

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas**



**“REDUCCIÓN DE REPROCESOS EN UN TALLER DE  
RECUPERACIÓN DE COMPONENTES DE MAQUINARIA PESADA  
UTILIZANDO LEAN MANUFACTURING”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

Para optar El Título Profesional de:  
**Ingeniero Industrial**

**Carolina Silvia Rosas Reynoso**

**Lima - Perú**

**2013**

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres, quienes siempre me han dado su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida personal y profesional.

Y a mi amado hijo por impulsarme a superarme cada día de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Jefe de Soporte de Operaciones del Taller de Recuperaciones de Ferreyros S.A. por su consentimiento para el desarrollo de este informe.

A mi querida universidad, por brindarme la base de conocimientos para poder enfrentarme al mundo laboral con éxito.

## INDICE

### “REDUCCIÓN DE REPROCESOS EN UN TALLER DE RECUPERACIÓN DE COMPONENTES DE MAQUINARIA PESADA UTILIZANDO LEAN MANUFACTURING”

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
RESUMEN EJECUTIVO .....	7
DESCRIPTORES TEMATICOS.....	8
INTRODUCCION.....	9
<u>CAPITULO I</u> .....	11
<u>PENSAMIENTO ESTRATÉGICO</u> .....	11
1.1. <u>DIAGNÓSTICO FUNCIONAL</u> .....	12
1.1.1.PRODUCTOS Y SERVICIOS .....	12
1.1.2.CLIENTES.....	14
1.1.3.PROVEEDORES .....	15
1.1.4.PROCESOS .....	16
1.1.5.ORGANIZACIÓN.....	23
1.2. <u>DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO</u> .....	24
1.2.1.VISIÓN, MISIÓN Y VALORES DE LA EMPRESA .....	24
1.2.2.OBJETIVOS ESTRATÉGICOS .....	25
1.2.3.FODA .....	26
1.2.4.MATRIZ FODA.....	28

<b><u>CAPITULO II</u></b> .....	<b>29</b>
<b><u>MARCO TEORICO</u></b> .....	<b>29</b>
2.1. <b><u>TEORÍA DE REFERENCIA</u></b> .....	29
2.1.1 LEAN .....	29
2.1.2 SIX SIGMA LEAN .....	29
2.1.3 LEAN MANUFACTURING .....	30
2.1.4 KAIZEN.....	35
2.1.5 POKA YOKE.....	38
2.1.6 5S .....	39
<b><u>CAPITULO III</u></b> .....	<b>43</b>
<b><u>PROCESO DE TOMA DE DECISIONES</u></b> .....	<b>43</b>
3.1. <b><u>IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA</u></b> .....	43
3.2. <b><u>CAUSAS</u></b> .....	45
3.3. <b><u>ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN</u></b> .....	48
3.4. <b><u>EVALUACION Y SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN</u></b> .....	48
3.4.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCION ....	48
3.4.2 MATRIZ DE EVALUACION DE CRITERIOS .....	51
3.5. <b><u>DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN ELEGIDA</u></b> .....	55
3.5.1. ETAPA DEFINIR.....	55
3.5.2. ETAPA MEDIR Y ANALIZAR .....	60
3.5.3. ETAPA MEJORAR .....	64
3.5.3.1 KAIZEN.....	64
3.5.3.2 Implementación de 5S y mejora del procedimiento de entrega de información técnica.....	75
3.5.3.3 Implementación de sistemas POKA YOKE .....	89
<b><u>CAPÍTULO IV</u></b> .....	<b>93</b>
<b><u>EVALUACION DE BENEFICIOS</u></b> .....	<b>93</b>
4.1. <b><u>SELECCIÓN DE CRITERIOS DE EVALUACION</u></b> .....	93

<b>4.2. <u>INFORMACIÓN DE SITUACIÓN ECONÓMICA ACTUAL</u></b> .....	95
<b>4.3. <u>RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA</u></b> .....	95
<b>4.3.1 MEJORA EN EL INDICADOR DE REPROCESOS</b> .....	95
4.3.1.1 Referente al indicador total de reprocesos .....	95
4.3.1.2 Referente al indicador de reprocesos del proceso de mecanizado .....	96
4.3.1.3 Referente a los reprocesos presentados por área .....	97
<b>4.3.2 MEJORA EN LOS COSTOS Y TIEMPOS DE SERVICIO</b> .....	98
 <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	 <b>100</b>
 <b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	 <b>102</b>
 <b>GLOSARIO</b> .....	 <b>105</b>
 <b>ANEXOS</b> .....	 <b>106</b>
 ANEXO N° 01 .....	 107
Porcentaje de fallas por talleres - año 2011 .....	107
 ANEXO N° 02 .....	 108
Cuadro de ponderaciones: Matriz causa-efecto .....	108
 ANEXO N° 03 .....	 109
3-1 Formato de muestreo para el factor iluminación .....	109
3-2 Levantamiento de condiciones en la zona de medición .....	110
3-3 Levantamiento de condiciones en la zona de programación .....	111
 ANEXO N° 04 .....	 114
RELACIÓN DE FIGURAS .....	114
 ANEXO N° 05 .....	 116
RELACIÓN DE TABLAS .....	116

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente informe de suficiencia presenta la implementación de medidas enfocadas en la filosofía Lean Manufacturing para la reducción de los reprocesos en un taller de recuperación de componentes de maquinaria pesada.

El taller de recuperaciones presentaba un indicador de reprocesos por encima del estándar internacional que se tenía como meta, por lo cual la sub gerencia del Taller de Recuperaciones y el área de soporte de operaciones, decidieron solucionar este problema implementando una serie de medidas a cargo del área de soporte de operaciones, las cuales se enfocaron en la reducción de los reprocesos y obtener el indicador deseado.

La implementación se llevó a cabo con éxito lográndose mejorar el indicador de reprocesos y manteniéndose el resultado en el tiempo.

Actualmente en el Taller de Recuperaciones sobre la base de la implementación de las medidas presentadas en el presente informe de suficiencia, se encuentra aplicando mejora continua en sus procesos, pues en el tiempo surgen nuevas necesidades para mantener el indicador controlado.

## DESCRIPTORES TEMATICOS

- Taller de recuperaciones
- Lean Manufacturing
- Benchmarking
- Poka Yoke
- 5S
- Kaizen

## **INTRODUCCIÓN**

El rubro maquinaria pesada al estar involucrado en los diferentes sectores tales como: energía, gran minería, industria, construcción, comercio, transporte, agrícola, forestal, marino y pesca, presenta un entorno muy competitivo, en el cual las empresas compiten en calidad, tiempos y costos; estas empresas se encuentran siempre en la constante búsqueda de mejoras y cambios proactivos enfocados en la optimización de soluciones y servicios para la fidelización de su cartera de clientes y captación de nuevos mercados.

En los últimos años la competencia entre las empresas de este rubro se ha incrementado y con la aparición de diversos talleres de servicio mecánico en menor escala, se han visto afectadas en su cartera de clientes las grandes empresas. Dentro de este contexto desafiante convertir los riesgos en oportunidades se hace una necesidad inherente al día a día, así como la búsqueda de mejoras e implementación de cambios para ser más competitivos.

El objetivo del trabajo presentado en el presente informe de suficiencia es mejorar el indicador de reprocesos, para el cual se tiene un estándar internacional establecido para los talleres de servicio de maquinaria pesada, enfocándose en soluciones apoyadas en las prácticas de Lean Manufacturing, lo cual tiene un impacto en la calidad y percepción de los clientes.

En el capítulo I se describirá el escenario y contexto donde ocurre el problema; en el capítulo II se describirá los temas teóricos utilizados para la solución del problema; en el capítulo III se definirá el problema, las alternativas de solución, la

selección de la solución y como se ejecutó la alternativa seleccionada. En el capítulo IV se definirán los criterios de evaluación, la información de la situación actual y la evaluación de los resultados de la solución planteada.

## **CAPÍTULO I**

### **PENSAMIENTO ESTRATÉGICO**

La empresa escogida para el desarrollo del presente trabajo es una empresa que está dedicada a la venta de maquinaria, equipos y servicio postventa de la línea Caterpillar, Kenworth, Terex, Massey Ferguson, entre otras. Forma parte de un holding que abarca diversas subsidiarias dedicadas a la importación y venta de maquinaria, venta de servicios y repuestos, alquiler de maquinaria y venta de bienes de capital a diversos sectores productivos, como minería, construcción, pesca hidrocarburos, entre otros. Desde el año 2010 cuenta con operación ese en Guatemala, El Salvador y Bécice, también bajo acuerdos con Caterpillar.

Caterpillar es uno de los fabricantes de maquinaria más importantes del mundo. Cuenta con más de 170 distribuidores a nivel mundial con presencia en todos los continentes.

La compañía inicialmente se constituyó en Lima en setiembre de 1922 con el nombre de Enrique Ferreyros y Cía., dedicándose a la comercialización de productos de consumo. En 1942 la empresa inicia sus actividades dentro del rubro de bienes de capital, al asumir la representación de Caterpillar Tractor, una marca de maquinaria pesada muy importante a nivel internacional. Dos décadas después, en la década de los 60, otras líneas de máquinas y equipos como Massey Ferguson le encomendaron su representación. Asimismo, fue en 1962 que la empresa concretó su inscripción en la Bolsa de Valores de Lima, convirtiéndose en una compañía de accionariado difundido.

En 1981, la empresa se transformó en sociedad anónima, como parte de un proceso de modernización a fin de reflejar la nueva estructura accionaria. Ello la llevó finalmente a convertirse, en 1998, en una sociedad anónima abierta bajo la denominación de Ferreyros S.A.A.

El 28 de marzo de 2012, la Junta General de Accionistas, aprobó una nueva organización, que permitiría mejorar el enfoque a los diferentes negocios, mediante la segregación de dos bloques patrimoniales. El primer sector, corresponde a la división automotriz y el otro bloque derivado de la venta de maquinaria, equipos y servicio postventa.

Gracias a la reorganización, Ferreyros S.A.A. se transformó en Ferreycorp S.A.A., que asumió el rol corporativo en su calidad de holding del grupo, propietaria de todas las subsidiarias de la corporación, tanto las locales como las extranjeras. Por su parte, la compañía Ferreyros S.A. fue asignada a dedicarse exclusivamente a la comercialización de maquinaria, equipos y servicio postventa de la línea Caterpillar y sus marcas aliadas.

Esta nueva estructura organizativa está diseñada para permitir que cada una de las subsidiarias de la corporación se enfoque mejor en la propuesta de valor a sus clientes, logrando una mejor cobertura para atender las propias oportunidades de negocio y mejorar así sus capacidades operativas. Cabe mencionar que esta reorganización no tiene efectos contables en los estados financieros consolidados del holding, pues todas las subsidiarias se mantienen en el Grupo bajo control común en los ejercicios 2013 y 2012.

## **1.1. DIAGNÓSTICO FUNCIONAL**

### **1.1.1. PRODUCTOS Y SERVICIOS**

Ferreyros S.A.A. es la distribuidora líder de bienes de capital en el Perú. A la fecha, la empresa cuenta con cinco líneas de productos: La línea Caterpillar (máquinas y motores), la línea de equipos agrícolas, la línea

automotriz, la línea de repuestos y servicios y la línea de alquileres y unidades usadas.

- **La Línea Caterpillar** es el negocio más importante de la empresa porque es el distribuidor exclusivo de dichos productos en el Perú; tales como cargadores frontales, tractores de oruga, motoniveladoras, máquinas de asfaltado, excavadoras, retroexcavadoras, compactadoras, camiones fuera de carretera, entre otras máquinas; mientras que en motores Caterpillar, ofrece los motores marinos, destinados al sector pesquero, y los grupos electrógenos, turbinas, equipos de bombeo y de compresión que son demandados mayormente por los sectores minero, petrolero, industrial y pesquero

- **La Línea Automotriz** ofrece camiones de más de 18 TM marca Kenworth. Cabe resaltar que Ferreyros es el único distribuidor de camiones Kenworth en el Perú y, a partir de mayo de 2005, comercializa los camiones Iveco. Además, es importante resaltar que desde 1997 la línea Automotriz cuenta con su propia área de servicios y repuestos la cual brinda servicios de mantenimiento a través de sus doce talleres a nivel nacional. Asimismo, cuenta con un área del servicio de campo y auxilio mecánico con disponibilidad las 24 horas del día. Durante el año 2008, la empresa incorporó la línea de buses de pasajeros de la marca Yutong.

A partir del 2010, Ferreyros inicio la comercialización de dos marcas de calidad tales como: la marca alemana Paus, con equipos utilitarios, camiones y cargadores para minería subterránea; y la marca Oldenburg, que cuenta con equipos de perforación subterránea.

- **La Línea Agrícola**, en esta línea Ferreyros distribuye tractores agrícolas Massey Ferguson e implementos Tatu y Montana, así como en la molinería de arroz, la marca representada es Zaccaría y en silos y secadores de granos, Comil.

- **La Línea de Repuestos y Servicios** brinda todo el soporte técnico postventa de reparación, mantenimiento y repuestos de la Línea Caterpillar. Para ello, Ferreyros importa y repone permanentemente inventario de repuestos para garantizar su disponibilidad inmediata y disminuir al mínimo posible el tiempo de paralización que puedan sufrir los clientes por desperfectos del producto.

- **Las Líneas de Alquileres y Unidades Usadas** ofrece diversos equipos que van desde maquinaria y motores Caterpillar hasta herramientas. La flota de alquiler está compuesta solamente por equipos nuevos. Si éstos exceden las 5,000 horas de vida económica de uso, son vendidos como equipo usado y reemplazados por uno nuevo.

### **1.1.2. CLIENTES**

Conformado por las empresas y personas naturales que solicitan los productos y servicios (venta y posventa) de Ferreyros S.A.A.

Se atienden a clientes de los siguientes subgrupos:

- Sector energía
- Sector gran minería
- Sector minería
- Sector Construcción
- Sector industria y comercio
- Sector transporte automotriz

- Sector agrícola y forestal
- Sector marino y pesca
- Gobierno

Entre sus principales clientes se encuentran: FLSmith, Delkor, Yanacocha, Techint, Flour, Odebrecht, Volcan, Barrick y Goldfields.

### **1.1.3. PROVEEDORES**

Conformado por las empresas que suministran bienes y servicios menores, socios estratégicos y transportistas. La empresa los clasifica en los siguientes subgrupos:

- Caterpillar, Atlas Copco, Sullair, Metso, Paus, Terex, Iveco, Kenworth, Yutong, Massey, Challenger, Fiansa, Marchesan Tatu, Civemasa, Menta Mit, Nogueira, Spra Coupe, Montana, Zaccaria, Kepler Weber, SanMak, Benecke, Mendes, Omil, Oldenburg y Jumil.
- Transporte Nacional (máquinas a clientes)
- Transporte Internacional (transporte internacional de máquinas)
- Agentes de aduana
- Insumos para talleres
- Servicios Generales (alimentos, economato, telefonía, software, uniformes, alquileres de camionetas, archivo, transporte de personal, agencia de viajes, vigilancia, limpieza)

- Merchandising, comunicaciones y relaciones institucionales

- Sistemas y comunicaciones (Telecomunicaciones, servicios TI, Hardware TI)

- Contratistas de construcción

#### **1.1.4. PROCESOS**

Los diversos procesos que realiza Ferreyros S.A. se encuentran esquematizados y sintetizados en el diagrama organizacional de la Figura 1, en el cual interactúan los siguientes protagonistas:

##### **FACTORES EXTERNOS:**

El desempeño del sector minería y construcción afecta a la empresa, pues sus negocios están directamente relacionados con estos sectores, cualquier variación en ellos influirá en los resultados de la empresa.

El tipo de cambio: Al comercializar y adquirir Ferreyros productos, servicios, instrumentos, entre otros a nivel internacional, le afectan las variaciones del tipo de cambio.

Bolsa de valores: De igual forma los resultados provenientes de la bolsa de valores influyen en la organización al tener acciones en la bolsa.

##### **PROVEEDORES:**

Bienes para la comercialización, son aquellos que la empresa vende al mercado nacional e internacional.

Comunicación interna y externa, proveen a la empresa Ferreyros de material publicitario y merchandising, para los clientes internos y externos. Para ambos casos se busca la fidelización.

Insumos para talleres. Los insumos para talleres son aquellos que son utilizados para realizar su servicio, por ejemplo: Aceites, combustibles, líquidos especiales para pruebas, pipetas para realizar pruebas, entre otros.

Servicios generales: Son aquellos que se reciben de fuentes externas para el bienestar de los trabajadores de la compañía, entre ellos tenemos: servicio de vigilancia, servicio de limpieza, servicio de catering, etc.

Recursos humanos: Se encarga de conseguir y reclutar personal de acuerdo a los requerimientos de la empresa.

### **CLIENTES:**

Los clientes de cada uno de los sectores son aquellos que compran maquinaria o solicitan servicios de evaluación, reparación, recuperación, entre otros.

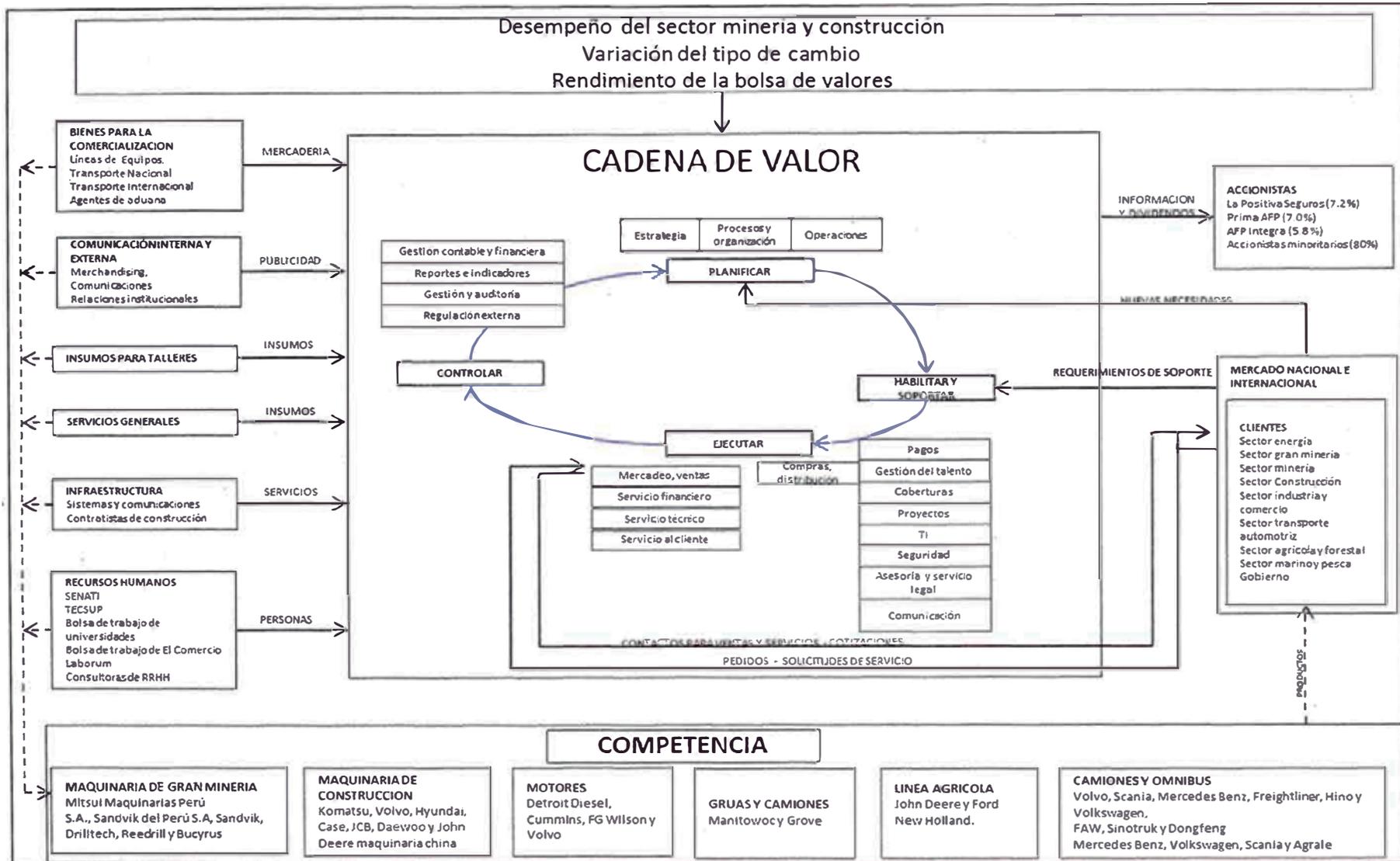
### **COMPETENCIA:**

La competencia de Ferreyros se da por sector de negocio, ya que en cada sector se tienen distintos tipos de competidores, al haber Ferreyros incursionado en diferentes sectores de maquinaria y transporte. En cada uno de los sectores Ferreyros es la empresa que tiene la mayor participación de mercado.

## **ACCIONISTAS:**

Los accionistas mayoritarios de Ferreyros son: La positiva seguros, Prima AFP y AFP integra, ellos invierten y soportan a la organización económicamente.

