

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y SISTEMAS



**“REDISEÑO DEL PLANEAMIENTO Y CONTROL DE LA
PRODUCCIÓN LEAN MANUFACTURING EN UNA
EMPRESA METAL-MECANICA”**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO INDUSTRIAL

Victor Hugo Mallque Heredia

Lima – Perú

2006

DEDICATORIA

A mis padres.

INDICE

	Página
Dedicatoria	
Descriptores Temáticos	1
Resumen Ejecutivo	2
Introducción	4
CAPITULO I: ANTECEDENTES	6
1.1 Diagnóstico Estratégico	7
1.1.1 Visión	7
1.1.2 Misión	7
1.1.3 Objetivo	7
1.1.4 Diagnostico Externo	7
1.1.5 Diagnostico Interno	9
1.2 Diagnostico Funcional	10
1.2.1 Productos	10
1.2.2 Clientes	12
1.2.3 Proveedores	13
1.2.4 Procesos	16
1.3. Organización	18

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	20
2.1 Lean Manufacturing	20
2.1.1 Objetivos de lean manufacturing	21
2.1.2. Pensamiento lean	22
2.1.3 ¿Por qué cambiar a lean manufacturing?	22
2.1.4 Impacto de lean manufacturing	23
2.1.5 Beneficios de lean manufacturing	23
2.1.6 Cambiar de sistema de producción	24
2.2 Herramientas de Lean Manufacturing	25
2.2.1 Control visual	26
2.2.2 5S'	27
2.2.3 Justo a tiempo	28
2.2.4 Kanban	36
2.2.5 Mantenimiento productivo total TPM	38
2.2.6 Producción nivelada HEIJUNKA	41
2.2.7 Verificación de procesos JIDOKA	41
2.2.8 Dispositivos para prevenir errores POKA YOKE	43
2.2.9 Indicador visual ANDON	45
2.2.10 Cambio rápido de modelo SMED	46
2.2.11 Mejora continua KAIZEN	48

CAPITULO III: PROCESO DE TOMA DE DECISIONES	51
3.1 Planteamiento del problema	51
3.2 Análisis del problema	52
3.3.1 Brainstorming	52
3.3.2 Diagrama causa y efecto	53
3.3.3 Diagrama de pareto	54
3.3.4 Causas más importantes	56
3.3 Alternativas de solución	57
3.4 Toma de decisiones	58
3.4.1 Análisis de las alternativas de solución	58
3.4.2 Evaluación económica de las alternativas de solución	66
3.4.3 Matriz de decisión	78
CAPITULO IV: PROYECTO “LEAN MANUFACTURING”	79
4.1 Definición del proyecto	79
4.2 Filosofía del proyecto	80
4.3 Estrategias adoptadas	81
4.3.1 Estrategias orientadas a mejorar el planeamiento	
De la producción	81
4.3.2 Estrategias orientadas a mejorar el control de la	
Producción	90
4.3.3 Estrategias orientadas al mejoramiento de Procesos	110

CAPITULO V: EVALUACIÓN DE RESULTADOS	118
5.1 Indicadores de Planeamiento de la Producción	119
5.1.1 Producción Nivelada HEIJUNKA	119
5.1.1.1 Indicador mensual de rupturas de Stock	119
5.1.1.2 Indicador anual de rupturas de Stock	120
5.2 Indicadores de Control de la Producción	121
5.2.1 Justo a Tiempo	121
5.2.1.1 Indicador de Detenciones	121
5.2.1.2 Indicador de Eficiencias	123
5.2.1.3 Indicador de Productividad	125
5.2.1.3 Indicador de Mantenimiento	128
5.3 Indicadores de Mejora de Procesos	130
5.3.1 Cambio de Línea SMED	130
5.3.2 Indicador de Merma	132
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	134
6.1 Conclusiones	134
6.2 Recomendaciones	135
Glosario	137
Bibliografía	138
Anexos	141

DESCRIPTORES TEMATICOS

1. Planeamiento y Control de la Producción
2. Lean Manufacturing
3. Metal-Mecánica
4. Programación Caótica
5. Muda
6. Control visual
7. 5S'
8. Jit
9. Kanban
10. Tpm
11. Heijunka
12. Jidoka
13. Poka Yoke
14. Andon
15. Smed
16. kaizen

RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad los mercados ofrecen nuevos productos, con tiempos de entrega más rápidos y con las especificaciones que el cliente requiere. Este entorno “obliga” a las empresas a ser flexibles para poder responder en menor tiempo y con las especificaciones requeridas por el cliente.

El presente informe de suficiencia presenta la problemática que se vivió en una empresa del sector de manufactura metal-mecánica, cuyo sistema de producción estaba enfocaba a la producción en Masa Make to Stock (MTS), cuyo problema principal era la “Falta de stock`s de Productos Terminados”, lo cual tiene como consecuencias, ventas perdidas e insatisfacción de los clientes.

Se implementa el proyecto “Rediseño del Planeamiento y Control de la Producción”, en el cual se busca cambiar el Sistema actual de Planeamiento y Control de la Producción con el objetivo de eliminar y/o reducir al máximo las “Rupturas de Stock de PT”. El proyecto se basa en la filosofía “Lean Manufacturing”, (metodología de optimización de procesos) es un sistema de producción que trata de destinar los

mínimos recursos para obtener el producto demandado por el cliente, eliminando todas aquellas actividades que no añaden valor a los productos, con el fin de agilizar los procesos, mejorar la calidad, disminuir costes y mejorar los plazos de entrega.

Enfoca sus soluciones en sus tres principios fundamentales; Producción pulsante sincronizado con el Mercado; el cual se basa en la demanda real del mercado; cantidad, variedad y plazos. Reducción del Muda; palabra Japonesa que significa pérdida, desperdicio, eliminar todo aquello que no incrementa el valor del producto, para buscar rapidez y flexibilidad en los procesos. Por último la actuación inmediata sobre las oportunidades de mejora, en un enfoque eminentemente práctico y operativo.

El cual se apoya en las metodologías de las herramientas de Lean Manufacturing como: control visual, 5s , justo a tiempo, mejora continua (kaizen), producción nivelada (heijunka), kanban, mantenimiento productivo total (TPM), verificación de proceso (jidoka), dispositivos para prevenir errores (poka yoke), cambio rápido de modelo (smed), indicador visual (andon) .

Actualmente los niveles de efectividad y satisfacción del proyecto vienen incrementándose gracias a las estrategias adoptadas, tal como lo demuestran los indicadores presentados en el presente informe.

INTRODUCCIÓN

El nuevo escenario industrial requiere grandes cambios, tanto organizativos como productivos, requiere además una nueva cultura industrial asumida y compartida por toda la organización.

Convertir los riesgos en oportunidades es un proceso que no surge fruto de la casualidad. A todos los niveles, es imprescindible contar con formación, información, proactividad y método.

El objetivo del presente informe, es dar a conocer, una metodología de solución al problema vivido en una empresa de manufactura metal-mecánica, ante la "Falta de Stock's de PT", mediante la implementación de un nuevo sistema de Planeamiento y Control de la Producción, basado en la filosofía Lean Manufacturing.

"Lean Manufacturing" (Manufactura esbelta) es una de las ultimas estrategias que al ser utilizadas impactan sobre los procesos de trabajo mejorando indiscutiblemente los indicadores de productividad, pero es de vital importancia que dentro de su implementación no se deje de lado al factor humano, sino que hagan de éste una

alianza para que así al establecer nuevos procesos de trabajo beneficie directamente sobre el objetivo principal.

Esta metodología, aplicada al mundo de la producción, consiste en introducir en las empresas, de las mejores prácticas de producción, logística, desarrollo de productos y gestión que dan como resultado tiempos de reacción más cortos, costes más bajos y mejor calidad optimizando la cadena de suministro y la planificación de la producción.

La ejecución del proyecto ha tenido un plazo máximo de doce meses. Transcurrido el tiempo, la empresa ha experimentado una reducción del número de rupturas de stock de PT en un 82%, disminución de la Merma de Producción en un 18%, Incremento de la Productividad en un 28%, Incremento de la Eficiencia en un 50%, Disminución de las Detenciones (Mudas) en un 13%, reducción de sus costos finales entre un 4 y un 5%, han disminuido los stock's en curso en un 25% y los inventarios en un 20%.

Cabe señalar que varios de las estrategias aún se encuentran en pleno desarrollo y que algunas de las cifras han debido ser estimadas debido a aspectos de confidencialidad.

CAPITULO I:

ANTECEDENTES

Tubos y Perfiles Metálicos S.A. TUPEMESA fue constituida hace 33 años, como una empresa familiar cuyo giro era la producción y comercialización de tubos de acero. Durante los 33 años la empresa ha logrado posicionarse en el mercado como un proveedor confiable de tubos laminados en frío y es reconocida por la buena calidad de sus productos

En 1996, CINTAC S.A. consecuente con sus planes de internacionalización, materializo la compra del 100 % de Tubos y Perfiles Metálicos S.A. (TUPEMESA), empresa peruana fabricante de productos conformados en acero.

1.1 DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO

1.1.1 VISIÓN

Ser una organización líder en Latinoamérica en soluciones para estructuras soportantes y para conducción de fluidos, utilizando preferentemente el acero.

1.1.2 MISIÓN

Producir y comercializar productos de calidad que permita a nuestros clientes competir de mejor manera en un mundo cambiante y globalizado.

1.1.3 OBJETIVO

La fabricación de toda clase de productos siderúrgicos y su posterior comercialización. También se pueden incorporar productos importados o de representantes.

1.1.4 DIAGNOSTICO EXTERNO

1.1.4.1 OPORTUNIDADES

- Mi vivienda (metalcon)
- Situación financiera (Sider Peru / Acersa / Comersa)
- Ingreso: Sodimac – Ace Home Center
- Crecimiento de consumo de provincias

- Exceso de liquidez bancos – créditos baratos
- Camisea – líneas de distribución en ciudad de lima
- Reordenamiento de distribuidores
- Privatizaciones y concesiones
- ATPDA
- Inversión minera (nuevos proyectos)
- TLC
- Poco consumo per. cápita acero

1.1.4.2 AMENAZAS

- Mayor actividad del grupo 6
- Subida de precios del acero en el ámbito mundial
- Escasez de acero
- Ipac / conduit → incursión en el Perú
- Maquila Tradisa
- Inestabilidad social y política
- Posible reacción de Precor
- Posible ingreso Tradisa como productor
- Ingreso de sodimac y otros
- Ingreso de aceros arequipa como competidor

1.1.5 DIAGNOSTICO INTERNO

1.1.5.1 FORTALEZAS

- ISO 9001:2000
- Respaldo CINTAC – CAP
- Solidez financiera
- Relación con SIDOR
- Trabajo planificado
- CAC's (Centro de atención al Cliente)
- Nuevos sistemas de trabajo (innovación)
- Mix de productos
- Mejor servicio

1.1.5.2 DEBILIDADES

- Sistema informático deficiente
- Recursos humanos
- Falta de Stock de PT
- Áreas de ventas poco atendidas al interior del país
- Mala atención al cliente interno
- Reforzamiento de marca

1.2 DIAGNÓSTICO FUNCIONAL

1.2.1 PRODUCTOS

Quedan Definidos como:

- "Fabricación de Tubos, Perfiles de Acero y Productos Siderúrgicos Afines "
- "El Servicio de Comercialización de Tubos, Perfiles de Acero y Productos Siderúrgicos Afines".

1.2.1.1 Principales Productos: (ver Anexo 1)

A. Tubos Mecánicos

1. Tubos Redondos
2. Tubos Cuadrados
3. Tubos Rectangulares

B. Tubos Estructurales

4. Tubos Redondos
5. Tubos Cuadrados
6. Tubos Rectangulares

C. Cañería

7. Norma ASTM A53 Grados A y B Schedule 40
8. Norma ISO
9. Norma ISO 65/ Serie Liviana I
10. Norma ISO 65/ Serie Liviana II

11. Norma ISO 65/ Serie Mediana

12. Norma ISO 65/ Serie Pesada

D. Ductos / Conductores Eléctricos

13. Conduit Rígido

14. Conduit Liviano EMT

E. Perfiles Estructurales

15. Canales

16. Costaneras

17. Ángulos

F. Metalcon

18. Parantes

19. Rieles

20. Esquineros

G. Tubest

21. Perfiles Z

22. Perfiles OHM

23. Tubest

1.2.2 CLIENTES

a) Arequipa

- Aceros Comerciales
- San Jerónimo
- Carfisa

b) Cusco

- KS

c) Huancayo

- Wander Flores

d) Norte

- RC
- Pisfil
- 3A

e) Lima

- Comasa
- Felicita maza
- Recofisa
- Damasol
- Flovicsa

1.2.3 PROVEEDORES

1.2.3.1 MATERIA PRIMA

a) IMPORTADO

- Sidor (Venezuela)
- Sudáfrica
- CAP - Siderar
- Corea
- Brasil
- Europa este
- Turquía
- India
- México

b) NACIONAL

- Aceros Arequipa
- Sider Perú

1.2.3.2 PRODUCTO TERMINADO

a) CINTAC

- Mejorado en sus envíos (LAC – CAÑ - GALV)
- proveedor estable
- costo financiero cero
- buen precio

b) IPAC

- cañería galvanizada
- conduit (ecuador)
- colmena (Colombia) → API / cañería
- conduven (Venezuela)

c) TASA

- Problema tope exportación 100 TN/mes

1.2.3.3 INSUMOS, REPUESTOS Y SERVICIOS

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| a) Aceite: | Texaco |
| | Shell |
| b) Energía | Luz del sur |
| | Edelnor |
| c) Repuestos | Ipaco |
| | Richardson |
| | Brasil (discos) |
| d) Maquinado | Alfa y Q |
| | Alpitem |
| | Arca |
| | H-A |
| e) Mantenimiento | Atlas Copco |
| | Din Automatización |
| | Cipsa |
| | GMI |

1.2.4 PROCESOS

1.2.4.1 PROCESOS PRINCIPALES

Están definidos como los Procesos Principales: Ventas, Producción y Logística. Conjunto de actividades que permiten realizar la fabricación de tubos, perfiles de acero y Productos Siderúrgicos Afines y brindar el servicio de comercialización de tubos, Perfiles y productos siderúrgicos afines, de acuerdo con los requisitos de la Norma ISO 9001: 2000

1.2.4.2 PROCESOS DE SOPORTE

Están definidos como los Procesos de: Recursos Humanos, Administración, Gestión de la Calidad que comprende: Acciones Correctivas, Preventivas, Productos no conforme, Control de documentos y Registros, y Auditorias Internas

1.2.4.3 PROCESO DE PRODUCCIÓN (Ver Anexo 2)

El Proceso productivo, esta dividido en dos Procesos principales:

- Proceso de Corte
- Proceso de Conformado/Fabricación.

a) PROCESO DE CORTE

- Recepción y Almacenamiento de Materia Prima (Bobina).
- Selección y traslado de Bobina.
- Control de Calidad.
- Corte de Bobina.
- Traslado de Flejes y almacenamiento de Productos en Proceso.

