falta de espacio o de mejor asignación de áreas para cada operación, se ha convertido en un ‘cuello de botella’. Como por ejemplo las operaciones de pintado, para la cual se descargan mercaderías itinerantes, que origina la obstaculización de las vías de tránsito y genera pérdida de horas-hombre en la producción con la reubicación de mercaderías. La mejora de la gestión logística generará un impacto colateral en los procesos, transfiriéndoles menores costos en su producción y mejor competitividad en el mercado.

Los procesos se beneficiarán con una mejor gestión de calidad para reducir el costo de productos o partes falladas, y con ello mejorar los costos de producción. Los procesos

también recibirán un impacto positivo en costos, si un mejor planeamiento agregado de recursos es implementado.

#### 4.6. Propuesta de Mejora

En la Figura 18, se puede observar que los principales procesos de producción de tableros eléctricos tienen altos tiempos de producción por la falta de estandarización.

Se corroboró también que algunos componentes –de carácter interno o de conexiónado eléctrico– se fabrican para los pedidos sin registrar información. Con la aplicación de la estandarización en los procesos de fabricación, se reducirían los tiempos de desarrollo de *stocks* de accesorios para cada componente principal instalado. Por ejemplo: para una llave termomagnética 630A estándar, se podría tener prefabricado su elevador de montaje y las platinas de cobre de conexiónado eléctrico, lo cual reduciría los tiempos de ensamblaje.

Esta propuesta de mejora planteada se muestra en la Figura 21, con la cual se obtendría una reducción en el tiempo total de fabricación de tableros de 20 %, respecto al proceso original. Así, también, en la Figura 19 se muestra que el mayor tiempo empleado en el proceso de ensamblaje de transformadores se da en el proceso de curado, que incluye el tiempo de secado de la pintura a temperatura ambiente. Se ha verificado que con la utilización de resinas de secado rápido, se podría reducir el tiempo hasta en un 40%, planteándose esto como propuesta de mejora en la Figura 22. Esta propuesta reduciría el 18% del tiempo total de fabricación de un transformador, respecto al proceso original.

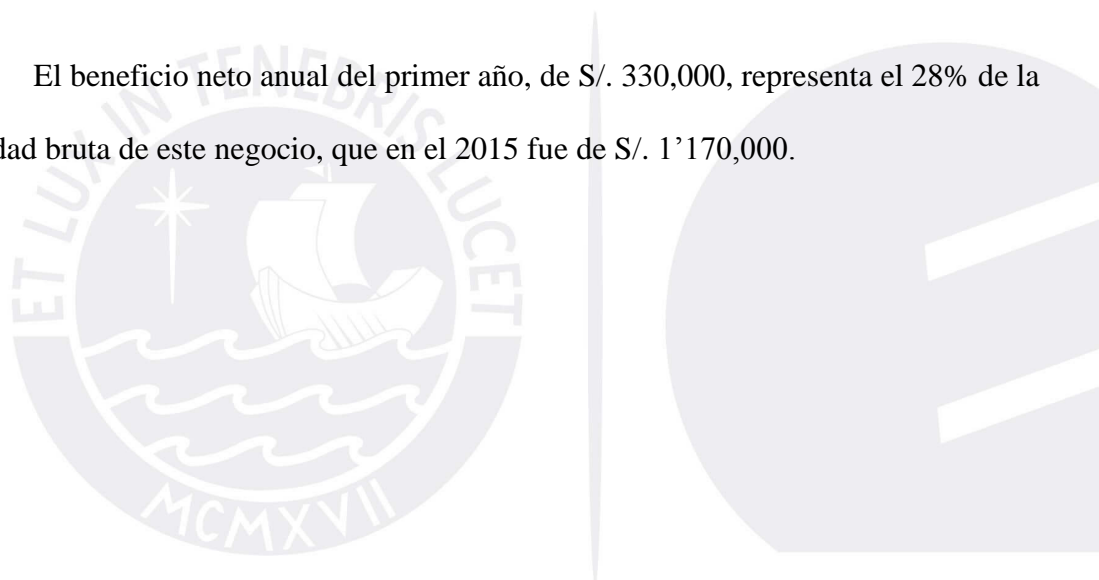
En la Tabla 8, se demuestra la evaluación de costos y beneficios por la mejora de procesos, con un ahorro neto en el primer año de S/. 330,000. Como se observa, la mejora de procesos reduce los tiempos de producción de tableros y transformadores, permitiendo producir más unidades con los mismos recursos actuales. Esta diferencia en el incremento de la producción genera un beneficio o utilidad que es posible alcanzar, como se ha considerado.

Tabla 8

*Evaluación de Costos y Beneficios por la Mejora de Procesos*

Concepto	Escenario actual	Escenario propuesto
Tiempo de producción promedio de un tablero (H-H).	27	21.5
Tiempo de producción promedio de un transformador (H-H).	26	21.2
Plan anual de producción de tableros (unidades).	1,174	1,468
Plan anual de producción de transformadores (unidades).	1,225	1,495
Tiempo necesario para implementar la mejora de procesos (días).		12
Costo de H-H en el cambio de mejora de procesos (S/).		58,000
Costo por capacitación al personal de supervisión y jefes (S/).		15,000
Costo Total por la mejora de procesos (S/).		73,000
Beneficio bruto anual por la mejora de procesos que incrementa la capacidad productiva (S/).		403,000
Beneficio neto anual por la mejora de procesos en el primer año (S/)		330,000

El beneficio neto anual del primer año, de S/. 330,000, representa el 28% de la utilidad bruta de este negocio, que en el 2015 fue de S/. 1'170,000.



D.A.P FLUJO DE PROCESO FABRICACION - ENSAMBLAJE TABLERO DE FUERZA							Operaciones	8	
							Transporte	6	
							Inspección	6	
							Esperas	0	
							Almacenamiento	1	
Recursos Humanos	Distancia en Metros	Tiempo en Minutos	Operación	Transporte	Inspección	Espera	Almacenamiento	Recursos Humanos	
								Supervisor: Sup. <input type="checkbox"/>	Actual <input type="checkbox"/>
								Operario: Op. <input checked="" type="checkbox"/>	
								Control de Procesos: CP <input type="checkbox"/>	
								Control de Calidad: CC <input type="checkbox"/>	
DESCRIPCION									
Sup	20	30						Recepcion de Planos	
Sup	0	60						Revision de Planos	
Sup, Op	90	30						Traslado a almacen	
Op	0	25						Recepcion de Materiales	
Op	0	30						Revision de Materiales	
Op	90	25						Traslado al area de tableros	
Op	0	130						Armado de estructura, montaje de soporteria y barra de tierra	
Op	0	240						Montaje de equipos	
CP	0	20						Inspección de montaje de equipos	
Op	0	180						Conexionado Electrico	
Op	0	90						Conexionado del sistema de control	
CP	0	60						Inspección de conexionado de equipos	
Op	96	30						Traslado a Control de Calidad	
CP	0	120						Verificación y pruebas.	
Op	96	40						Traslado a area de tableros	
CP	0	60						Levantamiento de observaciones	
CC	0	30						Verificación Final	
Op	65	30						Traslado al area de embalado	
Op	0	30						Embalado	
Op	40	30						Traslado a almacen	
Op	0	0						Almacenamiento	
Total	497	1290							

Tiempo ahorrado: 330 minutos  $\diamond$  20.37 % de tiempo reducido

Figura 21. DAP de flujo de proceso - fabricación de tableros propuesto por la mejora del proceso.

D.A.P FLUJO DE PROCESO - ENSAMBLAJE DE TRANSFORMADORES							Operaciones	8
							Transporte	4
							Inspección	6
							Esperas	3
							Almacenamiento	1
Recursos Humanos	Distancia en Metros	Tiempo en Minutos	Operación	Transporte	Inspeccion	Espera	Almacenamiento	Recursos Humanos
								Supervisor: Sup. Actual <input checked="" type="checkbox"/>
							Operario: Op. Propuesto <input type="checkbox"/>	
							Control de Procesos: CP	
							Control de Calidad: CC	
<b>DESCRIPCION</b>								
Sup	20	30						Recepcion de Planos
Sup, Op	0	120						Revision de Planos
Op	20	15						Recepcion de Componentes ( Bobinado , nucleo )
Op	0	20						Revision de Componentes ( Bobinado , nucleo )
Op	0	60						Montaje (bobina y nucleo)
CP	18	20						Verificacion # de espiras,
Op	12	30						Conexionado
CP	18	25						Verificación de error de relación
Op	40	40						Traslado al horno
Op	6	90						Tratamiento termico
Op	6	60						Encubado
Op	0	20						Prueba de estanqueidad (hermeticidad 4PSI x 8h)
Op	120	40						Traslado al pintura
Op	0	60						Pintado acabado
Op	0	432						Curado (tiempo de espera de secado a temperatura ambiente)
Op	0	20						Inspección de espesor de pintura
Op	0	60						Acabado final (placas, etiquetas y pint. Letras)
Op	90	30						Traslado al area de Control de Calidad
Op	12	50						Revision Final
Op	60	30						Traslado al al area de embalado
Op	0	20						Embalado
Op	30	0						Almacenado producto terminado
Total	452	1272						

Tiempo ahorrado: 288 minutos <math>\diamond</math> 18.46 % de tiempo reducido

Figura 22. DAP de flujo de proceso - fabricación de transformadores propuesto por la mejora del proceso.



## Capítulo V. Planeamiento y Diseño de la Planta

El presente capítulo contiene el detalle de la distribución actual de la planta industrial y, con el empleo del diagrama de relación de actividades, se analiza y propone una nueva distribución interna, con un mejor aprovechamiento del espacio, orientado a proporcionar eficiencias y efectividad en las operaciones de la empresa.

### 5.1. Distribución Actual de la Planta

La planta fue diseñada en sus inicios para la fabricación de reactores de lámparas fluorescentes, lo cual fue cambiando de acuerdo con las necesidades del mercado, sin tomarse en cuenta el grado de interacción que requerían ciertas áreas para la fabricación de transformadores y tableros eléctricos.

La planta cuenta con un área total de 4,200 m<sup>2</sup>, con 42 m de frontis y 100 m de fondo. Tiene una sola puerta de ingreso, lo cual genera cuellos de botella y tiempos de espera cuando se cruza el ingreso de insumos y los despachos de productos terminados. Esto podría remediarse si se contase con una puerta de entrada y otra de salida, en lado apuesto al frontis, ya que la planta está entre dos calles en ambos extremos, como se muestra en la Figura 23.

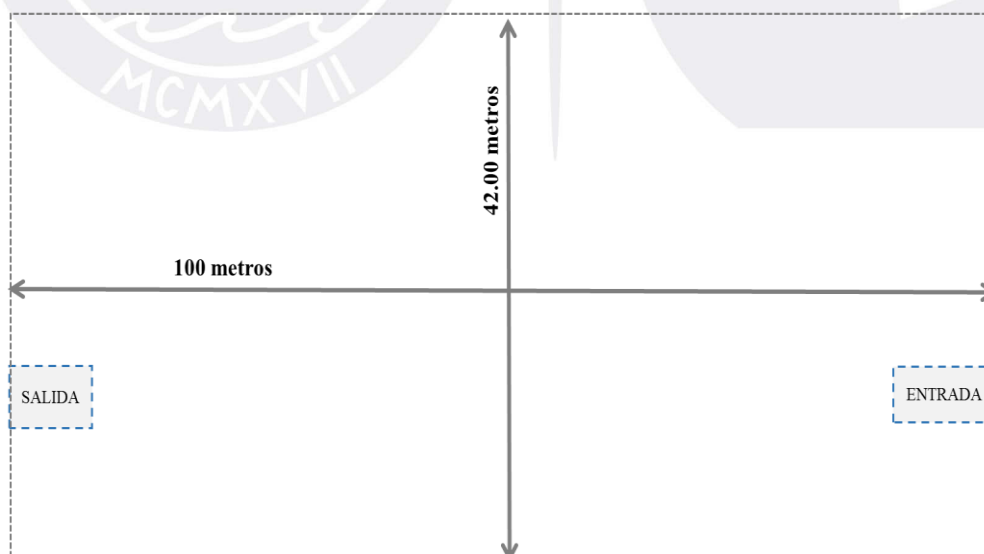


Figura 23. Área construida de la planta Naranjal.

La distribución de áreas de la planta se muestra en la Figura 24, el porcentaje del área total es: 38% construido son almacenes de productos comerciales, los que serán trasladados al nuevo centro de distribución; el 6.85% corresponde al almacén de materias primas y no existe un área definida para productos terminados que invaden un total de 5% a las áreas de tránsito; las oficinas administrativas tienen el 2.4%, donde se encuentran las áreas de Investigación & Desarrollo, Diseño & Ingeniería y Producción; el área de fabricación de estructuras metálicas es compartida por ambas líneas de producción y representa el 11.27%; el área de producción de transformadores ocupa el 9.33%; y el área de montaje de tableros el 4.96%, que entre otras áreas comunes totalizan un 25.56%. El área de Matricería el 1.81%, y es donde se fabrican piezas metálicas para mantenimiento o producción de ambas líneas; asimismo, Control de Calidad con 2.57%; las áreas de circulación o pasadizos representan el 12.63%; y, finalmente, el 2% corresponde a las áreas de vestuarios, baños y duchas.

## **5.2. Análisis de la Distribución de la Planta**

Se ha diagnosticado un mal dimensionamiento actual de la planta por las siguientes razones: la existencia de un área de almacén de productos comerciales no utilizados en la planta, el almacén de materia prima y productos terminados debería tener un área mayor para mejorar la gestión de inventarios en aras de reducir el capital inmovilizado. Asimismo, la zona de despacho es muy pequeña y genera problemas y retrasos en las recepciones y despachos; y la zona de producción requiere de mayor expansión debido a que los pasadizos son frecuentemente obstaculizados por la falta de almacenes itinerantes y áreas de ensamblaje de tableros, los cuales exigen áreas de producción mayores, que contemplen sus respectivos almacenes itinerantes y más áreas de ensamblaje. Esto está directamente relacionado con el reordenamiento y distribución de la planta.

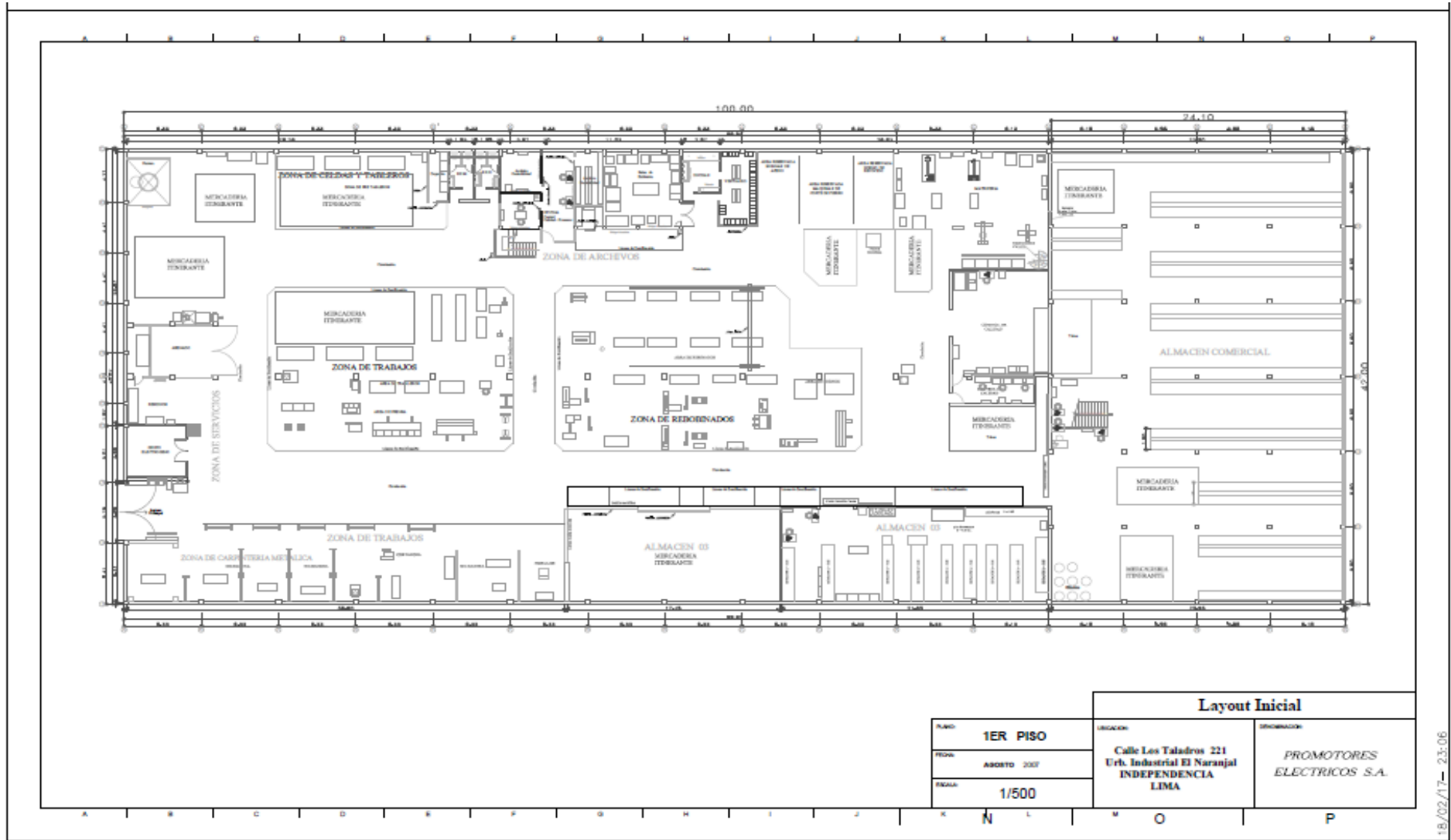


Figura 5. Layout actual de la planta industrial.

En cuanto al área de Matricería, comprende un área un poco sobredimensionada, más aún cuando en la zona de Control de Calidad está prevista el montaje de nuevos equipos de prueba que demandarán mayores y mejores puntos de control.

### **5.3. Conclusiones**

Lograr el ordenamiento propuesto en la planta permitirá una producción limpia y sostenible en el tiempo, que serán las bases para los cambios tecnológicos o innovaciones que el negocio pretende alcanzar en el futuro.

La planta necesita de una nueva distribución que ayude a eliminar tiempos muertos por el traslado de mercaderías, y ordenar la planta eliminando zonas redundantes que no agregan valor a la operación, reduciendo el desplazamiento del personal y materiales.

El almacén principal de mercadería que no tiene relación con las operaciones de la planta debe ser reubicado a un nuevo almacén acondicionado en un lugar más estratégico, cercano a las oficinas de ventas y clientes, lo cual permitirá reducir tiempos de traslado y costos logísticos.

Se determinó la existencia de inventarios de productos terminados por varios meses, los cuales ocupan espacio en la planta, generando costos de almacenamiento. Estos productos deberían ser derivados en forma inmediata a los clientes, para evitar que el almacén se convierta en un almacén temporal de los clientes.

### **5.4. Propuesta de Mejora**

Se propone un nuevo diseño de planta, ya que se cuenta con un almacén de insumos y productos terminados pero no con una zona de despacho, la cual se improvisa en la zona de ingreso a la planta o en los pasadizos, inclusive.

Para resolver lo antes descrito, se propone concentrar en un almacén las materias primas y los productos terminados; y establecer una zona de despacho reduciendo ligeramente el área de matricería. También se requiere ampliar el área de control de calidad,

para establecer controles adicionales a los procesos; y ampliar las oficinas administrativas, con el fin de incorporar más analistas y brindar mejor comodidad al personal técnico profesional con otras áreas, como son los baños, el comedor o los vestidores.

Empleando la metodología de Richard Muther, tal como se muestra en la Figura 25, se realizó el análisis de la distribución actual de la planta, considerando la relación de las actividades que comprenden el proceso productivo de transformadores y tableros eléctricos. También se evaluaron los tiempos y frecuencias de esta relación, para encontrar una distribución más óptima donde se puedan controlar los traslados innecesarios.

En la Figura 26, también se muestra la nueva distribución resultante, con áreas de tránsito liberadas y espacios distribuidos en forma ordenada y secuencial, de acuerdo con las actividades necesarias para la fabricación de transformadores y tableros eléctricos. Asimismo, se considera la reubicación de las oficinas administrativas cerca a la puerta de ingreso, para que no se transite por las áreas de producción, que constituiría un riesgo de accidentes.

Con la evaluación costo-beneficio sobre la propuesta de la nueva distribución de la planta, tal como se detalla en la Tabla 9, se obtiene un beneficio bruto anual de S/. 193,319, y un tiempo de retorno de la inversión de casi nueve meses. La inversión requerida para todo el cambio de distribución de la planta es menor al beneficio anual, obtenido por el incremento de la capacidad productiva y, por ende, de las ventas. Con ello, se ha demostrado que en menos de siete meses la empresa puede recuperar lo invertido.

El beneficio neto anual para el primer año de S/. 53,645 representa el 4.6% de la utilidad bruta de este negocio obtenida el 2015, que fue de S/. 1'170,000.

Los diagramas de actividades de los procesos operativos deben ser relacionados entre las actividades y las áreas de la planta. Con el nuevo *layout*, considerando el espacio liberado, producto por la reubicación de los almacenes de la división comercial y la reasignación de

áreas, las mejoras obtenidas generan un impacto en positivo en los tiempos de fabricación de tableros y transformadores.

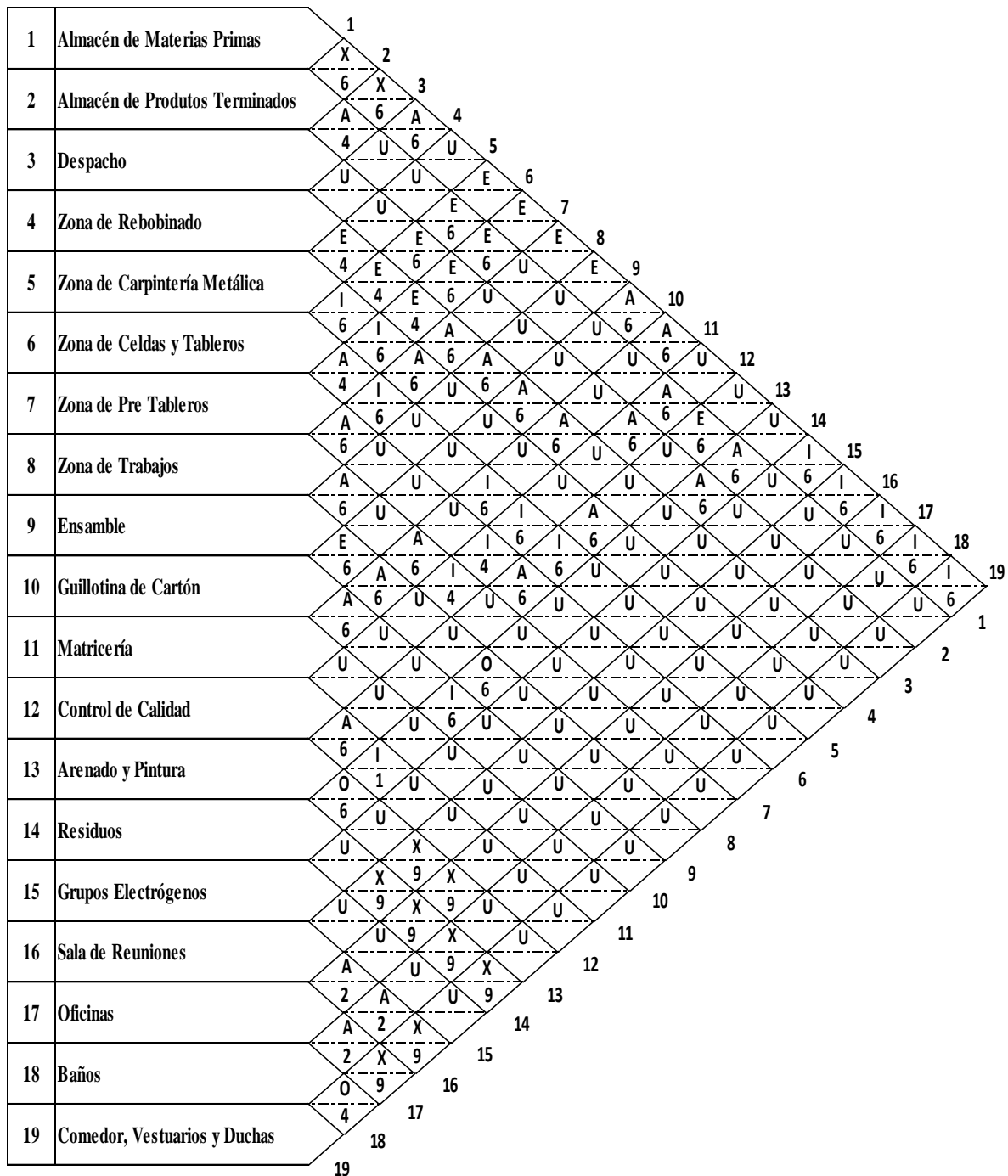


Figura 25. Diagrama de relación de actividades.

Adaptado de «Administración de las operaciones productivas» (p. 180), por F. A. D'Alessio, 2013, México DF, México: Pearson.

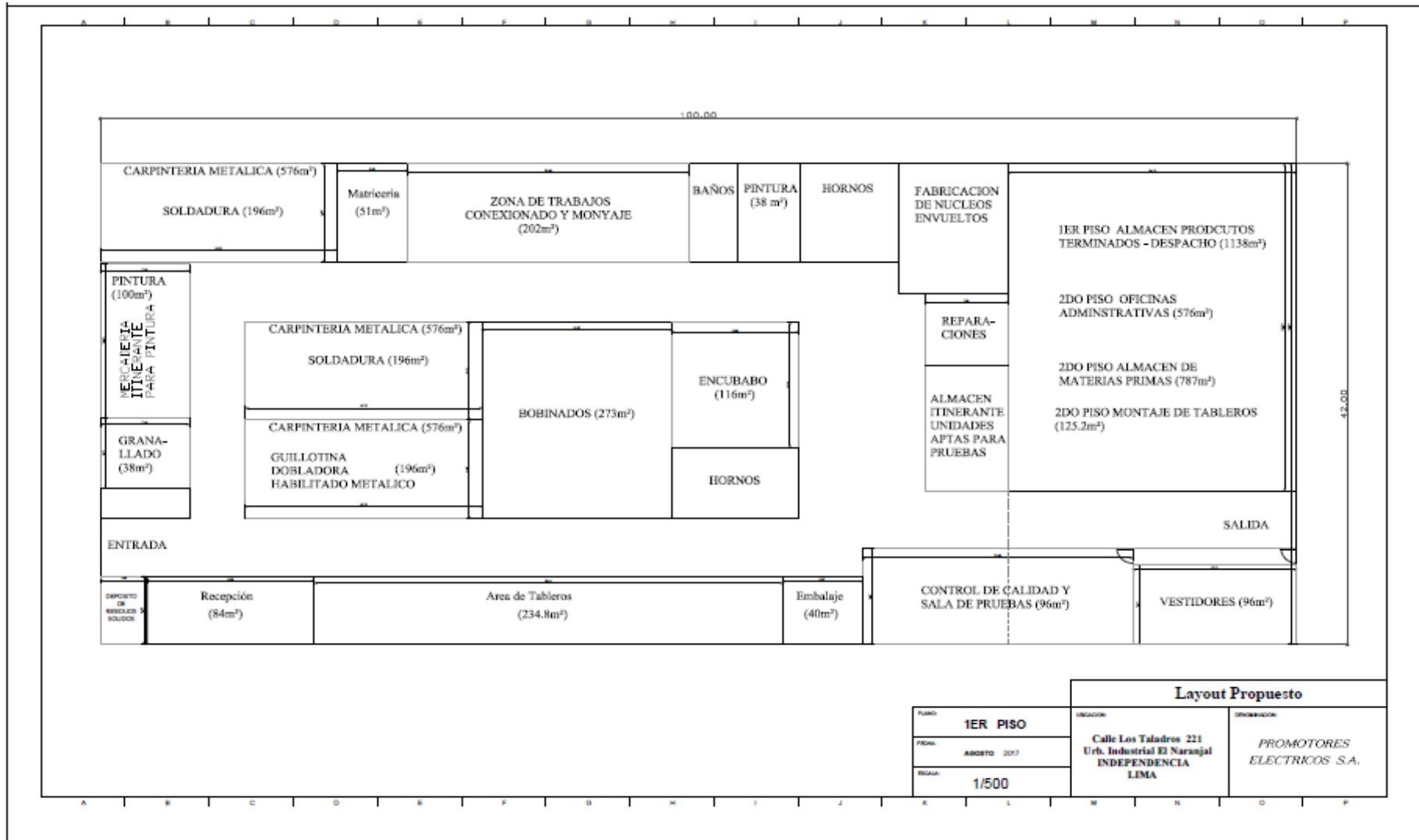


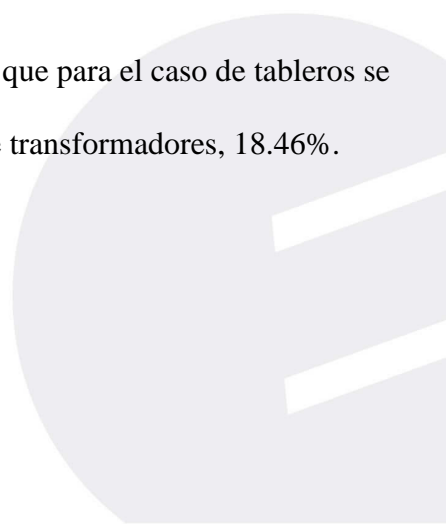
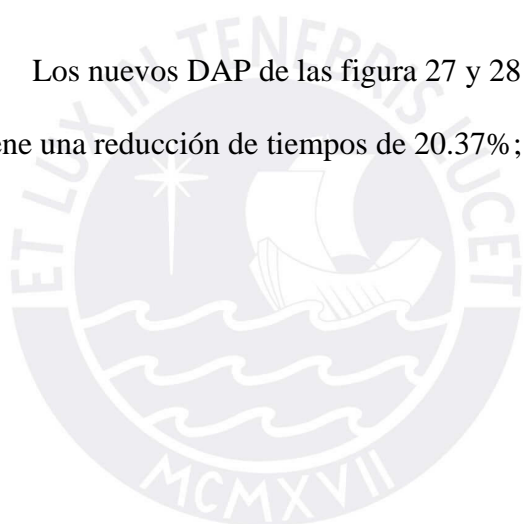
Figura 26. Layout propuesto de la planta principal.