**FIGURA 1: Diagrama de los procesos de Ferreyros S.A**



FUENTE: Empresa Ferreyros S.A. – Elaboración propia

**TABLA 1:** Descripción de los macroprocesos

<b>Ciclo</b>	<b>Macroprocesos</b>	<b>Entregables</b>
PLANIFICAR	Estrategia	Propuestas de valor y estrategias
	Procesos y organización	Cadenas de valor basadas en procesos y normas
	Operaciones	Objetivos y planes anuales
HABILITAR Y SOPORTAR	Pagos	Pagos realizados a proveedores, financieras y de ley
	Compras	Compras comerciales y no comerciales
	Gestión del talento	Gestión del personal nuevo, contratado y permanente
	Coberturas	Coberturas por garantías
	Proyectos	Proyectos de inversión, de mejora, de tecnología, etc
	TI	Sistemas de información
	Seguridad	Sistemas de seguridad industrial
	Asesoría y servicio legal	Asesoría legal en financiamientos, compras, inversiones, etc
EJECUTAR	Comunicación	Comunicación interna y externa
	Mercadeo, ventas	Oportunidades de venta
	Servicio financiero	Financiamiento propio y de terceros
	Servicio técnico	Pre- entrega, mantenimiento, talleres, servicio en campo
CONTROLAR	Servicio al cliente	Post entrega, resolución de reclamos.
	Gestión contable y financiera	Estados financieros
	Reportes e indicadores	Reportes e indicadores de control
	Gestión y auditoría	Auditoría interna
	Regulación externa	Auditoría externa

**FUENTE:** Empresa Ferreyros S.A.

Para el caso de estudio del presente trabajo, se enfocará el proceso del Taller de Recuperaciones basado en sub procesos de mecanizado, metalizado y soldadura, el cual es parte del macroproceso servicio técnico.

El Taller de Recuperaciones es una unidad especializada en la recuperación de piezas y componentes de maquinaria pesada de todos los sectores productivos. Cuenta con un taller de mecanizado y metalizado, un taller de soldadura, un taller hidráulico, y un equipo de operaciones en campo, que trabaja bajo estándares internacionales y con un riguroso control de procesos.

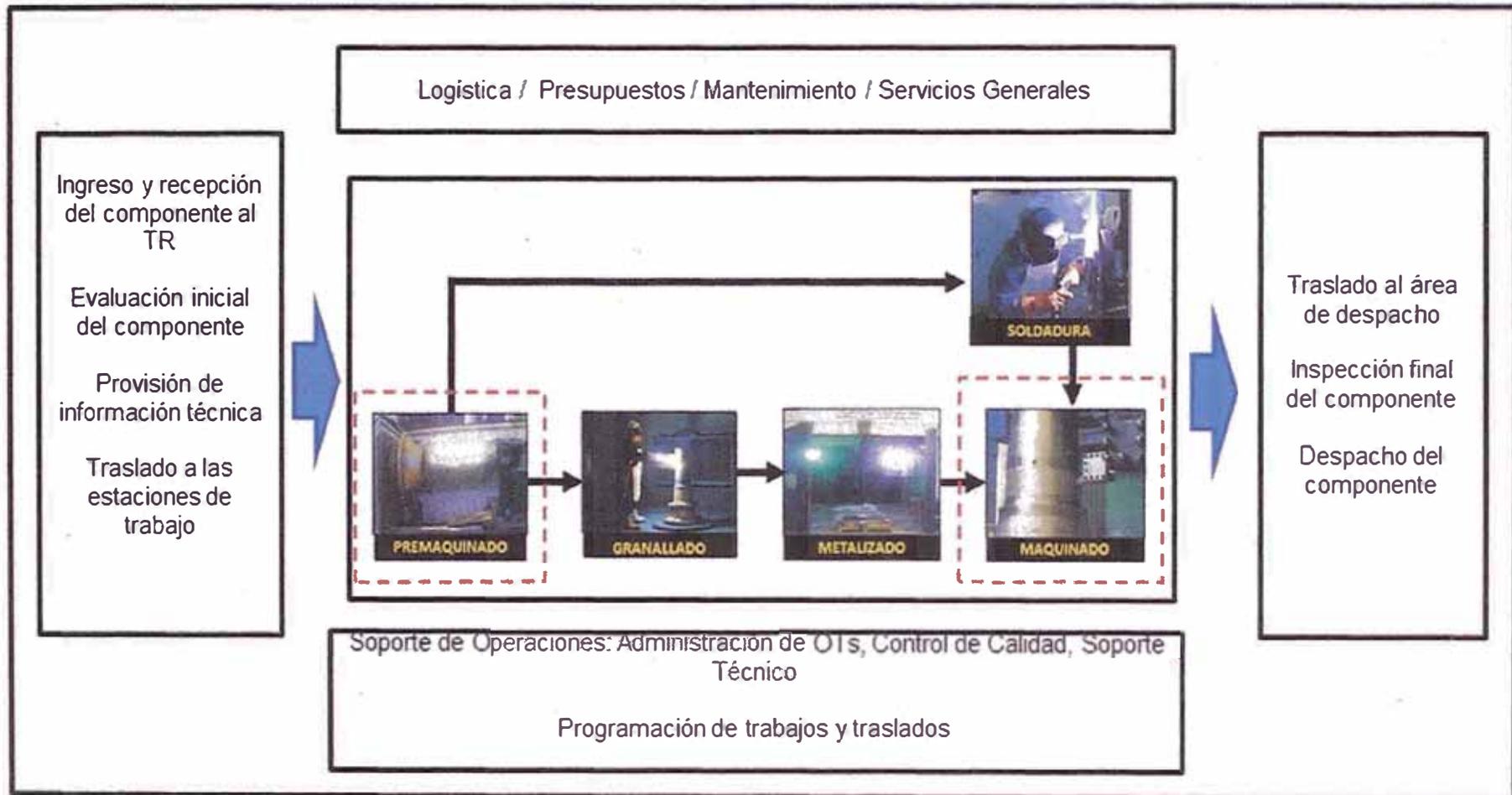
Los talleres de mecanizado, metalizado y soldadura se dedican a la recuperación de componentes de todo tamaño, devolviéndoles sus características originales, desde las medidas hasta los niveles de dureza superficial. El proceso en el taller comprende la cobertura de las piezas con una aleación de metales pulverizados o a través de un proceso de

soldadura para que luego de un proceso de maquinado, el componente presente las características de una pieza nueva.

En este taller, que viene funcionando hace más de trece años, se pueden reparar desde pequeñas cosas como la tapa de un compresor de aire de motor, hasta un componente muy grande de una pala gigante. Además, el trabajo que realizan ayuda en la lucha por el medio ambiente, ya que los clientes pueden volver a utilizar una pieza y no tener la necesidad de mandarla a una chatarrería, destruirla o fundir el fierro, lo que ocasiona contaminación.

El macroproceso del taller de recuperaciones se muestra a continuación en la Figura 2 de la siguiente hoja.

**FIGURA 2:** Proceso de recuperación de componentes de maquinaria pesada



**FUENTE:** Empresa Ferreyros S.A. – Elaboración propia

### 1.1.5. ORGANIZACIÓN

La empresa Ferreyros forma parte del holding Ferreycorp, se encuentra organizada por una Gerencia General y las gerencias de cada empresa del holding.

El organigrama de la compañía y las actividades de las subsidiarias, luego de finalizado el proceso de reorganización en julio de 2012, se muestra a continuación:

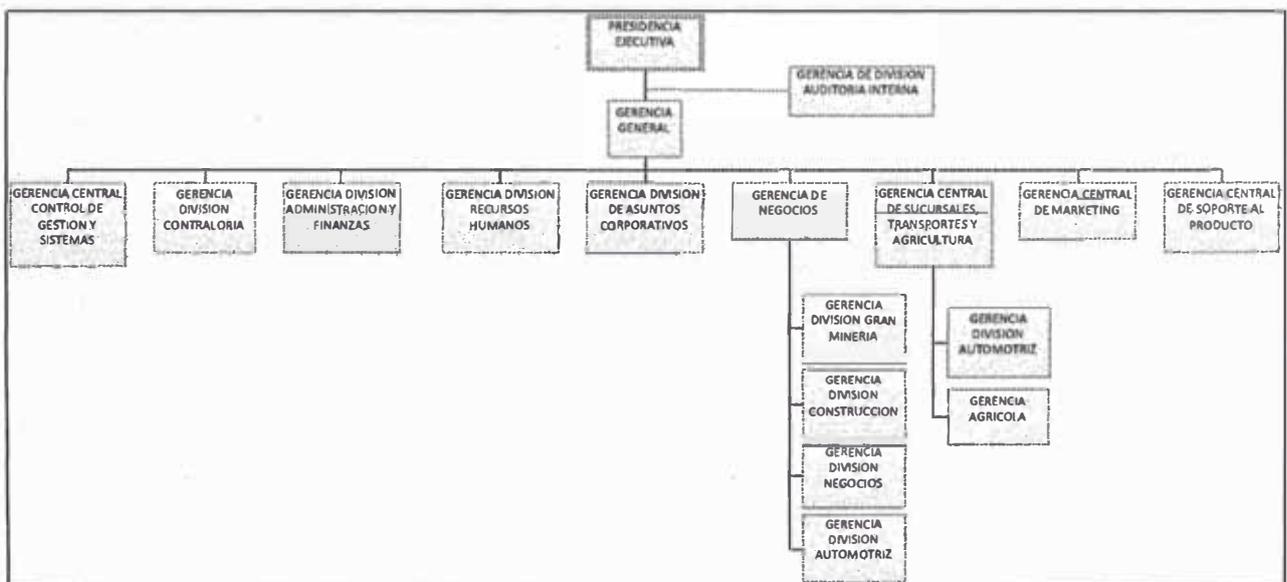
**FIGURA 3:** Organigrama del holding



**FUENTE:** Empresa Ferreyros S.A.

En la Figura 5 se puede observar a Ferreyros como parte del Holding Ferreycorp, pero internamente tiene un organigrama diferenciado el cual se muestra a continuación:

**FIGURA 4:** Organigrama Ferreyros S.A.



**FUENTE:** Empresa Ferreyros S.A.

El presente informe se centrará en el Taller de Recuperaciones que es parte de la Gerencia Central de Soporte al Producto, a continuación se muestra el organigrama del Taller de Recuperaciones:

**FIGURA 5:** Organigrama Taller de Recuperaciones



**FUENTE:** Empresa Ferreyros S.A. – Elaboración propia

## 1.2. DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO

### 1.2.1. VISIÓN, MISIÓN Y VALORES DE LA EMPRESA

#### **MISION**

Fortalecer el liderazgo siendo reconocidos por nuestros clientes como la mejor opción de manera que podamos alcanzar las metas de crecimiento

#### **VISION**

Proveer las soluciones que cada cliente requiere facilitándole los bienes de capital y servicios que necesita para crear valor en los mercados en los que actúa

#### **VALORES**

- Integridad.
  
- Equidad.
  
- Vocación de servicio.

- Excelencia e innovación.
- Respeto a la persona.
- Trabajo en equipo.
- Compromiso.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS**

Los objetivos estratégicos son los siguientes:

- Liderazgo: Trabajar por mantener el liderazgo de la empresa a nivel nacional e internacional. Enfocándose en ser muy efectivos en concretar las oportunidades de negocio detectadas, así como lograr la satisfacción de los clientes mediante una permanente búsqueda de entrega de mayores valores agregados y servicios.
- Impacto positivo: Búsqueda de tener siempre un impacto positivo en todos los grupos de interés relacionados a la empresa: colaboradores, clientes, proveedores, accionistas, comunidad, medio ambiente, gobierno y sociedad en general, mejorando las buenas prácticas en la gestión de recursos humanos, con una cultura fuertemente orientada a la seguridad.
- Alcanzar resultados: Enfoque en obtener los resultados planteados como meta.
- Capacidades de nivel mundial: Mantener una cultura de excelencia enfocada en brindar mejor soporte al producto, mejorando el tiempo dedicado a culminar los ciclos de servicios y optimizando nuestra logística eficiente con metodologías de mejora continua.

### **1.2.3. FODA**

#### **FORTALEZAS**

Empresa reconocida en el mercado, 91 años en Perú y 71 años representando a Caterpillar.

- Líder en el mercado peruano de maquinaria pesada y equipos.
- Cobertura e infraestructura en las principales ciudades del país (más oficinas que los competidores).
- Servicio técnico altamente calificado, con talleres bien implementados a nivel nacional.
- Amplia experiencia de la plana gerencial y en la industria.

#### **OPORTUNIDADES**

- Proyectos Mineros a desarrollarse en los próximos 5 años (Ampliación de Barrick Lagunas Norte, Las Bambas, Antapacay, ampliación de Tintaya, ampliación de Antamina, etc.).
- Inversión de Gobierno Central, Gobiernos Regionales y Gobiernos Municipales, incremento de demanda de equipos (carreteras, proyectos de irrigación, etc.).

Mercado potencial en los sectores no atendidos por su mediano poder adquisitivo.

- Demanda creciente en provincia

- Incursión en nuevos mercados

## **DEBILIDADES**

- Servicio técnico muy costoso y la atención al interior del país es muy lenta (generando insatisfacción en los clientes por tener maquinas paradas por varios días).
- El precio no permite llegar a clientes pequeños.
- Equipos importados de Brasil son de menor calidad que los fabricados en USA (actualmente se importan de Brasil por precio más bajo y muchos clientes se quejan de la calidad del producto).
- Alta correlación con el desempeño del sector minería y construcción.
- Exposición a riesgo cambiario por ventas y gastos operativos en distintas monedas.
- Elevado nivel de existencias y necesidades de capital de trabajo.

## **AMENAZAS**

- Nuevas empresas que llegan a competir al Perú (Komatsu, Volvo, John Deere, New Holland, Case, maquinaria china).
- Menor crecimiento en las ventas por una posible desaceleración de la economía y la demanda interna.
- Posible depreciación del dólar estadounidense.
- Encarecimiento de la tasa de fondeo

## 1.2.4. MATRIZ FODA

	<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
	1. Proyectos Mineros a desarrollarse en los próximos 5 años 2. Inversión de Gobierno Central, Gobiernos Regionales y Gobiernos Municipales, incremento de demanda de equipos 3. Mercado potencial en los sectores no atendidos por su mediano poder adquisitivo. 4. Demanda creciente en provincia. 5. Incursión en nuevos mercados	1. Nuevas empresas que llegan a competir al Perú 2. Menor crecimiento en las ventas por una posible desaceleración de la economía y la demanda interna. 3. Posible depreciación del dólar estadounidense. 4. Encarecimiento de la tasa de fondeo
<b>FORTALEZAS</b>	<b>ESTRATEGIAS F/O</b>	<b>ESTRATEGIAS F/A</b>
1. Líder en el mercado peruano de maquinaria pesada y equipos. 2. Cobertura e infraestructura en las principales ciudades del país (más oficinas que los competidores). 3. Servicio técnico altamente calificado. 4. Talleres bien implementados a nivel nacional. 5. Amplia experiencia de la plana gerencial y en la industria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Invertir en equipos de mayor capacidad para atender los proyectos mineros emergentes.</li> <li>- Implementación de nuevos servicios técnicos para atender la demanda creciente de los clientes (Servicio de balanceo, servicios de ultrasonido, etc.)</li> <li>- Apertura de nuevas sucursales de talleres en provincias, con el fin de atender con mayor rapidez la demanda de clientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fortalecer la imagen de marca -. Calidad a través de campañas orientadas a la fidelización de clientes.</li> <li>- Establecer una política de ventas en moneda nacional.</li> <li>- Establecer precios más competitivos.</li> </ul>
<b>DEBILIDADES</b>	<b>ESTRATEGIAS D/O</b>	<b>ESTRATEGIAS D/A</b>
1. Servicio técnico muy costoso. 2. El precio no permite llegar a clientes pequeños. 3. Equipos importados de Brasil son de menor calidad que los fabricados en USA 4. Alta correlación con el desempeño del sector minería y construcción. 5. Exposición a riesgo cambiario por ventas y gastos operativos en distintas monedas. 6. Elevado nivel de existencias y necesidades de capital de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ampliación de representaciones para atender diferentes sectores.</li> <li>- Fortalecer las ventas en el mercado al interior del país.</li> <li>- Implementar mejores prácticas de mantenimiento preventivo para la preservación de equipos e infraestructura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecer alianzas y acuerdos con clientes estratégicos para afrontar tiempos de crisis.</li> <li>- Incremento de la participación de mercado a nivel internacional.</li> </ul>

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. TEORÍA DE REFERENCIA**

##### **2.1.1 LEAN**

"Lean" es una filosofía que trata de reducir al mínimo el capital de trabajo necesario para producir un producto o proveer un servicio. En otras palabras, el tiempo de "valor agregado" de un proceso debe exceder considerablemente el tiempo de "ningún valor agregado".

"Cualquier cosa o actividad que no agrega valor se considera un desperdicio o muda".<sup>1</sup>

##### **2.1.2 SIX SIGMA LEAN**

Six Sigma Lean es la aplicación de la metodología DMAIC, complementada con conceptos extraídos de los principios de Lean. Los cuales combinados, proveen un proceso sostenible para aumentar la velocidad, administrar inventario/capacidad, y reducir la ineficacia.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Humberto Gutierrez Pulido, *Calidad y Productividad*, Mac Graw Hill, México, 2010, p. 96.

<sup>2</sup> Concepto resumido del Programa de capacitación de Six Sigma Lean Ferreyros S.A.

Los beneficios de aplicar la metodología Six Sigma Lean son:

Lealtad y retención de los clientes

Demandas de tiempo de espera más corto de los clientes

Presión de reducir los precios: costos más bajos

Menor inversión de capital

Expansión de capacidad

En la Figura 6, se muestran las actividades de cada paso Lean Six Sigma.



**FUENTE:** Programa de capacitación de Six Sigma Lean Ferreyros S.A.

### 2.1.3 LEAN MANUFACTURING

El Lean Manufacturing nació en Japón y fue concebido por los grandes gurús del sistema de producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda entre otros.

El Lean Manufacturing ha sido definido como una filosofía de excelencia de manufactura que ofrece un rendimiento superior para los clientes, empleados, accionistas y sociedad en general. Inicialmente, este rendimiento superior entrega exactamente lo que quieren los clientes sin problemas, demoras, molestias, errores y sin necesitar de apagafuegos.

Muy rápidamente también libera capacidad de entregar un tercio más de valor, con los recursos existentes con pocos costos adicionales.

La idea fundamental detrás del lean es ver que el valor del cliente es creado por las acciones de diferentes personas a través de muchos departamentos y organizaciones. La conexión de estos sin fisuras de extremo a extremo, o valor de flujo de proceso, para cada familia de productos, revela literalmente, cientos de oportunidades para acelerar el flujo, eliminando los pasos que no añaden valor y alineando la creación de flujo de valor con la demanda de los clientes.<sup>3</sup>

El Lean Manufacturing (Manufactura esbelta) se enfoca a la reducción de los "desperdicios" en productos manufacturados:

- Sobreproducción
- Tiempo de espera
- Transporte
- Sobreprocesamiento
- Inventario
- Movimientos

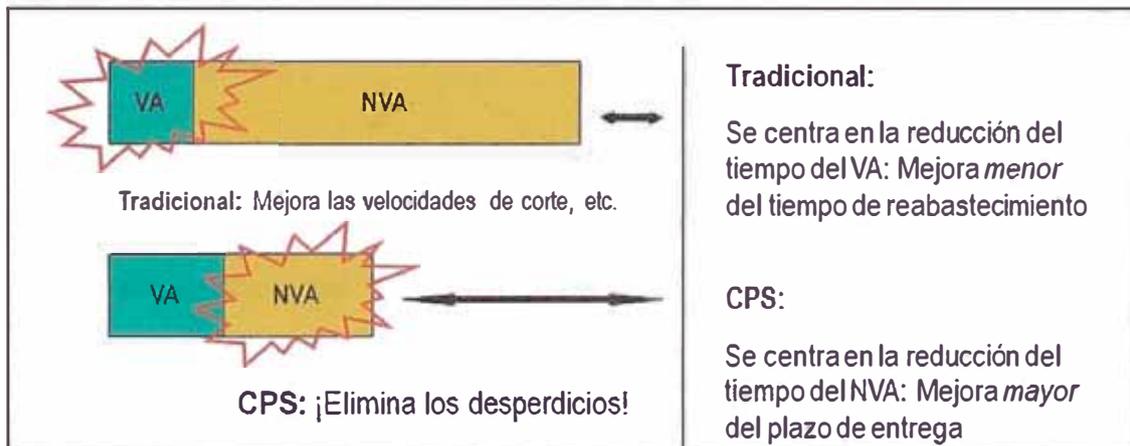
---

<sup>3</sup> Concepto resumido del Programa de capacitación de Six Sigma Lean Ferreyros S.A.

- Defectos
- No involucramiento del personal

Eliminando el despilfarro, la calidad mejora y el tiempo de producción y el costo, se reducen. Las herramientas "lean" (en inglés, "sin grasa" o "ágil") incluyen procesos continuos de análisis (kaizen), producción "pull" (en el sentido de kanban), y elementos y procesos "a prueba de fallos" (pokayoke).

