



**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN Y  
OPERACIONES**

**Propuesta de estrategia para aplicar lean manufacturing en el área de  
metalmecánica de la empresa Induglob S.A.**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES**

**Autor:**

**JAVIER FERNANDO CUEVA ALVARADO**

**Director:**

**PEDRO JOSÉ CRESPO VINTIMILLA**

**CUENCA– ECUADOR**

**2015**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Juan y Rosi, por ser mi ejemplo a seguir y enseñarme los valores que considero fundamentales, responsabilidad, respeto y sencillez.

A mi hermano Juan Diego, mi cuñada María del Carmen y mis sobrinos que con su cariño y apoyo demuestran el significado de una familia unida.

A mi abuela Jesús Malo, que siempre estuvo atenta para ver a su nieto como profesional.

A todos los profesores y compañeros que me hacen recordar no solo una época de aprendizaje, sino también el aspecto humano de confraternidad, amistad y trabajo en grupo.

Javier Fernando Cueva Alvarado

## **AGRADECIMIENTO**

En instantes como este, cuando se llega a culminar un tramo del camino de la vida, es preciso volver sobre nuestros pasos para reconocer el esfuerzo y dedicación que han tenido para conmigo mis padres Juan y Rosi, de ellos he aprendido a tener esperanza y fortaleza.

Asimismo, debo reconocer que a lo largo de este proceso han habido personas que han sido las artífices de mi formación humana y académica, por ello, debo dejar constancia de mi gratitud, muy especialmente, al equipo de trabajo de Induglob S.A por proporcionarme sus conocimientos y experiencia.

A mi Director de Tesis, Ing. Pedro Crespo por su impecable profesionalismo; a mi tribunal, Ing. Iván Andrade e Ing. Andrea Soria, por sus acertadas instrucciones, su tiempo y su apoyo.

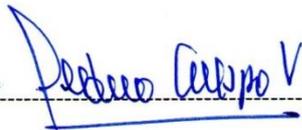
A Alicia Jáuregui por el tiempo invertido, su ayuda y buena voluntad para poder culminar con este objetivo.

**PROPUESTA DE ESTRATEGIA PARA APLICAR LEAN MANUFACTURING EN  
EL ÁREA DE METALMECÁNICA DE LA EMPRESA INDUGLOB S.A.**

**RESUMEN**

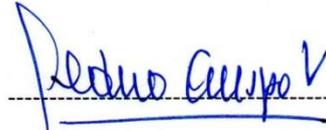
La necesidad de aplicar las herramientas 5S, TPM y Producción sin desperdicios que propone la filosofía *Lean Manufacturing* en el área de metalmecánica de la empresa Induglob S.A, llevó a la evaluación de diferentes datos estadísticos como productividad, y paro de línea, se elaboraron indicadores con el fin de evidenciar oportunidades de mejora en los procesos, enfocándose en la capacitación, evaluación de procesos y materiales críticos, determinación de mejoras e implementación, con el objetivo de incrementar un 30% de productividad y disminución del 70% en averías de equipos y desperdicios, demostrando la eficacia de estas herramientas en su aplicación.

**Palabras claves:** 5S – TPM – Producción sin desperdicios – Lean Manufacturing – Indicadores.



Ing. Pedro José Crespo Vintimilla

**Director de Tesis**



Ing. Pedro José Crespo Vintimilla

**Director de Escuela**



Javier Fernando Cueva Alvarado

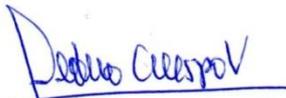
**Autor**

**STRATEGY PROPOSAL FOR THE IMPLEMENTATION OF LEAN  
MANUFACTURING IN THE METAL-MECHANICS SECTION AT *INDUGLOB*  
S.A.COMPANY**

**ABSTRACT**

The need to implement 5S, TPM (Total Productive Maintenance) and Production without waste tools proposed by the Lean Manufacturing philosophy in the metal-mechanic area at *Induglob SA* Company led to the evaluation of various statistical data such as productivity, and line stopping. Indicators were developed to evidence opportunities so as to improve processes, focusing on training, assessment processes and critical materials, as well as identification and implementation of improvements in order to increase 30% productivity and decrease 70% in breakdown equipment and waste, demonstrating the effectiveness of these tools application.

**Keywords:** 5S - TPM - Production without waste - Lean Manufacturing - Indicators.



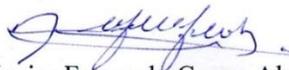
Ing. Pedro José Crespo Vintimilla

**THESIS DIRECTOR**



Ing. Pedro José Crespo Vintimilla

**SCHOOL DIRECTOR**



Javier Fernando Cueva Alvarado

**AUTHOR**



Translated by,

Lic. Lourdes Crespo

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>II</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>III</b>
<b>ABSTRAC</b> .....	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>XII</b>
CAPITULO 1 .....	1
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, DEL ÁREA DE METALMACÁNICA Y SU DISTRIBUCIÓN.....	1
1.1INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 RESEÑA HISTÓRICA DE INDUGLOB S.A.....	4
1.3 PROCESOS DE METALMECÁNICA Y SU DISTRIBUCIÓN .....	7
CAPÍTULO 2 .....	23
FILOSOFÍA <i>LEAN</i> .....	23
2.1 INTRODUCCIÓN.....	23
2.1.1 Mejora continua y Kaizen .....	25
2.1.2 Cómo conducir un evento <i>Kaizen</i> .....	25
2.2 Herramientas <i>Lean</i> .....	26
2.2.1 Herramienta 5S .....	27
2.2.2 Herramienta TPM (Total Productive Maintenance) .....	27
2.2.3 Producción sin desperdicios .....	28

2.3 INDICADORES <i>LEAN</i> .....	29
2.3.1 Indicador 5S .....	29
2.3.2 Indicador de daños de maquinaria .....	32
2.3.6 Indicador OEE(overall equipment effectiveness) .....	36
CAPÍTULO 3 .....	38
PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S COMO PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE METALMECÁNICA.....	38
3.1 INTRODUCCIÓN.....	38
3.2 PLAN DE ACCIÓN .....	40
3.2.1 Método de capacitación interna.....	40
3.2.2 Desarrollo de 5S.....	41
3.2.3 Documentación de proceso actual.....	46
3.2.4 Propuesta Implementación de la estrategia de mejora.....	49
3.2.5 Propuesta de control del cumplimiento de acciones de mejora .....	55
CAPÍTULO 4 .....	59
PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL), COMO PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE METALMECÁNICA.....	59
4.1 Introducción .....	59
4.2 PLAN DE ACCIÓN .....	63
4.2.1 Método para capacitación interna.....	63
4.2.2 Selección de prensas críticas .....	69
4.2.3 Documentación de proceso actual preciso.....	70
4.2.4 Determinación de mejoras (posibles soluciones) .....	72

4.2.5 Propuesta de implementación de la estrategia de mejora.....	84
4.2.6 Propuesta de control del cumplimiento de acciones de mejoras.....	96
CAPÍTULO 5 .....	104
PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE PRODUCCIÓN SIN DESPERDICIOS COMO PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE METALMECÁNICA.....	104
5.1 INTRODUCCIÓN.....	104
5.2 Plan de acción.....	105
5.2.1 Método para capacitación interna.....	105
5.2.2 Documentación del proceso actual .....	108
5.2.4 Propuesta de implementación de la estrategia de mejora.....	119
5.2.5 Propuesta de control del cumplimiento de acciones de mejora.....	133
CONCLUSIONES GENERALES .....	135
RECOMENDACIONES.....	137
BIBLIOGRAFÍA.....	139
REFERENCIAS ELECTRÓNICAS .....	140

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Inicios de la Empresa.....	5
Figura 2 Inicios de la línea de producción.....	6
Figura 3 Lay out metalmecánica .....	8
Figura 4 Proceso de corte .....	9
Figura 5 Prensado mayor .....	10
Figura 6 Prensado menor .....	11
Figura 7 Formación de puertas.....	11
Figura 8 Área de cromado .....	13
Figura 9 Área de decapado .....	14
Figura 10 Área de pintura .....	14
Figura 11 Área de evaporadores .....	16
Figura 12 Área de termoformado.....	17
Figura 13 Área de acabados plásticos .....	17
Figura 14 Área de poliuretano .....	18
Figura 15 Frente serigrafiado.....	19
Figura 16 Línea de ensamblaje refrigeradoras .....	19
Figura 17 Línea de ensamblaje de cocinas .....	20
Figura 18 Bodega de productos terminados.....	21
Figura 19 Diagramas de proceso.....	21
Figura 20 Eficacia del sistema <i>Lean</i> .....	24
Figura 21 Indicador 5S .....	30
Figura 22 Gráfica 5S .....	31
Figura 23 Indicador OEE (overall equipment effectiveness).....	37
Figura 24 Implementación de 5S .....	40
Figura 25 Capacidad de planta.....	41
Figura 26 Estante de matricería.....	46
Figura 27 Diagrama de clasificación.....	50
Figura 28 Tableros de programas de producción.....	50
Figura 29 Frecuencia de uso de elementos .....	51
Figura 30 Zonas identificadas .....	51
Figura 31 Programa de limpieza .....	52

Figura 32 Cestas plásticas.....	53
Figura 33 Estándares de orden y limpieza .....	54
Figura 34 Acta de compromiso .....	55
Figura 35 Auditoría 5S.....	56
Figura 36 Gráfica de Auditoría 5S.....	57
Figura 37 Objetivos del TPM.....	60
Figura 38 TPM involucra a todo .....	61
Figura 39 Formato de verificación de equipos.....	65
Figura 40 Formato de lecciones de un solo punto.....	67
Figura 41 Criterios de aceptación o rechazo.....	68
Figura 42 <i>LAY OUT</i> METALMECÁNICA .....	70
Figura 43. Ciclo de vida del equipo .....	73
Figura 44 Ciclo de vida del equipo (comparativo).....	73
Figura 45 Sistemas visuales .....	74
Figura 46 Sistemas visuales .....	75
Figura 47 OEE – Relaciones de pérdidas .....	81
Figura 48 Cámaras térmicas.....	82
Figura 49 Análisis de vibraciones .....	83
Figura 50 Ultrasonido.....	83
Figura 51 Indicador OEE.....	84
Figura 52 Indicador OEE.....	85
Figura 53 Indicador OEE.....	86
Figura 54 Fuentes de pérdidas de la producción.....	87
Figura 55 Reporte de mantenimiento .....	89
Figura 56 Ciclo de una orden de trabajo.....	90
Figura 57 Prensa de troquelado.....	91
Figura 58 Sistema JDE orden de trabajo .....	92
Figura 59 Sistema JDE orden de trabajo .....	92
Figura 60 Compresor.....	93
Figura 61 Componentes mecánicos de un compresor .....	94
Figura 62 Sistema eléctrico de compresor .....	94
Figura 63 Programa de mantenimiento para compresor.....	95

Figura 64 Estándar de mantenimiento planeado .....	96
Figura 65 Pizarra de mantenimiento.....	97
Figura 66 Tiempo de mantenimiento por orden de trabajo .....	98
Figura 67 Órdenes de trabajo por mantenimiento .....	98
Figura 68 Indicador mensual de paras por mantenimiento.....	100
Figura 69 Referencia de un indicador .....	101
Figura 70 Objetivos basados en indicadores.....	101
Figura 71 Normas de aceptación.....	107
Figura 72 Constancia de capacitación .....	108
Figura 73 Formato de desperdicios .....	109
Figura 74. Reporte de piezas rechazadas .....	109
Figura 75. Reporte de desperdicios .....	110
Figura 76 Estudio de tiempos por calibración .....	111
Figura 77. Reabastecimiento de material.....	112
Figura 78 Reabastecimiento de cestas .....	112
Figura 79. Mano de obra no productiva .....	113
Figura 80 Tiempos por reabastecimiento de material .....	113
Figura 81. Cambio de turno .....	115
Figura 82 Proyecto Círculos de calidad.....	117
Figura 83. Manuales .....	120
Figura 84. Formato de pre-control .....	121
Figura 85 Precontrol de fallas comunes .....	122
Figura 86. Cestas con material.....	122
Figura 87. Instrumentos de medición .....	123
Figura 88. Proceso de embutido de tablero.....	124
Figura 89. Modelos de tableros de cocinas.....	124
Figura 90. FORMATO ZONAS CRÍTICAS .....	125
Figura 91. Especificación de materia prima .....	126
Figura 92. Material reprocesable.....	126
Figura 93. TABLERO CON DEFECTO .....	127
Figura 94. Bandeja de descongelamiento .....	127
Figura 95. Láser en mesa de prensa. ....	129

Figura 96. TAREAS INTERNAS Y EXTERNAS ACTUAL.....	130
Figura 97. Tareas internas y externas propuesta .....	130
Figura 98: Optimización de recursos.....	131
Figura 99. Línea de lateral de horno.....	132
Figura 100. Cestas kanban .....	133
Figura 101. Tablero <i>LEAN</i> .....	133

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Distribución de personal Metalmecánica .....	7
Tabla 2 Talleres <i>Lean</i> .....	26
Tabla 3 Indicador mantenimiento prensado .....	32
Tabla 4 Indicador mantenimiento prensado menor .....	33
Tabla 5 Indicador de productividad.....	34
Tabla 6 Indicador paras de línea metalmecánica.....	35
Tabla 7 Indicador de desperdicios en metalmecánica .....	36
Tabla 8 Evaluación 5S.....	48
Tabla 9 Lista de elementos innecesarios.....	49
Tabla 10 Costo de paras por mantenimiento.....	71
Tabla 11 Comparativo de horas de mantenimiento correctivo vs. preventivo.....	99
Tabla 12 Formato de priorización de desperdicios .....	106
Tabla 13 Desperdicios por calibración .....	111

Javier Fernando Cueva Alvarado  
Trabajo de Graduación  
Ing. Pedro José Crespo Vintimilla  
Marzo 2015.

**PROPUESTA DE ESTRATEGIA PARA APLICAR LEAN MANUFACTURING  
EN EL ÁREA DE METALMECÁNICA DE LA EMPRESA INDUGLOB S.A.**

**INTRODUCCIÓN**

La implantación de filosofías de mejora aplicadas a manufactura y gestión de la calidad en INDUGLOB a través del tiempo, han establecido un incremento en el cumplimiento de producción y estándares de calidad; para reforzar dicho cumplimiento y ante una demanda en crecimiento la empresa se ve en la necesidad de implementar herramientas como Lean Manufacturing

Se diseñará un plan de acción que propone una estrategia para aplicar las tres herramientas Lean (5S, TPM, Producción sin desperdicios), en cualquier proceso productivo tomando como piloto el área de Metal Mecánica.

Con esta estrategia se espera usar menos de cada recurso en la planta, menos esfuerzo humano, menos inversión en inventario de materiales y herramientas, menos espacio y menos horas de ingeniería para desarrollar un nuevo producto.

La implementación de herramientas Lean permitirá disminuir errores que represente costos para la empresa, los cambios serán monitoreados mediante indicadores mensuales que permitirán dar un seguimiento y control a la productividad y calidad en las áreas de prensado mayor y menor del área de Metal Mecánica.

## CAPITULO 1

### DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, DEL ÁREA DE METALMACÁNICA Y SU DISTRIBUCIÓN

#### 1.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo describe cómo nació Induglob S.A. y hacia dónde se proyecta cada día para ser una de las empresas, no solo ecuatoriana sino latinoamericana, más reconocida por su prestigio de marca en electrodomésticos de línea blanca.

Además, nos da a conocer la distribución de la planta de Induglob S.A., puntualmente el Área de Metalmecánica y todos los procesos (por y su flujo) hasta llegar al producto terminado, listo para su comercialización.

Durante los últimos años Induglob S.A. se ha consolidado como líder del mercado ecuatoriano; a la fecha ocupa un área superior a los 50000 metros cuadrados y emplea

1900 personas, siendo un importante generador de trabajo en el país.

En cuanto a su mercado, desde hace 35 años, Induglob S.A. viene ofreciendo refrigeradoras y cocinas caracterizadas por su innovador diseño y estilo. En la actualidad, las ventas de la empresa sobrepasan los 500000 artefactos anuales, manteniendo su liderazgo en el mercado ecuatoriano con una participación superior al 50%.

La marca ha trascendido las fronteras nacionales, llegando a países como Colombia, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, República Dominicana, Perú, Jamaica, Chile y Venezuela.

La innovación permanente es el principal reto de Induglob S.A. y está presente en su diseño, procesos y servicio. Generando diseños propios, Induglob S.A. ha conseguido interesantes logros; como ejemplos se puede citar la línea VIVA, que en 1998 rompió la monotonía de la “línea blanca” presentando cocinas y refrigeradoras en color amarillo, azul y rojo. Luego, se enfocó en el diseño curvo y nació la línea SPAZIO.

SERVIHOGAR genera un valor agregado en el campo del servicio post venta; en las zonas urbanas atiende el 80% de las solicitudes en un tiempo máximo de veinticuatro horas. La aceptación lograda por servicios como préstamo de producto, garantía extendida y asesoría telefónica de instalación han llevado a que, en el mercado, se eleve la expectativa sobre lo que debe ser un servicio post venta de “línea blanca”.

Utilizando diseños y prestaciones de nueva generación Induglob S.A. se ha especializado en la fabricación de cocinas y refrigeradoras, buscando aportar elementos de belleza dentro del área de cocina. Los continuos esfuerzos de diseño se han concretado en las líneas Arián, Viva, Spazio, Croma, Avant y últimamente los modelos Quarzo, que en su momento, han logrado marcar una tendencia en el mercado.

Con opciones en blanco y acabados metalizados, el *mix* de Induglob S.A. ofrece más de 50 modelos de productos entre cocinas, refrigeradoras, congeladores, vitrinas frigoríficas, lavadoras de ropa, acondicionadores de aire, hornos microondas, hornos tostadores y lavadoras de vajillas.

La reciente innovación es la refrigeradora RI 587 con sistema Bioactivo.

El sistema *no-frost* es el enfriamiento del congelador y refrigerador proporcionado por la circulación de aire forzado por un procedimiento automático.

a) El sistema es operado automáticamente para prevenir la formación permanente de escarcha o hielo sobre los alimentos y las superficies refrigeradas.

b) El agua de descongelamiento es eliminada automáticamente.

El sistema de enfriamiento tanto del congelador y refrigerador actúa por conducción y convección natural respectivamente. Descongelado automático para el refrigerador y manual para el congelador.

El sistema bio activo combina el sistema *no-frost* y el *de-frost* donde:

a) Congelador: enfriado mediante circulación de aire forzado, el evaporador descongela automáticamente por períodos.

b) Refrigerador: enfriado por convección natural mediante una placa fría, descongelado automático en cada apagado.

La satisfacción del cliente se logra con varios elementos que dan un valor agregado a cada producto que lleva la marca Induglob S.A, entre ellos una constante innovación en el diseño, desarrollo y fabricación que tenga relevancia para los consumidores, considerando estilos de vida, tendencias en decoración, colores y materiales.

Es muy importante para Induglob S.A. establecer metas que le permitan mantener el liderazgo en ventas, su misión y políticas son una muestra del pensamiento estratégico de la empresa.

#### MISIÓN DE INDUGLOB S.A.

Producir y vender electrodomésticos con calidad y a precios competitivos, satisfaciendo las necesidades del cliente y asegurando el progreso de la empresa así como de sus colaboradores, contribuyendo de esta manera al bienestar de la sociedad. (VIDAL, 2013)

#### POLÍTICA DE INDUGLOB S.A.

Mantener el liderazgo en calidad, diseño y servicio al cliente desarrollando al talento humano Con eficiencia productiva, mejora de costo y ahorro de gastos replicando el modelo del negocio a Perú.

## OBJETIVOS DE INDUGLOB S.A.

- Crecer en un 5% la producción actual en Induglob S.A.
- Tener una estructura de retrosección y replicabilidad del modelo de negocios entre las dos plantas (Induglob S.A. y Electroandina).
- Fortalecer el posicionamiento de la marca en todos los países donde hay presencia.
- Contribuir al retorno de la inversión optimizando los costos de fabricación y optimizando los gastos a través de la reingeniería de procesos y control de presupuestos.

## 1.2 RESEÑA HISTÓRICA DE INDUGLOB S.A.

“En la ciudad de Cuenca-Ecuador, en el año de 1972, se inicia la actividad económica de INDUTECHNIA e INDURAMA, en un área de trabajo de 100 m<sup>2</sup> y veinte personas, en las calles Hermano Miguel y Sangurima. El taller estaba destinado a la producción de calefones, prensas y lámparas”. (Vidal, 2013)

Dos años más tarde, se incorpora la compañía Multicomercio con la importación y ensamblaje de bicicletas y producción de cocinetas, calderos, cocinas y pailas de camionetas, aprovechando el ingenio y creatividad del personal que laboraba en el área de metalmecánica en conjunto con la visión comercial del negocio.

En 1976 este taller se trasladó a las calles Turuhayco y Calle Vieja en cuyas instalaciones laboraban 120 personas, cambiando su razón social a MULTINDUSTRIAS.

La demanda creciente de artefactos de uso doméstico impulsó, en el año de 1980, a un tercer cambio de local iniciando así la empresa INDURAMA ubicada hasta hoy en las Avenidas Don Bosco y de las Américas, en el límite sur de la ciudad, con una extensión de 30.000 m<sup>2</sup>.

Figura 1 Inicios de la Empresa



Fuente: Departamento de Talento Humano – Induglob S.A.

El Economista Marcelo Jaramillo, Presidente de la empresa Induglob S.A declaró: “Todos los colaboradores, administrativos y operarios, participaron con gran entusiasmo de la fundición del piso en el que actualmente se levanta la planta de Cuenca- Ecuador”. Econ. Marcelo Jaramillo.

Durante estos años, INDURAMA ensamblaba refrigeradoras bajo el asesoramiento y licencia de WHITE CONSOLIDATED INDUSTRIES USA y cocinas de horno con el respaldo de Tecnogas–Italia, fabricando productos multimarca, entre ellas INDURAMA.

La cercanía al consumidor fue siempre clave para el desarrollo de Induglob S.A. un sistema denominado “Sugerencias Mercado-Calidad” motivó a la empresa a escuchar al cliente y cumplir sus necesidades técnicas, calidad, diseño y funcionalidad.

El año de 1982 fue especial al introducir, en su planta, un moderno sistema de producción en serie, incorporando maquinaria de vanguardia de origen europeo.

Figura 2 Inicios de la línea de producción



Fuente: Departamento de Talento Humano – Induglob S.A.

Tres años más tarde, en 1985, se inicia la actividad exportadora de INDURAMA hacia el vecino mercado de Perú, visión que se ha consolidado exitosamente, situándola hoy en una marca presente en más de veinticinco países de la región latinoamericana de Centro y Sur América.

La solidaridad con su gente constituye un aspecto de vital importancia para la empresa, el sistema de trabajo en “círculos de superación” se convierte en un modelo con participación voluntaria sobre el 80% de colaboradores, en proyectos de beneficio compartido, reconocido en el ámbito nacional e internacional. La actividad productiva y comercial de INDURAMA se consolida hoy en dos plantas de fabricación que superan los 80000 m<sup>2</sup> con una capacidad de 1000000 de unidades entre cocinas y refrigeradoras, constituyéndose en una de las empresas líderes en la región.

El diseño, para la marca INDURAMA, es su pilar fundamental, pues mediante la innovación constante ha dinamizado la categoría hacia los mayores estándares internacionales de desarrollo y tecnología, presentado en sus líneas iconos que marcaron historia y reconocimiento como Arian en 1997, Viva en 1998, Croma en el 2000, Spazio en el 2003, Avant 2006, Quarzo en el 2010 y su consolidación actual en un nuevo diseño, además, en una tecnología de conservación de alimentos y optimización de consumo que con toda seguridad beneficiará a miles de usuarios.

### 1.3 PROCESOS DE METALMECÁNICA Y SU DISTRIBUCIÓN

El área de metalmecánica está conformada con una cuadrilla de 193 personas que rotan en tres turnos, en nueve máquinas para prensado mayor y ocho para prensado menor, estos realizan procesos de embutido, doblados, troquelados, perforados y estampados, que en total logran producir más de dos mil ítems distintos para ensamblar refrigeradoras y cocinas en todos los modelos; el cuadro indica la distribución del personal en las diferentes sub áreas de metalmecánica en tres turnos.

Distribución de personal

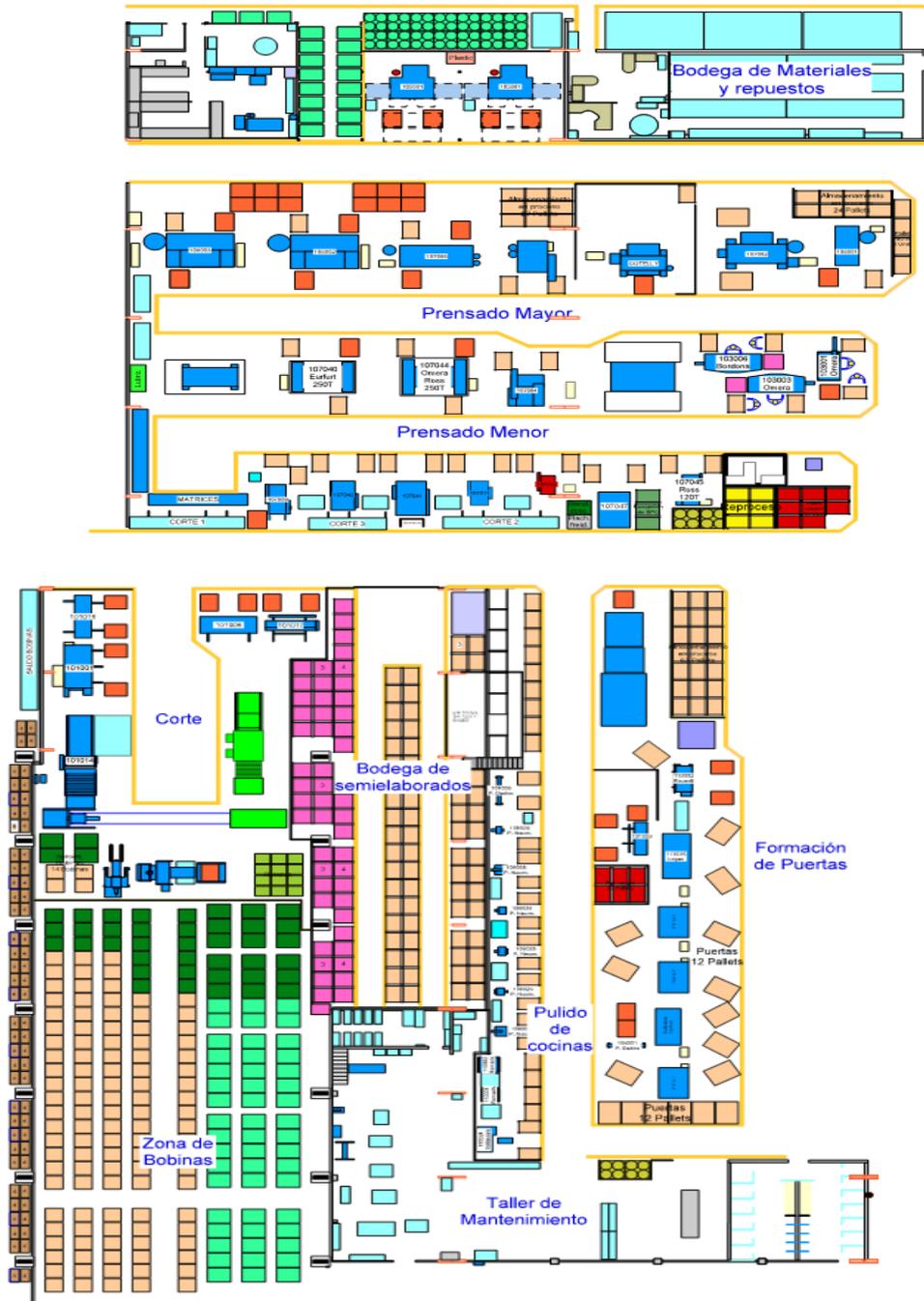
Tabla 1 Distribución de personal Metalmecánica

<b>Cuadrilla Metalmecánica</b>							
COD	GRUPO	NOMBRE	TURNOS				
			1T	2T	3T	4T	Tot
010	COR	Corte	8	9	9		<b>26</b>
020	PMA	Prensado mayor	24	25	24		<b>73</b>
030	PME	Prensado menor	18	19	19		<b>56</b>
050	FPU	Formación de puertas		14	14		<b>28</b>
100	PCO	Pulido de cocinas	3	4	3		<b>10</b>

Fuente: Departamento de Ing. Industrial– Induglob S.A.

## LAYOUT SECCIÓN DE METAL MECÁNICA

Figura 3 Lay out metalmecánica



ESCALA 1:350

Fuente: Departamento de Ing. Industrial – Induglob S.A.

## Descripción del proceso productivo de Induglob S.A-

### 1. Corte de plancha

En esta sección se inicia el proceso productivo. El requerimiento de material a la bodega de materiales y repuestos, es entregado en bobinas para proceder a desenrollarlas, enderezarlas y cortarlas mediante un grupo de máquinas conocido como tren de desbobinado.

Este proceso se realiza en frío, lo que garantiza que no exista desprendimiento de viruta; además, cuenta con un sistema de automatización en base a PLCs (Programmable Logic Controller) que permite un corte exacto de todas las piezas.

Figura 4 Proceso de corte



Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial – Induglob S.A.

### 2. Prensado mayor

Este centro de trabajo usa diferentes procesos de conformado mecánico tales como, embutido, troquelado o estampado; las piezas recortadas se colocan en una matriz y son transformadas de una plancha cortada a un cuerpo multiforme en base a la forma de la matriz.

El proceso de embutido emplea, exclusivamente, prensas hidráulicas de 250 T, las mismas que utilizan el principio de Pascal, que hace que se alimente un pistón de gran diámetro con fluido de alta presión y bajo caudal, consiguiendo altísimas presiones. Para los procesos de troquelado y doblado se emplean prensas mecánicas de 200 T.

Figura 5 Prensado mayor



Fuente: Departamento de Ing. Industrial – Induglob S.A.

### 3. Prensado menor

Las piezas elaboradas en prensado menor son sometidas a procesos de troquelado, perforado y doblado mediante matrices pequeñas, hasta obtener una pieza final. Para este tipo de trabajo se utiliza prensas mecánicas con capacidad inferior a las 150 T.

Figura 6 Prensado menor



Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial – Induglob S.A.

#### 4. Formación de puertas

Para formar las puertas metálicas de un refrigerador, se procede a ingresar las planchas cortadas en una serie de máquinas ubicadas secuencialmente y por medio de matrices son dobladas, troqueladas y estampadas, hasta obtener el resultado deseado.

Figura 7 Formación de puertas



Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial – Induglob S.A.

## 5. Pulido

Dentro del proceso productivo se debe cumplir con normas de calidad, por lo que el proceso de pulido juega un papel muy importante. Consiste en un tratamiento superficial por el cual se eliminan los filos cortantes y rebabas, hasta obtener un área más lisa o nivelada; además de mejorar el acabado superficial hay que hacerlo con el acabado final de cada una de las piezas.

## 6. Parrillas de cocinas y refrigeradoras:

Estas son fabricadas a partir de varillas redondas que resisten el contacto directo con el fuego. El proceso se inicia con el corte de la varilla, posteriormente pasa al de formado, doblado, armado, soldado y finalmente el pulido. Las máquinas que se emplean son prensas menores a cien toneladas, dobladoras neumáticas, soldadora de punto y pulidoras manuales.

## 7. Sistema de combustión

En esta sección se fabrica todo el circuito interno de las cocinas: tubo quemador, tubo rampa, cañerías. Las máquinas usadas en este proceso son tornos revólver, prensas de menores a 60 toneladas, dobladoras hidráulicas y de piñón, soldadoras de punto y de MIG (soldadura por arco); los puestos de suelda están provistos de cabinas que impiden la contaminación del ambiente y por ende mantiene las condiciones óptimas de trabajo.

## 8. Cromado o galvanizado

Es un tratamiento basado en la electrólisis, por medio del cual se deposita una fina capa de cromo metálico sobre las piezas para protegerlas de la erosión, mejorando su aspecto y sus prestaciones. Las piezas que pasan por estos procesos son generalmente pequeñas como tornillos, bisagras, arandelas, tuercas, etc.

Figura 8 Área de cromado



Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial – Induglob S.A.