Tabla 9

*Evaluación de Costos y Beneficios por el Cambio de Distribución de Planta*

Concepto	Escenario actual	Escenario propuesto
Tiempo de producción promedio de un tablero (H-H).	27	24.2
Tiempo de producción promedio de un transformador (H-H).	26	23.4
Plan anual de producción de tableros (unidades).	1,174	1,303
Plan anual de producción de transformadores (unidades).	1,225	1,360
Recursos para implementar la nueva distribución de la planta.		
Tiempo necesario (días).		8
Costo de H-H (S/).		25,574
Costo de contratación de equipos logísticos (camiones y montacargas).		25,600
Gastos indirectos adicionales (servicios de luz, agua, permisos).		4,500
Costo de obras civiles y asesorías (S/).		84,000
Costo total (S/).		139,674
Beneficio bruto anual por el incremento de la capacidad productiva (S/).		193,319
Beneficio neto anual para el primer año (S/).		53,645
Beneficio / costo.		1.38
Meses para recuperar la inversión.		8.7

Los nuevos DAP de las figura 27 y 28 muestran que para el caso de tableros se obtiene una reducción de tiempos de 20.37%; y en el de transformadores, 18.46%.





D.A.P FLUJO DE PROCESO FABRICACION - ENSAMBLAJE TABLERO DE FUERZA							Operaciones	8
							Transporte	6
							Inspección	6
							Esperas	0
							Almacenamiento	1
Recursos Humanos	Distancia en Metros	Tiempo en Minutos	Operación	Transporte	Inspeccion	Espera	Almacenamiento	Recursos Humanos
								Supervisor: Sup. Actual <input type="checkbox"/>
								Operario: Op. Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>
								Control de Procesos: CP
								Control de Calidad: CC
								DESCRIPCION
Sup	20	10						Recepcion de Planos
Sup	0	60						Revision de Planos
Sup, Op	45	10						Traslado a almacen
Op	0	10						Recepcion de Materiales
Op	0	30						Revision de Materiales
Op	60	10						Traslado al area de tableros
Op	0	180						Armado de estructura, montaje de soporteria y barra de tierra
Op	0	340						Montaje de equipos
CP	0	20						Inspección de montaje de equipos
Op	0	270						Conexionado Electrico
Op	0	120						Conexionado del sistema de control
CP	0	60						Inspección de conexionado de equipos
Op	64	10						Traslado a Control de Calidad
CP	0	150						Verificación y pruebas.
Op	48	5						Traslado a area de tableros
CP	0	90						Levantamiento de observaciones
CC	0	30						Verificación Final
Op	30	10						Traslado al area de embalado
Op	0	30						Embalado
Op	25	5						Traslado a almacen
Op	0	0						Almacenamiento
Total	292	1450						

Tiempo ahorrado: 170 minutos  $\diamond$  10.50 % de tiempo reducido

Figura 27. DAP de flujo de proceso de fabricación de tableros propuesto a partir de la mejora en la distribución de planta.

D.A.P FLUJO DE PROCESO - ENSAMBLAJE DE TRANSFORMADORES								Operaciones	10
								Transporte	4
								Inspección	7
								Esperas	0
								Almacenamiento	1
Recursos Humanos	Distancia en Metros	Tiempo en Minutos	Operación	Transporte	Inspección	Espera	Almacenamiento	Recursos Humanos	
								Supervisor: Sup.	Actual <input type="checkbox"/>
								Operario: Op.	Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>
								Control de Procesos: CP	
								Control de Calidad: CC	
<b>DESCRIPCION</b>									
Sup	20	10						Recepcion de Planos	
Sup, Op	0	120						Revision de Planos	
Op	20	5						Recepcion de Componentes ( Bobinado , nucleo )	
Op	0	5						Revision de Componentes ( Bobinado , nucleo )	
Op	0	60						Montaje (bobina y nucleo)	
CP	18	20						Verificacion # de espiras,	
Op	12	30						Conexionado	
CP	18	25						Verificación de error de relación	
Op	15	10						Traslado al horno	
Op	6	90						Tratamiento termico	
Op	6	60						Encubado	
Op	0	20						Prueba de estanqueidad (hermeticidad 4PSI x 8h)	
Op	40	10						Traslado al pintura	
Op	0	60						Pintado acabado	
Op	0	720						Curado (tiempo de espera de secado a temperatura ambiente)	
Op	0	20						Inspección de espesor de pintura	
Op	0	60						Acabado final (placas, etiquetas y pint. Letras)	
Op	50	5						Traslado al area de Control de Calidad	
Op	12	50						Revision Final	
Op	30	5						Traslado al al area de embalado	
Op	0	20						Embalado	
Op	30	0						Almacenado producto terminado	
Total	277	1405							

Tiempo ahorrado: 155 minutos < 9.94 % de tiempo reducido

Figura 28. DAP de flujo de proceso de fabricación de transformadores propuesto por la mejora en la distribución de planta.

## Capítulo VI. Planeamiento y Diseño del Trabajo

En este capítulo, se describen el planeamiento y el diseño del trabajo, de acuerdo con la naturaleza de las actividades ejecutadas y los productos fabricados en la planta: transformadores y tableros eléctricos, de acuerdo con la tecnología empleada para su fabricación, y el personal técnico calificado empleado.

### 6.1. Planeamiento del Trabajo

La planeación del trabajo en la planta depende de la necesidad de cubrir las operaciones para atender la demanda de tableros y transformadores eléctricos; la cual es variable durante todo el año, por lo que a veces se debe contratar mano de obra de terceros para la ejecución de los procesos productivos, pero solo a nivel de operadores técnicos. Este planeamiento de actividades puede realizarse únicamente a corto y mediano plazo, dependiendo de la envergadura del proyecto a ejecutar.

La línea de producción de transformadores cuenta con sublíneas estandarizadas de transformadores monofásicos, trifásicos (< 500 KVA), trifásicos (> 500 KVA), de medición y tipo pedestal; que les permite tener información referencial de los tiempos que tarda en ejecutarse una actividad, con lo cual puede desarrollarse el planeamiento del trabajo para esta línea. Por otro lado, para la línea de producción de tableros, no se evidencia la aplicación de un estudio de métodos y tiempos, ya que no cuenta con tiempos estándares de las actividades, debido a que se fabrican productos diferenciados en cada orden de venta que se atiende. Esto hace que exista una alta variación de diseños con sus respectivos tiempos de fabricación, en cada uno de ellos.

### 6.2. Diseño del Trabajo

La empresa tiene 114 empleados. Cada puesto de trabajo cuenta con un perfil específico descrito en el manual de organización y funciones (MOF), donde se indican las competencias requeridas: grado de estudios, experiencia y habilidades; también cuenta con

procedimientos donde se especifican las actividades de trabajo a ejecutarse en cada proceso y a quienes deberían ser asignadas.

En el área de producción, los operadores cuentan con tres niveles de especialización: los principiantes, quienes elaboran tareas manuales; el nivel medio, encargados de realizar el montaje de equipos electromecánicos para baja tensión; y el nivel experto, que realiza el montaje de equipos especializados para media tensión. En la Tabla 10, se describen las funciones asignadas para cada puesto de trabajo en la empresa.

Tabla 10

*Funciones Asignadas por cada Puesto de Trabajo*

Puesto de Trabajo	Descripción de la Función
Gerente de Producción	Optimizar la eficacia de la planta, con una mayor productividad y eficiencia.
Gerente Técnico	Identificar o crear y desarrollar soluciones de productos y de ingeniería en los negocios de la compañía.
Gerente de Logística	Generar oportunidades de ahorro para el negocio.
Coordinador de Planeamiento	Desarrollar el plan maestro de producción cuantificando recursos como mano de obra, maquinarias y equipos.
Coordinador de Producción	Determinar el avance del plan de producción en base a los recursos utilizados y verificar que el producto final cumpla con los requisitos establecidos en el diseño.
Jefe de Control de Calidad	Velar por el aseguramiento de la calidad.
Coordinador de Mantenimiento	Velar por el mantenimiento óptimo de las maquinarias asegurando su disponibilidad y confiabilidad.
Jefe de Investigación y Desarrollo	Desarrollar nuevos productos y mejorar los actuales
Jefe de Ingeniería	Elaborar diseños y presupuestarlos a fin de hacerlos muy rentables para el negocio y que cumpla con las necesidades del cliente.
Coordinador de Compras Industriales	Elaborar y coordinar con los proveedores las compras de materiales requeridas para el proceso productivo.
Operarios de Producción	Personal con capacidad para ejecutar actividades de producción en los tiempos y secuencias establecidos.
Operarios de Mantenimiento	Personal con capacidad para ejecutar actividades de mantenimiento en los tiempos y secuencias establecidos.
Técnicos en Control de Calidad	Personal con capacidad técnica para ejecutar las actividades de control de calidad según el diseño establecido.

### **6.3. Método de Trabajo**

El área de Planeamiento, en coordinación con los supervisores del resto de áreas de la planta, determina el método de trabajo a aplicar en cada proyecto, por cuanto son ellos quienes administran los recursos humanos, materiales y el equipamiento de las operaciones; de tal manera que fijan la duración y los plazos de entrega al cliente antes del cierre de la orden con el área Comercial. El éxito de este método radicará en la alta especialización del trabajo de cada actor durante el proceso de ejecución del proyecto, así como la correcta asignación y debida capacitación del personal.

Para la producción de transformadores y tableros eléctricos, la asignación de tareas es específica, ya que se trabaja con planos que indican con gran nivel de detalle las actividades y recursos que se necesitarán. De acuerdo con la complejidad y cantidad de trabajo que tomará el proceso, este puede ser cubierto contratándose los servicios de personal externo, para ser realizado dentro de las instalaciones. Para cada orden de trabajo, la entrega de materiales necesarios se realiza por recetas o listados, elaborados luego de la revisión y análisis del diseño y las especificaciones técnicas del producto a fabricar.

#### **6.3.1. Capacitación en el trabajo**

Por su alto grado de complejidad, la fabricación de este tipo de producto exige que el personal reclutado y asignado sea altamente especializado, lo cual es un proceso difícil que genera demora. Para mitigar ello, la empresa coordina con los proveedores capacitación específica para el personal técnico y profesional sobre el uso y aplicación de los materiales, así como de los componentes comercializados y que serán utilizados en el proceso productivo. Con el personal operativo de producción se revisan en forma periódica los procedimientos para recoger quejas y sugerencias sobre actividades que no agregan valor a los procesos, y se organizan talleres de capacitación técnica que están a cargo de las jefaturas

y del personal profesional. Estos talleres implican la lectura de planos de instalación y el montaje de equipos, que son actividades críticas del proceso productivo.

### **6.3.2. Satisfacción en el trabajo**

La empresa busca alinearse con sus objetivos para conseguir el bienestar de sus colaboradores pero reconoce que podrían implementarse nuevas políticas por cada área para identificar sus necesidades, motivándolos laboralmente, al considerar que las organizaciones con colaboradores satisfechos tienden a ser más eficaces que aquellas que no lo tienen (Robbins & Coulter, 2005).

Para medir el desempeño del personal y eficiencia de recursos en la planta, se emplea el uso de indicadores operativos de gestión, programando reuniones individuales para su revisión específica con los jefes de cada área, una vez al año. En la planta, los sistemas de reconocimiento se basan en el sueldo fijo por puesto de trabajo; el bono de reconocimiento por el logro de objetivos, como resultado de la evaluación de desempeño; las gratificaciones en julio y agosto; y el pago de horas extras en caso fueran necesarias. En las instalaciones, se procura tener adecuados espacios para los baños, duchas y vestidores, con casilleros seguros donde se guardan las pertenencias personales.

### **6.3.3. Medición del trabajo**

Para los procesos de fabricación de transformadores, se cuenta con un estándar de tiempos referenciales predeterminados por cada actividad, diferenciados por líneas de producción de los modelos más requeridos. Sin embargo, la planta no realiza una medición continua de sus actividades que le permita una planeación de la fuerza de trabajo a tiempo, para corregir desviaciones y asegurar la calidad, así como la entrega del producto final. La Tabla 11 muestra un ejemplo de los tiempos estándar en horas por cada actividad, empleados en la fabricación de tres modelos de transformador monofásico, diferenciados por características específicas de cada producto.

Tabla 11

*Estándar de Tiempos de Fabricación de Transformadores*

Línea 013		Monofásicos					
		<=13.8 KV		22.9KV		Doble Tensión	
Proceso	Actividades	Relación		Relación		Relación	
		Simple	Múltiple	Simple	Múltiple	Simple	Múltiple
Habilitado	Trazado y corte de planchas	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Mecánico	Doble de Planchas	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9
Soldadura	Soldadura de la cuba	16.0	17.0	16.0	16.0	15.0	16.0
Pintura	Granallado	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0
	Pintura base	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5
	Secado de pintura base	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
	Pintura preacabado	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9
	Secado pintura preacabado	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Espárragos	Corte y roscado de varilla	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Perfiles	Perforación de agujeros	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	Granallado y pintura base de perfiles	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Bobinado de tensión	Fabricación de bobinado secundario	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	3.0
	Fabricación de bobinado primario	5.0	5.0	5.0	5.0	5.5	6.0
Habilitado de aislamiento	Corte de aislamiento para bobinado	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0
	Corte de aislamiento para conexiones	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Bobinado de tensión	Fabricación de bobina de tensión	12.0	12.0	12.0	14.0	14.0	14.0
	Montaje de bobinas de tensión	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Montaje de conexionado	Montaje y conexionado de bobinas	3.0	3.5	3.0	4.0	4.5	5.0
	Secado de la parte activa	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0
Encubado	Preparación del encubado	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Impregnación de aislamientos	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0
	Pintura acabado	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
	Secado de pintura de acabado	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Pruebas internas	Pruebas de rutina	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.3
Acabado Final	Colocado de placas y acabado final	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
		190.8	192.9	191.0	195.8	194.5	197.0

**6.4. Conclusiones**

La empresa se ha preocupado en especializar los puestos de trabajo con la formación y contratación de personal profesional experimentado, logrando así integrar en sus procesos profesionales altamente capacitados que trabajen en equipo.

El método de trabajo aplicado en la planta no evalúa el nivel de satisfacción del cliente interno ni se realizan evaluaciones del desempeño del personal.

En la planta no se aplica una técnica de medición continua de las actividades de cada línea productiva, que les permita una planeación de la fuerza de trabajo a tiempo para corregir desviaciones, asegurar la calidad y la entrega del producto final.

En las temporadas de alta producción, la falta de espacio genera que se improvisen áreas de trabajo no adecuadas –como los pasadizos de tránsito–, ocasionando que el personal no tenga las condiciones adecuadas para el desarrollo de su trabajo.

### **6.5. Propuesta de Mejora**

Se propone aplicar al proceso de fabricación de transformadores y tableros eléctricos, la metodología de calidad de las 5S, con el fin de elevar la productividad en 5%, con la mejora de los métodos de trabajo a través de la eliminación de tiempos muertos, y el ordenamiento y limpieza en las áreas de trabajo, para lograr así la satisfacción del trabajador. Para que esta implementación sea eficaz en corto plazo, es necesario contar con el compromiso de la alta dirección.

En la Tabla 12, se muestra de qué manera el bajo nivel de satisfacción en el trabajador influye en el desempeño de la productividad. Se determinó que las causas asociadas al bajo nivel de satisfacción del trabajador, básicamente parten del desorden generado por una mala distribución de la planta y por las áreas de trabajo improvisadas en épocas de alta demanda. Estas pueden no ser las más adecuadas para el trabajador desde el punto de vista ergonómico, afectando su desempeño y rendimiento.

En la Tabla 13, se muestra cómo la aplicación de las 5S, se enfoca específicamente en un ordenamiento de las áreas lideradas por los jefes de cada una de estas, para ayudar a agilizar los flujos operativos considerando aspectos de calidad del producto y seguridad para el trabajador. El mantener áreas de tránsito libres reduce los tiempos de transporte y agiliza el flujo del proceso productivo, lo cual motiva positivamente a los trabajadores, reduciendo errores causados por distracción, y generando mayor eficiencia colectiva.



Tabla 12

*Identificación de Problema y Causas en el Proceso de Fabricación y Entrega*

Proceso	Problema	Objetivo a alcanzar	Causas Identificadas
Fabricación y entrega de transformadores y tableros eléctricos	Bajo nivel de satisfacción del trabajador	Elevar la productividad en 5%	C1. Áreas de producción desordenada C2. Layout de la planta con inadecuada distribución C3. Pasadizos de tránsito bloqueados C4. Alto nivel de inventario en proceso y terminado C5. Personal desmotivado C6. Falta de cultura de limpieza, higiene y prevención C7. Personal desorganizado por falta de liderazgo C8. Maquinaria antigua con bajo nivel de productividad C9. Falta de mantenimiento industrial C10. Falta de control de los plazos de entrega C11. Falla en el diseño del producto C12. Fallas funcionales del producto C13. Fallas en el acabado del producto C14. Fallas en la generación de la factura C15. Deficiente soporte técnico

En la Figura 29, se determina la relación entre el impacto de la aplicación de las 5S. Como se observa, no todos los puntos de aplicación de la herramienta de calidad inciden de la misma manera. Por ejemplo, se vé que las aplicaciones 1S1 y 1S2, se enfocan en almacenar o desechar elementos que obstaculizan las áreas de tránsito, o la resolución de la causa C3, que describe el constante bloqueo de los pasadizos.

Debido a que el éxito de esta metodología se basa en la disciplina de su implementación, en la Figura 30 se proporciona el ejemplo de un formato para el control y chequeo, para lo cual se propone realizar un control mensualmente, con el fin de mantener un seguimiento adecuado. Asimismo, se pueden establecer escalas de calificación para medir el nivel de su implementación, lo cual llevará a tomar acciones correctivas, complementándose a la vez con un modelo de mejora continua.

Tabla 13

*Aplicación de las 5S en el Proceso de Fabricación y Entrega*

Proceso	Aplicación de las 5s
Fabricación y entrega de transformadores y tableros eléctricos	1S SEIRI: Clasificación y Descarte
	1S1. Almacenar elementos que obstaculizan los pasadizos como equipos
	1S2. Desechar elementos que obstaculizan los pasadizos como mermas metálicas
	1S3. Almacenar el inventario en proceso en su zona asignada siguiendo el flujo operativo
	1S4. Despachar el inventario terminado en coordinación con el cliente
	2S SEITON: Organización
	2S1. Ordenamiento individual de cada área de la planta liderado por su jefe
	2S2. Reorganización de la distribución de la planta según el flujo operativo
	2S3. Organizar a cada jefe de área en la dirección de sus equipos de trabajo
	2S4. Organizar al jefe de proyecto en llevar un control de los plazos de entrega
	2S5. Redefinir los procesos de diseño del producto y establecer puntos de control
	2S6. Redefinir los procesos de fabricación del producto y establecer puntos de control
	2S7. Redefinir los procesos de calidad del producto y establecer puntos de control
	2S8. Redefinir los procesos de facturación del producto y establecer puntos de control
	2S9. Redefinir el proceso de soporte técnico y asignar el personal capacitado
	3S SEISO: Limpieza
	3S1. Generar el hábito de limpiar muebles y ambientes todos los días por personal del área
	3S2. Generar el hábito de limpiar maquinarias y equipos por el personal de mantenimiento
	3S3. Generar el hábito en todo el personal de dejar siempre el suelo y pasadizos libres
	4S SEIKETSU: Higiene y Visualización
4S1. Colocar avisos de peligro, advertencias, límites de velocidad en el área de producción	
4S2. Colocar informes e instrucciones sobre equipos y maquinarias	
4S3. Colocar avisos de mantenimiento preventivo y correctivo	
4S4. Colocar recordatorios sobre requisitos de limpieza	
4S5. Colocar instrucciones y procedimientos de trabajo	
5S SHITSUKE: Disciplina y Compromiso	
5S1. Concientizar a todo el personal al fiel cumplimiento y rutinas de las 4S anteriores	
5S2. Consolidar el crecimiento humano y personal de autodisciplina y autosatisfacción	

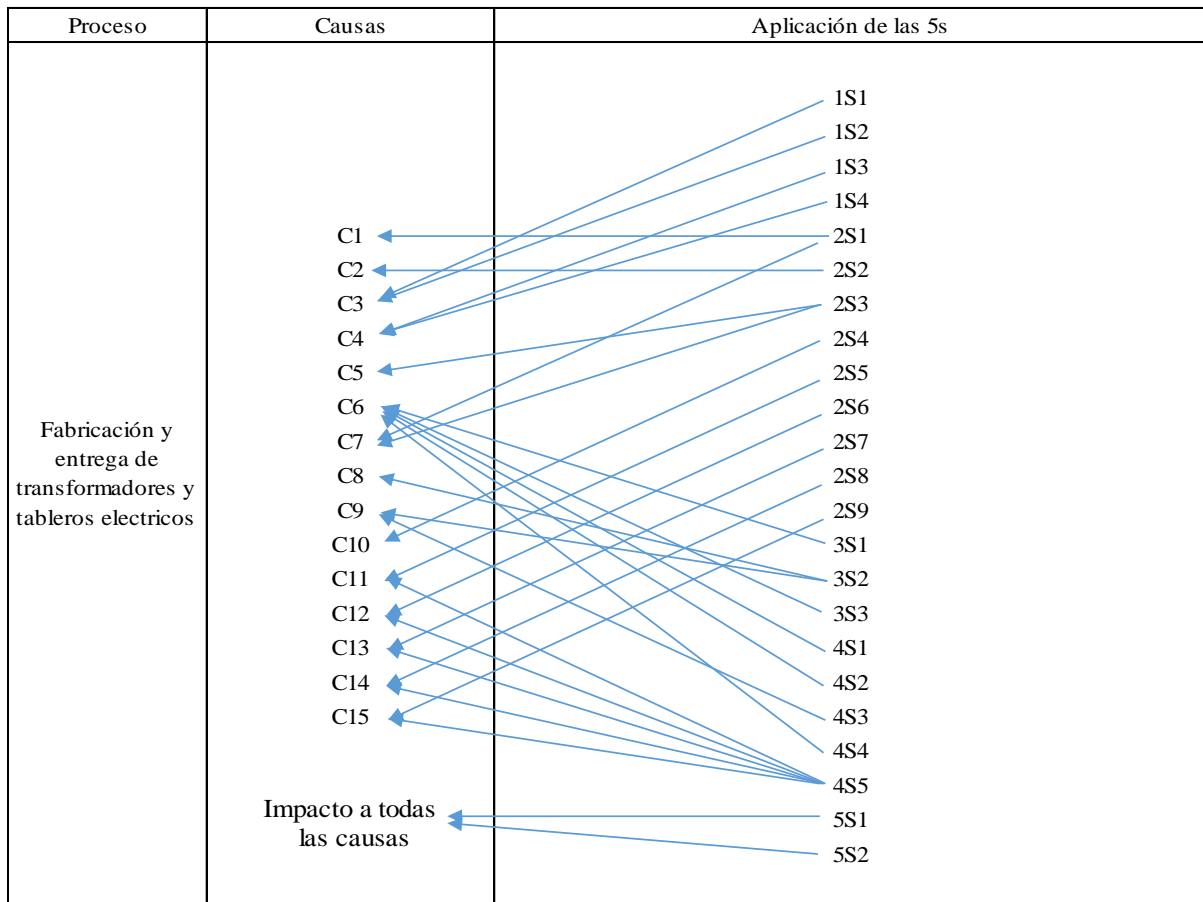


Figura 29. Relación de aplicación de las 5S sobre las causas del proceso.

## LISTA DE CHEQUEO 5S

EMPRESA: PROMELSA  
 PLANTA DE PRODUCCIÓN  
 Chequeado por: (Jefe de Calidad)

Puntuación:  
 0 = Regular 2 = Bueno  
 1 = OK 3 = Muy Bueno

PROCESO	APLICACIÓN DE LAS 5S	SEGUIMIENTO MENSUAL Y CALIFICACIÓN												
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
<b>DISEÑO, FABRICACIÓN Y ENTREGA DEL EQUIPO</b>	1S1. ALMACENAR ELEMENTOS QUE OBSTACULIZAN LOS PASADIZOS PERO QUE SON ÚTILES COMO EQUIPOS DE SOLDADURA Y PINTURA													
	1S2. DESECHAR ELEMENTOS QUE OBSTACULIZAN LOS PASADIZOS COMO MERMAS METÁLICAS y PLÁSTICOS, RECIPIENTES ROTOS.													
	1S3. ALMACENAR EL INVENTARIO EN PROCESO EN SU ZONA ASIGNADA SIGUIENDO EL FLUJO OPERATIVO													
	1S4. DESPACHAR EL INVENTARIO TERMINADO EN COORDINACIÓN CON EL CLIENTE													
	2S1. ORDENAMIENTO INDIVIDUAL DE CADA ÁREA DE LA PLANTA LIDERADO POR SU JEFE													
	2S2. REORGANIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA SEGÚN EL FLUJO OPERATIVO													
	2S3. ORGANIZAR A CADA JEFE DE ÁREA EN LA DIRECCIÓN DE SUS EQUIPOS DE TRABAJO													
	2S4. ORGANIZAR AL JEFE DE PROYECTO EN LLEVAR UN CONTROL DE LOS PLAZOS DE ENTREGA													
	2S5. REDEFINIR LOS PROCESOS DE DISEÑO DEL PRODUCTO Y ESTABLECER PUNTOS DE CONTROL													
	2S6. REDEFINIR LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DEL PRODUCTO Y ESTABLECER PUNTOS DE CONTROL													
	2S7. REDEFINIR LOS PROCESOS DE CALIDAD DEL PRODUCTO Y ESTABLECER PUNTOS DE CONTROL													
	2S8. REDEFINIR LOS PROCESOS DE FACTURACIÓN Y ESTABLECER PUNTOS DE CONTROL													
	2S9. REDEFINIR EL PROCESO DE SOPORTE TÉCNICO Y ASIGNAR EL PERSONAL CAPACITADO													
	3S1. GENERAR EL HÁBITO DE LIMPIAR MUEBLES Y AMBIENTES TODOS LOS DÍAS, SEA POR PERSONAL EXTERNO E INTERNO AL ÁREA													
	3S2. GENERAR EL HÁBITO DE LIMPIAR LAS MAQUINARIAS Y EQUIPOS POR EL PERSONAL ENCARGADO DE MANTENIMIENTO													
	3S3. GENERAR EL HÁBITO EN TODO EL PERSONAL DE DEJAR SIEMPRE LOS SUELOS Y PASADIZOS LIBRES													
	4S1. COLOCAR AVISOS DE PELIGRO, ADVERTENCIAS Y LÍMITES DE VELOCIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN Y DE MAQUINARIAS													
	4S2. COLOCAR INFORMES E INSTRUCCIONES SOBRE EQUIPOS Y MAQUINARIAS													
	4S3. COLOCAR AVISOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO													
	4S4. COLOCAR RECORDATORIOS SOBRE REQUISITOS DE LIMPIEZA													
	4S5. COLOCAR INSTRUCCIONES Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO													
	5S1. CONCIENTIZAR A TODO EL PERSONAL AL FIEL CUMPLIMIENTO Y RUTINA DE LAS 4S ANTERIORES													
5S2. CONSOLIDAR EL CRECIMIENTO A NIVEL HUMANO Y PERSONAL A NIVEL DE AUTODISCIPLINA Y AUTOSATISFACCIÓN														

Figura 30. Lista de chequeo de 5S.

## Capítulo VII. Planeamiento Agregado

La empresa no cuenta con un plan agregado de sus operaciones, debido a que la mayoría de soluciones industriales que brinda para la línea de tableros son del tipo proyecto, con alto nivel de personalización; a diferencia de la línea de transformadores. No obstante, ambos casos se fabrican a pedido, debido a la alta variabilidad del tipo de soluciones, por lo que solo se cuenta con un plan de actividades que es ejecutado a través de las órdenes de trabajo.

### 7.1. Estrategias Utilizadas en el Planeamiento Agregado

Dado que la planta tiene niveles de producción variables, tanto de transformadores como de tableros eléctricos, emplea una diferente estrategia de uso de la fuerza laboral en cada caso. Para los transformadores, se utiliza en su mayoría fuerza laboral externa, ya que la capacidad de producción de dicha línea tiene como meta la venta de 102 unidades de 100kVA como unidad de medida, con una capacidad máxima de cinco cuadrillas de trabajo conformadas cada por un bobinador, un montajista y un conexionista. De estas cuadrillas, una pertenece a planilla de la empresa, y las otras cuatro cuadrillas son servicios tercerizados.

En este caso, la variabilidad de la demanda es más fácil de controlar y se maneja por contratos, dándose vacaciones al personal cuando disminuye la demanda, y contratándose temporalmente cuando ingresa una orden de fabricación; asimismo, se programan trabajos específicos a terceros. Por lo anterior, se puede afirmar que se trabaja con una estrategia conservadora, siendo un factor importante la automatización del proceso y producción bajo pedido, tercerizando en casos extremos la producción.

En la producción de tableros eléctricos, se maneja una planilla fija de 25 operarios, con contratos renovables de tres meses, con lo cual se establece una capacidad de 50% de la capacidad máxima de la producción total requerida. Debido a la alta variabilidad de la producción durante el año, este promedio podría variar y reducirse a 15 operarios, en los

meses de baja demanda; o llegar hasta 40, en los meses de mayor demanda. Esto implica una alta gestión de recursos humanos, debido al alto nivel de especialización requerido para el personal operativo, lo cual obliga tener una estrategia moderada, asumiendo sobrecostos en caso de disminución de la demanda, como la no renovación de contratos a los tres meses u ofreciendo vacaciones al personal. Solo en periodos de incremento de carga laboral, se programarían horas extras y/o se contrataría personal a tiempo parcial, según la cantidad y variedad del pedido. Finalmente, la revisión de la demanda para el planeamiento agregado debería realizarse cada mes.

## **7.2. Análisis del Planeamiento Agregado**

Para desarrollar el plan agregado que se muestra en la Tabla 14, se revisaron la programación de actividades por cada orden de trabajo, la proyección de la demanda y los aspectos que comprende el planeamiento.

### **7.2.1. La demanda**

En el Capítulo II se realizó el análisis según el pronóstico de la demanda de unidades a producir, con un crecimiento del 2.2% respecto del 2015, elaborando el plan agregado bajo el método mixto con el cual trabaja la empresa y considerando el escenario de una estrategia moderada, cuyo resultado corresponde al costo en el que debería incurrir con un crecimiento según el pronóstico estimado. La empresa no tiene el control de este costeo de manera específica, que le permita tener una planificación a mediano plazo.

### **7.2.2. Fuerza de trabajo**

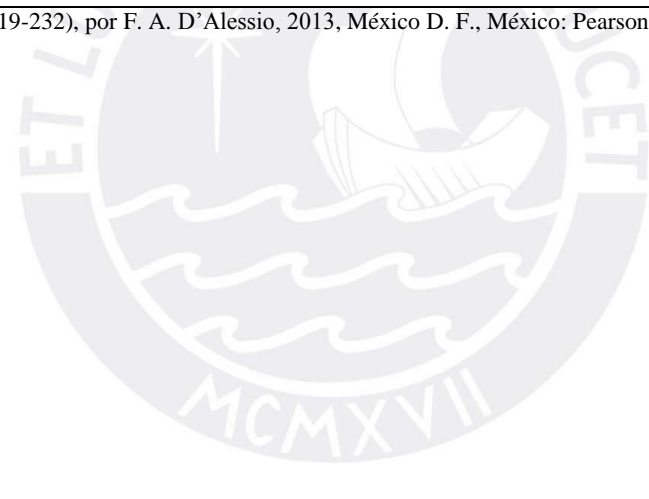
El personal que labora en la empresa es técnico y son escasos de encontrar en el mercado laboral, ya que el nivel de especialización requerido es alto. No se manejan ratios de rotación de personal, siendo este uno de los indicadores que permitiría realizar el costeo para efectuar otros métodos del planeamiento agregado.