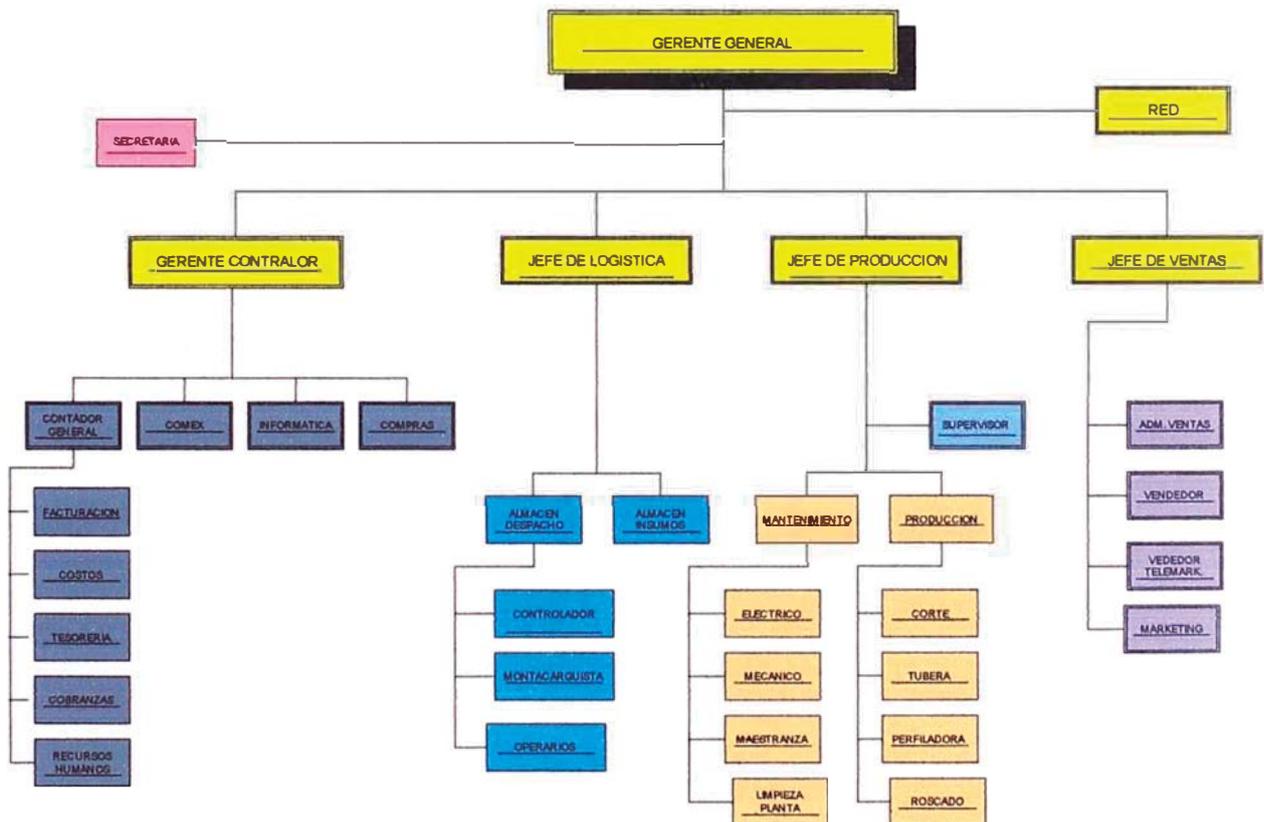
b) PROCESO DE CONFORMADO/FABRICACIÓN

- Control de Calidad
- Acumulado.
- Formado.
- Soldadura.
- Enfriamiento.
- Calibrado.
- Control de Calidad.
- Codificado y Lubricación.
- Corte del Tubo y/o perfil.
- Control de Calidad.
- Empaquetado, Pesado y Etiquetado.
- Traslado y almacenamiento de Productos Terminados.

1.3 ORGANIZACIÓN

TUPEMESA cuenta con una organización horizontal conformado por Gerencia General, Gerencia Contralor, Jefatura de Ventas, Jefatura de Producción, Jefatura de Logística y el RED Representante de la Dirección, ver cuadro N° 1.

Cuadro N° 1: Organigrama de la empresa



Fuente: La Empresa

a) GERENTE GENERAL

Impulsa el cumplimiento de los objetivos y metas propuestas por la organización y llevar a cabo el plan estratégico general.

b) GERENTE CONTRALOR

Controla los procesos internos y externos de la empresa.

c) JEFE DE VENTAS

Cumple con el plan de ventas, alcanzando la participación de mercado deseada.

d) JEFE DE PRODUCCIÓN

Planifica y Controla la producción dentro de los estándares de calidad, usando la mínima cantidad de recursos y dentro de los plazos establecidos.

e) JEFE DE LOGISTICA

Planifica, dirige y controla las funciones de almacén y control de Stock

CAPITULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1 LEAN MANUFACTURING

Lean Manufacturing NO es una herramienta, es toda una filosofía aplicada a cualquier tipo de negocio en el que hay un proveedor y un cliente.

Lean Manufacturing nació en Japón y fue concebida por los grandes gurus del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda entre algunos.

Lean Manufacturing (El sistema de Manufactura Flexible o Manufactura Esbelta) ha sido definida como una filosofía de excelencia de manufactura, basada en tres principios:

1. Crear un sistema productivo pulsante sincronizado con el mercado. Al hablar de sistema sincronizado, debemos entender que todas las actividades productivas deben estar ligadas a la demanda real del mercado. La estructura debe "pulsar" en cantidad, variedad de productos y plazos como lo exija el mercado.
2. El principio fundamental de la Lean es la caza del Muda (palabra Japonesa que

significa pérdida, desperdicio). Todo aquello que no incrementa el valor del producto tal y como lo percibe el cliente y por tanto, por lo que está dispuesto a pagar el cliente, debe considerarse Muda y en consecuencia debe ser eliminado. La "Caza del Muda" debe entrar a formar parte de la cultura empresarial, y debe asegurarse a través de actividades de mejora que conduzcan a la Excelencia.

3. Por último la actuación inmediata sobre las oportunidades de mejora, en un enfoque eminentemente práctico y operativo.

2.1.1 OBJETIVOS DE LEAN MANUFACTURING

Los principales objetivos de la Manufactura Esbelta es implantar una Filosofía de Mejora Continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

Manufactura Esbelta proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida. Específicamente, Manufactura Esbelta:

- Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente
- Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción
- Crea sistemas de producción más robustos
- Crea sistemas de entrega de materiales apropiados

2.1.2 PENSAMIENTO “LEAN”

La parte fundamental en el proceso de desarrollo de una estrategia esbelta es la que respecta al personal, ya que muchas veces implica cambios radicales en la manera de trabajar, algo que por naturaleza causa desconfianza y temor. Lo que descubrieron los japoneses es, que más que una técnica, se trata de un buen régimen de relaciones humanas. En el pasado se ha desperdiciado la inteligencia y creatividad del trabajador, a quien se le contrata como si fuera una máquina. Es muy común que, cuando un empleado de los niveles bajos del organigrama se presenta con una idea o propuesta, se le critique e incluso se le calle. A veces los directores no comprenden que, cada vez que le ‘apagan el foquito’ a un trabajador, están desperdiciando dinero. El concepto de Manufactura Esbelta implica la anulación de los mandos y su reemplazo por el liderazgo. La palabra líder es la clave.

2.1.3 ¿POR QUÉ CAMBIAR A LEAN MANUFACTURING?

Muchas empresas acometen la reducción de gastos sin un plan bien definido. Cada departamento intenta reducir costes sin tener en cuenta a sus proveedores y clientes internos, lo que puede llevar a un estado de pequeño caos organizacional. Además, el anuncio de reducción de costes crea un estado de incertidumbre en el personal, que teme por sus puestos de trabajo.

Lean Manufacturing implica concebir la propia empresa desde el punto de vista del cliente, y conocer cómo eliminar las pérdidas o desperdicios de manera adecuada para maximizar los resultados.

Lean Manufacturing basa su robustez en la implicación de todo el personal en la

búsqueda de la mejora continua de la Calidad, la Productividad, la Eficiencia de Equipo s, y la Seguridad. La clave es que el personal acometa la solución de problemas con una actitud positiva y cooperativa.

2.1.4 EL IMPACTO DEL LEAN MANUFACTURING

La implementación de Lean Manufacturing en empresas manufactureras y de servicios ha demostrado que la calidad mejora, la productividad aumenta, el inventariado disminuye, y los tiempos de cabecera se acortan.

- Mejora de la Calidad 50% - 99%
- Aumento de la Productividad 30% - 80%
- Disminución de Inventariado 50% - 80%
- Disminución de Tiempos de Cabecera 50% - 85%

2.1.5 BENEFICIOS DE LEAN MANUFACTURING

- Reducción de rechazos y desperdicio.
- Reducción de costes de inventariado.
- Empleados formados interdisciplinar mente.
- Reducción de ciclos temporales.
- Menor espacio y requerimientos de instalaciones.
- Alta calidad y fiabilidad.
- Menores costes generales.

- Equipos de trabajo auto-dirigidos.
- Reducción de tiempo de ciclo.
- Respuesta rápida al mercado.
- Mayor vida de la maquinaria.
- Comunicación con el cliente mejorada.
- Menores inventariados.
- Mejor ayuda y calidad al vendedor.
- Mayor calidad y eficiencia del trabajo.
- Flexibilidad para reaccionar ante los cambios mejorada.
- Permite concentrarse en la dirección estratégica.
- Incrementar la frecuencia de envíos y facturación.

2.1.6 CAMBIAR DE SISTEMA DE PRODUCCION

Todo sistema de producción conlleva tres dificultades:

- El despilfarro (Muda),
- La inestabilidad,
- La variabilidad (Mura).

Estas dificultades reducen la eficacia del sistema afectando a la calidad, al coste y a los plazos. Al final, la recuperación de la inversión se reduce.

2.2 HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING

- Control Visual
- 5S
- Justo a Tiempo
- Mejora continua (Kaizen)
- Producción Nivelada (Heijunka)
- Kanban
- Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- Verificación de proceso (Jidoka)
- Dispositivos para prevenir errores (Poka Yoke)
- Cambio rápido de modelo (SMED)
- Indicador Visual (Andon)

2.2.1 CONTROL VISUAL

Los controles visuales están íntimamente relacionados con los procesos de estandarización. Un control visual es un estándar representado mediante un elemento gráfico o físico, de color o numérico y muy fácil de ver. La estandarización se transforma en gráficos y estos se convierten en controles visuales. Cuando sucede esto, sólo hay un sitio para cada cosa, y podemos decir de modo inmediato si una operación particular está procediendo normal o anormalmente.

Un control visual se utiliza para informar de una manera fácil entre otros los siguientes temas:

- Sitio donde se encuentran los elementos
- Frecuencia de lubricación de un equipo, tipo de lubricante y sitio donde aplicarlo
- Estándares sugeridos para cada una de las actividades que se deben realizar en un equipo o proceso de trabajo
- Dónde ubicar el material en proceso, producto final y si existe, productos defectuosos
- Sitio donde deben ubicarse los elementos de aseo, limpieza y residuos clasificados
- Sentido de giro de motores
- Conexiones eléctricas

- Sentido de giro de botones de actuación, válvulas y actuadores
- Flujo del líquido en una tubería, marcación de esta, etc.
- Franjas de operación de manómetros (estándares)
- Dónde ubicar la calculadora, carpetas bolígrafos, lápices en el sitio de trabajo

2.2.2 5'S

Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. Las 5'S provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestra vida cotidiana y no son parte exclusiva de una "cultura japonesa" ajena a nosotros, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tenemos tendencia a practicar o hemos practicado las 5'S, aunque no nos demos cuenta.

Las 5's son:

- **SEIRI:** Despejar, seleccionar. Separar lo útil de lo inútil
- **SEITON:** Ordenar, organizar. Colocar lo útil en su sitio
- **SEISO:** Recuperar, limpiar. Reparar lo que no esta bien
- **SEIKETSU:** Normalizar, mantener. Establecer los procesos.
- **SHITSUKE:** Disciplina, respetar las reglas. Actuar sistemáticamente respetando los criterios establecidos.