**FIGURA 7:** Mejora tradicional vs mejora six sigma lean (cps)



**FUENTE:** Programa de capacitación de Six Sigma Lean – Ferreyros S.A.

Los principios clave del Lean Manufacturing son<sup>4</sup>:

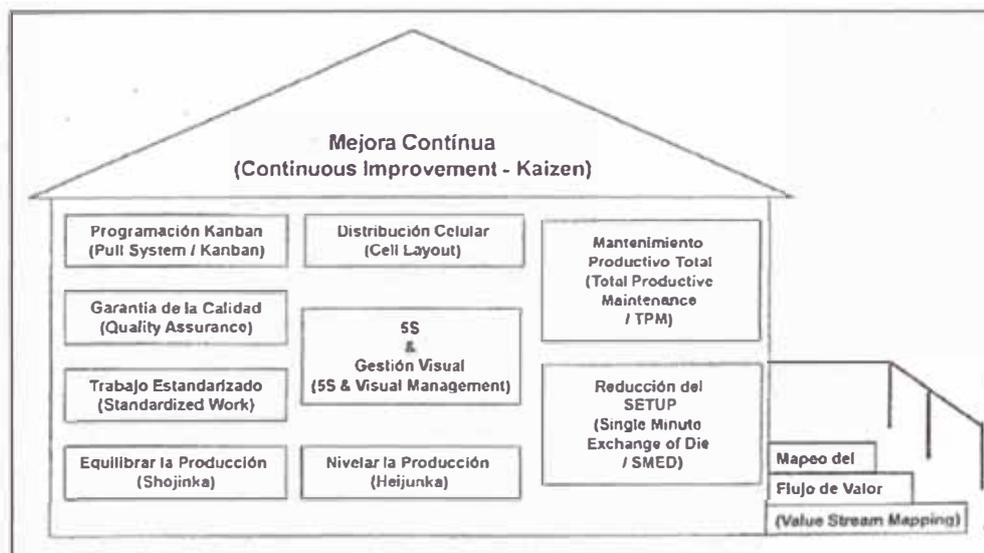
- Calidad perfecta a la primera: Búsqueda de cero defectos, detección y solución de los problemas en su origen.
- Minimización del despilfarro: Eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido y redes de seguridad, optimización del uso de los recursos escasos (capital, gente y espacio).

<sup>4</sup> Fuente: Wikipedia (2013), *Lean Manufacturing*, revisado el 5 de Octubre del 2013, [http://es.wikipedia.org/wiki/Lean\\_manufacturing](http://es.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing)

- Mejora continua: Reducción de costos, mejora de la calidad, aumento de la productividad y compartir la información.
- Procesos "pull": Los productos son tirados (en el sentido de solicitados) por el cliente final, no empujados por el final de la producción.
- Flexibilidad: Producir rápidamente diferentes mezclas de gran variedad de productos, sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción.
- Construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores tomando acuerdos para compartir el riesgo, los costos y la información.

Las técnicas y herramientas de Lean Manufacturing buscan reducir los desperdicios del proceso de producción desarrollando un sistema planificación Lean Enterprise para lo cual se puede mostrar el siguiente esquema:

**FIGURA 8:** Técnicas para el Lean Manufacturing



**FUENTE:** Programa de capacitación de Six Sigma Lean- Ferreyros S.A.

Asimismo la aplicación de cada una de las técnicas y herramientas Lean permitirán atacar en cierto grado los principales desperdicios identificados:

**TABLA 2:** Técnicas para el Lean Manufacturing

Técnica Aplicada	Desperdicio Eliminado o Reducido							
	Sobreprod.	Inventarios	Transpor	Movim.	Espera	Defect	Sobre-Procesam	No Involucra
Value Stream Map.	X	X	X	X	X			
Kanban	X	X				X		
5S & Gestión Visual	X	X		X	X	X		X
Reducción Setup	X	X			X			X
Shojinka	X	X			X		X	
TPM					X			X
Heijunka	X	X			X			
Cell Layout	X	X	X	X	X	X	X	X
Quality Assurance	X	X			X	X		X
Kaizen	X	X	X	X	X	X	X	X
Standardized Work				X		X		

**FUENTE:** Programa de capacitación de Six Sigma Lean – Ferreyros S.A.

El sistema Lean Manufacturing está asociado fuertemente al sentido común y por eso su implementación exige una adecuada preparación donde todos, directivos y empleados estén comprometidos a cambiar su forma de pensar y de trabajar<sup>5</sup>.

También es importante el desarrollo de un pensamiento estratégico que permita “hacer más con menos” y brindar una manera de hacer el trabajo en un ambiente más agradable y satisfactorio, para convertir el desperdicio en valor. Definitivamente se debe aprender a trabajar en equipo.

Además, para implementar en las empresas un sistema tan sencillo en el procedimiento, pero complejo en su filosofía, es determinante el compromiso de la alta dirección, que con sentido común y suficientes recursos económicos debe invertir en formación para respaldar esta clase de proyectos.

<sup>5</sup> Sevillano Fernando(3 de noviembre del 2008), *Lean Manufacturing*, revisado el 5 de octubre del 2013, <http://redindustria.blogspot.com/2008/10/lean-manufacturing-y-mes-ii.html>

#### 2.1.4 KAIZEN

Kaizen es una filosofía que define el rol de la gerencia en fomentar la continuidad e implementación de pequeñas mejoras que implican a todos en la organización<sup>6</sup>.

El Kaizen, es un método de mejoramiento continuo que sobresale por ser aplicable a todo nivel, tanto en la vida social, como en la vida personal y en el mundo de los negocios. En este último se caracteriza por desarrollar una cultura y dar participación a todos los trabajadores, desde la alta gerencia hasta el personal de limpieza.

La expresión Kaizen viene de las palabras japonesas “kai” y “zen” que en conjunto significan la acción del cambio y el mejoramiento continuo, gradual y ordenado. Adoptar el kaizen es asumir la cultura de mejoramiento continuo que se centra en la eliminación de los desperdicios y en los despilfarros de los sistemas productivos. Se trata de un reto continuo para mejorar los estándares, y la frase: un largo camino comienza con un pequeño paso, grafica el sentido del kaizen: todo proceso de cambio debe comenzar con una decisión y debe ser progresivo en el tiempo, sin marcha atrás. Este método se utiliza también en psicología para la obtención de metas. Por ejemplo una persona que desee bajar de peso, debe comenzar con una dieta continua y progresiva en el tiempo. Lo mismo para quien desee correr la maratón. El primer día serán sólo un par de kilómetros, pero el esfuerzo creciente y continuo de cada día permitirá al deportista alcanzar el nivel deseado.

El mensaje de la estrategia de Kaizen es que no debe pasar un día sin que se haya hecho alguna clase de mejoramiento, sea a nivel social, laboral o familiar. Se debe ser muy riguroso y encontrar la falla o problema y

---

<sup>6</sup> Borrer Conie, 2008, *Handbook The Certified Quality Engineer*, American Society for Quality, United States, 2008, p. 319.

hacerse cargo de él. La complacencia es el enemigo número uno del Kaizen. Y en su idea de mejoramiento continuo se involucra en la gestión y el desarrollo de los procesos, enfatizando las necesidades de los clientes para reconocer y reducir los desperdicios y maximizar el tiempo.

El Kaizen le da al tiempo el valor que tiene dado que lo considera un recurso estratégico. El tiempo es uno de los recursos más escasos dentro de cualquier organización y, a pesar de ello, uno de los que se desperdician con más frecuencia. Solamente ejerciendo control sobre este recurso valioso se pueden poner en marcha las otras tareas administrativas y prestarles el grado de atención que merecen. El tiempo es el único activo irrecuperable que es común a todas las empresas independientemente de su tamaño. Es el recurso más crítico y valioso de cualquier empresa. Cuando se utiliza, se gasta, y nunca más volverá a estar disponible. A pesar de que este recurso es extremadamente crítico y valioso, es uno de los activos que en la mayoría de las empresas se maneja con menor cuidado y ello puede ser así porque el tiempo no aparece en el balance o en los estados de resultados, dado que no es tangible y porque parece ser gratis. Pero el tiempo es un activo administrable y de esto toma nota el Kaizen<sup>7</sup>.

La utilización ineficiente del tiempo da como resultado el estancamiento. Los materiales, los productos, la información y los documentos permanecen en un lugar sin agregar valor alguno. En el área de producción, el desperdicio temporal toma la forma de inventario. En el trabajo de oficina, esto sucede cuando un documento o segmento de información permanece en un escritorio o dentro de un computador esperando una decisión o una firma. Todo estancamiento produce despilfarro. Los desperdicios (muda) conducen invariablemente a la

<sup>7</sup> Lefcovich Mauricio(2003), *KAIZEN – La Mejora Continua aplicada en la Calidad, Productividad y Reducción de Costos – Introducción*, revisado el 5 de octubre del 2013, <http://www.degerencia.com/articulos.php?artid=305>

pérdida de tiempo, por eso el lugar de trabajo (gemba) debe estar siempre ordenado.

El tiempo es un activo que con frecuencia se desprecia. Si se dilapida pone en peligro el mejor de los planes; si se utiliza cuidadosamente hace que la administración sea más efectiva y menos inquietante. El tiempo es irrecuperable. Al menos en teoría, siempre es posible obtener más dinero o contratar otra persona, pero el tiempo debe utilizarse con prudencia. Una vez que el tiempo se ha gastado, nadie tiene una segunda oportunidad para usarlo.

Este muda es mucho más frecuente en el sector servicios. Mediante la eliminación de los ya mencionados cuellos de botella de tiempo que no agregan valor, el sector servicios debe tener la capacidad de lograr incrementos sustanciales, tanto en eficiencia como en satisfacción del cliente. Por cuanto no tiene costo alguno, la eliminación del muda es una de las formas más fáciles que tiene la empresa para mejorar sus operaciones. Todo lo que tenemos que hacer es ir a los lugares de trabajo, observar lo que está sucediendo allí, reconocer el muda y emprender los pasos necesarios para su eliminación. El tiempo también puede ser administrado para darle un uso óptimo, en la misma forma que se maneja cualquiera de los activos tangibles de la organización.<sup>8</sup>

En síntesis, el método Kaizen debe contemplar una visión sistémica de la empresa que participe activamente en los procesos productivos, y en la planificación comercial y financiera. Esto implica apelar a diversas estrategias que permitan aumentar y dar flexibilidad a la capacidad productiva

<sup>8</sup> Lefcovich Mauricio(2003), *KAIZEN – La Mejora Continua aplicada en la Calidad, Productividad y Reducción de Costos – Introducción*, revisado el 5 de octubre del 2013, <http://www.degerencia.com/articulos.php?artid=305>

### 2.1.5 POKA YOKE

Un poka yoke (literalmente a prueba de errores) es un dispositivo (generalmente) destinado a evitar errores; algunos autores manejan el poka yoke como un sistema anti-tonto el cual garantiza la seguridad de los usuarios de cualquier maquinaria, proceso o procedimiento, en el cual se encuentren relacionados, de esta manera, no provocando accidentes de cualquier tipo; originalmente que piezas mal fabricadas siguieran en proceso con el consiguiente costo<sup>9</sup>.

Estos dispositivos fueron introducidos en Toyota en la década de los 60, por el ingeniero Shigeo Shingo dentro de lo que se conoce como Sistema de Producción Toyota. Aunque con anterioridad ya existían poka yokes, no fue hasta su introducción en Toyota cuando se convirtieron en una técnica, hoy común, de calidad.

Afirmaba Shingo que la causa de los errores estaba en los trabajadores y los defectos en las piezas fabricadas se producían por no corregir aquéllos. Consecuente con tal premisa cabían dos posibilidades u objetivos a lograr con el poka yoke:

- Imposibilitar de algún modo el error humano; por ejemplo, los cables para la recarga de baterías de teléfonos móviles y dispositivos de corriente continua sólo pueden conectarse con la polaridad correcta, siendo imposible invertirla, ya que los pines de conexión son de distinto tamaño o forma.
- Resaltar el error cometido de tal manera que sea obvio para el que lo ha cometido. Shingo cita el siguiente ejemplo: un trabajador ha de montar dos pulsadores en un dispositivo colocando debajo de ellos un

---

<sup>9</sup> Wikipedia Español (2013), *Poka Yoke*, revisado el 5 de octubre del 2013, <http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/943175>

muelle; para evitar la falta de éste último en alguno de los pulsadores se hizo que el trabajador cogiera antes de cada montaje dos muelles de la caja donde se almacenaban todos y los depositase en una bandeja o plato; una vez finalizado el montaje, el trabajador se podía percatar de inmediato del olvido con un simple vistazo a la bandeja, algo imposible de hacer observando la caja donde se apilaban montones de muelles.

- Actualmente los poka yokes suelen consistir en:
- Un sistema de detección, cuyo tipo dependerá de la característica a controlar y en función del cual se suelen clasificar, y
- Un sistema de alarma (visual y sonora comúnmente) que avisa al trabajador de producirse el error para que lo subsane.

### **2.1.6 5S**

El método de las 5S, así denominado por la primera letra del nombre que en japonés designa cada una de sus cinco etapas, es una técnica de gestión japonesa basada en cinco principios simples. Se inició en Toyota en los años 1960 con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral<sup>10</sup>.

Las 5S han tenido una amplia difusión y son numerosas las organizaciones de diversa índole que lo utilizan, tales como, empresas industriales, empresas de servicios, hospitales, centros educativos o asociaciones.

---

<sup>10</sup> Wikipedia (2013), 5S, revisado el 5 de octubre del 2013, <http://es.wikipedia.org/wiki/5S>

La integración de las 5S satisface múltiples objetivos. Cada 'S' tiene un objetivo particular:

- Clasificación (seiri): separar innecesarios

Es la primera de las cinco fases. Consiste en identificar los elementos que son necesarios en el área de trabajo, separarlos de los innecesarios y desprenderse de estos últimos, evitando que vuelvan a aparecer. Asimismo, se comprueba que se dispone de todo lo necesario.

- Orden (seiton): situar necesarios

Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

Se pueden usar métodos de gestión visual para facilitar el orden, identificando los elementos y lugares del área. Es habitual en esta tarea el lema (leitmotiv) «un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar». En esta etapa se pretende organizar el espacio de trabajo con objeto de evitar tanto las pérdidas de tiempo como de energía.

- Limpieza (seisō): suprimir suciedad

Una vez despejado (seiri) y ordenado (seiton) el espacio de trabajo, es mucho más fácil limpiarlo (seisō). Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, y en realizar las acciones necesarias para que no vuelvan a aparecer, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo. El incumplimiento de la limpieza puede tener muchas consecuencias, provocando incluso anomalías o el mal funcionamiento de la maquinaria.

- Estandarización (seiketsu): señalar anomalías

Consiste en detectar situaciones irregulares o anómalas, mediante normas sencillas y visibles para todos.

Aunque las etapas previas de las 5S pueden aplicarse únicamente de manera puntual, en esta etapa (seiketsu) se crean estándares que recuerdan que el orden y la limpieza deben mantenerse cada día.

- Mantenimiento de la disciplina (shitsuke): seguir mejorando

Con esta etapa se pretende trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas, comprobando el seguimiento del sistema 5S y elaborando acciones de mejora continua, cerrando el ciclo PDCA (Planificar, hacer, verificar y actuar).

Si esta etapa se aplica sin el rigor necesario, el sistema 5S pierde su eficacia. Establece un control riguroso de la aplicación del sistema. Tras realizar ese control, comparando los resultados obtenidos con los estándares y los objetivos establecidos, se documentan las conclusiones y, si es necesario, se modifican los procesos y los estándares para alcanzar los objetivos.<sup>11</sup>

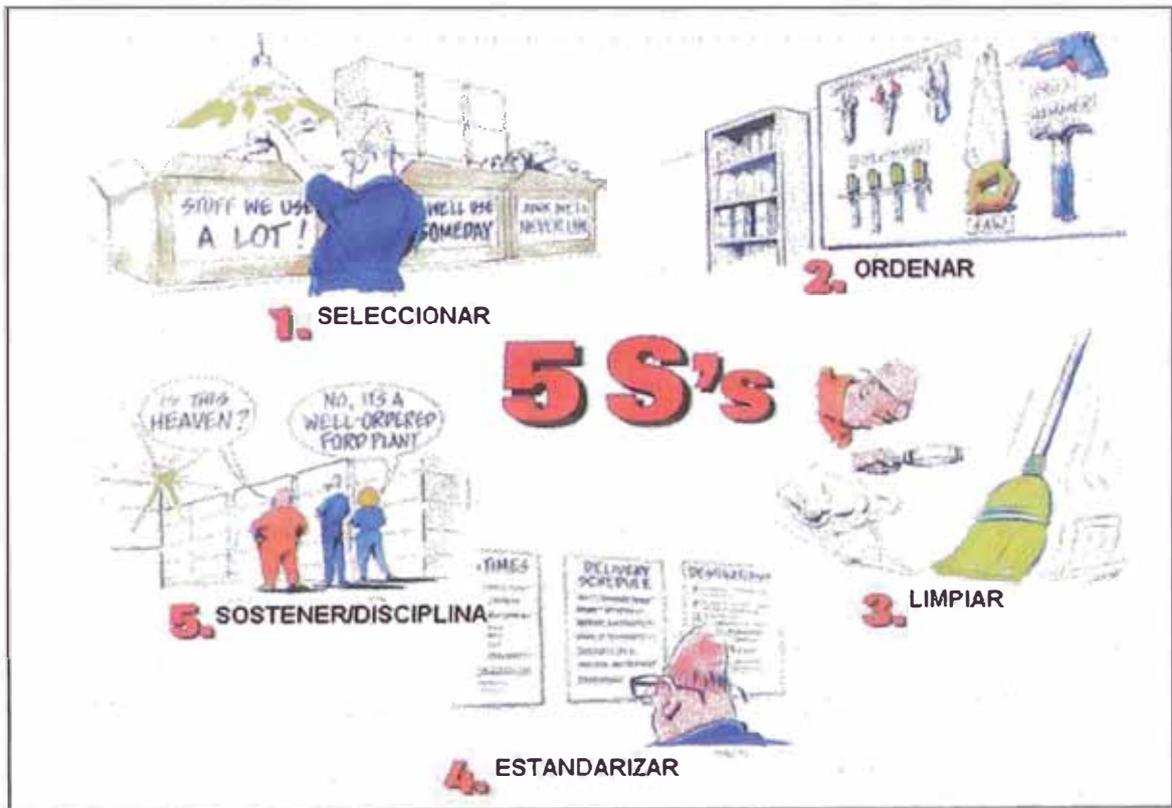
**TABLA 3:** Objetivos de las 5S

Denominación		Concepto	Objetivo particular
Español	Japonés		
Clasificación	整理, <i>Seiri</i>	Separar innecesarios	Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil
Orden	整頓, <i>Seiton</i>	Situar necesarios	Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz
Limpieza	清掃, <i>Seisō</i>	Suprimir suciedad	Mejorar el nivel de limpieza de los lugares
Estandarización	清潔, <i>Seiketsu</i>	Señalar anomalías	Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden
Mantener la disciplina	躰, <i>Shitsuke</i>	Seguir mejorando	Fomentar los esfuerzos en este sentido

**FUENTE:** Wikipedia, enciclopedia libre en español

<sup>11</sup> Wikipedia (2013), 5S, revisado el 5 de octubre del 2013, <http://es.wikipedia.org/wiki/5S>

**FIGURA 9:** Procesos de las 5S



**FUENTE:** TPF Europe BV

## **CAPITULO III**

### **PROCESO DE TOMA DE DECISIONES**

#### **3.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

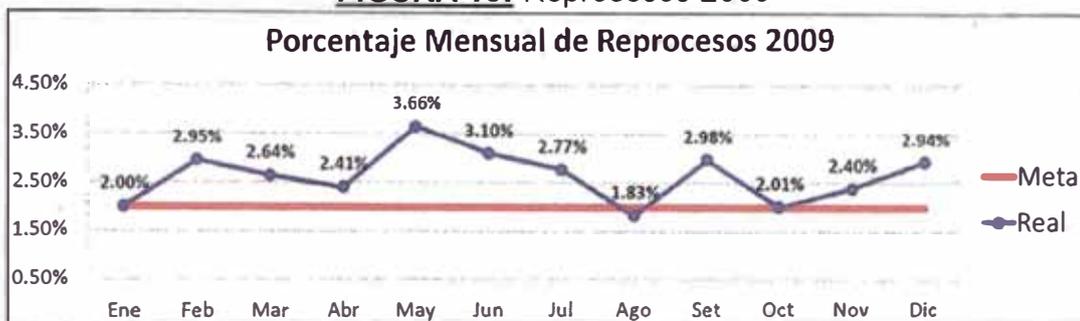
Con el objetivo de identificar la situación problema se empezará describiendo el estado actual del Taller de Recuperaciones.

Actualmente el Taller de Recuperaciones presenta un problema en su indicador de reprocesos, el cual no presenta estabilidad de su valor en el tiempo y muchas veces sobrepasa la meta interna y la recomendación propuesta por el fabricante, ya que como parte de los distribuidores exclusivos de Caterpillar, para encontrarse dentro de los estándares internacionales el indicador de reprocesos no debe sobrepasar el 2% en número y costo respecto a los productos entregados y el valor de las ventas respectivamente.

Debido a este resultado y con la finalidad de alcanzar, surgió la preocupación de parte de la sub gerencia del Taller de Recuperaciones para poder plantear soluciones sustentables y sostenibles en el tiempo para la mitigación y/o eliminación de los reprocesos.