#### 9. Fosfatizado

El proceso se realiza mediante la inmersión de piezas metálicas en varios tanques de manera secuencial, los mismos que contienen agua fría, agua caliente y desengrasantes. La finalidad es proteger a las piezas de la corrosión, tener un acabado uniforme y mejorar su brillo.

#### 10. Decapado

Tiene como objetivo eliminar los óxidos metálicos, grasas de lubricación, óxido de recocido y el orín de las piezas para que queden químicamente limpias. Esta es una condición necesaria para un adecuado esmaltado o enlozado.

El proceso requiere un estricto cumplimiento de normas y procedimientos que permiten controlar los tiempos de inmersión en cada tanque, así como la concentración de cada baño.

Figura 9 Área de decapado



Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial – Induglob S.A.

## 11. Pintura

Las superficies a pintar deben estar perfectamente desengrasadas, limpias, libres de polvo, aceite, grasa, óxido o suciedad. La pintura utilizada se encuentra en polvo y se aplica mediante pistolas para pintura electrostática dentro de una cabina de aspersión. Al realizar el proceso, las partículas de polvo de la pintura se cargan eléctricamente mientras el producto a pintar está conectado a tierra, como resultado se produce una atracción electrostática que permite que se adhiera una película de polvo suficiente para recubrir toda la superficie de manera pareja y total.

Figura 10 Área de pintura



Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial – Induglob S.A.

## 12. Enlozado

Este recubrimiento superficial es aplicado a todas las piezas de las cocinas que se encuentran en contacto con altas temperaturas. En el proceso se utiliza fundente en polvo o líquido como materia prima, que es el resultado de la fusión de cristal de polvo y sustrato. Inicialmente, las piezas son cubiertas por el fundente mediante el proceso de aspersión o inmersión, para luego ingresar a un horno con temperaturas que oscilan entre 800 y 850° centígrados, con lo cual el polvo se funde y forma una capa lisa que protege la pieza metálica.

## 13. Evaporadores

Los evaporadores para refrigeradoras son fabricados en diversos tamaños y con distintas características, dependiendo de la capacidad de enfriamiento requerida. El concepto de un evaporador no es más que un intercambiador de calor entre fluidos, de modo que mientras uno de ellos se enfría, el otro se calienta, aumentando su temperatura, pasando de su estado líquido original a estado de vapor. El proceso de armado del evaporador es manual, en un paso previo se requiere unir varias materias primas mediante puntos de suelda tipo autógena y TIG (Tungsten Inert Gas).

Figura 11 Área de evaporadores



Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial – Induglob S.A.

#### 14. Inyección

La inyección de plásticos dispone de tres inyectoros con capacidad de 600 a 800 gramos de PAI (Poliestireno Alto Impacto) y cinco inyectoros de 120 gramos de capacidad, en los que se fabrica piezas plásticas como balcones, soportes, perillas de cocinas, bases de perilla, bujes, tuercas, ruedas, etc.

#### 15. Termoformado

En esta sección se procede a fabricar las partes plásticas internas de las refrigeradoras, como son los gabinetes y las puertas. Es una técnica que consiste en calentar una lámina plástica PAI (Poliestireno de Alto Impacto), para posteriormente colocarla en un molde de aluminio; en el momento en que la plancha toma la forma del molde se activa un sistema de enfriamiento y de vacío que permite enfriar la pieza y evacuarla del molde. Todas las máquinas termoformadoras trabajan con un sistema automatizado en base a PLCs con el cual se controla los tiempos del proceso y las zonas de calentamiento de la máquina.

Figura 12 Área de termoformado



Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial – Induglob S.A.

## 16. Acabado plástico

Llamado también carpintería plástica, porque en esta sección se realiza todos los ajustes necesarios en las piezas plásticas (termoformadas) hasta obtener el acabado final, como corte de filos, perforados, pulido y/o armados manuales.

Figura 13 Área de acabados plásticos



Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial – Induglob S.A.

## 17. Poliuretano y pre puertas

En estas dos secciones se inyecta poliuretano en los gabinetes y puertas de las refrigeradoras. Aquel es un agente químico aislante que resulta de la mezcla de poliol e isocianato; estos dos productos son inyectados en las paredes internas del

refrigerador, con el objeto de lograr un adecuado aislamiento entre el aparato y la temperatura del medio ambiente. (Redactado por el autor)

Las máquinas utilizadas para este proceso son la inyectora de poliuretano que realiza la mezcla y la dosificación del químico y la torre de inyección que impide la deformación de las piezas plásticas en el momento de la expansión del poliuretano.

Figura 14 Área de poliuretano



Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial – Induglob S.A.

## 18. Serigrafía en cocinas y refrigeradoras

La serigrafía es una técnica de impresión empleada con el método de reproducción de imágenes sobre cualquier material, ya sean piezas metálicas o plásticas; este proceso consiste en transferir una tinta a través de una malla nylon tensada en un marco, el paso de la tinta se bloquea en las áreas donde no habrá imagen mediante una emulsión o barniz, quedando libre la zona donde pasará la tinta.

El sistema de impresión es repetitivo, el proceso mismo sitúa la malla y hace pasar la tinta a través de ella, aplicándole una presión moderada con un rasero, generalmente de caucho.

Figura 15 Frente serigrafiado



Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial – Induglob S.A.

### 19. Ensamblaje de refrigeradoras

Está comprendido por una secuencia de operaciones que permiten colocar ordenadamente todas las piezas fabricadas en las secciones anteriores, luego se procede a realizar la carga del refrigerante, las pruebas en el laboratorio y por último se hace el empaque final del refrigerador.

Figura 16 Línea de ensamblaje refrigeradoras



Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial – Induglob S.A.

## 20. Ensamblaje de cocinas

Similar a la línea de refrigeradoras, esta es una secuencia de actividades hasta obtener cocinas como producto final.

Está comprendida por una secuencia de operaciones que permiten colocar, de forma ordenada, todas las piezas fabricadas en las secciones anteriores; posteriormente, se procede a efectuar las pruebas de funcionalidad y por último se realiza el empaque de la cocina.

Figura 17 Línea de ensamblaje de cocinas



Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial – Induglob S.A.

## 21. Bodega producto terminado

Las cocinas y refrigeradoras, que han sido empacadas, pasan por medio de un transportador de rodillos a la bodega de productos terminados para su almacenamiento.

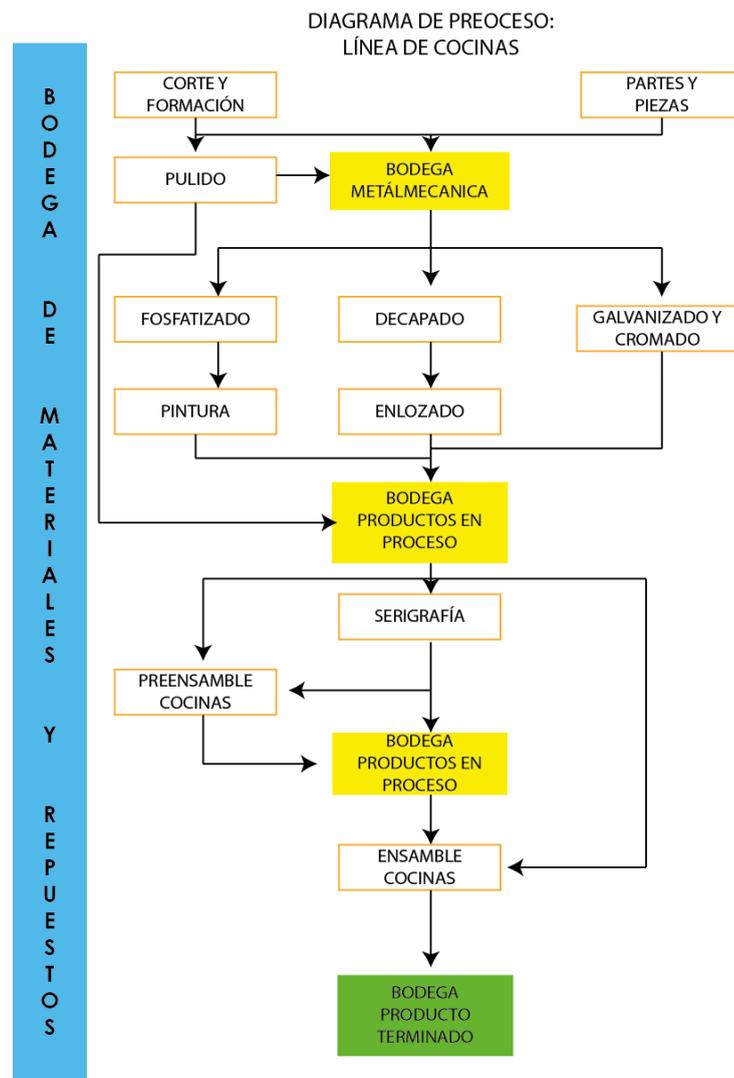
En esta bodega, los productos son colocados en bases de madera que permiten una adecuada preservación del embalaje de cartón, así como una optimización del espacio cúbico de la bodega, después son despachados en furgones, contenedores, mulas o camiones hacia sus diferentes destinos: exportación, bodegas regionales o directamente hacia los clientes.

Figura 18 Bodega de productos terminados



Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial Induglob S.A.

Figura 19 Diagramas de proceso





## CAPÍTULO 2

### FILOSOFÍA *LEAN*

#### 2.1 INTRODUCCIÓN

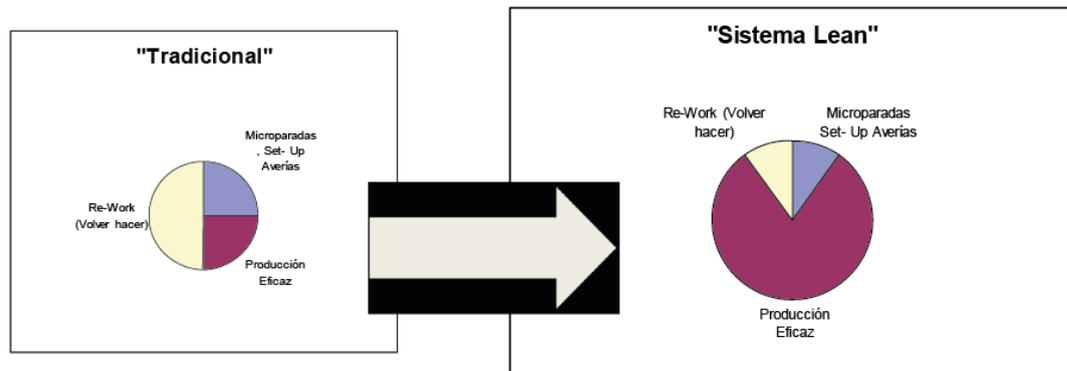
Según Monden (2003). La filosofía *Lean* constituye una referencia para las empresas que desean competir basándose en costos cada vez más bajos, menores tiempos de entrega y mejor calidad; es decir, usar menos de cada cosa en la planta, reducir al mínimo el esfuerzo humano, bajar la inversión en el inventario de materiales y herramientas, menos espacio y reducir las horas de ingeniería para desarrollar un nuevo producto.

La producción tiene un determinado tiempo de cumplimiento que debe ser administrado rigurosamente; lo que permitirá obtener, en teoría, una cantidad del producto que en la práctica se verá mermada por:

- Las pérdidas de tiempo.
- Paros de maquinaria (mantenimiento).
- Errores de suministros de materiales.
- Calidad de materiales (compras).
- Errores de la línea (ingeniería y trabajadores).
- Eficiencia de los trabajadores (liderazgo y motivación).

Además de otros problemas que aparecen cuando la planificación, gestión y control de los procesos se muestran ineficientes.

La gráfica siguiente indica, a la izquierda, la eficacia de la producción llevando los procesos tradicionalmente (eficacia de 25%), y en el cuadro derecho se observa el incremento de la producción con una efectividad del 80%, aplicando el sistema *Lean*.

Figura 20 Eficacia del sistema *Lean*

Fuente:

Material de supervisión Metalmecánica – Induglob S.A.

La transición de las empresas, de una gestión convencional de las operaciones, a una gestión *Lean* es difícil. Los nuevos conceptos y principios en los que se basa, por más obvios que puedan parecer, requieren cambios muy profundos en la manera de pensar de las personas dentro de una organización.

### Las técnicas de *Lean Manufacturing*

Para Monden (2003), un factor de éxito en una empresa es la aplicación del ciclo de mejoras continuas de *Deming*, esto es planificar (objetivos y métodos), realizar (ejecutar procesos definidos), comprobar (comprobar resultados con objetivos) y actuar (acciones correctivas necesarias), tomando en cuenta las reglas básicas para la mejora continua:

- No se puede mejorar nada que no se haya controlado.
- No se puede controlar nada que no se haya medido.
- No se puede medir nada que no se haya definido.
- No se puede definir nada que no se haya identificado.

### **2.1.1 Mejora continua y Kaizen**

*Kaizen* significa mejora continua tanto en la vida personal como en la sociedad y en el trabajo, sea el ámbito de manufactura, servicio, agricultura, gobierno, educación o vida personal.

La esencia del *Kaizen* involucra tanto a gerentes como a trabajadores y asume que el modo de vida merece ser constantemente mejorado.

Puntos claves de *Kaizen*

1. Desechar la idea convencional de que no se puede hacer.
2. Pensar en cómo hacerlo, no por qué no se puede hacer.
3. Empezar a preguntarse las prácticas actuales en el proceso.
4. Corregir de inmediato, si se comete un error.
5. No gastar para hacer *Kaizen*, utilizar la experiencia del equipo.
6. Buscar la experiencia de diez personas en lugar del conocimiento de una sola.
7. La experiencia salta cuando es enfrentada a dificultades.
8. Pregunta “¿POR QUÉ?” cinco veces y buscar la causa o raíz.
9. Las ideas del *Kaizen* no terminan nunca.

### **2.1.2 Cómo conducir un evento Kaizen**

- Identificar el evento: Definir el alcance y los estándares.
- Identificar responsabilidades: Reconocer el rol del dueño del proceso, del líder y de todo el equipo.
- Seguimiento del evento: Establecer un plan de control, el equipo instala los estándares y el dueño debe dar un seguimiento.
- Durante el evento: Dar entrenamientos, mantener el enfoque y trabajar en equipo.
- Después del evento: Asegurarse si las acciones son completadas, exponer los resultados y celebrar el éxito.

## 2.2 Herramientas *Lean*

Decimos que la aplicación de la filosofía *Lean* en una empresa aporta valor añadido al producto final con bajos costos, menores tiempos de entrega y mejor calidad. Estas mejoras se verán reflejadas al implementar herramientas propuestas por esta filosofía atacando a las restricciones que se presentan en la producción.

A continuación se detalla las herramientas a aplicar en los procesos y los resultados que se podrían obtener al implementarlos efectivamente.

Tabla 2 Talleres *Lean*

Objetivo de mejora	Taller	Resultados
Análisis de la situación actual	Values tream mapping	Plan de acciones futuro
<u>Mejora en la organización</u>	<u>Taller 5S</u>	<u>10% productivi da d</u>
Mejoras en tiempos de cambio	Taller SMED	↓50% tiempo de cambio
Necesidad de reducción de stock	Kanban	↓50% valor de stocks
Mejora del servicio al cliente	PullFlowSystem	0 urgencias
Identificar pérdidas de producción	Taller OEE	KPI definidos
<u>Reducción de averías y micro paros</u>	<u>Taller TPM</u>	<u>70% a verías</u>
<u>Mejorar la productividad</u>	<u>Producción sin desperdicios</u>	<u>30% productivi da d</u>
Reducción problemas de calidad	Resolución de problemas	↑25%

Fuente: Material de supervisión Metalmecánica – Induglob S.A.

Los tres talleres subrayados se utilizarán como motivo de estudio con el fin de crear una estrategia para aplicar cada una de estas herramientas como piloto en el

área de Metal Mecánica de la Empresa Induglob S.A.

Estas herramientas son elegidas para su aplicación por la necesidad del área de Metal Mecánica de Induglob S.A, ya que por falencias en la limpieza, orden, mantenimientos y desperdicios, son los más idóneos para mejorar en productividad y calidad a la sección piloto.

Metodologías como SMED y *Kanban* se mencionarán para la propuesta de disminución de desperdicios.

### **2.2.1 Herramienta 5S**

El nombre “Las 5S” proviene de las palabras que lo caracterizan, las cuales, en la transcripción fonética de los ideogramas japoneses al alfabetolatino, comienzan con “S”:

SEIRI=separar, clasificar SEITON=ordenar, organizar SEISO= limpiar continuamente

SEIKETSU= estandarizar, bienestar personal

SHITSUKE= autodisciplina, formación de hábitos

La herramienta 5S se enfatiza en lo básico; aspectos de cómo usar la herramienta adecuada, el lubricante indicado, la información actualizada, el lugar asignado, a la hora fijada, en el orden establecido, cumpliendo el procedimiento, etc. detalles que muchas veces nos parecen poco importantes con relación a los graves problemas que debemos afrontar diariamente, como atender reclamos de clientes, pagar la nómina o sustituir la ausencia de un trabajador clave.

### **2.2.2 Herramienta TPM (Total Productive Maintenance)**

Pablo Durán (2013) afirma, que el TPM es una filosofía de mantenimiento que integra el mantenimiento de equipos dentro del proceso de manufactura.

Su objetivo es maximizar la efectividad global del equipamiento reduciendo fallas de equipos, cambio de herramientas, paradas cortas, reducción de velocidad, defectos en régimen, defectos durante arranques, pérdidas por logística, planificación o por factores humanos.

Otro objetivo es establecer un sistema de mantenimiento preventivo total. Prevención del Mantenimiento (PM), Mantenimiento Programado (MP) y Mantenimiento Correctivo (MC).

Por último, es promover la participación de todos los empleados desde la alta dirección hasta los operadores, desarrollando su conocimiento profundo en el equipamiento.

### **2.2.3 Producción sin desperdicios**

Edison Encalada (2013) afirma: “Desperdicio es todo aquello más allá de la cantidad mínima indispensable de equipos, materiales, partes, espacio y tiempo de empleados los cuales son esenciales para agregar valor al producto o servicio.

Los siete desperdicios se describen también como mudas, que en japonés se refiere a derroche, desperdicio o inutilidad, que se los puede encontrar en todo proceso productivo en donde ciertas actividades o recursos no son utilizados de la mejor manera.

#### **SIETE MUDAS:**

1. Sobreproducción: Se hace antes o más de lo necesario.
2. Tiempo de espera: Materiales en espera, cuellos de botella, personal sin producir, entrenamiento, etc.
3. Transportación: Movimientos de material, papeleo doble.

4. Proceso inapropiado: Equipo muy rápido vs uno muy lento, variaciones, juntas deficientes.
5. Inventarios innecesarios: Almacenes, *buffers*, tamaños de lote.
6. Movimientos innecesarios: Análisis y pruebas inútiles, exceso de movimientos tanto personales como de materiales.
7. Defectos: No hacerlo bien la primera vez”.

### **2.3 INDICADORES *LEAN***

Edison Encalada (2013), dice: “Indicador es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo calidad y plazos.

A continuación se describen los indicadores que maneja el área Metalmecánica de la empresa Induglob S.A.; es muy importante considerar estas estadísticas ya que serán una referencia de la mejora tras aplicar las herramientas propuestas *Lean*”.

#### **2.3.1 Indicador 5S**

La implementación de las mejoras debe ser medible en cualquier área de una empresa, esto permitirá comparar, estadísticamente, a través de un histórico de datos que de manera gráfica indicará la efectividad de las acciones y permitirá identificar si en realidad se ataca a la raíz.

Para poder visualizar la efectividad en las acciones de mejora en 5S, se crea un indicador que mide el porcentaje para cada una de las 5S (selección, orden, limpieza, estandarización).

**Criterios de calificación**

Figura 21 Indicador 5S

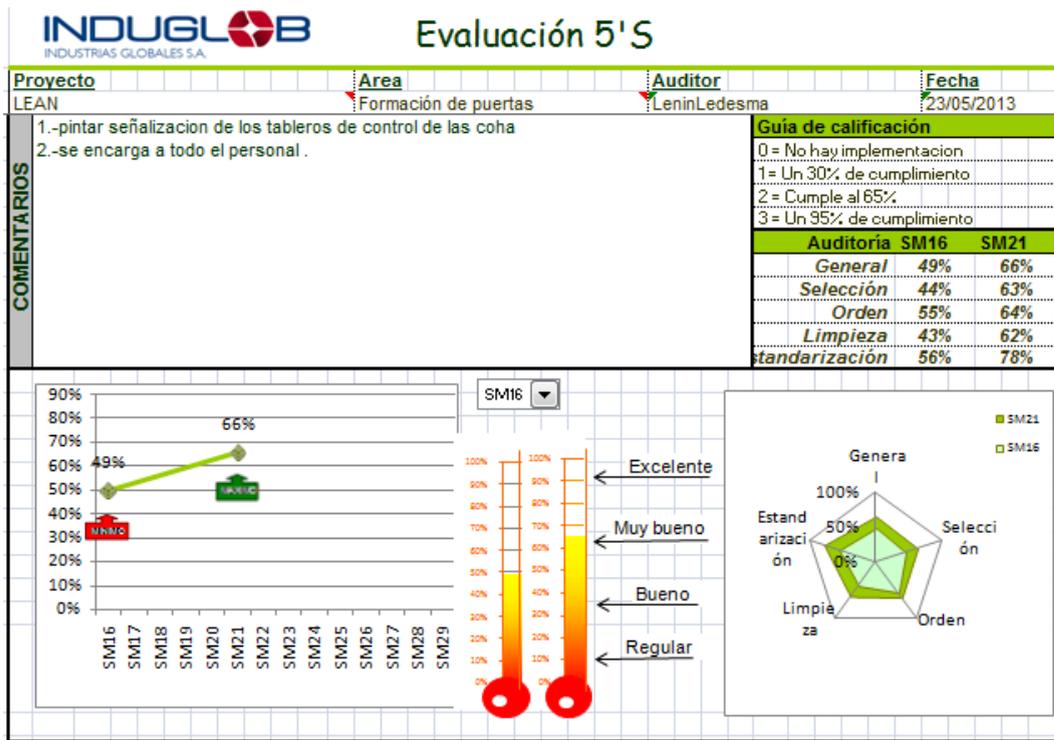
INDUGLOB		Evaluación 5'S		
INDUSTRIAS GLOBALES S.A.				
Proyecto	Area	Auditor	Fecha	
LEAN	Metal mecanica	Edison Encalada		
<b>"Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"</b>				
Área de Producción			SM2	S
Seleccionar	1.1 Las herramientas se encuentran en buen estado para su uso.		2	✓
	1.2 Existen objetos sin uso en los pasillos.		2	✓
	1.3 Pasillos libres de obstáculos (carritos, equipos, etc.).		2	✓
	1.4 Las mesas de trabajo están libres de objetos sin uso.		1	✓
	1.5 La línea de producción está libre de objetos sin uso.		2	✓
	1.6 Se puede saber cuáles son los objetos necesarios en el área.		2	✓
	1.7 Se ven partes de maquinas (tornillos, cables, etc).		2	✓
	1.8 Existe material de trabajo (guantes, cepillos, pinzas, etc.) sin uso o fuera de su lugar.		2	✓
	1.9 El área de producción esta libre de cajas u otra forma que sea de cartón.		2	✓

Ordenar	2.1 Las áreas están debidamente identificadas.		1	2
	2.2 Los materiales estan guardados en forma segura según norma.		2	2
	2.3 Los botes de basura están en el lugar designado para éstos.		2	3
	2.4 Lugares marcados para todo el material de trabajo (Equipos, Herramientas, etc.).		2	2
	2.5 Todas las sillas y mesas están el lugar designado .		2	2
	2.6 Información oficial actualizada (manuales, instructivos, etc.).		3	3
	2.7 Los pallets están en los lugares designados.		2	2
	2.8 Los pasillos están debidamente señalados.		1	2
	2.9 Los cajones de las mesas de trabajo están debidamente organizados y sólo se tiene lo necesario.		2	2
	2.10 Todos los equipos se encuentran en el lugar designado.		2	2
	2.11 todos las identificaciones de los pallets y chancletas actualizados y se respetan.		2	2
Limpiar	3.1 Los contenedores se encuentran limpios.		2	2
	3.2 Las herramientas se encuentran limpias.		2	2
	3.3 Los equipos están libres de polvo y manchas.		2	2
	3.4 Piso está libre de polvo, basura, componentes y manchas.		2	2
	3.5 Las gavetas o cajones de las mesas de trabajo están limpias y sin residuos.		1	1
	3.6 Después del mantenimiento, el piso y los equipos quedan libres de polvo, manchas y residuos.		2	2
	3.7 Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida.		2	2
Estandarizar	4.1 Todos los pallets cumplen con el requerimiento de la operación.		2	2
	4.2 Todo el personal usan uniforme adecuado dependiendo de sus labores.		1	1
	4.3 Todas las mesas, sillas y carritos son iguales.		3	3
	4.4 Todo los instructivos cumplen con el estándar .		2	2
	4.5 Usan el equipo de seguridad en operaciones que lo requieren.		2	2
	4.6 Todos los pizarrones son iguales y contienen la misma información.		2	2

Fuente: Material de supervisión Metalmecánica – Induglob S.A.

El cuadro indica los puntos a tomar en cuenta para la evaluación que se realizará en la sección por una persona asignada mensualmente, en este caso el supervisor de turno es quien evaluará cada punto de acuerdo a lo que evidencie.

Figura 22 Gráfica 5S



Fuente: Material de supervisión Metalmecánica – Induglob S.A.

En la figura veintidós, en la parte superior, se describe la sub área auditada, responsable o auditor y la fecha de la auditoría.

El recuadro de comentarios se utiliza como observaciones para acciones correctivas.

El criterio de calificación se basa en la guía que va del 0 = no hay implementación hasta 3= 95% de cumplimiento, los datos se registran en Excel reflejando los resultados en tres gráficos que se visualizan en la parte inferior de la ilustración antes mencionada:

El gráfico de la izquierda compara el porcentaje de cumplimiento de dos semanas con el fin de comparar la mejora.

El gráfico de la mitad indica el porcentaje alcanzado y la fase de cumplimiento.

La gráfica de la derecha señala el porcentaje de cumplimiento de las dos semanas por cada una de las 5S. Se toma como indicador de dos semanas para realizar un comparativo y evidenciar si existen mejoras o no.

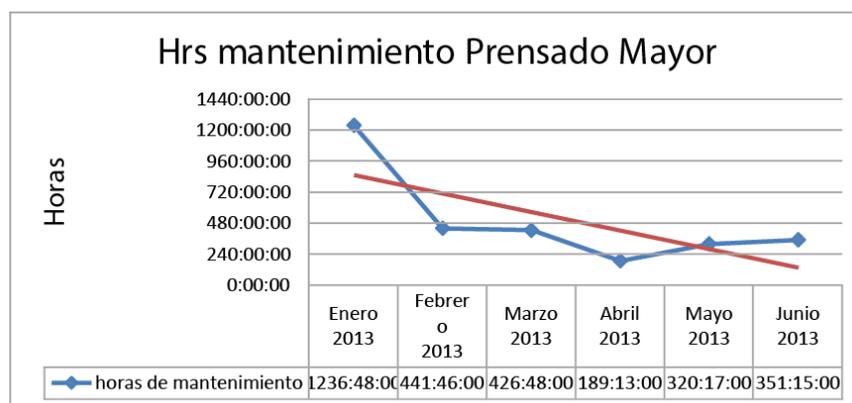
### 2.3.2 Indicador de daños de maquinaria

Este indicador toma en cuenta las horas de maquinaria por mantenimientos correctivos, es decir, aquel mantenimiento que se lo realiza luego de que ocurre fallas o averías en el equipo e implican, en la mayoría de veces, el cambio de piezas. Daños repetitivos como trabazones, ruptura de matrices, transmisión, fugas de aceite, etc.

A continuación se especifica las horas mensuales de enero a junio del 2013 de horas en prensas por mantenimientos correctivos divididos en prensado mayor y menor:

Tabla 3 Indicador mantenimiento prensado

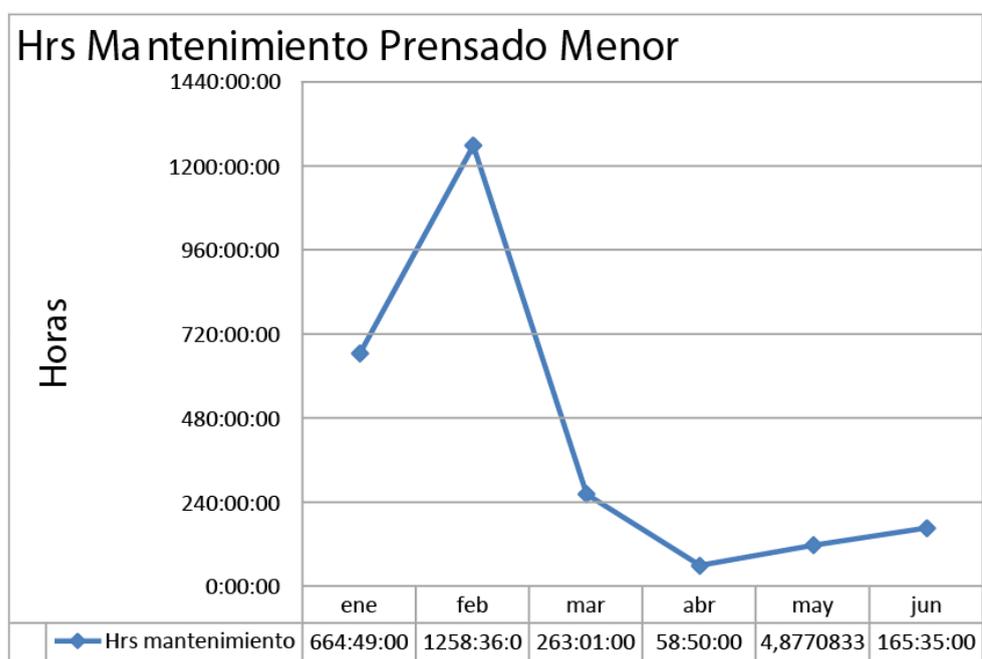
Mes	Hrs. mantenimiento
enero 2013	1236:48:00
febrero 2013	441:46:00
marzo 2013	426:48:00
abril 2013	189:13:00
mayo 2013	320:17:00
junio 2013	351:15:00



Fuente: Departamento de mantenimiento – Induglob S.A.

Tabla 4 Indicador mantenimiento prensado menor

	<b>Hrs. mantenimiento</b>
enero	664:49:00
febrero	1258:36:00
Marzo	263:01:00
Abril	58:50:00
Mayo	4,877083333
Junio	165:35:00



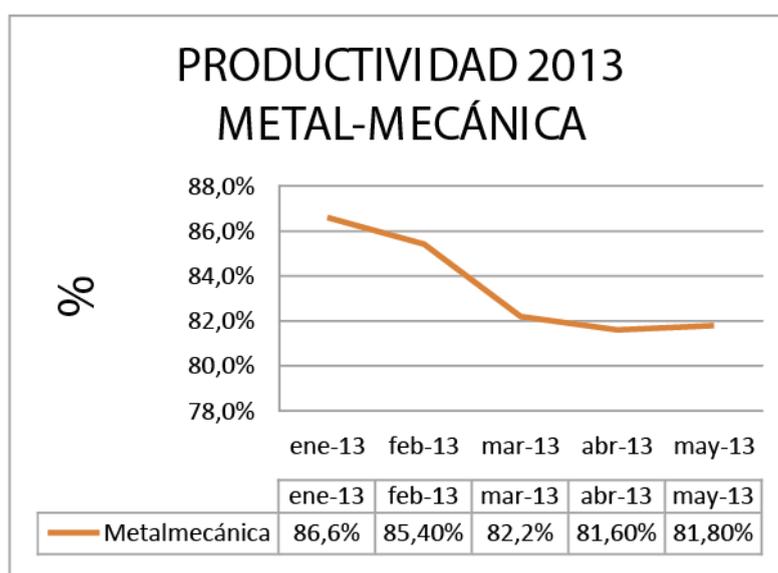
Fuente: Departamento de mantenimiento – Induglob S.A.

### 2.3.3 Indicador de productividad

Tabla 5 Indicador de productividad

	CÓDIGO	ene-13	feb-13	mar-13	abr-13	may-13	
PMA	Prensado Mayor	83,0%	82%	77%	76%	77%	
PME	Prensado Menor	90,0%	89%	87%	88%	87%	
PCO	Pulido de Cocinas	92,0%	88%	93%	90%	88%	

<b>MME</b>	<b>Metalmecánica</b>	86,6%	85,40%	82,2%	81,60%	81,80%	
------------	----------------------	-------	--------	-------	--------	--------	--



Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial – Induglob S.A.