2.2.2.1 OBJETIVOS DE LAS 5'S

El objetivo central de las 5'S es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo

2.2.2.2 BENEFICIOS DE LAS 5'S

La implantación de una estrategia de 5'S es importante en diferentes áreas, por ejemplo, permite eliminar despilfarros y por otro lado permite mejorar las condiciones de seguridad industrial, beneficiando así a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que genera la estrategias de las 5'S son:

- Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados
- Mayor calidad
- Tiempos de respuesta más cortos
- Aumenta la vida útil de los equipos
- Genera cultura organizacional
- Reducción en las pérdidas y mermas por producciones con defectos

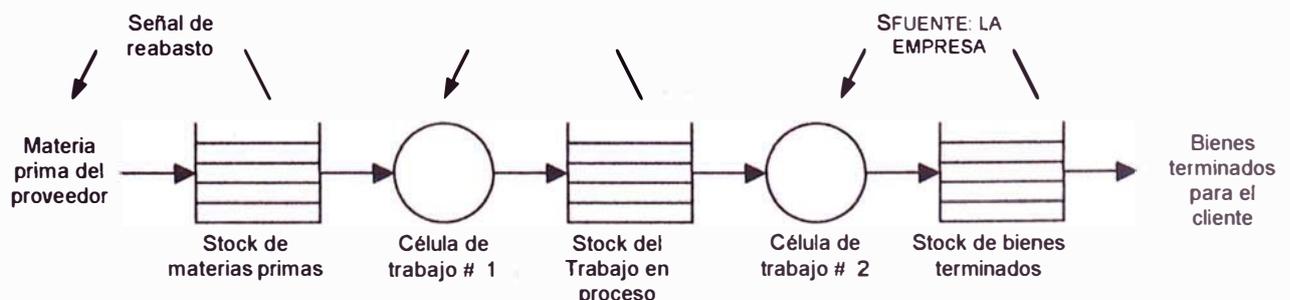
2.2.3 JUSTO A TIEMPO

Justo a Tiempo es una filosofía industrial que consiste en la reducción de desperdicio (actividades que no agregan valor) es decir todo lo que implique sub-

utilización en un sistema desde compras hasta producción. Existen muchas formas de reducir el desperdicio, pero el Justo a Tiempo se apoya en el control físico del material para ubicar el desperdicio y, finalmente, forzar su eliminación.

La idea básica del Justo a Tiempo es producir un artículo en el momento que es requerido para que este sea vendido o utilizado por la siguiente estación de trabajo en un proceso de manufactura. Dentro de la línea de producción se controlan en forma estricta no sólo los niveles totales de inventario, sino también el nivel de inventario entre las células de trabajo. La producción dentro de la célula, así como la entrega de material a la misma, se ven impulsadas sólo cuando un stock (inventario) se encuentra debajo de cierto límite como resultado de su consumo en la operación subsiguiente. Además, el material no se puede entregar a la línea de producción o la célula de trabajo a menos que se deje en la línea una cantidad igual. Esta señal que impulsa la acción puede ser un contenedor vacío o una tarjeta Kanban, o cualquier otra señal visible de reabastecimiento, todas las cuales indican que se han consumido un artículo y se necesita reabastecerlo. El cuadro N° 2.1 nos indica cómo funciona el Sistema Justo a Tiempo.

Cuadro N° 2.1: Sistema Justo a Tiempo



Fuente: Gutiérrez Garza, Gustavo. Justo a Tiempo y Calidad Total, Principios y Aplicaciones.

2.2.3.1 LOS 7 PILARES DE JUSTO A TIEMPO

1. Igualar la oferta y la demanda

No importa de qué color o sabor lo pida el cliente, aprenderemos a producirlo como se requiera, con un tiempo de entrega cercano a cero, es decir:

$$\text{TEC} = \text{TET}$$

Donde:

TEC: Tiempo de Entrega Cliente

TET: Tiempo de Entrega Total = TEM + TEA

TEM: Tiempo de Entrega Manufactura

TEA: Tiempo de Entrega Agregado

Si el TET es mayor al TEC, será necesario empujar las materias primas o componentes, reduciendo el TEM y el TEA.

2. El peor enemigo: el desperdicio

Eliminar los desperdicios desde la causa raíz realizando un análisis de la célula de trabajo. Algunas de las causas de desperdicios se aprecian en el cuadro N° 2.2, como también la forma de eliminarlos ver cuadro N° 3.2.

Cuadro N° 2.2: Los 7 Desperdicios o “Mudas”

	Desperdicio	Definición	Características
1	SOBREPRODUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Producir más de lo requerido. ➤ Producir más rápido de lo requerido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Grandes inventarios. • Excesiva capacidad. • Flujo no balanceado. • Espacio de almacenamiento extra. • Gestión de stock compleja. • Ambiente inseguro. • Exceso de material obsoleto. • Grandes lotes. • Premontajes.
2	ESPERAS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tiempo muerto producido cuando dos variables dependientes no están totalmente sincronizadas. ➤ Esperas del operario. ➤ Esperas de la máquina. 	<ul style="list-style-type: none"> • El operario espera a la máquina. • La máquina espera a los operarios. • Un operario espera a otro operario. • Operaciones no balanceadas. • Operarios no preocupados por las paradas. • Paradas no planificadas.
3	TRANSPORTE	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cualquier movimiento de material que no soporta directamente un sistema de producción sincronizado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos de transporte extra. • Múltiples lugares de almacenamiento. • Gestión de stock compleja. • Pobre precisión de inventario. • Desperdicio de materiales. • Estaciones de retrabajo. • Espacio excesivo.
4	MOVIMIENTOS INNECESARIOS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cualquier movimiento de personal o maquinaria que no añade valor al producto o servicio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de herramientas. • Excesivo alcanzar e inclinar. • Máquinas o materiales lejanos. • Movimientos repetitivos innecesarios.
5	INVENTARIO (STOCK)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cualquier suministro excesivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas extra de recepción. • Construcciones entre procesos. • Procesos bloqueados. • Retrabajo excesivo. • Tiempos largos de cambio de diseño. • Recursos extra para manejo de materiales. • Lenta respuesta a los clientes.

6	DEFECTOS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reparación de un producto o servicio para satisfacer los requerimientos del cliente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Espacio/equipos/herramientas extra. • Personal adicional. • Grandes cantidades de stocks específicos. • Flujo del proceso complejo. • Calidad cuestionable. • Servicio al cliente no fiable. • Organización reactiva. • Beneficios reducidos.
7	PROCESOS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Esfuerzo que no añade valor a un producto o servicio. ➤ Trabajo que podría combinarse con otro proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos de cuello de botella. • Refinamiento indeterminable. • Aprobaciones redundantes. • Copias extra. • Falta de especificaciones.

Fuente: Gutiérrez Garza, Gustavo. Justo a Tiempo y Calidad Total, Principios y Aplicaciones.

Cuadro N° 2.3: Forma de Eliminar Los Desperdicios o “Mudas”

	Desperdicio	Forma de eliminarlos
1	SOBREPRODUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reducir los tiempos de preparación, sincronizando cantidades y tiempos entre procesos, haciendo sólo lo necesario
2	ESPERAS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sincronizar flujos ➤ Balancear cargas de trabajo ➤ Trabajador flexible
3	TRANSPORTE	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Distribuir las localizaciones para hacer innecesario el manejo / transporte ➤ Racionalizar aquellos que no se pueden eliminar
4	MOVIMIENTOS INNECESARIOS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estudiar los movimientos para buscar economía y conciencia. Primero mejorar y luego automatizar
5	INVENTARIO (STOCK)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Acortar los tiempos de preparación, de respuesta y sincronizarlos
6	DEFECTOS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desarrollar el proyecto para prevenir defectos, en cada proceso ni hace ni aceptar defectos ➤ Hacer los procesos a prueba de tontos
7	PROCESOS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Analizar si todas las operaciones deben de realizarse o pueden eliminarse algunas sin afectar la calidad el producto / servicio

Fuente: Gutiérrez Garza, Gustavo. Justo a Tiempo y Calidad Total, Principios y Aplicaciones.

3. El proceso debe ser continuo no por lotes

Esto significa que se debe producir solo las unidades necesarias en las cantidades necesarias, en el tiempo necesario. Para lograrlo se tiene dos tácticas:

a) *Tener los tiempos de entrega muy cortos*

Es decir, que la velocidad de producción sea igual a la velocidad de consumo y que se tenga flexibilidad en la línea de producción para cambiar de un modelo a otro rápidamente.

b) *Eliminar los inventarios innecesarios.*

Para eliminar los inventarios se requiere reducirlos poco a poco. Cuadro N° 2.4

Cuadro N° 2.4: Forma de Reducción de Inventarios

Tipo de inventario	Forma de reducción
Trabajo en proceso	<ul style="list-style-type: none">➤ Reducir el tamaño del lote➤ Eliminar las colas
Materias primas	<ul style="list-style-type: none">➤ Recibos directos, pequeños y frecuentes al lugar de trabajo
Producto terminado	<ul style="list-style-type: none">➤ Producir lo que vende➤ Embarcar frecuentemente y en cantidades menores
A la función	<p>De ciclo</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Disminuir el tiempo de preparación <p>De seguridad</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Reducir la incertidumbre sobre la calidad y➤ Cantidad de material <p>Buffer</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Eliminar colas, dar fluidez <p>En tránsito</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Programar, coordinar, anticipar <p>Anticipación</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Programación nivelada

Fuente: Gutiérrez Garza, Gustavo. Justo a Tiempo y Calidad Total, Principios y Aplicaciones.

4. Mejora Continua

La búsqueda de la mejora debe ser constante, tenaz y perseverante paso a paso para así lograr las metas propuestas

5. Es primero el ser humano

La gente es el activo más importante. Justo a Tiempo considera que el hombre es la persona que está con los equipos, por lo que son claves sus decisiones y logran llevar a cabo los objetivos de la empresa. Algunas de las actividades a realizar para cumplir con este punto son:

- Reducir el miedo a la productividad, practicando la apertura y confianza
- Tener gente multifuncional
- Tener empleos estables
- Tener mayor soporte del personal al piso

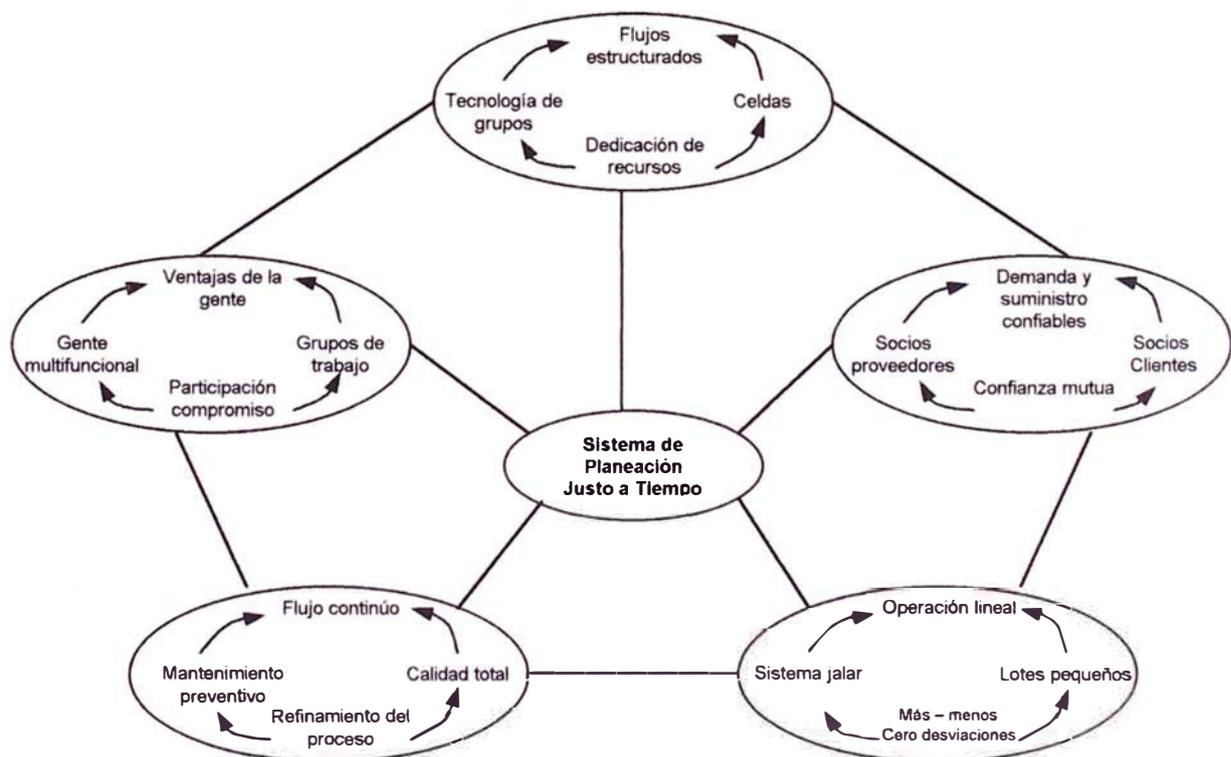
6. La sobreproducción = ineficiencia

Eliminar el “por si acaso” utilizando otros principios como son la Calidad Total, involucramiento de la gente, organización del lugar de trabajo, Mantenimiento Productivo Total (TPM), Cambio rápido de modelo (SMED), simplificar comunicaciones, etc.

7. No vender el futuro

Las metas actuales tienden a ser a corto plazo, hay que reevaluar los sistemas de medición, de desempeño, etc... Para realizar estas evaluaciones se tiene que tomar en cuenta el Sistema de Planeación Justo a Tiempo, el cual consiste en un modelo pentagonal, en el cual cada una de las aristas representa un elemento del sistema, ver cuadro N° 2.5

Cuadro N° 2.5: Sistema de Planeación Justo a Tiempo



Fuente: Gutiérrez Garza, Gustavo. Justo a Tiempo y Calidad Total, Principios y Aplicaciones.

2.2.4 KANBAN

Kanban es una herramienta basada en la manera de funcionar de los supermercados. Kanban significa en japonés "etiqueta de instrucción". La etiqueta Kanban contiene información que sirve como orden de trabajo, esta es su función principal, en otras palabras es un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de que se va a producir, en que cantidad, mediante que medios, y como transportarlo.