Tabla 14

*Plan Agregado de la Producción Actual en Miles de S/.*

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Demanda pronosticada de tableros (miles de S/).	371	441	523	674	651	394	474	616	542	444	430	343
Demanda pronosticada de transformadores (miles de S/).	1,359	843	1,016	1,171	1,328	1,019	1,215	1,370	969	1,085	1,342	899
Precio unitario promedio de tableros (miles de S/).	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03
Precio unitario promedio de transformadores (miles de S/).	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12
Plan de necesidades de producción de tableros (unidades).	74	88	104	134	129	78	94	123	108	88	85	68
Plan de necesidades de producción de transformadores (unidades).	122	76	91	105	119	92	109	123	87	98	121	81
Días productivos.	24	24	25	26	24	25	24	26	26	25	25	25
Tiempo de producción promedio de un tablero (H-H).	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Tiempo de producción promedio de un transformador (H-H).	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Cantidad de personal.	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
Cantidad de personal a subcontratar.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Producción horas extras.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H-H requeridas mensual.	5,168	4,338	5,185	6,355	6,602	4,499	5,386	6,511	5,175	4,920	5,445	3,943
H-H de mano de obra regular mensual.	7,104	7,104	7,400	7,696	7,104	7,400	7,104	7,696	7,696	7,400	7,400	7,400
Costo Mano de Obra regular (miles de S/).	77	77	80	83	77	80	77	83	83	80	80	80
Costo total de materiales, insumos y servicios (miles de S/).	1,378	1,023	1,227	1,470	1,577	1,126	1,345	1,582	1,204	1,218	1,412	989
Costo Total (miles de S/).	1,455	1,099	1,306	1,553	1,654	1,206	1,422	1,666	1,287	1,298	1,491	1,069
Gran costo total anual:	16,506											
Ingreso proyectado total anual:	19,521											
Utilidad neta proyectada anual:	3,014											
Rentabilidad proyectada anual:	15.4%											

Nota. Adaptado de «Administración de las operaciones productivas» (pp. 219-232), por F. A. D'Alessio, 2013, México D. F., México: Pearson.



### 7.2.3. Materia prima

Las adquisiciones de insumos y materias primas, se realizan sobre la base de la orden de cada uno de los proyectos. El requerimiento se ejecuta en la etapa de revisión de ingeniería antes de emitir la orden de trabajo, por lo que los inventarios mantienen existencias solo de piezas múltiples que pueden ser utilizadas aun cuando el producto pudiese tener diferentes especificaciones. El abastecimiento de los materiales se ejecuta en un proceso responsivo que se orienta a la metodología *just in time*.

### 7.2.4. Subcontratistas

Para eventuales picos de demanda, se subcontrata personal con los que se complementa la fuerza laboral, teniendo en cuenta que el costo y riesgo que representan para la operación es alto, por el posible incumplimiento de entregas a tiempo. Por ello, se consideró dentro del plan agregado en la Tabla 11, que estos deberían cubrir solo la falta de capacidad de los trabajadores, mas no desarrollar y tener control sobre piezas que podrían afectar la operación y el producto final.

Si bien esto generaría una reducción en los costos anuales por mano de obra de S/. 308,000 o una reducción en el costo de la planilla del 32%, el costo por despido ascendería a S/. 280,800, por lo que este ahorro será absorbido en gran parte en el primer año, incrementándose la utilidad a partir del segundo año.

## 7.3. Conclusiones

La propuesta de reducir el personal que no sea técnico o sustituible en el mercado, no genera complicaciones ante los picos de demanda por tres razones: (a) la distribución de planta propuesta en el Capítulo V mejorará la fluidez de los procesos y reducirá significativamente los tiempos de producción, por lo cual con menos recursos se podría producir más; (b) la empresa cuenta con el servicio de terceros para personal especializado que puede cubrir altas demandas; y (c) la propuesta de mejora sobre la gestión del



mantenimiento preventivo que se mencionará en el Capítulo X, permitirá reducir los tiempos de producción por la reducción significativa de paradas de máquinas o fallas.

Los niveles de producción podrían verse afectados al tener parte de la ejecución de componentes bajo responsabilidad de subcontratistas, pudiendo generar costos por reproceso, incumplimiento de entregas o que no se garanticen los estándares de calidad del producto.

Si bien se considera al planeamiento agregado como una actividad importante dentro de las operaciones productivas de la planta, se requiere del apoyo de las áreas de Ventas y Márketing para determinar el pronóstico de la demanda futura; y del área de Recursos Humanos, para la gestión de la variabilidad de la mano de obra necesaria.

#### 7.4. Propuesta de Mejora

Se realizará una propuesta de planeamiento agregado para un año, considerando las ventas proyectadas al 2016 en dólares estadounidenses, y las horas-hombre como factor modificador de la oferta. Tomando como referencia el pronóstico de la demanda desarrollado en el Capítulo I, a partir del histórico de ventas del 2011 al 2015, en la Tabla 15 se muestra un resumen de las ventas anuales obtenidas.

Tabla 15

##### *Ventas Anuales del Área Industrial*

	Monto de Ventas	Observaciones
Ventas industriales 2014	US\$ 6'293,939	---
Ventas industriales 2015	US\$ 5'790,909	---
Ventas industriales 2016	US\$ 5'915,455	Proyectando un crecimiento del 2.2% respecto al 2015

Para el plan agregado propuesto de la Tabla 17, se trabajó bajo una estrategia moderada. Sobre la base de esta propuesta podría prescindirse de 13 operarios de los 37 que se tienen fijos en planilla; es decir, se contaría con 24 operarios fijos que soportarían la demanda del 2016. Los picos o excedentes identificados en la Tabla 16, podrían ser cubiertos con mano de obra subcontratada, lo cual va de la mano con la mejora de los tiempos de fabricación de tableros y transformadores, a través de la integración propuesta de la nueva

distribución de planta, tal como se detalló en el Capítulo IV. Esto permitirá reducir el tiempo de producción de tableros y transformadores, de 27 a 19 horas.

Tabla 16

*Variación de los Costos por Mano de Obra y de la Utilidad Neta*

Costo de mano de obra (miles de S/.)	956
Costo de mano de obra propuesto (miles de S/.)	648
Ahorro por reducción de costos de planilla (miles de S/.)	308
Costo por despido de 13 operarios con sueldo promedio de S/. 1,800 y una indemnización de 12 meses (miles de S/.)	281
Reducción de costo anual por planilla.	32%
Incremento de la rentabilidad anual.	1.6%

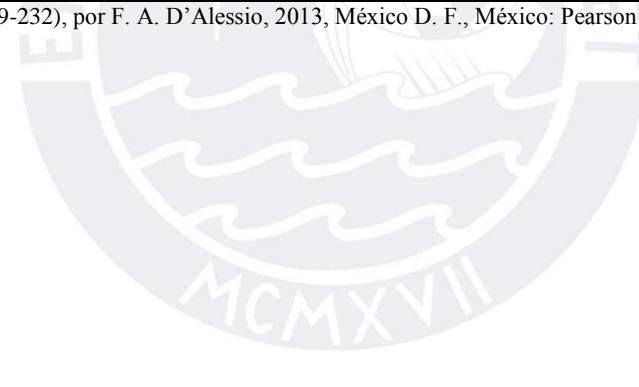
El incremento de la utilidad neta proyectada en el planeamiento agregado propuesto es de S/. 308,000, equivalente a un incremento del 1.6% de la utilidad neta, ya que se consideran las modificaciones al prescindir de personal y la variación de costos estimada que se le atribuye, así como los nuevos tiempos de producción mencionados anteriormente. Todo ello permitirá al personal de Operaciones descomponer el plan en proceso en programas semanales, diarios y horarios, permitiéndoles así tomar mejores decisiones de compra, mejores horarios para el personal y priorización de trabajos. De igual forma, tendrán la oportunidad de desarrollar relaciones estratégicas con proveedores y clientes.

Tabla 17

*Plan Agregado de la Producción Propuesto en Miles de S/.*

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Demanda pronosticada de tableros (miles de S/).	371	441	523	674	651	394	474	616	542	444	430	343
Demanda pronosticada de transformadores (miles de S/).	1,359	843	1,016	1,171	1,328	1,019	1,215	1,370	969	1,085	1,342	899
Precio unitario promedio de tableros (miles de S/).	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03
Precio unitario promedio de transformadores (miles de S/).	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12
Plan de necesidades de producción de tableros (unidades).	74	88	104	134	129	78	94	123	108	88	85	68
Plan de necesidades de producción de transformadores (unidades).	122	76	91	105	119	92	109	123	87	98	121	81
Días productivos.	24	24	25	26	24	25	24	26	26	25	25	25
Tiempo de producción promedio de un tablero (H-H).	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Tiempo de producción promedio de un transformador (H-H).	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Cantidad de personal.	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Cantidad de personal a subcontratar.	-	-	-	3	6	-	1	3	-	-	-	-
Producción horas extras.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H-H requeridas mensual.	3,722	3,106	3,713	4,546	4,730	3,231	3,867	4,669	3,703	3,531	3,917	2,831
H-H de mano de obra regular mensual.	4,608	4,608	4,800	5,616	5,760	4,800	4,800	5,616	4,992	4,800	4,800	4,800
Factor de holgura	1.24	1.48	1.29	1.24	1.22	1.49	1.24	1.20	1.35	1.36	1.23	1.70
Costo mano de obra regular (miles de S/).	50	50	52	61	62	52	52	61	54	52	52	52
Costo total de materiales, insumos y servicios (miles de S/).	1,378	1,023	1,227	1,470	1,577	1,126	1,345	1,582	1,204	1,218	1,412	989
Costo total (miles de S/).	1,428	1,072	1,278	1,530	1,639	1,178	1,397	1,643	1,258	1,270	1,463	1,041
Gran costo total anual:	16,198											
Ingreso proyectado total anual:	19,521											
Utilidad neta proyectada anual:	3,322											
Rentabilidad proyectada anual:	17.0%											

*Nota.* Adaptado de «Administración de las operaciones productivas» (p. 219-232), por F. A. D'Alessio, 2013, México D. F., México: Pearson.



## Capítulo VIII. Programación de Operaciones Productivas

En el desarrollo de este capítulo se detalla la programación de las operaciones en la planta, la administración de los inventarios, el análisis del transporte de las importaciones y la gestión de la información.

### 8.1. Optimización del Proceso Productivo

Luego de observar y analizar el proceso productivo mediante la redacción del DAP, se identificaron deficiencias como la incorrecta distribución de las operaciones en el espacio físico, que generan demoras en el traslado de materiales y en la ejecución de actividades. Como oportunidades de mejora se propone la elaboración de un nuevo *layout* de la planta que considere una secuencia adecuada de las operaciones en las líneas de producción, para la optimización de lo antes mencionado.

En las entrevistas realizadas a los supervisores del área de producción, se mencionó que existen fallas de calidad en las operaciones de corte y troquelado (5%), que generan mermas del material en los procesos, y algunos reprocesos ocasionando retrasos en los plazos de entrega. Con el análisis de esta información recogida, se determinó como una de las causas el uso de maquinaria mecánica antigua en las operaciones de corte y troquelado, lo cual origina operaciones que se salen de control en el proceso.

En la compra de materiales de las órdenes de trabajo no se realiza un planeamiento adecuado, por lo cual se propone implementar un mejor diseño de la cadena de suministro que debería ser del tipo reactiva, partiendo desde la recepción de la orden de compra. No obstante, en este análisis se identificaron materiales comunes utilizados en la fabricación de todos los productos, los cuales podrían ser estimados y comprados en forma anticipada. Esto se consigue con una cadena de suministro híbrida del tipo *pull*, a partir de la producción sobre pedido (MTO). Para ello, es importante la gestión del área de investigación y desarrollo, sub-

área de estandarización recientemente implementada para el diseño y estandarización de componentes.

En las operaciones de pintado, para las épocas de alta demanda, se detectó la formación de cuellos de botella por la falta de mano de obra y el reducido espacio en el área de secado. Estos cuellos de botella deberían eliminarse para optimizar las operaciones, considerando que por día solo se trabaja una jornada laboral de ocho horas, a pesar de tener la opción de elevar la capacidad de la operación trabajándose en tres turnos de ocho horas por día, así como contratar mano de obra de terceros y asignar un espacio para el secado de productos. Con estas acciones, podría aumentar la capacidad y flexibilidad de la operación en los momentos de alta demanda. Otra alternativa también sería la tercerización de todo el proceso de pintado.

## **8.2. Administración de Inventarios**

La administración de inventarios está relacionada con la determinación de los métodos de registro, los puntos de rotación, las formas de clasificación, el modelo de re inventario, y por los métodos de control que determinan las cantidades a ordenar o producir, según sea el caso.

Los objetivos fundamentales de la gestión de inventarios son: reducir al mínimo posible los niveles de existencias y asegurar la disponibilidad de existencias en el momento justo. El escenario actual de la planta, en la gestión de inventarios, es como sigue:

- Poco conocimiento de los ejecutivos sobre los costos de inventarios.
- Pronostican demandas que no se ajustan a la realidad. El pronóstico no aplica para los proyectos de diseño y fabricación de tableros y transformadores.
- Por ser un tipo de negocio que trabaja a partir de un diseño personalizado para sus clientes, la demanda es incierta.

- Tienen algunos proveedores poco calificados, que son seleccionados básicamente por el costo.
- Existe poca integración interna y externa de los procesos claves del negocio.
- Existencia de altos volúmenes de inventario de materia prima, por cuanto aplican pronósticos de ventas cuando este método es errado porque no corresponde a la naturaleza de la demanda.
- Altos volúmenes de inventario en proceso, por cuanto tienen un *layout* caótico que genera obstáculos en los flujos de traslado.
- Altos volúmenes de inventario de producto terminado, por cuanto no tienen una política de despachar hacia los clientes inmediatamente terminado de fabricar el producto, sino, más bien, sirve de almacén de los clientes, lo cual genera costos de almacenamiento que termina asumiendo la empresa.
- Se tiene un almacén de productos comerciales, que se comercializan directamente tal cual como se compran. Sin embargo, aquellos ocupan un lugar en la planta de producción, restándole capacidad instalada.
- El proceso de control de inventario es débil; es decir, no se tienen cuadrados los *stocks* lógicos de los físicos. Esto genera una falsa información y error en el planeamiento de la demanda.
- El grupo de materiales básicos o estándar, sí es pronosticable; empero, no se aplica un método técnico adecuado para el cálculo. Mantener un determinado nivel de inventario en estos productos permite mejorar los tiempos de aprovisionamiento y por ende los de fabricación, así como costos bajos de inventario al momento de la aplicación del *pull* en la etapa de diseño.

### 8.3. Análisis de Transporte

Los materiales utilizados en la fabricación de tableros y transformadores, son importados y nacionales. Su importación, almacenaje y transporte a la planta está a cargo de empresas terceras, así como el transporte de los materiales de compra nacional está a cargo de los proveedores. La gestión del transporte de los materiales importados, como son: núcleos de fierro silicoso, alambre de cobre esmaltado y componentes para tableros y transformadores, la soldadura; y de los nacionales, como las planchas, las varillas, los ángulos, platinas y pinturas; presenta las siguientes características:

- El costo libre a bordo (FOB) anual aproximado de las importaciones fue de US\$ 10'000,000 vía marítima y US\$ 3'000,000 vía aérea; en ambos casos se aplicó un sistema de desaduanaje regular.
- El tipo de transporte utilizado para trasladar sus mercancías desde el puerto o aeropuerto hasta el almacén es tercerizado, y tiene un costo anual total de US\$ 380,000.
- No existe un sistema de gestión de importación que genere confiabilidad al negocio, generando quejas y reclamos por incumplimiento en los plazos de entrega. La rotación del personal en el área de Logística genera la percepción de una falta de gestión.
- No existe un seguimiento estricto a los embarques y distribución local, motivo por el cual a veces las mercancías alcanzan mayores tiempos de espera en la salida del puerto de origen, tránsito, en el puerto de destino y en su salida hacia los almacenes.

### 8.4. Gestión de la Información

Para el registro de sus operaciones, la planta cuenta con el sistema de información ZICO, que ha sido desarrollado para las operaciones de proformas de ventas, el desarrollo de la base datos de *stock*, pedidos de venta, facturación, despachos, entre otros; el cual se

encuentra en un proceso de integración con el recientemente implementado sistema informático para la administración de recursos (SAP). Este sistema de planificación de recursos ofrece una solución coherente y flexible para gestionar su cadena de suministros con los módulos de logística, compras y comercialización, para el control de ventas, sus clientes y las existencias. Esta información es útil para el área Comercial de la organización, y genera beneficios en términos de ahorro de costes a lo largo de toda la cadena de abastecimiento, siendo capaz de adaptarse a los procesos comerciales futuros del sector industrial, construcción y minería.

El aplicativo ZICO basa su solución en los clientes, quienes son considerados el centro de las decisiones de negocios, y permite obtener reportes de su información, facilitando a la empresa enfocar sus esfuerzos en la expansión de sus mercados e incrementar su rentabilidad y producción. En la Figura 31, se muestra la pantalla donde se realiza el registro diario de información que sirve para que los módulos generen los reportes e información integrada como siguen:

- Gestión de comercialización/control de ventas.
- Gestión de órdenes de pedido/reporte de órdenes de pedido.
- Gestión de logística/reporte de compras.
- Gestión y cumplimentación de inventarios y reportes estadísticos de movimientos de existencias.

El uso de este aplicativo para el registro de información, ha permitido obtener las siguientes ventajas:

- Visión total del ciclo de vida del cliente, manejo de contactos, hasta la administración de la demanda, optimización de la cadena de suministro y políticas de inventario para manejar las órdenes.



Figura 31. Sistema de planificación de recursos ZICO. Tomado del «Procedimiento de ventas ISO 9001:2008, P-VEN-01» (p. 10), por PROMELSA, 2007, Lima, Perú: Autor.

- Una solución de compra-venta que liga los extremos de la cadena de valor (clientes y proveedores) sobre un entorno visual e interactivo de fácil acceso.
- Introducción del factor tiempo como elemento determinante del éxito de los nuevos proyectos, donde se describen las principales formas de medida de dicho tiempo y se justifica la importancia actual de su adecuada gestión.
- Manejo de almacenes, deducciones, seguimiento de lotes y planeación de inventarios.

Para el proceso de diseño de productos, la empresa emplea la herramienta informática AutoCAD, ampliando las posibilidades de los sistemas tradicionales de dibujo. La ventaja

radica en la rapidez de realizar modificaciones en los diseños y la reutilización de proyectos digitales trabajados anteriormente.

### **8.5. Conclusiones**

La optimización del proceso productivo de la planta considera realizar un nuevo *layout* adecuado a la secuencia de las operaciones dentro de los procesos de producción, y aumento de la capacidad de la operación de pintado, mediante la programación de turnos extras de trabajo, contratación de terceros y asignación de espacio para secado.

Existe la necesidad de integrar y alinear las estrategias de aprovisionamiento, de operación y del negocio, ya que la contratación de transportes aéreos para las importaciones obedece a malos pronósticos, por lo que se presentan urgencias para el pronto abastecimiento de materiales.

Se requiere el establecimiento de un sistema de calidad de servicio con sus proveedores de transporte basado en: confiabilidad, oportunidad, seguridad, tiempo de entrega, costo, seguimiento, responsabilidad definida y trato post servicio, por considerar al transporte como uno de los pilares del proceso productivo ya que agrega valor a la producción.

El uso de un ERP brinda una solución de compra-venta que liga a clientes y proveedores como los extremos de la cadena de valor, sobre un entorno visual e interactivo de fácil acceso en el proceso de fabricación de transformadores y tableros eléctricos.

### **8.6. Propuesta de Mejora**

En un escenario moderado de la demanda de órdenes de trabajo, se plantea la reducción de los aprovisionamientos urgentes con la aplicación de una estrategia de cadena de suministro responsiva en la etapa de diseño.

Basados en un pronóstico adecuado para los materiales básicos o comunes, se deberían atender por vía aérea solo verdaderas urgencias, por un valor FOB de US\$

1'000,000; los otros US\$ 2'000,000 restantes serían gestionados por vía marítima, con el objetivo de generar un ahorro significativo en los costos de importaciones.

En la Tabla 18, se muestra el resultado del análisis sobre este cambio de medio de transporte propuesto, donde se obtendría una reducción del 20% en el costo FOB; es decir, de US\$ 600,000. A partir de este ahorro, se tendría un valor FOB a importar de US\$ 12'000,000, equivalente a 450 contenedores anuales de 40 pies, recomendando en estos casos aplicar un sistema de desaduanaje anticipado, que permitiría también ahorrar US\$ 200 por cada contenedor de 40 pies. De esta manera, se prescindiría del costo por almacenaje temporal, lo cual representaría un ahorro anual de US\$ 90,000.

Tabla 18

*Comparativo de Costos de Transporte*

Concepto	Escenario actual (Regular)	Escenario propuesto (Anticipado)
Importación anual valorizada (US\$).	US\$ 12'000,000	US\$ 12'000,000
Cantidad de contenedores de 40 pies importados.	450	450
Costo de almacenaje temporal por contenedor de 40 pies de 1-10 días (US\$).	US\$ 200	0
Costo de almacenaje temporal anual total (US\$).	US\$ 90,000	0
Ahorro anual por cambio de sistema (US\$).		US\$ 90,000
Ahorro anual por cambio de sistema en nuevos soles T.C. 3.35		S/. 301,500

*Nota.* Tomado de «Tarifas de importación», por LICSA, 2016.  
(<http://www.licsa.com.pe/tarifas/Tarifas.aspx?param=Importación>)

El ahorro anual de S/. 301,500 representa el 26% de la utilidad bruta de este negocio obtenida en el 2015, que fue de S/. 1'170,000.

## Capítulo IX. Gestión y Control de la Calidad

En este capítulo se describe la gestión de calidad que la empresa aplica en su proceso de diseño de transformadores y tableros eléctricos, certificaciones, riesgos asociados y el control de la gestión de calidad realizada.

### 9.1. Gestión de la Calidad

PROMELSA cuenta con la certificación ISO 9901:2008, lo que le ha permitido mejorar el enfoque de calidad hacia los clientes, facilitando el involucramiento de todas las áreas hacia los objetivos comunes alineados con la calidad. Debido a la estandarización de los procesos, se ha logrado aumentar la productividad en un 20%, en promedio, de las operaciones de las áreas de la empresa (producción, distribución, almacén, ventas).

Sobre la base de la información brindada por el área de Ventas, se pudo apreciar un incremento del volumen de estas del 10 %, por el incremento de la cartera de clientes, ya que a partir de haber obtenido su certificación es vista como una empresa confiable y de excelente reputación en el mercado de tableros y transformadores. Esto, también, le ha permitido reducir las mermas en las operaciones y, por consiguiente, disminuir los costos y aumentar la rentabilidad del negocio. Se resalta que en el proceso de fabricación existen deficiencias en la implementación de la norma, ya que aún está en proceso de aprendizaje.

En la gestión de calidad de servicio, los clientes hacen llegar a la empresa sugerencias, solicitudes y problemas, a través de la división de Servicio al Cliente, por teléfono y por internet, donde se atienden: quejas, servicio de posventa, gestión de órdenes de compra, consulta de *stocks*, cotizaciones y soporte técnico. De esta manera, el cliente puede obtener información sobre su portafolio de servicios, productos, asesoría constante, divulgación de eventos, consultas de gestión de órdenes de compra, de *stocks*, cotizaciones y soporte técnico.

## 9.2. Control de Calidad

PROMELSA cuenta con un procedimiento establecido de control, evaluación y certificación de calidad, para sus productos finales: transformadores y tableros eléctricos. Se describen diferentes tipos de pruebas, como las pruebas estándar que consisten en garantizar la medida de resistencia de los bobinados, medida de relación y transformación, y verificaciones dieléctricas; y las pruebas tipo, como la prueba de calentamiento y de impulso. Estos resultados son contrastados con valores estandarizados de acuerdo con las normas vigentes, que garantizan un producto diseñado que cumple con el estándar. También considera la emisión de protocolos de prueba para la fabricación de cada producto, con lo cual certifican que los productos funcionan bajo determinados parámetros y cumplen con lo requerido por el cliente.

### 9.2.1. Disposiciones específicas de los transformadores

Para asegurar la calidad de los transformadores, se realizan las siguientes actividades:

- Pruebas en los transformadores con el registro de resultados que son ejecutados por personal con conocimiento de pruebas de transformadores y aprobados por el Jefe de Control de Calidad.
- Registro de documentos adicionales, como el certificado de garantía único para toda la orden de fabricación, que indica la cantidad y el correlativo de la serie según el formato del acta de instalación. Se entrega una copia del formato establecido, que es llenado en el momento de la instalación, indicando la serie del transformador instalado. De la misma manera, se realizarán los trabajos correspondientes a los transformadores mixtos, cuyos documentos adicionales son: el certificado de garantía, único para todas las órdenes de fabricación, indicando la cantidad y correlativo de la serie, según el formato del acta de instalación; y las recomendaciones de la misma.

- El Jefe de Control de Calidad emite al cliente los siguientes documentos adicionales y posteriormente archiva las copias en los *files* correspondientes: la carta de garantía, el acta de instalación y las recomendaciones para la instalación.
- Prueba de estanqueidad con nitrógeno, con la que el técnico debe verificar si existen fugas de aceite en las soldaduras del tanque y o si están bien ajustados los pernos y tapas, así como la aplicación de la válvula de sobrepresión. La selección del formato de pruebas se realiza de acuerdo con el tipo de transformador: todos los transformadores y los transformadores mixtos; el tiempo de respuesta de los registros de fallas es de un día hábil.

El procedimiento de control de calidad establecido para los tableros eléctricos tiene como objetivo asegurar que se cumplan los requerimientos técnicos del producto mediante el control, evaluación y certificación de calidad del mismo, y de acuerdo con las especificaciones solicitadas por el cliente. Los documentos de referencia son considerados las pruebas eléctricas de tableros, así como las especificaciones comunes para interruptores; y el documento de grado de protección proporcionado por los envolventes.

La secuencia del procedimiento de control, evaluación y certificación de transformadores y tableros eléctricos en PROMELSA se muestran en las figuras 32 y 33.

### **9.2.2. Disposiciones específicas de tableros eléctricos**

Los documentos y actividades establecidos para el control de calidad de tableros eléctricos son:

- Llenado del formato de pruebas de inspección que se realiza con la orden de fabricación, colocando los números de serie correspondiente a cada unidad que fue probada.
- Selección del formato de pruebas de acuerdo con el tipo de tablero eléctrico.
- El tiempo de respuesta de los registros de fallas de un día hábil.

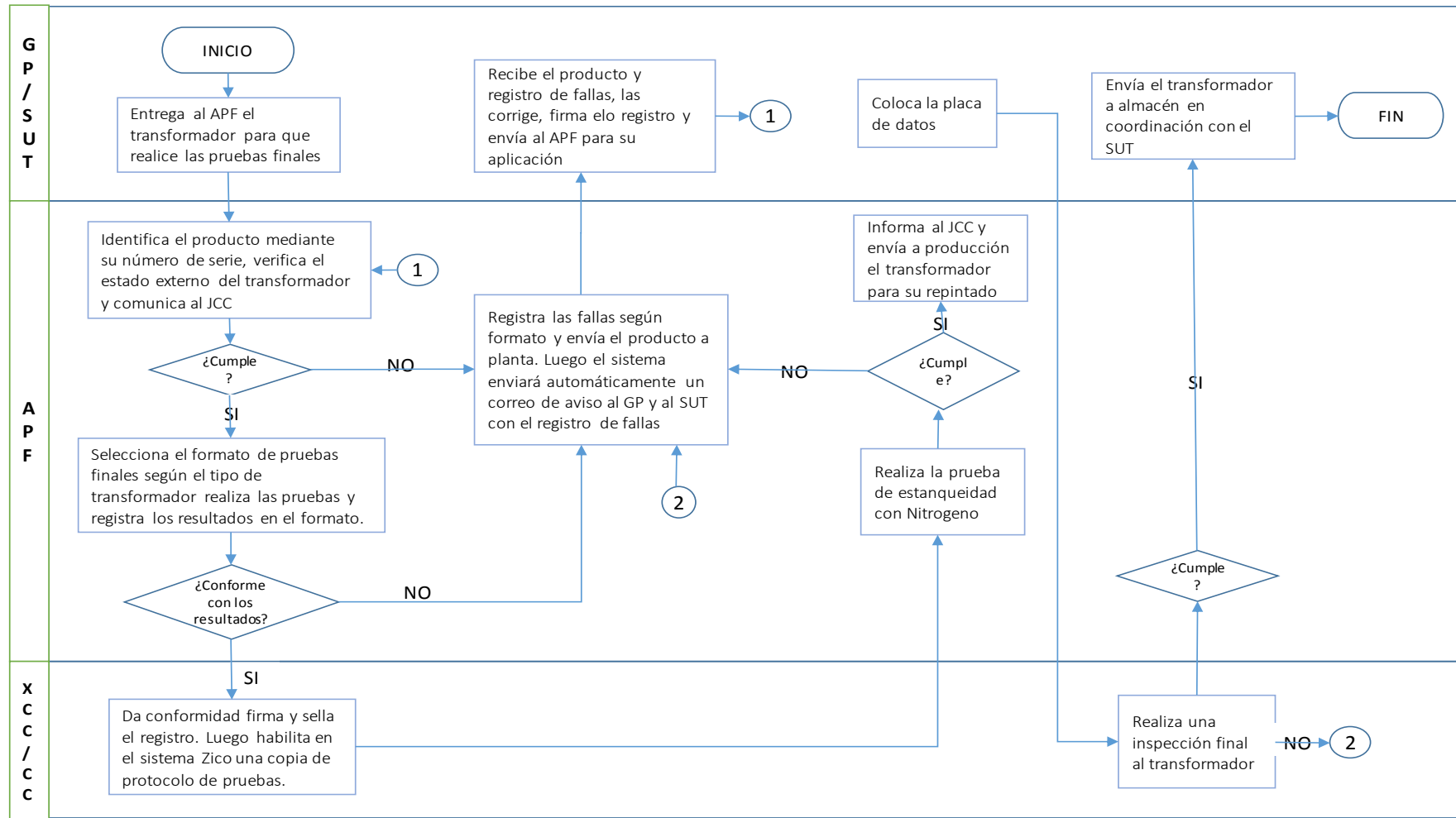


Figura 32. Procedimiento de control, evaluación y certificación de los transformadores.

Tomado del «Procedimiento de control de calidad de transformadores ISO 9001:2008, P-CCC-01» (p. 5), por PROMELSA, 2014c, Lima, Perú: Autor.