Este indicador se refiere al porcentaje de productividad basándose en tres factores:

Tiempo: Horas de producción.

Velocidad o eficiencia de mano de obra: UPH (Unidades Por Hora) Calidad:

Cantidad de desperdicio.

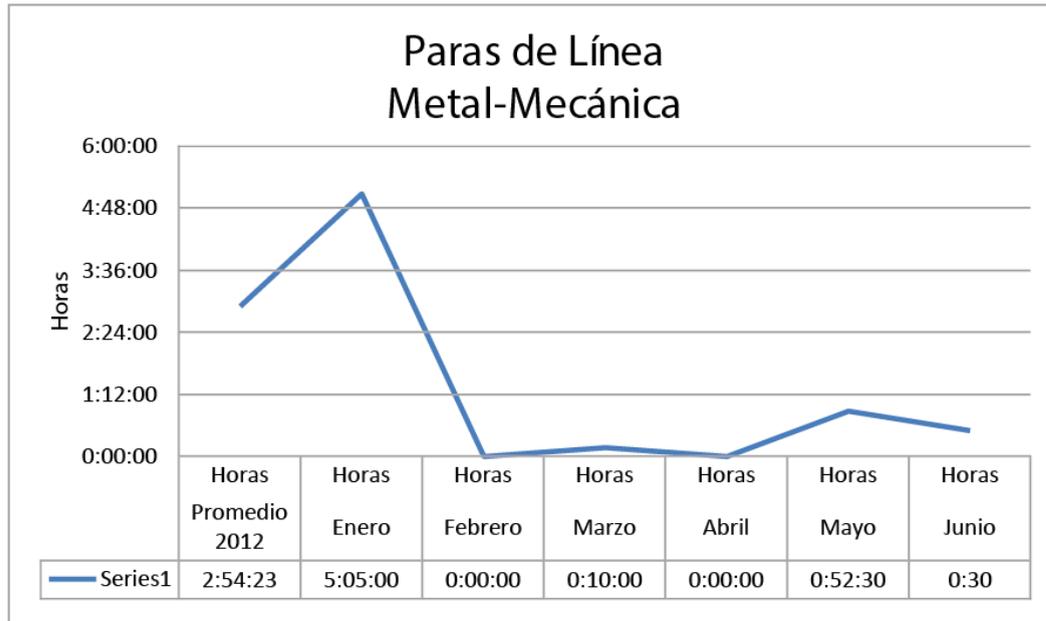
FÓRMULA (TVC) = Calidad x velocidad x tiempo

El cuadro indica los porcentajes de productividad en cinco meses, dividido en prensado mayor, prensado menor y pulido.

### 2.3.4 Indicador de paras de línea atribuido a metalmecánica

Tabla 6 Indicador paras de línea metalmecánica

Promedio 2013	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
H	Horas	Horas	Horas	Horas	Horas	Horas
2:5	5:05:00	0:00:00	0:10:00	0:00:00	0:52:30	0:30



Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial – Induglob S.A.

Este indicador hace referencia al tiempo en el que las líneas de ensamble dejan de operar por falta de abastecimiento de material atribuido a cada área responsable.

La falta de aprovisionamiento de material en las líneas de ensamble es consecuencia de una mala planificación de la producción, desperdicios, reprocesos y otros factores que evitan el cumplimiento de la producción.

Para el Área de Metalmecánica se detalla las paras de enero a junio de 2013.

### 2.3.5 Indicador de desperdicios de materiales

Tabla 7 Indicador de desperdicios en metalmecánica

1 CONTROL DE DESPERDICIOS																							
2 Sección: Metalmecánica											3 Periodo del 01 / 01 / 2013 al 31 / 01 / 2013												
4																							
											5 EMBUTIDO					6 TROQ.							
7 PIEZAS	8 Lote	9 Desperdicio	10 Porcentaje	11 Costo unitario	12 Costo total	13 Calibración 20	14 Roto 21	15 Arugas 22	16 Plástico 23	17 Basuras 24	18 Material 25	19 Marcado 26	20 Mal apegado 27	21 Corte 28	22 Perfilado 29	23 Perforado 30	24 Doblado 31	25 Estampado 32	26 Remachado 33	27 Almacén. 34	28 Gop-rail 35	29 OBSERVACIONES	
30 Frente 24" Spacio Ac.In.	6876	370	5,38	3,19	1180,3	130	185					3											52
31 Pta.cta.ptos 32 Qz Ac.in	5495	235	4,28	4,47	1050,45	54	164																17
32 Pta.Cta.Platos 24" Ac.In.	4861	334	6,87	3	1002	126	196	7															5
33 Tablero 24 Quazar Acin	9181	111	1,21	8,12	901,32	4	87	9															11
34 Lateral de horno	44258	706	1,60	1,27	896,62	22	684																
35 Tablero 24" Ac.In.	5837	109	1,87	6,8	741,2	44	37								5								23
36 Pta.Cta.Ptos. 24 Qz Acin	4354	102	2,34	4,4	448,8	19	75	3				1											4
37 Tablero Quazar 32 ac.in	2957	41	1,39	9,34	382,94	10	13																18
38 Tablero 32" Ac.In.	650	42	6,46	8,97	376,74	2	24					5			1								10
39 Contrapuerta Quazar 32	8921	75	0,84	3,34	250,5	28	40									2							5
40 Soporte compresor GTA-485	16958	102	0,60	2,1	214,2	6				15		69					6						6
41 Frente 32" Spacio Ac.In.	412	48	11,65	4,09	196,32		38					1											9
42																							
43																							
44																							
45																							
46																							
47																							
48	TOTALES	292384	3271	1,12	\$ 9.510	557	1936	50			15	62	320			6	62						263
49	% Relativo		100			17	59	2	0	0	0	2	10	0	0	0	2	0	0	0	0	0	8

Fuente: Departamento de Ing. Industrial – Induglob S.A.

El cuadro muestra la cantidad de desperdicios atribuida al Área de Metalmecánica de la empresa Induglob S.A. en todos los ítems producidos; en este caso, durante el mes de enero 2013.

El área de Ingeniería Industrial de Induglob S.A. calcula porcentaje de desperdicio para cada ítem, este resulta de la división del desperdicio para el lote. El costo total es el resultado de multiplicar el costo unitario por la cantidad de desperdicio de cada ítem.

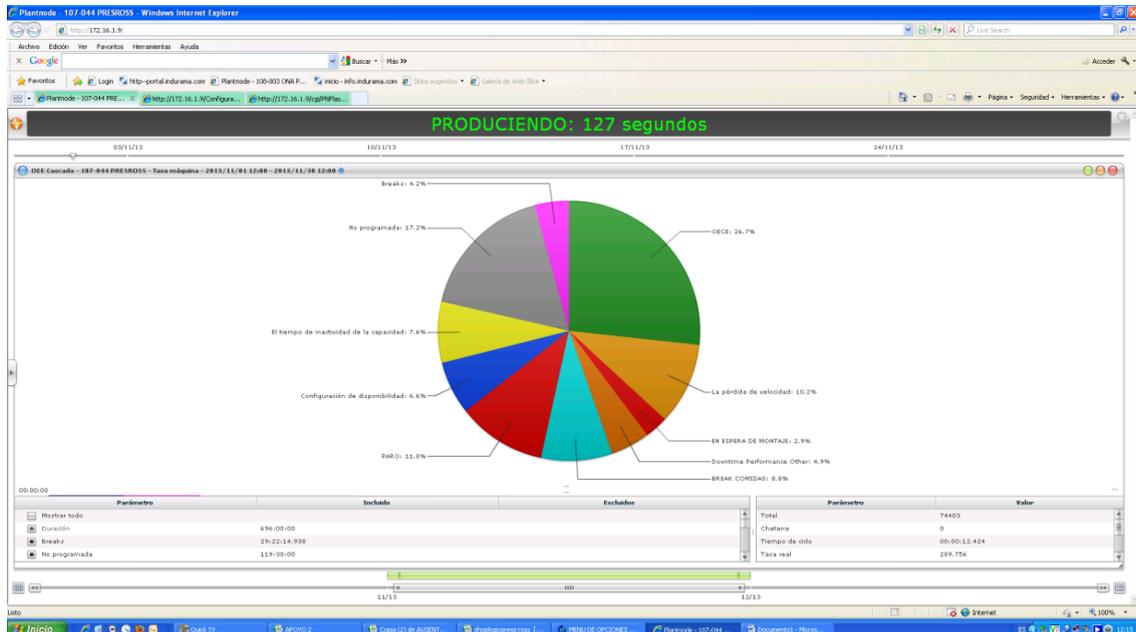
El total es el resultado de la sumatoria de los lotes, los desperdicios y los costos totales.

Este indicador permite identificar el desperdicio en cada proceso, por lo que es de suma importancia tomar acciones correctivas en aquellos que representen mayor cantidad de desperdicios.

### 2.3.6 Indicador OEE(overall equipment effectiveness)

El indicador OEE es un software que cuantifica las pérdidas causadas por los equipos, las ineficiencias y problemas de calidad que resulten de una máquina, equipo o de un proceso productivo.

Figura 23 Indicador OEE (overall equipment effectiveness)



Fuente: Información del Área de Metalmecánica Induglob S.A.

Cada color dentro de la circunferencia, indica la eficiencia de la prensa (producción continua y paras); el color verde es el más importante, corresponde al porcentaje de eficiencia de la máquina, es decir, el trabajo de la prensa sin interrupciones. El color plomo representa las paras no programadas de la prensa y el tomate indica la pérdida de velocidad del equipo.

## CAPÍTULO 3

### PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S COMO PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE METALMECÁNICA

#### 3.1 INTRODUCCIÓN

Según Liker (2006), la filosofía 5S está orientada hacia la calidad total; se originó en Japón, su creador es W. E. Deming hace más de 40 años, incluida dentro de lo que se conoce como mejoramiento continuo o *Kaizen*.

Surgió a partir de la Segunda Guerra Mundial, sugerida por la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros como parte de un movimiento de mejora de la calidad cuyos objetivos principales eran eliminar obstáculos que impidan una producción eficiente, lo que trajo también un mejoramiento importante de la higiene y seguridad durante los procesos productivos.

Su rango de aplicación abarca desde un puesto ubicado en una línea de montaje de automóviles hasta el escritorio de un puesto administrativo.

#### **Trabas en la implementación de 5S**

Las personas, al laborar un tiempo determinado bajo ciertos parámetros, pueden crear trabas para aplicar 5S, debido al miedo por el cambio, la rutina o una cultura de trabajo.

La alta dirección considera que un puesto de trabajo ordenado y limpio no aporta en la productividad de la sección, se enfocan solamente en el cumplimiento de la producción sin defectos y a los estándares que puedan implementarse en los procesos se los toma como pérdida de tiempo.

Los operadores, al no ser exigidos a mantener una sección impecable, no consideran como productivo el laborar en un lugar ordenado y limpio, y al no ser motivados por las jefaturas, se sigue manteniendo la cultura del desorden, pérdidas de tiempo y dinero para la empresa que a simple vista no se relacionan con un puesto de trabajo estandarizado y organizado.

Al existir una prioridad en el cumplimiento de la producción, se deja de lado los planes de limpieza, repercutiendo en el tiempo la acumulación de basura, registros desperdigados y daños de equipos.

Los operarios y mandos deben considerar que al aplicar las 5S, es decir, mantener un lugar limpio, crear estándares de trabajo (como la organización de documentos en sitios específicos y procedimientos de limpieza en máquinas) se eliminan tiempos improductivos.

Existen empresas que contratan servicios externos para la limpieza de las áreas, con esto los trabajadores no se preocupan de orden de sus propios puestos, sabiendo que los registros, materiales y equipos que no se llevan de manera organizadas son atribuidos a la cultura de cada persona dueña de su proceso.

La mentalidad de los operadores es que reciben una remuneración por lo que fueron contratados y no para limpiar, debido a esto el trabajador acepta las condiciones del entorno afectando su seguridad y eficiencia en sus labores.

Los operadores con antigüedad consideran que las personas nuevas de la sección deben ejecutar los procesos de limpieza y no analizan que con su experiencia pueden recomendar e impulsar estándares de organización en la sección.

Otra traba que se presenta para implementar las 5S se atribuye a la falta de espacio en el área, esto se da por no analizar qué es necesario almacenar y cómo optimizar el espacio.

Galán Marcelo (2013) considera que en la sección no es necesario aplicar la filosofía

5S, sabiendo que un lugar con estándares de limpieza y organización aporta a la productividad, seguridad y disminución de desperdicio.

Todos estos paradigmas se deben tener muy claros ya que con seguridad se verán reflejados al momento de hacer cambios culturales al proponer procedimientos para obtener una sección impecable.

## 3.2 PLAN DE ACCIÓN

### 3.2.1 Método de capacitación interna

Al analizar las trabas mencionadas anteriormente es necesario, como primer paso, involucrar a todos para la implementación de 5S (alta dirección, jefaturas y operadores), dentro del cambio que implica trabajar en un entorno seguro, organizado, limpio y cómo esto repercute en el desempeño de las personas y los procesos.

Para que la capacitación genere un impacto, es preciso describir

Al existir evidencias, comprobadas a través de una auditoría, vídeos de motivación.

Figura 24 Implementación de 5S



Fuente: Material de supervisión Sistemas de combustión Induglob S.A

Para establecer una correcta capacitación se debe tomar en cuenta:

Quién: Responsable de la capacitación (Auditor). Cuándo: Fecha de la capacitación

Dónde: Lugar a realizarse la capacitación

Es recomendable levantar un acta de capacitación con el fin de asegurar la asistencia e involucramiento de todos los participantes.

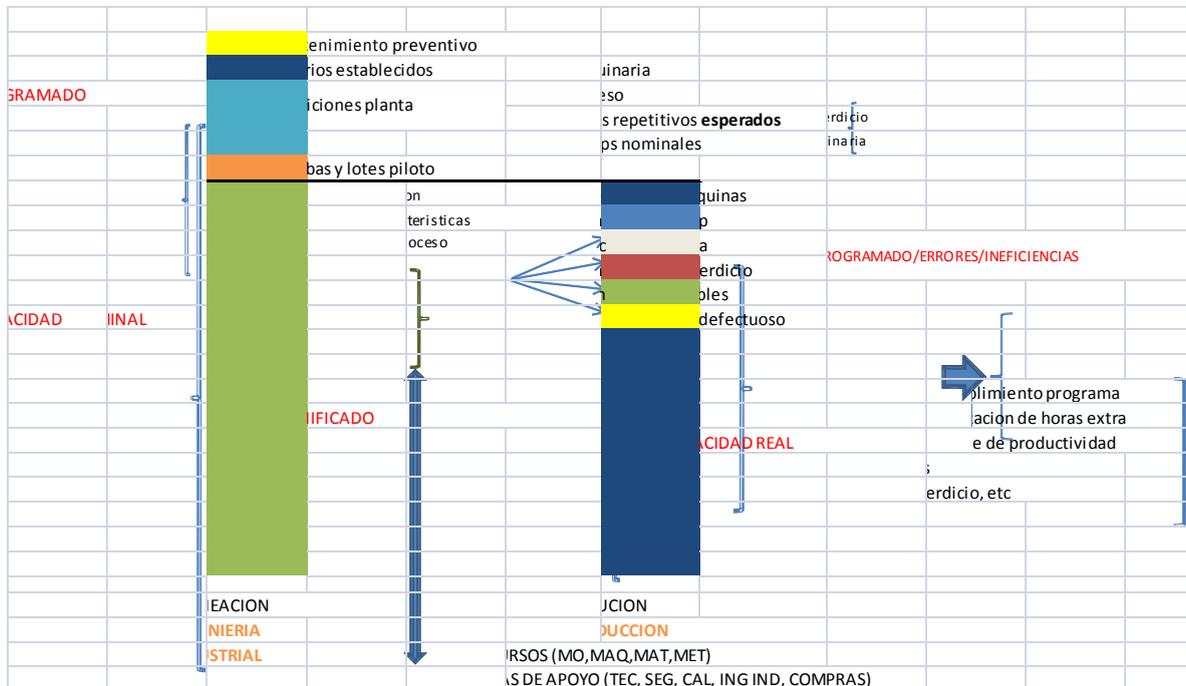
### 3.2.2 Desarrollo de 5S

Motivación por parte de la alta dirección

Concienciar la importancia que supone la implementación de las 5S en cada área de trabajo; este proceso de mejora es necesario que se refleje en indicadores donde se justifique el uso de los recursos y se evidencie las mejoras no solo estéticas, sino productivas y de calidad.

El siguiente cuadro resume las trabas que impiden un cumplimiento de producción de acuerdo a una capacidad nominal, y cómo la aplicación de las 5S influye en la disminución de estas restricciones.

Figura 25 Capacidad de planta



Fuente: Presentación Ing. Santiago León Gerente de Manufactura Induglob S.A.

La aplicación de las 5S se enfoca en mejorar la capacidad útil de la planta, esta se verá afectada por errores no programados e ineficiencias como:

Daños en la maquinaria:

- Paras en prensas por la acumulación de suciedad y exceso de lubricantes en pistones, bandas, etc.
- No emplear precontroles para la manipulación y cuidado de la maquinaria.
- Una mala comunicación entre turnos cuando existe fallas en alguna prensa.
- Mala utilización de instrumentos de medición (no identificados y fuera de su puesto).
- Deficiente comunicación entre supervisor, montajista y trabajadores.
- Montaje de matrices lo realiza personal no capacitado o no autorizada

*Delta Set up* (variación de tiempo en cambios de matriz):

- Obstáculos en la sección que impiden el paso de montacargas.
- Espera de montaje de matrices.
- No se lleva a cabalidad el instructivo de trabajo.
- Recalibraciones.
- Matrices no identificadas o desorganizadas en los estantes. Ineficiencias:
- Pérdidas de tiempo por no tener las herramientas organizadas.
- Mala manipulación del producto.
- Riesgos por deficiente manipulación de maquinaria y falta de equipos de seguridad.
- Defectuosa calibración en máquinas. Desperdicios:
- Generación de desperdicios y reprocesos por no utilización de precontroles.
- Suciedad en máquinas y matrices la cual crea desperdicios.
- El descuido en el transporte afecta en los procesos posteriores.

Estos errores mencionados por Eugenia Salinas, impiden el cumplimiento de la producción, pueden ser disminuidos con la aplicación de las 5S enfocadas a una cultura de calidad, estándares y correcta preservación del producto, mediante

orden y limpieza.

Al proponer de esta manera el enfoque de la aplicación de las 5S en los procesos, se tendrá una imagen clara de la mejora a la que se desea llegar y se establecerán los recursos necesarios para una aplicación efectiva.

### **Selección y formación al facilitador y equipos de trabajo en la metodología 5S**

El siguiente paso es formar grupos; si la sección tiene turnos; es preferible formar equipos por cada uno de ellos.

Respecto a la Empresa Induglob S.A., los círculos de calidad (filosofía implantada hace veinticinco años en la empresa), son una herramienta con equipos de trabajo definidos y un sistema de reuniones mensuales enfocados a la creación de proyectos de mejora continua.

La estructura de los círculos de calidad está formada por un líder y el grupo de trabajo; la intención de crearlos es explotar la creatividad de las personas y establecer un beneficio para la empresa y los colaboradores.

Al tener definidos los grupos de trabajo, en este caso, el jefe de nave es quien conoce las necesidades de su área, capacitará en 5S a supervisores y líderes y estos transmitirán a los equipos de trabajo para obtener propuestas de mejora mediante círculos de calidad. Esta herramienta consiste en reuniones mensuales de grupos establecidos que, mediante una situación o problema actual, se realiza lluvia de ideas y otras herramientas como Pareto (vitales y triviales), para proponer las mejoras a ser implementadas en las áreas productivas.

### **Responsables y sus funciones en la aplicación de las 5S Jefaturas**

- Asumen mucha responsabilidad puesto que de ellas depende la eficacia de la implementación de 5S, para el caso de Metalmecánica, el jefe de nave es quien lidera el proyecto.
- Serán quienes manejen los recursos, asignen responsabilidades y

generen equipos de trabajo.

- Realizarán seguimientos analizando indicadores de productividad y desperdicios.
- Propondrán metas para cada período de tiempo.

### **Coordinador:**

- Es la persona que audita, semanalmente los procesos, procedimientos y retroalimentará a los equipos de trabajo para crear acciones de mejora. En el área de Metalmecánica esta responsabilidad la llevan los supervisores de cada sección.
- Coordina la ejecución de tareas y da seguimiento a los avances.
- Orienta y guía al equipo.
- Informa a la jefatura sobre la evolución de las mejoras.
- Asegura la permanente actualización de los indicadores.
- Solicita a la jefatura el apoyo o recursos que se necesitan para implantar las 5S.

### **Líder de círculos de calidad**

Sus funciones son:

- Conocer la metodología 5S.
- Facilitar la información y exponer lo evidenciado en las auditorías
- Analizar en equipo la situación actual.
- Proponer ideas de mejoras y decidir, en grupo, las soluciones a implantar.
- Establecer los planes de acción.
- Compartir la información con el coordinador para implementar los planes de acción.

### **El papel del grupo de trabajo:**

- Ejecutar las acciones de mejora en los procesos.
- Asumir con entusiasmo la implantación de las 5S.
- Plantear y respetar los estándares del lugar de trabajo.

- Aportar en la lluvia de ideas

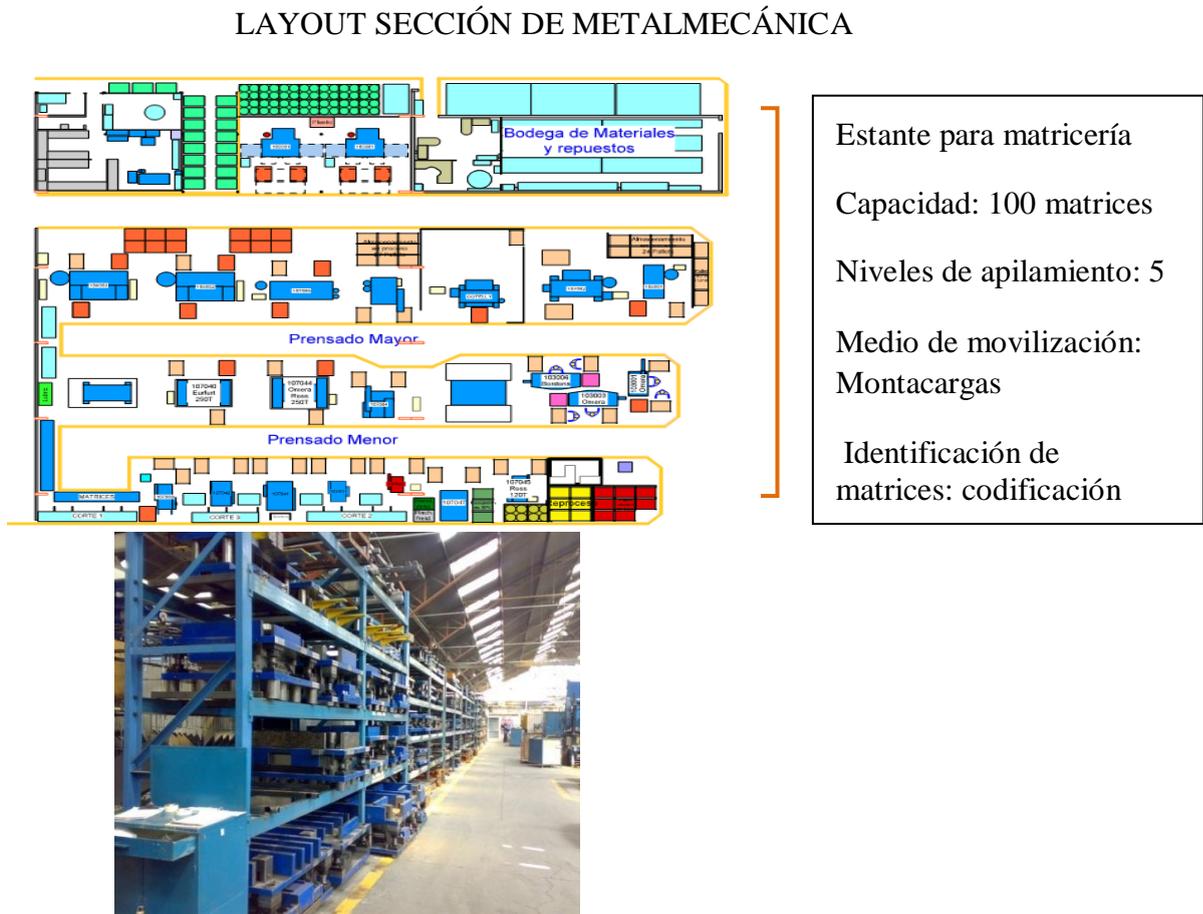
Dentro de la capacitación el jefe de nave es quien debe socializar las responsabilidades tomando en cuenta la participación de todos los involucrados y reiterando el papel que desempeña cada uno en la implementación de las 5S.

Análisis del *lay out* para la aplicación de 5S

Se delimita las zonas y responsables con los equipos de trabajo enlistando los integrantes y qué área les corresponde; esta información deberá ser documentada como parte de un procedimiento.

Dentro del *lay out* se debe tomar en cuenta los estándares de trabajo como capacidad de almacenamiento, niveles de apilamiento y medios para movimiento de cestas.

Figura 26 Estante de matrickería



Fuente: Autor

### 3.2.3 Documentación de proceso actual

Es preciso evidenciar y documentar el estado actual de la sección ya que al momento de implementar acciones correctivas, habrá que realizar un comparativo para analizar los resultados en el tiempo.

Es preciso identificar las áreas, procesos y equipos críticos como referencia para aplicar acciones de mejora, respecto a orden y limpieza; evidencias como acumulación de chatarra, desorden en la documentación, acumulación de herramientas, aceites, etc.

Esta información será levantada mediante un análisis de la sección por los miembros

del equipo *Lean* (supervisores y líderes) de acuerdo a la distribución de las zona establecidas; con esos datos se creará una presentación que muestre dónde pueden ser aplicadas las 5S; socializadas a los trabajadores quienes propondrán y emplearán las acciones de mejora.

Establecer sistemas de evaluación continua 5S

Crear una lista de verificación al momento de auditar el área por parte del responsable (supervisor); este documento direccionará los lugares y materiales críticos a los que debe enfocarse la auditoría.

Tabla 8 Evaluación 5S

"Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar" 5S, organización para lograr y mantener seguro y eficiente el lugar de trabajo.				
<b>Área de Producción</b>				
<b>Seleccionar</b>	1.1	Las herramientas se encuentran en buen estado para su uso.		
	1.2	Existen objetos sin uso en los pasillos.		
	1.3	Pasillos libres de obstáculos (carritos, equipos, etc.).		
	1.4	Las mesas de trabajo están libres de objetos sin uso.		
	1.5	La línea de producción está libre de objetos sin uso.		
	1.6	Se puede saber cuáles son los objetos necesarios en el área.		
	1.7	Se ven partes de máquinas (tornillos, cables, etc.).		
	1.8	Existe material de trabajo (guantes, cepillos, pinzas, etc.) sin uso o fuera de su lugar.		
<b>Ordenar</b>	1.9	El área de producción está libre de cajas u otra forma que sea de cartón.		
	2.1	Las áreas están debidamente identificadas.		
	2.2	Los materiales están guardados en forma segura según norma.		
	2.3	Los botes de basura están en el lugar designado para estos.		
	2.4	Lugares marcados para todo el material de trabajo (Equipos, Herramientas, etc.).		
	2.5	Todas las sillas y mesas están en el lugar designado.		
	2.6	Información oficial actualizada (manuales, instructivos, etc.).		
	2.7	Los pallets están en los lugares designados.		
	2.8	Los pasillos están debidamente señalados.		
	2.9	Los cajones de las mesas de trabajo están debidamente organizados y solo se tiene lo necesario.		
2.10	Todos los equipos se encuentran en el lugar designado.			
<b>Limpiar</b>	2.11	Todas las identificaciones de los pallets y chancletas actualizados y se respetan.		
	3.1	Los contenedores se encuentran limpios.		
	3.2	Las herramientas se encuentran limpias.		
	3.3	Los equipos están libres de polvo y manchas.		
	3.4	El piso está libre de polvo, basura, componentes y manchas.		
	3.5	Las gavetas o cajones de las mesas de trabajo están limpias y sin residuos.		
	3.6	Después del mantenimiento, el piso y los equipos quedan libres de polvo, manchas y residuos.		
<b>Estandarizar</b>	3.7	Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida.		
	4.1	Todos los pallets cumplen con el requerimiento de la operación.		
	4.2	Todo el personal usan uniforme adecuado dependiendo de sus labores.		
	4.3	Todas las mesas, sillas y carritos son iguales.		
	4.4	Todo los instructivos cumplen con el estándar.		
	4.5	Usan el equipo de seguridad en operaciones que lo requieren.		
	4.6	Todos los pizarrones son iguales y contienen la misma información.		

Fuente: Material de supervisión Metalmecánica Induglob S.A.

Antes de implementar las acciones de mejoras hay que actualizar todos los indicadores que en el caso de Induglob S.A. lo realiza el área de Ingeniería Industrial (productividad, paras de línea, paras de maquinaria), para analizar, en el tiempo, la efectividad de la implantación 5S en los procesos.

### 3.2.4 Propuesta Implementación de la estrategia de mejora

Una vez definido el plan de acción (sección 3.2) y la documentación actual, se procede a la implementación de las 5S, considerando que los aspectos a mejorar surgirán de las auditorías semanales realizadas por los coordinadores asignados (supervisores).

Para poder identificar los materiales que no son necesarios y clasificarlos se puede establecer un formato con la lista de elementos innecesarios.

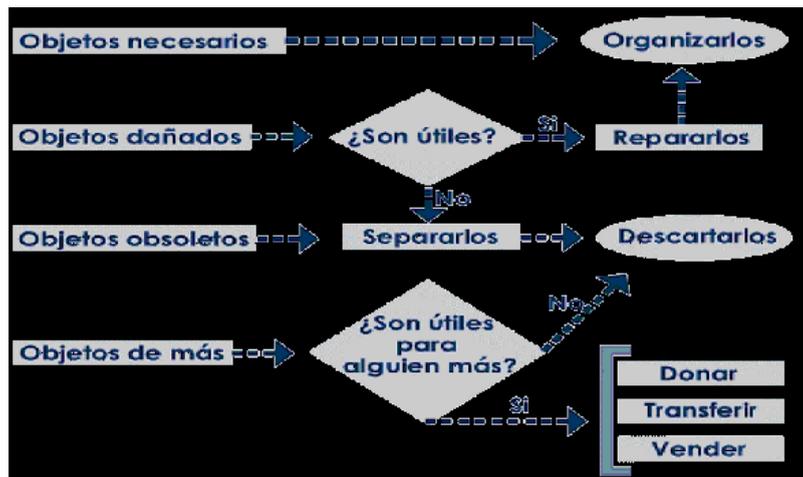
Tabla 9 Lista de elementos innecesarios

LISTA DE ELEMENTOS INNECESARIOS			
MATERIAL	UBICACIÓN	CANTIDAD	PROPUESTA DE ELIMINACIÓN

Fuente: Material de supervisión Metalmecánica Induglob S.A.

Analizar si el material seleccionado y la cantidad son necesarios y si debe estar en ese lugar o reubicarlos.

Figura 27 Diagrama de clasificación



Fuente: Material de supervisión Metalmecánica Induglob S.A.

Este análisis de selección de objetos se debe considerar de acuerdo a sistemas visuales de la producción.

Como ejemplo hay tableros de programas de producción instalados en la sección de Metalmecánica con el fin de que todo el personal se mantenga actualizado con la información pertinente que especifique la cantidad justa a procesar y despachar.

Figura 28 Tableros de programas de producción



Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A.

Implementación de orden:

En este punto se procede a organizar los elementos clasificados anteriormente, pensando en la comodidad del trabajador, el uso que se le da al elemento y sus características; por ejemplo, las matrices deben ser ordenadas de acuerdo a su

tamaño y peso, las herramientas según la frecuencia de uso, etc.

Figura 29 Frecuencia de uso de elementos



Fuente: Material de supervisión Metalmecánica Induglob S.A

Luego se procede a señalar cada lugar aplicando diferentes estrategias como la demarcación con pintura, uso de armarios para herramientas, puestos específicos para la documentación.