Antes de implantar Kanban es necesario desarrollar una producción "labeled/mixed producción Schedule" para suavizar el flujo actual de material, esta deberá ser practicada en la línea de ensamble final, si existe una fluctuación muy grande en la integración de los procesos Kanban no funcionará y de lo contrario se creara un desorden, también tendrán que ser implantados sistemas de reducción de cambios de modelo, de producción de lotes pequeños, Jidoka, control visual, Poka Yoke, mantenimiento preventivo, etc. todo esto es prerequisite para la introducción Kanban.

2.2.4.1 FUNCIONES DE KANBAN

Son dos las funciones principales de Kanban:

- Control de la producción
- Mejora de los procesos

a) CONTROL DE LA PRODUCCIÓN:

Es la integración de los diferentes procesos y el desarrollo de un sistema Justo a Tiempo, en la cual los materiales llegaran en el tiempo y cantidad requerida en las diferentes etapas de la fabrica y si es posible incluyendo a los proveedores.

b) MEJORA DE LOS PROCESOS:

Facilita la mejora en las diferentes actividades de la empresa mediante el uso de Kanban, esto se hace mediante técnicas ingenieriles (eliminación de desperdicio, organización del área de trabajo, reducción de cambios de modelo, utilización de maquinaria vs. utilización en base a demanda, manejo de multiprocesos, dispositivos para la prevención de errores (Poka Yoke), mecanismos a prueba de error, mantenimiento preventivo, Mantenimiento Productivo Total (TPM), reducción de los niveles de inventario.)

Básicamente Kanban sirve para lo siguiente:

- Poder empezar cualquier operación estándar en cualquier momento
- Dar instrucciones basados en las condiciones actuales del área de trabajo
- Prevenir que se agregue trabajo innecesario a aquellas ordenes ya empezadas y prevenir el exceso de papeleo innecesario
- Eliminación de la sobreproducción
- Prioridad en la producción, el Kanban con más importancia se pone primero que los demás

2.2.5 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye "cero accidentes, cero defectos y cero fallos" en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos.

El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales. TPM busca:

- Maximizar la eficacia del equipo
- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo por toda la vida del equipo
- Involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan, o mantienen equipo, en la implementación de TPM.
- Activamente involucrar a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los trabajadores de piso.

- Promover el TPM a través de motivación con actividades autónomas de pequeños grupos
- Cero accidentes
- Cero defectos
- Cero averías

2.2.5.1 OBJETIVOS DEL TPM

- **Objetivos estratégicos**

El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costos operativos y conservación del "conocimiento" industrial.

- **Objetivos operativos**

El TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.

- **Objetivos organizativos**

El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo

esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

2.2.5.2 PILARES DEL TPM

Los pilares o procesos fundamentales del TPM sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los pilares considerados como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son los que se indican a continuación:

- Pilar 1: Mejoras Enfocadas (Kaizen)
- Pilar 2: Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)
- Pilar 3: Mantenimiento Progresivo o Planificado (Keikaku Hozen)
- Pilar 4: Educación y Formación
- Pilar 5: Mantenimiento Temprano
- Pilar 6: Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen)
- Pilar 7: Mantenimiento en Áreas Administrativas
- Pilar 8: Gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente
- Pilar 9: Especiales (Monotsukuri)

2.2.6 PRODUCCIÓN NIVELADA (HEIJUNKA)

Heijunka, o Producción Nivelada es una técnica que adapta la producción a la demanda fluctuante del cliente. La palabra japonesa Heijunka (pronunciado eh el kah del junio), significa literalmente "haga llano y nivelado". La demanda del cliente debe cumplirse con la entrega requerida del cliente, pero la demanda del cliente es fluctuante, mientras las fábricas prefieren que ésta esté "nivelada" o estable. Un fabricante necesita nivelar estas demandas de la producción.

La herramienta principal para la producción suavizadora es el cambio frecuente de la mezcla ejemplar para ser corrido en una línea dada. En lugar de ejecutar lotes grandes de un modelo después de otro, se debe producir lotes pequeños de muchos modelos en periodo cortos de tiempo. Esto requiere tiempos de cambio más rápidos, con pequeños lotes de piezas buenas entregadas con mayor frecuencia.

2.2.7 VERIFICACIÓN DE PROCESO (JIDOKA)

La palabra "Jidoka" significa verificación en el proceso, cuando en el proceso de producción se instalan sistemas Jidoka se refiere a la verificación de calidad integrada al proceso.

La filosofía Jidoka establece los parámetros óptimos de calidad en el proceso de producción, el sistema Jidoka compara los parámetros del proceso de producción contra los estándares establecidos y hace la comparación, si los parámetros del proceso no corresponden a los estándares preestablecidos el proceso se detiene,

alertando que existe una situación inestable en el proceso de producción la cual debe ser corregida, esto con el fin de evitar la producción masiva de partes o productos defectuosos, los procesos Jidoka son sistemas comparativos de lo "ideal" o "estándar" contra los resultados actuales en producción. Existen diferentes tipos de sistemas Jidoka: visión, fuerza, longitud, peso, volumen, etc. depende del producto es el tipo o diseño del sistema Jidoka que se debe implantar, como todo sistema, la información que se alimenta como "ideal" o "estándar debe ser el punto óptimo de calidad del producto.

Jidoka puede referirse a equipo que se detiene automáticamente bajo las condiciones anormales. Jidoka también se usa cuando un miembro del equipo encuentra un problema en su estación de trabajo. Los miembros del equipo son responsables para corregir el problema - si ellos no pueden, ellos pueden detener la línea.

El objetivo de Jidoka puede resumirse como:

- Calidad asegurando 100% del tiempo
- Averías de equipo previniendo
- Mano de obra usando eficazmente

2.2.8 DISPOSITIVOS PARA PREVENIR ERRORES (POKA YOKE)

Poka Yoke, en japonés, quiere decir "a prueba de errores". La idea fundamental de Poka Yoke es la de establecer un proceso donde sea imposible cometer errores.

Poka Yoke tiene como finalidad la eliminación de defectos (cero defectos) mediante la prevención o corrección de los errores. Para ello se utilizan mecanismos que previenen el error o lo hacen visible para que el operario lo corrija.

2.2.8.1 ¿CÓMO FUNCIONAN LOS SISTEMAS POKA YOKE?

Las funciones de un sistema Poka Yoke son:

- Inspección del 100% de la producción.
- Retroalimentación de los errores y su corrección.
- Sus efectos dependerán del tipo de inspección. A saber:
 - Proceso de línea.
 - Auto-inspección.
 - Inspección continua.

El método Poka Yoke se articula en las siguientes acciones:

- Localizar el defecto y aislar el proceso que lo crea.
- Listar todos los posibles errores.
- Determinar los de mayor posibilidad y ocurrencia.
- Proponer múltiples soluciones.
- Evaluar cada solución.
- Elegir la mejor solución.
- Desarrollar un plan de implementación.
- Medir los resultados/analizar los beneficios.
- Fechar la documentación creada por el Poka Yoke.

2.2.8.2 VENTAJAS DE LOS MÉTODOS POKA YOKE

- Simplicidad y bajo coste.
- Integración en el proceso.
- Eliminación de los errores en su origen.
- Reducción de operaciones o esfuerzos redundantes.
- Seguridad a prueba de errores en todas las áreas.

2.2.9 INDICADOR VISUAL (ANDON)

Término japonés para alarma, indicador visual o señal, utilizado para mostrar el estado de producción, utiliza señales de audio y visuales. Es un despliegue de luces o señales luminosas en un tablero que indican las condiciones de trabajo en el piso de producción dentro del área de trabajo, el color indica el tipo de problema o condiciones de trabajo. Andon significa ¡AYUDA!

El Andon puede consistir en una serie de lámparas en cada proceso o un tablero de las lámparas que cubren un área entera de la producción. El Andon en un área de asamblea será activado vía una cuerda del tirón o un botón de empuje por el operador. Un Andon para una línea automatizada se puede interconectar con las máquinas para llamar la atención a la necesidad actual de las materias primas. Andon es una herramienta usada para construir calidad en nuestros procesos.

Si un problema ocurre, la tabla de Andon se iluminará para señalar al supervisor que la estación de trabajo está en problema. Una melodía se usa junto con la tabla de Andon para proporcionar un signo audible para ayudar al supervisor a comprender hay un problema en su área. Una vez el supervisor evalúa la situación, él o ella puede tomar pasos apropiados para corregir el problema. Los colores usados son:

- Rojo: Máquina descompuesta
- Azul: Pieza defectuosa
- Blanco : Fin de lote de producción
- Amarillo: Esperando por cambio de modelo
- Verde: Falta de Material
- No luz: Sistema operando normalmente

2.2.10 CAMBIO RÁPIDO DE MODELO (SMED)

SMED significa “Cambio de modelo en minutos de un sólo dígito”, Son teorías y técnicas para realizar las operaciones de cambio de modelo en menos de 10 minutos. Desde la última pieza buena hasta la primera pieza buena en menos de 10 minutos. El sistema SMED nació por necesidad para lograr la producción Justo a Tiempo. Este sistema fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, posibilitando hacer lotes más pequeños de tamaño. Los procedimientos de cambio de modelo se simplificaron usando los elementos más comunes o similares usados habitualmente.

2.2.10.1 PASOS PARA SU APLICACIÓN

Eliminar el tiempo externo (50%)

Gran parte del tiempo se pierde pensando en lo que hay que hacer después o esperando a que la máquina se detenga. Planificar las tareas reduce el tiempo (el

orden de las partes, cuando los cambios tienen lugar, que herramientas y equipamiento es necesario, qué personas intervendrán y los materiales de inspección necesarios). El objetivo es transformar en un evento sistemático el proceso, no dejando nada al azar. La idea es mover el tiempo externo a funciones externas.

Estudiar los métodos y practicar (25%)

El estudio de tiempos y métodos permitirá encontrar el camino más rápido y mejor para encontrar el tiempo interno remanente. Las tuercas y tornillos son unos de los mayores causantes de demoras. La unificación de medidas y de herramientas permite reducir el tiempo. Duplicar piezas comunes para el montaje permitirá hacer operaciones de forma externa ganando este tiempo de operaciones internas.

Para mejores y efectivos cambios de modelo se requiere de equipos de gente.

Dos o más personas colaboran en el posicionado, alcance de materiales y uso de las herramientas. La eficacia esta condicionada a la práctica de la operación. El tiempo empleado en la práctica bien vale ya que mejoraran los resultados.

Eliminar los ajustes (15%)

Implica que los mejores ajustes son los que no se necesitan, por eso se recurre a fijar las posiciones.

Se busca recrear las mismas circunstancias que la de la última vez.

Como muchos ajustes pueden ser hechos como trabajo externo se requiere fijar las herramientas.

Los ajustes precisan espacio para acomodar los diferentes tipos de matrices, troqueles, punzones o utillajes por lo que requiere espacios estándar.

2.2.10.2 BENEFICIOS DE SMED

- Producir en lotes pequeños
- Reducir inventarios
- Procesar productos de alta calidad
- Reducir los costos
- Tiempos de entrega más cortos
- Ser más competitivos
- Tiempos de cambio más confiables
- Carga más equilibrada en la producción diaria

2.2.11 MEJORA CONTINUA (KAIZEN)

Proviene de dos ideogramas japoneses: “Kai” que significa cambio y “Zen” que quiere decir para mejorar. Así, podemos decir que “Kaizen” es “cambio para mejorar” o “mejoramiento continuo” Los dos pilares que sustentan Kaizen son los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial, que se emplean para mejorar los procesos productivos. De hecho, Kaizen se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos. Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras y demás empleados que el equipo

considere necesario. Su objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad, y de los métodos de trabajo por operación. Además, Kaizen también se enfoca a la eliminación de desperdicio, identificado como "muda", en cualquiera de sus seis formas.

La estrategia de Kaizen empieza y acaba con personas. Con Kaizen, una dirección envuelta guía a las personas para mejorar su habilidad de encontrar expectativas de calidad alta, costo bajo, y entrega en el tiempo continuamente. Kaizen transforma compañías en 'Competidores Globales Superiores'.

2.2.11.1 LOS DIEZ MANDAMIENTOS DE KAIZEN

1. El desperdicio ('muda' en japonés) es el enemigo público número 1; para eliminarlo es preciso ensuciarse las manos.
2. Las mejoras graduales hechas continuamente no son una ruptura puntual.
3. Todo el mundo tiene que estar involucrado, sean parte de la alta gerencia o de los cuadros intermedios, sea personal de base, no es elitista.
4. Se apoya en una estrategia barata, cree en un aumento de productividad sin inversiones significativas; no destina sumas astronómicas en tecnología y consultores.
5. Se aplica en cualquier lado; no sirve sólo para los japoneses.

6. Se apoya en una "gestión visual", en una total transparencia de los procedimientos, procesos, valores, hace que los problemas y los desperdicios sean visibles a los ojos de todos.
7. Centra la atención en el lugar donde realmente se crea valor ('gemba' en japonés).
8. Se orienta hacia los procesos.
9. Da prioridad a las personas, al "humanware"; cree que el esfuerzo principal de mejora debe venir de una nueva mentalidad y estilo de trabajo de las personas (orientación personal para la calidad, trabajo en equipo, cultivo de la sabiduría, elevación de lo moral, auto-disciplina, círculos de calidad y práctica de sugerencias individuales o de grupo).
10. El lema esencial del aprendizaje organizacional es aprender haciendo.

2.2.11.2 PASOS PARA IMPLANTAR KAIZEN

- Paso 1. Selección del tema de estudio
- Paso 2. Crear la estructura para el proyecto
- Paso 3. Identificar la situación actual y formular objetivos
- Paso 4: Diagnóstico del problema
- Paso 5: Formular plan de acción
- Paso 6: Implantar mejoras
- Paso 7: Evaluar los resultados

CAPITULO III

PROCESO DE TOMA DE DECISIONES

3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los problemas más impactantes en una empresa, son las debilidades, los cuales son analizados en un planeamiento estratégico, con el objetivo de eliminarlos, convertirlos en fortalezas y crear una ventaja competitiva. De acuerdo al análisis FODA, mostrado en el capítulo I, una de las debilidades de la empresa, es la falta de stock's en los diferentes productos terminados, llamados "Rupturas de Stock's", los cuales representan futuras ventas e ingresos perdidos, como también insatisfacción de los clientes.