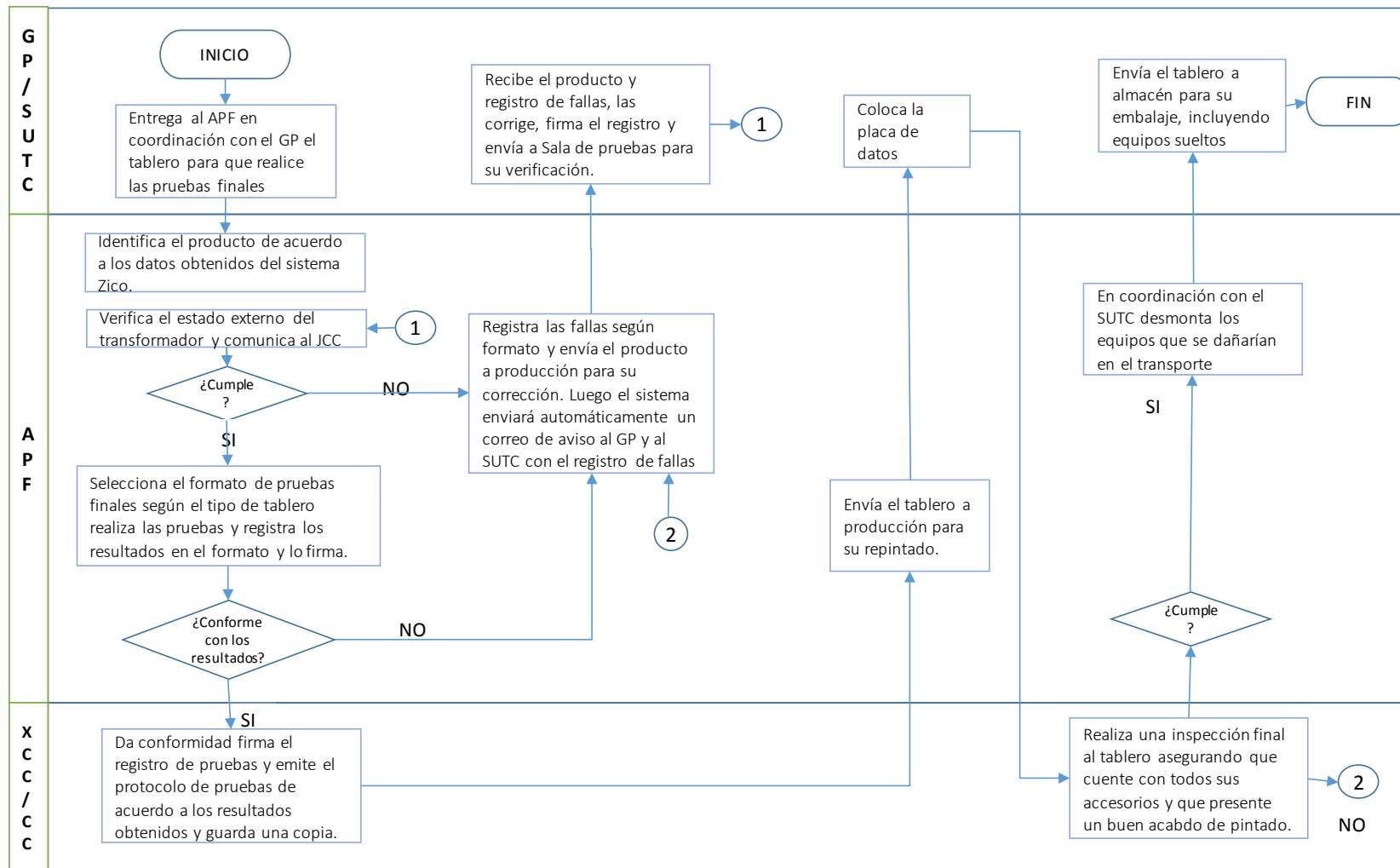


Figura 33. Procedimiento de control, evaluación y certificación de tableros eléctricos.

Tomado del «Procedimiento de control de calidad de tableros ISO 9001:2008, P-CCC-02» (p. 5), por PROMELSA, 2014d, Lima, Perú Autor.



Para la medición de la calidad del servicio, la empresa tiene identificados los siguientes indicadores: (a) indicador de nivel de satisfacción del cliente, (b) indicador de tiempo de atención de reclamos, (c) indicador de registro de reclamos, e (d) indicador de devoluciones y refacturaciones. Sin embargo, la medición de estos no está diferenciada según la línea de negocio comercial e industrial, por lo que no son representativos para el presente trabajo, enfocado netamente a la planta Naranjal y la producción de transformadores y tableros eléctricos.

Como ejemplo de lo mencionado, se presenta la Figura 34, donde se observa la medición de la satisfacción del cliente. Este indicador se ha manejado desde el año 2010 y tiene como meta no ser menor al 85% del total de clientes encuestados.

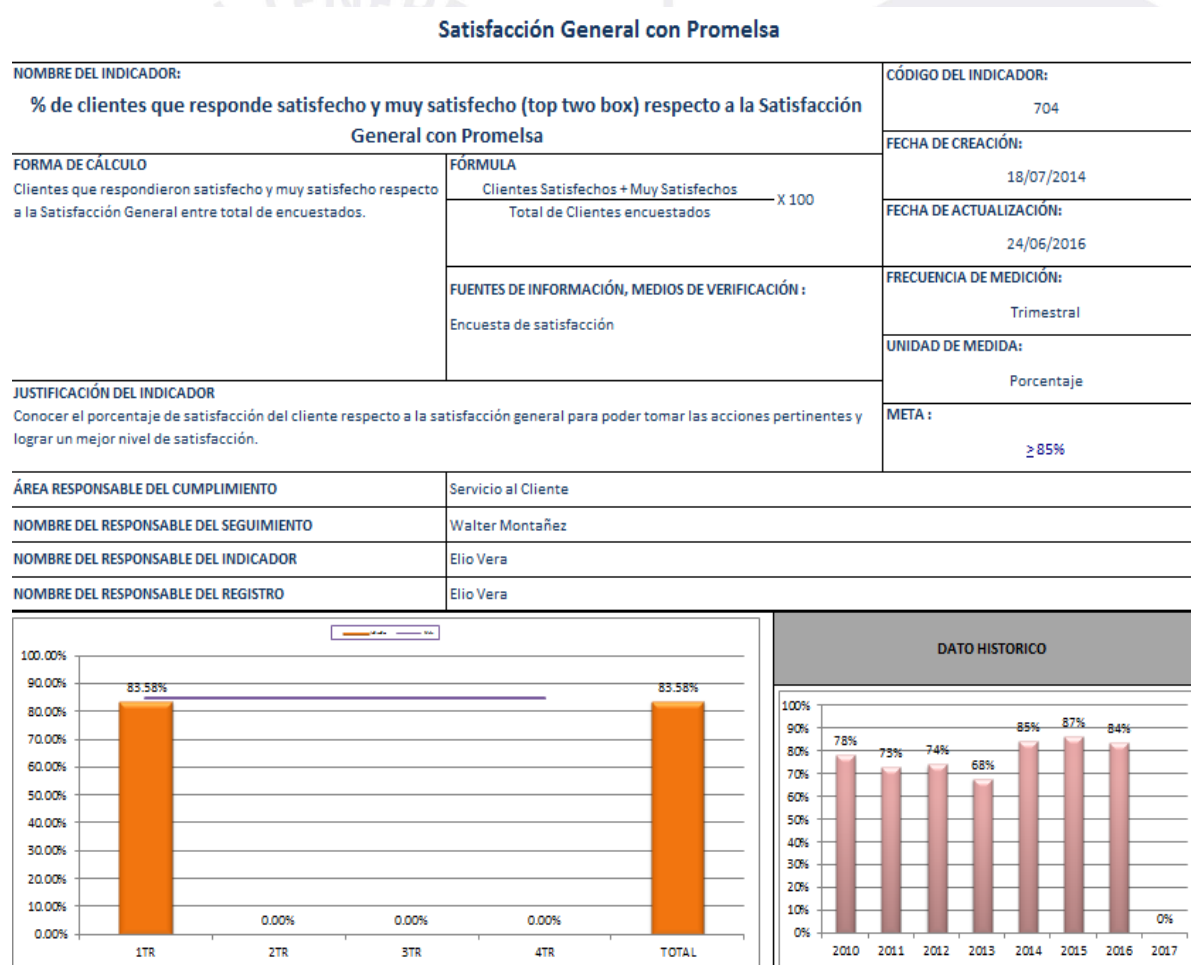


Figura 34. Indicador de nivel de satisfacción del cliente.

En el área de Producción, los planes y objetivos son considerados bajo los estándares de la empresa en el área de calidad, asegurando cada uno de los procesos; sin embargo, para la evaluación del trabajo, se consideraron cinco objetivos aún más alineados con la estrategia del negocio. Se observa también que los indicadores están ligados a los proceso de diseño y producción, los cuales se trata de implementar en la gestión de calidad, basado en la gestión de riesgos en los procesos.

Uno de los principales problemas dentro de la producción de transformadores y tableros eléctricos se da en las especificaciones y control de cambios, después de haberse definido la orden de fabricación, todo lo cual se refleja en el desarrollo de productos no conformes, básicamente por problemas en la identificación del requerimiento real del cliente, donde el proceso no contempla la capacidad técnica necesaria del vendedor. La evaluación se realiza de manera mensual en los ítems mencionados en la Tabla 19, para cada una de estas posibles ocurrencias.

Tabla 19

*Objetivos de Calidad para la Producción*

Ítem	Objetivo	Ítem de Control	Indicador (%)
1.	Garantiza la calidad del producto.	Proceso conforme, diseñado por ingeniería (tableros y transformadores).	$N^{\circ}$ de procesos diseñados por ingeniería conforme $\times 100$ / Total de procesos diseñados por ingeniería.
2.	Garantiza la calidad del producto tablero.	Proceso de tableros conforme.	$N^{\circ}$ de procesos tableros conforme $\times 100$ / Total de procesos diseñados.
3.	Garantiza la calidad del producto transformador.	Proceso de transformadores conforme.	$N^{\circ}$ de procesos transformadores conforme $\times 100$ / Total de procesos diseñados.
4.	Reducir las fallas en pruebas finales en los tableros.	$(N^{\circ}$ de tableros y aparamentos con registro de falla en pruebas finales) $\times 100$ / $(N^{\circ}$ total de tableros y aparamentos probados en el mes).	$(N^{\circ}$ de tableros y aparamentos con registro de falla en pruebas finales) $\times 100$ / $(N^{\circ}$ total de tableros y aparamentos probados en el mes).
5.	Reducir las fallas en pruebas finales en los transformadores.	$(N^{\circ}$ de transformadores con registro de falla en pruebas finales) $\times 100$ / $(N^{\circ}$ total de transformadores probados en el mes).	$(N^{\circ}$ de transformadores con registro de falla en pruebas finales) $\times 100$ / $(N^{\circ}$ total de transformadores probados en el mes).

*Nota.* Tomado de «Planes de calidad para los objetivos del sistema integrado de gestión ISO 9001:2008, PC-01» (p. 1), por PROMELSA, s.f. a, Lima, Perú: Autor.

### 9.3. Conclusiones

La empresa cuenta con el sistema de calidad ISO 9001:2008 pero para lograr incluir el sistema como un beneficio de manera continua, se debe retroalimentar al personal de Operaciones en cuanto a la importancia del cumplimiento de los procedimientos de operación y cómo esta práctica asegura la calidad de los procesos y productos.

El personal de diseño debe tener amplia experiencia en el esbozo de soluciones, de tal forma que pueda identificarse la necesidad del cliente, interpretarla y transformarla en una solución integral. El personal de diseño es el responsable en estos casos de determinar los riesgos y de reducir las consecuencias.

Basados en la certificación ISO 9001:2008 que tiene la empresa, se observa que el nivel de implementación del sistema es bajo, en cuanto al enfoque de la mejora continua. Se observó también que no existe una metodología concreta para la solución de problemas en el proceso productivo, ya que los problemas son gestionados de forma empírica, repitiéndose los mismos errores.

### 9.4. Propuesta de Mejora

Los registros de fallas del 2015 en productos terminados fueron de 25% en tableros eléctricos, y 17% en transformadores, siendo la meta no ser mayor al 5%. Con entrevistas al personal de planta se pudo levantar información sobre las causas de las fallas, quedando demostrado que el principal problema era el desconocimiento del personal operativo sobre los estándares de calidad y los controles necesarios del producto en el proceso.

Por ello, se plantea implementar un sistema de capacitación donde el personal pueda identificar puntos de control, acompañado de un registro más adecuado de las incidencias, desde la etapa de diseño hasta el servicio de posventa. También se debe considerar la concientización sobre la importancia de cumplir con el sistema de gestión de calidad, enfocados a reducir el número de fallas mensuales que se presentan.

Este escenario planteado debe considerar las siguientes premisas:

- Unidades de tableros vendidas en el año 2015: 1,222.
- Unidades de transformadores vendidas en el año 2015: 1,165.
- Costo promedio del reproceso = 10% del costo unitario del producto (tableros).
- Costo promedio del reproceso = 15% del costo unitario del producto (transformadores).
- Margen de utilidad promedio para tableros y transformadores = 18%.

En la Tabla 20, se muestra cómo por el desconocimiento del personal se podrían generar costos por encima de S/. 400 mil, con un porcentaje de fallas del 25%. Tan solo cumpliendo con los ratios que establece el sistema de gestión de calidad se podría obtener un ahorro de casi S/. 302,000.

Tabla 20

*Resultados Esperados a Partir del Mejoramiento del Sistema de Gestión de Calidad*

Objetivo	Indicador	Ratio actual	Ratio esperado	Costo anual de reprocesos en S/.		
				Actual	Esperado	
Reducir las fallas en pruebas finales en los tableros.	(N° de tableros y aparamentos con registro de falla en pruebas finales)*100 / (N° total de tableros y aparamentos probadas en el mes).	25% = 305/1222	5% = 58/1222	153,666	30,733	
Reducir las fallas en pruebas finales en los transformadores.	(N° de transformadores con registro de falla en pruebas finales)*100 / (N° total de transformadores probados en el mes).	17% = 198/1165	5% = 24.5/1165	330,347	97,161	
	Costo total de productos fallados			410,180	108,384	
	Ahorro anual por reducción de productos fallados			301,796		
				Ahorro en US\$	90,088	TC: 3.35

El ahorro anual de S/. 301,796 representa el 26% de la utilidad bruta de este negocio, obtenida el 2015, que fue de S/. 1'170,000.

## Capítulo X. Gestión de Mantenimiento

El área de Mantenimiento es la responsable de equipos, maquinarias e infraestructura. La gestión de mantenimiento se realiza con personal propio, tercerizando aquellas actividades técnicas con mayor especialización.

Para realizar el programa de mantenimiento, no se evaluó la criticidad de los equipos, porque se considera que este aspecto aseguraría una mayor confiabilidad de los equipos y maquinarias.

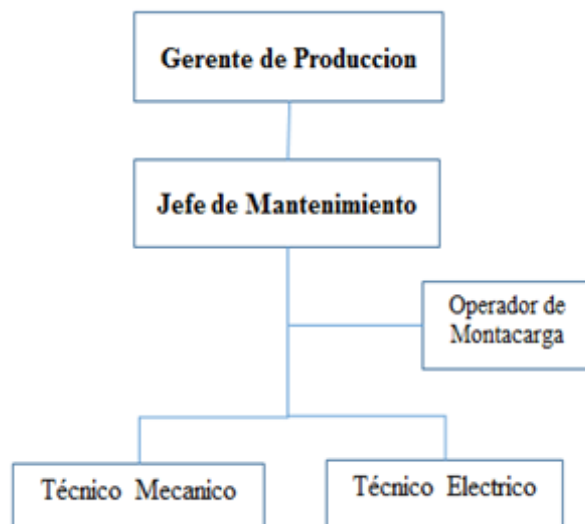
La gestión de mantenimiento en la empresa no es considerada como prioritaria. Esto se debe a que la operación cuenta con periodos de parada y los procesos no se manejan bajo un esquema de línea de producción. En un escenario adverso, una parada de máquina sería crítica porque afectaría la continuidad de las operaciones y el proceso de fabricación. Sin embargo, debido a que los procesos de transformación son básicamente de productos únicos o de lotes de producción, donde la demanda no es continua, se generan periodos de baja producción que son aprovechados para realizar las tareas de mantenimiento. En la redacción del programa de mantenimiento no se ha tomado en cuenta la variable de criticidad de los equipos y maquinarias dentro del proceso productivo de planta.

En la Figura 38, se muestra el organigrama del área de Mantenimiento, que se encuentra liderada por un jefe que reporta directamente a la Gerencia de Producción. Bajo su cargo se encuentra un técnico mecánico y un técnico eléctrico para llevar a cabo el mantenimiento correctivo en la empresa. Como soporte a las operaciones de mantenimiento, el área cuenta con un operador de montacargas.

### 10.1. Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo en la planta es atendido por personal propio o tercerizado, de acuerdo con la máquina a intervenir y la complejidad de la avería; esto, con la previa evaluación y autorización del Jefe de Mantenimiento. Las máquinas que son atendidas

con servicio de terceros son: equipos de pintado, equipo de arenado, bobinadoras, la plegadora, el torno y las bobinadoras de núcleo.



*Figura 35.* Organigrama funcional del área de mantenimiento.

Tomado del «Organigrama de la gerencia de producción ISO 9001:2008, M-08» (p. 1), por PROMELSA, s.f. b, Lima, Perú: Autor.

El costo de mantenimiento correctivo en el año 2015 fue de S/. 106,478. Este costo correspondió a gastos realizados a mantenimiento de maquinaria y de infraestructura de la planta, que básicamente contempla costos de mano de obra, repuestos, lubricantes y los sobrecostos de realizar las reparaciones por falla del equipo que, como consecuencia de la falta de un mantenimiento preventivo, de acuerdo con las especificaciones de tiempo de uso o experiencias históricas, originan que las reparaciones sean más costosas. Esto, por la falta de lubricantes y de acciones preventivas que originan el desgaste de las piezas de la maquinaria que un mantenimiento preventivo podría solucionar. Asimismo, por la confiabilidad en la máquina, que reduce la cantidad de mantenimientos correctivos.

En cuanto a los costos, cabe mencionar que el presupuesto de mantenimiento correctivo del 2015 fue de S/. 106,478, o el 55 % respecto al costo total de mantenimiento de ese año, que ascendió a S/. 192, 906. Estos costos no incluyen el impacto potencial que el

retraso en una entrega puede generar a la empresa por aplicación de penalidades, por retraso en la fabricación de productos (véase el Apéndice E).

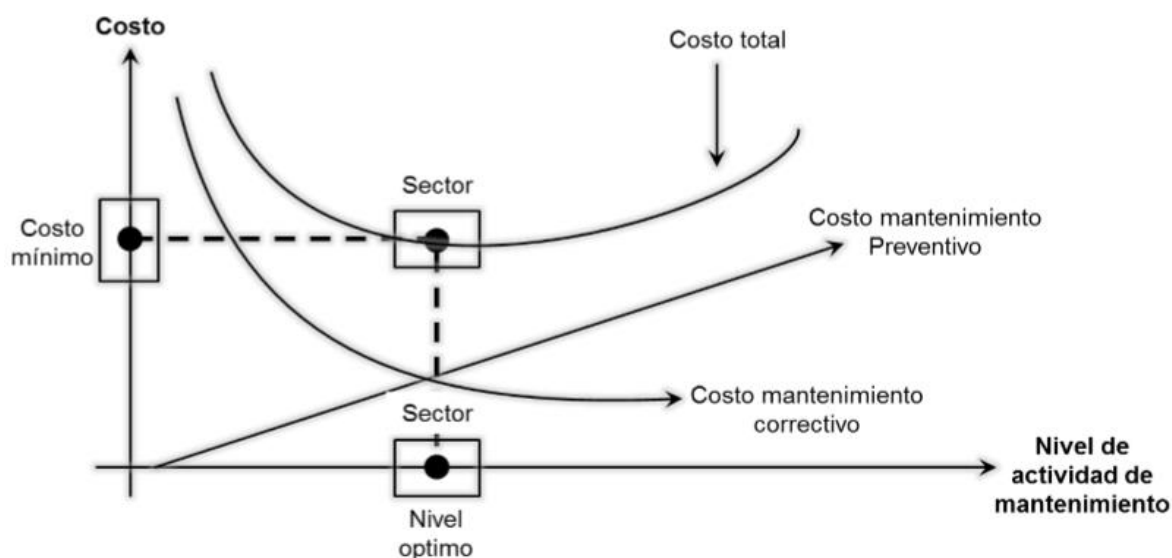
## 10.2. Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo se realiza a maquinaria específica, de acuerdo con la complejidad de la avería, previa evaluación y autorización del Jefe de Mantenimiento. Estas máquinas son atendidas por terceros y, al igual que en el mantenimiento correctivo, se realiza en las siguientes máquinas: equipos de pintado, equipo de arenado, bobinadoras, la plegadora, el torno y las bobinadoras de núcleo.

El costo del mantenimiento preventivo en el año 2015 fue de S/. 86,429, equivalente al 45% respecto al costo total de mantenimiento. Cabe resaltar que los periodos de parada o baja producción que existen en el proceso productivo, han permitido que los problemas sean tratados con mantenimiento correctivo. En una entrevista al encargado de turno acerca del proceso de planeamiento de fabricación de estructuras metálicas del área de producción, manifestó que algunas paradas de la línea de producción se debían a averías en el área de pintado y granallado, evidenciando así la deficiencia en la gestión del mantenimiento preventivo.

Finalmente, en la planta se observó la aplicación de la estrategia de invertir lo necesario en mantenimiento y emplear al personal de producción en actividades programadas para dicha tarea cada año, ejecutado normalmente en los periodos de baja producción. En la Figura 36, se muestra la relación inversa existente entre el mantenimiento correctivo y preventivo; es decir, cuando no se realiza mantenimiento preventivo o cuando es bajo, el costo del mantenimiento correctivo puede resultar bastante elevado; sin embargo, cuando el mantenimiento preventivo aumenta, el costo del mantenimiento correctivo disminuye en forma sustancial.





*Figura 36.* Costos del nivel de actividad del mantenimiento.  
Tomado de «Administración de la operaciones productivas» (p. 457), por F. A. D'Alessio, 2013, México D. F., México: Pearson.

De acuerdo con la información histórica de la empresa, el costo de mantenimiento preventivo fue 45%, y el costo de mantenimiento correctivo 55%; por lo tanto, la relación entre ambos tipos de mantenimiento es de 45/55. Según D'Alessio, lo ideal sería llegar a una relación entre mantenimiento preventivo y correctivo de 70/30. Manteniendo esta relación, se lograría una gestión eficiente de los recursos, asegurando una mejor operatividad al disminuir la frecuencia de averías.

### 10.3. Conclusiones

La gestión de mantenimiento en la empresa no es la adecuada. Esto se evidencia en las paradas de proceso que se tienen en la planta, producto de averías en las máquinas. Esta condición genera pérdidas de capacidad, productos defectuosos, mermas y tiempo. No se maneja el concepto de criticidad para gestionar el mantenimiento en planta.

Del costo total de mantenimiento de S/. 192,907 del 2015, el 45 % correspondió a mantenimiento preventivo; y 55%, a mantenimiento correctivo. Se puede observar que los porcentajes no están en una proporción adecuada, lo cual ocasiona sobrecostos y riesgo de la



operatividad en la planta. No obstante, con la propuesta sugerida, los porcentajes varían a 60% en preventivo, y 40% en correctivo.

No existe una gestión de activos debido a la antigüedad de las máquinas. El 50% de las máquinas tiene en promedio 25 años, con sus ciclos de vida cumplidos y depreciadas al 100%. Esta ausencia de gestión determina la falta de reposición de maquinarias modernas que, dado los grandes avances en tecnología, implica la reducción de competitividad y productividad a la planta.

#### **10.4. Propuesta de Mejora**

Frente a la revisión del costo histórico de mantenimiento incurrido en el año 2015, la frecuencia de fallas en los equipos, la participación de la maquinaria dentro de las operaciones productivas y las entrevistas con personal de las áreas de producción y mantenimiento; se plantea elaborar un plan de mantenimiento más adecuado para la planta considerando estas variables importantes: la criticidad de maquinaria, la desagregación de la planta, la organización de la maquinaria en niveles, y el balance ideal 70/30 del mantenimiento preventivo y correctivo; buscando obtener un nivel de actividad óptimo y un costo mínimo de la gestión (D'Alessio, 2013).

Para evaluar la criticidad de la maquinaria, el equipo de mantenimiento y el responsable de producción deberán establecer variables, como: frecuencia de fallas, impacto operacional, flexibilidad operacional, costo de mantenimiento e impacto y seguridad del medio ambiente. En la Tabla 21, se muestran dichas variables, con un valor asignado a cada uno de los aspectos ponderados.

Se realizó el análisis de criticidad de la maquinaria de planta, quedando clasificadas en máquinas críticas, semicríticas y no críticas. De acuerdo con esta nueva clasificación, se propone aumentar la frecuencia de mantenimiento preventivo en las máquinas críticas y

semicríticas, asegurando así la disminución de fallas y en consecuencia la continuidad de las operaciones.

Tabla 21

*Aspectos de Valoración de Criticidad de Máquinas*

Concepto	Descripción	Valor
Frecuencia de fallas	Alta: más de 5 fallas al mes	4
	Promedio: 2 a 4 fallas al mes	3
	Baja: 1 a 2 fallas al mes	2
	Excelente: menos de 1 falla al mes	1
Impacto operacional	Parada inmediata o corte de línea	10
	Parada inmediata de un sector de la línea productiva	6
	Impactan en los niveles de producción o calidad	4
	Repercute en costos adicionales asociados a la disponibilidad del equipo	2
	No genera ningún efecto significativo sobre las operaciones y producción	1
Flexibilidad operacional	No existe opción de producción y no existe la función de respaldo ( <i>back up</i> )	4
	Existe la función de respaldo compartido	2
	Existe la opción de respaldo disponible	1
Costo de mantenimiento	De S/. 0 a S/. 1,000	10
	De S/. 1,000 a S/. 5,000	6
	De S/. 5,000 a S/. 10,000	4
	De S/. 10,000 a más	2
Impacto de seguridad ambiental	Afecta la salud humana tanto interna como externa	40
	Afecta el medio ambiente produciendo daños severos	32
	Afecta las instalaciones causando daños severos	24
	Provoca daños menores (accidentes e incidentes) a personal propio	16
	Provoca impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales	8
	No provoca ningún daño a las personas, instalaciones y ambiente	0

En la Tabla 22, se muestra el resultado del análisis de criticidad, que da cuenta de lo siguiente: el 83% de las máquinas no son críticas o son semicríticas, observación que también fue referida por el Jefe de Mantenimiento; y el 17% restante, que corresponde a máquinas críticas, como: las compresoras, la arenadora y la guillotina hidráulica, tienen frecuencia de mantenimiento media, y son evaluadas sin que se afecte el proceso productivo.

Tabla 22

*Matriz de Clasificación de Máquinas y Equipos Críticos*

Maquina	Marca	Frecuencia de mantenimiento	Criticidad	Nivel de criticidad
Bobinadora	Adams Maxwell	4	36	NC
Bobinadora	Micrométrica	4	36	NC
Bobinadora	The Globe	4	36	NC
Bobinadora	Elko	4	36	NC
Bobinadora	Micrométrica	4	36	NC
Bobinadora automática	Broomfield	4	46	SC
Compresora	Tahdon	4	88	C
Compresora	Nam Sung	4	88	C
Compresora	Ingersoll Rand	3	88	C
Dobladora manual	Chicago	4	16	NC
Esmeril	Wilmarth	6	16	NC
Esmeril	Peugeot	4	16	NC
Fresadora	Powermill	4	32	NC
Fresadora	MRF	4	32	NC
Arenadora	Const. Mecanic	4	114	C
Guillotina hidráulica	LVD Company	3	102	C
Cortadora de papel y cartón	Pexto	4	38	NC
Cortadora y dobladora FS	Unicore	4	42	SC
Punzonadora	Geka	4	32	NC
Troqueladora	Ulecie	4	32	NC
Troqueladora	Giuseppe	4	32	NC
Prensa excéntrica (moldeo piezas)	Franz	4	23	NC
Prensa hidráulica ( moldeo piezas)	KR Wilson	4	23	NC
Puente grúa	Kito	2	11	NC
Soldadora	Máquina MIG	6	15	NC
Soldadora	Fire Power	6	15	NC
Soldadora	Fire Power / Thermadyne	6	15	NC
Soldadora	Timer Inverter	6	15	NC
Soldadora	Solandina	6	15	NC

Con la nueva frecuencia de mantenimiento anual planteada, el costo de mantenimiento preventivo ascendería a S/. 104,727, lo cual significaría la reducción implícita del costo de mantenimiento correctivo (véase el Apéndice F).

En un escenario conservador de mantenimiento preventivo sobre correctivo, con una relación ideal de 70/30, se podría obtener un costo estimado de mantenimiento correctivo de S/. 59,844, tal como se muestra en la Tabla 23. La propuesta de invertir más en mantenimiento preventivo generaría un costo anual en el primer año de S/. 179,571 o un ahorro de S/. 13,336. Sin embargo, para el segundo año en adelante, el ahorro anual se

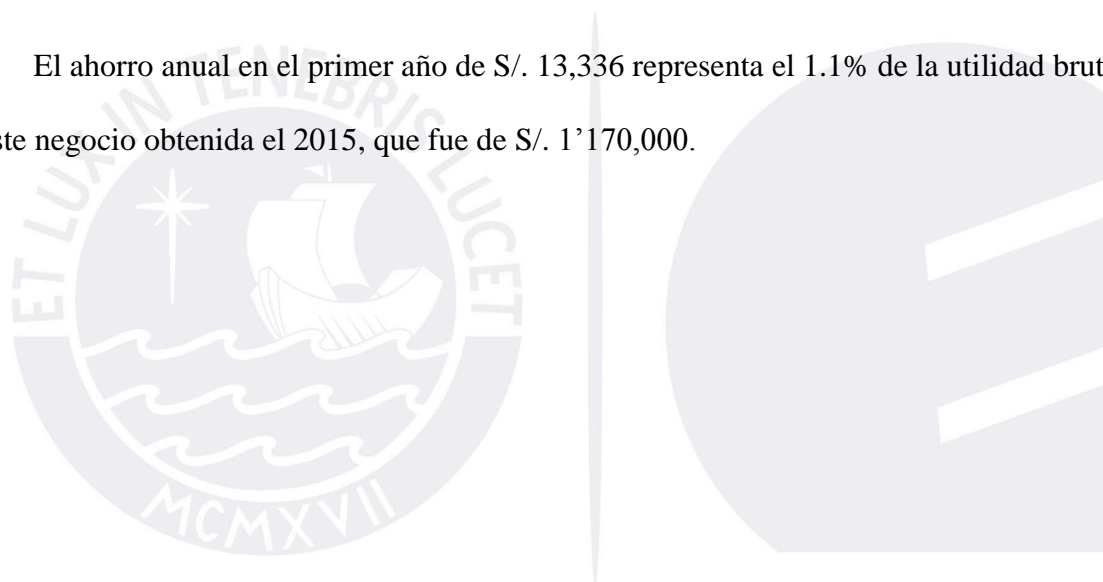
incrementaría a S/. 28,336, por cuanto ya no habría gastos de capacitación, los cuales sí son necesarios en una etapa inicial de su implementación, para asegurar que la nueva gestión sea dirigida por personal altamente capacitado y con nivel técnico.