De lo dicho, como ejemplos del área de Metalmecánica se aprecia, en las figura 34, estante de herramientas identificado, señalización verde para zona de cartones, recipientes exclusivos para guaiques y documentación identificada en un lugar específico.

Figura 30 Zonas identificadas



Fuente: Material de supervisión Metalmecánica Induglob S.A.  
Implementación de limpieza

Es importante detectar los focos de suciedad; por ejemplo, para el Área de Metalmecánica, el polvo generado por el pulido, la viruta desprendida de los tornos, derrames de aceite en las máquinas, restos de guaipe, periódicos, lijas, etc., y luego, tomar las medidas correctivas para eliminar la suciedad, identificando los materiales necesarios y adecuados para la limpieza del área de trabajo. Es muy útil elaborar un manual de entrenamiento para limpieza en el que se incluya la asignación de las áreas, la forma de emplear los elementos de limpieza, detergentes, jabones, aire, agua; y establecer el tiempo para dicha actividad.

El manual de limpieza debe incluir el propósito de la limpieza, fotografía o gráfico del equipo donde se indique la asignación de zonas o partes de la sección, Imágenes del equipo humano que interviene en el cuidado de la sección, elementos de limpieza y de seguridad necesarios.

Figura 31 Programa de limpieza



Fuente: Material de supervisión Metal Mecánica Induglob S.A

Las sugerencias dadas en las reuniones mensuales de círculos de calidad se deben tomar en cuenta, para una efectiva implementación de limpieza; un ejemplo es la creación de cestas con base plástica que impidan la dispersión de la chatarra y cartón, al suelo.

Figura 32 Cestas plásticas



Fuente: Material de supervisión Metalmecánica Induglob S.A.

#### Implementación de estandarización

Para cumplir este punto se creará un reglamento, puesto que las responsabilidades y horarios de limpieza se encuentran designados pero no se cuenta con un documento de respaldo.

El reglamento debe contener normas y procedimientos para las diferentes máquinas, fichas de control, procedimientos generales de orden y limpieza.

Figura 33 Estándares de orden y limpieza

LISTA DE SEMANEROS GRUPO 2 SUPERVISOR: JUAN GARCIA	
SEMANA DEL 24 AL 30 DE MARZO CORONEL JUAN – ESPINOZA CRISTOBAL SEMANA DEL 2 AL 8 DE ABRIL ATIENDE JUAN – TORRES FRANKLIN SEMANA DEL 12 AL 18 DE ABRIL BENAVIDES EDGAR – GUTIERREZ CARLOS SEMANA DEL 21 AL 27 DE ABRIL ESPINOZA PAUL – SALAMEA DANIEL SEMANA DEL 30 DE ABRIL AL 6 DE MAYO SARAGURO EFREN – TENESACA DANIEL SEMANA DEL 10 AL 16 DE MAYO CALLE JAVIER – QUITO HENRY SEMANA DEL 19 AL 25 DE MAYO CABRERA JAVIER – ZHUNAULA OSCAR SEMANA DEL 28 DE MAYO AL 3 DE JUNIO CALLE MARCELO – MEJIA WALTER SEMANA DEL 7 AL 13 DE JUNIO CARPIO JAVIER – QUEZADA ALBERTO SEMANA DEL 16 AL 22 DE JUNIO CHILLOGALLU JUAN- NIVELO CRISTIAN SEMANA DEL 25 DE JUNIO AL 1 DE JULIO CRIOLLO EDISON – JUELA JOSE SEMANA DEL 5 AL 11 DE JULIO MATUTE FAUSTO – ULLAURI JUAN PABLO SEMANA DEL 14 AL 20 DE JULIO TENESACA MARCELO – CAPON JAVIER SEMANA DEL 23 AL 29 DE JULIO BUSTOS NELSON – CUENCA JORGE	RESPONSABILIDADES DE LOS SEMANEROS <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; background-color: yellow;"> <b>LLEGAR TEMPRANO Y RECIBIR EL TURNO DEL SEMANERO SALIENTE</b> </div> SUPERVISAR <ul style="list-style-type: none"> <li>* EL ORDEN Y LIMPIEZA DEL LA SECCION</li> <li>* QUE LOS ACETEROS ESTEN LLENOS Y EN BUEN ESTADO</li> <li>* DEJAR LAS GATAS AL TÉRMINO DEL TURNO EN UN SOLO SITIO Y LIBRES DE GUAIFE</li> <li>* CHANCLETAS METALICAS PALETIZADAS EN SU LUGAR</li> <li>* CHANCLETAS DE MADERA PALETIZADAS AFUERA EN SU LUGAR</li> <li>* EL ESTANTE DE LUBRICANTES LIMPIO Y EN ORDEN, CERNIDERAS LIMPIAS</li> <li>* MAQUINAS Y MATRICES LIMPIAS</li> <li>* MATERIAL DE ACERO QUE NO ESTE MEZCLADO CON METALICO.</li> <li>* QUE NO DEJEN RESIDUOS DE TROQUELES EN GABETAS</li> <li>* CESTAS CON HOJAS DE CANTIDAD</li> <li>* QUE NO HAYA PIEZAS AL LADO DE LAS MAQUINAS</li> <li>* EL CATON EN UN SOLO SITIO</li> </ul> NOTA: LOS COMPAÑEROS DE PULIDO (CASTRO ESTEBAN, ROMERO DANILO, SAQUIPAY DIEGO, TAPIA CARLOS) MANTENDRAN LIMPIA SU AREA DE TRABAJO (MAQUINAS AL LADO Y DEBAJO DE LA OFICINA, DOBLADORAS Y QZALLA)
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <b>CUALQUIER PROBLEMA COMUNICAR A LOS LIDERES DE CIRCULO O AL SUPERVISOR</b> </div>	

Fuente: Material de supervisión Metalmecánica Induglob S.A.

### Implementación de disciplina

Es una de las acciones más difíciles, por no ser tan visible; la disciplina está relacionada directamente con las diferencias culturales de las personas; ganar hábitos es cuestión de tiempo, para ello es necesario mantener la motivación y entusiasmo, por ejemplo, se puede publicar los resultados en el pizarrón de avisos, auspiciar reuniones o talleres de refuerzo de conocimientos, donde los mismos trabajadores expliquen a sus compañeros los beneficios obtenidos y den sugerencias.

Como primer paso para fomentar una cultura *Lean* es comprometer al personal, a través de actas, con el cumplimiento de parámetros establecidos para mantener la sección impecable y procedimientos que aporten a la productividad del área.

Figura 34 Acta de compromiso

INDUGLOB S.A.

ACTA DE COMPROMISO PARA EL PERSONAL DE METAL MECANICA

El grupo.....que conformamos la sección de metal mecánica, habiendo sido informados y recibido la capacitación correspondiente a la filosofía 5 "S", nos comprometemos a cumplir los siguientes términos:

1. Llegar 10 minutos antes (Supervisores, prensado mayor, prensado menor, montaje, montacarguista, ayudantes de supervisores) para iniciar mi jornada de trabajo y así mismo acabar mi jornada de trabajo 10 minutos antes. Tiempo suficiente para llenar mi hoja de reporte diario.
2. Yo, como turno saliente, me comprometo a dejar todo listo, limpio y en orden para que mi compañero de turno entrante llegue solo a trabajar.
3. Indicar la cantidad de piezas que faltan para completar el lote, cestas con hoja de cantidad, código y modelo.
4. Cumplir la filosofía 5 "S" (CLASIFICACION, ORDEN, LIMPIEZA, ESTANDARIZACION Y DISCIPLINA).
5. Salir en forma ordenada y a la hora exacta al comedor, como también ingresar a mi puesto de trabajo culminado el tiempo de comida.
6. Como supervisor me comprometo a designar personal fijo para cada maquina.
7. Colaborar con las políticas y objetivos de la empresa.
8. Realizar el respectivo pre-control y aceitar cada hora las columnas de la matriz.
9. Como semanero me comprometo a hacer cumplir la filosofía 5s aplicada al área

Estando de acuerdo con los términos expuestos, dejamos constancia de nuestro compromiso:

FIRMAS:

Fuente: Material de supervisión Metalmecánica Induglob S.A.

### 3.2.5 Propuesta de control del cumplimiento de acciones de mejora

Es necesario preparar un documento donde se registre e informe el avance de las acciones planificadas, como las que se han implantado y los beneficios aportados; el indicador 5S propuesto debe ser actualizado mensualmente por el jefe del área, quien lo preparará y publicará en el tablero informativo sobre el avance del proceso 5S.

Esta información será de utilidad para retroalimentar a todo el grupo de trabajo y mostrar la efectividad de la implementación.

La efectividad de las acciones se verá reflejada en las auditorías semanales realizadas por los supervisores del área, el sistema de calificación es de 0 a 3.

0 = No hay implementación

1 = cumple al 30%

2 = Cumple al 65%

3 = Cumple al 95%

El auditor verificará cada uno de los puntos establecidos en 5S, asignando una calificación de acuerdo a lo que se evidencie en el área.

Figura 35 Auditoría 5S.

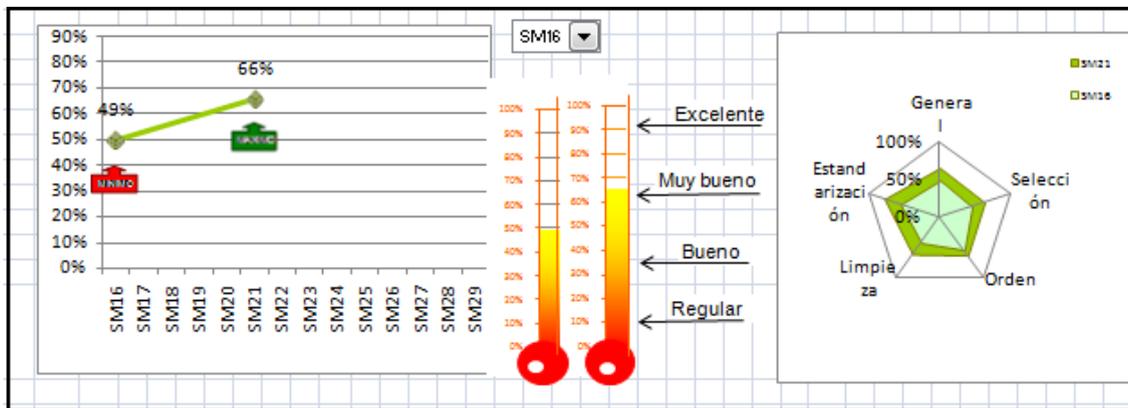
AREA	AUDITOR	COMENTARIOS	FECHA	SEMANA
Metal mecánica	Marcelo Maurat	1.-sillas rotas , maquinas sucias, lijas en las maquinas 2.-herramientas en desorden	21/03/2013	SM12
MONTAJE	Wilson Molina		22/03/2013	SM12
Metal mecánica	Pablo Pintado	1.-carros con ruedas en mal estado 2.-solicitar a wilson Molina realice ordenes de trabajo 3.-break de comidas	28/03/2013	SM13
MONTAJE	Wilson Molina	1.-ot # 37594 para arreglo de cablesuellos en la zona de las euromac	12/04/2013	SM15
Metal mecánica	Marcelo Maurat		12/04/2013	SM15
CORTE	Fernando Palomeque	1.-cuidar de NO arrastrar las cestas.	15/04/2013	SM16
Formación de puertas	LeninLedesma	1.-crear ordenes de trabajo 2.-limpiar y pintar lineas de seguridad de los tableros de las cohas 3.-crear área de limpieza 4.-pintar dobladora durma.	18/04/2013	SM16
CORTE	Fernando Palomeque		23/04/2013	SM17
CORTE	Fernando Palomeque		03/05/2013	SM18
MONTAJE	Wilson Molina	1.-nos falta tener en orden todos los objetos que se utilizan y no utilizan 2.-cuando se hace los cambios de matriz dejar limpia el área 3.-mantener actualizada toda la información en planos y cartas de pre-control	04/05/2013	SM18
CORTE	Fernando Palomeque	1.-realizar cajones para herramientas en las maquinas 2.-llamado de atención al personal para que usen los equipos de protección 3.-planificar con el personal sobre la limpieza sobre las maquinas 4.-quitar cintas adhesivas y realizar con frecuencia limpieza del piso y llenar con breca las fisuras.	17/05/2013	SM20
CORTE	Fernando Palomeque	1.-se va a retirar los cajones que está en la sección detrás del panel de control 2.-se va a pedir mayor compromiso con la gente 3.-se pedirá a todos los colaboradores mayor control con los cuantes	23/05/2013	SM21

AREA	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10
Metal mecánica	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	3	1	1	2	2	2	2	1
MONTAJE	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	1	2
Metal mecánica	2	2	1	1	1	2	1	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1
MONTAJE	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	2
Metal mecánica	1	1	2	3	3	2	2	2	3	2	3	2	2	2	1	3	3	3
CORTE	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2
Formación de puertas	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	1	2
CORTE	2	2	3	2	1	1	1	2	3	3	3	2	1	2	1	3	2	3
CORTE	2	2	2	2	1	1	3	3	2	2	2	1	1	2	1	1	2	2
MONTAJE	2	1	2	2	2	1	0	1	2	1	2	2	0	1	1	2	1	1
CORTE	1	2	1	2	2	1	0	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1
CORTE	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Fuente: Material de supervisión Metalmecánica. Induglob S.A.

La información de la auditoría es enviada semanalmente a un responsable para consolidar los datos y graficar los valores.

Figura 36 Gráfica de Auditoría 5S



Fuente: Material de supervisión Metal Mecánica Induglob S.A

Las gráficas permiten identificar la variación de cumplimiento en la aplicación de 5S, también se puede comparar el desempeño entre dos semanas para tomar las respectivas acciones.

El jefe de nave es quien realiza el seguimiento cada semana, analiza los datos y comparte la información en el tablero de 5S.

De este análisis se tomarán en cuenta los puntos críticos o con menor calificación para ser tratados en reuniones de círculos de calidad y proponer acciones de mejoras.

Se compara, asimismo, cómo los indicadores 5S afectan en la productividad, para de línea u horas de mantenimiento por daños en los equipos.

## **Conclusiones**

Para Edison Encalada(2013) la aplicación de la filosofía 5S en el área de trabajo permite:

Mejorar el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.

Aumentar la conciencia de cuidado y conservación de los equipos y demás recursos de la compañía.

Crear una conciencia de autodisciplina y compromiso con el programa de parte de cada uno de los trabajadores.

Una efectiva implementación de esta herramienta en el área permitirá incrementar el 10% en la productividad, puesto que al llevar correctamente un orden de todos los materiales y documentos, un área limpia con procesos estandarizados, representa ganancias para la empresa ya que evita el incumplimiento en la producción y disminuye los desperdicios (costos de la no calidad).

## CAPÍTULO 4

### PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL), COMO PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE METALMECÁNICA

#### 4.1 Introducción

Lean Group (2009) asegura, “El TPM se originó antes de la Segunda Guerra Mundial ante la necesidad de reparar averías; para aquella época, con una industria poco mecanizada, máquinas sencillas diseñadas para un propósito específico y generalmente sobre dimensionadas, los períodos de paros no tenían importancia y no había necesidad de un personal calificado.

A partir de la Segunda Guerra Mundial, hasta la época de 1960-1969, se comienza a dar prioridad a la duración de las máquinas, surgen los servicios de limpieza, lubricación y reparación de la maquinaria luego de una rotura.

Ante la necesidad de productos en tiempos de guerra, la mano de obra industrial baja considerablemente, esto conduce a un aumento de mecanización, complejidad de las instalaciones, mayor disponibilidad y confiabilidad en la maquinaria, dando origen al concepto de mantenimiento preventivo. Los costos de mantenimiento se elevan pues, buscan el aumento en la vida útil de los equipos.

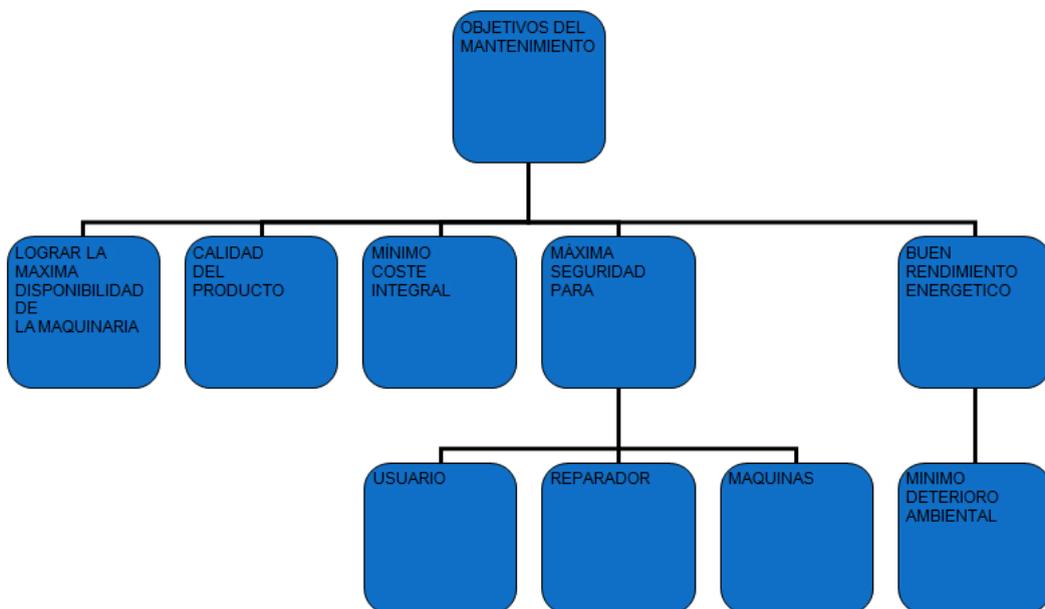
En la década de 1960-1970, el proceso de cambio en las industrias ha alcanzado niveles elevados, importantes expectativas, notables investigaciones, avanzadas técnicas, mayor

confiabilidad y disponibilidad, seguridad, alta calidad del producto, cuidando el medio ambiente, mayor duración de los equipos, mayor contención de los costos, menor cantidad de tiempo de trabajo en actividades de mantenimiento y menor posibilidad de falla en los equipos”.

#### **Concepto de mantenimiento**

Pablo Durán (2013), dice: “Garantizar la disponibilidad de la maquinaria en instalaciones con la finalidad de atender un proceso de producción o de servicios, con confiabilidad, seguridad, preservación del medio ambiente y costos adecuados. Para lograr esto se debe contar con el apoyo gerencial, administrativo, logístico, operativo, es decir, con todo el personal interno y externo de la empresa”.

Figura 37 Objetivos del TPM



Fuente: Capacitación mandos medios Induglob S.A.

### **Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

Para Lean Group (2009): “Es un proceso para mejorar la confiabilidad y eficiencia de las máquinas, equipos, líneas o procesos de una planta por medio de la involucración de todos los empleados en la compra, el cuidado, mantenimiento y mejoras del equipo.

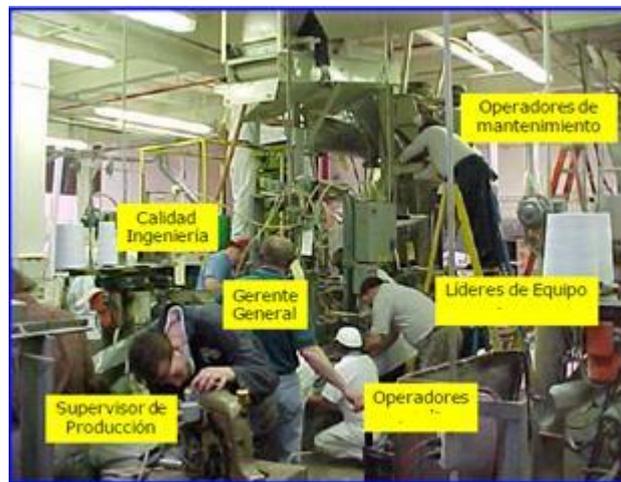
**T** Total Participación de sus miembros

**P** Productividad

**M** Mantenimiento

La filosofía de TPM es mejorar, continuamente, paso a paso, el proceso productivo de una empresa. El TPM involucra a todos.

Figura 38 TPM involucra a todo



Fuente: Capacitación MGC (Modelo de Gestión para Competitividad)

¿Qué no es el TPM?

- No es un programa de mejora continua exclusivo del área de mantenimiento.
- No es un método para reducir personal.
- No es un sustituto de otros métodos o estrategias de mantenimiento planeado.

Objetivos del TPM

- Cero defectos de calidad.

- Cero paros por fallas de operación.
- Cero pérdidas por fallas de seguridad.
- Costos de producción más bajos.
- Reducir costos de energía.
- Bajar costos de mantenimiento.
- Incremento de la capacidad de la planta.
- Aumento de la productividad.
- Intensificar la seguridad”.

### **Tipos de mantenimiento** (Pablo Durán, 2013)

- Mantenimiento programado

De acuerdo a un historial de mantenimiento se programa con el área de producción para la maquinaria.

- Mantenimiento preventivo

Es un programa de mantenimiento para una máquina particular. La meta de este programa es eliminar los tiempos muertos.

Se debe analizar:

- El registro actual de mantenimiento de la máquina.
- El registro de diseño de la máquina.
- El registro de tiempos muertos o interrupciones de la máquina.

- Mantenimiento predictivo

Usar tecnología para detectar fallas en la maquinaria. Análisis de calor, vibración, pruebas eléctricas, etc.

- Mantenimiento correctivo

Localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos.

## **4.2 PLAN DE ACCIÓN**

### **4.2.1 Método para capacitación interna**

El efectivo mantenimiento autónomo depende de la correcta capacitación de los operadores. La implementación del TPM requiere un conocimiento que se adquiere con el tiempo, el proceso de aprendizaje comienza con la lectura, se pasa a escuchar y observar para luego dar un criterio y actuar, cambiando de un nivel de involucramiento pasivo a uno activo.

Como primer paso se realiza una presentación de la filosofía TPM a los involucrados en todos los niveles en el que contenga:

- Filosofía TPM: Conceptos, tipos de mantenimiento, beneficios.
- Funcionamiento del TPM: Métodos que propone la filosofía.
- Reestructuración del TPM: Recursos necesarios para la implementación de la filosofía.

Para capacitar a los operadores en mantenimiento autónomo se requiere:

- Preparar un estándar de mantenimiento, listas de verificación y procedimientos.
- Revisar que la documentación esté completa.
- Inspeccionar el sitio de trabajo, verificar que se tengan disponibles los materiales.

Según Lean Group (2009), los pasos para el entrenamiento del operador:

1. Preparar al operador

Ubicar al operador en el área de mantenimiento, evaluar los conocimientos que posee sobre la máquina y con toda la información disponible, mediante procedimientos y estándares, se lo entrena indicando las herramientas, lubricantes, lugar de almacenamiento, precauciones al momento de realizar la operación y el tiempo de mantenimiento necesario.

2. Presentar la operación

Examinar primero los procedimientos con el operador para luego explicar la tarea de mantenimiento siguiendo los pasos respectivos, puntos claves y las razones.

Es aconsejable instruir al operador de forma clara sin enseñar más de lo que debe y puede dominar.

La creación de formatos como instructivos de verificación es clave para el proceso de mantenimiento autónomo.

Figura 39 Formato de verificación de equipos

INDUGLOB		Estandar de limpieza, lubricación e inspección								
LIMP		X		LUB.		INSP				
FECHA: 30/02/14										
No	UBICACIÓN	PROCEDIMIENTO	CRITERIO	FRECUENCIA					TIEMPO	POR
				L	M	M	J	V		
1	Cubierta Gabinete	Barrer rebaba, limpiar con trapo. Aspirar	Nada de rebaba, aceite ni polvo			*			10 min	JC
2	Adentro Gabinete	Quitar polvo con trapo	zero polvo				*		5 min	JC
DONDE		COMO	RESULTADO	CUANDO					TIEMPO	QUIEN

Fuente: Departamento Metalmecánica Induglob S.A.

El formato indica, mediante foto, la ubicación de cada zona de la máquina a ser mantenida; en la parte inferior, se especifica los procedimientos, criterios, frecuencia, duración y responsable del mantenimiento.

### 3. Probar el funcionamiento

El operador se adiestrará y entrenará junto al personal de mantenimiento, según el instructivo establecido, explicando cada tarea. Es necesario repetir el proceso hasta verificar que el operador domine el procedimiento de mantenimiento a su cargo.

### 4. Seguimiento

Es importante verificar que el operador cumpla el mantenimiento en los tiempos establecidos y esté consciente de qué herramientas, estándares y equipo de

seguridad son necesarios para realizar las actividades de mantenimiento autónomo.

Se hace indispensable designar a una persona de mantenimiento para el control frecuente de las tareas por parte del operador.

Otras formas de capacitar a los operadores es revisando, con regularidad, los estándares de limpieza, inspección y lubricación; asistir a las reparaciones con los técnicos de mantenimiento e incluir a los operadores en cursos de los fabricantes de equipos.

Equipos de mejoras

Círculos de calidad, filosofía mencionada anteriormente, es un espacio donde se puede identificar y resolver los problemas que generan las pérdidas dentro de la organización.

Son grupos inter funcionales que tienen como objetivo reducir problemas relacionados con equipos a su cargo. A este grupo se les considera como la base del TPM.

#### **4.2.1.1 Lecciones de un solo punto**

Son lecciones cortas elaboradas por miembros de mantenimiento donde tratan temas puntuales relacionados con la construcción, operación, funcionamiento o inspección

El objetivo es entender el conocimiento básico de las máquinas, socializar problemas específicos, comunicar sus soluciones y mejorar el desempeño del grupo.

Las lecciones de un solo punto tienen la finalidad que el mismo personal investigue y desarrolle los problemas en los equipos, analicen en el área de trabajo para obtener mejoras.

Algunos aspectos que se pueden verificar son conocimientos elementales del equipo

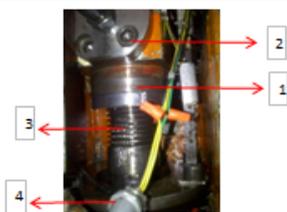
(seguridad, información básica de las operaciones), retroalimentar ejemplos de problemas ocurridos a modo de prevención o casos de mejoras que se han implementado.

Pasos para elaborar lecciones de un punto

1. Se escoge un problema actual.
2. Se usa imágenes para la descripción.
3. Crear o adaptar estándares.
4. Tratar los problemas inmediatamente.

Un ejemplo de lección de un punto aplicado al área de Metalmecánica en prensa Columbus 250T; en el formato se describe visualmente y enumerando los diferentes subcomponentes a ser analizados para crear actividades de mantenimiento.

Figura 40 Formato de lecciones de un solo punto

INDUGLOB LECCIÓN DE UN SOLO PUNTO	
<b>Máquina:</b> Prensa Columbus Geovanini <b>Solicitado por:</b> JC <b>Fecha:</b> 27/02/14	<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisión de juegos</li> <li>2. Revisión de tornillos</li> <li>3. Revisión de bujes de biela</li> <li>4. Revisión de guías</li> <li>5. Criterio para cambio de partes</li> </ol>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LECCIÓN</b> Análisis de tuerca para el bloqueo de calibración de Slyta  <b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b> Equipo básico 	<b>CRITERIOS DE MAL FUNCIONAMIENTO</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LECCIÓN</b> Analizar causa de trabamientos y ruptura de matrices  <b>COMPONENTES</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tuerca para el bloqueo de calibración</li> <li>2. Tornillos</li> <li>3. bujes de biela</li> <li>4. guías</li> </ol>	
<b>Ayuda visual</b> 	

Fuente: Departamento Metalmecánica Induglob S.A.

#### 4.2.1.2 Según Pablo Durán (2013) Los cuatro niveles de habilidades de los operadores

##### Nivel 1: Reconocer el defecto

El operador debe estar capacitado para identificar los elementos con problemas en el equipo y los síntomas que este puede presentar.

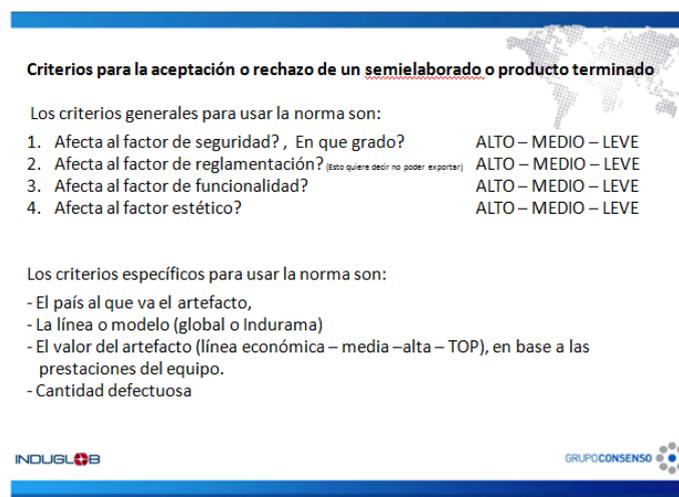
##### Nivel 2: Conocer el funcionamiento

El operador entenderá el funcionamiento básico de la máquina y sus componentes principales, además del conocimiento de limpieza para prevenir futuras averías.

##### Nivel 3: Entender las causas de los defectos de calidad

Comprender que los componentes del equipo ocasionan defectos de calidad, adquiriendo la habilidad de detectar anomalías en la máquina y rigiéndose al monitoreo de control de proceso.

Figura 41 Criterios de aceptación o rechazo



**Criterios para la aceptación o rechazo de un semielaborado o producto terminado**

Los criterios generales para usar la norma son:

1. Afecta al factor de seguridad?, En que grado?	ALTO – MEDIO – LEVE
2. Afecta al factor de reglamentación? (Esto quiere decir no poder exportar)	ALTO – MEDIO – LEVE
3. Afecta al factor de funcionalidad?	ALTO – MEDIO – LEVE
4. Afecta al factor estético?	ALTO – MEDIO – LEVE

Los criterios específicos para usar la norma son:

- El país al que va el artefacto,
- La línea o modelo (global o Indurama)
- El valor del artefacto (línea económica – media – alta – TOP), en base a las prestaciones del equipo.
- Cantidad defectuosa

INDUGLOB  GRUPO CONSENSO 

Fuente: Departamento de Auditoría de calidad. Induglob S.A.

Los criterios de aceptación varían según la norma de cada país que va a ser exportado, en el que también será considerado el modelo, su línea y cantidad de defecto del semielaborado con respecto a un lote total para medir su criticidad.

Nivel 4: Hacer reparaciones de rutina

El operador debe adquirir la habilidad para realizar tareas básicas de mantenimiento como apretar tornillos correctamente, alinear poleas y engranajes, verificar y tensar bandas, cambiar piezas pequeñas cuya tarea no sea mayor a diez minutos y eliminar fugas.

#### **4.2.2 Selección de prensas críticas**

El análisis de criticidad sirve para decidir en qué elementos se debe actuar con mayor prontitud, sobre los cuales se dirigirán los recursos y esfuerzos de la organización.

Una clasificación puede considerarse en base a la criticidad por:

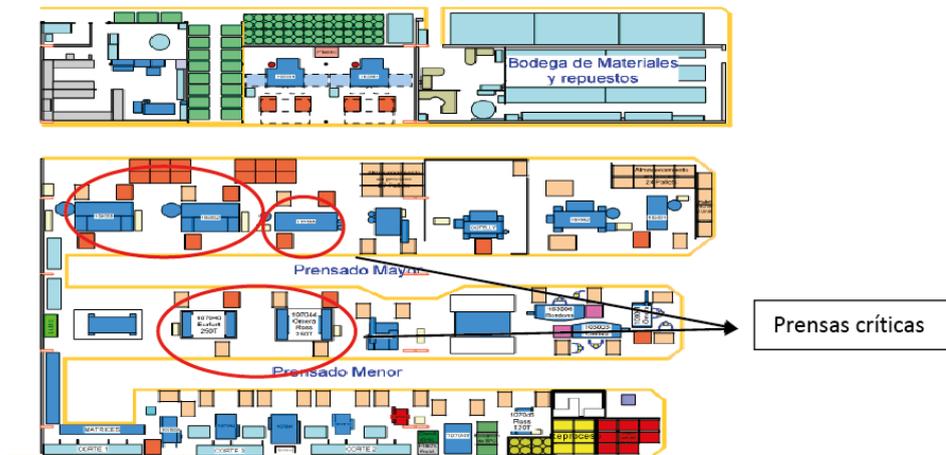
- Impacto en calidad
- No tener reemplazo
- Desperdicio de material
- Tiempo de para
- Escases de repuestos

En el caso del Área de Metalmecánica de la Empresa Induglob S.A. se establecen como críticas las cinco prensas de mayor tonelaje ya que representan el 80% de la producción en la sección.