Tupemesa ofrece alrededor de 400 productos, de los cuales fabrica alrededor de 250 de ellos en los cuales tiene como objetivo mantener un stock optimo en todos sus productos.

Definimos el problema principal como: alto numero de Rupturas de stock de PT.

3.2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Para la obtención de las posibles causas del problema, se utilizaron técnicas cualitativas y cuantitativas, siguiendo la metodología del análisis de Causas mediante el uso de herramientas de calidad:

3.2.1 BRAINSTORMIG (TORMENTA DE IDEAS):

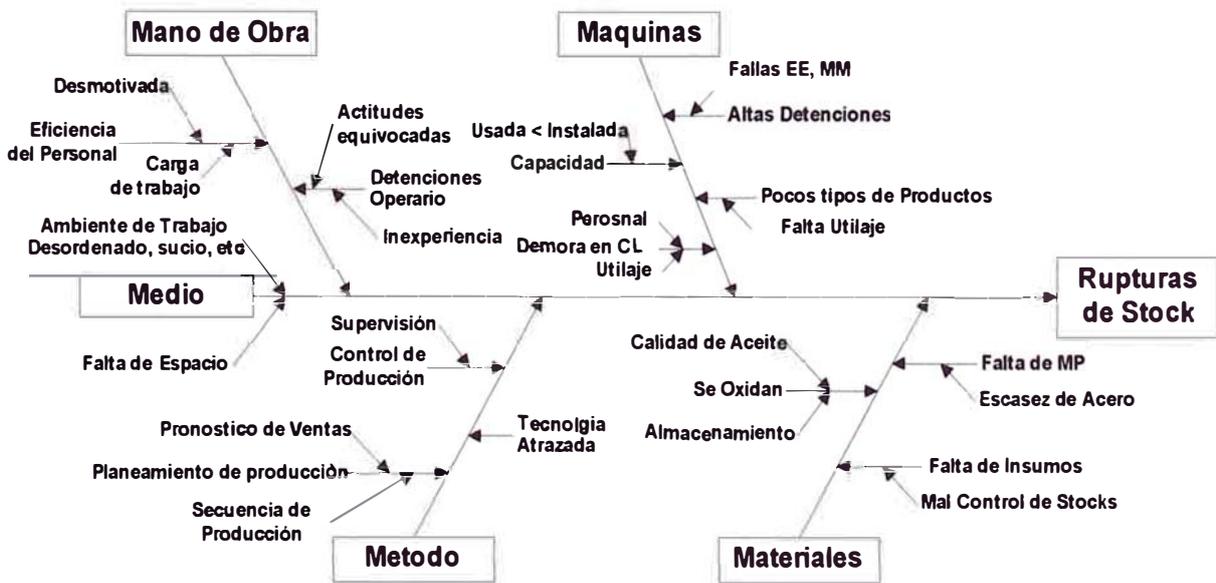
- Secuencia del Programa de Producción
- Atraso en el Programa de Producción
- Mal calculo de los Pronósticos de Ventas
- Altas Detenciones en el Proceso de Producción
- Supervisión y Control de la Producción
- Capacidad Utilizada de las Maquinas muy bajas
- Maquinas fallan constantemente
- Maquinas Limitadas a fabricación de ciertos Productos
- Demoras en los Cambios de un Producto a Otro
- Retrazo por Detenciones del Personal
- Retrazo por baja Eficiencia del Personal
- Falta de Materia Prima
- Falta de Insumos

- Materia Prima se Oxida
- Desorden en el Puesto de Trabajo.
- Falta de Espacio y desorden en almacenes, etc.

3.2.2 DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO (ISHIKAWA)

Agrupando las posibles causas de acuerdo a su afinidad con el método de las 5 M's, ver cuadro N° 3.1.

Cuadro N° 3.1: Diagrama de Ishikawa



FUENTE: ELABORACION PROPIA

3.2.3 DIAGRAMA DE PARETO

Debemos recordar que el problema se plantea en Planeamiento Estratégico realizado en DIC 2003.

Para seleccionar las causas de mayor influencia debemos analizar, el numero de rupturas asignada a cada causa en el año 2003 siguiendo con el criterio de las 5 M's y observar cuidadosamente la influencia que tiene cada una, ver cuadro N° 3.2

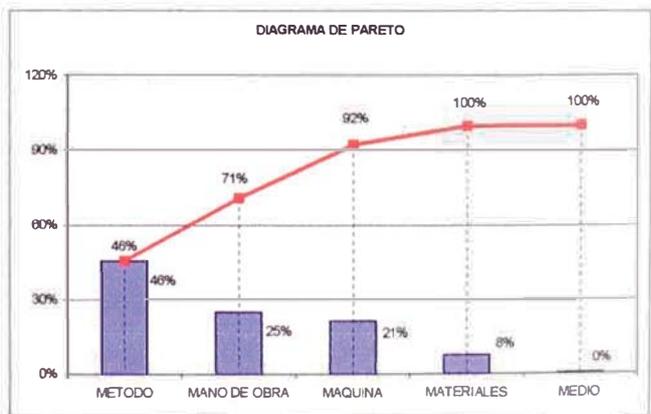
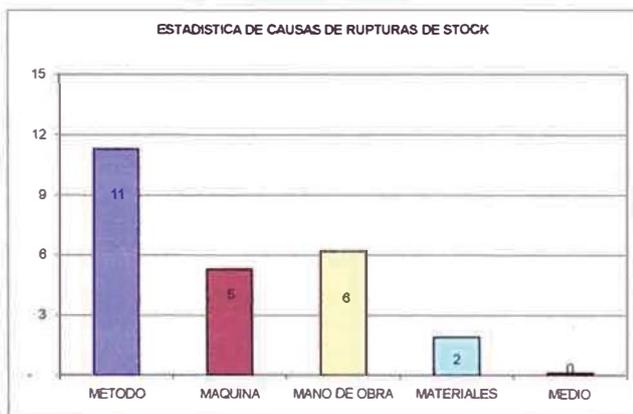
Cuadro N° 3.2: Rupturas 2003

	CAUSAS	AÑO 2003												TOTAL	PROM	
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC			
METODO	PRONOSTICO	3	3	3	4	3	3	3	2	3	4	3	5	10.7%	45.6%	
	SECUENCIA	7	8	10	9	8	7	8	8	10	7	8	9	27.2%		
SUB-TOTAL		10	10	13	13	11	10	10	10	13	11	11	14		136	11.3
MAQUINA	DET FALLA ELECTICA	1	-	1	-	2	1	1	2	-	1	2	1	2.8%	21.4%	
	DET FALLA MECANICA	2	2	1	1	2	1	3	3	1	2	2	2	5.1%		
	DET DEMORA EN CL	3	2	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	10.0%		
SUB-TOTAL		6	3	5	3	7	5	6	7	5	6	7	5		64	5.3
MANO DE OBRA	DET CALIB MAQ + AJUST	7	5	6	5	8	8	5	6	4	8	7	7	0.0%	25.0%	
	SUB-TOTAL	7	5	6	5	8	8	5	6	4	8	7	7			74
MATERIALES	FALTA DE MP	3	4	-	-	-	-	3	-	3	-	-	-	3.7%	7.7%	
	FALTA DE REPUESTO	-	-	1	3	3	3	-	-	-	1	-	-	2.8%		
	OXIDADOS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0%		
SUB-TOTAL		3	4	1	3	3	5	-	3	-	1	-	-		23	1.9
MEDIO	DAÑO POR MANIPULACION	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	0.5%	0.4%	
	SUB-TOTAL	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-			2
TOTAL		26	23	24	25	29	28	21	26	23	25	24	26	299	299	25

Después de agruparla de acuerdo a las 5 M's, debemos ver el grado de influencia que tiene cada una, para lo cual realizaremos la técnica de W. Pareto.

METODO	11
MAQUINA	5
MANO DE OBRA	6
MATERIALES	2
MEDIO	0
TOTAL	26

METODO	46%	46%
MANO DE OBRA	25%	71%
MAQUINA	21%	92%
MATERIALES	8%	100%
MEDIO	0%	100%



De acuerdo con Pareto el 80% del problema es ocasionado por el 20% de las causas, las cuales son las más importantes.

Según esto podemos observar claramente la incidencia que tiene la causa método (20%) del las 5 causas mas importantes, en el problema de rupturas de stock de PT.

De acuerdo al Porcentaje

➤ Método	46 %
➤ Método y Mano de Obra	71 %
➤ Método , Mano de Obra y Maquina	92 %

Evidentemente la causa de mayor incidencia es el método (46%), sin embargo no podemos dejar de lado la incidencia de la mano de obra (25%) y maquina (21%) que son similares y en conjunto igualan a la causa método.

Si nos centramos en reducir la causa método, disminuye el problema en un 46% y aun quedaría un 54 % por atacar que aun es muy alto.

También se observa que los problemas de mano de obra y maquinaria, son retrasos y fallas por diversos motivos, lo cual se reduce en detenciones en el proceso.

Podemos concluir que los problemas principales son **1ero "método"**. Se necesita un **planeamiento o programa de producción que nos permita ser muy flexibles.** Y **2do las "detenciones en el proceso"** ya sea por factor mano de obra o maquina. Se necesita una estrategia o metodología que nos ayude a reducir las detenciones o más ampliamente llamadas **"mudas"**.

3.2.4 CAUSAS MÁS IMPORTANTES

De acuerdo al análisis realizado las causas más importantes son:

- **Inadecuado planeamiento de la producción (método)**
 - Mal pronósticos de ventas
 - Inadecuada programación de la producción

- **Deficiente control de la producción (mano de obra - maquina)**
 - Elevada muda por factor mano de obra
 - Elevada muda por factor maquina

También podemos incluir:

- **Deficiente gestión logística (materiales)**
 - compras
 - control de inventarios

3.3 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

3.3.1 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Ante el problema Alto Nro de Rupturas de Stock's de PT, se puede plantear las siguientes soluciones:

➤ **Atacando el Efecto:**

Se busca eliminar el número de rupturas de stock de PT, con alternativas de solución rápidas y eficaces.

- **Comercializar Productos**
- **Maquila de Productos (Outsourcing)**

➤ **Atacando las Causas:**

Se busca Eliminar el Nro de Rupturas de Stock de PT, con alternativas de Solución que Resuelvan el Problema desde las causas raíces.

Después de Realizar el Análisis de Causas Podemos Plantear las siguientes alternativas.

- **Aumento de la Capacidad Instalada de Planta**
- **Rediseño del Planeamiento y Control de la Producción**

Se debe evaluar cuidadosamente cada alternativa de Solución, para Tomar la decisión Correcta.

A continuación Realizaremos la Evaluación de las Alternativas de Solución

3.4 TOMA DE DECISIONES

3.4.1 ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

▪ Comercializar Productos

Se trata de la compra de aquellos productos con stock cero, que debido a las causas ya descritas anteriormente no se pudieron fabricar.

➤ **Ventajas**

- Stock de productos.
- Disminuye carga de trabajo en planta.
- Ahorro en mano de obra e insumos
- Baja inversión

➤ **Desventajas:**

- Altos costos.
- Menores utilidades.
- Calidad del producto.
- Tiempos de entrega (dependencia de terceros).
- Marca del producto

- **Maquila de Productos (Outsourcing)**

Se trata de la fabricación por terceros; alquiler de personal, maquinaria y equipos de una empresa para la fabricación de aquellos productos con stock cero, que debido a las causas ya descritas anteriormente no se pudieron fabricar. Considerando que TUPEMESA proporciona la materia prima.

- **Ventajas**

- Stock de Productos.
- Disminuye Carga de Trabajo en Planta.

- **Desventajas:**

- Altos Costos.
- Menores utilidades.
- Mano de Obra en Supervisión de Fabricación Externa
- Costos y Tiempo en Transporte de MP y PT
- Calidad del Producto.
- Tiempos de Entrega (Dependencia de Terceros).
- Procesos No Estandarizados.
- Merma y PNC

▪ **Aumento de capacidad instalada de Planta:**

Se trata de la **compra de maquinas y contrato de nuevo personal** con la finalidad de aumentar la capacidad de planta y poder reducir el nro de rupturas de PT.

➤ **Ventajas:**

- Stock de Productos.
- Aumento de Capacidad de Producción.
- Mejor Calidad de los Productos
- Aumento de la Eficiencia y Productividad

➤ **Desventajas:**

- Altos Costos de Inversión.
- Costos en Mantenimiento
- Costos de Mano de Obra
- Aumento de Stock de Repuestos

- **Rediseño del Planeamiento y Control de la Producción**

Se trata del cambio en el planeamiento y control de la producción de tal manera que nos permita eliminar o reducir el nro de rupturas de PT.

Debemos definir que tipo planeamiento o metodología a utilizar para conseguir el objetivo.

- ***Selección de la Metodología***

Actualmente se han desarrollado varias técnicas de gestión orientadas a mejorar los resultados concretos de la organización. Las que vamos a considerar son tres de las más eficaces:

"Seis Sigma", o la obsesión por eliminar variaciones del producto/servicio.

"Lean Manufacturing", o la obsesión por Eliminar despilfarros.

"TOC", o la obsesión por gestionar las limitaciones.

a) Seis Sigma:

En síntesis, la implantación de Seis Sigma en la organización debe dirigirse a reducir la variabilidad natural de los procesos mediante la involucración y formación de las personas, el compromiso de la Dirección y el empleo extendido de herramientas estadísticas que junto a un método de trabajo permiten lograr resultados económicos a medio y largo plazo (mínimo entre cuatro y seis meses después del inicio del proyecto).