Tabla 23

*Análisis de Costos de Mantenimiento en la Planta*

Concepto	Escenario actual	Escenario propuesto
Costo anual de mantenimiento preventivo	S/. 86,429	S/. 104,727
Costo anual de mantenimiento correctivo	S/. 106,478	S/. 59,844
Costo de capacitación técnica		S/. 15,000
Costo anual total de mantenimiento	S/. 192,907	S/. 179,571
Ahorro anual por mejora en la gestión de mantenimiento en el primer año		S/. 13,336
Ahorro anual por mejora en la gestión de mantenimiento a partir del segundo año		S/. 28,336

El ahorro anual en el primer año de S/. 13,336 representa el 1.1% de la utilidad bruta de este negocio obtenida el 2015, que fue de S/. 1'170,000.



## Capítulo XI. Conclusiones y Recomendaciones

### 11.1. Conclusiones

La empresa presenta una estructura funcional que permite la especialización de cada área y favorece que se alcancen las metas propuestas. Este sistema tiene como base la comunicación a todo nivel y el trabajo en equipo. En el organigrama de la Gerencia de Producción, se encontró que todos los niveles reportan directamente al Gerente de dicha área, y no existe una jerarquía definida entre puestos de mayor y menor rango; esto genera pérdida de responsabilidad y dirección en las áreas de la planta.

La planta necesita de una nueva distribución que ayude a eliminar los tiempos muertos por el traslado de mercaderías, y ordenar la planta sin zonas redundantes que no agregan valor a la operación, sino que reducen el desplazamiento del personal y los materiales. Este ordenamiento propuesto de áreas permitirá una producción limpia y sostenible en el tiempo, que serán las bases para los cambios tecnológicos o innovaciones que el negocio pretende alcanzar en el futuro.

La inversión requerida para todo el cambio de distribución de planta de S/. 139,674 es menor al beneficio bruto anual de S/. 193,319, obtenido por el incremento de la capacidad productiva y por ende de las ventas. Con ello, se demuestra que en menos de nueve meses la empresa podría recuperar lo invertido, con un beneficio neto adicional de S/. 53,645, en el primer año.

Una reducción de personal de menos nivel técnico y preparado, o fácilmente sustituible por el mercado, no debería generar complicaciones ante los picos de demanda, por tres razones básicas: (a) la primera corresponde a la nueva distribución propuesta de la planta, que mejoraría la fluidez de los procesos y reduciría significativamente los tiempos de producción, es decir, se produciría más con menos recursos; (b) como segunda razón está la opción de tercerizar el servicio de personal especializado para cubrir altas demandas; y (c) la

propuesta de mejorar la gestión del mantenimiento preventivo, que permitiría reducir en forma significativa los tiempos por paradas de máquinas o fallas.

A partir del análisis de costos involucrados, los cálculos demuestran un incremento de la utilidad neta proyectada en S/. 308,000 a partir del segundo año, debido a que en el primer año esta utilidad adicional sería absorbida por los costos de despido.

Existe la necesidad de integrar y alinear las estrategias de aprovisionamiento con las de operación y de negocio, ya que la contratación de transportes aéreos obedece a malos pronósticos que ocasionan las urgencias para el pronto abastecimiento. La empresa necesita también establecer un sistema de calidad de servicio con sus proveedores de transporte basado en confiabilidad, oportunidad, seguridad, tiempos de entrega, costo, seguimiento, responsabilidad definida y trato pos servicio. Con el cambio de medio de transporte, la empresa busca generar una reducción en el costo de 20% del valor FOB, es decir, US\$ 600,000; y aplicando un sistema de desaduanaje anticipado, obtener un ahorro anual de US\$ 90,000.

Se observa fallas de calidad repetitivas por medidas desviadas en las operaciones de corte, doblado y perforado, debido a la falta de precisión de las máquinas usadas (mecánicas con más de 30 años de antigüedad, en promedio). Se resalta que estas máquinas usan una tecnología obsoleta y el hecho de convivir con estas fallas está ocasionando mermas de materiales, recursos y pérdida de capacidad en la planta.

El costo total de mantenimiento generado en el año 2015 tuvo el valor de S/. 192,907, en tanto que la propuesta de invertir más en mantenimiento preventivo generaría un costo anual en el primer año de S/. 179,571, o un ahorro de S/. 13,336. Sin embargo, a partir del segundo año en adelante, el ahorro anual se incrementaría a S/. 28,336, ya que no se tendrían gastos de capacitación, los cuales sí son necesarios en un principio para asegurar que la nueva gestión sea dirigida por personal preparado y con un nivel técnico superior.

Se observa que el nivel de implementación del sistema de calidad es bajo, en relación con el enfoque de mejora continua. Se evidenció que no existe una metodología concreta para la solución de problemas en el proceso productivo, ya que aquellos son gestionados de forma empírica, repitiéndose los mismos errores.

Integrando las mejoras en la distribución de planta y en los flujos de procesos, se lograrían reducir los tiempos de fabricación de tableros eléctricos en un 30%, equivalente a 485 minutos; y en la fabricación de transformadores eléctricos, una reducción de 28.4%, o sea 443 min.

## **11.2. Recomendaciones**

Se recomienda entregar el diagnóstico operativo empresarial para aplicar las propuestas de mejora, fijando estrategias que conlleven a cambios organizacionales, y permitan lograr los objetivos fijados por la empresa.

Se recomienda, según el esquema de alineamiento e integración de estrategias propuestas en la Figura 15 del Capítulo I, estructurar y alinear las estrategias de cadena de suministro y aprovisionamiento, a la estrategia del negocio, cuyo objetivo organizacional es incrementar la participación del mercado de un 5% a un 6%, y las ventas anuales del negocio en 20%.

El área de productos comerciales no utilizados en la planta no debería ubicarse en esta última; se sugiere su traslado a otro edificio de la empresa, que precisamente acoge al área Comercial, de productos terminados e importados.

Se propone mejorar el dimensionamiento de la planta a partir de la liberación del espacio originado por la reubicación del gran almacén de productos comerciales, al nuevo centro de distribución de Dansey. Esto generará el espacio requerido, de acuerdo con la estrategia propuesta de crecimiento sostenido durante los próximos cinco años, a una razón de 20%, de acuerdo a lo planteado en la Figura 12.

Se propone realizar una nueva distribución que ayude a eliminar tiempos muertos por transporte de mercaderías, que son parte del flujo de trabajo; y optimizar los procesos de producción. La distancia de las oficinas al gran almacén de productos comerciales ubicado en la planta es muy larga, por lo cual se apoya su transferencia al nuevo centro de distribución en una zona estratégica, con acceso directo a una de las principales vías portuarias del país, que permitirá mejorar considerablemente los tiempos de despacho.

Con las DAP desarrolladas para tableros y transformadores se plantearon las siguientes recomendaciones: estandarizar componentes de montaje y accesorios de conexión para tableros producto de implementar un proceso de estandarización, con lo cual se obtiene un ahorro de tiempo de 20.37 % en los tiempo de ensamblaje de tableros. Y para transformadores, utilizar pintura con resinas de secado rápido para reducir el tiempo del proceso de curado en un 50%, que incide en un 18.46 % sobre el total de tiempo de la fabricación de transformadores.

Se debe promover el análisis de problemas en la planta, usando la metodología de mejora continua con el uso de herramientas de calidad. Esto generará procesos buenos, eficientes y eficaces. La eliminación de las causas-raíz hará que se disminuya la frecuencia de los problemas, mejorando la confiabilidad de la operación y la satisfacción del cliente interno y externo de la empresa.

Se recomienda la implementación de los sistemas de mantenimiento predictivo y preventivo. Su implementación es una oportunidad de mejora para la operación, que se traducirá en la elevación de rentabilidad de la empresa y de la productividad, así como la disminución de problemas de calidad y de mermas. Alineado a este concepto, se debe realizar un registro y análisis de las fallas con herramientas de calidad que ayuden a disminuir la frecuencia de las fallas de máquina. Se recomienda la compra de maquinaria de control numérico computarizado (CNC), para asegurar la precisión en el corte y troquelado, cuyo uso



traería como beneficio la disminución del tiempo de *set-up*, la mejora en la eficiencia de la operación y la eliminación de mermas.

Para mejorar la gestión de inventarios, se propone consolidar el alineamiento e integración de las estrategias de aprovisionamiento, operaciones y del negocio, que deben enfocarse al objetivo estratégico buscado por la compañía, con las siguientes acciones:

- Difundir en la cultura de la organización el verdadero costo del inventario, asociado no solo al capital, sino también al costo de almacenaje, de pedir inventario y al de rotura de *stock*.
- Implementar el plan de inventario ABC, identificando los productos de mayor rotación y valor; y permitiendo aplicar el concepto de tamaño de lote de compra económico, ya que posee una demanda de baja incertidumbre.
- Integrar todas las áreas a través de un alineamiento de estrategias, desde el consumidor final hasta el fabricante de materias primas, pasando por la empresa focal. Eso en lo externo; y en lo interno, integrar transversalmente todas las áreas de la empresa focal.
- Aplicar del concepto *pull* en la etapa de diseño, consolidando una fuerte colaboración de los proveedores y una integración socio-relacional y de tecnoprocesos, para conseguir aliados estratégicos en el negocio y que se brinde siempre el soporte preciso en el momento oportuno, a un costo competitivo.
- Combinar en forma correcta la aplicación del *risk pooling* con los pronósticos basados en el análisis de series de tiempo, que permitirá tener niveles de inventario adecuados de materias primas. Los niveles de inventario de productos terminados disminuirían a partir de la aplicación de políticas estrictas en el que se despache inmediatamente, respaldado por el acuerdo contractual que debe existir en todo proyecto.

- Revisar el costo del transporte empleado para trasladar las mercancías al almacén; y convocar a licitación con el fin de seleccionar la mejor oferta, pudiendo obtener hasta un 5% de ahorro del costo actual; es decir, US\$ 19,000.
- Aplicar una estrategia de cadena de suministro responsiva en la etapa de diseño y con un pronóstico adecuado para los materiales básicos o comunes, que permitiría solo atender verdaderas urgencias por vía aérea. Con el cambio de medio de transporte, se generaría una reducción en el costo de 20% del valor FOB; es decir, US\$ 600,000.
- Implementar un sistema de desaduanaje anticipado, que permitirá ahorrar US\$ 200 por cada contenedor de 40 pies, prescindiendo del almacenaje temporal. Esto representaría un ahorro anual aproximado de US\$ 90,000.

Debido al bajo nivel de implementación del sistema integrado de gestión con enfoque en la mejora continua, se recomienda implementar un sistema de capacitaciones para reforzar el sistema, con el objetivo de reducir los costos por fallas en el proceso de producción; así como la reducción en los costos de productos de terminados, de S/. 410,180 a S/. 108,384, obteniéndose un ahorro anual de S/. 301,796 (véase la Tabla 20).

### **11.3. Futuro de las Operaciones Productivas**

En un escenario futuro, las operaciones productivas de PROMELSA podrían mejorar de manera sustancial fortaleciendo las debilidades detectadas en este diagnóstico, y gestionando las operaciones como unidad de negocio integrada dentro y fuera de la empresa focal.

El alineamiento de la estructura organizacional de la planta con la estrategia de la empresa, constituida como un factor clave en el futuro de las operaciones, permitirá desarrollar una organización enfocada en la productividad de la planta como unidad de negocio autosostenible, y evitará que se descuiden factores importantes en la gestión de una

planta. La correcta gestión de activos, le permitirá competir en una economía globalizada que hoy en día exige cada vez mayor calidad, innovación, bajos costos y altos niveles de servicios; todo esto debería ser interpretado para el desarrollo de las competencias que requiere la planta como son: la eficiencia, productividad, calidad, la innovación y el valor agregado que se de en cada proceso.

Es importante que la empresa ejecute las recomendaciones planteadas, estableciéndolas como parte de sus objetivos estratégicos a implementarse en un mediano plazo, lo cual podría transformarla en una empresa competitiva e innovadora.

Se debe implementar un estructura orgánica con mejores perfiles, una planta de distribución eficiente y ordenada, con procesos constantes de mejora continua, con una cadena de abastecimiento que controle tiempos y costos, con un plan agregado eficiente para aprovechar al máximo los recursos, con una cultura de mantenimiento preventiva que permita reducir fallas y costos, y en general con una cultura de innovación desde el diseño del producto hasta el servicio de posventa del cliente.

El alineamiento e integración de estrategias propuesto que permite estructurar y alinear las estrategias de cadena de suministro y aprovisionamiento, a la estrategia del negocio, generará a la compañía un incremento sostenido en su participación del mercado de un 5% a un 6% y aumento en sus ventas anuales del 20%.

Al implementar la nueva distribución en planta, los procesos de fabricación de tableros y transformadores serían líneas de producción continua, con las que se eliminarían los desperdicios de mano de obra y tiempo, y permitiría un aumento de la eficiencia, la disminución de los costos de producción y la oportunidad de fabricar más productos al elevar la capacidad de planta por el aumento del tiempo operativo de las líneas de producción. En resumen, se generará un beneficio bruto anual de S/. 193,319 sobre una inversión de S/. 139,674, que permitirá recuperar la inversión en unos nueve meses.

Asimismo, la implementación de un proceso de estandarización y el empleo de insumos de última tecnología reducirían los tiempos de fabricación, que se reflejarían en el menor tiempo de producción y en consecuencia tiempos de respuesta 20% más rápidos, con respecto a los actuales, para satisfacer las necesidades de los clientes

Por otro lado, el cambio de modo de transporte aéreo por el marítimo, aunado al cambio del sistema de importaciones, generaría un impacto importante en los costos de producción. Esto permitiría elevar la competitividad de la empresa en el mercado, obteniendo un mayor margen de venta y la posibilidad de transmitir este beneficio a sus clientes para lograr fidelizarlos. En conclusión, por este rubro se obtendría un ahorro anual de US\$ 90,000, en un 0.75% de total anual importado.

La capacitación del personal de producción y en general de toda la empresa sobre la implementación de herramientas de calidad enfocados en el mejoramiento continuo de los productos y procesos, proporcionarían una ventaja competitiva a mediano y largo plazo, que se convertirían en un elemento diferenciador frente a la competencia. Esto, para fidelizar a los clientes con una nueva propuesta de valor mejorada en cuanto a calidad, tiempo y costos de los productos y servicios. En términos monetarios, se obtendría un ahorro de S/. 301,796 anuales por reducción de fallas en productos terminados, según la Tabla 15.

El cambio de gestión del área de Mantenimiento, aplicando la herramienta de criticidad y un nuevo plan de mantenimiento, se traducirá en el aumento de la confiabilidad de las maquinarias, lo cual se reflejará en la mejora de tiempo de respuesta al área Comercial y un ahorro anual por mejora de la gestión de S/. 28,336. Mientras que un mejor plan agregado de producción permitirá hacer más óptimo el uso del capital humano en calidad y cantidad, permitiendo una reducción de costos por planilla de S/. 308,000 anuales, lo cual incrementaría la rentabilidad del negocio en 1.6%.

Por último, las mejoras antes mencionadas permitirán que la planta tenga una planificación más precisa de la producción, aumente su capacidad productiva, reduzca sus inventarios de repuestos y combustibles para las maquinarias y que disponga de mayor tiempo para capacitación de personal y otros. En definitiva, esto representaría S/. 1'027,518 anuales directos a la utilidad del negocio en el primer año, y S/ 1'535,534 anuales directos a la utilidad neta a partir del segundo año.

Ofreciendo soluciones integrales innovadoras y a costos competitivos, a partir de un mejor soporte y rediseño de toda la cadena de operaciones, una vez alcanzado el liderazgo nacional, la siguiente fase es penetrar en el mercado regional. Este último es muy similar al mercado nacional en sus necesidades tecnológicas y de costos. Países como Ecuador, Colombia, Bolivia, Venezuela y Paraguay, son mercados potenciales para extender el crecimiento de la compañía, sumando al enfoque estratégico del país de generar competitividad y negocios fuera de sus fronteras, para mejorar la balanza comercial y consolidar la imagen de país innovador y competitivo a nivel mundial.

En la Tabla 24, se muestra de manera concreta el efecto a lograrse con las mejoras propuestas. En el primer año de la implementación se generarían beneficios por S/. 383,686 y ahorros por S/. 643,832, incrementando la utilidad neta en S/. 1'027,518. A partir del segundo año, los beneficios serían de S/. 595,902 y ahorros de S/. 939,632, siendo la utilidad neta para este año de S/. 1'535,534.

Los beneficios y ahorros para el primer año suman S/. 1'027,518, que representa el 88% de la utilidad bruta de este negocio, obtenida el 2015. Los beneficios y ahorros para el segundo año suman S/. 1'535,534, que representa el 131% de la utilidad bruta de este negocio, obtenida también el 2015.

Tabla 24

*Resumen de las Mejoras Propuestas en la Planta Naranjal*

Propuesta de mejora	Objetivo estratégico	Capacidad instalada de producción	Beneficio esperado al primer año (S/.)	Beneficio esperado a partir del segundo año (S/.)	Ahorro esperado el primer año (S/.)	Ahorro esperado a partir del segundo año (S/.)
Alineamiento e integración de estrategias	Participación +1%					
	Ventas +20%					
Dimensionamiento de la planta		Producción de tableros +9%				
		Producción de transformadores +2%				
Planeamiento y diseño del proceso			330,041	402,583		
Planeamiento y diseño de planta			53,645	193,319		
Planeamiento agregado					27,200	308,000
Análisis de transporte (sistema de importaciones)					301,500	301,500
Gestión y control de la calidad					301,796	301,796
Gestión del mantenimiento					13,336	28,336
<b>Totales</b>			<b>383,686</b>	<b>595,902</b>	<b>643,832</b>	<b>939,632</b>

## Referencias

- D'Alessio, F. (2013). *Administración de las operaciones productivas. Un enfoque en procesos para la gerencia*. México D. F., México: Pearson Educación.
- Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado. [FONAFE]. (2013). *Metodología para el monitoreo de la implementación del sistema de control interno para las empresas de la corporación FONAFE*. Lima, Perú.
- Google Maps. (2016). Recuperado de <https://www.google.com.pe/maps/@-11.9780862,-77.060529,17z>
- LICSA. (2016). *Tarifas de importación*. Recuperado de <http://www.licsa.com.pe/tarifas/Tarifas.aspx?param=Importacion>
- Promotores Eléctricos S.A. [PROMELSA]. (s.f. a). *Planes de calidad para los objetivos del sistema integrado de gestión ISO 9001:2008, PC-01*, (Revisión 09). Lima, Perú: Autor.
- Promotores Eléctricos S.A. [PROMELSA]. (s.f. b). *Organigrama de la gerencia de producción ISO 9001:2008, M-08*. Lima, Perú: Autor.
- Promotores Eléctricos S.A. [PROMELSA]. (s.f. c). *Reportes de ventas 2011, 2012, 2013, 2014 y 2015*. Lima, Perú: Autor.
- Promotores Eléctricos S.A. [PROMELSA]. (2007). *Procedimiento de ventas ISO 9001:2008, P-VEN-01*, (Revisión 01). Lima, Perú: Autor.
- Promotores Eléctricos S.A. [PROMELSA]. (2014a). *Memoria anual 2011*. Lima, Perú: Autor.
- Promotores Eléctricos S.A. [PROMELSA]. (2014b). *Manual de organización de funciones de producción ISO 9001:2008, M-08* (Revisión 03). Lima, Perú: Autor.
- Promotores Eléctricos S.A. [PROMELSA]. (2014c). *Procedimiento de control de calidad de transformadores ISO 9001:2008, P-CCC-01*, (Revisión 04). Lima, Perú: Autor.

Promotores Eléctricos S.A. [PROMELSA]. (2014d). *Procedimiento de control de calidad de tableros ISO 9001:2008, P-CCC-02*, (Revisión 04). Lima, Perú: Autor.

Promotores Eléctricos S.A. [PROMELSA]. (2014e). *Manual de procesos ISO 9001:2008, M-02*, (Revisión 03). Lima, Perú: Autor.

Robbins, S., & Coulter, M. A. (2005). *Administración*, (8a edición). Naucalpan de Juárez, México: Pearson-Prentice Hall.

Shumway, R. H. (1988). *Applied Statistical Time Series Analysis*. Englewood Cliffs. New Jersey, NJ: Prentice Hall.

Veliz, C. (2011). Modelo de regresión lineal. *Estadística para la Administración en los Negocios*, pp. 303-348.





## Apéndice A. Análisis de Distribución de la Planta

Tabla A1

### Hoja de Trabajo de Relación de Actividades

Hoja de Trabajo para el Diagrama de Relación de la Actividad						
Área de Actividad	Grado de Vinculación					
	A	E	I	O	U	X
1. Almacén de materias primas.	4, 10, 11	6-9	15-19		5, 12-14	2, 3
2. Almacén de productos terminados.	3, 12, 14	6, 7, 13			4,5,8-11,15-19	1
3. Despacho.	2, 12, 14	6, 7			2-5, 8-11, 13, 15-19	1
4. Zona de rebobinado.	1, 8-11	5-7			12-19	
5. Zona de carpintería metálica.	8, 13	4	6, 7		1-3, 9-12, 14-19	
6. Zona de tableros.	7	1-4	5, 8, 11-13		9, 10, 14-19	
7. Zona de pretableros.	6, 8, 13	1-4	5, 12		9-11, 14-19	
8. Zona de trabajos.	4, 5, 7, 9, 11	1	6, 12		2, 3, 10, 13-19	
9. Ensamble.	4, 8, 11	1, 10		14	2, 3, 5-7, 12, 13, 15-19	
10. Guillotina de cartón.	1, 4	9	14		2, 3, 5-8, 12, 13, 15-19	
11. Matricería.	1, 4, 8-10		6		2, 3, 5, 7, 12-19	
12. Control de calidad.	2, 3, 13		6-8, 14		1, 4, 5, 9-11, 15-19	
13. Arenado y pintura.	5, 7, 12	2	6	14	1, 3, 4, 8-11, 15, 18, 19	16, 17
14. Residuos.	2, 3		10, 12	9, 13	1, 4-8, 11, 15	16-19
15. Grupos electrógenos.			1		2-14, 16-19	
16. Sala de reuniones.	17, 18		1		2-12, 15	13, 14
17. Oficinas.	16, 18		1		2-12, 15	13, 14
18. Baños.	16, 17		1	19	2-13, 15	14
19. Comedor, vestuarios y duchas.			1	18	2-13, 15	14, 16, 17

*Nota.* Adaptado de «Administración de las operaciones productivas» (p. 186), por F.A. D'Alessio, 2013, México DF, México: Pearson.

Apéndice B. Programa de Mantenimiento

PROCESO	CODIGO	MAQUINA	MARCA	PERIODO	Enero	Enero	Febrero	Febrero	Marzo	Marzo	ABRIL	Abril	Mayo	Mayo	Junio	Junio	Julio	Julio	agosto	agosto	setiembre	Setiembre	Octubre	Octubre	Noviembre	Noviembre	Diciembre	Diciembre	OBSERVACION
					P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	
BOBINADO	BOB-001	BOBINADORA	ADAMS MAXWELL	T	1	\					1	X					1	\					1	\					
	BOZ-008	BOBINADORA	ADAMS MAXWELL	T	1	X					1	\					1	\					1	\					
	BOZ-009	BOBINADORA	MICROMETRICA	T	1	\					1	\					1	\					1	\					
	BOZ-011	BOBINADORA	THE GLOBE	T			3	\					3	\					3	\					3	\			
	BOZ-012	BOBINADORA	ELKO	T			3	\					3	\					3	\					3	\			
	BOZ-014	BOBINADORA	MICROMETRICA	T			3	\					3	\					3	\					3	\			
	MBO-001	BOBINADORA AUTOMATICA	BROOMFIELD	T			4	X					4	\					4	\					4	\			
PINTADO	CAP-001	COMPRESORA	TAHDON	T			3	X				3	\					3	\					3	\				
	CDP-001	COMPRESORA	NAM SUNG	T					3	X				3	\					3	\					3	\		
	COM-005	COMPRESORA	INGERSOLL RAND	C					4	X							4	\						4	\				
	COM-006	COMPRESORA	INGERSOLL RAND	C					4	X							4	\						4	\				
DOBLADO	DOM-001	DOBLADORA MANUAL	CHICAGO	T	4	X					4	\					4	\					4	\					
	DOM-003	DOBLADORA MANUAL	CHICAGO	T	4	X					4	\					4	\					4	\					
PULIDO	ESB-001	ESMERIL	WILMARTH	B			2	X			2	X			2	\			2	\			2	\			2	\	
	ESB-003	ESMERIL	FEUGEOT	T	4	X					4	\					4	\					4	\			2	\	
CORTE	FRE-001	FRESADORA	POWERMILL	T	3	\					3	\					3	\					3	\					
	FRE-002	FRESADORA	MRF	T	3	\					3	X					3	\					3	\					
ARENADO	GRA-001	ARENADORA	CONST.MECANIC	T			1	X					1	\				1	\					1	\				
CORTE METAL	GUH-001	GUILLOTINA HIDRAULICA	LVD COMPANY	C			4	\						4	\								4	\					
CORTE PAPEL	GUP-002	CORTADORA DE PAPEL Y CARTON	PEXTO	T					1	X					1	\					1	\				1	\		
FORMADORA NUCLEO	MAQ-002	CORTADORA Y DOBLADORA FS	UNICORE	T					1	\					1	\					1	\				1	\		
PERFORADO	MCP-001	PUNZONADORA	GEKA	T	1	X					1	X					1	\					1	\					
	MCP-002	PUNZONADORA	GEKA	T	1	X					1	X					1	\					1	\					
	PEX-002	TROQUELADORA	ULECIE	T			1	X					1	\				1	\					1	\				
MOLDEO	PEX-003	TROQUELADORA	GIUSEPPE	T			1	X					1	\				1	\					1	\				
	PEX-008	PRENSA EXENTRICA (MOLDEO PIEZAS)	FRANZ	T	4	X					4	\					4	\					4	\					
	PEX-009	PRENSA EXENTRICA (MOLDEO PIEZAS)	FRANZ	T	4	X					4	\					4	\					4	\					
TRANSPORTE	PHM-001	PRENSA HIDRAULICA (MOLDEO	KR WILSON	T	3	\					3	X					3	\					3	\					
	PTE-001	PUENTE GRUA	KITO	S					4	\											4	\							
SOLDADO	PTE-002	PUENTE GRUA	KITO	S					4	\											4	\							
	SOM-006	SOLDADORA	SOLANDINAS	B	2	\			2	X				2	\			2	\				2	\			2	\	
	SOM-007	SOLDADORA	SOLANDINAS	B	2	\			2	X				2	\			2	\				2	\			2	\	
	SOM-009	SOLDADORA	MAQUINA MIG	B	2	\			2	X				2	\			2	\				2	\			2	\	
	SOM-012	SOLDADORA	MAQUINA MIG	B	2	\			2	X				2	\			2	\				2	\			2	\	
	SOM-013	SOLDADORA	SOLANDINA	B	2	\			2	X				2	\			2	\				2	\			2	\	
	SOM-014	SOLDADORA	SOLANDINA	B	2	\			2	X				2	\			2	\				2	\			2	\	
	SOM-015	SOLDADORA	SOLANDINA	B			2	X			2	X			2	\		2	\				2	\			2	\	
	SOM-016	SOLDADORA	FIRE POWER	B			2	X			2	X			2	\		2	\				2	\			2	\	
	SOM-017	SOLDADORA	FIRE POWER /	B			2	\			2	X			2	\		2	\				2	\			2	\	
	SOM-018	SOLDADORA	TIMER INVERTER	B			2	X			2	X			2	\		2	\				2	\			2	\	
	SOZ-005	SOLDADORA	SOLANDINA	B			2	X			2	X			2	\		2	\				2	\			2	\	