Si cualquiera de estas prensas se llegara a detener, se corre el riesgo de incumplimiento de producción y el no abastecimiento de semielaborados a las líneas, por ende las paradas de línea y el incumplimiento en el mercado.

## LAY OUT SECCIÓN DE METALMECÁNICA

Figura 42 LAY OUT METALMECÁNICA



Fuente: Información del departamento de Ing. Industrial Induglob S.A

### 4.2.3 Documentación de proceso actual preciso

Hacer una evaluación preliminar

Es preciso evaluar si la empresa requiere implementar la filosofía TPM, es decir, la inversión de recursos que esta representa vs. la propuesta de mejora.

Se realizó un estudio de paras por mantenimiento correctivo atribuido al área de Metal Mecánica de seis meses, lo que resultó un total de 808 horas.

Se propone disminuir el 60% en paras con la implementación de TPM obteniendo un ahorro anual de U\$ 13,968.00.

Tabla 10 Costo de paras por mantenimiento

<b>Promedio mantenimiento correctivo (oct-mar 2013)</b>	<b>promedio (abr- sep 2014)</b>	<b>% mejora</b>	<b>meta diciembre</b>
808.00 horas	401.00 horas	50.37%	60%

Ahorro anual
<b>\$ 13,968.00</b>

Fuente: Departamento de Mantenimiento Induglob S.A Obtener apoyo de gerencia y compañeros

El apoyo de la gerencia y la dirección son importantes, el TPM es impulsado desde abajo pero es soportado desde arriba.

Organización del comité de dirección

Los gerentes y líderes son integrantes del grupo y deben asegurar que existan los suficientes recursos para la implementación de la herramienta TPM en el área (tiempo, equipos, disposición de mano de obra).

Funciones

Se debe establecer los objetivos generales de TPM en base a indicadores como horas de mantenimiento correctivo y el porcentaje de mejora, desarrollar las políticas y procedimientos que aseguren una frecuencia en las actividades, las mismas deben ser monitoreadas.

Selección del facilitador

El facilitador elegido de TPM es responsable de liderar los comités y equipos de trabajo. En el caso del área de Metalmecánica el jefe de área es la persona encargada

como facilitador que impulsa el desarrollo de TPM en su sección.

Definir metas, objetivos y planes

Definir metas y objetivos específicos cuantificables, métodos a utilizar, cronograma de implementación y formas de monitoreo.

Definir el área de mejora (piloto)

El Área de Metalmecánica, al ser un cuello de botella por tener equipos y procesos críticos, es susceptible a fallas frecuentes; al implementar la herramienta TPM se reducen los problemas que afectan a la producción.

Hacer una evaluación de las condiciones actuales.

Realizar auditorías de mantenimiento conjunto con el análisis de indicadores para comparar luego de haber implementado TPM.

Planeación y preparación del inicio

Verificar recursos (gente, herramientas, materiales, métodos, etc.). Capacitación  
Deben realizarla todos los involucrados, tomando en cuenta que deben ser cursos cortos que mencionen la filosofía, funcionamiento y estructura del TPM.

5S en área piloto

El evento principal, que marca el arranque del TPM, es la limpieza inicial.

#### **4.2.4 Determinación de mejoras (posibles soluciones)**

El TPM es una herramienta para identificar y eliminar causas de costos por todo el ciclo de vida del equipo:

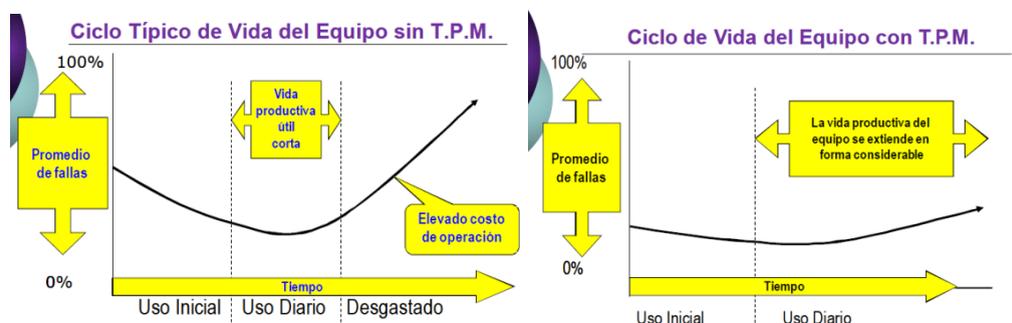
Figura 43. Ciclo de vida del equipo



Fuente: Capacitación MGC (Modelo de Gestión para Competitividad)

La gráfica indica una comparación del ciclo de vida de la maquinaria aplicando TPM; esto se consigue considerando el cuidado y mantenimiento que se debe dar a la máquina (mantenimiento autónomo), y la oportuna detección de fallas en los equipos; se explicará en las siguientes secciones.

Figura 44 Ciclo de vida del equipo (comparativo)



Fuente: Capacitación MGC (Modelo de Gestión para Competitividad)

#### 4.2.4.1 Detección de problemas en los equipos

Según Pablo Durán (2013), el deterioro de una máquina es la degradación de sus partes y culmina con una falla funcional y para del equipo; este proceso al ser lento puede no detectarse y el operador acostumbrarse a él.

**Formas de deterioro:**

Un **deterioro normal** es causado por las horas de uso en el cual ocurre desgaste mecánico, químico y fatiga.

El **deterioro acelerado** es causado por operaciones inadecuadas o un mal mantenimiento (falta de lubricación, ajustes, cambios de partes, falta de inspección o métodos predictivos).

Los deterioros en las máquinas, generalmente, no se detectan por motivos físicos como polvo, grasa, suciedad, dificultad de acceso, inspecciones no adecuadas, inspecciones poco frecuente o no se analiza la causa o raíz y motivos psicológicos como ignorar el problema por temor a ser culpados.

El deterioro se puede detectar cuando la máquina manifiesta síntomas que van aumentando de intensidad como el ruido, vibraciones, contaminación o temperatura.

Mediante métodos creativos se puede establecer sistemas visuales, los cuales alertan al operador sobre la condición de la máquina, indicadores de rango, números que marcan una secuencia o letreros de medida, son algunos ejemplos de sistemas visuales.

Figura 45 Sistemas visuales



Fuente: Capacitación MGC (Modelo de Gestión para Competitividad)

Figura 46 Sistemas visuales



Fuente: Capacitación MGC (Modelo de Gestión para Competitividad)

El TPM enfrenta directamente los problemas de deterioro mediante el mantenimiento autónomo.

#### **4.2.4.2 Pérdidas en TPM**

Lean Group (2009) afirma, una pérdida en TPM es:

1. Cualquier período de tiempo con potencial de utilizarse para producir, pero que por alguna causa no se elabora un buen producto durante el mismo.
2. Un material que entró al proceso pero que no llegó a salir como producto terminado.
3. Mano de obra que consumió tiempo pero no rindió producto terminado bueno.

#### **Tipos de pérdidas**

1. Pérdidas planeadas

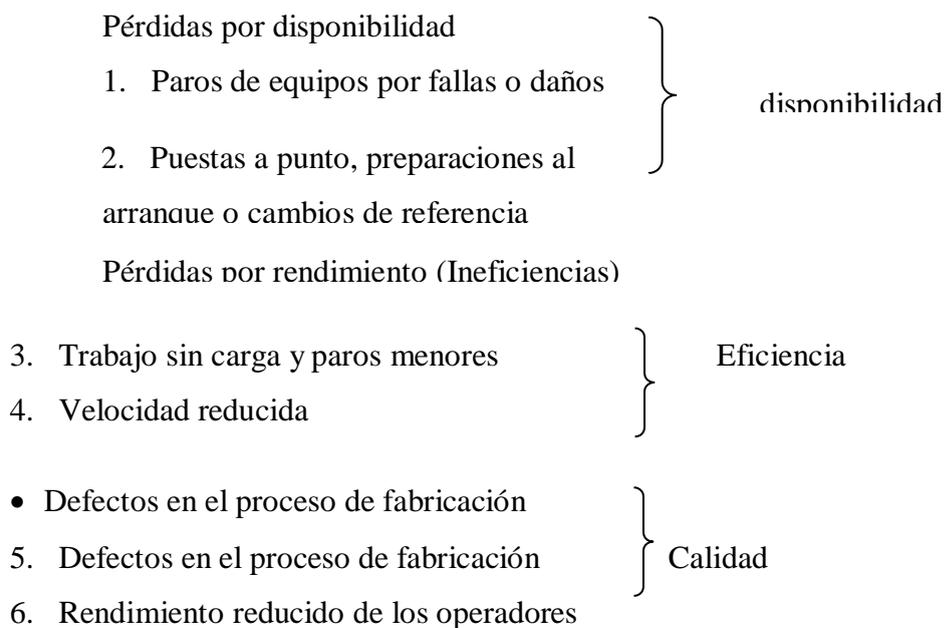
Constituyen el tiempo que no está programado para producción directa sino para otras actividades relacionadas con el funcionamiento de la organización.

## 2. Pérdidas no planeadas

Las seis grandes pérdidas de producción, que afectan la productividad y competitividad de las organizaciones, se agrupan en los siguientes grupos:

- Pérdidas por disponibilidad
- Pérdidas por rendimiento (eficiencia)
- Pérdidas por mala calidad

Textualmente, Lean Group (2009) dice: “La eliminación de los problemas principales en los equipos se puede lograr tomando en cuenta las seis grandes pérdidas o desperdicios.



### Pérdidas por disponibilidad

Son aquellas paros de los equipos por fallas o daños, puestas a punto o preparaciones al arranque. Es decir, que ocurren porque el equipo no está disponible para producir, debido a problemas en roturas, funcionamiento o calidad.

Existen tres tipos de pérdidas por fallas de máquinas o equipos:

### 1. Pérdidas esporádicas

Sucedan de repente y son impredecibles: causan una pérdida en la función del equipo o en la calidad del producto, son el resultado de roturas de bandas, fugas de mangueras, cadenas muy tensadas o deterioradas.

Estas averías son reparadas casi siempre por el área de mantenimiento y se solucionan cambiando la parte afectada, dejando al equipo en su condición original.

### 2. Pérdidas crónicas

Ocurren con mucha frecuencia, pueden llegar a ser consideradas de rutina, son difíciles de detectar, porque generalmente están ocultas.

Estos daños limitan o reducen la funcionalidad del equipo, provocando una disminución en el desempeño de la máquina o equipo.

Las averías son arregladas por el mismo operador del equipo y pueden eliminarse usando soluciones creativas e innovadoras.

### 3. Pérdidas inducidas

Ocurren debido a que el equipo tiene el diseño inadecuado; por lo general, son de baja calidad en su fabricación, las averías son causadas por sobrecarga del equipo, operaciones inadecuadas o componentes de la máquina desgastados.

La solución de estos problemas es un adecuado mantenimiento y el seguimiento a estándares o normas de operación.

Los paros se evitarían conservando las condiciones del equipo mediante una oportuna limpieza, lubricación y reajustes de tuercas, tornillos, pernos, etc., operar el

equipo de acuerdo a procedimientos adecuados; el trabajador puede ayudar detectando y previniendo el deterioro y la correcta utilización de máquinas y equipos mediante entrenamiento.

- Paros por puestas a punto o preparaciones al arranque:

Son cambios que generan producto y tiempo no conforme, para evitar estas pérdidas los cambios deben hacerse lo más rápido posible.

Es aconsejable aplicar el método SMED (Simple Minute Exchange Die) para realizar los cambios de forma rápida y controlada.

Aplicar las 5S para reducir tiempos muertos por pérdidas de materiales, herramientas, entre otros.

- Pérdidas por rendimiento (velocidad) del equipo.

Se clasifican en dos tipos de pérdidas:

1. Pérdidas por trabajo sin carga y paros menores

Son aquellas que pueden ser consideradas insignificantes pero la criticidad es debida a su frecuencia. Este tipo de pérdidas es considerado normal por los operadores, lo que hace que, en la práctica, no se cuantifique el impacto en la productividad y efectividad del equipo.

Dentro de las principales causas están: montaje y ajustes inadecuados, mal diseño del herramental y/o equipo, fabricación deficiente del equipo, materiales defectuosos, sobrecarga del equipo, problemas de calidad, mal funcionamiento de sensores, falta de habilidad del operador, ausencia de mantenimiento preventivo y/o predictivo o aceptación de este tipo de pérdidas como normales”.

Para eliminar este tipo de pérdidas se debe:

- Instalar controladores automáticos.
- Estudiar los procesos con una metodología SMED para encontrar desperdicios.
- Analizar las causas de los paros y establecer un método de resolución de problemas.

## 2. Pérdidas por velocidad reducida

Son aquellas que se presentan debido a que el equipo no puede producir a la velocidad de diseño.

Muchas veces, el problema, es que no se conoce cuál es la velocidad de diseño.

Se utiliza la velocidad de producción “ideal”, que puede ser la de diseño o la máxima que se ha de lograr en esa máquina o en alguna otra similar.

Las pérdidas por velocidad son causadas porque

### 1. La velocidad no se mantiene

Normalmente no se llega a la velocidad de diseño por deterioro, este puede manifestarse como sobrecalentamiento, vibraciones, problemas de lubricación, etc.

### 2. No se logra un producto libre de defectos

Una máquina puede producir un volumen grande de productos pero con calidad inferior a la especificada.

Para lograr la calidad requerida se reduce la velocidad de la máquina, bajando el volumen producido, es decir, se opera en una zona de confort.

Las causas más comunes se dan por calibración incorrecta, diseño inadecuado del equipo, defectos en su fabricación, incapacidad para diagnosticar las causas

de las fallas, mantenimiento preventivo y/o predictivo inadecuados, cambios en especificaciones de producto o materiales.

#### Pérdidas por calidad

Se alude a las diferencias en el equipo y en el proceso que reducen la calidad del producto por debajo de los límites de aceptación.

#### Defectos en el proceso de fabricación

Se refieren a las pérdidas que ocurren durante la producción y que son causadas por mal funcionamiento de la maquinaria.

Los problemas son atribuibles al equipo y son el resultado de cómo fue diseñado, fabricado, operado y mantenido.

Estas pérdidas, normalmente, involucran depreciación de materiales, materia prima, mano de obra y tiempo.

#### Rendimiento reducido de los operadores.

Estas bajas incluyen desperdicios y otras durante la fase de inicio de la operación.

Las causas más frecuentes son la ausencia de procedimientos tanto inadecuados como obsoletos, falta de capacitación de los operadores, de herramientas, de coordinación entre el personal que interviene, defectos en la materia prima o materiales.

#### **4.2.4.3 TPM como agente reductor de pérdidas**

TPM es considerado como método de reducción de pérdidas, pues, el principal objetivo del TPM es eliminarlas.

El indicador esencial del TPM es el OEE (Overall Equipment Effectiveness) que cuantifica las pérdidas causadas por los equipos, las ineficiencias y los problemas de calidad que resulten de una máquina/ equipo o de un proceso productivo.

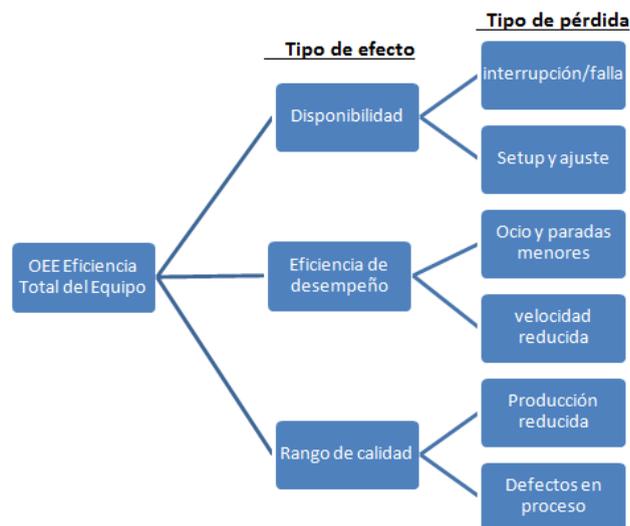
¿Cómo implementar, eficazmente, equipos o sistemas críticos?

Según Pablo Durán (2013). La implementación del *software* OEE en equipos críticos determinará las fuentes de pérdida de eficiencia en un equipo:

1. *Set-up*: tiempo cambiando o limpiando herramientas y equipos
2. Inicio y ajustes: Tiempo para iniciar, por ejemplo, el calentamiento de equipos, tiempo perdido en sacar un buen producto.
3. Interrupciones: Pérdida parcial o completa de funciones del equipo.
4. Retardos y paras: Pérdidas en paradas de producción.
5. Tiempos de ciclo: Bajas debido a que el equipo trabaja a velocidad reducida-
6. Defectos: Producción desperdiciada que no puede ser reprocesada.

OEE – Relaciones de pérdidas

Figura 47 OEE – Relaciones de pérdidas



Fuente: Curso de planeación y programación de la producción con Lean Manufacturing – TBL

El TPM establece los métodos necesarios para eliminar pérdidas por máquinas y/o equipos, ya sea que estas se producen por deterioro de los mismos o por operación ineficiente.

Para el TPM la producción ideal es que:

Los equipos y máquinas funcionen perfectamente; No existan paros no programados;

La producción debe ser a la velocidad ideal;

Todo el producto debe estar dentro de especificaciones de calidad.

#### 4.2.4.4 Técnicas aplicadas al mantenimiento predictivo

Según Lean Group (2009), la termografía infrarroja permite visualizar la distribución de temperaturas en superficies completas de equipos mecánicos y eléctricos, utilizadas en todo tipo de industria, el uso de esta herramienta ha revolucionado la inspección para el mantenimiento autónomo.

Cámaras térmicas para tareas eléctricas y mecánicas

Figura 48 Cámaras térmicas

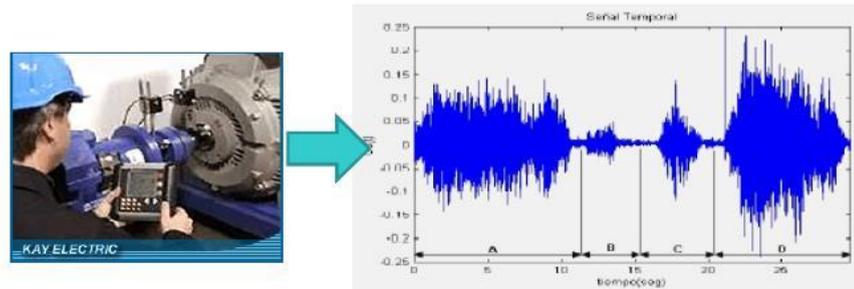


Fuente: Capacitación MGC (Modelo de Gestión para Competitividad) Análisis de vibraciones

Equipos que por daños de sus partes alerta mediante un incremento en la vibración

para ser corregidos.

Figura 49 Análisis de vibraciones



Fuente: [www.monografias.com](http://www.monografias.com) › Ingeniería

Análisis por ultrasonido.

Este método estudia las ondas de sonido de baja frecuencia producidas por los equipos que no son perceptibles por el oído humano.

- Detección de fricción en máquinas rotativas.
- Localizar fallas y/o fugas en las válvulas.
- Ubicación de fugas de fluidos.
- Pérdidas de vacío.
- Detección de "arco eléctrico".

Figura 50 Ultrasonido



Fuente: [www.renovetec.com/es/268-renovetec-servicios/analisis-de-ultrasonido](http://www.renovetec.com/es/268-renovetec-servicios/analisis-de-ultrasonido)

## Análisis de lubricantes

Determina el estado del aceite, nivel del desgaste y contaminación, aplicado a equipos críticos con una frecuencia de muestreo definida.

### 4.2.5 Propuesta de implementación de la estrategia de mejora

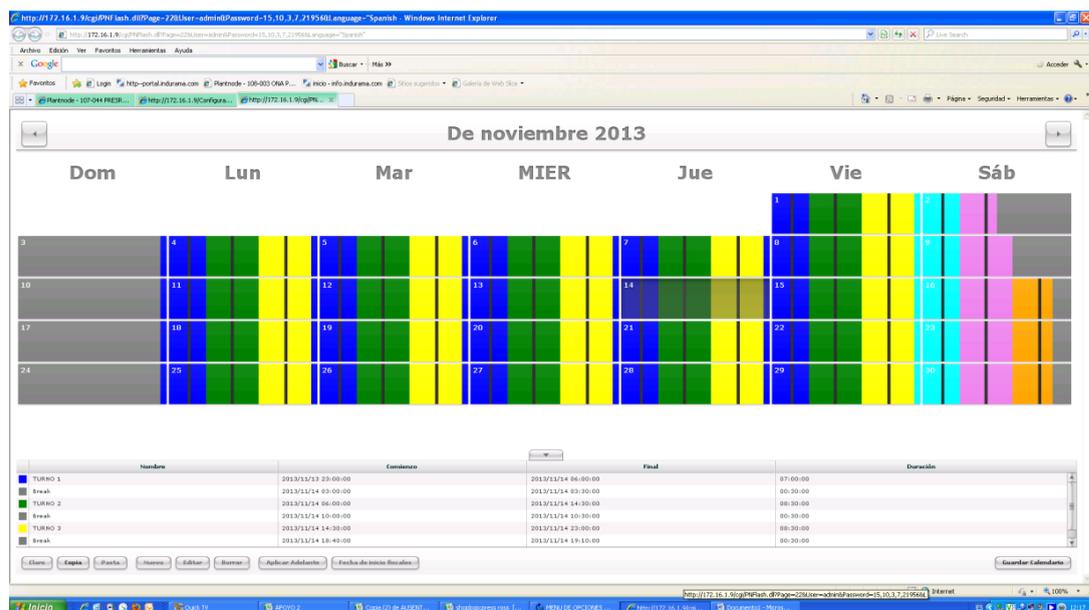
#### 4.2.5.1 Indicador OEE

El indicador OEE que utiliza el área de Metalmecánica es el *software plantnode* de la empresa Shoplogix; este equipo permite identificar gráficamente la eficiencia de los equipos, es decir, las pérdidas por paras en las prensas, midiendo la productividad de la máquina.

Aplicación de *software* en prensa de metalmecánica Induglob S.A.

Como primer paso se ingresan los horarios de turno en el programa incluyendo los horarios de comida.

Figura 51 Indicador OEE



Fuente: Información del Área de Metalmecánica Induglob S.A.

El siguiente paso es crear códigos bidimensionales de acuerdo a una base de datos de la planificación de producción que contiene: código, descripción del ítem, uph (unidades por hora y *setups* (tiempos de calibración esperados),

Figura 52 Indicador OEE

Codigo	Description Articulo	UPH
217106(1)	Aplic P.Ho. 32' Ava NR4 A. Ino fo	200 0.75
217106(2)	Aplic P.Ho. 32' Ava NR4 A. Ino fo	200 0.75
216913(1)	Aplic P.Ho. 32' Avant Ace Ino fo	200 0.75
216913(2)	Aplic P.Ho. 32' Avant Ace Ino fo	200 0.75
217121(1)	Aplic P.Hor. 32' Avant Bia form	200 0.75
217121(2)	Aplic P.Hor. 32' Avant Bia form	200 0.75
217201(1)	Aplicae 24' avant ace inox form	200 0.75
217201(2)	Aplicae 24' avant ace inox form	200 0.75
217205(1)	Aplicae 24' avant bla formado	200 0.75
217205(2)	Aplicae 24' avant bla formado	200 0.75
217364(1)	Aplicae 24' avant NR4 A. Ino for	200 0.75
217364(2)	Aplicae 24' avant NR4 A. Ino for	200 0.75
219706	Bandeja goteo 24'E-C-1V form	260 0.75
219709	Bandeja goteo 32'E-C-1V form	260 0.75
ID219709	Bandeja goteo 32'E-C-1V form	260 0.75
ID219709	Bandeja goteo 32'E-C-1V form	260 0.75
219981	Bandeja goteo Grande 32' forma	260 0.75
ID219947(1)	Bandeja Hor. 32'turbo rol for	260 0.75
ID219947(2)	Bandeja Hor. 32'turbo rol for	260 0.75
218969(1)	Bandeja horno 24' Chile formad	260 0.75
218969(2)	Bandeja horno 24' Chile formad	260 0.75
218969(3)	Bandeja horno 24' Chile formad	260 0.75
218969(4)	Bandeja horno 24' Chile formad	260 0.75
218969(5)	Bandeja horno 24' Chile formad	260 0.75
ID218969(1)	Bandeja horno 32' Chile formad	260 0.75
ID218969(2)	Bandeja horno 32' Chile formad	260 0.75
219047(1)	Bandeja Horno 32'turbo rol for	260 0.75
219047(2)	Bandeja Horno 32'turbo rol for	260 0.75
210760	Bandeja horno gr. formada	260 0.75
ID210750	Bandeja horno gr. formada	260 0.75
210300	Bandeja horno pesq. formada	260 0.75
230890	Base sist. encimera Qa 20 for	220 0.75
230891	Base sist. encimera Qa 90 for	220 0.75
219585(1)	Cont H AV 24 6 per b. des.com	220 0.75
219585(2)	Cont H AV 24 6 per b. des.com	220 0.75
232032(1)	Cont H Av 24 8p. tro lat inf fo	260 0.75
232032(2)	Cont H Av 24 8p. tro lat inf fo	260 0.75
219763(1)	Cont H Av 24 8p. b. des.troc fo	220 0.75
219763(2)	Cont H Av 24 8p. b. des.troc fo	220 0.75
232107(1)	Cont H Av 32' 8p. tro la rack fo	260 0.75

MENA	N° OJAS	CODIGO	Cont	Estado
240014	119480	232065	Planta 24 K RM LH env CORE FO	00
250014	118086	110302	Disco 08 Motor	01
250014	118097	117148	Disco inferior RL-ATO	600
250014	118086	117296	Disco compresor RL-485 armad	25
250014	119515	232031(1)	CORE H Av. 32' 8p. tro lat inf fo	00
250014	119515	232031(2)	CORE H Av. 32' 8p. tro lat inf fo	00
250014	119517	232067	Planta 24K RM EE LH 08 RM	00

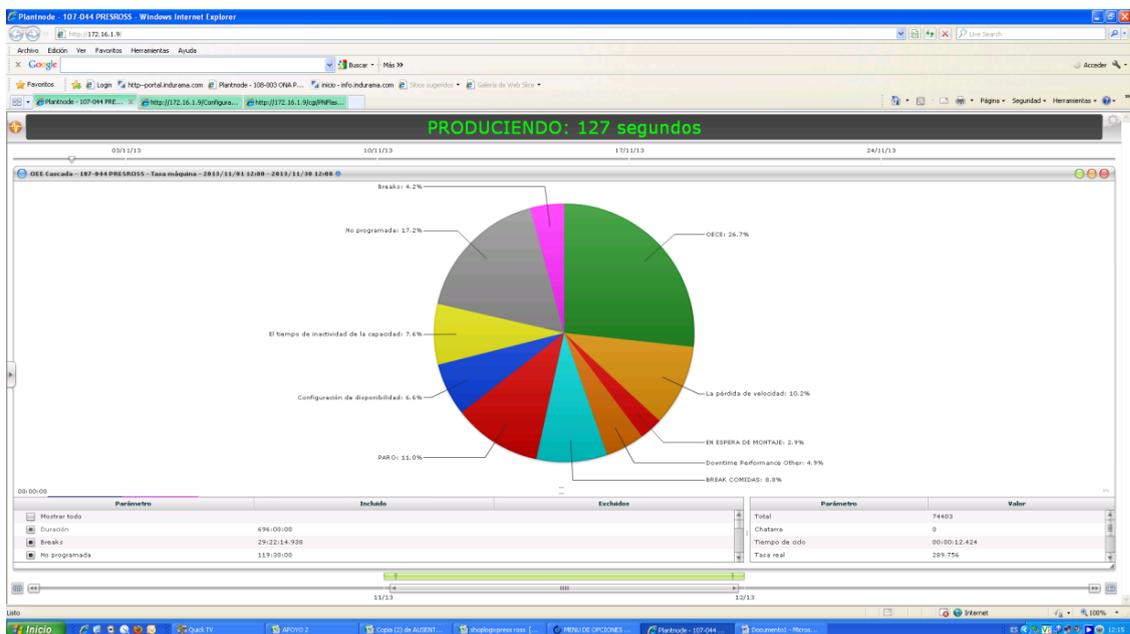
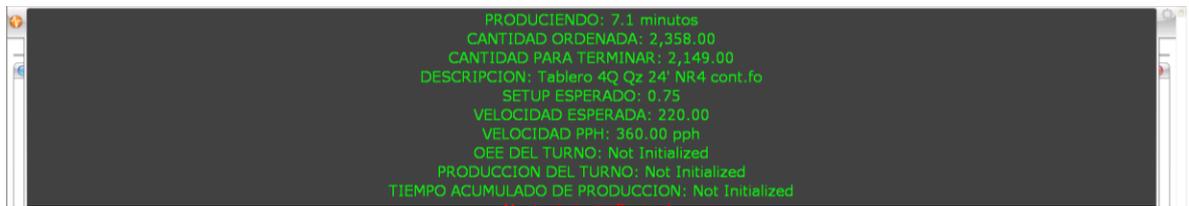
Fuente: Información del Área de Metalmecánica. Induglob S.A.

Los códigos se imprimen y se colocan en el tablero de la máquina, el operador los escanea y el *software* comienza con la lectura.

Cada color, dentro de la circunferencia, indica el estado de producción y paras del equipo.

Como críticos, el color verde se atribuye al porcentaje de eficiencia de la máquina, el plomo representa las paras no programadas y el tomate, indica pérdida de velocidad en la máquina.

Figura 53 Indicador OEE

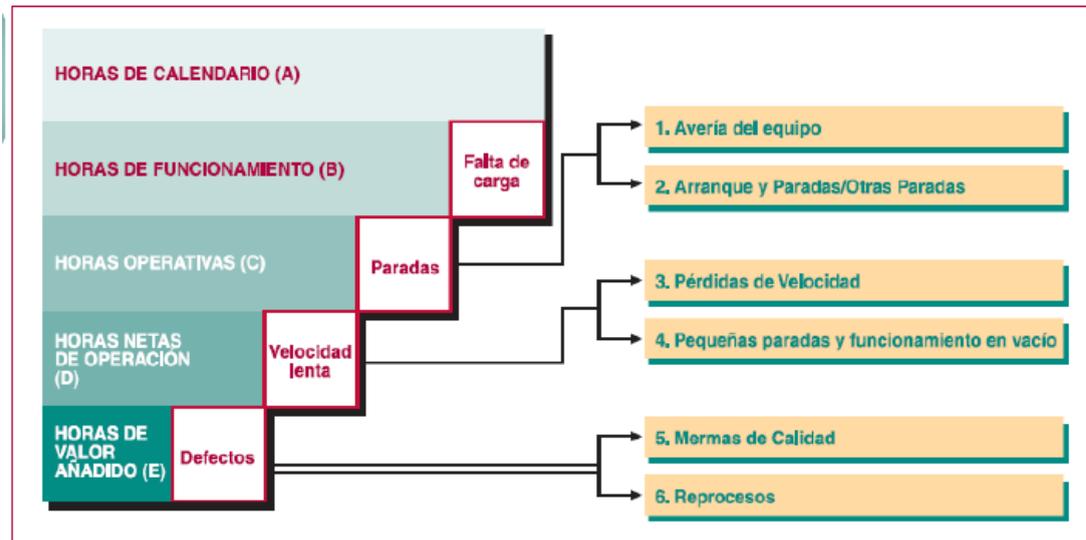


Fuente: Información del área de Metal Mecánica Induglob S.A

Gracias a la aplicación de esta herramienta en el Área de Metalmecánica, de acuerdo a los datos recopilados, se pudieron tomar decisiones de optimización en prensas críticas (*overhaul* o cambio de partes), mejoras de tiempos muertos, identificación de micro paras y redefinición de la capacidad del proceso.

Que se puede identificar con el indicador OEE.

Figura 54 Fuentes de pérdidas de la producción



Fuentes de pérdidas de la producción.

Fuente: Información del Área de Metalmecánica Induglob S.A.

#### 4.2.5.2 Implementación del mantenimiento autónomo

Los ocho pasos del mantenimiento autónomo

##### 1. Realizar la limpieza inicial

Eliminar suciedad y virutas, identificar problemas ocultos atribuidos a la limpieza, Los operarios aprenden que limpiar es inspeccionar y el resultado es mucho más que un equipo brillante y limpio.