Aunque se ha escrito sobre la implantación de esta técnica en PYMES lo cierto es que hasta la fecha la mayor parte de implantaciones se han realizado en grandes empresas multinacionales quizá inducido entre otros factores por el gran despliegue de recursos que conlleva su puesta en marcha. Una PYME sin embargo si puede aprovechar lo bueno de esta técnica en cuanto al uso de la estadística para reducir la variabilidad de sus procesos.

b) Lean Manufacturing:

Aunque quizá sea la menos difundida de las tres técnicas, se trata de un poderoso enfoque de gestión orientado a conseguir a largo plazo un modelo superior de manufactura (aunque el enfoque es también aplicable en servicios) basado en el Toyota Production System (TPS), con la ventaja que consigue resultados espectaculares y tangibles a corto plazo (1 semana) mediante la aplicación de una metodología prácticamente desconocida en nuestro país: el Gemba Kaizen (mejora rápida en el puesto de trabajo). Sobre la base de la repetición de este método en diversas áreas de la organización y mediante el uso extendido y con una nueva visión de herramientas asociadas al TPS (5s, SMED, Kanban, JIT...) a medio/ largo plazo se consiguen resultados excelentes. Asimismo, la puesta en marcha de una experiencia de este tipo obliga a introducir una estructura organizativa capaz de sustentar el cambio: La Oficina de Promoción del Kaizen (KPO).

Lean Manufacturing se basa en tres principios:

La creación de un sistema de producción pulsante con el mercado en el que se reduzcan los lotes de producción por el aumento de flexibilidad de la cadena logística.

El redescubrimiento del producto y de los flujos de valor que van asociados a él (flujos de información, de materiales, de calidad, etc.) para eliminar sistemáticamente el muda (desperdicio) que se esconde en ellos.

Por último la actuación inmediata sobre las oportunidades de mejora, en un enfoque eminentemente práctico y operativo.

c) Teoría de las Limitaciones (TOC).

Se analiza el sistema total de procesos, que se entienden interrelacionados. Como en el caso de una cadena, se trata de encontrar el eslabón más débil que nos definirá la limitación operativa de la cadena en total para reforzarlo o eliminarlo.

Consiste en 5 etapas: identificar la limitación, analizarla, subordinar otros procesos a esa limitación, eliminar la limitación, revisar el proceso.

Al ser una metodología orientada "desde arriba" es aplicada por entidades centralizadas y bastante jerárquicas.

¿CUÁL ELEGIR Y POR QUÉ?

Cuál es el objetivo principal:

- Si queremos un proceso más uniforme..... "6s"
- Si queremos un proceso más Rápido..... "Lean Manufacturing"
- Si queremos un proceso de más volumen....."TOC"

Sin embargo los beneficios secundarios uniformizan en gran parte las tres metodologías, con lo que cabe la duda de si "por todos los caminos se llega a Roma".

Los expertos indican que sobre todo se debe considerar "cuál de las tres se acopla mejor al equipo humano/ cultura de su organización", pues eligiendo ese camino se aplicará más rápidamente y con mayor implicación humana el método elegido y se llegara a conseguir resultados: así, si su equipo humano valora.

De acuerdo a lo expuesto de las 3 teorías, la Metodología que se ajusta mas a lo que queremos es "**Lean Manufacturing**".

Llamaremos a la última Alternativa de Solución:

"REDISEÑO DEL PLANEAMIENTO Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN BASADO EN LEAN MANUFACTURING".

➤ **Ventajas:**

- Stock Óptimo de Productos.
- Aumento de Capacidad de Producción.
- Mejor Calidad de los Productos
- Aumento de la Eficiencia y Productividad
- Respuesta rápida al mercado.
- Reducción de rechazos y desperdicio.
- Reducción de costes de inventariado.
- Permite concentrarse en la dirección estratégica.
- Empleados formados interdisciplinar mente.
- Reducción de ciclos temporales.
- Menor espacio y requerimientos de instalaciones.
- Alta calidad y fiabilidad.
- Menores costes generales.
- Reducción de tiempo de ciclo.
- Mayor vida de la maquinaria.
- Mayor calidad y eficiencia del trabajo.
- Flexibilidad para reaccionar ante los cambios mejorada.

➤ **Desventajas:**

- Costos de Implementación
- Tiempo de Implementación
- Resistencia al Cambio Cultural

3.4.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN:

Consideraciones, ver cuadro N° 3.3, cuadro N° 3.4 y cuadro N° 3.5.

Cuadro N° 3.3 Demanda promedio para un producto cualesquiera

Nro. Rup	DESCRIPCION	PRONOSTICO (UND)	PESO UNIT (Kg.)	PESO TOTAL (TN)
	DEMANDA PROM. MENSUAL	255,300		1,362.31 TN
	DEMANDA CUBIERTA	222,050		1,099.82 TN
	PROD "X" PROMEDIO	1,330	7.89	10.50 TN
25 ítems	DEMANDA INSATISFECHA	33,250		262.48 TN

ESTADO DE RESULTADOS – PROD CTE		
+ Ingresos		
- Costo de Producción		
- Costos de Administración		
- Costos de Ventas		
- Costos Financieros		
Utilidad antes de Impuestos		
- Impuestos (45%)		
Utilidad después de Impuestos		
+ Depreciación		
- Pago de Capital		
Flujo Neto de Efectivo		

Cuadro N° 3.4 Costos de Producción (Fuente: La empresa)

COSTOS DE PRODUCCION	\$/TN	
Materia Prima	\$ 649.17	90.10%
Otros Materiales	\$ 13.69	1.90%
Energía Eléctrica	\$ 6.92	0.96%
Agua	\$ 0.65	0.09%
Combustible	\$ 2.16	0.30%
Mano de Obra Directa	\$ 2.95	0.41%
Mano de Obra Indirecta	\$ 2.88	0.40%
Mantenimiento	\$ 27.02	3.75%
Control de Calidad	\$ 1.01	0.14%
Depreciación	\$ 14.05	1.95%
TOTAL	\$ 720.50	100.00%

- Los costos de Producción, fueron calculados de acuerdo al % general de la estructura de Costos de Planta, los cuales se han prorrateados a (\$/TN).
- En los Costos de Materia Prima, esta considerado la merma.

Cuadro N° 3.5 Estados de Resultados

ESTADO DE RESULTADOS – PROD CTE	\$/TN	%
+ Ingresos	\$ 1,000.00	
- Costo de Producción	\$ 720.50	85.0%
- Costos de Administración	\$ 25.43	3.0%
- Costos de Ventas	\$ 101.72	12.0%
- Costos Financieros		
Utilidad antes de Impuestos	\$ 152.35	
- Impuestos (45%)	\$ 68.56	
Utilidad después de Impuestos	\$ 83.79	
+ Depreciación	\$ 14.05	
- Pago de Capital		
Flujo Neto de Efectivo	\$ 97.84	

Fuente: La empresa

Impuestos de 45% en promedio: Impuesto sobre la renta 30%, 10% al 13% de reparto de utilidades a los trabajadores, 2% a 3% de impuesto al activo.

Actualmente se tiene un Flujo Neto de Efectivo Mensual de \$ 97.84 TN, el cual servirá como base referencial para calcular las utilidades generadas al cubrir las ventas de las 25 Rupturas.

Se Calculará para cada alternativa de Solución la Utilidad Anual Acumulada del 2004 al 2014.

La comparación de dichas utilidades ayudará a decidir por la mejor alternativa de solución.

▪ **3.4.2.1 COMERCIALIZAR PRODUCTOS**

3.4.2.1.1 Inversión Comercializar Productos

INVERSION	INVERSION	COSTO MENSUAL
-	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ -	\$ -

Fuente: La empresa

3.4.2.1.2 Estado de Resultados Comercializar Productos

ESTADO DE RESULTADOS - PRODCTE	\$/TN	%
+ Ingresos	\$ 1,000.00	
- Costo de Producción	\$ 950.00	98.0%
- Costos de Administración	\$ 4.85	0.5%
- Costos de Ventas	\$ 14.54	1.5%
- Costos Financieros		
Utilidad antes de Impuestos	\$ 30.61	
- Impuestos (45%)	\$ 13.78	
Utilidad después de Impuestos	\$ 16.84	
+ Depreciación	\$ 14.05	
- Pago de Capital		
Utilidad Mensual Neta (\$/TN)	\$ 30.89	

Nro de Rupturas = 25	262.48	TN
-----------------------------	---------------	-----------

Utilidad Mensual Neta	\$ 8,107.17	
------------------------------	--------------------	--

Flujo Neto de Efectivo Anual	\$ 97,286.04	
-------------------------------------	---------------------	--

Fuente: La empresa

▪ **3.4.2.2 MAQUILA DE PRODUCTOS (OUTSOURCING)**

3.4.2.2.1 Inversión Maquila de Productos

INVERSION	INVERSION	COSTO MENSUAL
Contratación de Supervisor	\$ -	\$ 500.00
TOTAL	\$ -	\$ 500.00

Fuente: La empresa

3.4.2.2.2 Estado de Resultados Maquila de Productos

ESTADO DE RESULTADOS - PROD CTE	\$/TN	%
+ Ingresos	\$ 1,000.00	
- Costo de Producción	\$ 901.08	98.0%
Materia Prima	\$ 649.17	
Maquila	\$ 250.00	
Mano de Obra Indirecta	\$ 1.90	
- Costos de Administración	\$ 4.60	0.5%
- Costos de Ventas	\$ 13.79	1.5%
- Costos Financieros		
Utilidad antes de Impuestos	\$ 80.54	
- Impuestos (45%)	\$ 36.24	
Utilidad después de Impuestos	\$ 44.29	
+ Depreciación	\$ 14.05	
- Pago de Capital		
Utilidad Mensual Neta (\$/TN)	\$ 58.34	

Nro de Rupturas = 25	262.48	TN
-----------------------------	---------------	-----------

Utilidad Mensual Neta	\$ 15,314.34	
------------------------------	---------------------	--

Flujo Neto de Efectivo Anual	\$ 183,772.09	
-------------------------------------	----------------------	--

Fuente: La empresa

- **3.4.2.3 AUMENTO DE CAPACIDAD INSTALADA DE PLANTA:**

3.4.2.3.1 Inversión Compra de Maquina

INVERSIÓN	INVERSION	COSTO MENSUAL
Maquina 3KU	\$ 800,000	\$ -
Contratación de Personal	\$ -	\$ 400.00
TOTAL	\$ 800,000	\$ 400.00

Fuente: La empresa

Total de Inversión:

P = \$ 800,000

n = 5 años

TRMA = 3% (inflación)+15% (riesgo)+0.03x0.15 = 18.5% anual

$$R = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] \quad R = \$ 258,434.6 \text{ Anuales}$$

3.4.2.3.2 Servicio a la Deuda Compra de Maquina

El monto de la Inversión es Financiado al 18.5% Anual

AÑO	INTERESES	PAGO CAPITAL	PAGO ANUAL	DEUDA
0				800,000.0
1	147,600.0	110,834.6	258,434.6	689,165.4
2	127,151.0	131,283.6	258,434.6	557,881.8
3	102,929.2	155,505.4	258,434.6	402,376.5
4	74,238.5	184,196.1	258,434.6	218,180.3
5	40,254.3	218,180.3	258,434.6	-

Fuente: La empresa

3.4.2.3.3 Estado de Resultados Compra de Maquina

ESTADO DE RESULTADOS - PROD CTE	\$/TN	%
+ Ingresos	\$ 1,000.00	
- Costo de Producción	\$ 722.02	98.0%
- Costos de Administración	\$ 25.48	0.5%
- Costos de Ventas	\$ 101.93	1.5%
- Costos Financieros	A	
Utilidad antes de Impuestos		
- Impuestos (45%)		
Utilidad después de Impuestos		
+ Depreciación	\$ 14.08	
- Pago de Capital	B	
Utilidad Mensual Neta (\$/TN)		
Nro de Rupturas = 25	262.48	TN
Utilidad Mensual Neta		

Fuente: La empresa

La Utilidad Anual varía de acuerdo a los valores A y B que se obtienen del cuadro: Servicio a la Deuda Compra de Maquina.