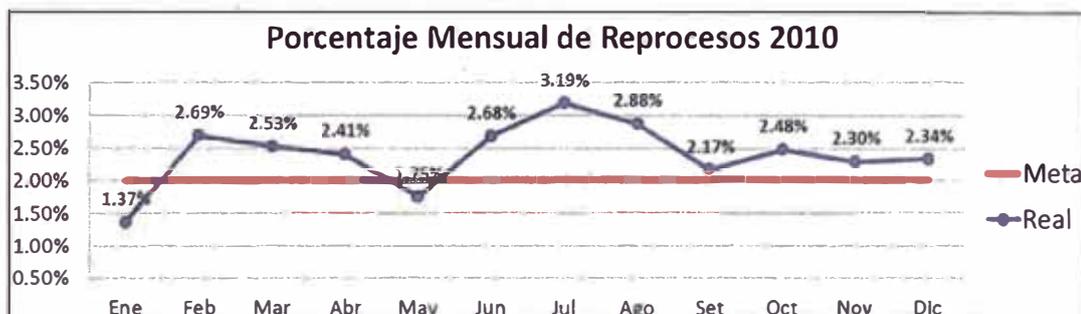
A continuación se muestran los porcentajes de reprocesos referentes a los periodos 2009 -2011

**FIGURA 10:** Reprocesos 2009



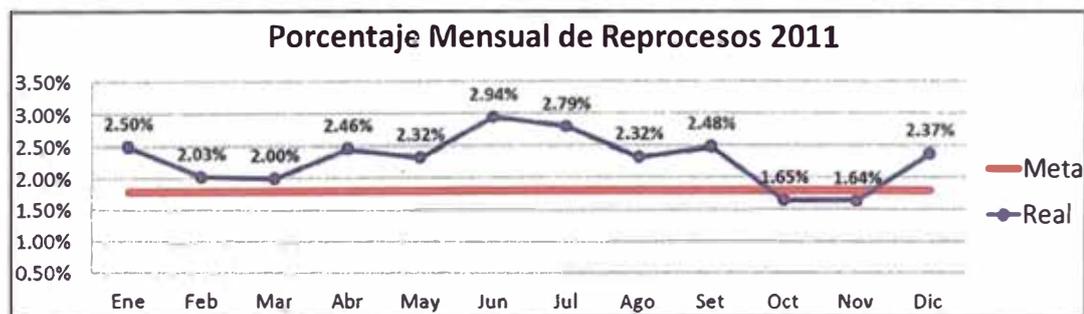
**FUENTE:** Ferreyros S.A. Elaboración Propia

**FIGURA 11:** Reprocesos 2010



**FUENTE:** Ferreyros S.A. Elaboración Propia

**FIGURA 12:** Reprocesos 2011



**FUENTE:** Ferreyros S.A. Elaboración Propia

Como se puede observar el indicador de reprocesos se encuentra por encima del Benchmarking de Caterpillar (2%), además el problema de reprocesos afecta otros factores considerados relevantes por la organización, entre los cuales se encuentran:

- Tiempos de atención

- Rentabilidad de las facturas

- Satisfacción del cliente interno

### **3.2.CAUSAS**

#### **DIAGRAMA DE ISHIKAWA**

Para identificar las principales causas que se asocian al problema del incremento del índice de reprocesos se realizó una lluvia de ideas entre el equipo del proyecto y se obtuvo el siguiente cuadro:

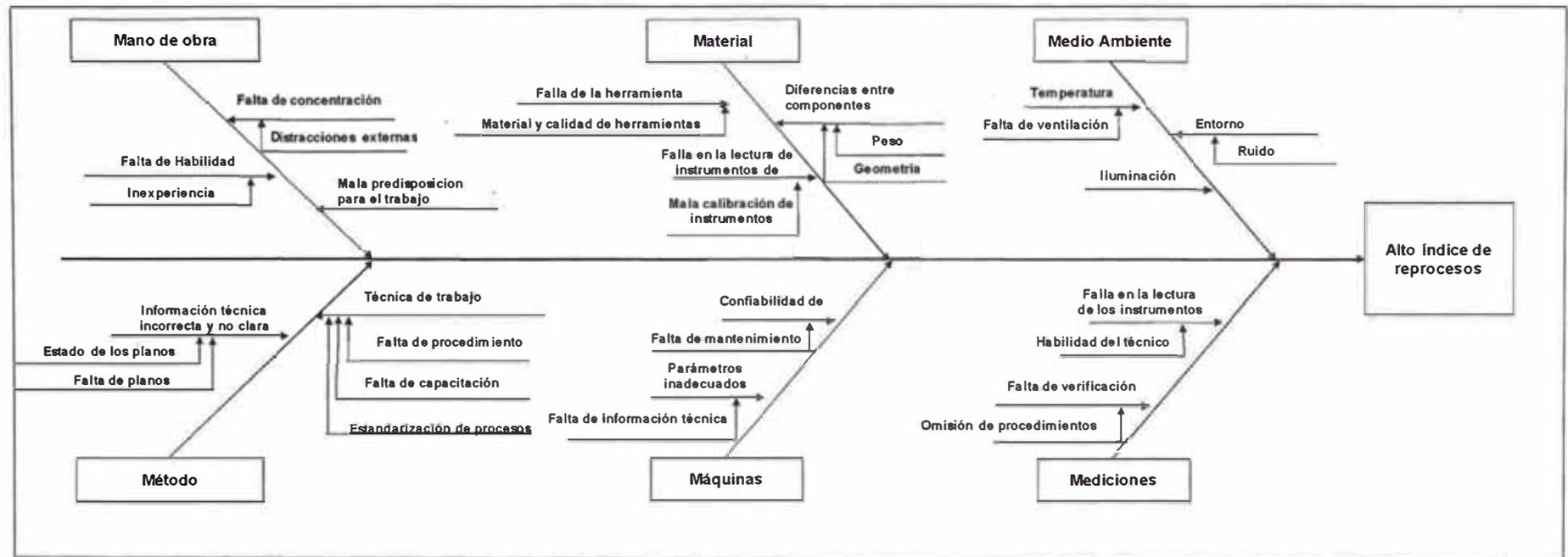
**TABLA 4:** Causas obtenidas en lluvia de ideas

Falta de concentración del personal
Mala predisposición para el trabajo
Falta de habilidad
Información técnica incorrecta y no clara
Técnicas de trabajo
Material y calidad de las herramientas
Falla en la lectura de instrumentos de medición
Calibración de las herramientas de medición
Peso y geometría de componente
Temperatura
Iluminación
Ventilación
Ruido
Información técnica no clara
Confiabilidad de máquina
Parámetros inadecuados
Procedimientos inadecuados
Diferencias entre componentes
Omisión de procedimientos
Distracciones externas
Inexperiencia de los técnicos
Información técnica incorrecta
Estado de los planos
Falta de planos
Falta de capacitación
Falta de procedimiento
Estandarización de procesos

**FUENTE:** Equipo de mejora del  
Taller de Recuperaciones

En base a la información obtenida de la lluvia de ideas se realizó el diagrama de Ishikawa para clasificar las causas y subcausas.

**FIGURA 13:** Diagrama de Ishikawa



**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

**TABLA 5:** Tabla de Priorización

<b>CAUSAS</b>	<b>%</b>	<b>ACUMULADO</b>
Iluminación	10.4%	10.4%
Información técnica incorrecta y no clara	8.7%	19.1%
Procedimientos inadecuados	8.7%	27.9%
Técnicas de trabajo	7.0%	34.8%
Información técnica no clara	7.0%	41.8%
Omisión de procedimientos	7.0%	48.7%
Estado de los planos	7.0%	55.7%
Falta de procedimiento	7.0%	62.7%
Falta de concentración del personal	5.2%	67.9%
Calibración de las herramientas de medición	5.2%	73.1%
Falta de planos	5.2%	78.3%
Material y calidad de las herramientas	2.3%	80.7%
Peso y geometría de componente	2.3%	83.0%
Falta de habilidad	2.3%	85.3%
Estandarización de procesos	2.3%	87.6%
Mala predisposición para el trabajo	1.7%	89.4%
Falla en la lectura de instrumentos de medición	1.7%	91.1%
Diferencias entre componentes	1.7%	92.8%
Parámetros inadecuados	1.2%	94.0%
Ventilación	1.2%	95.2%
Distracciones externas	1.2%	96.3%
Inexperiencia de los técnicos	1.2%	97.5%
Falta de capacitación	1.2%	98.6%
Ruido	0.6%	99.2%
Confiabilidad de máquina	0.6%	99.8%
Temperatura	0.2%	100.0%

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

Luego de realizar el diagrama de Ishikawa se procedió a establecer las prioridades de atención de soluciones de acuerdo a la frecuencia y al impacto que representan para el Taller de Recuperaciones.

### **3.3.ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN**

Habiendo identificado las principales causas que incrementan el valor del indicador de reprocesos, se evaluaron las siguientes alternativas de solución.

- Alternativa 1: Implementación de un proyecto basado en la filosofía Lean Manufacturing con el apoyo de un equipo conformado por personal interno del Taller y gestionado por el área de Soporte de Operaciones del Taller de Recuperaciones.
- Alternativa 2: Implementación de un proyecto Six Sigma aplicado por el equipo del área de Mejora de Procesos de Ferreyros para el control y mejora de los procesos.

Alternativa 3: Implementación de un proyecto basado en la filosofía Lean Manufacturing con el apoyo del personal interno del taller (expertos en el proceso) y consultores externos de la empresa AVANTIA ( jefe de proyectos y analistas de calidad)

### **3.4. EVALUACION Y SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN**

#### **3.4.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCION**

##### **Alternativa 1:**

Ventajas:

- Tiempo de atención inmediato para el inicio del proyecto.
- Equipo de proyecto experto en los procesos del Taller de recuperaciones.
- Facilidad en el acceso a la información relevante para el desarrollo del proyecto.

- Facilidad para la implementación y aprobación de cambios.

Desventajas:

- Incremento de las horas extras para el personal que integre el equipo del proyecto.
- Influencia del entorno sobre el equipo de proyecto.

### **Alternativa 2:**

Ventajas:

- Equipo experto en implementación de proyectos a nivel organizacional.
- Equipo dedicado a una cartera de proyectos.
- Solicitudes de adquisición rápidamente atendidas al ser parte del equipo prioritario de atención en logística.

Desventajas:

- Equipo de proyecto no dedicado íntegramente al proyecto del Taller de Recuperaciones.
- El proyecto solicitado entra a una cola de espera, hasta ser atendido.
- Equipo no involucrado directamente a los procesos del Taller de Recuperaciones.
- Demora en el acceso a la información al no conocer todos los procesos.

### **Alternativa 3:**

#### Ventajas:

- Jefe de Proyectos y analistas con experiencia en implementaciones en otras empresas.
- Participación de personal específico.
- El consultor externo no tiene influencias ni participa en los conflictos internos de la organización.
- La empresa consultora será la responsable de la documentación y capacitación del personal en caso lo requiera.

#### Desventajas:

- La consultoría incrementa el presupuesto del proyecto.
- Los consultores externos no tienen el conocimiento de los procesos del Taller de recuperaciones.
- Riesgo de que se rompa el contrato con la empresa consultora por motivos internos de la organización, atrasando el tiempo del proyecto e impactando en la aceptación del personal.

### 3.4.2 MATRIZ DE EVALUACION DE CRITERIOS

En esta evaluación se utilizará una “Matriz de evaluación” en base a criterios preseleccionados de acuerdo a objetivos estratégicos de la empresa.

Para este efecto se han definido los siguientes criterios de selección con sus respectivos pesos o importancia dentro del problema a seleccionar:

- Costo
- Tiempo de implementación
- Flexibilidad
- Impacto
- Aprendizaje
- Calidad

A continuación, la explicación a detalle de cada uno de los criterios señalados:

Costo: Este factor se refiere a todos los costos en los cuales se incurrirá para obtener la solución, tales como: costo de implementación, costo de nuevas herramientas, costo de materiales, costo de horas hombre empleadas, entre otros.

Tiempo de implementación: Este criterio busca identificar la facilidad de implementar la alternativa elegida y su complejidad de ser extendida y

**TABLA 6:** Matriz de Confrontación

	Costo	Tiempo de implementación	Flexibilidad	Impacto	Aprendizaje	Calidad	$\Sigma$	%	Pond.
Costo	X	1	1	1	1	1	5	27.7	0.277
Tiempo de implementación	0	X	1	0	1	1	3	16.6	0.166
Flexibilidad	0	1	X	0	1	0	2	11.1	0.111
Impacto	1	1	1	X	1	1	5	27.7	0.277
Aprendizaje	1	1	1	1	X	0	4	22.2	0.22
Calidad	1	0	1	1	1	X	4	22.2	0.22
							18		

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

Una vez obtenida la ponderación, se evalúan las alternativas, para lo cual se ha asignado un puntaje a los criterios de acuerdo a la valoración del cuadro adjunto “Valor Puntaje”.

Valor Puntaje	
Muy Buena	5
Buena	4
Regular	3
Malo	2
Muy Malo	1

**TABLA 7:** Matriz de Evaluación de alternativas

Criterio	Pond.	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Puntaje	Peso 1	Puntaje	Peso 2	Puntaje	Peso 3
Costo	0.277	5	1.39	4	1.11	2	0.55
Tiempo de implementación	0.166	3	0.50	2	0.33	3	0.50
Flexibilidad	0.111	5	0.55	4	0.44	3	0.33
Impacto	0.277	4	1.11	4	0.11	3	0.83
Aprendizaje	0.222	4	0.88	4	0.88	5	1.11
Calidad	0.222	5	1.11	5	1.11	5	1.11
			5.54		3.98		4.43

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

Dada la evaluación respectiva la alternativa seleccionada sería la Alternativa 1:

“Implementación de un proyecto basado en la filosofía Lean Manufacturing con el apoyo de un equipo conformado por personal interno del Taller y gestionado por el área de Soporte de Operaciones del Taller de Recuperaciones”.

### **3.5. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN ELEGIDA**

Identificada la alternativa a desarrollar para mejorar el indicador de reprocesos en el Taller de Recuperaciones, se procede a desarrollar el plan de implementación en diversas etapas las cuales se describen a continuación:

#### **3.5.1. ETAPA DEFINIR:**

Para dar inicio a esta etapa se hizo una consideración adicional a la planteada al seleccionar las alternativas de solución, para enfocar aún más la solución en las causas raíces que incrementan el indicador, la consideración tomada fue identificar el área del taller de recuperaciones que contribuye en mayor medida al incremento del indicador de reprocesos de acuerdo a datos históricos, haciendo esta evaluación resultó el Taller de mecanizado y metalizado el que ampliamente contribuye al incremento del indicador de reprocesos ( Ver Anexo 1).

Habiendo identificado el área de enfoque, se definió el estatuto del proyecto:

#### **Contenido del Estatuto del Proyecto:**

##### **Caso Comercial**

Existe un elevado porcentaje de reprocesos en el Taller de Recuperaciones, el cual resulta en un indicador que sobrepasa el estándar internacional y origina el incremento de los tiempos y costos de producción.

Este proyecto se alinea con los objetivos estratégicos de la empresa, contribuyendo con la excelencia operacional para alcanzar capacidades de nivel mundial.

### **Objetivo**

Reducir el porcentaje de reprocesos hasta mantenerlo por debajo del 2%.

### **Variables**

Dependiente: Porcentaje de reproceso

Independientes:

- Procedimientos de mecanizado
- Técnicas de trabajo
- Información técnica
- Medio ambiente (ruido, iluminación, ventilación, distracción)

### **Estado actual del Taller de Recuperaciones**

- Entre 01/2011 y 12/2011 se generó 2.83% de reprocesos de un total de 19,323 componentes reparados.
- El costo implicado debido a los reprocesos realizados alcanzan un monto de 583 165 soles.
- Los reprocesos ocasionados por el área de mecanizado aumentan el tiempo de recuperación de los componentes en 3 días aproximadamente.
- Del total de reprocesos ocurridos en el 2011 el 25% afectaron al TAT, aumentándolo en 7 días aproximadamente.
- Del total de 547 casos de reprocesos dentro del periodo indicado el 18% fueron detectados por el cliente.

- Del total de reprocesos ocurridos el 2011, el 43.6% fueron originados por fallas en mecanizado.

### **Alcance del Proyecto**

- Este proyecto se enfoca específicamente en la implementación de mejoras basadas en la filosofía Lean Manufacturing enfocadas al proceso de mecanizado del taller de recuperaciones, el cuál se identificó como el área que incrementa en mayor medida el índice total de reprocesos.
- El proyecto se inicia con el análisis de las causas principales que originan el porcentaje elevado de reprocesos y termina con la entrega de las propuestas de mejora al dueño del proceso, no incluyendo los procesos logísticos, de calibración de herramientas y de mantenimiento que sean causas de reprocesos.

### **Personal relacionado:**

Patrocinador: Subgerente del Taller de Recuperaciones

Dueños del Proceso: Jefe del taller de mecanizado y metalizado

Equipo de proyecto: Jefe de Soporte de operaciones, Coordinadora de calidad y 3 practicantes de proyecto.

YB: Supervisores mecanizado.

### **Plan de Proyecto**

El desarrollo del plan se realizará desde el mes de Febrero del 2012 hasta el mes de Julio del 2012.

Luego de plantear el Estatuto del proyecto se esquematiza el macromapa del proceso de recuperación de componentes para identificar en que parte del proceso del Taller de Recuperaciones se involucra el área de taller de mecanizado y metalizado:

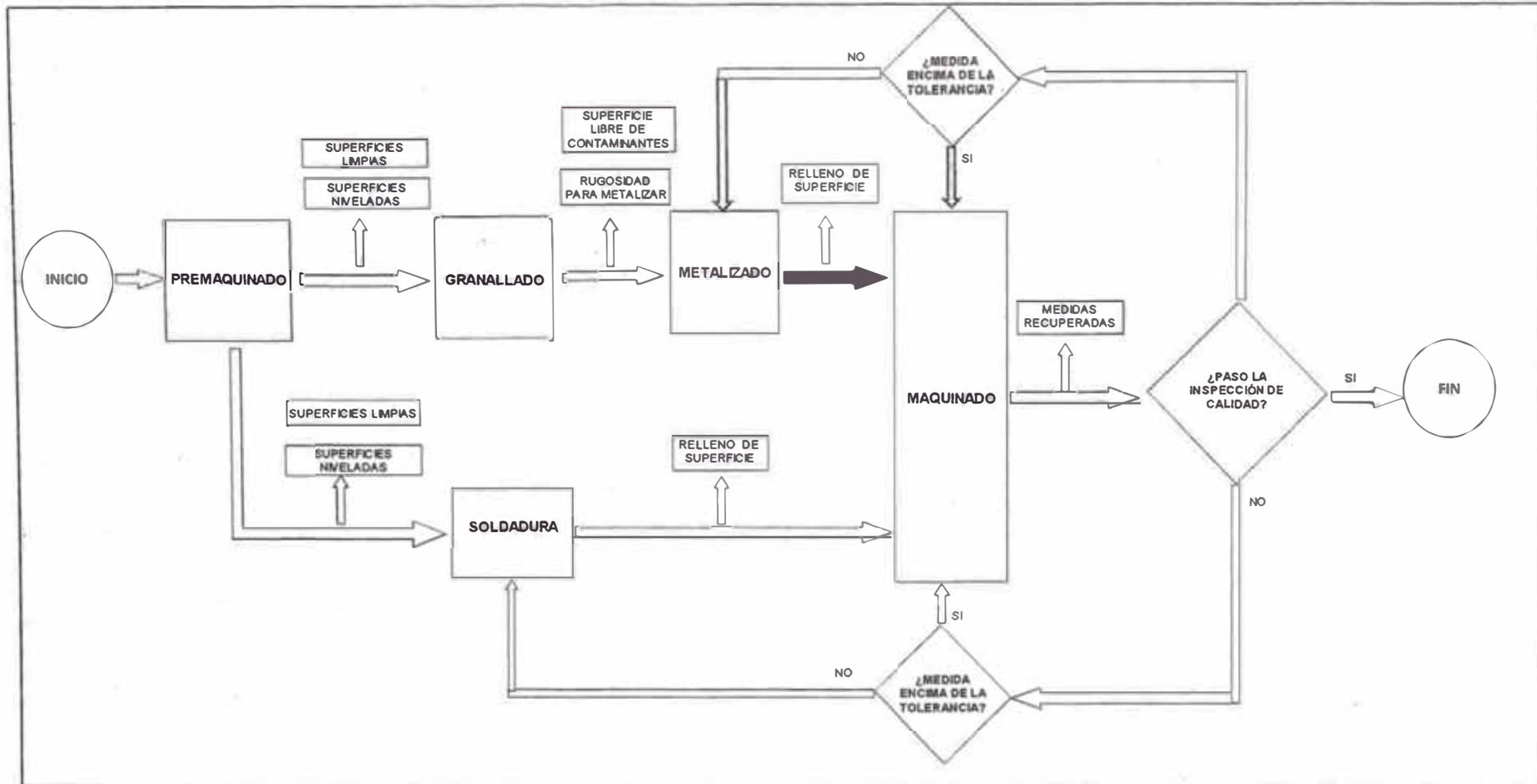
**FIGURA 14:** Macromapa del proceso de recuperación de componentes



**FUENTE:** Ferreyros S.A. Elaboración Propia

Luego se esquematizó el proceso de recuperación el cual se muestra a continuación:

**FIGURA 15:** Esquematación del proceso de recuperación de componentes



**FUENTE:** Empresa Ferreyros S.A. Elaboración Propia

### 3.5.2. ETAPA MEDIR Y ANALIZAR:

Para poder identificar los factores que afectan al proceso, se realizó el mapa de procesos de la figura 16 que se encuentra en la siguiente hoja.