OBSERVACIONES

\ PROGRAMADO  
X EJECUTADO

P Nº SEMANA  
E ESTADO

M = MENSUAL  
B = BIMESTRAL  
T = TRIMESTRAL  
C = CUATRIMESTRAL  
S = SEMESTRAL  
A = ANUAL

## Apéndice C. Costo Anual 2015 del Mantenimiento Preventivo y Correctivo

PROCESO	CODIGO	MAQUINA	Costos Mantenimiento Preventivo Anual										Costo Mantenimiento Correctivo Anual	COSTO TOTAL
			HH electrico	N° TECNICO S	Costo (S/Hora)	HH mecanico	N° TECNICO S	Costo (S/Hora)	Repuestos	lubricantes, grasas, aceites	Costo Total			
BOBINADO	BOB-001	BOBINADORA	8	1	9.375	8	1	9.375	S/. 270	S/. 200	S/. 620	S/. 1,550	S/. 2,170	
	BOZ-008	BOBINADORA	8	1	9.375	8	1	9.375	S/. 270	S/. 200	S/. 620	S/. 1,550	S/. 2,170	
	BOZ-009	BOBINADORA	8	1	9.375	8	1	9.375	S/. 270	S/. 200	S/. 620	S/. 1,550	S/. 2,170	
	BOZ-011	BOBINADORA	24	1	9.375	24	1	9.375	S/. 270	S/. 200	S/. 920	S/. 4,000	S/. 4,920	
	BOZ-012	BOBINADORA	24	1	9.375	24	1	9.375	S/. 270	S/. 200	S/. 920	S/. 4,050	S/. 4,970	
	BOZ-014	BOBINADORA	24	1	9.375	24	1	9.375	S/. 270	S/. 200	S/. 920	S/. 3,600	S/. 4,520	
	MBO-001	BOBINADORA AUTOMATICA	32	1	9.375	32	1	9.375	S/. 270	S/. 200	S/. 1,070	S/. 8,600	S/. 9,670	
PINTADO	CAP-001	COMPRESORA	24	1	9.375	24	1	9.375	S/. 5,700	S/. 2,000	S/. 8,150	S/. 4,450	S/. 12,600	
	CDP-001	COMPRESORA	24	1	9.375	24	1	9.375	S/. 5,700	S/. 2,000	S/. 8,150	S/. 3,900	S/. 12,050	
	COM-005	COMPRESORA	24	1	9.375	24	1	9.375	S/. 5,700	S/. 2,000	S/. 8,150	S/. 4,200	S/. 12,350	
	COM-006	COMPRESORA	24	1	9.375	24	1	9.375	S/. 5,700	S/. 2,000	S/. 8,150	S/. 4,350	S/. 12,500	
DOBLADO	DOM-001	DOBLADORA MANUAL	16	1	9.375	0	0	9.375	S/. 1,500	S/. 1,100	S/. 2,750	S/. 2,200	S/. 4,950	
	DOM-003	DOBLADORA MANUAL	16	1	9.375	0	0	9.375	S/. 1,500	S/. 1,100	S/. 2,750	S/. 1,900	S/. 4,650	
PULIDO	ESB-001	ESMERIL	0	0	9.375	12	1	9.375	S/. 400	S/. 250	S/. 763	S/. 3,113	S/. 3,875	
	ESB-003	ESMERIL	0	0	9.375	16	1	9.375	S/. 400	S/. 250	S/. 800	S/. 3,950	S/. 4,750	
CORTE	FRE-001	FRESADORA	12	1	9.375	12	1	9.375	S/. 1,400	S/. 550	S/. 2,175	S/. 2,650	S/. 4,825	
	FRE-002	FRESADORA	12	1	9.375	12	1	9.375	S/. 1,400	S/. 550	S/. 2,175	S/. 2,550	S/. 4,725	
ARENADO	GRA-001	ARENADORA	12	1	9.375	12	1	9.375	S/. 3,500	S/. 1,206	S/. 4,931	S/. 7,500	S/. 12,431	
CORTE METAL	GUH-001	GUILLOTINA HIDRAULICA	24	1	9.375	24	1	9.375	S/. 4,500	S/. 1,800	S/. 6,750	S/. 5,850	S/. 12,600	
CORTE PAPEL	GUP-002	CORTADORA DE PAPEL Y CARTON	8	1	9.375	8	1	9.375	S/. 400	S/. 70	S/. 620	S/. 2,165	S/. 2,785	
FORMADORA NUCLEO	MAQ-002	CORTADORA Y DOBLADORA FS	4	1	9.375	4	1	9.375	S/. 400	S/. 70	S/. 545	S/. 975	S/. 1,520	
PERFORADO	MCP-001	PUNZONADORA	4	1	9.375	4	1	9.375	S/. 1,740	S/. 400	S/. 2,215	S/. 1,075	S/. 3,290	
	MCP-002	PUNZONADORA	4	1	9.375	4	1	9.375	S/. 1,740	S/. 400	S/. 2,215	S/. 1,075	S/. 3,290	
	PEX-002	TROQUELADORA	8	1	9.375	8	1	9.375	S/. 1,740	S/. 400	S/. 2,290	S/. 1,750	S/. 4,040	
	PEX-003	TROQUELADORA	8	1	9.375	8	1	9.375	S/. 1,740	S/. 400	S/. 2,290	S/. 1,750	S/. 4,040	
MOLDEO	PEX-008	PRENSA EXENTRICA (MOLDEO PIEZAS)	32	1	9.375	32	1	9.375	S/. 1,740	S/. 400	S/. 2,740	S/. 4,100	S/. 6,840	
	PEX-009	PRENSA EXENTRICA (MOLDEO PIEZAS)	32	1	9.375	32	1	9.375	S/. 1,740	S/. 400	S/. 2,740	S/. 4,100	S/. 6,840	
	PHM-001	PRENSA HIDRAULICA (MOLDEO PIEZAS)	24	1	9.375	24	1	9.375	S/. 1,740	S/. 400	S/. 2,590	S/. 4,850	S/. 7,440	
TRANSPORTE	PTE-001	PUENTE GRUA	18	1	9.375	6	1	9.375	S/. 80	S/. 70	S/. 375	S/. 4,225	S/. 4,600	
	PTE-002	PUENTE GRUA	18	1	9.375	6	1	9.375	S/. 80	S/. 70	S/. 375	S/. 4,225	S/. 4,600	
SOLDADO	SOM-006	SOLDADORA	0	0	9.375	12	2	9.375	S/. 290	S/. 35	S/. 550	S/. 425	S/. 975	
	SOM-007	SOLDADORA	0	0	9.375	12	2	9.375	S/. 290	S/. 35	S/. 550	S/. 425	S/. 975	
	SOM-009	SOLDADORA	0	0	9.375	12	2	9.375	S/. 290	S/. 35	S/. 550	S/. 425	S/. 975	
	SOM-012	SOLDADORA	0	0	9.375	12	2	9.375	S/. 290	S/. 35	S/. 550	S/. 425	S/. 975	
	SOM-013	SOLDADORA	0	0	9.375	12	2	9.375	S/. 290	S/. 35	S/. 550	S/. 425	S/. 975	
	SOM-014	SOLDADORA	0	0	9.375	12	2	9.375	S/. 290	S/. 35	S/. 550	S/. 425	S/. 975	
	SOM-015	SOLDADORA	0	0	9.375	12	2	9.375	S/. 290	S/. 35	S/. 550	S/. 425	S/. 975	
	SOM-016	SOLDADORA	0	0	9.375	12	2	9.375	S/. 290	S/. 35	S/. 550	S/. 425	S/. 975	
	SOM-017	SOLDADORA	0	0	9.375	12	2	9.375	S/. 290	S/. 35	S/. 550	S/. 425	S/. 975	
	SOM-018	SOLDADORA	0	0	9.375	12	2	9.375	S/. 290	S/. 35	S/. 550	S/. 425	S/. 975	
SOZ-005	SOLDADORA	0	0	9.375	12	2	9.375	S/. 290	S/. 35	S/. 550	S/. 425	S/. 975		
											<b>S/. 86,429</b>	<b>S/. 106,478</b>	<b>S/. 192,906</b>	

## Apéndice D. Análisis de Criticidad y Nuevo Costo de Mantenimiento Preventivo

PROCESO	CODIGO	MAQUINA	FRECUENCIA ANUAL DE MANTENIMIENTO	COSTO ANUAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO ACTUAL	IO	FO	CM	SEG Y MA	CONSECUENCIA	FRECUENCIA DE FALLAS	CRITICIDAD	NIVEL DE CRITICIDAD	NUEVA FRECUENCIA ANUAL DE MANTENIMIENTO	COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO
BOBINADO	BOB-001	BOBINADORA	4	S/. 620	4	1	5	8	18	2	36	NC	4	S/. 620
	BOZ-008	BOBINADORA	4	S/. 620	4	1	5	8	18	2	36	NC	4	S/. 620
	BOZ-009	BOBINADORA	4	S/. 620	4	1	5	8	18	2	36	NC	4	S/. 620
	BOZ-011	BOBINADORA	4	S/. 920	4	1	5	8	18	2	36	NC	4	S/. 920
	BOZ-012	BOBINADORA	4	S/. 920	4	1	5	8	18	2	36	NC	4	S/. 920
	BOZ-014	BOBINADORA	4	S/. 920	4	1	5	8	18	2	36	NC	4	S/. 920
	MBO-001	BOBINADORA AUTOMATICA	4	S/. 1,070	4	1	10	8	23	2	46	SC	4	S/. 1,070
PINTADO	CAP-001	COMPRESORA	4	S/. 8,150	4	4	20	16	44	2	88	C	6	S/. 12,225
	CDP-001	COMPRESORA	4	S/. 8,150	4	4	20	16	44	2	88	C	6	S/. 12,225
	COM-005	COMPRESORA	3	S/. 8,150	4	4	20	16	44	2	88	C	4	S/. 10,867
	COM-006	COMPRESORA	3	S/. 8,150	4	4	20	16	44	2	88	C	4	S/. 10,867
DOBLADO	DOM-001	DOBLADORA MANUAL	4	S/. 2,750	2	1	5	8	16	1	16	NC	4	S/. 2,750
	DOM-003	DOBLADORA MANUAL	4	S/. 2,750	2	1	5	8	16	1	16	NC	4	S/. 2,750
PULIDO	ESB-001	ESMERIL	6	S/. 763	2	1	5	8	16	1	16	NC	6	S/. 763
	ESB-003	ESMERIL	4	S/. 800	2	1	5	8	16	1	16	NC	4	S/. 800
CORTE	FRE-001	FRESADORA	4	S/. 2,175	2	1	5	8	16	2	32	NC	4	S/. 2,175
	FRE-002	FRESADORA	4	S/. 2,175	2	1	5	8	16	2	32	NC	4	S/. 2,175
ARENADO	GRA-001	ARENADORA	4	S/. 4,931	6	4	20	8	38	3	114	C	6	S/. 7,397
CORTE METAL	GUH-001	GUILLOTINA HIDRAULICA	3	S/. 6,750	2	4	20	8	34	3	102	C	4	S/. 9,000
CORTE PAPEL	GUP-002	CORTADORA DE PAPEL Y	4	S/. 620	2	4	5	8	19	2	38	NC	4	S/. 620
FORMADORA NUCLEO	MAQ-002	CORTADORA Y DOBLADORA FS	4	S/. 545	4	4	5	8	21	2	42	SC	4	S/. 545
PERFORADO	MCP-001	PUNZONADORA	4	S/. 2,215	2	1	5	8	16	2	32	NC	4	S/. 2,215
	MCP-002	PUNZONADORA	4	S/. 2,215	2	1	5	8	16	2	32	NC	4	S/. 2,215
	PEX-002	TROQUELADORA	4	S/. 2,290	2	1	5	8	16	2	32	NC	4	S/. 2,290
	PEX-003	TROQUELADORA	4	S/. 2,290	2	1	5	8	16	2	32	NC	4	S/. 2,290
MOLDEO	PEX-008	PRENSA EXENTRICA (MOLDEO	4	S/. 2,740	4	1	10	8	23	1	23	NC	4	S/. 2,740
	PEX-009	PRENSA EXENTRICA (MOLDEO	4	S/. 2,740	4	1	10	8	23	1	23	NC	4	S/. 2,740
	PHM-001	PRENSA HIDRAULICA ( MOLDEO	4	S/. 2,590	4	1	10	8	23	1	23	NC	4	S/. 2,590
TRANSPORTE	PTE-001	PUENTE GRUA	2	S/. 375	2	4	5	0	11	1	11	NC	2	S/. 375
	PTE-002	PUENTE GRUA	2	S/. 375	2	4	5	0	11	1	11	NC	2	S/. 375
SOLDADO	SOM-006	SOLDADORA	6	S/. 550	4	2	1	8	15	1	15	NC	6	S/. 550
	SOM-007	SOLDADORA	6	S/. 550	4	2	1	8	15	1	15	NC	6	S/. 550
	SOM-009	SOLDADORA	6	S/. 550	4	2	1	8	15	1	15	NC	6	S/. 550
	SOM-012	SOLDADORA	6	S/. 550	4	2	1	8	15	1	15	NC	6	S/. 550
	SOM-013	SOLDADORA	6	S/. 550	4	2	1	8	15	1	15	NC	6	S/. 550
	SOM-014	SOLDADORA	6	S/. 550	4	2	1	8	15	1	15	NC	6	S/. 550
	SOM-015	SOLDADORA	6	S/. 550	4	2	1	8	15	1	15	NC	6	S/. 550
	SOM-016	SOLDADORA	6	S/. 550	4	2	1	8	15	1	15	NC	6	S/. 550
	SOM-017	SOLDADORA	6	S/. 550	4	2	1	8	15	1	15	NC	6	S/. 550
	SOM-018	SOLDADORA	6	S/. 550	4	2	1	8	15	1	15	NC	6	S/. 550
SOZ-005	SOLDADORA	6	S/. 550	4	2	1	8	15	1	15	NC	6	S/. 550	
				<b>S/. 86,429</b>										<b>S/. 104,727</b>



Apéndice E. Pronóstico de la Demanda de los Sectores Construcción, Minería y Electricidad

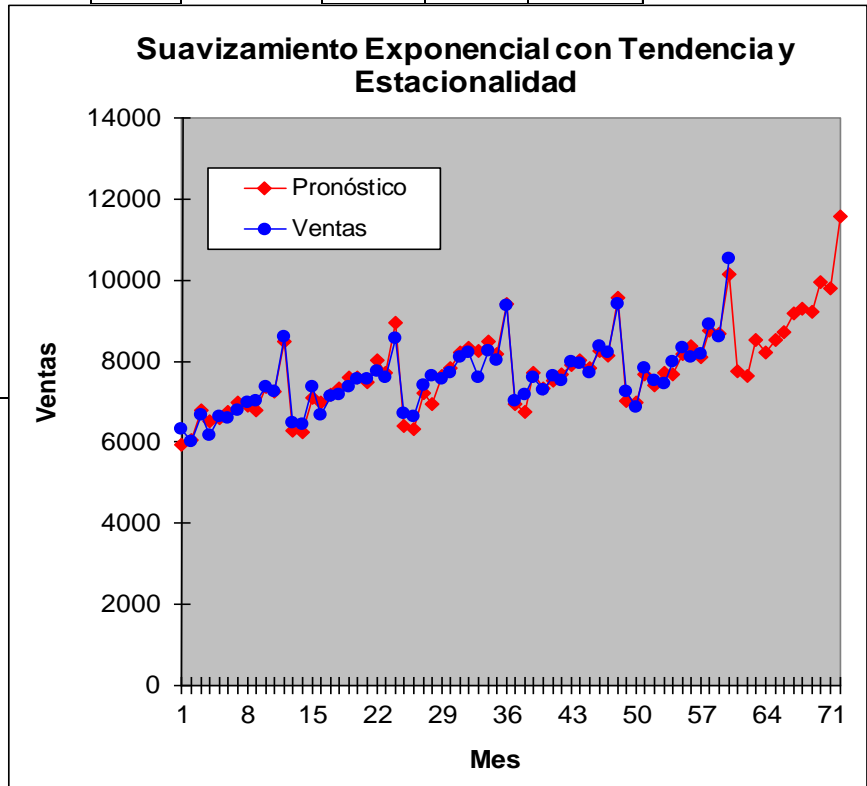
**WINTER**

Inicial Intersección Pendiente (Suavizamiento exponencial con tendencia y estacionalidad) Constantes de suavizamiento:

6628	31
------	----

Alpha	Beta	Gamma
0.4	0.3	0.1

Mes	Intersección	Pendiente	Índice de Estacionalidad	Pronóstico	Ventas	Error	MAD
ene'11	6628	31	0.891	5937	6329	392	182
feb'11	6836	84	0.874	6046	6008	38	
mar'11	6902	79	0.973	6790	6667	123	
abr'11	6930	64	0.932	6521	6178	343	
may'11	6847	20	0.961	6597	6627	30	
jun'11	6879	23	0.976	6737	6604	133	
jul'11	6848	7	1.017	6973	6772	201	
ago'11	6776	-17	1.023	6914	6967	53	
sep'11	6779	-11	1.005	6801	7026	225	
oct'11	6858	16	1.073	7373	7387	14	
nov'11	6879	18	1.049	7233	7269	36	
dic'11	6911	22	1.227	8503	8609	106	
ene'12	6967	32	0.898	6284	6495	211	182
feb'12	7093	60	0.874	6254	6428	174	
mar'12	7233	84	0.972	7112	7351	239	
abr'12	7416	114	0.928	6989	6688	301	
may'12	7400	75	0.961	7187	7138	49	
jun'12	7454	69	0.974	7331	7178	153	
jul'12	7460	50	1.014	7619	7372	247	
ago'12	7413	21	1.024	7609	7549	60	
sep'12	7411	14	1.008	7483	7561	78	
oct'12	7455	23	1.073	8024	7737	287	
nov'12	7371	-9	1.050	7727	7619	108	
dic'12	7321	-21	1.228	8967	8565	402	
ene'13	7168	-61	0.901	6406	6695	290	182
feb'13	7236	-22	0.878	6331	6652	321	
mar'13	7361	22	0.976	7208	7419	211	
abr'13	7469	48	0.926	6957	7652	695	
may'13	7817	138	0.962	7651	7571	80	
jun'13	7921	128	0.973	7834	7703	131	
jul'13	7995	112	1.012	8203	8087	115	
ago'13	8062	98	1.023	8347	8203	145	
sep'13	8103	81	1.009	8259	7604	656	
oct'13	7924	3	1.070	8478	8246	232	
nov'13	7840	-23	1.048	8192	8030	162	
dic'13	7755	-42	1.223	9431	9394	37	
ene'14	7702	-45	0.905	6925	7024	98	182
feb'14	7700	-32	0.882	6760	7157	396	
mar'14	7848	22	0.980	7708	7592	116	
abr'14	7822	8	0.935	7324	7310	14	
may'14	7823	6	0.962	7535	7650	115	
jun'14	7877	20	0.973	7686	7526	159	
jul'14	7831	0	1.012	7924	7988	64	
ago'14	7857	8	1.022	8042	7964	77	
sep'14	7835	-1	1.002	7850	7705	145	
oct'14	7776	-18	1.067	8274	8381	107	
nov'14	7797	-6	1.046	8146	8222	76	
dic'14	7820	2	1.221	9555	9406	149	
ene'15	7774	-12	0.905	7026	7249	223	182
feb'15	7860	17	0.886	6983	6879	104	
mar'15	7830	3	0.978	7664	7840	176	
abr'15	7906	25	0.935	7418	7513	95	
may'15	7971	37	0.964	7720	7434	286	
jun'15	7890	1	0.971	7666	7988	322	
jul'15	8024	41	1.013	8167	8342	176	
ago'15	8134	62	1.022	8373	8097	276	
sep'15	8088	30	1.000	8120	8194	74	
oct'15	8147	38	1.068	8741	8908	168	
nov'15	8249	57	1.046	8692	8616	76	
dic'15	8277	49	1.220	10154	10520	366	
ene'16	8446	85	0.908	7745			182
feb'16	8530	85	0.885	7627			
mar'16	8615	85	0.981	8531			
abr'16	8700	85	0.937	8230			
may'16	8784	85	0.961	8522			
jun'16	8869	85	0.976	8735			
jul'16	8954	85	1.015	9177			
ago'16	9038	85	1.019	9296			
sep'16	9123	85	1.002	9222			
oct'16	9207	85	1.070	9946			
nov'16	9292	85	1.046	9811			
dic'16	9377	85	1.225	11588			



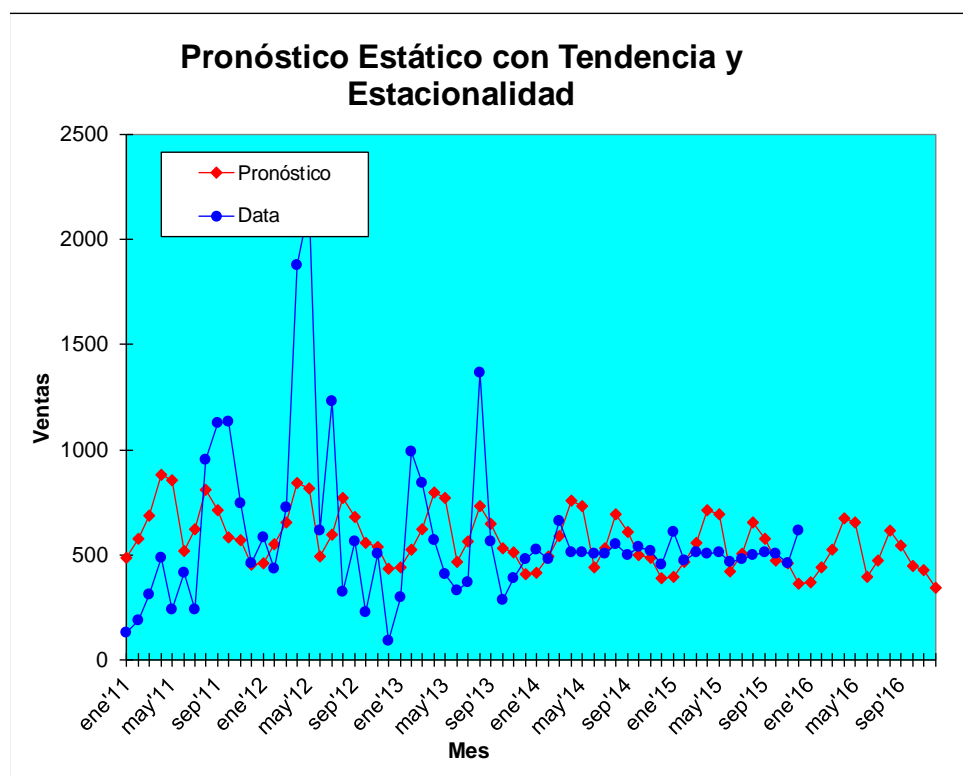
Apéndice F. Pronóstico de la Demanda de Tableros

TENDENCIA Y ESTACIONALIDAD

Sales	Año					Ventas Promedio	Índice de Estacionalidad
	2012	2013	2014	2015	2016		
ENE	128.1689	584.2479	294.8167	523.9902	609.238	428.092333	0.733
FEB	184.8987	432.2458	991.3613	479.5689	470.8697	511.78888	0.876
MAR	310.3679	727.6857	842.5367	661.8059	509.163	610.311831	1.045
ABR	488.2208	1878.762	571.4128	508.639	502.6144	789.929846	1.352
MAY	241.5655	2162.988	409.9324	510.4321	512.6254	767.508772	1.314
JUN	412.5199	614.9754	331.8649	507.5657	468.233	467.031781	0.800
JUL	242.0154	1229.75	367.1421	505.9499	479.1091	564.793411	0.967
AGO	948.9341	323.0234	1366.097	549.5904	500.6428	737.657431	1.263
SEP	1123.593	560.4317	564.0426	499.7861	514.1918	652.409123	1.117
OCT	1130.388	226.866	282.5291	537.9787	507.0426	536.960854	0.919
NOV	742.4309	503.9438	388.9278	519.2527	458.9339	522.697827	0.895
DIC	456.8221	92.4325	476.5995	453.8717	617.7137	419.487898	0.718
Total	6409.926	9337.353	6887.262	6258.431	6150.377	7008.66999	12.000
Promedio	534	778	574	522	513	584	

Regresión: Nivel inicial (Intercepto) = 662 Tendencia (Pendiente) = -3  
MAD = 232

Supuesto: Tendencia lineal y fluctuaciones estacionales, y ruido aleatorio, todo estable en el tiempo



Mes	Promedio	Tendencia	Índice de Estacionalidad	Pronóstico	Data	Error
ene'11	662	-3	0.733	484	128.169	355
feb'11	660	-3	0.876	576	184.899	391
mar'11	657	-3	1.045	684	310.368	374
abr'11	655	-3	1.352	882	488.221	394
may'11	652	-3	1.314	853	241.566	612
jun'11	649	-3	0.800	517	412.52	105
jul'11	647	-3	0.967	623	242.015	381
ago'11	644	-3	1.263	811	948.934	138
sep'11	642	-3	1.117	714	1123.59	410
oct'11	639	-3	0.919	585	1130.39	545
nov'11	637	-3	0.895	567	742.431	175
dic'11	634	-3	0.718	454	456.822	3
ene'12	632	-3	0.733	461	584.248	123
feb'12	629	-3	0.876	549	432.246	117
mar'12	626	-3	1.045	652	727.686	76
abr'12	624	-3	1.352	840	1878.76	1039
may'12	621	-3	1.314	813	2162.99	1350
jun'12	619	-3	0.800	493	614.975	122
jul'12	616	-3	0.967	593	1229.75	636
ago'12	614	-3	1.263	772	323.023	449
sep'12	611	-3	1.117	680	560.432	119
oct'12	608	-3	0.919	557	226.866	330
nov'12	606	-3	0.895	540	503.944	36
dic'12	603	-3	0.718	431	92.4325	339
ene'13	601	-3	0.733	438	294.817	144
feb'13	598	-3	0.876	522	991.361	469
mar'13	596	-3	1.045	620	842.537	223
abr'13	593	-3	1.352	799	571.413	227
may'13	590	-3	1.314	773	409.932	363
jun'13	588	-3	0.800	468	331.865	136
jul'13	585	-3	0.967	564	367.142	196
ago'13	583	-3	1.263	733	1366.1	633
sep'13	580	-3	1.117	645	564.043	81
oct'13	578	-3	0.919	529	282.529	246
nov'13	575	-3	0.895	512	388.928	123
dic'13	573	-3	0.718	409	476.6	67
ene'14	570	-3	0.733	416	523.99	108
feb'14	567	-3	0.876	495	479.569	15
mar'14	565	-3	1.045	588	661.806	74
abr'14	562	-3	1.352	757	508.639	248
may'14	560	-3	1.314	732	510.432	222
jun'14	557	-3	0.800	443	507.566	64
jul'14	555	-3	0.967	534	505.95	28
ago'14	552	-3	1.263	694	549.59	144
sep'14	549	-3	1.117	611	499.786	111
oct'14	547	-3	0.919	500	537.979	38
nov'14	544	-3	0.895	485	519.253	34
dic'14	542	-3	0.718	387	453.872	67
ene'15	539	-3	0.733	393	609.238	216
feb'15	537	-3	0.876	468	470.87	3
mar'15	534	-3	1.045	555	509.163	46
abr'15	531	-3	1.352	715	502.614	213
may'15	529	-3	1.314	692	512.625	179
jun'15	526	-3	0.800	419	468.233	49
jul'15	524	-3	0.967	504	479.109	25
ago'15	521	-3	1.263	655	500.643	154
sep'15	519	-3	1.117	576	514.192	62
oct'15	516	-3	0.919	472	507.043	35
nov'15	514	-3	0.895	457	458.934	2
dic'15	511	-3	0.718	365	617.714	253
ene'16	508	-3	0.733	371		
feb'16	506	-3	0.876	441		
mar'16	503	-3	1.045	523		
abr'16	501	-3	1.352	674		
may'16	498	-3	1.314	651		
jun'16	496	-3	0.800	394		
jul'16	493	-3	0.967	474		
ago'16	490	-3	1.263	616		
sep'16	488	-3	1.117	542		
oct'16	485	-3	0.919	444		
nov'16	483	-3	0.895	430		
dic'16	480	-3	0.718	343		

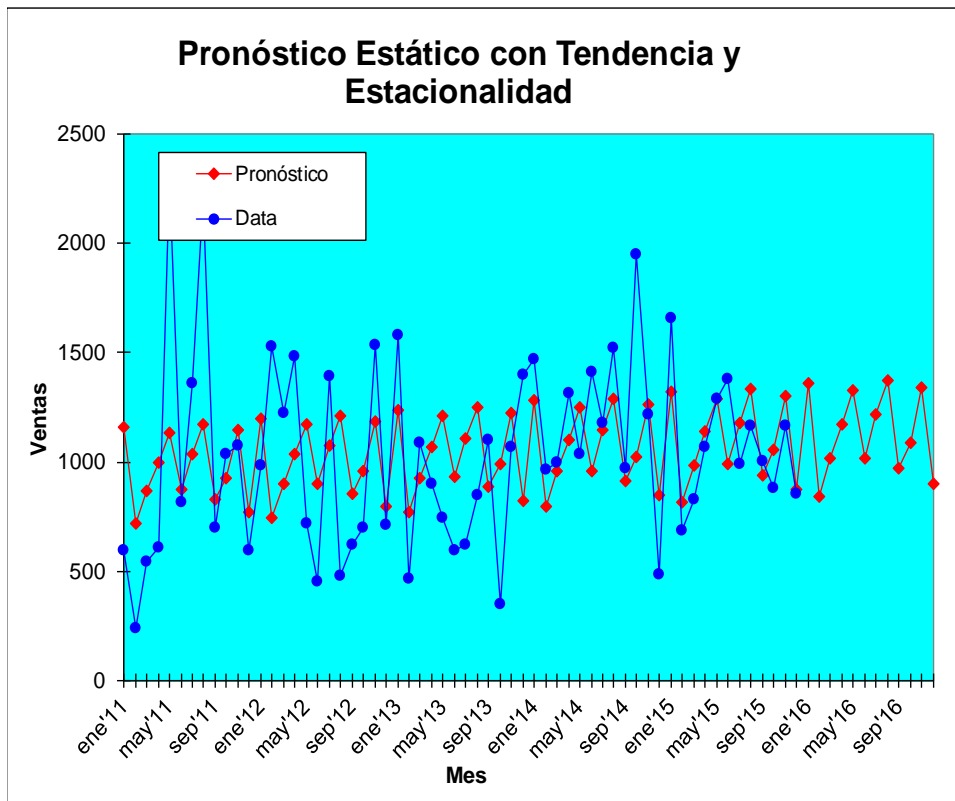
Apéndice G. Pronóstico de la Demanda de Transformadores

TENDENCIA Y ESTACIONALIDAD

Sales	Año					Ventas Promedio	Índice de Estacionalidad
	2012	2013	2014	2015	2016		
ENE	594.3875	986.3818	1577.039	1469.344	1658.271	1257.08471	1.214
FEB	241.816	1529.889	466.4679	966.9308	683.2102	777.662816	0.751
MAR	544.1645	1226.13	1085.093	997.1339	825.7559	935.655422	0.903
ABR	609.9905	1483.932	902.3697	1312.639	1068.676	1075.52147	1.038
MAY	2299.959	715.8448	744.3865	1036.615	1287.296	1216.82028	1.175
JUN	815.1682	456.476	597.7513	1410.842	1377.069	931.46145	0.899
JUL	1361.591	1392.671	619.6654	1174.94	987.339	1107.2412	1.069
AGO	2209.22	480.0931	849.375	1523.585	1168.034	1246.06132	1.203
SEP	701.5793	619.7767	1099.561	973.1747	1000.892	878.996879	0.849
OCT	1036.494	696.973	346.4585	1948.4	882.1387	982.092787	0.948
NOV	1075.287	1534.964	1066.429	1214.405	1167.908	1211.79872	1.170
DIC	596.623	713.0175	1401.437	483.4826	852.8249	809.476929	0.781
Total	12086.28	11836.15	10756.03	14511.49	12959.41	12429.874	12.000
Promedio	1007	986	896	1209	1080	1036	

Regresión: Nivel inicial (Intercepto) = 952      Tendencia (Pendiente) = 3  
 MAD = 309

Supuesto: Tendencia lineal y fluctuaciones estacionales, y ruido aleatorio, todo estable en el tiempo