▪ **3.4.2.4 REDISEÑO DEL PLANEAMIENTO Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN**

3.4.2.4.1 Inversión Lean Manufacturing

INVERSIÓN	INVERSION	COSTO MENSUAL
1. INTRODUCCION A LEAN MANUFACTURING		
1.1 Capacitación Lean Manufacturing	\$ 1,000.00	
1.2 Contratación de 02 Practicantes		\$ 500.00
2. MEJORA CONTINUA – KAIZEN		
2.1 Proyecto 5 S	\$ 500.00	
2.2 Jornada L – J		\$ 1,000.00
2.3 Proyecto SMED		
2.3.1 Capacitación SMED	\$ 500.00	
2.3.2 Equipos y Herramientas SMED	\$ 5,000.00	
2.4 Programa de Mantenimiento		
2.4.1 Capacitación	\$ 500.00	
2.4.3 Técnicos EE y ME		\$ 400.00
2.4.4 Stock repuestos	\$ 15,000.00	
2.4.5 Pañol de Rodillos		
2.4.5.1 Operario		\$ 200.00
2.4.5.2 Equipos y Herramientas	\$ 1,000.00	
2.4.5.3 Construcción	\$ 1,000.00	
2.4.6 Utillaje	\$ 50,000.00	
2.5 Mejora de Procesos		
2.5.1 MAC 250	\$ 50,000.00	
2.5.1.1 Mantenimiento MAC 250		\$ 100.00
2.5.2 SCADA 1.0	\$ 20,000.00	
2.5.2.1 Mantenimiento SCADA 1.0		\$ 50.00
2.5.3 Alarma MP	\$ 200.00	
2.5.4 Corte por Encoger	\$ 5,000.00	
2.5.5 Sistema Andon	\$ 500.00	
3. MOTIVACIÓN		
3.1 Sistema de Incentivos		\$ 10,000.00
TOTAL	\$ 150,200.00	\$ 12,250.00

Fuente: La empresa

Total de Inversión:

P = \$ 150,200.00

n = 5 años

TRMA = 3% (inflación)+15% (riesgo)+0.03x0.15 = 18.5% anual

$$R = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

R = \$ 48,521.1 Anuales

3.4.2.4.2 Servicio a la Deuda Lean Manufacturing

El monto de la Inversión es Financiado al 18.5% Anual

AÑO	INTERESES	PAGO CAPITAL	PAGO ANUAL	DEUDA
0				150,200.0
1	27,711.9	20,809.2	48,521.1	129,390.8
2	23,872.6	24,648.5	48,521.1	104,742.3
3	19,325.0	29,196.1	48,521.1	75,546.2
4	13,938.3	34,582.8	48,521.1	40,963.4
5	7,557.7	40,963.4	48,521.1	-

Fuente: La empresa

3.4.2.4.3 Costos de Producción Lean Manufacturing:

Los Costos de Producción incrementan en general, por efecto de la inversión

COSTOS DE PRODUCCION	\$/TN	
Materia Prima	\$ 649.17	89.70%
Otros Materiales	\$ 13.69	1.89%
Energía Eléctrica	\$ 6.92	0.96%
Agua	\$ 0.65	0.09%
Combustible	\$ 2.16	0.30%
Mano de Obra Directa	\$ 11.27	1.56%
Mano de Obra Indirecta	\$ 2.88	0.40%
Mantenimiento	\$ 21.92	3.03%
Control de Calidad	\$ 1.01	0.14%
Depreciación	\$ 14.05	1.94%
TOTAL	\$ 723.72	100.00%

Fuente: La empresa

3.4.2.4.4 Otros Ingresos Lean Manufacturing:

Se espera un Disminución del % Merma de 4.38% a 3.00 % y un incremento en la Productividad de 0.31 TN/HH a 0.51 TN/HH, en los próximos 10 años

AÑO	Δ Merma	(\$) Merma	Δ PROD	(\$) PROD
2004	0.138%	1,880.0	0.020	901.4
2005	0.276%	3,760.0	0.040	1,802.7
2006	0.414%	5,639.9	0.060	2,704.1
2007	0.552%	7,519.9	0.080	3,605.4
2008	0.690%	9,399.9	0.100	4,506.8
2009	0.828%	11,279.9	0.120	5,408.1
2010	0.966%	13,159.9	0.140	6,309.5
2011	1.104%	15,039.9	0.160	7,210.8
2012	1.242%	16,919.8	0.180	8,112.2
2013	1.380%	18,799.8	0.200	9,013.5

Fuente: La empresa

3.4.2.4.5 Estado de Resultados Lean Manufacturing

ESTADO DE RESULTADOS - PROD CTE	\$/TN	%
+ Ingresos		
Ventas	\$ 1,000.00	
Disminución de Merma	A	
Incremento de Productividad	B	
- Costo de Producción	\$ 723.72	98.0%
- Costos de Administración	\$ 25.48	0.5%
- Costos de Ventas	\$ 101.93	1.5%
- Costos Financieros	C	
Utilidad antes de Impuestos		
- Impuestos (45%)		
Utilidad después de Impuestos		
+ Depreciación	\$ 14.05	
- Pago de Capital	D	
Utilidad Mensual Neta (\$/TN)		

Nro de Rupturas = 25	262.48	TN
----------------------	--------	----

Utilidad Mensual Neta		
-----------------------	--	--

Fuente: La empresa

La Utilidad Anual varía de acuerdo a los valores A, B, C y D que se obtienen de la Tabla de Servicio a la Deuda y Otros Ingresos.

▪ **3.4.2.5 ESTADOS DE RESULTADOS (Miles \$)**

3.4.2.5.1 Comercializar Productos

ESTADO DE RESULTADOS	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
+ Ingresos	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8
- Costo de Producción	2,992.3	2,992.3	2,992.3	2,992.3	2,992.3	2,992.3	2,992.3	2,992.3	2,992.3	2,992.3
- Costos de Administración	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
- Costos de Ventas	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8
- Costos Financieros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UAI	96.4									
- Impuestos (45%)	43.4	43.4	43.4	43.4	43.4	43.4	43.4	43.4	43.4	43.4
UDI	53.0									
+ Depreciación	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3
- Pago de Capital										
Flujo Neto de Efectivo	97.29									

FNE Acumulado	97.29	194.57	291.86	389.14	486.43	583.72	681.00	778.29	875.57	972.86
----------------------	--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Fuente: Elaboración Propia

3.4.2.5.2 Maquila de Productos (Outsourcing)

ESTADO DE RESULTADOS	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
+ Ingresos	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8
- Costo de Producción	2,838.2	2,838.2	2,838.2	2,838.2	2,838.2	2,838.2	2,838.2	2,838.2	2,838.2	2,838.2
Materia Prima	2,044.8	2,044.8	2,044.8	2,044.8	2,044.8	2,044.8	2,044.8	2,044.8	2,044.8	2,044.8
Maquila	787.4	787.4	787.4	787.4	787.4	787.4	787.4	787.4	787.4	787.4
Mano de Obra Indirecta	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
- Costos de Administración	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
- Costos de Ventas	43.4	43.4	43.4	43.4	43.4	43.4	43.4	43.4	43.4	43.4
- Costos Financieros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UAI	253.7									
- Impuestos (45%)	114.2	114.2	114.2	114.2	114.2	114.2	114.2	114.2	114.2	114.2
UDI	139.5									
+ Depreciación	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3
- Pago de Capital										
Flujo Neto de Efectivo	183.77									

FNE Acumulado	183.77	367.54	551.32	735.09	918.86	1,102.63	1,286.40	1,470.18	1,653.95	1,837.72
----------------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Fuente: Elaboración Propia

3.4.2.5.3 Aumento de Capacidad Instalada de Planta:

ESTADO DE RESULTADOS	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
+ Ingresos	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8
- Costo de Producción	2,274.2	2,274.2	2,274.2	2,274.2	2,274.2	2,274.2	2,274.2	2,274.2	2,274.2	2,274.2
- Costos de Administración	80.3	80.3	80.3	80.3	80.3	80.3	80.3	80.3	80.3	80.3
- Costos de Ventas	321.1	321.1	321.1	321.1	321.1	321.1	321.1	321.1	321.1	321.1
- Costos Financieros	147.6	127.2	102.9	74.2	40.3	-	-	-	-	-
UAI	326.6	347.1	371.3	400.0	434.0	474.2	474.2	474.2	474.2	474.2
- Impuestos (45%)	147.0	156.2	167.1	180.0	195.3	213.4	213.4	213.4	213.4	213.4
UDI	179.6	190.9	204.2	220.0	238.7	260.8	260.8	260.8	260.8	260.8
+ Depreciación	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3
- Pago de Capital	110.8	131.3	155.5	184.2	218.2	-	-	-	-	-
Flujo Neto de Efectivo	113.16	103.96	93.06	80.15	64.86	305.18	305.18	305.18	305.18	305.18

FNE Acumulado	113.16	217.12	310.18	390.33	455.18	760.36	1,065.53	1,370.71	1,675.89	1,981.06
----------------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Fuente: Elaboración Propia

3.4.2.5.4 Rediseño del Planeamiento y Control de la Producción

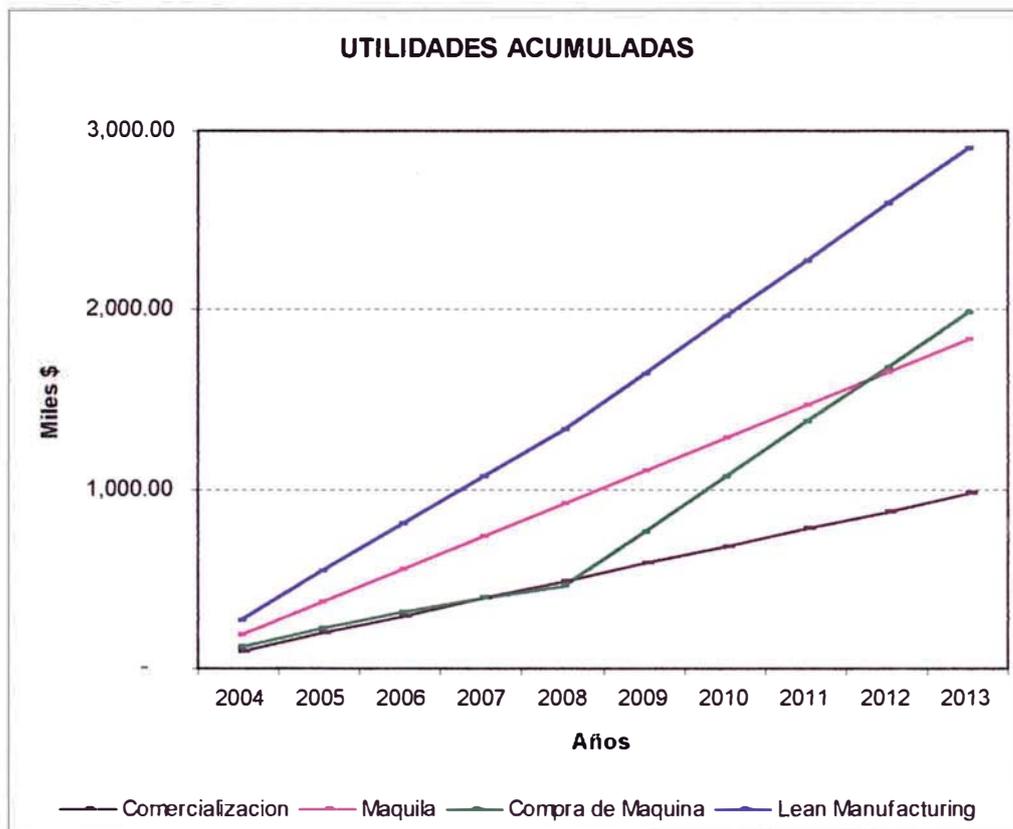
ESTADO DE RESULTADOS	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
+ Ingresos Ventas	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8	3,149.8
+ Ingresos Merma	1.9	3.8	5.6	7.5	9.4	11.3	13.2	15.0	16.9	18.8
+ Ingresos Productividad	0.9	1.8	2.7	3.6	4.5	5.4	6.3	7.2	8.1	9.0
- Costo de Producción	2,279.6	2,279.6	2,279.6	2,279.6	2,279.6	2,279.6	2,279.6	2,279.6	2,279.6	2,279.6
- Costos de Administración	80.5	80.5	80.5	80.5	80.5	80.5	80.5	80.5	80.5	80.5
- Costos de Ventas	321.8	321.8	321.8	321.8	321.8	321.8	321.8	321.8	321.8	321.8
- Costos Financieros	27.7	23.9	19.3	13.9	7.6	-	-	-	-	-
UAI	443.0	449.6	457.0	465.1	474.3	484.6	487.4	490.2	493.0	495.8
- Impuestos (45%)	199.4	202.3	205.6	209.3	213.4	218.1	219.3	220.6	221.8	223.1
UDI	243.7	247.3	251.3	255.8	260.9	266.6	268.1	269.6	271.1	272.7
+ Depreciación	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3
- Pago de Capital	20.8	24.6	29.2	34.6	41.0	-	-	-	-	-
Flujo Neto de Efectivo	267.11	266.91	266.40	265.50	264.16	310.81	312.34	313.87	315.40	316.93

FNE Acumulado	267.11	534.02	800.42	1,065.92	1,330.08	1,640.89	1,953.23	2,267.10	2,582.50	2,899.43
----------------------	---------------	---------------	---------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Fuente: Elaboración Propia

3.4.2.5.5 Utilidades Acumuladas

Cuadro N° 3.6: Grafico Comparativo Utilidades Acumuladas:



Fuente: Elaboración Propia

El cuadro N° 3.6: nos muestra que la alternativa que genera mayor Utilidad Acumulada en los próximos 10 años a partir del año 2004 es "Rediseño del Planeamiento y Control de la Producción".

3.4.3 MATRIZ DE DECISIÓN.

La Matriz de Decisión evalúa en forma conjunta y con los mismos parámetros, las alternativas de solución anteriormente analizadas, teniendo como criterios básicos de calificación las estrategias y objetivos de la empresa.

Cuadro N° 3.7: Matriz de Decisión

OBJETIVOS	Peso	ALTERNATIVAS			
		Comercializar Productos	Outsorsing	Rediseñar PCP	Compra de Nueva Maquina
Stock Disponible	10	10	10	10	10
Calidad del Producto	10	7	7	10	10
Aumento de Eficiencia	8	0	0	8	4
Reducción de Detenciones	8	0	0	8	4
Tiempo de Implementación	5	10	9	1	3
Beneficio / Costo	10	1	2	3	2
PONDERACIÓN		230	235	363	299

Escala de Ponderación (0 - 10)

Fuente: Elaboración Propia

El cuadro N° 3.7 nos muestra los criterios y resultados de la Matriz de decisión, en el cual se observa que la mejor decisión es la alternativa de **“Rediseñar el Planeamiento y Control de la Producción, basado en Lean Manufacturing”**.