##### 2. Eliminar las causas de suciedad en los equipos

Evitar el derrame de contaminantes y evitar la acumulación de polvo.

Los operarios, a la vez que se dan cuenta de sus logros aumentan su autoestima y se preparan para tareas de grupo más avanzadas.

3. Mejorar las áreas que son de difícil acceso para limpiar y mantener.

Disminuir el tiempo en la limpieza y lubricación, mantener, en el tiempo, el proceso mediante controles visuales.

4. Estandarizar las actividades de mantenimiento

Controlar los tres factores claves que previenen el deterioro (limpieza, lubricación, ajuste), creando procedimientos por cada uno.

Aprender la importancia de mantener la calidad a través del trabajo en equipo. Estudiar las funciones básicas y la estructura de las máquinas.

5. Desarrollar habilidades para inspección del equipo

Aprender a identificar las condiciones de operación del equipo y desarrollar la habilidad de diagnosticar, trabajando con el personal de mantenimiento para mejorar las operaciones de limpieza, lubricación y ajuste, realizando inspecciones de ellos para reemplazar sus partes desgastadas y elevar su confiabilidad. Aprender de quienes tienen más experiencia.

6. Realizar inspecciones autónomas

Usar con efectividad las listas de verificación y procedimiento estándar, reconocer las condiciones correctivas de operación, anomalías y las acciones apropiadas para el efecto.

7. Organizar y administrar el lugar de trabajo

Asegurar la calidad y la seguridad completando los procedimientos de orden y limpieza de acuerdo a las necesidades, estandarizar las cantidades y formas de almacenamiento de materia primas, productos en proceso, herramental, repuestos, etc. En el lugar de trabajo, facilitar el mantenimiento mediante sistemas de control visual.

## 8. Esfuerzo por el mantenimiento autónomo

Recolectar y analizar datos de equipos con el objetivo de mejorar la confiabilidad, mantenimiento y operatividad, trabajando en equipo para alcanzar la meta de la compañía.

Aprender a registrar y analizar datos de equipos simples y gestionar órdenes de trabajo. Generar OT (Órdenes de Trabajo) resultantes de tareas de inspección.

### 4.2.5.3 Órdenes de trabajo

Para Pablo Durán (2012), una orden de trabajo es un documento utilizado por el supervisor frente a la necesidad de reparar un equipo, sea por alguna variación en los componentes que evidencien falla de calidad o la máquina no trabaje.

Figura 55 Reporte de mantenimiento

INDUGLOB		SOLICITUD - REPORTE DE MANTENIMIENTO			26853			
Sección	Código	Fecha: dd/mm/aa	Solicitado por	Asignado a				
DESARR.IND	301-024	28/05/2012	PABLO DURAN	ESPINOZA L. ADRIAN -90005734-[0.0]				
Nombre de máquina o equipo:		IN-DESARR.IN-301-024-MEC01	Tecla C.N. 301-024					
Trabajo solicitado / Daño reportado:		Revisión General						
Descripción adicional:								
REPORTE DE MANTENIMIENTO								
Trabajo realizado:								
[1] IN-DESARR.IN-301-024-MEC01 Revisión General								
MATERIALES UTILIZADOS								
Cant.	Descripción	Código	Cant.	Descripción	Código			
Fecha inicio:	Fecha entrega:	Realizado por:	Revisado por:	Recibí Conforme:	Tiempo Real:	Tpo. Perd. por Mant:	Tpo. Perd. por Prod:	
Hora:	Hora:				Horas:	Minutos:	Horas:	Minutos:

Fuente: Departamento de Mantenimiento Induglob S.A.

Las órdenes de trabajo deben ser priorizadas, incluyen información de tiempos de ejecución, listado de posibles repuestos a ser usados. Deben ser clasificadas como preventiva o correctiva y mostrar el estado (ok o pendiente).

Para el caso de Induglob S.A. todas las órdenes de trabajo son consolidadas en la base de datos, *software* de la empresa, JD Edwards, este permite visualizar el

estado de órdenes clasificadas como mantenimientos correctivos y preventivos y para realizarlos, las órdenes son emitidas y pasan al sistema con el código M0.

El siguiente paso es asignar a una persona, desde el sistema, para que sea el responsable de dicha actividad.

Luego de haberla realizado, la persona responsable emite un reporte que será verificado por el jefe de mantenimiento (tiempo de duración, repuestos empleados), en esta instancia la orden pasa con el código MH.

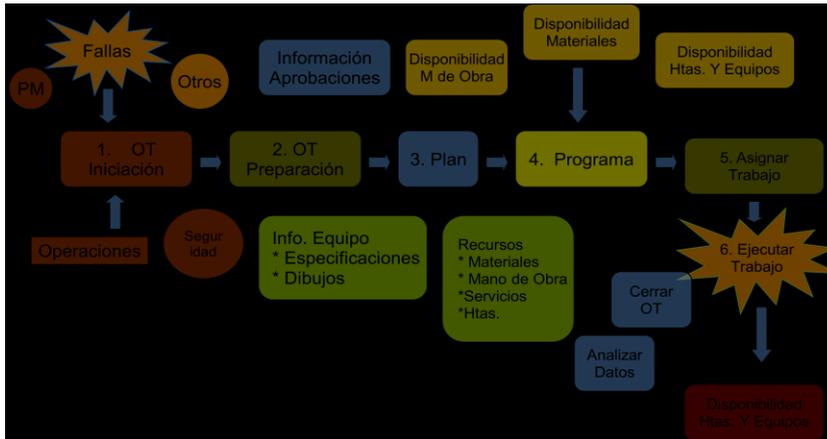
Los resultados son verificados por el solicitante (supervisor) quien dará el visto bueno y la orden pasa en el sistema como MI.

Como última instancia la orden se da por concluida pasando en el sistema como MJ.

Producción puede acceder a ver el estado de sus órdenes de trabajo sin que puedan hacer modificaciones al cronograma.

Figura 56 Ciclo de una orden de trabajo

Número orden	Est. OT	Tipo	Descripción	IMPREGUE3	Número orden	Descripción	Fecha orden	Asignado	Descripción	Prior	Descripción	IMP
156794	MB	WB	Orden de mantenimiento	IMPREGUE3	01 107-028	PRENSA ECENTRICA 107-028	19/05/2014	1	daño mecánico	-	-	15
156792	MB	WB	Orden de mantenimiento	IMPREGUE3	01 312-001	DESGRANADORA 732-001	20/05/2014	1	buje dañado en mardesa inferior	1	Emergencia	16
156792	MB	WB	Orden de mantenimiento	IMPREGUE3	01 312-007	MOLINO 312-007	20/05/2014	1	Revisar molino	-	-	147
156842	MB	WB	Orden de mantenimiento	IMPREGUE3	01 113-019	DOB LADORA 113-019	20/05/2014	1	soldar base	-	-	16
156846	MB	WB	Orden de mantenimiento	IMPREGUE3	01 107-019	PRENSA ECENTRICA 107-019	20/05/2014	1	pedal no funciona	-	-	13
156881	MB	WB	Orden de mantenimiento	IMPREGUE3	01 980-402	SECCION SISTEMAS 980-402	20/05/2014	1	CAMBIO DE BOLS DE PARTA PUNZON	-	-	5479
156910	MB	WB	Orden de mantenimiento	IMPREGUE3	01 107-028	PRENSA ECENTRICA 107-028	20/05/2014	1	PARADA CON SONIDO MANDO Y FIESTA	-	-	12
156910	MB	WB	Orden de mantenimiento	IMPREGUE3	01 115-014	SOLDADORA 115-014	20/05/2014	1	CAMBIO DE SELECTOR EN SOLDADOR	-	-	13
157282	MB	WB	Orden de mantenimiento	IMPREGUE3	01 140-145	MID-145 MATRIZ TROQUELEADO DOBL	20/05/2014	1	afilar matriz	-	-	5824
157232	MB	WB	Orden de mantenimiento	IMPREGUE3	01 980-402	SECCION SISTEMAS 980-402	21/05/2014	1	CONSTRUCCION DE PASA NO PASA P	-	-	5479
157232	MB	WB	Orden de mantenimiento	IMPREGUE3	01 509-015	ENFRIADOR 509-015	21/05/2014	1	CHILLER	1	Emergencia	4232
157232	MB	WB	Orden de mantenimiento	IMPREGUE3	01 508-008	INYECTORA 508-008	21/05/2014	1	EXTRACTOR DE MATERIALES	1	Emergencia	995
157238	MB	WB	Orden de mantenimiento	IMPREGUE3	01 140-308	MID-308 MATRIZ TROQUELEADO DOPO	21/05/2014	1	PUNZON DESPOSTELLADO	1	Emergencia	5826
157254	MB	WB	Orden de mantenimiento	IMPREGUE3	01 115-021	SOLDADORA 115-021	21/05/2014	1	Brzo superior flojo	1	Emergencia	12



Fuente: Información del Área de Metalmecánica Induglob S.A.

Para mantenimientos preventivos se emplea, de igual manera, la base de datos JDE, que contiene la información pertinente para cada máquina y la frecuencia de revisión.

Como ejemplo se toma en el área de Metalmecánica la prensa excéntrica para troquelado.

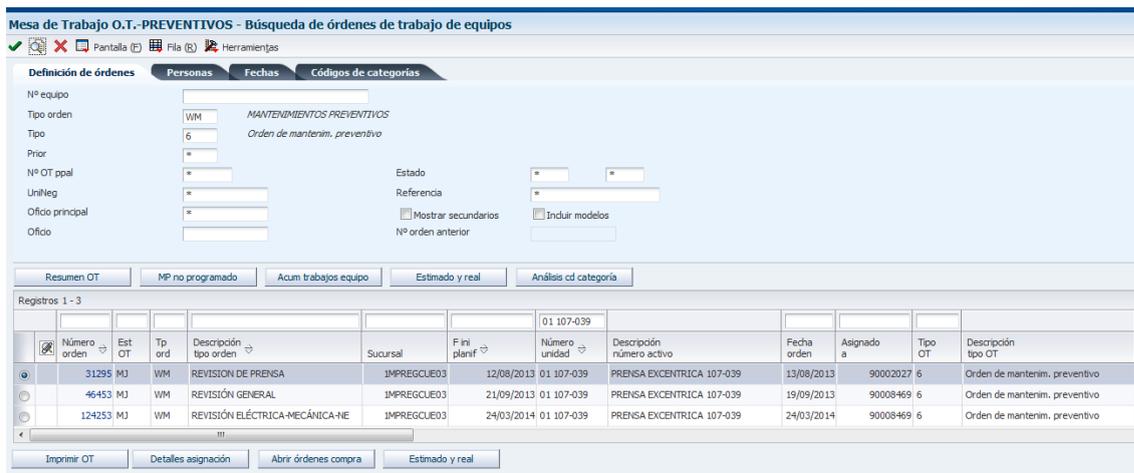
Figura 57 Prensa de troquelado



Fuente: Información del Área de Metalmecánica Induglob S.A.

Dentro del sistema se puede observar que para la prensa código 107-039, se tiene tres mantenimientos preventivos con las fechas indicadas: revisión de prensa, revisión general, revisión eléctrica-mecánica.

Figura 58 Sistema JDE orden de trabajo



Fuente: Sistema JDE Induglob S.A

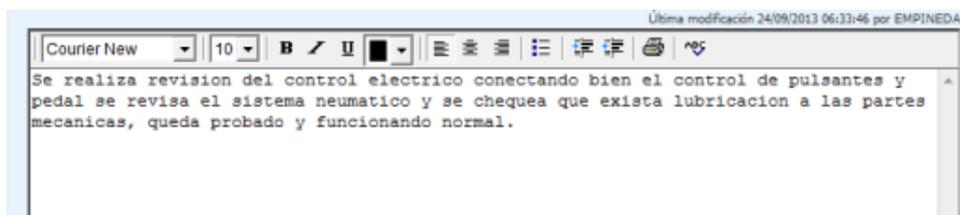
El sistema permite examinar la descripción para cada mantenimiento por parte del responsable de la revisión del equipo.

Figura 59 Sistema JDE orden de trabajo

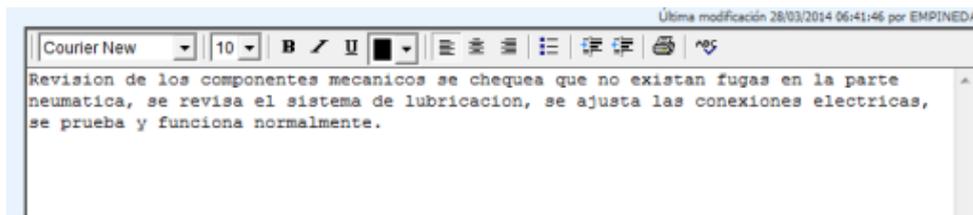
Revisión de prensa



Revisión general



## Revisión eléctrica-mecánica



Fuente: Sistema JDE Induglob S.A.

### 4.2.5.4 Implementando el mantenimiento planeado o programado

Para planificar adecuadamente es necesario:

Paso 1: Realizar un inventario de todos los equipos del área.

Paso 2: Identificar los equipos y sistemas críticos.

Como ejemplo se toma como referencia el compresor de la planta de Induglob S.A.

Figura 60 Compresor



Fuente: Autor

Paso 3: Identificar la función de cada uno de los equipos de la lista.

El compresor provee presión de aire a toda la planta con un mínimo de 90 PSI.

Paso 4: Definir los subsistemas del equipo.

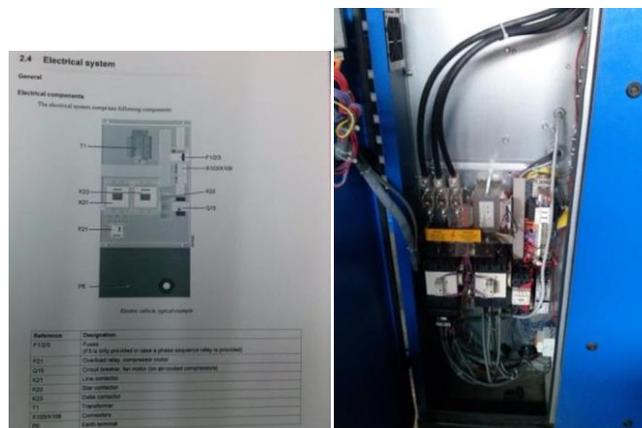
Figura 61 Componentes mecánicos de un compresor



Fuente: Autor

Sistema eléctrico

Figura 62 Sistema eléctrico de compresor



Fuente: Autor

Paso 5: Colocar la acción de mantenimiento que conservará las funciones de cada uno de los equipos, sistemas y subsistemas.

Paso 6: Determinar el tiempo de realización de la actividad y el responsable (incluir actividades de mantenimiento autónomo y predictivo).

Figura 63 Programa de mantenimiento para compresor

Programa de mantenimiento preventivo para compresor	
Periodo:	Operación
Diario:	Revisar nivel de aceite.
	Revisar lecturas del <i>display</i> .
	Comprobar el flujo de agua de refrigeración.
	Revisar la presión y temperatura (compresor con secador integrado)
Mensual	Revisar el <i>cooler</i> , limpiarlo si es necesario
	Revisar el condensador del secador y limpiarlo si hace falta.
	Quitar el filtro de aire e inspeccionar si es indispensable,
	limpiar con aire y reemplazar elementos dañados o muy contaminados
	Comprobar los elementos del filtro de la cabina eléctrica, reemplazar si es necesario.

## Intervalos de las operaciones

Intervalo en horas	500	2000 4000 8000 10000 14000 16000 20000 22000	6000 10000	12000	24000
Medida de control de parámetros	x	x	x	x	x
Cambio de filtro de aceite	x	x	x	x	x
Cambio de lubricante	x	x	x	x	x
Limpieza de filtros	x	x	x	x	x
Cambio de filtro de aire		x	x	x	x
Re engrasar los cojinetes del motor de accionamiento, de acuerdo al uso		x	x	x	x
Cambiar el filtro de inversor y filtro de cabina			x	x	x
Cambiar el filtro de entrada de aire			x	x	x
Cambiar elemento separador de aceite			x	x	x
Kit de válvula sin carga				x	x
Verificar el kir de válvula de retención				x	x
Presión mínima de kit de válvula				x	x
termostato de kit de válvula				x	x
kit de mangueras					x
Revisión de los elementos del compresor, utilizar elementos de cambio					x
Reemplazar el sello del eje					x
Revisión del motor de accionamiento principal					x

Fuente: Manual de fabricante Quincy

Paso 7: Determine la frecuencia de realización de cada actividad.

Figura 64 Estándar de mantenimiento planeado

INDUGLOB				
FECHA:				
NOMBRE DEL EQUIPO O SISTEMA		FUNCION PRINCIPAL: Suministrar de aire comprimido a la planta con presión mínimo 90PSI		
Subsistema	Actividades de mantenimiento	tiempo	Responsable	
compresor	Cambio de filtro de aceite	15min	Operador mantenimiento	
compresor	Cambio de lubricante	15min	Operador mantenimiento	
compresor	Limpieza de filtros	15min	Operador mantenimiento	
compresor	Cambio de filtro de aire	15min	Operador mantenimiento	
compresor	Re engrasar los cojinetes del motor de accionamiento, de acuerdo al uso	20min	Operador mantenimiento	
compresor	Cambiar el filtro de inversor y filtro de cabina	20min	Operador mantenimiento	
compresor	Cambiar el filtro de entrada de aire	15min	Operador mantenimiento	
compresor	Cambiar elemento separador de aceite	20min	Operador mantenimiento	
Líneas de aire	Kit de válvula sin carga	30min	Operador mantenimiento	
Líneas de aire	Verificar el kir de válvula de retención	30min	Operador mantenimiento	
Líneas de aire	Presión mínima de kit de válvula	30min	Operador mantenimiento	
Líneas de aire	termostato de kit de válvula	30min	Operador mantenimiento	
Líneas de aire	kit de mangueras	45min	Operador mantenimiento	
compresor	Revisión de los elementos del compresor, utilizar elementos de cambio	45min	Operador mantenimiento	
compresor	Reemplazar el sello del eje	45min	Operador mantenimiento	
compresor	Revisión del motor de accionamiento principal	45min	Operador mantenimiento	

Fuente: Manual de Compresor Quincy

Luego de tener definidas las actividades de mantenimiento, la frecuencia y el tiempo de cada una, toda la información es ingresada en el sistema y este es el que alertará la necesidad del mantenimiento preventivo.

#### 4.2.6 Propuesta de control del cumplimiento de acciones de mejoras

- TPM: Los sistemas visuales

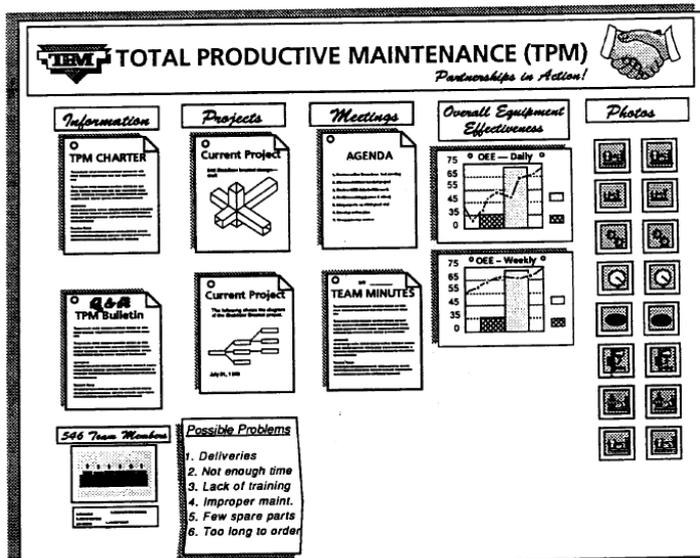
Es posible, mediante algunas técnicas fáciles, conocidas como sistemas visuales o señales visuales, aumentar la efectividad de los equipos OEE. Ellas comunican información específica y rápida en el punto de uso o cerca del equipo.

- La pizarra de mantenimiento

Informa visualmente, a toda la organización, cómo está el desempeño del área de mantenimiento así como es una guía de sus actividades, contiene:

- Gráficas de desempeño
- Proyectos
- Gráficas de tendencias
- Información de mejoras (antes y después)
- Cronograma de mantenimiento planeado
- Lecciones de un solo punto
- Minutas de reunión del comité TPM
- Alguna otra información relevante.

Figura 65 Pizarra de mantenimiento



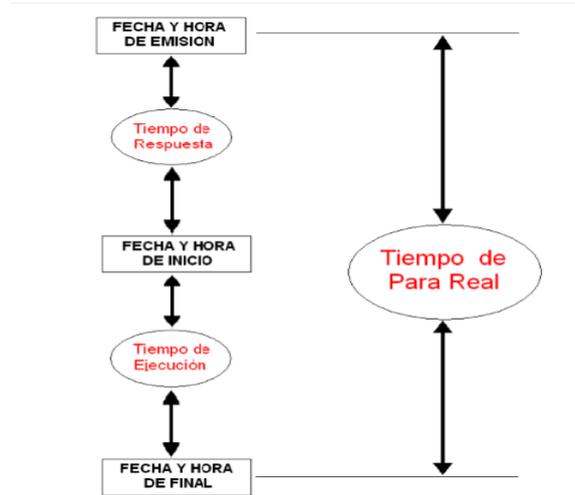
Fuente: Capacitación MGC (Modelo de Gestión para Competitividad)

Indicadores de eficacia

Es necesario registrar todas las órdenes de trabajo, por mantenimientos correctivos o preventivos, con la finalidad de cuantificar los tiempos de para y

de reacción de cambio, esto será de importancia para medir la eficacia de las acciones y el tiempo invertido en tales menesteres.

Figura 66 Tiempo de mantenimiento por orden de trabajo



Fuente: Información del área de Mantenimiento Induglob S.A.

Figura 67 Órdenes de trabajo por mantenimiento

OT	Trabajo a realizar	Fecha em.	F.Ej. In	F.Ej. Fin	Tn. Rsp.	Tm. Ejc.	Tmp. Pa F. Cierre	O.T	FALLA	Fecha de emision	Fecha de inicio	Fecha de fin	T.Prespu	T.Ejecu	T. Para
32271	Revisión Eléctrico-Mecánico	09/11/2012 8:32	09/11/2012 14:30	09/11/2012 23:00	7:58	8:30	0:00	32271	Preventivo	09/11/2012 8:30	09/11/2012 14:30	09/11/2012 23:00	8:00:00	8:30:00	8:30:00
32274	PRENSA SIN FUERZA	09/11/2012 7:21	09/11/2012 7:30	09/11/2012 8:00	0:09	0:30	0:00	32274	Prentsa sin fuerza	09/11/2012 7:21	09/11/2012 8:00	09/11/2012 8:45	0:39:00	1:45:00	2:24:00
32570	REVISION PRENSA (NO FUNCIONA)	10/11/2012 8:45	10/11/2012 0:00	14/11/2012 11:00	-8:45	107:00:00	0:00	32570	Prentsa no funciona	10/11/2012 8:45	10/11/2012 9:50	14/11/2012 13:00	1:05:00	99:10:00	100:15:00
32679	Revisión Eléctrico-Mecánica-Neumática	13/11/2012 22:38	13/11/2012 6:00	13/11/2012 14:30	-16:37	8:30	0:00	32679	Preventivo	13/11/2012 6:00	13/11/2012 6:00	13/11/2012 14:30	0:00:00	8:30:00	8:30:00
32703	Trabamiento de buje	14/11/2012 13:07	14/11/2012 13:20	14/11/2012 16:30	0:13	3:09	0:00	32703	Buje trabado	14/11/2012 13:07	14/11/2012 13:20	14/11/2012 16:30	0:13:00	3:10:00	3:23:00
32712	MARTILLO PRENSA DAÑADA NO CAE EL	14/11/2012 18:17	14/11/2012 10:00	14/11/2012 18:30	-8:17	8:30	0:00	32712	No cae el Martillo	14/11/2012 18:17	15/11/2012 10:00	15/11/2012 18:30	#####	8:30:00	24:13:00
32744	ROTURA DE FUNCIÓN	15/11/2012 11:04	15/11/2012 10:00	15/11/2012 12:30	-1:4	2:30	0:00	32744	Funcion roto	15/11/2012 11:04	15/11/2012 11:00	15/11/2012 12:30	0:00:00	1:30:00	1:30:00
32817	REVISION SOLDADORA SE PAR SALE ALARMA DE DRIVE (115-054)	17/11/2012 10:58	17/11/2012 8:00	17/11/2012 10:00	-2:58	2:00	2:00	32817	Alarma en drive	17/11/2012 10:58	17/11/2012 10:58	19/11/2012 8:00	0:00:00	45:02:00	45:02:00
32884	Revisión General	20/11/2012 8:33	20/11/2012 6:00	20/11/2012 14:30	-0:33	8:30	0:00	32884	Revisión General	20/11/2012 6:00	20/11/2012 6:00	20/11/2012 14:30	0:00:00	8:30:00	8:30:00
33099	Revisión General	27/11/2012 6:14	27/11/2012 6:00	27/11/2012 14:30	-0:13	8:30	0:00	33099	Revisión General	27/11/2012 6:00	27/11/2012 6:00	27/11/2012 14:30	0:00:00	8:30:00	8:30:00
33100	REVISION DE SOLDADORA	27/11/2012 7:01	27/11/2012 10:00	27/11/2012 11:00	2:58	1:00	1:00	33100	Descolabacion	27/11/2012 7:00	27/11/2012 10:00	27/11/2012 11:00	3:00:00	1:00:00	4:00:00
33152	DESCALIBRADA 115-054	28/11/2012 9:09	28/11/2012 9:30	28/11/2012 10:30	0:21	1:00	0:00	33152	Piston Trabado	28/11/2012 9:10	28/11/2012 9:45	28/11/2012 11:00	0:35:00	1:15:00	1:50:00
33290	Programacion de prensa heim 107-036	03/12/2012 15:08	03/12/2012 0:00	03/12/2012 23:59	-15:7	23:58	0:00	33290	programacion	03/12/2012 23:00	03/12/2012 23:00	03/12/2012 23:59	0:00:00	0:59:00	0:59:00
33315	REVISION DOBLADORA CON TORNILLOS AISLADOS COMPRAR PLANCHA NUEVA PARA UNIDADES MOVILES DE PRENSA 107-019 Y COLOCAR PROTECCION PARA	04/12/2012 6:57	04/12/2012 0:00	04/12/2012 23:59	-6:57	23:59	0:00	33315	maquina no suelda	10/12/2012 10:00	10/12/2012 10:00	10/12/2012 11:00	0:00:00	1:00:00	1:00:00
33337	PROTECCION DEL	05/12/2012 22:58	05/12/2012 0:00	05/12/2012 23:59	-22:58	23:59	0:00								
33401	Revisión General	06/12/2012 8:13	06/12/2012 6:00	06/12/2012 10:00	-0:13	4:00	0:00	33401	revisión general	06/12/2012 6:00	06/12/2012 6:00	06/12/2012 10:00	0:00:00	4:00:00	4:00:00
33431	Revisión General	06/12/2012 14:00	06/12/2012 0:00	06/12/2012 23:59	-14:0	23:59	0:00								
33515	MAQUINA NO SUELDA 115-054	10/12/2012 11:50	10/12/2012 11:00	10/12/2012 11:00	-1:49	1:00	3:05								
33600	Revisión General	13/12/2012 8:13	13/12/2012 6:00	13/12/2012 14:30	-0:13	8:30	0:00	33600	preventivo	12/12/2012 6:00	13/12/2012 6:00	13/12/2012 14:30	#####	8:30:00	32:30:00
33764	Cambio de rodamientos 106-003	19/12/2012 17:26	19/12/2012 6:00	19/12/2012 14:30	-11:25	8:30	0:00	33764	rodamientos	19/12/2012 6:00	19/12/2012 6:00	19/12/2012 14:30	0:00:00	8:30:00	8:30:00
33765	Revisión Eléctrico-Mecánico	19/12/2012 17:37	19/12/2012 7:00	19/12/2012 11:00	-10:37	4:00	0:00	33765	revisión general	20/12/2012 7:00	20/12/2012 7:00	20/12/2012 11:00	0:00:00	4:00:00	4:00:00

Fuente: Información del Área de Mantenimiento Induglob S.A.

Es conveniente consolidar, mensualmente, la información dividiendo en los diferentes tipos de mantenimiento.

El indicador que rige el Área mencionada es el comparativo de horas de mantenimiento correctivo versus las horas del preventivo; con esta contrastación se obtiene el indicador de eficacia.

Tabla 11 Comparativo de horas de mantenimiento correctivo vs. preventivo

Correctivo2013				Preventivo2013			
Mes	Tmp.Prd	Tmp.Ejc	Tpm.Rtd	Mes	Tmp.Prd	Tmp.Ejc	Tpm.Rtd
ene-12	385:33:00	229:58:00	235:30:00	ene-12	16:00:00	307:20:00	46:00:00
feb-12	447:28:00	314:46:00	183:30:00	feb-12	24:30:00	341:00:00	27:00:00
mar-12	730:32:00	319:52:00	509:30:00	mar-12	78:35:00	399:30:00	42:00:00
abr-12	442:43:00	732:53:00	365:00:00	abr-12	23:30:00	296:00:00	15:29:00
may-12	97:47:00	168:27:00	364:00:00	may-12	16:00:00	348:31:00	62:30:00
jun-12	188:50:00	326:40:00	119:30:00	jun-12	4:00:00	370:54:00	13:00:00
jul-12	118:27:00	304:42:00	101:40:00	jul-12	0:00:00	267:30:00	28:00:00
ago-12	40:58:00	720:54:00	1172:00:00	ago-12	0:00:00	292:10:00	12:00:00
sep-12	327:49:00	1616:35:00	1278:09:00	sep-12	43:00:00	396:45:00	33:30:00
oct-12	185:00:00	1395:02:00	22:00:00	oct-12	73:00:00	430:01:00	123:44:00
nov-12				nov-12			
dic-12				dic-12			
<b>Promedio</b>	<b>296:30:42</b>	<b>612:58:54</b>	<b>435:04:54</b>	<b>Promedio</b>	<b>27:51:30</b>	<b>344:58:06</b>	<b>40:19:18</b>

TOTAL	
Mes	Tmp.Prd
ene-13	401:33:00
feb-13	471:58:00
mar-13	809:07:00
abr-13	466:13:00
may-13	113:47:00
jun-13	192:50:00
jul-13	118:27:00
ago-13	40:58:00
sep-13	370:49:00
oct-13	258:00:00
nov-13	0:00:00
dic-13	0:00:00
<b>Promedio</b>	<b>270:18:30</b>

Fuente: Información del Área de Mantenimiento Induglob S.A

Figura 68 Indicador mensual de paras por mantenimiento

EQUIPO	CORRECTIVO	PREVENTIVO	VIARIOS	Total general
PRENSA EXCENTRICA 107-030			2.00	2.00
PRENSA EXCENTRICA 107-031			1.00	1.00
PRENSA EXCENTRICA 107-032			8.00	8.00
PRENSA EXCENTRICA 107-033	7.25		37.00	44.25
PRENSA EXCENTRICA 107-034	17.00		16.83	33.83
PRENSA EXCENTRICA 107-035			1.00	1.00
PRENSA EXCENTRICA 107-036	5.00		3.50	8.50
PRENSA EXCENTRICA 107-048		8.00		8.00
PRENSA EXCENTRICA 107-049			3.00	3.00
PRENSA HIDRAULICA 108-004	2.00		2.00	4.00
PRENSA HIDRAULICA 108-013		8.00	1.00	9.00
PRENSA NEUMATICA 109-010	3.25			3.25
PRENSA NEUMATICA 109-018		8.00		8.00
RECTIFICADORA 920-004		8.00		8.00
SECADOR 914-005		4.00		4.00
SECCION B.M.P.PP 980-425			12.00	12.00
SECCION FOR.BASES 980-406			13.50	13.50
SECCION INYECCION 980-408			57.50	57.50
SECCION PARRILCH 980-403			131.20	131.20
SECCION PARRILRI 980-404			75.00	75.00
SECCION SISTEMAS 980-402			3.50	3.50
SOLDADORA 115-016	4.00	8.00		12.00
SOLDADORA 115-017	4.00		7.50	11.50
SOLDADORA 115-021			1.00	1.00
SOLDADORA 115-022	0.00		2.00	2.00
SOLDADORA 115-023		8.00	1.00	9.00
SOLDADORA 115-026	1.00	8.00		9.00
SOLDADORA 115-028	2.30	8.00		10.30
SOLDADORA 115-029		8.00		8.00
SOLDADORA 115-030			1.30	1.30
SOLDADORA 115-054	1.00			1.00
TALADRO DE PEDESTAL 917-001			1.00	1.00
TALADRO DE PEDESTAL 917-002	4.00			4.00
TALADRO DE PEDESTAL 917-005		2.00		2.00
TORNO 728-006			2.00	2.00
<b>Total general</b>	<b>77.90</b>	<b>250.00</b>	<b>453.33</b>	<b>781.23</b>

Total correctivos	<b>77.90</b>
Total preventivos	<b>250.00</b>
% Eficacia	<b>76.24%</b>

Total correctivos 77.90  
 Total preventivos 250.00  
 % Eficacia 76.24%

Fuente: Información del Área de Mantenimiento Induglob S.A.