A partir del mapa de procesos se identifican las variables que pueden afectar el proceso de recuperación de un componente:

**TABLA 8:** Tabla de variables de entrada

Actividad	Variable de entrada
Realizar marcación de la W/O	Hoja de ruta
Maniobrar para izar el componente	Técnica usada
	Geometría del componente
	Peso del componente
	Disponibilidad del tede
Sujetar el componente	Técnica de sujeción
	Disponibilidad de aditamentos y/o herramientas
	Geometría del componente
	Peso del componente
Centrar el componente	Técnica de centrado
	Disponibilidad de herramienta de centrado
Maquinar el componente	Información Técnica
	Procedimiento
	Tipo de componente
	Material del componente
	Velocidad de corte
	Velocidad de avance
	Profundidad de corte
	RPM
	Disponibilidad de herramienta
	Confiabilidad de Máquina
	Tipo de máquina
	Área de superficie a mecanizar
	Hoja de ruta
Verificación de las especificaciones	Capacidad de prueba
Desmontar la pieza y colocar en la parahuela	Técnica empleada
	Geometría del componente
Cerrar la Work Order	Peso del componente

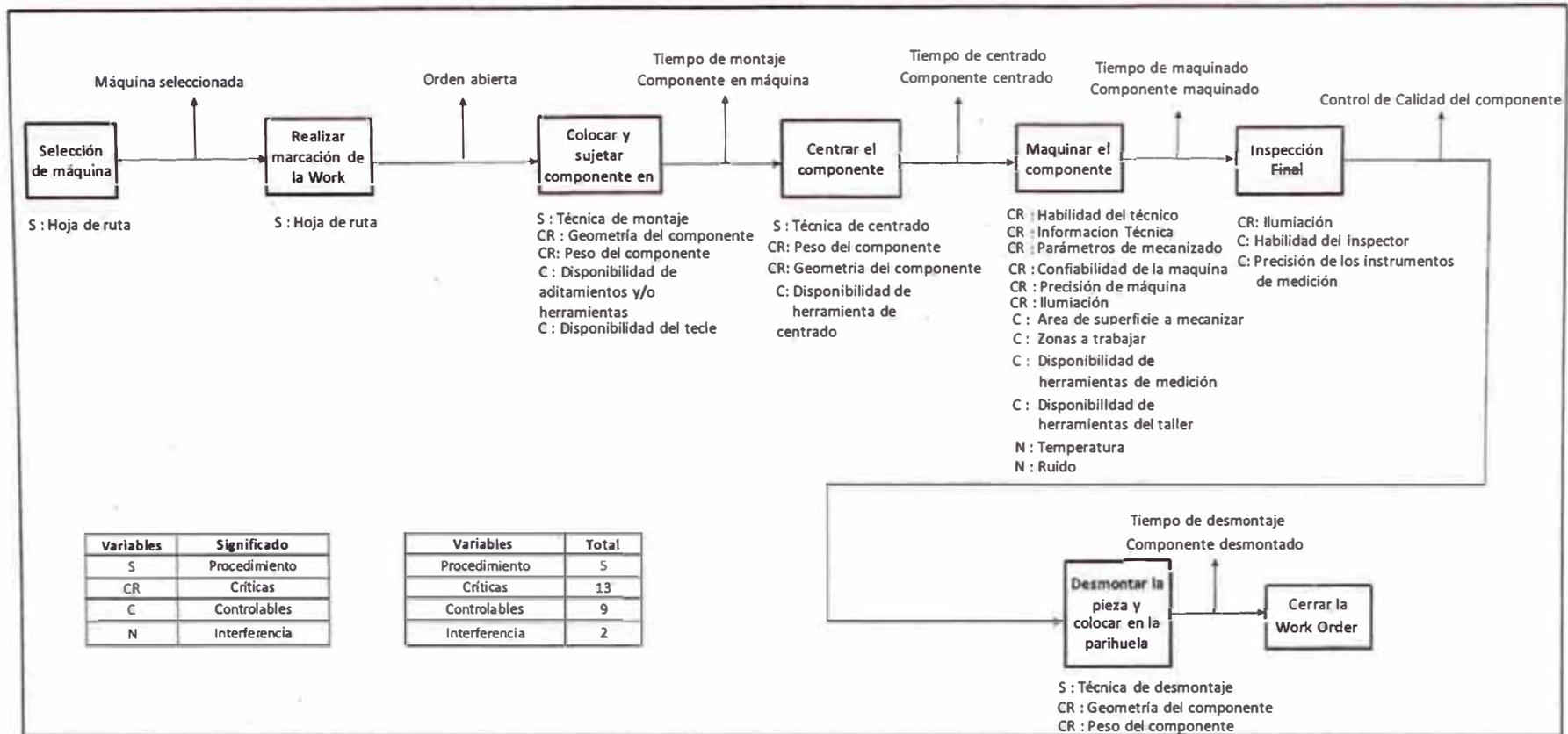
**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

**TABLA 9:** Tabla de variables de salida

Actividad	Variable de salida
Realizar marcación de la W/O	Orden abierta
Maniobrar para izar el componente	Tiempo de izaje
	Componente izado
Sujetar el componente	Tiempo de sujeción
	Componente sujetado
Centrar el componente	Tiempo de centrado
	Componente centrado
Maquinar el componente	Material debastado
	Tiempo de maquinado
	Componente maquinado
Desmontar la pieza y colocar en la parahuela	Tiempo de desmontaje
	Componente desmontado

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

**FIGURA 16:** Mapa de proceso de mecanizado



**FUENTE:** Empresa Ferreyros S.A. Elaboración del equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

Luego para definir los factores de mecanizado en los cuales se debe enfocar la solución se definió la matriz de correlación de factores en la cual se identifican los pesos de acuerdo a su impacto (ver Anexo 2).

En base a la matriz de correlación se realiza la identificación de los factores críticos a trabajar como se muestra a continuación:

**TABLA 10:** Tabla de variables de salida

Factores	Puntuación	%	Acum	
Geometría del componente	312	11%	11%	CR
Peso del componente	281	10%	20%	CR
Iluminación	204	7%	27%	CR
Habilidad del Técnico	163	6%	33%	CR
Parámetros de mecanizado	163	6%	38%	CR
Confiabilidad de Máquina	163	6%	44%	CR
Precisión de máquina	163	6%	49%	CR
Disponibilidad de herramientas de medición	163	6%	55%	CR
Disponibilidad de herramientas de taller	163	6%	60%	CR
Información Técnica	163	6%	66%	CR
Disponibilidad de herramienta de centrado	158	5%	66%	CR
Técnica de centrado	109	4%	69%	CR
Área de superficie a mecanizar	103	3%	73%	CR
Complejidad de la zona a trabajar	103	3%	76%	CR
Habilidad del inspector	90	3%	79%	
Precisión de los instrumentos de medición	90	3%	83%	
Técnica de montaje	66	2%	85%	
Disponibilidad de aditamentos y/o herramientas	66	2%	87%	
Hoja de ruta	54	2%	89%	
Disponibilidad de teclé	52	2%	91%	
Técnica de desmontaje	46	2%	92%	
Temperatura	34	1%	93%	
Ruido	34	1%	94%	
<b>Total</b>	<b>2943</b>	<b>1</b>		

FA  
FA  
FA  
FA

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

FA: Fuera del alcance

Luego se procedió a evaluar la frecuencia de las causas de reprocesos, priorizando las más frecuentes.

**TABLA 11:** Cuadro de frecuencias referente al periodo (Junio 2011- Febrero 2012)

		%	Acum%	
1	Mal procedimiento de Mecanizado	13.3%	13.3%	CR
2	No verificó detalles iniciales de trabajo	11.7%	25.0%	CR
3	Mala Programación	10.2%	35.2%	CR
4	No verificó medidas iniciales	9.4%	44.5%	CR
5	Falla de máquina	7.8%	52.3%	CR
6	Información técnica No Clara	7.0%	59.4%	CR
7	Falta de experiencia en el tipo de máquina	5.5%	64.8%	CR
8	Falta de procedimiento técnico	4.7%	69.5%	CR
9	Mala lectura de plano	4.7%	74.2%	CR
10	Uso de herramienta inadecuada	4.7%	78.9%	CR
11	Mal montaje de componente	3.9%	82.8%	CR
12	Mala preparación de la herramienta de corte	3.1%	85.9%	
13	Mala información de parámetro de mecanizado	2.3%	88.3%	
14	Mala selección de herramienta	2.3%	90.6%	
15	Calibración de instrumento	1.6%	92.2%	
16	Mal centrado de componente	1.6%	93.8%	
17	Información técnica incorrecta	0.8%	94.5%	
18	Intercambio de viajero	0.8%	95.3%	
19	Mala protección de superficies metalizadas	0.8%	96.1%	
20	Equipo de izaje en mal estado	0.8%	96.9%	
21	Mala delegación de trabajos entre turnos	0.8%	97.7%	
22	Herramienta defectuosa	0.8%	98.4%	
23	No respetar los pasos del viajero	0.8%	99.2%	
24	No verificó dimensiones finales para piezas habilitadas	0.8%	100.0%	
<b>Total</b>		<b>1</b>		

FA

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

FA: Fuera del alcance

Luego en base a la evaluación de factores se procedió a establecer la relación de los 10 primeros factores críticos en relación con las causas frecuentes de los reprocesos para proceder a identificar las implementaciones.

**TABLA 12:** Cuadro de implementaciones

Causa de reproceso	Agrupación de factores por bloques	Implementaciones
Mal montaje de componente	Iluminación Habilidad del técnico Técnica de centrado Área de superficie a mecanizar Complejidad de la zona a trabajar Técnica de montaje	- Estandarización de procedimientos - Check list de procesos - Mejora en la iluminación de las áreas de trabajo
No verificó detalles iniciales de trabajo		
No verificó medidas iniciales		
Mala programación		
Mal procedimiento de mecanizado		
Falta de experiencia en el tipo de máquina	Habilidad del técnico Habilidad del inspector Complejidad de la zona a trabajar Información técnica a tiempo	- Poka Yoke - 5S - Modificación de procedimiento de entrega de planos
Información técnica no clara		
Falta de procedimiento técnico		
Mala lectura del plano		
Uso de herramienta inadecuada		

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

### 3.5.3. ETAPA MEJORAR:

Habiendo identificado las implementaciones se procedió a desarrollar las mejoras propuestas.

#### 3.5.3.1 KAIZEN

Al ser el Kaizen una filosofía de mejoramiento continuo, que permite mediante su aplicación una mejora progresiva en los procesos, se orientó su implementación a las causas principales que son motivos del incremento del indicador de reprocesos, el cual está identificado como una muda, ya que representa las fallas dentro del proceso en estudio.

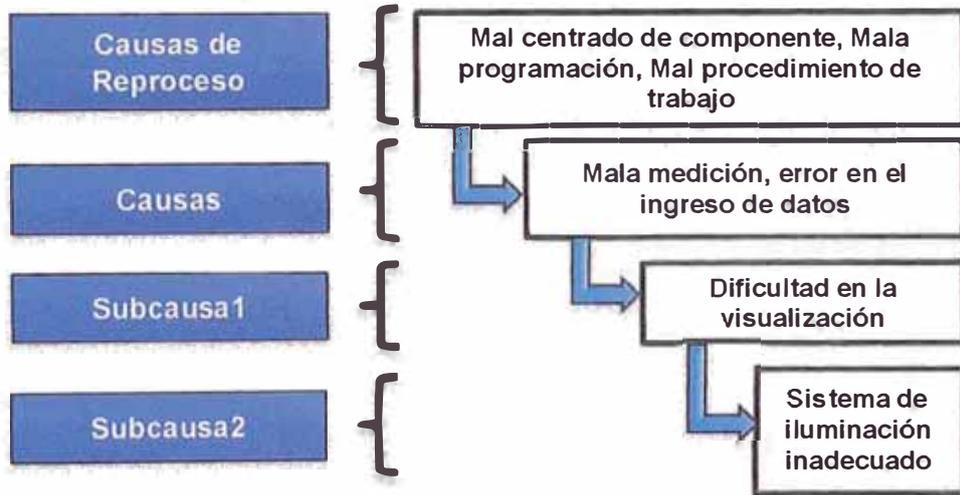
- **Iluminación:** El factor iluminación para los trabajadores del taller juega un papel muy importante, ya que los trabajos de mecanizado son de precisión y se requiere mantener el nivel de luminosidad adecuada en cada una de las máquinas y asegurar la correcta visualización de las especificaciones en los planos y parámetros en sus respectivas máquinas.

**TABLA 13:** Tabla de medición – Iluminación en zona de medición

INFORMACIÓN A MEDIR	TIPO DE DATA	TAMAÑO DE MUESTRA	FUENTE DE RECOLECCIÓN DE DATA
Nivel de iluminación por bahía	Continua	10 mediciones del nivel de iluminación por máquina y por turno (mañana y tarde)	Medición en campo con luxómetro

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

**FIGURA 17:** Diagrama de subcausas - Iluminación



**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

**Procedimientos:**

- Medir el nivel de iluminación en el área de medición dentro de las máquinas con ayuda del luxómetro (fc), turno mañana. De acuerdo a formato ( Ver Anexo 3-1)
- Medir el nivel de iluminación en el área de medición dentro de las máquinas con ayuda del luxómetro (fc), turno tarde. De acuerdo a formato ( Ver Anexo 3-1)

- Registrar los valores medidos con el luxómetro en el formato de iluminación.
- Registrar si cada máquina cuenta con una lámpara, fluorescente, foco y/o linterna.
- Realizar el análisis de la recopilación de datos.
- Encontrar oportunidades de mejora.

#### **Análisis de los datos:**

- Se tomó como referencia del Manual de Usuario (Luxómetro AS8809).

#### **Para la Zona de Medición**

Trabajo de Inspección: 70 – 140 FC

Ver Anexo 3-2 y Anexo 3-4

#### **Resultados:**

- Respecto al nivel de iluminación en la zona de medición en el turno de la mañana, el porcentaje de máquinas que presentan un nivel de iluminación aceptable (70 a 140 FC) es 6.25%. Esto se debe a que, de un total de 32 máquinas solo 2 de ellas cumplen con el nivel de iluminación óptimo.
- Respecto al nivel de iluminación en la zona de medición en el turno de la tarde, el porcentaje de máquinas que presentan un nivel de iluminación aceptable (70 a 140 FC) es 12.90%. Esto se debe a que, de un total de 32 máquinas solo 4 de ellas cumplen con el nivel de iluminación óptimo.

**TABLA 14:** Tabla de resultados – Iluminación en zona de medición

	Turno Mañana	Turno Tarde
	<b>Zona de medición</b>	
<b>% de máquinas con nivel de iluminación dentro del rango aceptable</b>	6.25%	12.90%

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

**TABLA 15:** Tabla de medición – Iluminación en zona de programación

<b>INFORMACIÓN A MEDIR</b>	<b>TIPO DE DATA</b>	<b>TAMAÑO DE MUESTRA</b>	<b>FUENTE DE RECOLECCIÓN DE DATA</b>
Nivel de iluminación por bahía	Continua	10 mediciones del nivel de iluminación por máquina y por turno (mañana y tarde)	Medición en campo con luxómetro

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

**Procedimientos:**

- Medir el nivel de iluminación en el área de programación dentro de las máquinas con ayuda del luxómetro (fc), turno mañana.
- Medir el nivel de iluminación en el área de programación dentro de las máquinas con ayuda del luxómetro (fc), turno tarde.
- Registrar los valores medidos con el luxómetro en el formato de iluminación.
- Registrar si cada máquina cuenta con una lámpara, fluorescente, foco y/o linterna.
- Realizar el análisis de la recopilación de datos.

- Encontrar oportunidades de mejora.

### **Análisis de los datos:**

- Se tomó como referencia del Manual de Usuario (Luxómetro AS8809)

### **Para la Zona de Programación**

Trabajo visual: 28 – 70 FC

Ver anexo 3-3

Ver Anexo 3-4

### **Resultados de la medición:**

- Respecto al nivel de iluminación en la zona de programación en el turno de la mañana, el porcentaje de máquinas que presentan un nivel de iluminación aceptable (28 a 70 FC) es 0%. Esto se debe a que ninguna de las máquinas CNC cuenta con el nivel de iluminación óptimo.
- Respecto al nivel de iluminación en la zona de programación en el turno de la tarde, el porcentaje de máquinas que presentan un nivel de iluminación aceptable (28 a 70 FC) es 12.50%. Esto se debe a que de un total de 8 máquinas CNC solo 1 máquina cumple con el nivel de iluminación óptimo.

**TABLA 16:** Tabla de resultados –  
Iluminación en zona de programación

	Turno Mañana	Turno Tarde
	Zona de programación	
% de máquinas con nivel de iluminación dentro del rango aceptable	0.00%	12.50%

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

### **Sugerencias resultantes de la evaluación:**

- Se debe verificar que cada máquina cuente con su foco, lámpara y/o fluorescente.
- Cambiar el foco de las lámparas del techo por otros de mayor potencia; debido a que, el nivel de iluminación de estas no es óptimo.
- Cambiar los focos de luz amarilla por focos de luz blanca, ya que está demostrado que la luz blanca da mejor visibilidad a diferencia de la luz amarilla. Además, la luz amarilla genera mucho calor en el ambiente, generando mayor fatiga para el técnico.
- Colocar fluorescentes adicionales a las máquinas donde sea factible, para que tengan un nivel de iluminación óptimo.
- Reemplazar los focos quemados por otros focos nuevos en las máquinas correspondientes que figuran en el registro de luminarias.

### **Costeo de la implementación:**

Una vez determinadas las ubicaciones de acuerdo a los datos levantados in situ (Ver Anexo 3-5) se determinó la compra de los siguientes recursos:

**TABLA 17:** Costeo de luminarias

<b>Recursos</b>	<b>Num.</b>	<b>Costo unitario (S/.)</b>	<b>Total (S/.)</b>
Lámparas	80	161.67	12933.6
Focos	32	95.1	3043.2
Fluorescentes	32	129.97	4159.04
Instalación de lámparas	80	38.4	3072
Instalación de focos	32	12.8	409.6
Instalación de fluorescentes	32	25.6	819.2
		<b>Total</b>	<b>S/ 24,436.64</b>

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

**TABLA 18:** Control de la implementación

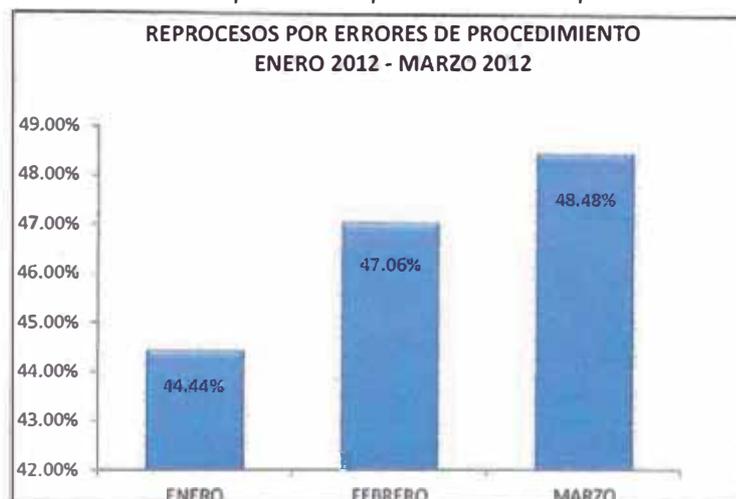
# Máquina	Turno Mañana				Turno Tarde			
	Zona de Programación		Zona de Medición		Zona de Programación		Zona de Medición	
162	33.40	✓	82.55	✓	35.90	✓	102.80	✓
156	-	-	81.02	✓	-	-	123.24	✓
101	-	-	113.70	✓	-	-	117.26	✓
108	-	-	83.93	✓	-	-	79.75	✓
105	-	-	84.05	✓	-	-	81.93	✓
107	-	-	83.40	✓	-	-	65.25	✓
109	-	-	80.81	✓	-	-	68.78	✓
112	-	-	84.20	✓	-	-	80.18	✓
103	-	-	84.30	✓	-	-	73.75	✓
161	35.90	✓	87.37	✓	31.22	✓	77.33	✓
160	-	-	81.67	✓	-	-	93.78	✓
159	-	-	147.24	✓	-	-	116.96	✓
132	30.25	✓	70.78	✓	31.76	✓	74.21	✓
110	31.31	✓	79.56	✓	33.88	✓	86.81	✓
113	31.24	✓	85.19	✓	31.34	✓	108.38	✓
154	35.81	✓	75.30	✓	32.18	✓	89.73	✓
104	33.25	✓	78.69	✓	-	-	83.73	✓
126	30.80	✓	70.25	✓	-	-	-	-
116	-	-	79.13	✓	-	-	82.25	✓
115	-	-	81.37	✓	-	-	89.00	✓
158	-	-	78.25	✓	-	-	90.00	✓
106	-	-	78.62	✓	-	-	92.58	✓
147	-	-	77.30	✓	-	-	98.93	✓
119	-	-	72.02	✓	-	-	137.27	✓
120	-	-	73.72	✓	-	-	94.22	✓
199	30.09	✓	77.23	✓	43.06	✓	86.50	✓
100	35.50	✓	76.80	✓	31.80	✓	98.63	✓
152	-	-	78.60	✓	-	-	95.09	✓
151	-	-	76.56	✓	-	-	88.63	✓
150	-	-	70.15	✓	-	-	91.14	✓
111	-	-	78.13	✓	-	-	91.18	✓
102	-	-	76.67	✓	-	-	84.18	✓

Se consiguió que los niveles se encuentren dentro del rango aceptable de iluminación requerido para el tipo de trabajo (Ver anexo3-4):

<b>Trabajo de inspección: 70-140 FC (Manual de usuario-Luxómetro AS8809) - Zona de Medición</b>
<b>Trabajo visual: 28-70 FC (Manual de usuario-Luxómetro AS8809) - Zona de Programación</b>

- **Estandarización de procedimientos:** Los diferentes procedimientos aplicados por los operarios de las máquinas, al no estar uniformizados en componentes que requieren mayor precisión son parte importante de la causa que genera los reprocesos del Taller de Recuperaciones. A continuación se muestra la frecuencia e impacto en los reprocesos:

**FIGURA 18:** Reprocesos por errores de procedimiento



**FUENTE:** Empresa Ferreyros S.A. – Elaboración propia

Más del 40% de los reprocesos están relacionados a errores en los diversos procedimientos de trabajo que realizan los operarios.