Mes	Promedio	Tendencia	Índice de Estacionalidad	Pronóstico	Data	Error
ene'11	952	3	1.214	1159	594.388	564
feb'11	955	3	0.751	719	241.816	477
mar'11	957	3	0.903	867	544.164	323
abr'11	960	3	1.038	1000	609.991	390
may'11	963	3	1.175	1134	2299.96	1166
jun'11	966	3	0.899	871	815.168	56
jul'11	968	3	1.069	1038	1361.59	323
ago'11	971	3	1.203	1172	2209.22	1038
sep'11	974	3	0.849	829	701.579	127
oct'11	977	3	0.948	929	1036.49	108
nov'11	979	3	1.170	1149	1075.29	74
dic'11	982	3	0.781	770	596.623	173
ene'12	985	3	1.214	1199	986.382	212
feb'12	988	3	0.751	744	1529.89	786
mar'12	990	3	0.903	897	1226.13	329
abr'12	993	3	1.038	1034	1483.93	450
may'12	996	3	1.175	1173	715.845	457
jun'12	999	3	0.899	901	456.476	444
jul'12	1001	3	1.069	1073	1392.67	319
ago'12	1004	3	1.203	1211	480.093	731
sep'12	1007	3	0.849	857	619.777	237
oct'12	1010	3	0.948	960	696.973	263
nov'12	1012	3	1.170	1188	1534.96	347
dic'12	1015	3	0.781	795	713.017	82
ene'13	1018	3	1.214	1239	1577.04	338
feb'13	1021	3	0.751	768	466.468	302
mar'13	1023	3	0.903	927	1085.09	158
abr'13	1026	3	1.038	1068	902.37	166
may'13	1029	3	1.175	1212	744.387	468
jun'13	1032	3	0.899	930	597.751	332
jul'13	1034	3	1.069	1109	619.665	489
ago'13	1037	3	1.203	1251	849.375	402
sep'13	1040	3	0.849	885	1099.56	215
oct'13	1043	3	0.948	991	346.459	645
nov'13	1045	3	1.170	1226	1066.43	160
dic'13	1048	3	0.781	821	1401.44	580
ene'14	1051	3	1.214	1279	1469.34	191
feb'14	1054	3	0.751	793	966.931	174
mar'14	1056	3	0.903	957	997.134	40
abr'14	1059	3	1.038	1103	1312.64	210
may'14	1062	3	1.175	1251	1036.62	214
jun'14	1065	3	0.899	960	1410.84	451
jul'14	1067	3	1.069	1144	1174.94	31
ago'14	1070	3	1.203	1291	1523.59	233
sep'14	1073	3	0.849	913	973.175	60
oct'14	1076	3	0.948	1023	1948.4	926
nov'14	1078	3	1.170	1265	1214.41	51
dic'14	1081	3	0.781	847	483.483	364
ene'15	1084	3	1.214	1319	1658.27	339
feb'15	1087	3	0.751	818	683.21	135
mar'15	1089	3	0.903	987	825.756	161
abr'15	1092	3	1.038	1137	1068.68	68
may'15	1095	3	1.175	1290	1287.3	2
jun'15	1098	3	0.899	990	1377.07	387
jul'15	1101	3	1.069	1179	987.339	192
ago'15	1103	3	1.203	1330	1168.03	162
sep'15	1106	3	0.849	941	1000.89	60
oct'15	1109	3	0.948	1054	882.139	172
nov'15	1112	3	1.170	1304	1167.91	136
dic'15	1114	3	0.781	873	852.825	20
ene'16	1117	3	1.214	1359		
feb'16	1120	3	0.751	843		
mar'16	1123	3	0.903	1016		
abr'16	1125	3	1.038	1171		
may'16	1128	3	1.175	1328		
jun'16	1131	3	0.899	1019		
jul'16	1134	3	1.069	1215		
ago'16	1136	3	1.203	1370		
sep'16	1139	3	0.849	969		
oct'16	1142	3	0.948	1085		
nov'16	1145	3	1.170	1342		
dic'16	1147	3	0.781	899		

## Apéndice H. Ventas de Transformadores y Tableros PBI de Sectores Construcción, Minería y Electricidad 2011-2016

	Y	X
Periodo	Ventas de Transformadores y Tableros (Miles de Soles)	PBI Sector (Millones de Soles)
201101	723	6,329
201102	427	6,008
201103	855	6,667
201104	1,098	6,178
201105	2,542	6,627
201106	1,228	6,604
201107	1,604	6,772
201108	3,158	6,967
201109	1,825	7,026
201110	2,167	7,387
201111	1,818	7,269
201112	1,053	8,609
201201	1,571	6,495
201202	1,962	6,428
201203	1,954	7,351
201204	3,363	6,688
201205	2,879	7,138
201206	1,071	7,178
201207	2,622	7,372
201208	803	7,549
201209	1,180	7,561
201210	924	7,737
201211	2,039	7,619
201212	805	8,565
201301	1,872	6,695
201302	1,458	6,652
201303	1,928	7,419
201304	1,474	7,652
201305	1,154	7,571
201306	930	7,703
201307	987	8,087
201308	2,215	8,203
201309	1,664	7,604
201310	629	8,246
201311	1,455	8,030
201312	1,878	9,394

	Y	X
Periodo	Ventas de Transformadores y Tableros (Miles de Soles)	PBI Sector (Millones de Soles)
201401	1,993	7,024
201402	1,446	7,157
201403	1,659	7,592
201404	1,821	7,310
201405	1,547	7,650
201406	1,918	7,526
201407	1,681	7,988
201408	2,073	7,964
201409	1,473	7,705
201410	2,486	8,381
201411	1,734	8,222
201412	937	9,406
201501	2,268	7,249
201502	1,154	6,879
201503	1,335	7,840
201504	1,571	7,513
201505	1,800	7,434
201506	1,845	7,988
201507	1,466	8,342
201508	1,669	8,097
201509	1,515	8,194
201510	1,389	8,908
201511	1,627	8,616
201512	1,471	10,520



## Apéndice I. Ventas de Tableros y Transformadores 2011- 2016

Periodo	Tableros en miles de soles	Transformadores en miles de soles	Total en miles de soles	Periodo	Tableros en miles de soles	Transformadores en miles de soles	Total en miles de soles
201101	128	594	723	201401	524	1,469	1,993
201102	185	242	427	201402	480	967	1,446
201103	310	544	855	201403	662	997	1,659
201104	488	610	1,098	201404	509	1,313	1,821
201105	242	2,300	2,542	201405	510	1,037	1,547
201106	413	815	1,228	201406	508	1,411	1,918
201107	242	1,362	1,604	201407	506	1,175	1,681
201108	949	2,209	3,158	201408	550	1,524	2,073
201109	1,124	702	1,825	201409	500	973	1,473
201110	1,130	1,036	2,167	201410	538	1,948	2,486
201111	742	1,075	1,818	201411	519	1,214	1,734
201112	457	597	1,053	201412	454	483	937
201201	584	986	1,571	201501	609	1,658	2,268
201202	432	1,530	1,962	201502	471	683	1,154
201203	728	1,226	1,954	201503	509	826	1,335
201204	1,879	1,484	3,363	201504	503	1,069	1,571
201205	2,163	716	2,879	201505	513	1,287	1,800
201206	615	456	1,071	201506	468	1,377	1,845
201207	1,230	1,393	2,622	201507	479	987	1,466
201208	323	480	803	201508	501	1,168	1,669
201209	560	620	1,180	201509	514	1,001	1,515
201210	227	697	924	201510	507	882	1,389
201211	504	1,535	2,039	201511	459	1,168	1,627
201212	92	713	805	201512	618	853	1,471
201301	295	1,577	1,872	201601	371	1,359	1,730
201302	991	466	1,458	201602	441	843	1,284
201303	843	1,085	1,928	201603	523	1,016	1,540
201304	571	902	1,474	201604	674	1,171	1,845
201305	410	744	1,154	201605	651	1,328	1,980
201306	332	598	930	201606	394	1,019	1,414
201307	367	620	987	201607	474	1,215	1,689
201308	1,366	849	2,215	201608	616	1,370	1,986
201309	564	1,100	1,664	201609	542	969	1,511
201310	283	346	629	201610	444	1,085	1,529
201311	389	1,066	1,455	201611	430	1,342	1,772
201312	477	1,401	1,878	201612	343	899	1,242

MCMXVII

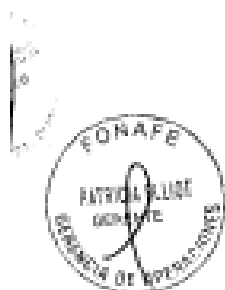
## Apéndice J. Metodología FONAFE



Metodología para el Monitoreo de la Implementación del Sistema de Control Interno en las Empresas de la Corporación FONAFE

---

# Metodología para el Monitoreo de la Implementación del Sistema de Control Interno en las Empresas de la Corporación FONAFE



## Metodología para el Monitoreo de la Implementación del Sistema de Control Interno en las Empresas de la Corporación FONAFE

### 1. Objetivos

- Establecer y uniformizar los criterios para un efectivo monitoreo de la implementación del Sistema de Control Interno (en adelante "SCI") en las Empresas de la Corporación FONAFE.
- Permitir una orientación práctica a las Empresas de FONAFE en la determinación de su nivel de madurez de la implementación del SCI.

Estimulará a las referidas Empresas, mediante el monitoreo, a contar con un diagnóstico objetivo del nivel de implementación del SCI. El Marco Integrado COSO (Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission) enfatiza que las Empresas que cuenten con SCI supervisan su efectividad en el tiempo.

En un sistema efectivo de control interno bajo el enfoque COSO, al ser un sistema integrado, se aplican los cinco (5) componentes en todas las actividades de la Empresa (actividades estratégicas, actividades del negocio, actividades de soporte) en forma conjunta, ofreciendo a la Dirección y a la Gerencia, una seguridad razonable de la consecución de los objetivos de la Empresa.

- Esta metodología proporciona valor a las Empresas de las tres (3) maneras siguientes:
  - a) Posibilita a la Dirección y a la Gerencia determinar si el SCI –comprendiendo los cinco (5) componentes - se encuentra implementado en la Empresa y/o el grado de avance de dicha implementación, ofreciendo así un valioso respaldo para sus afirmaciones, cuando se requieran, sobre la efectividad del control interno.
  - b) Mejora la efectividad y eficiencia global de la Empresa al proporcionar evidencia oportuna de modificaciones que hayan ocurrido, o donde exista la necesidad de ellas, en la operación del control interno, ayudando así a la Empresa a identificar y corregir las deficiencias en los procesos. A su vez, ayuda a la administración de los riesgos y la evaluación de las medidas de control interno, antes de que puedan afectar de manera significativa la capacidad del SCI para contribuir a lograr los objetivos de la Empresa.
  - c) Promueve la motivación del potencial humano para el logro de los objetivos de la Empresa, actuando con ética pública. Cuando los responsables son conscientes de su labor, existe una mayor probabilidad de que ejerzan sus funciones correctamente.



## 2. Alcance

La presente metodología comprende a las Empresas del Estado que se encuentran bajo el ámbito del FONAFE.

Esta metodología se encuentra alineada a las disposiciones y lineamientos establecidos en los siguientes marcos de referencia y normativa local:

- a. Marco de referencia integrada COSO (*Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission – 1992*) y las prácticas líderes de la industria.
- b. Ley Orgánica del Sistema Nacional de Control y de la Contraloría General de la República (Ley N° 27785).
- c. Ley de control interno de las entidades del estado (Ley N° 28716).
- d. "Normas de Control Interno" aprobadas por la Contraloría General de la República mediante Resolución de Contraloría N° 320-2006-CG de 30 de octubre de 2006.
- e. Decreto Supremo N° 176-2010-EF – Reglamento del Decreto Supremo N° 1031.
- f. Resolución de Contraloría General N° 458-2008-CG, por la cual se aprobó la Guía para la Implementación del SCI de las Entidades del Estado, publicada el 30.10.2008.

## 3. Roles y responsabilidades

De acuerdo al artículo 7° de la Ley 27785 – Ley Orgánica del Sistema Nacional de Control y de la Contraloría General de la República; Ley 28716 - Ley de Control Interno de las Entidades del Estado, la responsabilidad de la implementación, mantenimiento y perfeccionamiento del SCI, corresponde al Titular y a los funcionarios responsables de los órganos directivos y ejecutivos de la Empresa.

FONAFE, requiere que las Empresas bajo su ámbito desarrollen buenas prácticas de gobierno corporativo, por lo tanto, es pertinente impulsar entre otros, la eficiencia en la implementación, mantenimiento y mejora continua del SCI, para fortalecer su gestión administrativa y generar mayor confianza de su desempeño a los grupos de interés (stakeholders).

## 4. Definiciones

A continuación se presenta la definición de los términos más usados en el ámbito del SCI:

### Actividades de control

Las actividades de control son las políticas y procedimientos que contribuyen a que las directrices de la Dirección se llevan a cabo y que se toman las acciones correctivas necesarias para mitigar los riesgos y así alcanzar los objetivos. Estas actividades se realizan a través de la Empresa, a todos los niveles y funciones. Comprender una serie de actividades muy diversas tales como las autorizaciones, verificaciones, conciliaciones, revisiones del rendimiento operativo, seguridad sobre los activos, y segregación de funciones.

### Autoevaluación

La autoevaluación ocurre cuando las personas responsables de una unidad o función



específica determinen la efectividad de los controles para sus actividades. A menudo se emplea este término para describir las evaluaciones realizadas por el personal que gestionan el control (autorevisión).

#### **Competencias o competente**

La competencia se refiere a los conocimientos que posee el Evaluador de los controles y procesos relacionados, incluyendo la manera en que deben operar y lo que constituye una deficiencia de control.

#### **Control interno**

El control interno es un proceso llevado a cabo por la Dirección, la Gerencia, los Comités y el personal en general, diseñado para proporcionar una seguridad razonable de que se cumplirán con los objetivos de la Empresa.

#### **Controles clave**

Los controles clave son aquellos que, al evaluarse, proporcionan el respaldo para una conclusión razonable sobre la capacidad global del sistema de control, para alcanzar los objetivos. Pueden aplicarse para uno o los cinco componentes de COSO.

Los controles clave a menudo poseen al menos una de las siguientes características:

- Su incumplimiento podrá afectar de manera significativa los objetivos de la Empresa, salvo que, otros controles puedan prevenir esta situación de forma oportuna
- Su aplicación podría prevenir posibles debilidades en los controles (no claves) o detectaría antes de que puedan afectar sustancialmente los objetivos de la Empresa.

#### **Controles compensatorios**

Los controles compensatorios, sirven para lograr el objetivo de otro control que no ha funcionado de forma correcta, contribuyendo de esa manera a disminuir el riesgo a un nivel aceptable.

#### **Datos relevantes**

Los datos relevantes proporcionan información coherente sobre el funcionamiento de los controles subyacentes o el componente de control.

#### **Deficiencia de control interno**

Se trata de una condición dentro del SCI que merece atención. Una deficiencia, por lo tanto, podrá representar un defecto percibido, potencial, o real, o también una oportunidad para reforzar el SCI aumentando así la posibilidad que se cumplan los objetivos de la Empresa.

#### **Entorno de control**

El entorno de control establece el tono de la Empresa al ejercer su influencia sobre la concienciación de su personal. Forma la base para todos los demás componentes del control interno al proporcionar disciplina y estructura. Los factores del entorno de control comprenden:

- La integridad, valores éticos y capacidad del personal de la Empresa



- La filosofía directiva y su estilo de gestión
- La manera en que la Dirección asigna su autoridad y responsabilidad, y la forma que organiza y desarrolla sus recursos humanos
- La atención e indicaciones proporcionadas por la de Administración

#### Evaluación de los riesgos

Consiste en la identificación y análisis de los riesgos relevantes para alcanzar los objetivos y sirve como base para determinar cómo se deben gestionar estos riesgos. Toda Empresa se enfrenta y debe evaluar una serie de riesgos de fuentes externas e internas. Una condición previa para su evaluación será establecer los objetivos a niveles apropiados dentro de la Empresa. Dado que las condiciones económicas, del sector, del marco legal y operativo continuarán modificándose, será necesario contar con mecanismos flexibles para identificar y abordar los riesgos especiales asociados al cambio.

#### Evaluaciones puntuales

Las evaluaciones puntuales buscan sacar conclusiones sobre la operación uniforme de los controles al evaluarlos en un momento concreto o sobre un marco específico de tiempo. Pueden hacer uso de todas las técnicas utilizadas en la supervisión continua, aunque se emplean de manera menos frecuente y a menudo se basan en muestras de ejemplos de los cuales operan los controles.

#### Exposición al Riesgo

Se define como el riesgo residual que subsistiría después de aplicados todos los controles claves existentes, pudiéndose materializar en consecuencia los efectos del riesgo potencial.

#### Gestión del cambio

Con respecto a la supervisión, la gestión del cambio representa la acción de verificar que (1) los cambios necesarios en el diseño o funcionamiento de controles internos se llevan a cabo y (2) cuando se realizan, se hagan de forma correcta. El objetivo es demostrar que el SCI sea capaz de proporcionar una garantía razonable de que se alcanzarán los objetivos de la Empresa.

#### Indicadores clave de desempeño

Los indicadores clave de desempeño son medidas que reflejan los factores críticos para obtener el éxito. Ayuda a las Empresas a medir su progreso hacia sus metas y objetivos.

#### Indicadores clave de riesgo

Los indicadores clave de riesgo son medidas que miran hacia adelante y buscan identificar potenciales problemas, permitiendo así que la Empresa pueda tomar las acciones oportunas si fuese necesario.

#### Información directa

La información directa es aquella que directamente corrobora la operatividad de los controles y se podrá obtener observando su funcionamiento, realizándolos de nuevo, o directamente evaluando su operación. La información directa suele ser altamente



convinciente porque proporciona una visión sin obstáculos de funcionamiento del control. Puede obtenerse a través de una evaluación continua o puntual, si bien debe estar ligada a la opinión sobre la efectividad de la operación de los controles.

#### Información fiable

La información fiable es aquella que es precisa, se puede verificar y proviene de una fuente objetiva.

#### Información idónea

La información idónea es aquella que es relevante (adecuada para el propósito deseado), fiable (precisa, verificable y que provenga de una fuente objetiva) y oportuna (producida y empleada dentro de un marco de tiempo apropiado).

#### Información indirecta

La información indirecta es aquella que (excluyendo la información directa) es relevante para determinar si el riesgo subyacente se mitiga y funcionan los controles. No informará de manera explícita sobre la operación efectiva de los controles subyacentes, aunque sí podrá identificar anomalías que sean indicativas de un potencial fallo de control.

#### Información oportuna

La información oportuna se produce y se emplea dentro de un marco de tiempo que posibilita la prevención o detección de deficiencias de control antes de que puedan convertirse en importantes para la Empresa.

#### Información suficiente

La información se considera como suficiente cuando el Evaluador ha recopilado suficientes datos para llegar a una conclusión razonable. No obstante, para que sea suficiente debe primero ser idónea.

#### Objetivo u objetividad

La objetividad es una medida de los factores que podrían ejercer su influencia sobre una persona que deje de informar de forma precisa o completa los datos necesarios que permitan al Evaluador llegar a la conclusión apropiada. Abarca la integridad personal además de otros factores que podrían motivar incluso aquellas personas con una alta integridad percibida a dar una imagen falsa de los hechos, por ejemplo cuando tienen intereses personales o creados en los resultados de los procedimientos de supervisión.

#### Objetivos de control

Con relación a la supervisión, los objetivos de control proporcionan metas específicas contra las cuales se podrá evaluar la efectividad del control interno. Normalmente se redactan de forma que describan el riesgo por el que fueron diseñados para ayudar en su gestión o mitigación. Por ejemplo, el objetivo de control exigiendo que todas las operaciones cuenten con la autorización adecuada está relacionado con el riesgo de que ocurran operaciones indebidas y no autorizadas.



### Precisión

Para la supervisión, la precisión representa el grado en que se puede esperar razonablemente que la información se encuentre libre de errores y/o pueda comunicar unos resultados que reflejen la realidad.

### Proceso crítico

Los procesos críticos son aquellos sin los que sería difícil garantizar la calidad en el cumplimiento del servicio, es decir, son procesos significativos vinculados a cada tipo de organización.

### Punto de referencia del control interno (Control baseline)

El punto de referencia del control interno (control baseline) se define como el momento en que la Empresa cuente con información convincente que respalde la determinación de manera razonable de que los controles de toda la Empresa hayan sido diseñados e implementados para alcanzar sus objetivos de control interno. Esta referencia sirve como punto de partida para una supervisión efectiva de los controles.

### Riesgos

Constituyen la incertidumbre de que ocurra un evento y pueda tener un impacto en el logro de los objetivos. No necesariamente implica un evento adverso, sino también una oportunidad.

Un riesgo de negocios es un hecho, una acción o una omisión que podría afectar la capacidad de una Empresa de lograr sus objetivos de negocios y ejecutar sus estrategias con éxito.

### Riesgos significativos

Los riesgos significativos son aquellos que, en un tiempo concreto, podrían razonablemente producir efectos importantes sobre los objetivos de la Empresa.

### Riesgo Residual

El riesgo residual es un concepto que describe el efecto neto de un riesgo inherente considerando las medidas de control existentes.

### Supervisión continua

La supervisión continua se refiere a las actividades que sirven para monitorizar la efectividad de los controles internos en el curso ordinario de las operaciones entre las cuales se encuentran las de gestión y supervisión, comparaciones, conciliaciones y otras actividades rutinarias.

### Verificable

La información verificable es aquella que pueda establecerse, confirmarse o corroborarse como verdadera y precisa.





## 5. Metodología para el Monitoreo de la Implementación del Sistema de Control Interno (SCI)

### 5.1 Planeamiento

#### a) Criterios para el monitoreo

Con la finalidad de monitorear la implementación del SCI en las Empresas de la Corporación FONAFE, se han establecido dos (2) niveles de criterios, que están referidos a:

- Evaluar las evidencias de cumplimiento de cada uno de los sub componentes del SCI, incluidas en la "Herramienta para el Monitoreo" (Ver Anexo N° I).
- Identificar el nivel de madurez de la implementación del SCI y sus componentes.

Los mismos que son descritos en literal d) del presente numeral.

#### b) Equipo encargado del monitoreo de la implementación del SCI

Con la finalidad de desarrollar el monitoreo de la implementación del SCI en las Empresas de la Corporación FONAFE, es necesario que cada Empresa designe al Equipo Evaluador (que considere a miembros titulares y suplentes) que estará a cargo de la aplicación de la presente metodología, de tal forma que se establezcan los roles y responsabilidades correspondientes.

El Equipo Evaluador (en adelante "el Evaluador") deberá contar con la apropiada competencia y objetividad. La competencia se refiere a los conocimientos, habilidades y destrezas que tenga el Evaluador, en relación al SCI, los procesos relacionados, la manera en que se implementan y funcionan los controles, sobre las deficiencias de control y la implicancia de no implementar el SCI en la Empresa. La objetividad del Evaluador hace referencia al grado de profesionalismo que se espera llevar a cabo en el monitoreo de la implementación del SCI, sin preocuparse por las posibles consecuencias personales, ni intereses que puedan originar la manipulación de los resultados para su propio beneficio.

#### c) Periodicidad del monitoreo

El monitoreo aplicando la presente metodología será de aplicación anual.

#### d) Herramienta para el monitoreo

La presente metodología cuenta con una herramienta diseñada para facilitar la labor del Evaluador en el monitoreo de la implementación del SCI. La misma cuenta con las siguientes secciones:

- **Introducción**
  - Objetivos Generales
  - Presentación de la Herramienta para el monitoreo



- **Marco de aplicación**
  - Descripción de la información básica respecto del alcance y aplicabilidad de la Herramienta para el monitoreo.
  - Objetivo
  - Alcance
  - Estructura
- **Equivalencias entre el COSO I y COSO II**  
Relación entre el marco COSO I (SCI) y COSO II (Gestión Integral de Riesgos).
- **Marco de referencia: Sub componentes del SCI**  
Descripción de los sub componentes del SCI, incluyendo comentarios de la manera de su implementación. Se describe a su vez, las implicancias en caso no se implementen los distintos sub componentes del SCI.
- **Monitoreo de la implementación del SCI**  
Relación de las evidencias de cumplimiento de cada uno de los sub componentes del SCI. Al lado derecho de cada evidencia se muestran los seis (6) niveles en los que se pueden encontrar las evidencias revisadas. El Evaluador, con los criterios descritos a continuación, deberá marcar con un aspa ("X") según sea el caso.



Nivel	Características de las evidencias
0	No se ha podido comprobar la existencia de las evidencias de cumplimiento del Sub Componente del SCI.
1	Las evidencias de cumplimiento del Sub Componente del SCI se encuentran documentadas pero no aprobadas.
2	Las evidencias de cumplimiento del Sub Componente del SCI se encuentran documentadas y aprobadas <sup>1</sup> , sin embargo, no se ha podido comprobar su adecuada difusión.
3	Las evidencias de cumplimiento del Sub Componente del SCI se encuentran documentadas, aprobadas <sup>1</sup> y adecuadamente difundidas. Se ha podido comprobar el conocimiento de los empleados en relación de esta evidencia; sin embargo, no se cuenta con procesos de mejora continua para esta evidencia.
4	En adición a las características del nivel 3, se ha podido comprobar la aplicación efectiva de las evidencias de cumplimiento del Sub Componente del SCI, las mismas que han pasado por un proceso de mejora continua.
5	En adición a las características del nivel 4, se cuentan con evidencias documentarias de instancias evaluadoras, internas y externas, de la efectividad del Sub Componente del SCI. Asimismo, funciona a manera de referencia de otras Empresas de la industria.

A nivel Entidad, la aprobación debe ser realizada por el ente o autoridad correspondiente, de acuerdo con las facultades designadas por la Empresa. A nivel de procesos críticos, los documentos deben ser aprobados, como mínimo, por la gerencia del área responsable del proceso.

- **Resultados**

**Puntaje:** Resume y detalla el puntaje obtenido respecto de cada componente del SCI, basado en un promedio ponderado de los sub componentes que los integran.

El peso específico que tiene cada uno de los componentes, teniendo en cuenta el grado de complejidad para implementar cada componente, se ha determinado de acuerdo a la siguiente tabla:

Componente del SCI	Peso ponderado
Ambiente de Control	15%
Evaluación de Riesgos	30%
Actividades de Control Gerencial	30%
Información y Comunicación	15%
Supervisión	10%

Mediante la herramienta presentada se podrá identificar el nivel de implementación en que se encuentra cada sub componente, componente y el SCI en general. Para lo cual se han definido seis (6) niveles de madurez de la implementación y son los siguientes:

Nivel de Madurez	Referencia
0 Inexistente	No existe evidencia suficiente de que la Empresa haya emprendido esfuerzos para la implementación del SCI.
1 Inicial	Existe un esfuerzo aislado o inicial con respecto a la implementación del SCI en la Empresa; se ha podido evidenciar documentación de algunas evidencias de control, sin embargo, aún no han sido debidamente aprobadas por la autoridad respectiva.
2 En proceso de implementación	El SCI se encuentra en proceso de implementación en la Empresa. Algunos elementos de control interno han sido formalizados; sin embargo, falta la difusión de los esfuerzos de control interno realizados a las instancias apropiadas.
3 Establecido / Implementado	El SCI ha sido implementado en la Empresa; los elementos de control interno se encuentran documentados y han sido formalizados y difundidos a las instancias apropiadas de la Empresa. El SCI funciona conforme a las necesidades de la Empresa y el marco regulatorio.
4 Avanzado	El SCI cuenta con un proceso de mejora continua; los elementos de control interno se encuentran documentados, formalizados y difundidos en todos los procesos y áreas de la Empresa. Asimismo, se han establecido procesos de mejora continua para el oportuno ajuste y fortalecimiento permanente del SCI.
5 Optimizado	El SCI de la Empresa constituye una práctica líder en la industria, y se ha integrado de manera natural con las operaciones de la Empresa, formando parte importante de su cultura organizacional.

**Gráfico:** La Herramienta para el monitoreo contiene una representación gráfica de los resultados obtenidos de la evaluación realizada.

## 5.2 Desarrollo del monitoreo

### 5.2.1 A nivel de entidad

#### a) Entendimiento de los objetivos de la Empresa a evaluar

El Evaluador deberá tomar conocimiento o relevar los objetivos de la Empresa, considerando las siguientes cuatro categorías:

- **Planeamiento Estratégico**

Es el proceso a través del cual quienes guían a la Empresa crean una visión de su futuro y desarrollan los procedimientos y las operaciones que se necesitan para conseguir ese futuro.

- **Eficiencia y Eficacia de las Operaciones**

La eficiencia es la capacidad de reducir al mínimo los recursos usados para alcanzar los objetivos de la Empresa. Los gerentes que puedan reducir al mínimo los costos de los recursos que se necesitan para alcanzar las metas están actuando eficientemente.

Por otra parte, la eficacia es la capacidad para determinar los objetivos apropiados: "hacer lo que se debe hacer". Un gerente que elige una meta apropiada es eficaz.

En la medida que todas las operaciones de la Empresa sean cumplidas de forma tal que alcancen el objetivo para el cual fueron programadas (que sean eficaces) y utilicen para ello menores recursos (que sean eficientes), exista razonable seguridad de que se logren los objetivos de la Empresa.

- **Integridad de la Información Financiera**

Puede considerarse eficaz si la Dirección de la Empresa tiene seguridad razonable de que la Información Financiera está preparada de forma fiable. Veremos como el hecho de que exista un adecuado ambiente de control colabora en gran medida para que exista razonable seguridad en alcanzar esta categoría de objetivos.

- **Cumplimiento de Leyes y Reglamentaciones**

La Empresa está sujeta tanto a normas establecidas internamente como a leyes y regulaciones impuestas por organismos externos, tanto por ser Empresas estatales, Empresas reguladas, etc.

Existen factores que promueven el cumplimiento de los objetivos comprendidos en esta categoría, como el hecho de que el personal esté informado sobre normas vigentes, que existan sanciones en caso de violaciones a estas normas, etc.



**b) Relevamiento de información**

El Evaluador deberá solicitar la información necesaria que sustente la implementación de los cinco componentes del SCI, analizando las evidencias de cumplimiento de cada uno de los sub componentes del SCI.

El Evaluador revisará el inventario de riesgos a nivel entidad. Revisará si los riesgos inventariados realmente son riesgos y no ausencia de controles; si los riesgos están considerados en los siguientes niveles:

- **Empresa**  
Riesgos más amplios que afectan a toda la Empresa. La Gerencia asume la responsabilidad de remediarlos.
- **Proceso**  
Riesgos específicos del procesamiento de una determinada transacción. La solución suele quedar en manos de los responsables de los procesos.
- **Actividad**  
Riesgos provenientes de la ejecución de pasos de trabajo, tareas o actividades particulares.

El Evaluador deberá analizar si los riesgos identificados considera los siguientes factores:

- **Externos**  
Riesgos que provienen de las condiciones del entorno y sobre los que, normalmente, no puede influir la Empresa.
- **Internos**  
Riesgos que provienen de las decisiones tomadas por la Empresa y del empleo de recursos internos y externos.
- **Inherentes**  
Riesgos que existen por el simple hecho de dedicarse a una determinada actividad comercial y que suelen ser independientes del rubro o la Empresa.

**c) Evaluación de las evidencias de cumplimiento**

El Evaluador, deberá efectuar una revisión de la información proporcionada, a fin de constatar la existencia y operatividad de las evidencias de cumplimiento de la implementación de cada uno de los componentes y los sub componentes del SCI.

Para esta evaluación, el Evaluador utilizará la Herramienta para el monitoreo, así como los criterios antes descritos, respecto a las características de las evidencias. (Literal d) del punto 5.1.)



**d) Identificación y priorización de las deficiencias encontradas**

La priorización de las deficiencias de control podría ser de ayuda en facilitar el proceso de comunicación y la determinación de posibles acciones correctivas. Existen varios factores que podrían ejercer su influencia sobre la priorización de las deficiencias identificadas:

- La probabilidad de que la deficiencia pudiese afectar a la consecución de uno (o varios) de los objetivos de la Empresa: el hecho de que haya identificado una deficiencia significa que existe alguna posibilidad que no se logren los objetivos. Cuanto más grande sea esta probabilidad, mayor será la severidad de la deficiencia.
- La efectividad de los controles compensatorios: el funcionamiento efectivo de otros controles podría prevenir o detectar los errores que resulten de la deficiencia identificada antes de que puedan afectar la Empresa de manera importante. La presencia de tales controles, cuando estén sujetos de supervisión, podrían ser de respaldo para disminuir la severidad de la deficiencia.
- El efecto agregado de múltiples deficiencias: cuando múltiples deficiencias afectan los mismos riesgos (o los que sean similares), su presencia colectiva aumenta la probabilidad que pueda fallar el SCI, aumentando así la severidad de las deficiencias identificadas.