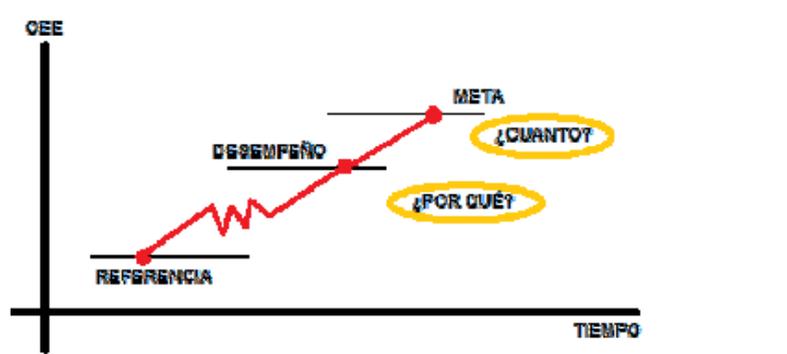
#### Indicadores de eficacia de mantenimiento

- Tiempo de paras = Sumatoria total de tiempos de paras no programadas
- Eficacia = (Total de tareas correctivas / Total de tareas de mantenimiento) x 100

#### Indicadores de mantenimiento y gestión visual

- El éxito de los indicadores de gestión se consigue si se los acompaña de una adecuada gestión visual.
- Todas las evaluaciones del progreso y reportes deben basarse en gráficas de cantidades cuantificables como son indicadores de eficiencia y eficacia de mantenimiento.

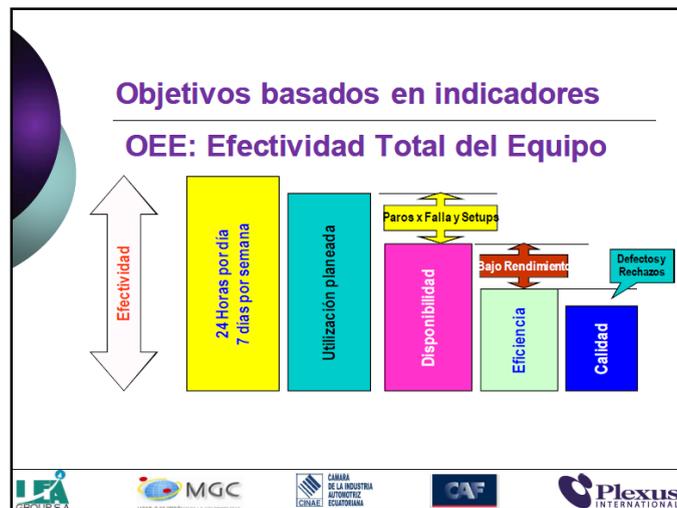
Figura 69 Referencia de un indicador



Fuente: Capacitación MGC (Modelo de Gestión para Competitividad)

Las gráficas deben ser fáciles de entender, se recomienda plasmar aquello que nos interesa conocer, la tendencia o el comportamiento.

Figura 70 Objetivos basados en indicadores



Fuente: Capacitación MGC (Modelo de Gestión para Competitividad)

## Conclusiones

El TPM permite mejorar la confiabilidad y eficiencia de las máquinas, equipos, líneas o procesos de una planta por medio de la involucración de todos los empleados basado en la compra, el cuidado, el mantenimiento y mejoras del equipo.

Es importante recordar que el lenguaje de la gerencia es el dinero, por lo que la implementación del TPM ataca directamente los costos basados en disponibilidad:

$(\text{Paros de máquinas} \times \text{costo de la hora}) = \$ (\text{Tiempo de ajuste} \times \text{costo de la hora}) = \$$

Costos de calidad expresada en dólares por reprocesos y desperdicios causados por problemas en mantenimiento de máquinas.

Toda esta reducción de costos se logra con la disminución de los defectos de calidad, paros por errores de operación, pérdidas por fallas de seguridad, costos de producción más bajos, de energía, de mantenimiento, incremento de la capacidad instalada, de la productividad y de la seguridad.

Esto se logra principalmente por las herramientas como el mantenimiento autónomo, el planificado y un conjunto de actividades sistemáticas, metódicas y programadas para construir y mejorar de forma continua el proceso, chequeo previo de especificaciones técnicas y operativas, educación y entrenamiento en el puesto de trabajo y el incremento del nivel de habilidades de los operarios.

Beneficios para la organización como aumento de la capacidad productiva, mayor eficiencia, fiabilidad y calidad, costos de operación más bajos, extensión de la vida útil del equipo, mejor administración de inventarios, mayor grado de seguridad e higiene ocupacional.

Beneficios para el Área de Mantenimiento como eficiencia en la ejecución de las tareas de mantenimiento, se incrementa el tiempo para enfocarse en actividades preventivas importantes, el departamento juega un rol preponderante dentro de la planta de producción.

Beneficios para todo el personal como conservación de los empleos, oportunidades de crecimiento, satisfacción personal de hacer un trabajo con profesionalismo, mayor seguridad en el área de trabajo y mejor trabajo en equipo.

## CAPÍTULO 5

### PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE PRODUCCIÓN SIN DESPERDICIOS COMO PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE METALMECÁNICA

#### 5.1 INTRODUCCIÓN

Melisa Figueroa, textualmente dice: "Desperdicio es la cantidad de recursos que sobrepase de lo necesario para agregar valor a un producto o servicio.

Muda es una palabra japonesa compuesta por dos sílabas, Mu (Nada) y Da (carga), se puede traducir como algo inútil o desaprovechar, derrochar. Hace referencia a lo que en un proceso productivo puede ser eliminado al no generar un valor agregado.

Como primer paso y el más importante es identificar los desperdicios en los procesos, para eliminarlos efectivamente. Es preciso entender qué recursos, en realidad, exceden de lo necesario ya que orientar los esfuerzos, en operaciones que no generen valor en la eliminación de desperdicios, solo será causa de una mayor pérdida de recursos e incremento de costos.

Los siete desperdicios que por lo general, se identifica en los procesos productivos son:

##### 1. Sobreproducción

Este desperdicio aparece cuando se producen grandes lotes, pues se cree que es más eficiente que producir cantidades pequeñas o al manejar grandes *buffers* (colchones) de materia prima o semielaborados en prevención ante posibles inconvenientes en las operaciones para cumplir la producción planeada. Como principales problemas se tiene los costos por almacenaje, material obsoleto, desperdicios por manipulación y conservación del producto.

##### 2. Exceso de recursos

Son bienes innecesarios en las operaciones (materiales, maquinaria, mano de obra, métodos).

##### 3. Logística sub óptima

Es debido a la falta de flujo de material, interrupción en la circulación de producción o un *lay out* mal distribuido.

#### 4. Operaciones

Son desperdicios por procedimientos innecesarios.

#### 5. Movimientos excesivos

Son flujos en las operaciones que no agregan valor; por ejemplo, cuando el operador abandona el puesto de trabajo para reabastecerse de material.

#### 6. Defectos

Es la creación de desperdicios en los materiales por defectos de materia prima, falta de mantenimiento, inexperiencia o control de calidad.

#### 7. Sobre *stock*

Son desperdicios por excesivo *buffer* debido a una mala planificación”.

### **5.2 Plan de acción**

#### **5.2.1 Método para capacitación interna**

Como se mencionó, en capítulos anteriores, una herramienta muy importante y que puede ser aprovechada para retroalimentar al personal de todos los desperdicios que afectan a la producción, es la filosofía de círculos de calidad, implantada en la Empresa Induglob S.A. hace veinticinco años. Cuenta con una estructura de grupos de hasta veinte personas; que se reúnen mensualmente con el propósito de proponer e implementar proyectos de mejora continua para su área, sean estos temas de calidad, productividad, ahorro de costos, seguridad o medio ambiente.

Este espacio se presta para analizar las falencias en los procesos y mediante herramientas como lluvia de ideas y diagramas de Ishikawa (espina de pescado), se consideran los temas más críticos en cada área. Se pueden crear formatos sencillos para identificar y priorizar los desperdicios en los procesos.



Kanban (método por tarjetas), Kaizen (mejora continua), deben ser socializados a supervisores y operadores para generar mejores criterios y mayor contundencia en las propuestas de mejora.

Se debe entrenar, de igual forma, a todo el personal en normas de aceptación internas, evitando que fallas en los semielaborados pasen desapercibidas o por el contrario se genere desperdicio sin necesidad de serlo.

Normas de aceptación para cocinas:

Figura 71 Normas de aceptación

MUESTRA	DEFECTO	RESOLUCION	DESPERDICIO en 6 meses
3	Arrugas leves zona frontal, zona critica tablero Ac. Inox 24"	Se aprueba para modelos Valencia	\$ 2,223.60



MUESTRA	DEFECTO	RESOLUCION	DESPERDICIO en 6 meses
4	Arrugas de marcado mayor lateral de techo tablero 24" Ac. Inox	Se aprueba 2 arrugas leves o 1 arruga mayor.	\$ 2,223.60



Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A.

Otro punto muy significativo es capacitar a la supervisión y personal de la sección sobre la optimización de tiempo y recursos de la cadena de valor y la importancia de nunca desatender una estación de trabajo.

Todas las capacitaciones deben ir acompañadas de constancias con el fin de crear involucramiento y total participación.







Tabla 13 Desperdicios por calibración

Desperdicio por Calibración					
PIEZAS	Lote	Des. Total	Porcentaje	Costo unitario	Costo total
Contrapuerta 24" Avant- Spazio	188949	100	0,05	3	300
Contrapuerta 32" Avant-Spazio	32087	124	0,39	4,25	527
Contrapuerta Quarzo 32	11705	54	0,46	5,35	288,9
Contrapuerta Quarzo 24"	17396	29	0,17	4,55	131,95
	250137	307	0,12		1247,85

Fuente: Tesis “Desarrollo de la herramienta SMED para la aplicación en el Área de Montaje-Metalmecánica Induglob S.A. Andrés Bustamante García.

Se realizó, en el Área de Metalmecánica, un estudio de tiempo en cambio de matrices en el que se tomó como referencia el proceso de embutido de puerta caliente platos, este proceso se lo llevó a cabo en prensas de 250 toneladas de capacidad.

Figura 76 Estudio de tiempos por calibración

Actividades del Cambio de Montaje	TIEMPOS										
	tiempo 1	tiempo 2	tiempo 3	tiempo 4	tiempo 5	tiempo 6	tiempo 7	tiempo 8	tiempo 9	tiempo 10	tiempo 11
1 Solicitar a montaje en hoja de reporte (retiro de mesa, cestas, herramientas).	2,09	2,02	1,97	2,01	2,00	1,98	2,00	1,99	2,02	2,00	1,96
2 Traslado de carro de herramientas a máquina	2,02	2,08	2,00	1,99	2,00	2,01	1,97	2,00	2,03	1,96	1,99
3 Escanear inicio de Set Up.	0,10	0,08	0,20	0,05	0,06	0,05	0,05	0,07	0,10	0,04	0,06
4 Limpiar y revisar estado de matriz a desmontar.	0,30	0,35	0,39	0,65	0,49	0,55	0,56	0,45	0,60	0,56	0,58
5 Colocar llave en switch y cerrar martillo en punto muerto inferior.	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17	0,19	0,17	0,18	0,17	0,16	0,16
6 Desarmar de matriz (eflojar pemos, alzas).	4,89	6,78	5,00	4,57	6,03	4,57	4,34	4,76	4,03	5,01	5,03
7 Colocar martillo en punto muerto superior.	0,10	0,10	0,13	0,09	0,10	0,10	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
8 Llamar a montacargas y esperar.	12,00	15,00	17,00	15,00	5,00	6,00	10,00	5,00	10,00	10,00	5,00
9 Desalajo matriz de máquina (montacargas).	1,50	2,50	1,80	1,76	2,70	1,50	1,60	2,20	1,73	2,70	2,00
10 Limpiar mesa de máquina.	0,15	0,19	0,45	0,49	0,20	0,40	0,45	0,47	0,15	0,53	0,15
11 Grabar receta en pantalla.	0,10	0,10	0,11	0,11	0,13	0,14	0,11	0,11	0,14	0,12	0,11
12 Sacar Pines de matriz anterior y Posicionar nuevos pines y bulones.	1,91	1,98	1,97	1,87	2,05	2,10	2,04	2,08	1,90	2,06	2,08
13 Limpiar bastidor inferior de la matriz a montarse.	0,30	0,55	0,57	0,55	0,36	0,58	0,59	0,39	0,53	0,56	0,50
14 Colocado y centrado de matriz nueva.	1,57	1,93	1,96	2,07	2,01	2,04	2,10	2,09	2,08	2,07	2,07
15 Traslado de pernos a armar (matriz anterior) Bridas y alzas.	6,28	4,33	8,01	6,02	3,66	3,60	3,41	3,87	6,04	4,56	5,35
16 Cerrar martillo en punto muerto inferior.	0,39	0,45	0,48	0,51	0,49	0,55	0,59	0,49	0,49	0,52	0,51
17 Amarrar bastidor Superior y subir a punto muerto superior.	6,78	4,55	4,00	4,00	5,55	8,70	4,15	4,25	4,50	4,15	4,35
18 Limpiar matriz.	0,20	0,34	0,23	0,35	0,30	0,28	0,26	0,25	0,29	0,23	0,21
19 Abastecer de plástico, esponja lubricante, franelas, material y láminas.	0,99	0,93	0,98	0,97	0,99	1,10	0,98	0,99	1,05	1,01	1,02
20 Calibración, aprobaciones y plantilla.	5,01	4,96	4,99	5,03	4,96	4,99	4,98	4,98	5,60	4,99	4,56
21 Colocar carta de pre control.	0,15	0,13	0,10	0,20	0,22	0,21	0,15	0,16	0,15	0,15	0,17
22 Llenar y colocar hoja de arranque de producción.	0,97	0,96	0,98	0,96	1,04	1,03	1,02	0,99	0,98	1,03	1,00
23 Desalajo y escaneado de número de piezas dañadas.	0,27	0,24	0,22	0,25	0,25	0,23	0,24	0,25	0,24	0,28	0,29
FIN DEL SET UP	48,22	50,71	53,70	49,66	40,76	42,90	41,89	38,15	44,95	44,82	39,28

Fuente: Tesis “Desarrollo de la herramienta SMED para la aplicación en el Área de Montaje-Metalmecánica Induglob S.A. Andrés Bustamante García.

Otro tipo de desperdicio que es importante tomarlo en cuenta, a pesar de que no se detecta a simple vista, es el de los tiempos muertos en las operaciones, pues retrasan la producción y no utilizan los recursos de manera adecuada.

Las pérdidas por tiempos muertos se presentan por:

- Pérdida de tiempo por reabastecimiento de material.

Estos tiempos muertos surgen cuando el operador no tiene material para procesar, por lo que debe abandonar el puesto de trabajo para reabastecerse del mismo.

Figura 77. Reabastecimiento de material



Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A.

- Pérdida de tiempo por reabastecimiento de cestas.

En este caso los operadores llenan las cestas, con lo que deben llamar al montacargas y moverla para luego conseguir una nueva y llenarla nuevamente.

Figura 78 Reabastecimiento de cestas



Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A.

– Tiempos de mano de obra no productivos

Tiempos muertos causados por operadores sin tareas luego de terminar la producción o realizar una tarea entre algunos operadores, de esta forma se evidencia la ineficiencia de los recursos.

Figura 79. Mano de obra no productiva



Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A.

Pérdida de tiempo por reabastecimiento de material en el Área de Metalmecánica Induglob S.A

Se realizó un muestreo en ocho ítems al azar en modelo Quartz y Avant de tiempos muertos por reabastecimiento de material con los siguientes resultados:

Figura 80 Tiempos por reabastecimiento de material

Proceso	Tiempo de para de máquina	Proceso	Tiempo de para de máquina
Línea lateral de horno	6,31 min.	Troquelado bandeja descongelamiento	5,13 min.
Troquelado contrapuerta 24 Qz	5,45 min.	Doblado divisor inferior RI	7,09 min.

Proceso	Tiempo de para de máquina
Línea lateral de horno cambio de plástico	5.4 min.
De bobinado del plástico para reutilizar el carrete metálico	6.51 min.

Proceso	Tiempo de para de máquina
Troquelado puerta calentaplatos fija 24 Qz	19,51 min.
Troquelado múltiple frontal Avant	6,28 min.

Promedio de para por reaprovisionamiento de material y cestas: 6,052 min./Máq./hora  
 Promedio de para por reaprovisionamiento de material y cestas: 0,100866667 hora/Máq.

	Nº. Máquinas	Tiempo de para	Tiempo turno	Total tiempo de para
Máquinas prensado mayor:	10	0,100866667	8	8,069333333
Máquinas prensado menor:	15	0,100866667	8	12,104
<b>TIEMPO TOTAL DE PARA POR TURNO EN LA SECCION:</b>				<b>20,17333333</b>

**TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN:** 200 horas  
**% DE TIEMPO PERDIDO:** 10,08%

Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A.

El estudio indica que se pierde un promedio de seis minutos en la producción por reabastecimiento de material, por parte del operador en cada máquina, por turno. Este resultado se multiplica por veinticinco máquinas que operan en el área y por ocho horas del turno, como resultado se pierde veinte horas versus el total de producción del turno de 200 horas, lo que representa el 10% de tiempo improductivo.

En los cambios de turno hay pérdidas de tiempo por ubicar y organizar a los operadores antes de comenzar la producción.

Se realizó un estudio de campo tomando el tiempo del cambio de turno entre la persona que deja de operar y la del siguiente turno. Se determina que existe una pérdida de tiempo de diecinueve minutos entre ingreso y término de jornada. Esto representa 940,5 horas al mes de tiempo improductivo.

Figura 81. Cambio de turno



Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A.

### 5.2.3 Determinación de mejoras

#### 5.2.3.1 Filosofía *Kaizen*

Monden Yasuhiro (2003), afirma: “La filosofía *Kaizen* es un programa de mejora continua basado en el trabajo en equipo, emplea las habilidades y conocimientos del personal para generar mayor eficiencia y eficacia en los procesos.

El objetivo de *Kaizen* es mejorar la productividad de un área o sección mediante la implementación de técnicas y filosofías (*Lean*), técnicas de solución de problemas y detección de desperdicios basados en la capacitación del personal.

#### Beneficios de *Kaizen*

- Aumento de la productividad Reducción del espacio utilizado Mejoras en la calidad de los productos
- Reducción del inventario en proceso Disminución del tiempo de fabricación Restringe el uso del montacargas
- Mejora el manejo y control de la producción
- Rebaja de costos de producción Incremento de la rentabilidad Mejora el clima organizacional
- Se desarrolla el concepto de responsabilidad”.

## **Programa *Kaizen***

### 1. Desarrollo de un compromiso con las metas de la empresa

Definición clara de metas y objetivos:

Para Edison Encalada (2013), toda la información recolectada mediante los estudios de desperdicios, tiempos de calibración, tiempos de espera por reabastecimiento e improductividad de operadores por tiempos muertos, debe ser transmitida a todos los involucrados para enfocar los esfuerzos en procesos, materiales y tiempos críticos.

Involucramiento y compromiso de las personas:

Esto se logra mediante la concienciación al personal sobre las falencias que afectan directamente a la producción y cómo esto repercute en pérdidas económicas por la falta de disponibilidad de los productos en el mercado y pérdida de ventas.

### 2. Establecer incentivos con el personal:

Los círculos de calidad de la empresa Induglob S.A. se basan en un sistema de premiación de acuerdo a la implementación de proyectos de mejora continua, los incentivos son entregados según una calificación del jurado luego de ser presentado el proyecto por el grupo o círculo.

Los proyectos pueden enfocarse a mejoras de calidad, productividad, costos, seguridad o medio ambiente y de acuerdo al aporte de las mejoras en los indicadores se establecerán los incentivos para el grupo.

### 3. Trabajo en equipo

Los círculos de calidad promueven el trabajo en equipo a través de reuniones mensuales en las que se establecen ideas de mejora con la participación de todo el grupo, definiendo metas claras para la implementación y cumplimiento de proyectos.

#### 4. Liderazgo

Cada grupo o círculo consta de un líder, este debe poner atención y considerar los problemas, debe saber, escuchar y transmitir actitudes e ideas positivas.

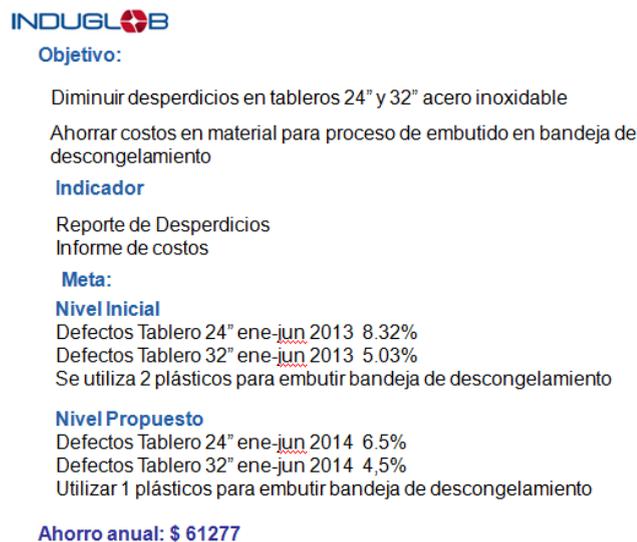
#### 5. Medición

Todos los proyectos de mejora deben contener indicadores mencionados en el capítulo 2 relacionados a los objetivos propuestos y metas comparables en un nivel actual de un indicador y un nivel propuesto, es decir, plantear un valor alcanzable en un tiempo definido.

Como ejemplo se puede demostrar un proyecto de círculos de calidad, su objetivo es disminuir desperdicios en tableros de cocinas, tomando como indicador los reportes

mensuales de desperdicios, se propone reducir el porcentaje de desperdicio en un tiempo determinado.

Figura 82 Proyecto Círculos de calidad



Fuente: Departamento de Calidad Círculos de Calidad Induglob S.A.

#### 5.2.3.2 Herramienta SMED

Diego Bustamante (2013) dice: "Los desperdicios también son ocasionados por los *set ups*. El desperdicio en calibraciones es el 5% del total en la sección de

Metalmecánica, lo que muestra que solamente en ellas Induglob S.A. pierde casi \$ 3 000 mensual.

SMED es la filosofía y técnicas diseñadas para realizar las operaciones de cambio de utillaje en menos de diez minutos. Nació por la necesidad de lograr la producción JIT (justo a tiempo), y fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, intentando hacer cada vez más lotes pequeños.

La sección de Metalmecánica tiene oportunidad de mejoras en cuanto a productividad y desperdicio de materiales por procesos de montaje. Trabajar con herramientas como SMED incrementaría la productividad del área sin necesidad de invertir en automatización de sus procesos o de contar con personal altamente técnico en los procesos de montaje.

La aplicación de SMED permite:

- Reducir el tiempo de preparación y pasarlo a tiempo productivo.
- Mermar el tamaño del inventario.
- Bajar el tamaño de los lotes de producción.
- Producir en el mismo día varios modelos en la misma máquina o línea de producción.

Al aplicar la herramienta SMED en la sección de Metalmecánica se pretende reducir

50% de desperdicios en material por calibraciones y 30% en optimizar el tiempo por cambio de matrices”.

### **5.2.3.3 Herramienta *Kanban***

Según Encalada (2013), *Kanban* en japonés se traduce como “etiqueta de instrucción”, el cual contiene información que permitirá que el material llegue a tiempo y en la cantidad requerida.

El sistema *Kanban* es una manera fiable de comunicación entre procesos, la idea del *Kanban* se basa en cajas llenas y vacías, es decir, si un proceso consta de dos puestos de abastecimiento de material y uno de ellos se encuentra vacío, será una alarma para que el proceso anterior abastezca de material mientras el operador

utiliza el segundo puesto evitando retrasos por falta de material.

La herramienta *Kanban* sirve básicamente para empezar cualquier operación en cualquier momento, informa las condiciones actuales de trabajo previniendo paras y facilita el control del material.

Es necesario entrenar a todo el personal en los principios de *Kanban* y sus beneficios.

## **5.2.4 Propuesta de implementación de la estrategia de mejora**

### **5.2.4.1 Creación de estándares**

Para la disminución de desperdicios es necesario crear estándares y guías en los procesos, esto proporcionará un correcto desarrollo en las funciones de los trabajadores evitando fallas de operaciones.

La creación de manuales es de suma importancia para crear cultura y estándares en los procedimientos del área.

Algunos ejemplos como propuestas a ser implementadas en el área de Metalmecánica:

Figura 83. Manuales

**INDUGLOB**  
INDUSTRIAS GLOBALES S.A.

**MANUAL "SALIDAS AL COMEDOR"**

1.-	Se tiene que respetar los horarios establecidos por la empresa Primer turno 03:00 Segundo turno 10:00 Tercer turno 18:40
2.-	El personal debe formarse y junto con el supervisor ingresar al comedor en orden y sin salir entre las máquinas.
3.-	La maquinaria y sus lámparas se tienen que apagar al término de la tarea o para salir al comedor, excepto las onas presas (108-002, 108-003).
4.-	Si por necesidad de producción se tiene que trabajar en esa media hora de comida se quedaran trabajando las máquinas que el supervisor asigne. Y el resto permanecerán apagadas.
5.-	El personal debe retornar a tiempo para reiniciar la jornada.

Ing. Edison Encalada  
Jefe de Metalmecánica

**INDUGLOB**  
INDUSTRIAS GLOBALES S.A.

**MANUAL DE "REPROCESOS"**

1.-	Todo reproceso que ingrese al área lo hará con el reporte de transferencias. El supervisor de turno revisará físicamente el contenido de la transferencia, si está bien lo firmará y sellará.
2.-	Se respetará el horario de recepción primer turno 24:00 Segundo turno 8:00 Tercer turno 15:30
3.-	Solo en caso extraordinario el jefe de área o supervisor de turno podrá recibir los reprocesos fuera del horario.
4.-	Los reprocesos se los recibirá en orden, bien identificados, y en un pallet en buenas condiciones.
5.-	En caso de que haya un ítem mal registrado no se hará la recepción de la transferencia.
6.-	Este material se lo almacenará en el lugar designado para reprocesos.
7.-	Este documento se lo archivará en la carpeta de transferencias del armario 3, en orden de (fecha y turno).
8.-	Estos materiales se lo reprocesará en el orden que ingreso al área.
9.-	De los reprocesos que se observe que ya no sirven se los tendrá que dar de baja, en el turno que lo defecta, y cumpliendo los requisitos necesarios en el sistema.

Ing. Edison Encalada  
Jefe de Metalmecánica

**INDUGLOB**  
INDUSTRIAS GLOBALES S.A.

**MANUAL "PASADOR DE METAL MECANICA"**

1.-	Cada grupo asignará dos pasadores, que tengan los mismos conocimientos y funciones.
2.-	Tienen que entregar/recibir las novedades del turno urgencias, material enviado a pintura, etc. (10 minutos antes).
3.-	Tiene que hacer inspección de acuerdo al listado D0-1 de metal mecánica y garantizar el contenido de cada pallet y chancleta que ingrese a BPP-BPC, estos pallets no irán paletizados y traerá la misma cantidad de pallets vacíos que ingreso a bodega paletizada, limpios y con correas metálicas.
4.-	Tiene que recopilar las hojas amarillas de reporte de piezas terminadas selladas para al final del turno comparar con la hoja de transferencia que bodega entrega por turno.
5.-	Debe de apoyar al supervisor proporcionando: Guantes con códigos tapones dos veces por semana utilajes magnéticos lijas brocas tela pañal lubrificantes esponjas
6.-	Debe verificar que las cestas vacías (de otras áreas) lleguen con correas metálicas, limpias y paletizadas.
7.-	Usará las gatas grandes para esta tarea, velará por el correcto uso de las mismas.

Ing. Edison Encalada  
Jefe de Metalmecánica

**INDUGLOB**  
INDUSTRIAS GLOBALES S.A.

**MANUAL " LATERAL DE HORNO"**

1.-	La planificación de producción del lateral de horno será proporcionada por (planificación y control) y consta de N° de orden, código y cantidad. Y se actualizará cuando sea necesario.
2.-	El supervisor verificará el orden de producción para adelantar si amerita algún modelo por necesidad.
3.-	Bodega (BPC) recibirá una cesta de saldos por turno en caso de que el número de orden se lo termine y quede por llenar la cesta.
4.-	Se debe registrar en la cartetera con marcador permanente lo producido por turno (Operador), respetando los casilleros que corresponden y sin considerar las piezas defectuosas.
5.-	El turno entrante debe continuar con la producción, respetando las cantidades pendientes.
6.-	Todo material dañado se tiene que dar de baja y el desalajo se lo hará cada hora, no se debe de tomar en cuenta las piezas dañadas salvo para pedir su reposición o descargar en el sistema.

Ing. Edison Encalada  
Jefe de Metalmecánica

Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A.

Para el Área de Metalmecánica el plan de acción comienza desde el arranque de la producción, la propuesta es la siguiente:

Ingresar quince minutos antes para recibir instrucciones del supervisor. Se inicia el trabajo cuando:

1. Se tenga la autorización del supervisor.
2. Esté colocada la plantilla en el puesto de trabajo.
3. Esté colocada la carta de pre-control en el puesto de trabajo.

Figura 84. Formato de pre-control

		PROCESO DE: Metalmecánica 1	CARTAS DE PRE-CONTROL	# PRE-CONT. 03-05
<b>TROQUELADO CONTRAPUERTA AVANT 24"</b>				
				
<b>REVISION</b>	<b>INSTRUMENTO DE MEDICION</b>	<b>FRECUENCIA</b>		
Profundidad de estampado para torillos de bisagra, verificar diámetro según plano y/o plantilla	Calibrador Tornillo	Al inicio y cada 50 piezas		
Troqueles completos, deformaciones y rebabas	Visual	Al 100%		
Estampado correcto y rotura en esquinas	Visual	Al 100%		
<p><b>PRECAUCION:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Centrar y asentar bien la pieza en la matriz</li> <li>- Almacenar correctamente las piezas sin golpear ni rallar</li> <li>- Desalojar residuos en cada pieza</li> <li>- Lubricar la pieza con Lube libre de impurezas</li> <li>- Cualquier problema comunique al Supervisor</li> </ul> <p><b>SEGURIDAD INDUSTRIAL (PREVENCION DE RIESGOS)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Operar la prensa en modo manual</li> <li>- Coordinar al momento de alimentar y desalojar la pieza del la prensa.</li> </ul>				
				
ELABORADO POR		REVISADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
NORMALIZADOR		JEFE SEG. IND.	SUPERVISOR	JEFELINEA MET.
				<b>* Cambio realizado</b>
				FECHA
				FEC. ULT. REV.
				D M A D M A
				14 07 04 12 03 10

Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A.

Para controlar cada proceso del área se debe considerar:

El pre control tiene que estar a la vista del operador en el proceso todo el tiempo. Realizar un muestreo de acuerdo a D-07 (criterio de muestreo interno) y revisar medidas según plano.

Revisar golpes, rayones y deformaciones según normas internas de aceptación. Problemas en máquinas, matrices y material comunicar al supervisor.

Agregar en los precontroles las fallas más comunes del material.

Figura 85 Precontrol de fallas comunes



Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A.

Para mantener la información clara y seguridad en el transporte de material se considera:

- Comunicar todas las novedades del turno a los compañeros que ingresan.
- Garantizar la cantidad de piezas por cesta.
- Colocar correctamente la información de las tarjetas de las cestas con material.
- Disponer las correas respectivas al momento de transportar las cestas. Almacenar las cestas en los lugares indicados.