**FIGURA 19:** Reprocesos por errores de procedimiento



**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

Para su tratamiento se diseñaron dos propuestas de trabajo, mencionadas a continuación: **TABLA 19:** Procedimientos identificados

Mejoras propuestas	Cantidad	Tiempo de elaboración y difusión	Responsables	Inicio programado
Elaboración de check list por componentes críticos	15	5 semanas	Soporte Técnico y practicantes	04/02/12
Elaboración de procedimientos de acuerdo a procesos críticos	11	6 semanas	Soporte Técnico	05/07/12

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

## Elaboración de check list por componentes críticos

- Para definir la cantidad de check list a elaborar se identificaron los componentes que tenían mayor frecuencia en los reportes de reproceso.

**TABLA 20:** Frecuencia de componentes en reprocesos

Item	Componentes de mayor frecuencia reportados	Porcentaje de falla debido a la falta de revisión de condiciones iniciales, verificaciones de documentos y omisiones en los procedimientos regulares de trabajo
1	Frame Front	80%
2	Piston	69.30%
3	Anchor Brake	66%
4	Head as Cylinder	63%
5	Rod As	50%
6	Carrier Planet	42%
7	Block Cylinder	40%
8	Housing As	40%
9	Housing Flywheel	40%
10	Cylinder As	37%
11	Case Diferencial	36%
12	Spindle	33%
13	Manifold	31%
14	Carrier	29%
15	Housing Diferencial	25%

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

Una vez identificados los componentes críticos se dio inicio a la elaboración de los documentos.

## Elaboración de procedimientos referentes a procesos críticos

Los procedimientos identificados como críticos, son aquellos que presentan mayor índice de fallas por lo que se propuso realizar 11 procedimientos, los cuales buscaban mitigar los reprocesos ocasionados por la falta de estandarización.

A continuación se muestra el cuadro de los procedimientos identificados.

**TABLA 21:** Procedimientos o BIT a desarrollar

ITEM	Procedimiento o BIT
1	Procedimiento de cambio de varilla en el ROD AS
2	Reusabilidad Gear 1011364
3	BIT medidas de acabado de pistas Wheel posterior de camiones
4	BIT para recuperar y embocinar insertos roscados
5	BIT Procedimiento para instalación de bocinas en alojamientos de pistones
6	Centrado de alojamientos de insertos de valvula culata MAK
7	Recuperación Housing y Manifold de transmisión de camión
8	Recuperación de alojamientos roscados del damp - Wheel rear -
9	Procedimiento de recuperación superficie de acople del Washer Housing Flywheel
10	Recuperación de diámetros internos centrales cuando estos se encuentran metalizados
11	Acondicionamiento y habilitado de bocinas para alojamientos de Dowel

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

### **Cierre de elaboración y difusión**

La elaboración y difusión correspondiente de los documentos se excedió del tiempo programado, debido a los siguientes puntos:

- La capacitación para el uso de los formatos de check list demoró 7 días adicionales cada 3 formatos (se incluye el periodo de prueba).

Por lo que la fecha de finalización se extendió 5 semanas más de lo previsto en un inicio.

- El tiempo para la elaboración de los procedimientos se incrementó debido al incremento de carga laboral por implementación de nuevos procesos administrativos para el área de soporte técnico, por lo que el tiempo de cierre se extendió desde el 13 de agosto (fecha estimada de cierre) hasta el 29 de setiembre (incluido el tiempo de difusión).

**TABLA 22:** Entrega de procedimientos

ITEM	Procedimiento o BIT	Fecha de entrega
1	Procedimiento de cambio de varilla en el ROD AS	07/17/12
2	Reusabilidad Gear 1011364	07/17/12
3	BIT medidas de acabado de pistas Wheel posterior de camiones	08/01/12
4	BIT para recuperar y embocinar insertos roscados	09/09/12
5	BIT Procedimiento para instalación de bocinas en alojamientos de pistones	09/13/12
6	Centrado de alojamientos de insertos de valvula culata MAK	09/12/12
7	Recuperación Housing y Manifold de transmisión de camión.	09/13/12
8	Recuperación de alojamientos roscados del clamp - Wheel rear -	09/13/12
9	Procedimiento de recuperación superficie de acople del Washer Housing Flywheel	09/12/12
10	Recuperación de diámetros internos centrales cuando estos se encuentran metalizados	09/29/12
11	Acondicionamiento y habilitado de bocinas para alojamientos de Dowel	09/01/12

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

## Control de mejoras en el tiempo

- Para mantener la mejora continua sobre las mejoras implementadas se planteó el siguiente seguimiento y actualización:

**TABLA 23:** Cuadro de seguimiento y actualización

Item	Seguimiento y actualización	Consideración
Iluminación	Reporte inmediato del operario ante problemas o sugerencias referentes a iluminación en su área de trabajo.	Las nuevas oportunidades de mejora referentes a iluminación deberán ser registradas en el tablero de mejora continua del taller.
Check List	Verificación del uso de los check list en los dos meses posteriores a su implementación.	Desde la fecha de difusión
Procedimientos estandarizados	Revisión anual de los procedimientos y BITS	Desde la fecha de publicación

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

### 3.5.3.2 Implementación de 5S y mejora del procedimiento de entrega de información técnica

#### Identificación del problema

Alrededor de 11% de los reprocesos del área de mecanizado (resultado 2011) han sido ocasionados por no revisar los detalles iniciales del trabajo a realizar, esto debido a las siguientes subcausas:

- La falta de información técnica a tiempo en las estaciones de trabajo (planos, guías de referencias, BITS).
- Presión sobre el trabajador referente al tiempo de entrega de los componentes a recuperar.
- El operario se guía de experiencias anteriores antes de solicitar la información técnica en caso no la haya recibido.

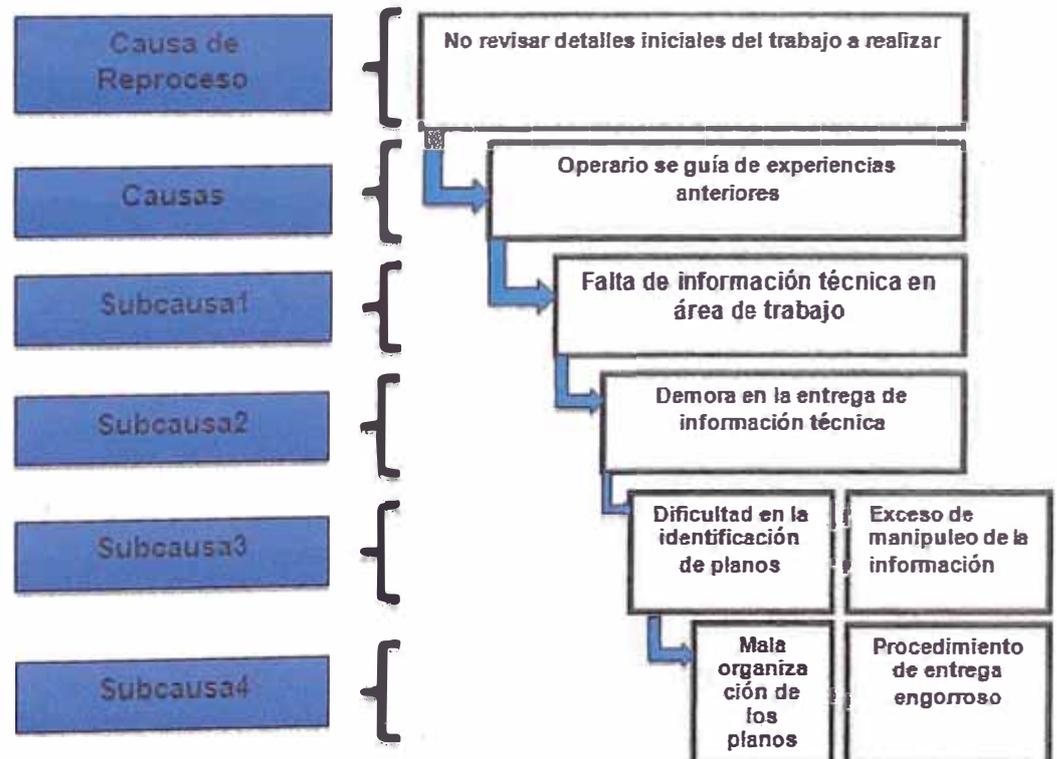
## Decisión de cambiar el procedimiento de trabajo de entrega de planos y aplicar las 5S

El proceso actual de manejo de información presenta las siguientes deficiencias:

- Error en la entrega de la información técnica.
- Demora en la entrega de la información técnica en las estaciones de trabajo.

Por lo que se identificaron las principales causas que ocasionan el problema:

**FIGURA 20:** Diagrama de subcausas- Información técnica



**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

## **Cambio del procedimiento de entrega de planos**

### **Levantamiento de información**

Oficina de Recepción y Despacho:

- Cuando llega un nuevo componente al TR, se ingresa su identificación al sistema ULTIMUS y se descarga la OT que contiene la lista de todos los componentes que conforman dicha OT.
- Una vez verificada la lista, se procede a crear una MR (OT interna) en el E2.
- Luego, se entrega la OT impresa al área de Administración de OT.
- Cuando los componentes están listos para despacho, se cierra la OT en el E2 y en el ULTIMUS.
- El personal de Recepción y despacho archiva los viajeros y devuelven los planos al Comunicador Técnico.

Administración de OT:

- En el CRC ingresan los trabajos a realizar por componente en el sistema ULTIMUS.
- El encargado en la Oficina de Recepción y Despacho llevan el control de las piezas que llegan.
- El encargado en la Oficina de Recepción y Despacho imprime las OT del cliente.

- El encargado en la Oficina de Recepción y Despacho apertura la OT interna en el E2.
- Las OT llegan a la oficina de Administración de OT y se ingresan al E2.
- Luego imprimen los “viajeros” y los envían a la Oficina de Recepción y Despacho.
- Los encargados de la Oficina de Recepción y Despacho (Milton y Julio) enmican los viajeros, los marcan en su cuadro y los amarran a cada componente.
- Viene el transporte y se lleva a los que tienen su viajero recién llegado (el almacenaje es medio y medio para recién llegado y acabado).

#### Controlador de Piso:

- Durante su turno de trabajo, después de terminar sus labores, hace un recorrido por todo el taller para registrar con su lectora todos los componentes que no tienen plano.
- Cruza la información con la lista de trabajos actuales en el taller acorde al E2 y genera la lista de planos que el Comunicador Técnico debe imprimir.

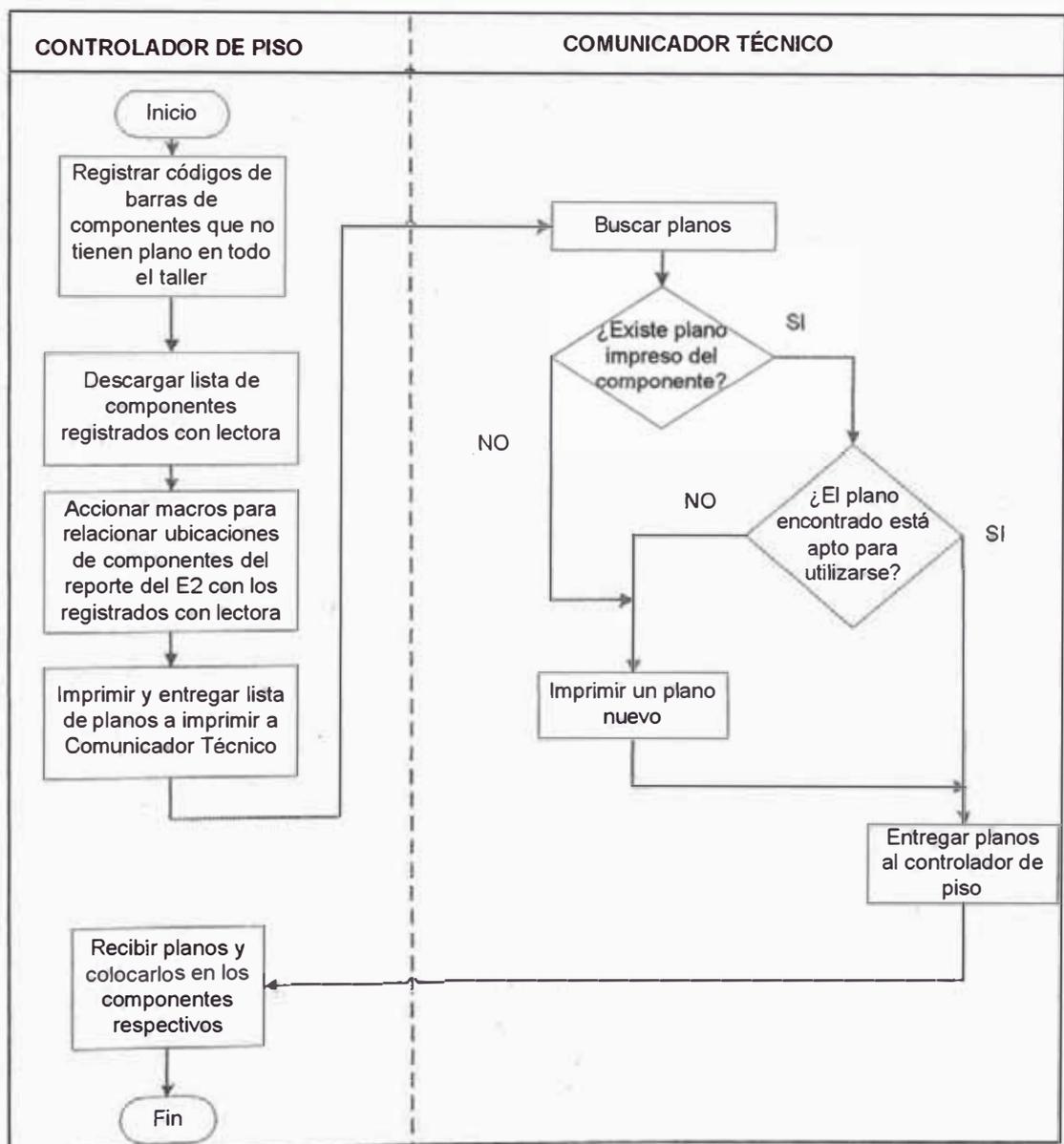
#### Comunicador Técnico:

- El controlador de piso le entrega una lista impresa de los componentes que ha “barrido” con su “pistola” al Comunicador Técnico. Durante el día, los supervisores también le solicitan vía telefónica o por correo electrónico algunos planos de componentes que ya están en máquina y no tienen plano.

- El Comunicador Técnico busca los planos e imprime alguno que no encuentre (tiempo aprox de 2 horas según la lista entregada) y los entrega a los controladores de piso para que los distribuyan a los componentes.

Con la información levantada se procedió a esquematar el diagrama del proceso actual de entrega de planos, el cual se muestra a continuación:

**FIGURA 21:** Proceso actual de entrega de planos



**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

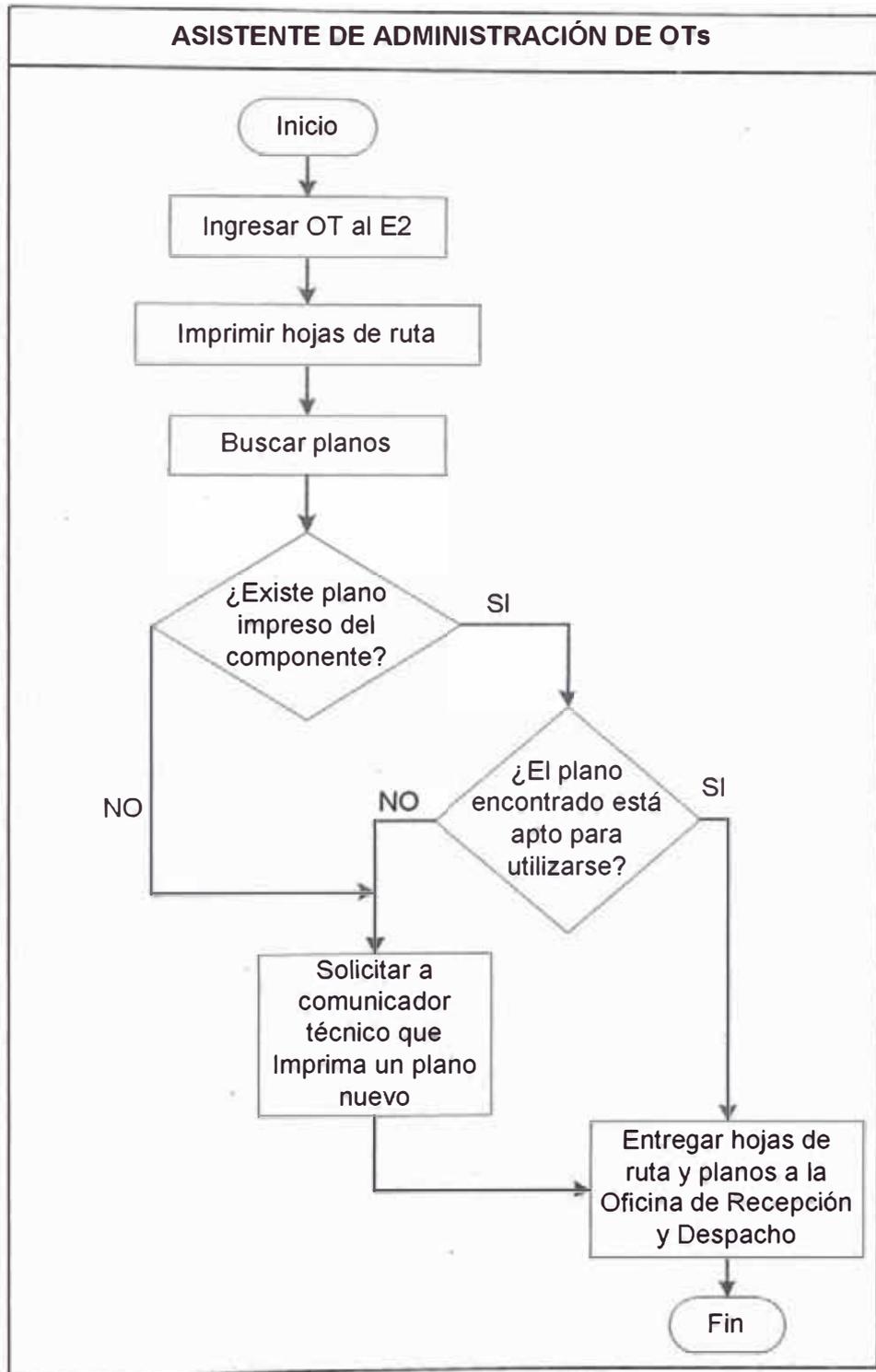
De acuerdo a los datos levantados y al esquema del procedimiento de entrega de planos, se procede a identificar las debilidades del proceso:

- El controlador de piso no registra todos los componentes que llegan, por lo cual los supervisores muchas veces piden planos de componentes que están en máquina pero no fueron registrados anteriormente.
- El comunicador técnico no cuenta con el tiempo suficiente para imprimir todos los planos de la manera que quisiera debido a la premura del tiempo porque los componentes están subidos en máquina sin contar con su plano.
- En el área de Recepción y Despacho se ha observado que si la capacidad de almacenaje está al 100%, los transportes deben llevarse los componentes a las máquinas a pesar de no tener su plano.
- Una vez realizada la evaluación final de los componentes, los planos no se regresan inmediatamente al comunicador técnico, ocasionando pérdidas de estos ya que no se encuentran cuando vuelven a ser requeridos.
- Los planos que se tienen almacenados no están totalmente clasificados, por lo cual toma mucho tiempo el encontrar los planos solicitados.

Para mejorar el proceso de entrega de planos se realizó la modificación del proceso actual, buscando contrarrestar las debilidades encontradas.