**e) Resumen Ejecutivo a nivel de entidad**

Como resultado final del trabajo, el Evaluador elaborará un Resumen Ejecutivo sobre el nivel de implementación del SCI en la Empresa, el cual deberá comprender lo siguiente:

- i. Nivel en el que se encuentra la Empresa respecto a la implementación del SCI.
- ii. Plan de Acción, indicando responsables y plazos razonables, para la ejecución de recomendaciones necesarias para superar las deficiencias identificadas.

**5.2.2 A nivel de procesos críticos**
**a) Priorización de procesos críticos**

A nivel de procesos críticos se recomienda que el Evaluador se enfoque en la implementación de dos componentes del SCI: "Evaluación de Riesgos" y "Actividades de Control", aplicables en los procesos críticos de la Empresa. El Evaluador deberá validar la priorización de procesos críticos que se hayan elegido como mínimo para implementar el SCI en la Empresa. Los criterios a utilizar para la validación serán los siguientes:



- **Materialidad de las cuentas significativas**

Consiste en determinar el nivel de impacto del proceso en las cuentas significativas de la Empresa. Este criterio está alineado a la metodología de auditoría externa, según la cual se pueden utilizar diferentes indicadores, como por ejemplo un % de los resultados, un % del Patrimonio, un % de los activos, entre otros.

Criterio de Impacto en las cuentas significativas

Criterio	Puntuación
Tiene impacto en la cuenta significativa	1
No tiene impacto en la cuenta significativa	0

- **Orientación a los objetivos Estratégicos**

Consiste en conocer si el proceso contribuye al logro de los objetivos estratégicos.

Criterios de calificación para los Objetivos Estratégico

Criterio	Puntuación
No contribuye al logro del Objetivo	0
Contribuye parcialmente al logro del Objetivo	1
Contribuye totalmente al logro del Objetivo	2

- **Complejidad de las Operaciones**

En este criterio se evalúa el nivel de complejidad de las operaciones que se realizan como parte del proceso.

Criterios de calificación para la Complejidad de las Operaciones

Criterio	Puntuación
Las operaciones no son complejas	0
Las Operaciones son parcialmente complejas	1
Las Operaciones son muy complejas	2

- **Volumen de Transacciones**

En este criterio se evalúa la cantidad de transacciones que se realizan dentro de los procesos con la finalidad de determinar el nivel de carga operativa que enfrenta cada uno de ellos.

Criterios de calificación para el Volumen de Transacciones

Criterio	Puntuación
El proceso tiene un nivel bajo de volumen de transacciones	0
El proceso tiene un nivel medio de volumen de transacciones	1
El proceso tiene un nivel alto de volumen de transacciones	2



- **Nivel de Automatización**

En este criterio se evalúa el nivel de automatización de los procesos con la finalidad de determinar el nivel de operaciones manuales que se realizan dentro de cada uno de ellos.

Criterios de calificación para el Nivel de Automatización

Criterio	Puntuación
El proceso tiene un nivel alto de automatización	0
El proceso tiene un nivel medio de automatización	1
El proceso tiene un nivel bajo de automatización	2

Después de calificar los procesos de acuerdo con los cinco criterios antes desarrollados se obtiene la puntuación final de cada proceso sumando el puntaje obtenido en cada uno de los criterios.

Finalmente, los procesos se ordenan de mayor a menor de acuerdo con la puntuación obtenida y se seleccionan como procesos críticos todos los que obtuvieron una calificación mayor a 6 (el número podrá modificarse en función a los resultados obtenidos por la Empresa). La priorización realizada queda documentada en la Matriz de Priorización de Procesos.

- **Vinculación de los procesos con los riesgos**

Es necesario comprender también, cómo se relacionan los procesos de negocio de la Empresa con los riesgos. El Evaluador deben establecer el vínculo entre el proceso de negocio y el riesgo para identificar en qué proceso de la Empresa reside el riesgo crítico y como se explica en el siguiente literal de esta sección, determinar si el riesgo se está gestionando o no en el nivel adecuado dentro de la estrategia de respuesta de la gestión. Un método utilizado para establecer la vinculación es una matriz de riesgo por proceso (enfoque de vinculación). Los principales riesgos se enumeran en la parte superior de la matriz y los procesos se enumeran lateralmente hacia abajo.

El próximo paso es analizar cada proceso o grupos funcionales de procesos para determinar si existe una asociación entre el proceso y el riesgo. Luego se debe evaluar las asociaciones en función al tipo de vinculación:

- Vinculaciones clave son aquellas en las que el proceso desempeña un rol directo y principal en la gestión del riesgo.
- Vinculaciones secundarias son aquellas en las que el proceso ayuda a gestionar el riesgo de manera indirecta.





Cuando las vinculaciones se analizan en función del riesgo en particular, se deben identificar uno o dos procesos (máximo tres), como vinculaciones clave y se debe identificar una cierta cantidad de procesos adicionales como vinculaciones secundarias.

Una vez completa la matriz de riesgo/proceso, se podrá calcular el total de vinculaciones clave y secundarias de cada proceso, como se muestra a continuación:

**Matriz de riesgo por proceso (enfoque de vinculación)**

	Riesgo 1	Riesgo 2	Riesgo 3	Riesgo 4	Riesgo 5	Riesgo 6	Riesgo 7	...	Riesgo n
C- Vinculación Clave									
S- Vinculación secundaria									
Proceso 1		S							
Proceso 2				S					
Proceso 3			S						
Proceso 4	C						S		
Proceso 5					S				
Proceso 6				S	S	S	C		
Proceso 7		C							
...									
Proceso n									

Esta matriz muestra el desempeño detallado de cada proceso frente a la gestión de riesgos, el Evaluador deberá validar si en la priorización de procesos críticos de la empresa para implementar el SCI se ha tomado en cuenta este criterio.

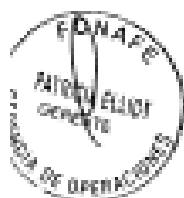
Esta matriz debe ser considerada también en el literal "b" del presente numeral, como un criterio adicional en la priorización de riesgos, de forma que se identifique los riesgos que afectan al mayor número de procesos críticos en la Empresa.

**b) Revisión de los riesgos a nivel de procesos críticos (identificación y priorización).**

El Evaluador revisará si, para los procesos críticos de la Empresa, la Dirección ha identificado posibles eventos que, si suceden, afectarán la efectividad de dichos procesos, y si se han considerado una variedad de factores internos y externos que puedan originarlos.

Los factores externos que originan los riesgos pueden ser de tipo económico, medio ambiental, político, social, tecnológico; y los de factores internos pueden estar relacionados con la infraestructura, personal, tecnología.

El Evaluador deberá verificar si los riesgos identificados se encuentran documentados en un inventario de riesgos, y si éstos han sido priorizados



sobre la base de los criterios de probabilidad de ocurrencia, impacto y vinculación de con los procesos críticos, como se menciona en el literal anterior, los mismos que deben ser actualizados, por lo menos, una vez cada dos años.

A continuación se describen los criterios para evaluar los riesgos:

- **Probabilidad**

Es el nivel de posibilidad de que ocurra el evento de riesgo en un periodo de tiempo determinado. Puede ser estimada en función a cuántas veces históricamente ha ocurrido el evento de riesgo en la Empresa o qué posibilidad existe de que ocurra en el futuro.

Para soportar el análisis de la probabilidad cualitativamente se deberá establecer las categorías a utilizar y la descripción de cada una de ellas con el fin de que el Evaluador que aplique la escala mida a través de ella los mismos ítems, se podría considerar, al menos, tres niveles:

Alto

Es muy probable que ocurra el evento de riesgo.

Medio

Es probable que ocurra el evento de riesgo.

Bajo

Aunque es improbable que ocurra el evento, podría ocurrir.

Estos tres niveles de probabilidad se deberían de traducir cuantitativamente, a través de porcentajes estimados de probabilidad para cada nivel.

- **Impacto**

Nivel de exposición financiera de la Empresa ante un riesgo, o cuantía de la pérdida financiera que se pudiera generar si ocurriera el evento de riesgo.

También se consideraran en este criterio factores cualitativos que no pueden ser de fácil valorización, tales como el impacto respecto de la reputación e imagen de la Empresa, pérdidas humanas, etc.

Para soportar el análisis del impacto cualitativamente, se podría definir, al menos, tres niveles:

Alto

El costo o pérdida a incurrir, en caso se materialice el riesgo evaluado, supera la materialidad definida.

Medio

El costo o pérdida a incurrir, en caso se materialice el riesgo evaluado, pese a no superar el nivel de materialidad definida, es significativo para la Empresa.



### Bajo

El costo o pérdida a incurrir, en caso se materialice el riesgo evaluado, es insignificante con respecto a la materialidad definida.

Estos tres niveles de impacto se deberían de traducir cuantitativamente, a través de rangos monetarios en cada uno de ellos.

El Evaluador, en coordinación con los encargados de la implementación, puede construir sus propias escalas de acuerdo con la naturaleza de la Empresa y a las características de los procesos y procedimientos, de forma que estas escalas se ajusten al análisis de los riesgos identificados.

El Evaluador revisará si el referido inventario y priorización de riesgos están documentados en una Matriz de Riesgos por proceso crítico.

### Matriz de Riesgos (o Matriz de probabilidad e impacto)

La evaluación de la importancia de cada riesgo y, por consiguiente, de su prioridad generalmente se realiza usando la matriz de probabilidad e impacto. Dicha matriz especifica combinaciones de probabilidad e impacto que llevan a la calificación de los riesgos como aceptables, tolerables, moderados, importantes o inaceptables. Pueden usarse términos descriptivos o valores numéricos, dependiendo de la preferencia de la Empresa.

La Empresa deberá determinar qué combinaciones de probabilidad e impacto utilizará en la determinación de sus riesgos. A continuación se presenta una matriz a escala de 1 al 9.

			Impacto		
			1	2	3
			Bajo	Medio	Alto
Probabilidad	Alto	3	3 Riesgo Moderado	6 Riesgo Importante	9 Riesgo Inaceptable
	Medio	2	2 Riesgo Tolerable	4 Riesgo Moderado	6 Riesgo Importante
	Bajo	1	1 Riesgo Aceptable	2 Riesgo Tolerable	3 Riesgo Moderado

La puntuación del riesgo ayuda a guiar las respuestas a los riesgos



Nivel de Riesgo	Descripción
Riesgo Inaceptable	Se requiere acción inmediata. Planes de tratamiento requeridos, implementados y reportados a la Alta Dirección.
Riesgo Importante	Se requiere atención de la alta dirección. Planes de tratamiento requeridos, implementación y reportados a los jefes de las oficinas, divisiones, entre otros.
Riesgo Moderado	Debe ser administrado con procedimientos normales de control.
Riesgo Tolerable	Menores efectos que pueden ser fácilmente remediados. Se administra con procedimientos rutinarios.
Riesgo Aceptable	Riesgo insignificante. No se requiere ninguna acción.

Es necesario que por cada riesgo se identifiquen las **medidas ejecutadas para reducirlos o mantenerlos bajo control**. Así por cada riesgo debe identificarse, en las condiciones actuales, qué medidas se están aplicando para mantenerlos bajo control independientemente de su importancia o frecuencia.

#### c) Revisión de la estrategia de respuesta al riesgo

El Evaluador analizará si la Dirección de la Empresa, luego de haber evaluado los riesgos relevantes de sus procesos, determinó cómo responder a ellos, de acuerdo con las siguientes estrategias de respuesta a los riesgos:

- **Aceptar**

Implica aceptar el riesgo sin implementar nuevos controles o reforzar los existentes, pues en caso se materialice dicho riesgo, el impacto que generaría en la Empresa sería bajo.

Esta estrategia se adopta debido a que rara vez es posible eliminar todo el riesgo de un proceso. Esta estrategia indica que se ha decidido no cambiar el plan de gestión para hacer frente a un riesgo, o no ha podido identificar ninguna otra estrategia de respuesta adecuada, y puede ser adoptada tanto para las amenazas como para las oportunidades.

Esta estrategia puede ser pasiva o activa. La aceptación pasiva no requiere acción alguna, dejando en manos del dueño del proceso la gestión de las amenazas o las oportunidades a medida que se producen. La estrategia de aceptación activa más común es establecer una reserva para contingencias, que incluya la cantidad de tiempo, dinero o recursos necesarios para manejar las amenazas o las oportunidades conocidas o incluso también las posibles y desconocidas.



- **Compartir**

Consiste en transferir el riesgo y la responsabilidad del mismo a un tercero para su gestión. No se elimina el riesgo, pero se minimizan las consecuencias para la Empresa. Transferir la responsabilidad del riesgo es más efectivo cuando se trata de exposición a riesgos financieros. Transferir el riesgo casi siempre supone el pago de una prima de riesgo a la parte que toma el riesgo.

Las herramientas de transferencia pueden ser bastante diversas e incluyen, entre otras, el uso de seguros, garantías de cumplimiento, certificados de garantía, etc. Pueden usarse contratos para transferir a un tercero la responsabilidad por riesgos especificados. En muchos casos, se puede usar un tipo de contrato de costes para transferir el riesgo de costes al comprador, mientras que un contrato de precio fijo puede transferir el riesgo al vendedor.

Compartir un riesgo positivo implica asignar la propiedad a un tercero que está mejor capacitado para capturar la oportunidad. Entre los ejemplos de acciones para compartir se incluyen: formar asociaciones de riesgo conjunto, equipos, Empresas con finalidades especiales o uniones temporales de Empresas, que se pueden establecer con la finalidad expresa de gestionar oportunidades.

- **Mitigar o Reducir**

Mitigar el riesgo implica reducir la probabilidad y/o el impacto de un evento de riesgo adverso a un umbral aceptable. Adoptar acciones tempranas para reducir la probabilidad de la ocurrencia de un riesgo y/o su impacto sobre el proceso a menudo es más efectivo que tratar de reparar el daño después de que ha ocurrido el riesgo.

Normalmente esto requiere cambios en el plan del proceso, como por ejemplo añadir actividades y recursos, realizar más pruebas o seleccionar un proveedor más estable para tratar de forma proactiva el riesgo. Todos estos son ejemplos de acciones de mitigación (plan de mitigación).

Donde no es posible reducir la probabilidad, una respuesta de mitigación puede tratar el impacto del riesgo, dirigiéndose específicamente a los elementos que determinan su severidad. Por ejemplo, diseñando redundancia en un subsistema se puede reducir el impacto que resulta de un fallo del componente original.

- **Evitar**

Evitar el riesgo implica no realizar la actividad que generaría el riesgo, es decir, cambiar el plan de gestión para eliminar la amenaza que



representa un riesgo adverso. Normalmente se elimina la causa del mismo (cambiando una situación), de tal forma que el riesgo no pueda afectar al proceso. Ejemplo de este tipo de estrategia sería reducir el alcance de un proceso para evitar ciertas actividades.

Se trata de eliminar la causa del riesgo (cambiando una situación) de tal forma que el riesgo no pueda afectar al proceso.

Los costos asociados a los planes de respuesta con estrategias de mitigar, transferir y evitar deben ser considerados en el proceso de formulación del presupuesto de la gestión.

Para determinar si el riesgo se está gestionando o no en el nivel adecuado de la estrategia de respuesta de gestión, el Evaluador debe considerar la ponderación de los riesgos así como el vínculo entre los riesgos y los procesos de negocio, como se menciona en el literal anterior.

#### d) Evaluación de los controles a nivel de procesos críticos.

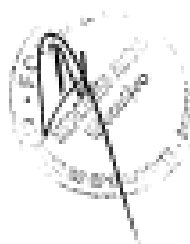
La evaluación de los controles se realiza en dos (2) dimensiones:

- **Diseño del control**

La evaluación del diseño del control consiste en determinar cuán bien definido está el control a nivel teórico; es decir, si la descripción del control logra mitigar el riesgo asociado, o una parte de él.

Para considerar si un control está bien diseñado deberá responder a las siguientes preguntas:

- Quién lo ejecutará: deberá tener un responsable claramente definido;
- Cuándo lo ejecutará: frecuencia definida e idónea según características del riesgo;
- Qué ejecutará: actividades claramente definidas;
- Cómo lo ejecutará: debe entenderse cómo el control mitiga el riesgo;
- Evidencia: el control debe contemplar el dejar evidencia (electrónica o física) que permita en el tiempo hacer un seguimiento a la ejecución del mismo;
- Otros: ver si está documentado y comunicado dentro de la Empresa.



Los controles se diseñan teniendo en cuenta la oportunidad en que se ejecutan y el grado de automatización necesario.

Según la oportunidad con la que se ejecutan los controles pueden ser:

- **Preventivo:**  
Actividad que previene errores o mitiga riesgos antes de que afecten un negocio u objetivo del negocio.
- **Detectivo:**  
Actividad que identifica errores en la toma de decisiones o en el procesamiento dentro de un lapso aceptable.

Según el grado de automatización los controles pueden estar diseñados de la siguiente manera:

- **Manual:**  
Actividad que depende de la habilidad de la persona que lo ejecuta para prevenir o detectar los errores o riesgos que se presentan.
- **Semiautomático**  
Actividad que depende de la habilidad de la persona que lo ejecuta para prevenir o detectar errores incurridos utilizando información proveniente de un sistema.
- **Automático**  
Actividad que es realizada internamente por el sistema.

- **Efectividad operativa del control**

La evaluación de la efectividad operativa del control consiste en determinar cuán bien opera el control en la realidad (performance); es decir, si funciona tal como fue diseñado por un lapso de tiempo determinado. Para probar la efectividad de controles se deben seleccionar muestras, de acuerdo con la frecuencia en que se ejecuta el control. A continuación se muestra una tabla con el tamaño de muestra:

Tabla 10. Frecuencia de ejecución y tamaño de muestra	
Frecuencia de la aplicación de control	Tamaño de la muestra apropiada
Anual	1
Trimestral	2
Mensual	2 a 5
Semanal	5 a 15
Diaria	20 a 40
Varias veces por día	25 a 60



Tanto el "Diseño" como la "Efectividad operativa" de los controles deberán ser calificados según las escalas que se muestran a continuación:

#### Escalas de calificación del diseño y efectividad operativa de controles

**Control Fuerte:** Un control será considerado fuerte en su diseño, cuando responda a las preguntas arriba mencionadas y cuando a criterio del Evaluador, se encuentre diseñado de tal forma que al ser aplicado cumpla el objetivo por el cual fue requerido.

Un control será considerado fuerte en su efectividad, cuando luego de haber sido probado por el Evaluador, se considere que se está cumpliendo con el objetivo planificado en el diseño.

**Control Moderado:** Un control será considerado moderado en su diseño, cuando se contemple al menos los criterios que responden las tres preguntas siguientes: ¿Qué?, ¿Cómo? y ¿Cuándo?, descritas líneas arriba, y que bajo el criterio del Evaluador mitigue el riesgo parcialmente por el cuál ha sido diseñado.

Un control será considerado moderado en su efectividad, cuando luego de haber sido probado por el Evaluador, se considere que se está cumpliendo parcialmente con el objetivo planificado en el diseño.

**Control Débil:** Un control será considerado como débil en su diseño, cuando no se consideren al menos los tres criterios que responden a las siguientes preguntas: ¿Qué?, ¿Cómo? y ¿Cuándo?, descritas líneas arriba.

Un control será considerado débil en su efectividad, cuando luego de haber sido probado por el Evaluador no satisfaga a su criterio, el objetivo planificado en el diseño.



Diseño	Efectividad
- Fuerte	- Fuerte
- Moderado	- Moderado
- Débil	- Débil

Según la calificación del "diseño" y la "efectividad operativa", el control puede asumir tres valores como calificación total: fuerte, moderado o débil, como se muestra a continuación:



**Calificación total de controles**

Diseño	Efectividad	Calificación Total de Controles
• Débil	• Fuerte	+ Débil
• Débil	+ Moderado	• Débil
+ Débil	• Débil	• Débil
• Moderado	• Fuerte	+ Moderado
• Moderado	+ Moderado	• Moderado
+ Moderado	• Débil	+ Débil
• Fuerte	• Fuerte	+ Fuerte
• Fuerte	+ Moderado	• Moderado
• Fuerte	• Débil	• Débil

Los controles que resulten con calificación "Fuerte" serán considerados como controles "clave", sea porque por su diseño u operatividad mitigan uno o más de un riesgo y en ausencia de ellos, la probabilidad de ocurrencia de los riesgos asociados se incrementa.

**Los sistemas de control interno fallan porque:**

- Al principio no se han diseñado e implementado de manera adecuada.
- Se han diseñado e implementado adecuadamente pero el entorno en el cual funcionan se ha modificado (a través de cambios en los riesgos, personal, procesos o tecnología) y el diseño del SCI no se ha modificado de acuerdo a estos factores.
- Se ha diseñado e implementado adecuadamente pero su funcionamiento ha sufrido alguna modificación provocando la pérdida de efectividad en la gestión o mitigación de los riesgos correspondientes.

En las tres (3) circunstancias, la base (o punto de referencia) de comprensión de la efectividad de SCI en un área determinada sirve como punto de partida para el monitoreo. Esta referencia permite a la Empresa diseñar procesos de supervisión (evaluaciones continuas o puntuales) para abordar los cambios "en tiempo real", identificando los que:

- Deben realizarse en la operación de los controles.
- Los que ya han ocurrido, por lo que el Evaluador podrá confirmar si se han gestionado de manera adecuada. De esta forma, se podrá obtener una visión a alto nivel del monitoreo siguiendo esta secuencia general.



#### e) Resumen Ejecutivo a nivel de procesos críticos

Como resultado final del trabajo, el Evaluador elaborará un Resumen Ejecutivo sobre el nivel de implementación de los componentes del SCI: "Evaluación de Riesgos" y "Actividades de Control", aplicables en los procesos críticos de la Empresa. Este Resumen Ejecutivo deberá comprender lo siguiente:

- i. Nivel en el que se encuentran los componentes del SCI de "Evaluación de Riesgos" y "Actividades de Control", precisando la identificación y priorización de las potenciales deficiencias encontradas.
- ii. Plan de Acción, indicando responsables y plazos razonables, para la ejecución de recomendaciones necesarias para superar las deficiencias identificadas.

Cabe precisar que, adicionalmente de la comunicación a la Gerencia General u órgano equivalente de la Empresa, las deficiencias de control identificadas deberán ser informadas al responsable directo de su funcionamiento, así como a los directivos que son responsables de su supervisión.

#### 5.3 Remisión de resultados a la alta administración de la Empresa y FONAFE

El Evaluador emitirá un Resumen Ejecutivo, que contenga el resultado de la aplicación de la presente metodología - tanto a nivel Entidad, como a nivel de Procesos Críticos - que incluirá las deficiencias identificadas y los planes de acción correspondientes.

Será responsabilidad de la Gerencia General u órgano equivalente de la Empresa aprobar la ejecución de los "Planes de Acción" propuestos.

El Directorio de la Empresa deberá tomar conocimiento del Resumen Ejecutivo y de la aprobación de los respectivos Planes de Acción, los cuales deberán ser remitidos a la Dirección Ejecutiva de FONAFE anualmente, observando los plazos y lineamientos que establezca FONAFE para tal fin.

La Empresa tomará las medidas necesarias para asegurar la veracidad de la información reportada. FONAFE podrá disponer la validación de los resultados reportados por la Empresa, en la oportunidad que estime pertinente, para lo cual la Empresa deberá poner a disposición todas las evidencias de cumplimiento mencionadas en la referida Herramienta para el monitoreo.

El contenido mínimo del referido Resumen Ejecutivo se establece en el "Formato del Resumen Ejecutivo", que será publicado en el Portal de FONAFE.



### Apéndice K. Sustento de Tabla 4, Análisis de la Producción para el Año 2016

Análisis de la producción para el 2016		
Déficit de producción anual de tableros (Unidades)	94	Diferencia entre la cap. máxima (1080) y la demanda del 2016 (1174)
Déficit de producción anual de transformadores (Unidades)	25	Diferencia entre la cap. máxima (1200) y la demanda del 2016 (1225)
Costo unitario tercerizando las operaciones de ensamblaje hasta el acabado de tableros (Miles de Soles)	4.5	Costo proporcionado por el área logística de Promelsa
Costo unitario tercerizando las operaciones de ensamblaje hasta el acabado de transformadores (Miles de Soles)	9.9	Costo proporcionado por el área logística de Promelsa
Costo total tercerizando operaciones para cubrir el déficit de la producción anual (Miles de Soles)	668	Suma el producto de los déficit de producción con los costos unitarios
Venta por cubrir la brecha de la demanda insatisfecha (Miles de soles)	751	Suma el producto de los déficit de producción con los precios de venta unitarios
Beneficio por cubrir la brecha de la demanda insatisfecha (Miles de Soles)	83	Diferencia entre la venta por cubrir la brecha y el costo total tercerizado
Beneficio	11%	

MCMXVII

### Apéndice L. Sustento de Tabla 8, Evaluación de Costo y Beneficios por la Mejora de Procesos

Concepto	Escenario actual	Escenario propuesto	
Tiempo de producción promedio de un tablero (H-H)	27	21.5	Reducción del 20% del tiempo por mejora del proceso
Tiempo de producción promedio de un transformador (H-H)	26	21.2	Reducción del 18% del tiempo por mejora del proceso
Plan anual de producción de tableros (Unidades)	1,174	1,468	Al reducirse el tiempo la capacidad productiva aumenta en 25% por mejora
Plan anual de producción de transformadores (Unidades)	1,225	1,495	Al reducirse el tiempo la capacidad productiva aumenta en 22% por mejora del
Tiempo necesario para implementar la mejora de procesos (Días)			12
Costo de H-H en el cambio de mejora de procesos (Soles)	58,000		Este costo implica las horas involucradas por paradas, levantamiento de información y adecuación operativa de cada etapa del nuevo proceso
Costo por capacitación al personal de supervisión y Jefes (Soles)	15,000		Capacitación al Jefe y Supervisor del área para mejorar el concepto de gestión de procesos
Costo Total por la mejora de procesos (Soles)		73,000	
Beneficio bruto anual por la mejora de procesos que incrementa la capacidad productiva (Soles)		403,000	Resultado de multiplicar el incremento de la producción por el precio de venta respectivo y por el margen neto por
Beneficio neto anual por la mejora de procesos (Soles)		330,000	

### Apéndice M. Sustento de Tabla 9, Evaluación de Costos y Beneficios por el Cambio de Distribución de Planta

#### EVALUACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS POR EL CAMBIO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Concepto	Escenario actual	Escenario propuesto	
Tiempo de producción promedio de un tablero (H-H)	27	24.2	Reducción del 10.5% del tiempo por mejora del layout de planta
Tiempo de producción promedio de un transformador (H-H)	26	23.4	Reducción del 9.94% del tiempo por mejora del layout de planta
Plan anual de producción de tableros (Unidades)	1,174	1,303	Al reducirse el tiempo la capacidad productiva aumenta en 11% por mejora del layout
Plan anual de producción de transformadores (Unidades)	1,225	1,360	Al reducirse el tiempo la capacidad productiva aumenta en 11% por mejora del layout
<b>Tiempo necesario para implementar el cambio de distribución de planta (Días)</b>			<b>8</b>
Costo de H-H en el cambio de distribución de planta (Soles)		25,574	El costo de 37 operarios que por 8 días, 8 horas x día y a S/. 10.8 por hora de costo laboral, apoyarán en los cambios
Costo de contratación de equipos logísticos (Camiones y montacargas)		25,600	Contratación de 8 trailers de 40 pies a S/. 800 y 8 montacargas que por 8 días trabajan 2 horas diarias a S/. 150 por hora
Gastos indirectos adicionales (Servicios de luz, agua, permisos)		4,500	Costo aproximado proporcionado por el área de compras
Costo de Obras Civiles y asesorías en el cambio de distribución de planta (Soles)		84,000	Costo aproximado proporcionado por el área de compras
<b>Costo Total del cambio de distribución de planta (Soles)</b>		<b>139,674</b>	
<b>Beneficio bruto anual por el cambio de distribución de planta que incrementa la capacidad productiva (Soles)</b>		<b>193,319</b>	Resultado de multiplicar el incremento de la producción por el precio de venta respectivo y por el margen neto por producto
<b>Beneficio neto anual por el cambio de distribución de planta en el primer año (Soles)</b>		<b>53,645</b>	
<b>Beneficio / Costo</b>		<b>1.38</b>	
<b>Cantidad de meses para recuperar la inversión</b>		<b>8.7</b>	

**Apéndice N. Sustento de Tabla 16, Variación de los Costos por Mano de Obra y de la Utilidad Neta**

Costo de mano de obra actual (Miles de Soles)	956	Costo de la planilla de producción según Promelsa
Costo de mano de obra propuesto (Miles de Soles)	648	Costo de planilla reducido por despido de 13 operarios los menos calificados
Ahorro por reducción de costo de planilla (Miles de Soles)	308	
Costo por despido de 13 operarios a un sueldo promedio mensual de S/. 1,800 y con una indemnización de 12 meses (Miles de Soles)	281	
Reducción de costo anual por planilla	32%	
Incremento de la rentabilidad anual	1.6%	



**Apéndice Ñ. Sustento de Tabla 18, Tabla 18. Comparativo de Costos de Transporte**

Concepto	Escenario actual (Regular)	Escenario propuesto (Anticipado)	
Importación anual valorizada (US\$)	12,000,000	12,000,000	— Monto proporcionado por el área logística de Promelsa
Cantidad de contenedores de 40' importados	450	450	— Cantidad proporcionada por el área logística de Promelsa
Costo de almacenaje temporal por contenedor de 40' de 1-10 días (US\$)	200	0	— Tarifa vigente según Licsa
Costo de almacenaje temporal anual total (US\$)	90,000	0	
<b>Ahorro anual por cambio de sistema (US\$)</b>		<b>90,000</b>	

Fuente de información actual: 0.75%  
 Tarifas vigentes de Licsa  
<http://www.licsa.com.pe/tarifas/Tarifas.aspx?param=Importacion>

Otras fuentes similares:  
 Tarifas vigentes de Unimar S.A.  
<http://www.unimar.com.pe/dmz/comunes/etarifas.aspx>

**Apéndice O. Sustento de Tabla 23, Análisis de Costos de Mantenimiento en la Planta**

<b>Concepto</b>	<b>Escenario actual</b>	<b>Escenario propuesto</b>
Costo anual de Mantenimiento Preventivo	S/. 86,429	S/. 104,727
Costo anual de Mantenimiento Correctivo	S/. 106,478	S/. 59,844
Costo de capacitación técnica		S/. 15,000
<b>Costo anual total de mantenimiento</b>	<b>S/. 192,907</b>	<b>S/. 179,571</b>
<b>Ahorro anual por mejora en la gestión de mantenimiento en el 1er año</b>		<b>S/. 13,336</b>
<b>Ahorro anual por mejora en la gestión de mantenimiento a partir del 2do año</b>		<b>S/. 28,336</b>

Los costos de mantenimiento preventivo y correctivo del escenario actual han sido extraídos de la data de Promelsa; en tanto que los costos de mantenimiento preventivo del escenario propuesto es calculado a partir de un análisis de criticidad y ajuste en la frecuencia de mantenimiento y el correctivo del escenario propuesto se calcula aplicando

Capacitación al Jefe y Supervisor del área para mejorar el concepto de gestión de mantenimiento