Figura 86. Cestas con material



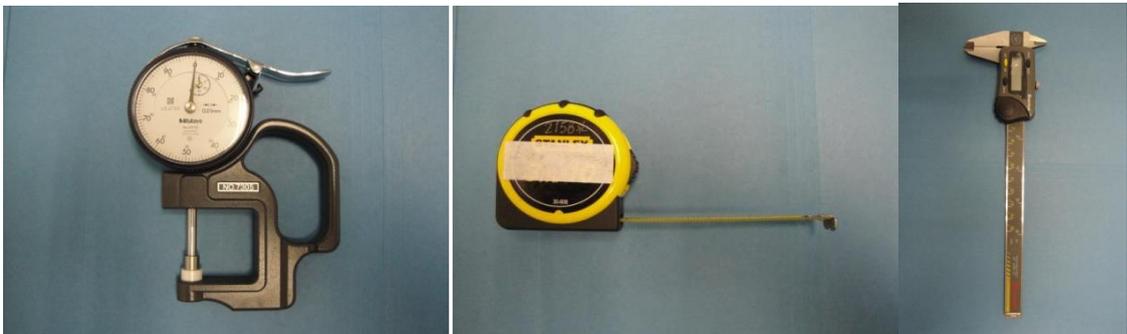
Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A

- Cuidar y sugerir mejoras para evitar desperdicio de piezas, lubricantes, retazos, etc.
- No colocar doble pieza en las matrices.
- Usar dispositivos de seguridad en los pupitres de doble pulsante.

- No cambiar el control del manual a pedal.
- No mantener el pie en el pedal.
- Mantener siempre protecciones en las cizallas
- Prohibido el uso de celulares.
- Mantener alta concentración en el puesto.
- Retirar los residuos de los procesos de troquelado. Mantener los pasillos limpios.
- Respetar y clasificar los desperdicios: plástico, cartón, aluminio, Ac//inox, etc.
- Trabajar según los reglamentos de seguridad e higiene.
- Entregar la información correcta y oportuna de las piezas realizadas, dañadas, tiempo, etcétera.
- Colocar instrumentos de medición en los puestos de trabajo para garantizar las especificaciones del plano en semielaborados.

Todos los controles mencionados anteriormente deben ser visualizados en el tablero de la sección, para el personal nuevo se debe realizar una inducción para el cumplimiento de todos los procedimientos establecidos.

Figura 87. Instrumentos de medición



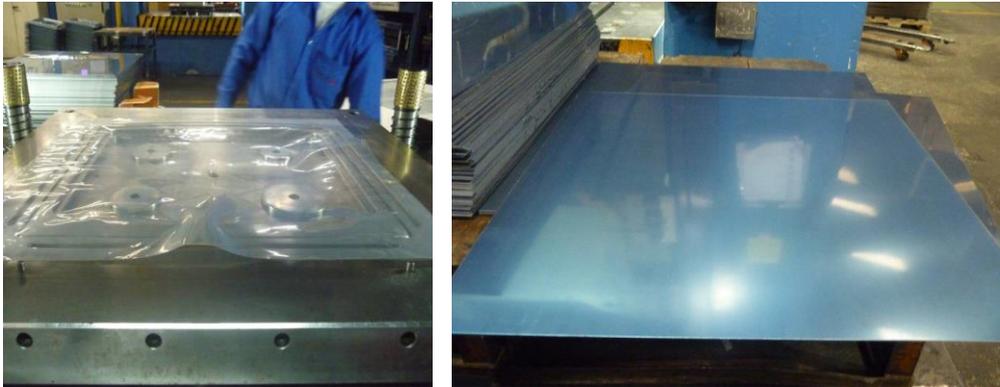
Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A.

#### **5.2.4.2 Propuestas de mejora en los procesos y materiales para disminución de desperdicios**

Para el proceso de embutido en los tableros de cocinas se utiliza plástico transparente y se genera desperdicio por impurezas en el plástico al momento de embutir generando marcas en el metal.

Se propone implementar el uso de *film de nitto* (lámina plástica adherida a la lámina metálica), que se coloca desde el área de corte evitando marcas en los tableros por impurezas de plástico.

Figura 88. Proceso de embutido de tablero



Proceso actual

Proceso propuesto

Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A.

Para realizar tableros de cocinas se emplea material de acero brillante por lo que no se pueden reprocesar.

Se propone el cambio de material en todos los modelos de tableros de acero brillante a acero NR4, con esto el material puede ser reprocesado evitando desperdicios.

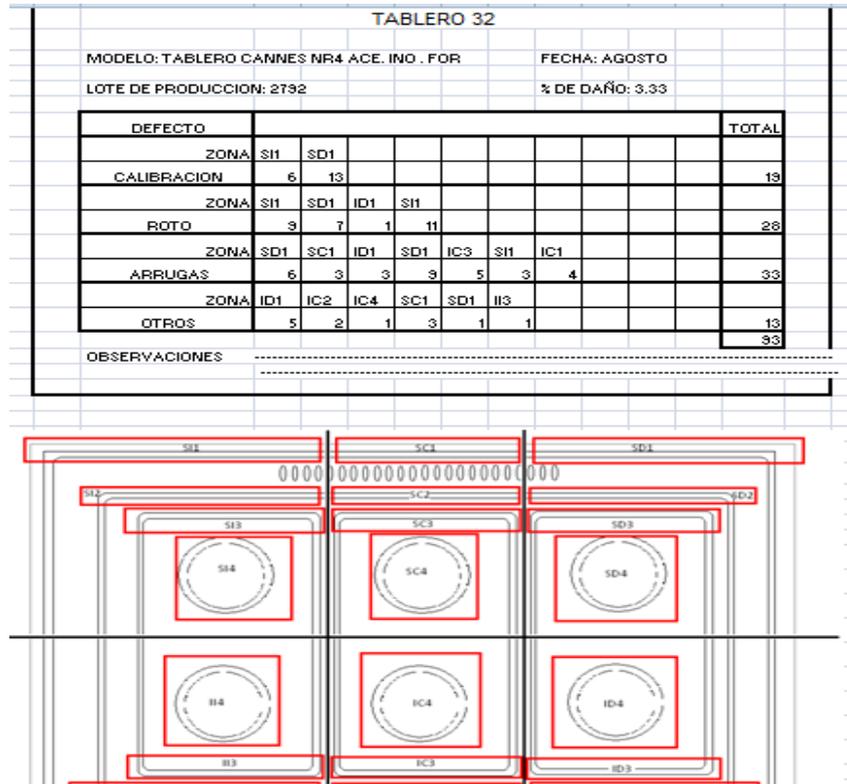
Figura 89. Modelos de tableros de cocinas

seccion	inic	COD1	NOMBRE1	COD2	NOMBRE2	SECCION	CANTIDAD	UNIDAD	TIPO
001		130957	Tablero 32 Av.5Q-3/Cor.Ino.S/T	216491	Plancha Tab.32'ace.inox.	005	1	UN	SEMI
001		130806	Tablero 32 Ino.avant form.S/T	216491	Plancha Tab.32'ace.inox.	005	1	UN	SEMI
001		216909	Tablero 32 Inox.avant formado	216491	Plancha Tab.32'ace.inox.	005	1	UN	SEMI
001		218993	Tablero Ino.24' 4Q Conto.for.	218995	Pla.Tab.Ino.24' 4Q Conto.for.	005	1	UN	SEMI
001		218141	Tablero Inox.20'4Q copa form	218140	Planch.tabl.20'4Q ace.inox.	005	1	UN	SEMI
001		130795	Tablero Inox.4Q copa for.S/T	212946	Planch.tabl.24 4Q ace.ino.L200	005	1	UN	SEMI
001		216964	Tablero Inox.4Q copa formado	212946	Planch.tabl.24 4Q ace.ino.L200	005	1	UN	SEMI
001		217446	Tablero Inox.6Q copa SBITV for	216491	Plancha Tab.32'ace.inox.	005	1	UN	SEMI
001		130796	Tablero Mont.NR4 ace.in.fo.S/T	217105	Planc.Tablero 32' NR4 ace.ino	005	1	UN	SEMI
001		216909	Tablero 32 Inox.avant formado	330951	Tiradera Tablero 760 Inox.	035	1	UN	SEMI
001		218993	Tablero Ino.24' 4Q Conto.for.	330942	Tiradera Tablero 560 Inox.	035	1	UN	SEMI
001		130795	Tablero Inox.4Q copa for.S/T	330942	Tiradera Tablero 560 Inox.	035	1	UN	SEMI
001		216964	Tablero Inox.4Q copa formado	330942	Tiradera Tablero 560 Inox.	035	1	UN	SEMI
001		217446	Tablero Inox.6Q copa SBITV for	330951	Tiradera Tablero 760 Inox.	035	1	UN	SEMI
001		217244	Tablero Monaco.a.ino/brill.for	330951	Tiradera Tablero 760 Inox.	035	1	UN	SEMI
001		216909	Tablero 32 Inox.avant formado	NR2401	Filme NITTO 5057DD(0.61x1000M)	IMP	0.001	RL	MPDR

Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A.

Realizar un análisis y seguimiento de las zonas que generan mayor desperdicio con la creación de formatos divididos por zonas, estos permitirán identificar las regiones críticas para tomar acciones correctivas.

Figura 90. FORMATO ZONAS CRÍTICAS



Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A

Al existir una variedad de proveedores de bobinas y planchas metálicas, este material se comporta de forma diferente en el proceso por la variación en su composición química y cantidad de lubricante.

Se propone el análisis de materiales para proveedores de bobinas y planchas metálicas que se ajusten a las necesidades, con esto se dará de baja a las bobinas que no cumplan las especificaciones, disminuyendo desperdicios.

Figura 91. Especificación de materia prima

**TIPO DE MATERIAL**

NB0206 | Bobina acero inox rayado 439 IIF4 650x0.5

**PROVEEDOR**

YIEH CORPORATION

TRAZABILIDAD: 12000509

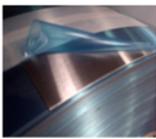
FECHA DE LLEGADA: 30-ABR-12

CANTIDAD: 15 BOBINAS

**DEFECTOS DE BOBINA.**

El film plástico presenta un alto grado de aceite en todo su recubrimiento, además es imposible calibrar matriz con este material, no se logro hacer ni un tablero, dado que todos presentan rotos y arrugas.

Se probó retirando el plástico y limpiando el material para cubrirlo con otro plástico y los problemas persistieron.



**DESPERDICIO GENERADO**

LOTE	DESPERDICIO	PORCENTAJE
120	120	100%

**INFORME DE MATERIAL DEFECTUOSO.**

**TIPO DE MATERIAL.**

NB0211 | Bob.ac.inox.439 IIF4 630x0.55  
NB0254 | B.ac.inox.439 IIF4 635x0.6

**MATERIAL RECIBIDO.**

NB0211 | B.ac.inox.NA 204CU P4 630x0.50  
NB0254 | B.ac.inox.NA 204CU P4 635x0.6

NA 204CU P4	0.80mmx0.50mm	2000	2000	1	020800004 / 002	72193401	1
NA 204CU P4	0.80mmx0.50mm	4016	4016	1	020800000 / 002	72193401	1

**DIFERENCIAS.**

MATERIAL	REQUERIDO	ENTREGADO
NB0211	Acero 439CU de espesor 0.55 mm	Acero 204CU de espesor 0.50 mm
NB0254	Acero 439CU	Acero 204CU

En las diferencias notamos el cambio de acero de un 439 a un 204 por lo que su composición química y mecánica cambian, además encontramos que el espesor de uno de ellos no es el requerido.

ACERO	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	N2	Ti	Cu	Nb	Co
204CU	0.091	0.3	0.25	0.040	0.005	16.00	1.50	*	1720	NA	2.09	NA	NA
439CU	0.009	0.35	0.52	0.024	0.001	17.25	0.18	0.011	107	0.034	0.0205	0.172	0.019

Composición química

ACERO	TENSILE STRENGTH	YIELD STRENGTH	ELONGATION	HARDNESS	BEND TEST
		0.2%	2"	RB	TEST

Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A.

Al existir material que puede ser reprocesado y se desecha la chatarra, se propone capacitar al personal de pulido para reprocesar y salvar piezas inmediatamente y no almacenar en proceso.

Figura 92. Material reprocesable



Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A.

Para tablero Qz 24" se evidencia que en el troquelado de rejilla en la falda posterior se deforma y rompe.

Se verifica conjuntamente con matricería para realizar el ajuste en el diseño modificando radios, con ello se pretende disminuir desperdicios en este ítem.

Figura 93. TABLERO CON DEFECTO



Fuente: Departamento de Matricería Induglob S.A.

Para el proceso de embutido en bandeja de descongelamiento se utilizan dos láminas de plástico.

Se propone cambio de medidas en la matriz para eliminar un plástico y ahorrar costos en materiales.

Figura 94. Bandeja de descongelamiento



Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A.

#### 5.2.4.3 Propuesta de mejora en *setups* implementando SMED

El tiempo de cambio de matrices para el proceso de embutido de contrapuestas es de 45 minutos.

Según Diego Bustamante (2013), las causas de variación del proceso

encontradas durante el cambio de montaje son:

- Respuesta tardía del montacargas y su operador.
- Pérdida de tiempo en el montaje al no tener herramientas como pines, pernos o alzas en el momento oportuno.
- Desorden en el almacenaje de pines y alzas provocan errores en cantidad y elección de estos materiales.

### **Propuestas de mejoras:**

El concepto para considerar a las tareas como desperdicio es que son actividades que deben realizarse antes de que la máquina se encuentre parada, para ahorrar tiempo en el cambio de matriz. Ejemplo: en cada prensa trabajan tres personas. Una vez parada la máquina uno de los operadores comunica al personal de montaje la necesidad del cambio. En el tiempo de espera a que lleguen los montajistas se retiran las mesas y materiales de trabajo cercanos a la prensa.

Hacer todo lo necesario para preparar troqueles, matrices, punzones, etc. fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando esta se pare se haga el cambio.

Eliminación de ajustes: las operaciones suelen representar entre el 50 al 70% del lapso de preparación interna. Es muy importante reducir este período de ajuste para acortar el tiempo total de preparación. Se llama ajuste en realidad a las no conformidades que a base de prueba y error van llegando hasta hacer el producto de acuerdo a las especificaciones (además se emplea una cantidad extra de material).

Figura 95. Láser en mesa de prensa.



Fuente: Tesis “Desarrollo de la herramienta SMED para la aplicación en el Área de Montaje-Metalmecánica Induglob S.A. Andrés Bustamante García.

Colocar un tablero de mandos, ya sea en el mismo montacargas o en una zona visible para el operador del montacargas, en el que mediante señales ANDON o conocidas comúnmente como señales de luces y alarmas, verifique cual es la próxima máquina en parar y requerir el cambio. Con el programa de producción en carteleras y letreros electrónicos que ya se encuentran instalados en las prensas hidráulicas el operador del montacargas estará informado y podrá reaccionar inmediatamente.

Para el transporte de alzas y pines, junto con el grupo de montaje, se propuso construir carros en forma de canastas de supermercado por parte del área de construcción de Induglob S.A. Este sistema ayudaría a transportar las alzas y pines. Las canastas estarán separadas con identificación por tamaño y diámetro. Las filas de las canastas estarán en el orden de acuerdo a cada prensa.

En el centrado de las matrices se propone empleo de utillaje tipo regla con escala hasta de 90° con topes que direccionen las matrices. Otra propuesta es la señalización de las mesas mediante laser o *led* que señale el punto en el que se tiene que colocar la matriz sobre la mesa de la prensa, con un costo de \$ 420.00 la instalación.

Figura 96. TAREAS INTERNAS Y EXTERNAS ACTUAL.

## TAREAS INTERNAS Y EXTERNAS

Nº	ACTIVIDADES	TIEMPO (min).	CATEGORÍA		
			INTERNA	EXTERNA	DESPERDICIO
1	Solicitar a montaje en hoja de reporte (retiro de mesa, cestas, herramientas).	2,00	X		X
2	Traslado de carro de herramientas a máquina	2,00		X	X
3	Escanear inicio de Set Up.	0,08	X		
4	Limpiar y revisar estado de matriz a desmontar.	0,50	X		
5	Colocar llave en switch y cerrar martillo en punto muerto inferior.	0,17	X		
6	Desamarre de matriz (aflojar pernos, alzas).	5,00	X		
7	Colocar martillo en punto muerto superior.	0,12	X		
8	Llamar a montacargas y esperar.	10,00	X		X
9	Desalojo matriz de máquina (montacargas).	2,00	X		
10	Limpiar mesa de máquina.	0,33	X		
11	Grabar receta en pantalla.	0,12	X		
12	Sacar Pines de matriz anterior y Posicionar nuevos pines y bulones.	2,00	X		X
13	Limpiar bastidor inferior de la matriz a montarse.	0,50	X		
14	Colocado y centrado de matriz nueva.	2,00	X		X
15	Trasladar pernos a armar (matriz anterior) Bridas y alzas.	5,00	X		
16	Cerrar martillo en punto muerto inferior.	0,50	X		
17	Amarrar bastidor Superior y subir a punto muerto superior.	5,00	X		
18	Limpiar matriz.	0,27	X		
19	Abastecer de plástico, esponja lubricante, franelas, material y láminas.	1,00	X		X
20	Calibración, aprobaciones y plantilla.	5,00	X		
21	Colocar carta de pre control.	0,17	X		X
22	Llenar y colocar hoja de arranque de producción.	1,00	X		X
23	Desalojo y escaneado de número de piezas dañadas.	0,25		X	
FIN DEL SET UP.		45,00	42,75	2,25	20,17

Fuente: Tesis “Desarrollo de la herramienta SMED para la aplicación en el Área de Montaje-Metalmecánica Induglob S.A. Andrés Bustamante García.

Figura 97. Tareas internas y externas propuesta

## TABLA DE TAREAS CON PROPUESTAS DE MEJORA

Nº	ACTIVIDADES	TIEMPO (min).	CATEGORÍA			NOTAS DE MEJORA
			INTERNA	EXTERNA	DESPERDICIO	
1	Solicitar a montaje en hoja de reporte (retiro de mesa, cestas, herramientas).	2,00		X	X	) Programación de producción en bitácora. Cartelera de producción en cada máquina.
2	Traslado de carro de herramientas a máquina	2,00		X	X	
3	Escanear inicio de Set Up.	0,08	X			
4	Limpiar y revisar estado de matriz a desmontar.	0,50		X		
5	Colocar llave en switch y cerrar martillo en punto muerto inferior.	0,17	X			
6	Desamarre de matriz (aflojar pernos, alzas).	5,00	X			
7	Colocar martillo en punto muerto superior.	0,12	X			
8	Llamar a montacargas y esperar.	10,00		X	X	
9	Desalojo matriz de máquina (montacargas).	2,00	X			
10	Limpiar mesa de máquina.	0,33	X			
11	Grabar receta en pantalla.	0,12	X			
12	Sacar Pines de matriz anterior y Posicionar nuevos pines y bulones.	2,00		X	X	) Tablero de mandos y alarmas en el que indique que máquina necesita cambio.
13	Limpiar bastidor inferior de la matriz a montarse.	0,50		X		
14	Colocado y centrado de matriz nueva.	2,00	X		X	) Pre controles o formatos que indiquen el colocado y# de PINES por matriz y modelo.
15	Trasladar pernos a armar (matriz anterior) Bridas y alzas.	5,00	X			
16	Cerrar martillo en punto muerto inferior.	0,50	X			) Guías y señalización en mesa de prensa
17	Amarrar bastidor Superior y subir a punto muerto superior.	5,00	X			
18	Limpiar matriz.	0,27	X			) Operarios en el montaje se comprometen autoabastecer
19	Abastecer de plástico, esponja lubricante, franelas, material y láminas.	1,00		X	X	
20	Calibración, aprobaciones y plantilla.	5,00	X			) Operarios realizarán la acción
21	Colocar carta de pre control.	0,17		X	X	
22	Llenar y colocar hoja de arranque de producción.	1,00		X	X	
23	Desalojo y escaneado de número de piezas dañadas.	0,25		X		
FIN DEL SET UP.		45,00	25,58	19,42	20,17	

TABLA 8. TAREAS INTERNAS Y EXTERNAS CON MEJORAS

Fuente: Autor – Técnicos de Montaje de Induglob S.A.

Fuente: Tesis “Desarrollo de la herramienta SMED para la aplicación en el Área de Montaje-Metalmecánica Induglob S.A. Andrés Bustamante García.

Con todas las propuestas de mejora y el correspondiente estudio realizado por tiempo de tareas internas y externas en el cambio de matrices para embutir contrapuestas, pasaría de 42,75 a 19,42 minutos.

#### 5.2.4.4 Propuesta de mejora en tiempos improductivos

El estudio de tiempos realizado en el área de Metalmecánica indica que se pierde en promedio diecinueve minutos por cambios de turno, tomando en cuenta que el área dispone de 45 personas por tres turnos y veintidós días laborables, resulta una pérdida de 940 horas o 5.9 personas improductivo.

Figura 98: Optimización de recursos

Optimizar recursos en cambio de turno						
Nº personas x turno	Tpo perdido	Número de turnos	total tpo Hrs	Días mes	Hrs mes	Nº Personas
45	19	3	42.75	22	940.5	<b>5.9</b>

Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial Induglob S.A.

Se propone que los operadores reciban el turno diez minutos antes (el turno que sale deja todo listo y preparado para el entrante), Los supervisores tienen que designar dos trabajadores para cada máquina con el fin de recibir y entregar el turno al compañero que entra.

Con este cambio se propone mejorar un 8% en la productividad de la sección y un ahorro de \$30,000.00.

De acuerdo al estudio realizado, analizando los tiempos muertos por reabastecimiento de material y tiempos improductivos de los operadores, se propone ubicar a dos personas por turno destinadas a reabastecer de material y cestas a las máquinas de la sección, evitando de esta manera que se detenga el proceso y por ende se produzca tiempos muertos de maquinaria y mano de obra.

Para la producción de laterales de horno se utiliza un proceso en línea automatizado con alimentador de material, para este proceso es necesario dos operadores, uno para abastecer el material y otro para apilar los laterales de horno.

La propuesta es implementar dos mesas con material, al momento que se emplean todas las láminas, el alimentador recoge el material de la otra mesa hasta que sea

reabastecida la que está sin material.

Con este cambio se reubica al operador encargado de abastecer el material por turno y se instala un espejo que permita controlar el paso de material al inicio de la línea, optimizando el trabajo del encargado de recibir los semielaborados al final de la línea teniendo la necesidad de un solo operador para todo el proceso.

Figura 99. Línea de lateral de horno



Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A.

Se desea implementar cestas con divisiones para el paso de material del área de corte ala de troquelado, al momento que una división se encuentre vacía se procede a llenarla, con esto se logra el aprovisionamiento constante de material.

Figura 100. Cestas kanban



Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A.

### 5.2.5 Propuesta de control del cumplimiento de acciones de mejora

Mediante la documentación y consolidación de la información se puede obtener diariamente la fluctuación de las gráficas de los desperdicios, paras de línea y productividad en la sección.

Como herramientas de información para toda el área se utiliza el tablero *Lean*, en el que se analizan las causas del incremento o decremento de desperdicios, paras o productividad y se proponen planes de acción de acuerdo a cada caso.

Figura 101. Tablero *LEAN*

Fuente: Departamento de Metalmecánica Induglob S.A

## CONCLUSIONES

El peor enemigo en la producción es el desperdicio ya sea por fallas en material, tiempo o inventarios, estos representan una gran pérdida económica para las empresas. La falta de procedimientos, capacitaciones o control adecuado impulsa al incremento de desperdicios.

La propuesta de la filosofía *Kaizen* (de trabajar en equipos atacando los problemas más críticos mediante herramientas *Lean* y realizando el respectivo seguimiento a través de indicadores) permitirá:

### Sobreproducción

Reducir los tiempos de preparación, sincronizando cantidades y tiempos entre procesos, haciendo solo lo necesario.

### Espera

Regularizar flujos. Balancear cargas de trabajo, operador flexible.

### Transporte

Distribuir las localizaciones para hacer innecesario el manejo o transporte. Racionalizar aquellos que no se pueden eliminar.

### Proceso

Analizar si todas las operaciones deben realizarse o pueden eliminarse algunas sin afectar la calidad al producto.

### Inventarios

Acortar los tiempos de preparación, de respuesta y sincronizarlos. Movimiento  
Estudiar los movimientos para buscar economía y conciencia. Primero mejorar y luego automatizar.

### Productos defectuosos

Desarrollar el proyecto para prevenir defectos, en cada proceso ni hacer ni aceptar defectos.

## CONCLUSIONES GENERALES

- El Área de Metalmecánica de Induglob S.A. es crítica, no solo porque de ella depende directamente la calidad del producto, sino también por la cantidad de ítems que se producen. Además, esta área presenta otros problemas como acumulación de materiales innecesarios, desperdicio de tiempo en la búsqueda de materiales y otras herramientas de trabajo, falta de documentación y registro de los procesos claves, entre otros, por lo que es necesario la aplicación de estrategias.
- Según Diego Bustamante (2013), *Lean Manufacturing* es, básicamente, todo lo concerniente a obtener las cosas correctas en el lugar correcto, en el momento oportuno, en la cantidad adecuada, minimizando el despilfarro, siendo flexible y estando abierto al cambio.
- La búsqueda de rentabilidad en las empresas impulsa la implantación de esta metodología, cuyos principios básicos se están convirtiendo en un estándar de procedimientos operativos en muchas empresas debido a los beneficios que aporta.
- Considerado por los expertos como el sistema de fabricación del siglo XXI, al igual que el de producción en masa fue el del siglo XX, e implementado junto con un buen sistema de mejoras de la gestión, los principios del *Lean Manufacturing* han probado un historial récord de éxitos en las áreas de estrategia y gestión, que finalmente revierten en el objetivo de incrementar el valor para la empresa y el usuario final.
- La metodología *Lean* destaca importantes beneficios al implementar en las áreas de operación, administración y gestión, con mejoras de hasta el 90% de reducción de tiempos en el ciclo de trabajo e incrementos del 80% en la calidad final del producto. Estas ventajas competitivas permiten no solo reducir costes sino también ganar cuotas de mercado a la competencia, que produce con tiempos más lentos, costes más altos o menor calidad.

• Los beneficios de implantar las herramientas que propone la filosofía *Lean* (5S, TPM y producción sin desperdicios), son:

- La detección y solución de los problemas desde su origen, buscando siempre cero defectos.
- Eliminar procesos y actividades que no agregan valor, optimizando el uso de los recursos (capital, gente y espacio).
- Tendencia a la mejora continua, incrementando la productividad, reduciendo costos y mejorando la calidad.
- Producir una gran variedad de ítems sin sacrificar la eficiencia por volúmenes menores de producción.
- El objetivo central de las 5S es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo. Puesto que cuando nuestro entorno laboral está desorganizado y sin limpieza perderemos la eficiencia y la moral en el trabajo se reduce.
- Una implementación eficaz en el área de trabajo permite incrementar el 10% de productividad.
- El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, previendo las pérdidas en todas las operaciones de la empresa.

Esto incluye “cero accidentes, cero defectos y cero fallos” a lo largo del ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores de la empresa. Se apoya en la participación total de los integrantes de la organización, distribuidos en pequeños equipos, desde la alta dirección hasta los niveles operativos.

• La implementación de la herramienta TPM en el área de trabajo reduce 70% de averías en los equipos.

• El desperdicio es el concepto primario de la gestión *Lean*, ya que se basa en llevar cualquier proceso con el mínimo posible de actividades y recursos, utilizando solo los indispensables.

• La implementación de la herramienta de producción sin desperdicios, permite producir lo necesario, con flujo continuo del material, eliminación de cuellos de botella y la disminución de *buffers*, incrementando el 30% de productividad.

## RECOMENDACIONES

Para una implementación efectiva de las herramientas *Lean*, en una planta de producción, se recomienda seguir los siguientes pasos ordenadamente:

**Capacitación:** Es muy importante que antes de iniciar el proceso de mejora se motive y entrene a los trabajadores para generar un cambio cultural en el personal, debido a que este ha sido uno de los factores que, en el pasado, más ha limitado a los jefes y directivos para realizar cualquier tipo de cambio.

**Selección:** Es necesario elegir una sección piloto en la cual los resultados sean muy evidentes para que el personal se sienta motivado.

**Determinación de la situación actual:** Para saber dónde se va a trabajar se necesita conocer el área, identificar los puntos críticos y establecer indicadores, sean visuales o estadísticos, que permitan evidenciar las mejoras a través del tiempo.

**Determinación de mejoras:** Analizar las posibles soluciones definiendo procedimientos de trabajo, análisis de uso de recursos como herramientas tecnológicas o *software*.

**Propuesta de implementación de la estrategia de mejora:** Aplicar los procedimientos, estándares y herramientas que permitan evidenciar la mejora en el área de trabajo.

**Control del cumplimiento de acciones de mejora:** Registrar cada una de las actividades realizadas con sus respectivos tiempos y hacer visibles los resultados mediante un comparativo en los indicadores.

Un pensamiento que debe aplicarse en los grupos de trabajo es: Ford, Henry, 1926.

*“Today and tomorrow 1926”*

“No hacemos cambios por el simple hecho de hacerlo, pero nunca fallamos en hacer un cambio una vez que se ha demostrado que el nuevo método es mejor que el viejo. Lo mantenemos como nuestro deber para no permitir que nada se interponga en el

camino del progreso.

No es fácil alejarse de la tradición. Es por eso que todas nuestras nuevas operaciones están siempre dirigidas por hombres que no han tenido conocimiento previo de la materia y por lo tanto no han tenido una oportunidad de familiarizarse con términos de lo imposible. Los llamamos expertos técnicos que ayudan siempre que su ayuda sea necesaria, pero ninguna operación es dirigida por un técnico, porque él siempre dice que muchas cosas no se pueden hacer. Nuestra respuesta invariable a “No puede hacerse” es “ve y hazlo”.

## BIBLIOGRAFÍA

BUSTAMANTE, Andrés. (2013). *Desarrollo de la herramienta SMED para la aplicación en el área de Montaje-Metalmecánica Induglob S.A.*

DURÁN Pablo. (2012). *Material de aplicación TPM en Induglob S.A.* Documentos de información interna de Induglob S.A. Cuenca-Ecuador 2013.

ENCALADA Edison. (2012). *Material de supervisión Metalmecánica – Induglob S.A.* Documentos de información interna de Induglob S.A. Cuenca-Ecuador. 2013.

ENCALADA Edison.(2012). *Material de aplicación Lean Manufacturing en Induglob S.A.* Documentos de información interna de Induglob S.A. Cuenca-Ecuador. 2013.

GALÁN Marcelo. (2012). *Material de aplicación 5 S en Induglob S.A.* Documentos de información interna de Induglob S.A. Cuenca-Ecuador. 2013

LEAgroup S.A. – Plexus Internacional. (2009). *Modelo de Gestión de la Competitividad (MGC).* Quito-Ecuador. 2009.

LIKER, Jeffrey. (2006). *Las Claves del Éxito de Toyota. 14 Principios de Gestión del Fabricante más grande del mundo.* Gestión 2000. España. 2006.

MARTÍNEZ Iván. (2012). *Material de planificación de la producción – InduglobS.A* Documentos de información interna de Induglob S.A. Cuenca-Ecuador 2013

MONDEN, Yasuhiro. (2003). *Sistema de Producción Toyota.* Macchi. Buenos Aires, 2003

VIDAL, Diego. (2013). *Planeación estratégica Induglob S.A.*  
Documentos de información interna de Induglob S.A. Cuenca – Ecuador 2013

VIDAL, Diego. (2013) Reseña histórica de *Induglob S.A.*  
Documentos de información interna de Induglob S.A. Cuenca – Ecuador 2013

### REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

FIGUEROA. Melissa. Sistema de producción Toyota. México. [s.a].  
Instituto tecnológico de Tijuana. . [en línea]. Disponible en Web:  
<http://www.slideshare.net/krizx/sistema-de-produccion-toyota-2712031>

Fecha de ingreso: 12/07/13

RESA, Antonio. PLANEACION DE VENTAS Y OPERACIONES (Proceso SOP); el “hoyo negro” de los sistemas ERP y Supply Chain Management.[en línea]. Artículo publicado en la Revista Soluciones Avanzadas de Octubre de 1999. Disponible en web: <http://jovalog.blogspot.com/>

Fecha de ingreso: 25/09/13

SALINAS, Eugenia. Propuesta de un plan para la aplicación de estrategias 5S, seis sigma y SMED para optimizar los procesos de producción en Indalum S.A.[en línea]. Cuenca, Octubre de 2009. Disponible en Web:  
[http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/926/6/Capitulo\\_3.pdf](http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/926/6/Capitulo_3.pdf)

Fecha de ingreso: 14/01/14