El diagrama de proceso de entrega de planos final se esquematizó de la siguiente manera:

**FIGURA 22:** Proceso mejorado de entrega de planos



**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

Con la implementación de este cambio se consiguieron los siguientes resultados:

- Reducción de reprocesos asociados a la falta de información técnica en máquina.
- Mejora en el tiempo de entrega de planos
- Aseguramiento de que cada componente llegue con su plano al operario en máquina.

### **Implementación de 5S**

#### **Estado actual de la organización de los planos**

- Se tienen alrededor de 5600 planos.
- No se nota la identificación.
- Algunos planos se encuentran deteriorados.
- Los planos se encuentran mezclados, no están organizados.
- No se visualiza fácilmente la identificación del plano

**FIGURA 23:** Estado actual del almacenamiento de planos



**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

## Plan de Trabajo

### Responsables:

Jefe del área de Soporte de Operaciones

Coordinadora de calidad

2 Practicantes de procesos

### Equipo:

2 comunicadores técnicos

1 practicante administrativo

**TABLA 24:** Implementación 5S

Etapas	04- Abr	09-Abr	10-Abr	11-Abr	12-Abr	13-Abr
Clasificar / Descartar						
Ordenar						
Limpiar						En adelante
Estandarizar						En adelante
Disciplinar / Mejorar continuamente						En adelante

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

### Clasificar / Descartar

- Eliminar planos de poca frecuencia.

**FIGURA 24:** Estado actual de los planos



**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

- Identificar todos los códigos de planos posibles para redefinir los rangos de cada gaveta y files.



**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

- Colocar stickers de colores en las gavetas para la rápida ubicación del rango que le corresponde a cada plano.

**FIGURA 26:**  
Identificación actual de gavetas



**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

- Colocar un sticker con el número de plano y color del rango correspondiente en la parte superior izquierda de la mica.

**FIGURA 27:**  
Identificación actual de planos



**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

- Colocar separadores con identificación de rangos de planos en cada file, alternando la ubicación de estos.

**FIGURA 28:** Estado actual de los separadores de



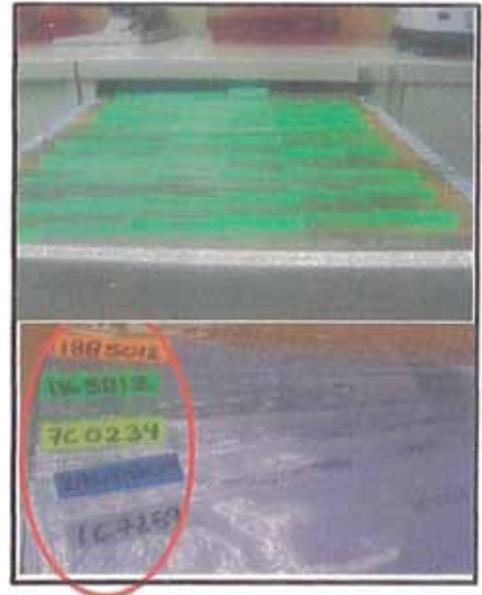
**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

**FIGURA 29:** Estado actual de la identificación de planos



**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

**FIGURA 30:** Estado de la identificación de planos posterior a la mejora



**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

## ORDENAR

- Plastificar todos los planos.

**FIGURA 31:** Plastificación de planos



**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

- Ordenar los planos secuencialmente de menor a mayor en cada file.

**FIGURA 32:** Secuencia planos



**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

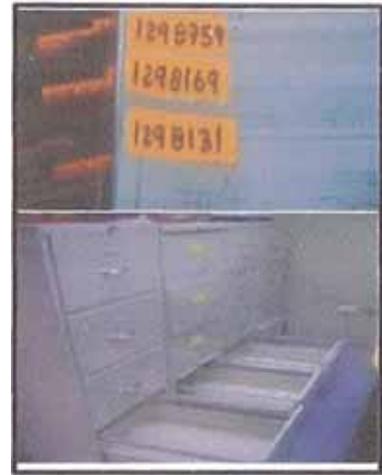
- Adquirir otro armario que reemplace a las gavetas inferiores de los armarios actuales, para evitar que la persona tenga que colocarse en una posición inadecuada al buscar los planos.

**FIGURA 33:** Estado actual de ubicación de planos



**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

**FIGURA 34:** Estado de la ubicación de planos después de la mejora



**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

## LIMPIAR

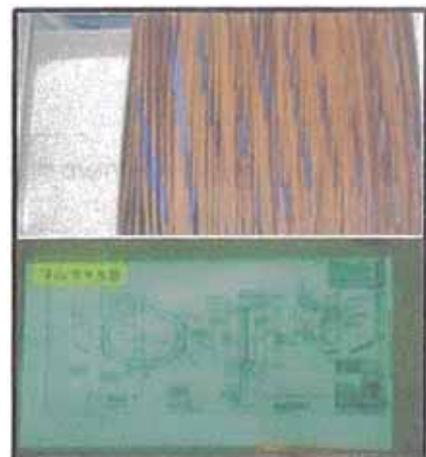
- Limpiar las gavetas, para la conservación de los planos en buen estado.

**FIGURA 35:** Limpieza de planos actual



**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

**FIGURA 36:** Limpieza de planos después de la mejora



**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

## **ESTANDARIZAR**

### Extracción de plano

- Identificar la gaveta con el rango dentro del cual se encuentra el número de plano requerido.
- Ubicar el file al cual pertenece el plano.
- Seleccionar y extraer el plano.
- Si no se encuentra el plano requerido, imprimir un nuevo plano (planos con poca frecuencia).

### Devolución de plano

- Identificar la gaveta con el rango dentro del cual se encuentra el número de plano requerido.
- Ubicar el file al cual pertenece el plano.
- Colocar le plano respetando la secuencia de menor a mayor.

## **DISCIPLINAR/MEJORAR CONTINUAMENTE**

- Revisar semanalmente el ordenamiento de los planos a través de un muestro rápido por cada gaveta para identificar posibles errores de ubicación de los planos.

- Realizar una limpieza semanal de las gavetas y planos para su adecuada conservación.
- Capacitar a la persona asignada en relación al método adecuado de extracción y devolución de planos.

### **Beneficios obtenidos**

- Identificación fácil de los planos.
- Mejora en la atención de solicitudes de información técnica.
- Reducción del estrés laboral de la persona encargada de la búsqueda de planos.

### **3.5.3.3 Implementación de sistemas POKA YOKE**

#### **Identificación de los defectos causantes de los reprocesos**

El siguiente cuadro fue elaborado tomando como parte del estudio los datos de los últimos 9 meses en el periodo de setiembre 2011 – mayo 2012.

**TABLA 25:** Casos por mala ubicación del componente en máquina

<b>Casos</b>	<b>Costo de reprocesos</b>	<b>% referente al total de casos que requieren un sistema POKA YOKE</b>
Falta de habilidad	4113.24	23%
Mal montaje del componente	4100.38	16%
Mal centrado del componente	4897.96	6%
Mal procedimiento de mecanizado	11328.14	55%
<b>Totales</b>	<b>24439.72</b>	<b>100%</b>

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

El total de las causas hacen el 24% de las causas totales de reprocesos en el periodo mencionado.

Identificación de las diferentes causas de reprocesos:

- Procedimientos incorrectos
- Variaciones u omisiones en el proceso
- Mal centrado de componentes
- Especificaciones técnicas complejas
- Errores humanos por descuido o falta de habilidad.
- Cansancio, distracción, exceso de confianza

#### **Identificación de los componentes con recurrencia de error**

**TABLA 26:** Componentes con recurrencia de errores por mala ubicación en máquina

<b>Componente</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Costos</b>	<b>Impacto ( costo de pieza malograda)</b>
Monoblock	4	1149.7	US\$ 80 000
Piston	3	3138.61	US\$5 000
Spindle	2	2052	US\$ 25 000
Housing	6	5475.51	US\$ 10 000
Totales	<b>15</b>	<b>11815.82</b>	

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

Luego se identificaron los Poka Yoke necesarios, de acuerdo a los defectos presentados y el tipo de máquina:

DEFECTO: Componente Monoblock no cumple con especificaciones técnicas

CAUSA: Mal maquinado, Mal cálculo de profundidad

DIFICULTAD DE INSPECCION: No se puede determinar el defecto hasta que se ha terminado de realizar el trabajo.

POKA YOKE PROPUESTO: Fabricar una machina para trabajar el monoblock en el taladro.

DEFECTO: Daños al componente Spindle

CAUSA: Mala coordinación de movimientos de la máquina, falta de concentración del operario

DIFICULTAD DE INSPECCION: No se puede determinar el defecto hasta que se ha terminado de realizar el trabajo.

POKA YOKE PROPUESTO: Fabricar una machina para trabajar el Spindle en el Torno Vertical

DEFECTO: Desprendimiento de material metalizado en el componente Pistón.

CAUSA: Posición de la herramienta de corte.

DIFICULTAD DE INSPECCION: No se puede determinar el defecto hasta que se haya desprendido el material

POKA YOKE PROPUESTO: Uso de tablilla tangente a la superficie del diámetro interno menor del Pistón para amortiguar la fuerza aplicada por la herramienta de corte en el taladro

DEFECTO: Componente Housing con medidas fuera de especificaciones

CAUSA: Mal maquinado

DIFICULTAD DE INSPECCION: No se puede determinar el defecto hasta que se ha terminado de realizar el trabajo.

POKA YOKE PROPUESTO: Fabricar una machina para trabajar el housing en el tomo vertical.

DEFECTO: Tapones de silicona encontrados en el componente Monoblock

CAUSA: Error de conteo de tapones retirados del monoblock.

DIFICULTAD DE INSPECCION: Los tapones hundidos no se ven a simple vista, se tienen que buscar internamente.

POKA YOKE PROPUESTO: Fabricar una caja para el retiro de la cantidad exacta de tapones.

**FIGURA 37:** Poka Yoke para el retiro de tapones de silicona



**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

## **CAPÍTULO IV**

### **EVALUACION DE BENEFICIOS**

#### **4.1. SELECCIÓN DE CRITERIOS DE EVALUACION**

En este capítulo se explicará la estimación del valor de los beneficios tangibles y los beneficios intangibles obtenidos.

##### **4.1.1 BENEFICIOS TANGIBLES**

Reducción de reprocesos

Luego de la aplicación de las medidas planificadas se ha presentado la reducción del indicador de los reprocesos del Taller de Recuperaciones. Esto ha permitido estar dentro del límite establecido para este indicador y mejorar la atención al cliente interno.

Reducción de costos

La reducción de los reprocesos del Taller de Recuperaciones ha significado una reducción de los costos relacionados que incrementan la cuenta de gastos del taller e impactan en la rentabilidad de las ventas.

Reducción de tiempos de atención del área de Soporte Técnico

La reducción de tiempos del área de soporte técnico, ha impactado en los tiempos de servicio en general, mejorando el TAT y el tiempo de respuesta al cliente interno del área de soporte técnico.

#### **4.1.2 BENEFICIOS INTANGIBLES**

##### Mejora de la imagen del Taller de Recuperaciones

Al empezar a generar los controles y monitoreo de la mejora continua se empezó a dar una mejor atención a los clientes internos, brindándoles la información del levantamiento de acciones referentes a reclamos por defectos de recuperación, los cuales permitieron eliminar la recurrencia del mismo tipo de defectos, elevando la confianza en los procesos y la calidad de los componentes recuperados.

##### Mejora del trabajo en equipo

Con la implementación de las 5S y el nuevo procedimiento de entrega de planos se logró mejorar el trabajo en equipo entre las diferentes áreas que se relacionan con soporte técnico, ya que a partir de esta implementación se logró la colaboración e involucramiento de las diferentes áreas para lograr una entrega de planos y esquemas adicionales en tiempos que mejoran la entrega del servicio solicitado por el cliente.

##### Mejora en los Procesos

Los procedimientos elaborados e implementados, han sido la base para la estandarización de procedimientos del taller, lo cual permite que mejore la calidad y los tiempos de atención.

## 4.2. INFORMACIÓN DE SITUACIÓN ECONÓMICA ACTUAL

En la siguiente tabla se muestran los ítems de los costos mensuales promedio estimados y el costo que implica la compra de un componente nuevo.

**TABLA 27:** Costo mensual estimado en caso de tener componentes malogrados

ITEMS	COSTO
COSTO MENSUAL POR REPROCESOS PROMEDIO	48000
COSTO MENSUAL POR COLOCACIÓN DE PLANOS PROMEDIO	126
COSTO EN CASO DE COMPONENTE MALOGRADO	213600
TOTAL	261726

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

**TABLA 28:** Costo mensual estimado en caso de no tener componentes malogrados

ITEMS	COSTO
COSTO MENSUAL POR REPROCESOS PROMEDIO	48000
COSTO MENSUAL POR COLOCACIÓN DE PLANOS PROMEDIO	126
TOTAL	48126

**FUENTE:** Equipo de mejora del Taller de Recuperaciones

## 4.3. RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA

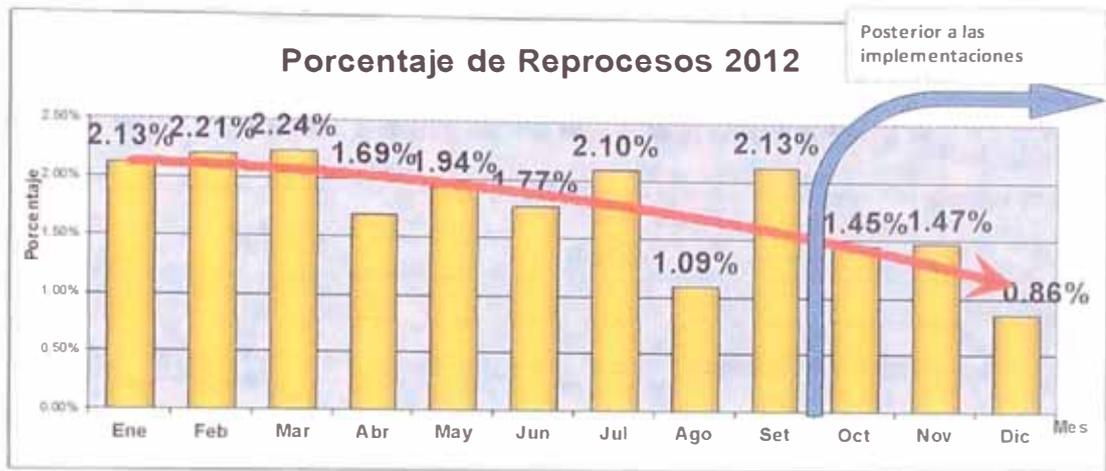
### 4.3.1 MEJORA EN EL INDICADOR DE REPROCESOS

#### 4.3.1.1 Referente al indicador total de reprocesos

El objetivo de la implementación de estrategias vistas en el capítulo anterior apunta a la mejora del indicador de reprocesos y mantenerlo dentro del estándar internacional.

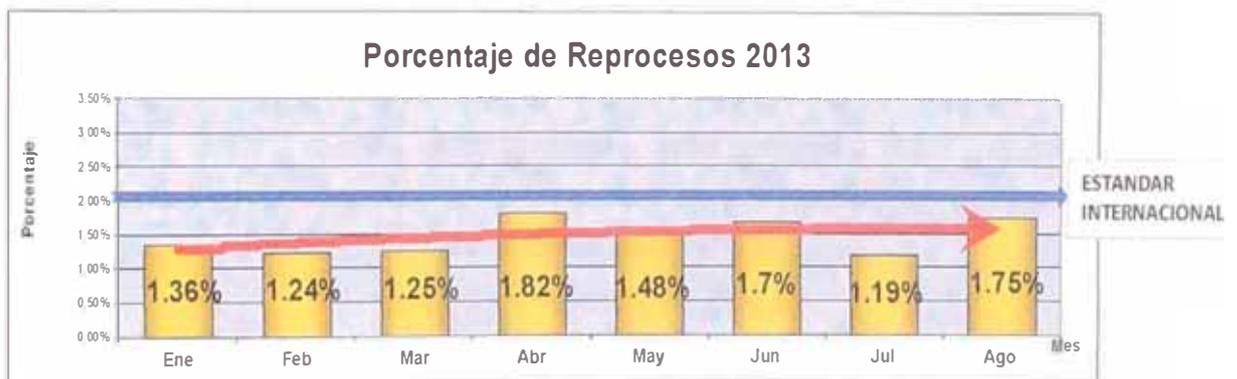
A continuación se muestra la variación del indicador gracias a las acciones tomadas.

**FIGURA 38:** Porcentaje de reprocesos en el 2012



**FUENTE:** Empresa Ferreyros S.A. – Elaboración Propia

**FIGURA 39:** Porcentaje de reprocesos en el 2013



**FUENTE:** Empresa Ferreyros S.A. – Elaboración Propia

El resultado de las acciones tomadas, se puede apreciar visiblemente desde el mes de Octubre del 2012, en donde el indicador de reprocesos se reduce hasta 1.45% referente al número total de piezas recuperadas, cumpliéndose el objetivo planteado.

#### 4.3.1.2 Referente al indicador de reprocesos del proceso de mecanizado

El porcentaje que aporta al indicador sufrió la siguiente variación.

**TABLA 29:** Variación del indicador de reprocesos de mecanizado

Indicador promedio de reprocesos del área de mecanizado	Indicador promedio de reprocesos actual del área de mecanizado	Variación porcentual
Ene 2012 - Set 2012	Después de las mejoras Octubre 2012 - actualidad	
1.06%	0.84%	-0.22%

**FUENTE:** Empresa Ferreyros S.A. – Elaboración Propia

El promedio del indicador de reprocesos referentes al número total de piezas trabajadas se redujo en 0.22%.

#### 4.3.1.3 Referente a los reprocesos presentados por área

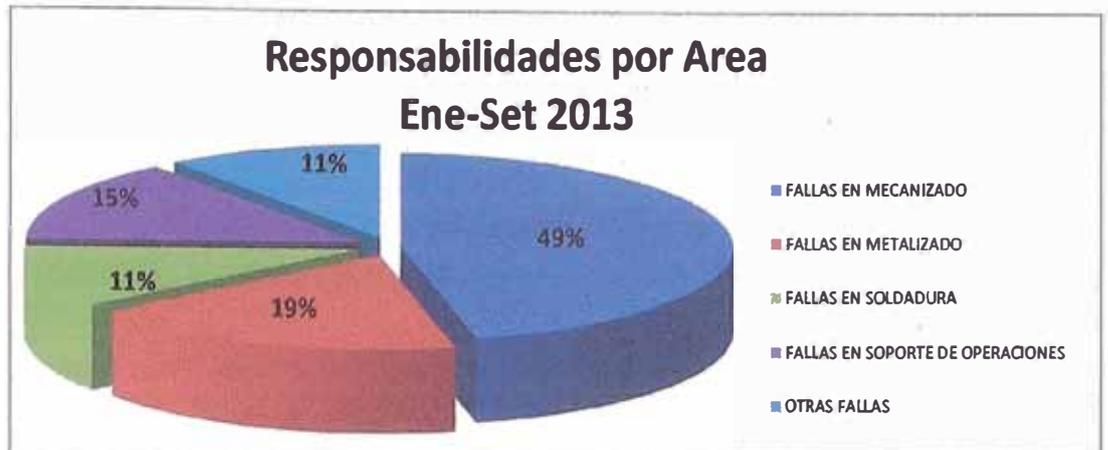
A continuación se muestran los porcentajes de responsabilidad por área:

**FIGURA 40:** Reprocesos por área 2012



**FUENTE:** Empresa Ferreyros S.A. – Elaboración Propia

**FIGURA 41:** Reprocesos por área 2013



**FUENTE:** Empresa Ferreyros S.A. – Elaboración Propia

La diferencia entre los resultados antes de la implementación y después de la implementación, muestra que el área de mecanizado ha sufrido una disminución del 2% respecto del año anterior. Lo que en números significa una reducción de reprocesos para el área de mecanizado de 20 a 12 eventos en promedio.

#### 4.3.2 MEJORA EN LOS COSTOS Y TIEMPOS DE SERVICIO

**TABLA 30:** Variación anual de gastos por reprocesos (Año 2013 hasta agosto)

AÑOS	GASTOS POR REPROCESO	PROMEDIO MENSUAL	VARIACIÓN MENSUAL
2011	583000	48583.33	
2012	400000	33333.33	-15250.00
2013	217000	27125.00	-6208.33

**FUENTE:** Empresa Ferreyros S.A. – Elaboración Propia

Se muestra una reducción de los costos significativamente desde la implementación de las medidas adoptadas.

**TABLA 31:** Variación anual del tiempo de atención de los servicios solicitados por el cliente

TIEMPOS DE ATENCION	PROMEDIO DE COMPONENTES DENTRO DEL TIEMPO DE ENTREGA		
	2011	2012	2013
≤ 7días	85%	90%	92%
≤ 15 días	72%	78%	85%

**FUENTE:** Empresa Ferreyros S.A. – Elaboración Propia

La implementación ha impactado significativamente en los tiempos de entrega, se puede observar un incremento de los servicios entregados en 7 días y 15 días en 7% y 13% respectivamente.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Desde la implementación de las medidas Lean Manufacturing el indicador de reprocesos tuvo una variación en su promedio mensual de 2.83% a 1.47%, cumpliéndose el objetivo de alcanzar el estándar internacional.
- La cantidad de componentes entregados dentro de los tiempos de compromiso se ha incrementado en 7% para los componentes con entrega en 7 días y en 13% para los componentes con entrega a 15 días, siendo una mejora considerable en la atención a los clientes
- El costo de los reprocesos disminuyó en S/. 257 500.00, referente a los años 2011, en el que no se había implementado el proyecto; y 2013, año actual en el que realizan los controles para el mantenimiento de las implementaciones realizadas en el proyecto.
- Implementaciones de bajo presupuesto como las medidas poka yoke valorizadas en un costo promedio de S/. 250.00 a S/. 300.00, generan la disminución de riesgos de componentes malogrados, con los cuales se puede perder hasta S/ 217 600.00

## Recomendaciones

- Para mantener los resultados de los cambios implementados es importante la participación e involucramiento de todo el personal, para lo cual se requiere el apoyo de la jefatura del Taller de Mecanizado y Metalizado y de la subgerencia del Taller de Recuperaciones, de manera que se vaya trabajando de la mano la cultura organizacional orientada a la mejora continua y filosofía Lean Manufacturing.
- Elaboración de nuevo mecanismos de control para preservar en el tiempo las implementaciones realizadas que contribuyan a mantener la base de la mejora continua en dichos procesos.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Textos**

- GUTIÉRREZ PULIDO, HUMBERTO  
“Calidad Total y Productividad”  
Editorial: Mc Graw Hill / Interamericana Editores S.A. de C.V.  
Tercera Edición, 2010, México D.F.
- BORROR, CONNIE M.  
“The Certified Quality Engineer”  
Editorial: American Society for Quality. Tercera Edición, 2008,  
Milwaukee, Estados Unidos de América
- Programa de capacitación Six Sigma Lean  
Empresa Ferreyros S.A.

### **Referencia de Informes de Suficiencia**

- CASTRO PARDO, ELIO  
“Mejora de los índices de gestión mediante la implementación de  
sistemas Poka Yoke en una fábrica de congeladoras”  
Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería  
Industrial y de Sistemas, 2012, Lima-Perú

- MALLQUE HEREDIA, VICTOR HUGO  
 “Rediseño del planeamiento y control de la producción Lean Manufacturing en una empresa Metal – Mecánica”  
 Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, 2006, Lima-Perú
- GOMEZ AQUINO, CARLOS ANTONIO  
 “Aplicación del CEP en una planta de alimentos balanceados”  
 Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, 2002, Lima-Perú

### **Documentos electrónicos**

- BOLSA DE VALORES DE LIMA  
 Memoria anual 2012- Ferreyrcorp (Ref: 26-03-13)  
<http://www.bvl.com.pe/eeff/B60001/20130327103901/MEB600012012AIA01.PDF>
- EQUILIBRIUM CLASIFICADORA DE RIESGO S.A.  
 Evaluación de riesgo Ferreyros S.A. (Ref: 24-5-13)  
<http://www.equilibrium.com.pe/Ferreyros.pdf>
- WIKIPEDIA EN ESPAÑOL  
 5S (Ref: 2-8-2013)  
<http://es.wikipedia.org/wiki/5S>
- CONSULTORA TPF EUROPE BV  
 5S workplace organization and standardization (Ref: 7-9-2013)  
<http://www.tpfeurope.com/cms/view/44>
- RED INDUSTRIA  
 Lean Manufacturing (Ref: 3-10-2008)

<http://redindustria.blogspot.com/2008/10/lean-manufacturing-y-mes-ii.html>

- WIKIPEDIA EN ESPAÑOL  
Lean Manufacturing (Ref: 3-10-2013)  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Lean\\_manufacturing](http://es.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing)
- DE GERENCIA  
KAIZEN – La Mejora Continua aplicada en la Calidad, Productividad y Reducción de Costos - Introducción (Ref: 25-7-2013)  
<http://www.degerencia.com/articulos.php?artid=305>

## GLOSARIO

FC (Foot candle): Unidad de medida del flujo luminoso por unidad de superficie, es decir indica la densidad de luz sobre la superficie dada (iluminancia). Su equivalencia es la siguiente:  $1FC = 10,764 \text{ lux}$ .

OT(Orden de Trabajo): Es el número asignado para la atención del componente e identificación de pasos para el trabajo de recuperación.

CRC(Centro de reparación de componentes): Es el Taller mecánico de Ferreyros S.A. en donde se realiza la reparación de componentes de maquinaria pesada.

TR(Taller de Recuperaciones): Es el taller metal mecánico de Ferreyros S.A. en donde se realizan los procesos de recuperación de componentes.

E2: Sistema no integrado en donde se realiza el registro de las órdenes de trabajo y pasos para la recuperación de componentes.

ULTIMUS: Sistema integrado en donde se realizan las solicitudes de servicio al Taller de Recuperaciones.

Viajero: Hoja de ruta identificada con este nombre por los operarios del taller de recuperaciones.

POKA YOKE: Metodología Lean enfocada en evitar que ocurran defectos.

## **ANEXOS**

ANEXO N° 01: Porcentaje de fallas por talleres - año 2011

ANEXO N° 02: Cuadro de ponderaciones: Matriz causa-efecto

ANEXO N° 03: Formatos para la implementación del cambio de iluminación

ANEXO N° 04: Relación de figuras

ANEXO N° 05: Relación de tablas

## ANEXO N° 01

### Porcentaje de fallas por talleres - año 2011

MES	FALLAS EN EL TALLER DE MECANIZADO Y METALIZADO		FALLAS EN TALLER DE SOLDADURA	FALLAS EN SOPORTE DE OPERACIONES	OTROS
	FALLAS EN MECANIZADO	FALLAS EN METALIZADO			
Enero	44.7%	17.0%	8.5%	14.9%	14.9%
Febrero	30.2%	27.9%	7.0%	16.3%	18.6%
Marzo	40.8%	16.3%	10.2%	12.2%	20.4%
Abril	46.3%	16.7%	14.8%	3.7%	18.5%
Mayo	43.6%	28.2%	7.7%	7.7%	12.8%
Junio	48.1%	13.0%	7.4%	5.6%	25.9%
Julio	40.4%	31.6%	8.8%	0.0%	19.3%
Agosto	40.5%	16.2%	10.8%	16.2%	16.2%
Setiembre	57.1%	16.7%	9.5%	4.8%	11.9%
Octubre	40.0%	28.0%	12.0%	12.0%	8.0%
Noviembre	48.0%	16.0%	4.0%	16.0%	16.0%
Diciembre	44.0%	20.0%	12.0%	12.0%	12.0%
<b>PROMEDIO</b>	<b>43.6%</b>	<b>20.6%</b>	<b>9.4%</b>	<b>10.1%</b>	<b>16.2%</b>

## ANEXO N° 02

### Cuadro de ponderaciones: Matriz causa-efecto

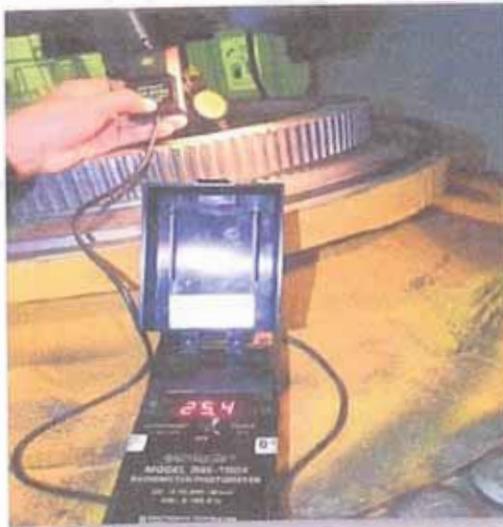
Variables de Salida	Máquina seleccionada	Orden abierta	Tiempo de montaje	Componente en máquina	Tiempo de centrado	Componente centrado	Tiempo de mecanizado	Componente mecanizado	Control de Calidad del componente	Tiempo de desmontaje	Componente desmontado	
Importancia de 1 a 10	7	4	5	7	8	9	8	10	10	7	8	
Variables de Entrada	Correlación entre x's e y's											Calificación
Hoja de ruta	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54
Técnica de montaje	0	0	9	3	0	0	0	0	0	0	0	66
Disponibilidad de tede	0	0	9	1	0	0	0	0	0	0	0	52
Disponibilidad de aditamentos y/o herramientas	0	0	9	3	0	0	0	0	0	0	0	66
Geometría del componente	0	0	9	3	9	9	0	0	0	9	3	312
Peso del componente	0	0	9	1	9	9	0	0	0	9	1	281
Técnica de centrado	0	0	0	0	3	9	0	0	0	0	0	109
Disponibilidad de herramienta de centrado	0	0	0	0	9	9	0	0	0	0	0	158
Habilidad del Técnico	0	0	0	0	0	0	9	9	0	0	0	163
Información Técnica	0	0	0	0	0	0	3	9	0	0	0	114
Parámetros de mecanizado	0	0	0	0	0	0	9	9	0	0	0	163
Confiabilidad de Máquina	0	0	0	0	0	0	9	9	0	0	0	163
Área de superficie a mecanizar	0	0	0	0	0	0	9	3	0	0	0	103
Zonas a trabajar	0	0	0	0	0	0	9	3	0	0	0	103
Precisión de máquina	0	0	0	0	0	0	9	9	0	0	0	163
Disponibilidad de herramientas de medición	0	0	0	0	0	0	9	9	0	0	0	163
Disponibilidad de herramientas de taller	0	0	0	0	0	0	9	9	0	0	0	163
Temperatura	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	34
Iluminación	0	0	0	0	0	0	3	9	9	0	0	204
Ruido	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	34
Habilidad del Inspector	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	90
Precisión de los instrumentos de medición	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	90
Técnica de desmontaje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	46
<b>Total puntuación "V"</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>45</b>	<b>11</b>	<b>30</b>	<b>36</b>	<b>84</b>	<b>80</b>	<b>27</b>	<b>21</b>	<b>7</b>	

## ANEXO N° 03

### 3-1 Formato de muestreo para el factor iluminación

# Máquina	Operario		Muestra 1		Muestra 2	
	Turno Mañana	Turno Tarde	Turno Mañana	Turno Tarde	Turno Mañana	Turno Tarde
			Zona de Medición (fc)			
152						
155						
101						
108						
105						
107						
109						
112						
103						
151						
150						
159						
132						
110						
113						
154						
104						
126						
120						
116						
158						
105						
147						
119						
120						
159						
100						
162						
161						
150						
111						
102						

En la siguiente se muestra como se utilizó el luxómetro para medir el nivel de iluminación en la zona de respectiva.



### 3-2 Levantamiento de condiciones en la zona de medición

# Máquina	Turno Mañana		Turno Tarde	
	Zona de Medición		Zona de Medición	
162	22.55	x	22.80	x
156	61.02	x	123.24	✓
101	113.70	✓	117.26	✓
108	53.93	x	29.75	x
105	54.05	x	31.93	x
107	43.40	x	15.25	x
109	20.81	x	18.78	x
112	24.20	x	20.18	x
103	54.30	x	13.75	x
161	27.37	x	17.33	x
160	61.67	x	33.78	x
159	147.24	✓	116.96	✓
132	10.78	x	14.21	x
110	9.56	x	16.81	x
113	25.19	x	8.38	x
154	45.30	x	29.73	x
104	28.69	x	33.73	x
126	30.25	x	-	-
116	39.13	x	42.25	x
115	21.37	x	29.00	x
158	18.25	x	20.00	x
106	38.62	x	32.58	x
147	17.30	x	18.93	x
119	42.02	x	137.27	✓
120	23.72	x	24.22	x
199	37.23	x	86.50	✓
100	26.80	x	18.63	x
152	18.60	x	15.09	x
151	26.56	x	28.63	x
150	20.15	x	11.14	x
111	28.13	x	11.18	x
102	26.67	x	54.18	x

x	Está fuera del rango aceptable
✓	Está dentro del rango aceptable

### 3-3 Levantamiento de condiciones en la zona de programación

# Máquina	Turno Mañana		Turno Tarde	
	Zona de Programación		Zona de Programación	
162	13.40	x	15.90	x
156	-	-	-	-
101	-	-	-	-
108	-	-	-	-
105	-	-	-	-
107	-	-	-	-
109	-	-	-	-
112	-	-	-	-
103	-	-	-	-
161	15.90	x	11.22	x
160	-	-	-	-
159	-	-	-	-
132	10.25	x	11.76	x
110	11.31	x	13.88	x
113	11.24	x	11.34	x
154	15.81	x	22.18	x
104	13.25	x	-	-
126	20.80	x	-	-
116	-	-	-	-
115	-	-	-	-
158	-	-	-	-
106	-	-	-	-
147	-	-	-	-
119	-	-	-	-
120	-	-	-	-
199	10.09	x	43.06	✓
100	25.50	x	21.80	x
152	-	-	-	-
151	-	-	-	-
150	-	-	-	-
111	-	-	-	-
102	-	-	-	-

x	Está fuera del rango aceptable
✓	Está dentro del rango aceptable

### 3-4 Cuadro de referencia para la medición de la iluminación

#### Iluminación recomendada

La siguiente tabla muestra la iluminación recomendada en diversos lugares. Recuerde que 1 FC = 10.76 Lux.

	Lugar	Lux	FC
Oficina	Sala conferencias, recepción	200~750	18~70
	Trabajo de oficina	700~1,500	65~140
	Trabajos de escribir	1,000~2,000	93~186
Fábrica	Trabajo visual en línea de producción	300~750	28~70
	Trabajo de inspección	750~1,500	70~140
	Línea de ensamblaje de componentes electrónicos	1,500~3,000	140~279
	Zona de embalaje, pasillo de entrada	150~300	14~28
Hotel	Habitación, guardarropa	100~200	9~18
	Recepción	200~500	18~47
	Cajero	750~1,000	70~93
Tienda	Escaleras interiores, pasillos	150~200	14~18
	Escaparate, mesa de envolver	750~1,500	70~140
	Frontal del escaparate	1,500~3,000	140~279
Hospital	Habitación de enfermo, almacén	100~200	9~18
	Sala de examen médico	300~750	28~70
	Quirófano, tratamientos de emergencia	750~1,500	70~140
Escuela	Auditorio, gimnasio interior	100~300	9~28
	Clase	200~750	18~70
	Laboratorio, biblioteca, sala de escritura	500~1,500	47~140

Fuente: Manual de usuario de luxómetro AD8809

### 3-5 Necesidades de Luminarias

# Máquina	Foco	Fluorescente	Lámpara
162	Tiene foco con luz amarilla	Tiene 2 fluorescentes laterales	Tiene lámpara (pero no alumbró al centro de la máquina)
156	Tiene foco con luz amarilla	No tiene fluorescente	Tiene lámpara (pero la máquina obstruye la luz de la lámpara)
101	Tiene foco con luz amarilla	No tiene fluorescente	Tiene lámpara
108	Tiene foco con luz amarilla	No tiene fluorescente	Tiene lámpara
105	No tiene foco	Si tiene fluorescente	Tiene lámpara
107	No tiene foco	No tiene fluorescente	Tiene lámpara
109	No tiene foco	No tiene fluorescente	Tiene lámpara
112	No tiene foco	No tiene fluorescente	Tiene lámpara
103	Tiene foco con luz amarilla	No tiene fluorescente	Tiene lámpara (foco quemado)
161	No tiene foco	Si tiene fluorescente (3) no alumbró bien	Tiene lámpara
160	No tiene foco	No tiene fluorescente	Tiene lámpara
159	Tiene foco con luz amarilla	Si tiene fluorescente (Buena ubicación)	Tiene lámpara
132	No tiene foco	Si tiene fluorescente (2) no alumbró bien	Tiene lámpara
110	No tiene foco	Si tiene fluorescente (2) no alumbró bien	Tiene lámpara
113	No tiene foco	Si tiene fluorescente (2) no alumbró bien	Tiene lámpara
154	No tiene foco	Si tiene fluorescente (2) no alumbró bien	Tiene lámpara
104	Tiene foco con luz amarilla (2)	No tiene fluorescente	Tiene lámpara
126	Tiene foco con luz amarilla	No tiene fluorescente	No tiene lámpara
116	Tiene foco con luz amarilla	No tiene fluorescente	No tiene lámpara
115	Tiene foco con luz amarilla	No tiene fluorescente	No tiene lámpara
158	Tiene foco con luz amarilla	No tiene fluorescente	No tiene lámpara
106	No tiene foco	No tiene fluorescente	Tiene lámpara
147	No tiene foco	No tiene fluorescente	Tiene lámpara
119	Tiene foco con luz amarilla	No tiene fluorescente	Tiene lámpara
120	Tiene foco con luz amarilla	No tiene fluorescente	No tiene lámpara
199	Tiene foco con luz amarilla	No tiene fluorescente	Tiene lámpara
100	Tiene foco con luz amarilla	No tiene fluorescente	Tiene lámpara
152	No tiene foco	No tiene fluorescente	Tiene lámpara
151	No tiene foco	No tiene fluorescente	Tiene lámpara
150	No tiene foco	No tiene fluorescente	Tiene lámpara
111	Tiene foco con luz amarilla	No tiene fluorescente	Tiene lámpara
102	Tiene foco con luz amarilla	No tiene fluorescente	Tiene lámpara

#### Leyenda:



**ANEXO N° 04**  
**RELACIÓN DE FIGURAS**

<b>NUMERACIÓN</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>PÁGINA</b>
FIGURA 1	Diagrama de los procesos de Ferreyros S.A	19
FIGURA 2	Proceso de recuperación de componentes de maquinaria pesada	22
FIGURA 3	Organigrama del holding	23
FIGURA 4	Organigrama Ferreyros S.A	23
FIGURA 5	Organigrama Ferreyros S.A	24
FIGURA 6	DMAIC SIX SIGMA LEAN	30
FIGURA 7	Mejora tradicional vs mejora six sigma lean (cps)	32
FIGURA 8	Técnicas para el Lean Manufacturing	33
FIGURA 9	Procesos de las 5S	42
FIGURA 10	Reprocesos 2009	44
FIGURA 11	Reprocesos 2010	44
FIGURA 12	Reprocesos 2011	44
FIGURA 13	Diagrama de Ishikawa	46
FIGURA 14	Macromapa del proceso de recuperación de componentes	58
FIGURA 15	Esquemmatización del proceso de recuperación de componentes	59
FIGURA 16	Mapa de proceso de mecanizado	61
FIGURA 17	Diagrama de subcausas - Iluminación	65
FIGURA 18	Reprocesos por errores de procedimiento	71
FIGURA 19	Diagrama de subcausas- Procedimientos estandarizados	71
FIGURA 20	Diagrama de subcausas- Información técnica	76

<b>NUMERACIÓN</b>	<b>TITULO</b>	<b>PÁGINA</b>
FIGURA 21	Proceso actual de entrega de planos	79
FIGURA 22	Proceso mejorado de entrega de planos	81
FIGURA 23	Estado actual del almacenamiento de planos	82
FIGURA 24	Estado actual de los planos	83
FIGURA 25	Estado actual del almacenamiento de planos	84
FIGURA 26	Identificación actual de gavetas	84
FIGURA 27	Identificación actual de planos	84
FIGURA 28	Estado actual de los separadores de planos	85
FIGURA 29	Estado actual de la identificación de planos	85
FIGURA 30	Estado de la identificación de planos posterior a la mejora	85
FIGURA 31	Plastificación de planos	86
FIGURA 32	Secuencia planos	86
FIGURA 33	Estado actual de ubicación de plano	87
FIGURA 34	Estado de la ubicación de planos después de la mejora	87
FIGURA 35	Limpieza de planos actual	87
FIGURA 36	Limpieza de planos después de la mejora	87
FIGURA 37	Poka Yoke para el retiro de tapones de silicona	92
FIGURA 38	Porcentaje de reprocesos en el 2012	96
FIGURA 39	Porcentaje de reprocesos en el 2013	96
FIGURA 40	Reprocesos por área 2012	97
FIGURA 41	Reprocesos por área 2013	98

**ANEXO Nº 05**  
**RELACIÓN DE TABLAS**

<b>NUMERACIÓN</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>PÁGINA</b>
TABLA 1	Descripción de los macroprocesos	20
TABLA 2	Técnicas para el Lean Manufacturing	34
TABLA 3	Objetivos de las 5S	41
TABLA 4	Causas obtenidas en lluvia de ideas	45
TABLA 5	Tabla de Priorización de causas	47
TABLA 6	Matriz de Confrontación	53
TABLA 7	Matriz de Evaluación de alternativas	54
TABLA 8	Tabla de variables de entrada	60
TABLA 9	Tabla de variables de salida	60
TABLA 10	Tabla de variables de salida	62
TABLA 11	Cuadro de frecuencias referente al periodo (Junio 2011- Febrero 2012)	63
TABLA 12	Cuadro de implementaciones	64
TABLA 13	Tabla de medición – Iluminación en zona de medición	65
TABLA 14	Tabla de resultados – Iluminación en zona de medición	67
TABLA 15	Tabla de medición – Iluminación en zona de programación	67
TABLA 16	Tabla de resultados – Iluminación en zona de programación	68
TABLA 17	Costeo de luminarias	69
TABLA 18	Control de la implementación	70
TABLA 19	Procedimientos identificados	71
TABLA 20	Frecuencia de componentes en reprocesos	72