CAPÍTULO IV

PROYECTO “LEAN MANUFACTURING”

4.1 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

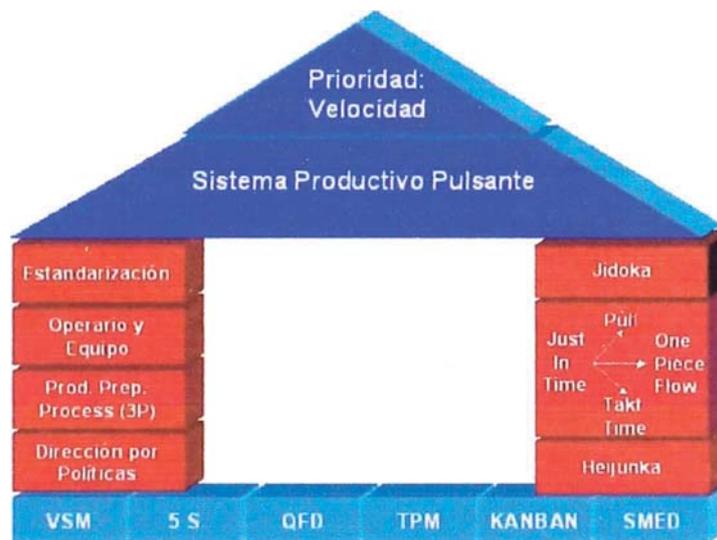
“Lean Manufacturing” es un Proyecto que Tubos y Perfiles Metálicos. S.A. Decidió implementar a partir de Enero del 2004 con el objetivo principal de reducir el nro. de rupturas de stock's de PT, así como también, aumentar la Productividad y la eficiencia en todos sus procesos productivos, a su vez alinear todos sus procesos hacia la satisfacción total de sus clientes. Este Proyecto se llevará a cabo en varias fases y tendrá una duración de 1 año, después de los cuales se espera un incremento en los índices de gestión de la Producción.

Su implantación va a suponer la incorporación de indicadores en la gestión de Producción para medir la evolución y efectividad de las Estrategias adoptadas, lo cual implica no sólo una nueva forma de gestión, sino también un cambio en la cultura organizacional.

4.2 FILOSOFIA DEL PROYECTO

El proyecto "Len Manufacturing" se basa en 3 Principios y se desarrolla sobre una base y pilares, graficados en el cuadro N° 4.1:

Cuadro N° 4.1: Edificio Lean Manufacturing



FUENTE: J. Womack D. Jones "LEAN THINKING", SIMON & SCHUSTER, 1996.

1. La creación de un Sistema de Producción pulsante con el Mercado en el que se reduzcan los lotes de producción por el aumento de flexibilidad de la cadena logística.
2. El redescubrimiento del producto y de los flujos de valor que van asociados a él (flujos de información, de materiales, de calidad, etc.) para Eliminar sistemáticamente el Muda (desperdicio) que se esconde en ellos.
3. Por último la actuación inmediata sobre las oportunidades de mejora, en un enfoque eminentemente práctico y operativo.

4.3 ESTRATEGIAS ADOPTADAS

De acuerdo a los 3 principios y desarrollados en las bases y pilares establecidos se han implementado estrategias orientadas al objetivo del Proyecto. Estas estrategias de mejora se detallan a continuación.

4.3.1 ESTRATEGIAS ORIENTADAS A MEJORAR EL PLANEAMIENTO DE LA PRODUCCION

1er Principio Lean Manufacturing.

La creación de un sistema de producción pulsante con el mercado en el que se reduzcan los lotes de producción por el aumento de flexibilidad de la cadena logística.

4.3.1.1 PRODUCCIÓN NIVELADA (HEIJUNKA):

De acuerdo a esta herramienta, debemos nivelar (hacer llano) las demandas de producción, es decir eliminar la variabilidad en los pronósticos o demanda de los productos y adaptar la producción a esta demanda.

En base a lo descrito haremos lo siguiente:

Debido a la cantidad y variedad de productos que se fabrican, se debe seleccionar únicamente los productos cuya demanda sea casi uniforme, esto lo hacemos mediante un escategrama.

A. ESCATEGRAMA:

El análisis del escategrama es realizado con la finalidad de optimizar el mix de productos que se ofrece a los clientes y a su vez tratar de optimizar la producción, en productos rentables.

Técnica que permite, observar la variabilidad con respecto al margen de utilidad obtenida de cada producto, los separa en cuatro cuadrantes.

Se define lo siguiente:

Variabilidad: desviación estándar de la demanda entre el promedio, en un periodo mínimo de 6 meses. $Variabilidad = \delta / x_i$

Productos del primer cuadrante (I-C): son aquellos productos de alta variabilidad y baja utilidad.

Productos del segundo cuadrante (II-C): son aquellos productos de baja variabilidad y baja utilidad.

Productos del tercer cuadrante (III-C): son aquellos productos de baja variabilidad y alta utilidad.

Productos del cuarto cuadrante (IV-C): son aquellos productos de alta variabilidad y alta utilidad.

El Escategrama Se realiza Trimestralmente, para corregir diversas variaciones que pudiera ocurrir.

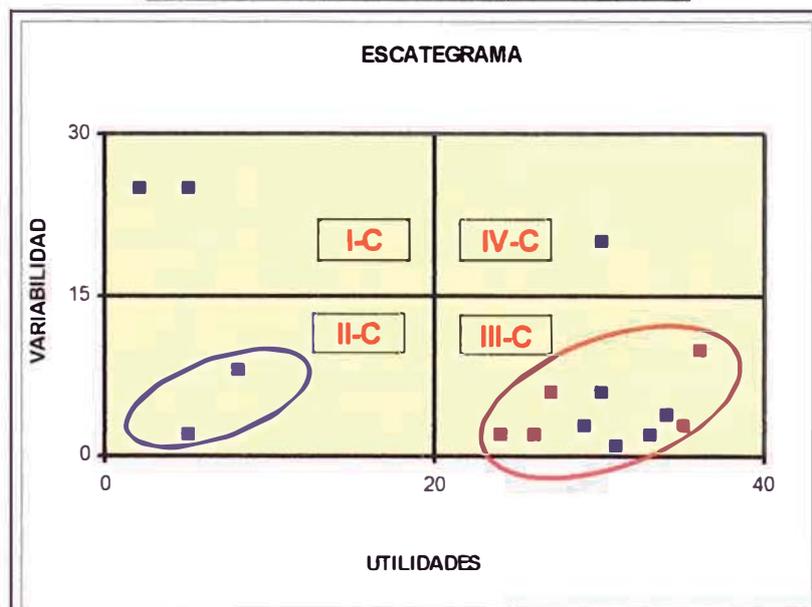
Por lo tanto solo utilizaremos los productos del “tercer cuadrante (III-C)” y los del “segundo cuadrante (II-C)”, como productos a controlar (pronosticar y fabricar), los productos de los otros dos cuadrantes se fabricara bajo pedido especial del cliente.

Ejemplo:

Se tienen los siguientes productos ver cuadro N° 4.2:

Cuadro N° 4.2: Escategrama

PRODUCTOS	UTILIDAD (U\$\$)	VARIABILIDAD (S)
A	35	3
B	33	2
C	29	3
D	8	8
E	36	10
F	5	25
G	30	20
H	2	25
I	5	2
J	27	6
K	34	4
L	26	2
M	31	1
N	24	2
O	30	6



Fuente: Elaboración Propia

B. PRONÓSTICOS (III-C Y II-C):

Se realizan los pronósticos únicamente de los productos del **III-C** y **II-C**.

Los pronósticos son cuanti-cualitativos, primero se realizan con técnicas como **promedio móvil ponderado**, utilizando como base móvil los últimos 6 meses, también se usan técnicas de regresión, etc. después pasan a revisión de los expertos de ventas, que a criterio y experiencia (que no se pueden contemplar matemáticamente) ajustan los pronósticos.

C. SECUENCIA DE PRODUCCIÓN (PROGRAMACIÓN CAÓTICA):

La secuencia de producción esta en función a un ratio, llamado **“Ratio de Stock”**

$$RATIO_STOCK = \frac{STOCK_DISPONIBLE}{PRONOSTICO_VENTA}$$

Para cada producto se calcula el ratio de stock, ordenando los productos de menor a mayor ratio, teniendo en cuenta también que se debe agrupar en lo posible los productos en familias, para optimizar la eficiencia y productividad de la producción.

Este tipo de programación se le denomina caótico, debido a que es muy cambiante, es decir podemos tener una secuencia establecida por tiempos muy cortos.

La secuencia depende del ratio de stock y este varía de acuerdo a las ventas (stock disponible), este tipo de programación permite observar los flujos de stock, su agotamiento y programar su fabricación para su reposición.

Todo proceso debe ser medido con indicadores, y para este proceso se tiene.

Rupturas de stock = nro Prom. de rupturas (*tiempo*) de PT

El indicador se analiza en forma diaria, y en tiempo real, pero a manera de información, se presenta un promedio en un "tiempo" establecido ya que se puede medir diariamente, semanalmente, mensualmente, etc.

En este caso se registra diariamente, pero se presentara promedio mensual.

Ejemplo:

Se programan los siguientes productos, ver cuadro N° 4.3:

La Familia RD 7/8 – CD ¾ y RD 2 – CD 40

Paso 1: Obtener los Stock's a la Fecha.

Paso 2: Calculo del Ratio de Stock = Stock Actual/ Req. Venta

Paso 3: Productos con Ratio <1 (Se Fabrican), Ratio > 1 (No se Fabrica)

Paso 4: Agrupar las Familias Ordenando cada producto de acuerdo al Ratio de Stock y a su vez las familias de acuerdo a Nro. de Rupturas por familia. (En algunos casos el Área de Ventas puede indicar las prioridades de las Familias, de acuerdo a Ventas comprometidas)

PROGRAMACION DE LA PRODUCCIÓN "PROGRAMACION CAÒTICA"

Cuadro N° 4.3: Ejemplo Programa de Producción MAY 2005 Ver 0A

PROGRAMA DE PRODUCCION													
FECHA STOCK		02-05-05 6:00 AM		MES:		MAY 2005		02-05-05 10:00 AM		FM 7-1-70			
HORAS/DIA		23.0		MAQ:		2KU		FS-LAF = 30%		REV 04/08-06-04			
				VER:		0A - CAOT		FS-LAC = 30%		PROD - III C			
								PROD - II C					
N°	COD	DESCRIPCION	STOCK	PROGR PROD	CANT PROD		PROD REAL	PROD FALT	FECHA FIN		% DUR OPER	REQ VTAS	RATIO
					REAL	PNC			FECHM	HOR			
			Unidad		Unidad	Unidad	TN	TN			hr PE / CL	Unidad	
1	020158	RD 7/8X0.80X6.00 LAF	-	7,800	-	-	-	19.7	04-may	2:09 AM	87.5%	6,000	0.0
2	020390	RD 7/8X0.75X6.00 LAF	-	7,800	-	-	-	18.6	05-may	6:00 PM	87.5%	6,000	0.0
3	020387	RD 7/8X0.60X4.90 LAF	1,050	1,785	-	-	-	2.7	05-may	9:07 PM	87.5%	2,000	0.5
4	020114	RD 7/8X1.00X6.00 LAF	620	520	-	-	-	1.6	05-may	10:33 PM	87.5%	800	0.8
5	020392	CD 3/4X0.75X6.00 LAF	-	1,950	-	-	-	5.0	09-may	6:28 AM	82.8%	1,500	0.0
6	020403	CD 3/4X0.90X6.00 LAF	50	4,550	-	-	-	13.7	09-may	3:50 PM	82.8%	3,500	0.0
7	021392	CD 3/4X0.60X6.00 LAF	1,100	2,775	-	-	-	5.7	09-may	9:36 PM	82.8%	2,500	0.4
8	020448	CD 3/4X0.80X6.00 LAF	1,600	1,515	-	-	-	4.1	10-may	0:57 AM	82.8%	2,000	0.8
9	020424	CD 3/4X1.50X6.00 LAF	77	1,350	-	-	-	6.3	10-may	3:50 AM	82.8%	1,000	0.1
10	020130	RD 2X1.20X6.00 LAF	73	1,560	-	-	-	13.3	10-may	11:31 AM	56.3%	1,200	0.1
11	020120	RD 2X1.00X6.00 LAF	20	130	-	-	-	0.9	10-may	12:00 PM	56.3%	100	0.2
12	020140	RD 2X1.50X6.00 LAF	551	715	-	-	-	7.7	10-may	1:55 PM	56.3%	800	0.7
13	021110	RD 2X0.80X6.00 LAF	900	685	-	-	-	4.1	10-may	3:36 PM	56.3%	1,000	0.9
14	020438	CD 40X2.00X6.00 LAF	120	520	-	-	-	7.9	10-may	6:57 PM	51.6%	400	0.3
15	020956	CD 40X2.00X6.00 LAC	80	240	-	-	-	3.5	10-may	7:55 PM	51.6%	200	0.4
16	020104	RD 7/8X0.90X6.00 LAF	5,500	-	-	-	-	-	10-may	7:55 PM	-	5,000	1.1
17	020124	RD 7/8X1.20X6.00 LAF	2,600	-	-	-	-	-	10-may	7:55 PM	-	2,000	1.3
18	020134	RD 7/8X1.50X6.00 LAF	1,053	-	-	-	-	-	10-may	7:55 PM	-	800	1.3
19	021395	CD 3/4X0.70X6.00 LAF	3,150	-	-	-	-	-	10-may	7:55 PM	-	3,000	1.1
20	020417	CD 3/4X1.20X6.00 LAF	1,200	-	-	-	-	-	10-may	7:55 PM	-	1,000	1.2
21	020410	CD 3/4X1.00X6.00 LAF	750	-	-	-	-	-	10-may	7:55 PM	-	600	1.3
22	020431	CD 3/4X2.00X6.00 LAF	300	-	-	-	-	-	10-may	7:55 PM	-	200	1.5
23	020988	TRAMPILLA 30X16X2.00X6.00 LAC	850	-	-	-	-	-	10-may	7:55 PM	-	600	1.4
24	020110	RD 2X0.90X6.00 LAF	760	-	-	-	-	-	10-may	7:55 PM	-	700	1.1
25	020150	RD 2X2.00X6.00 LAF	280	-	-	-	-	-	10-may	7:55 PM	-	200	1.4
26	0												
27	0												
28	0												
29	0												
30	0												
TOTAL			22,684	33,845	-	-	0.0	114.6				43,100	

Nro Rupturas	4	Tot Prod	114.6 TN	Nro Rupturas MK1	-
% PNC 2KU	0.00%	Pu Prom	3.4 Kg/tub	Nro Rupturas MK2	-
% PNC TOTAL	0.00%	Stock LAF	80.4 TN	Nro Rupturas 2KU	4
		Stock LAC	7.0 TN	Nro Rupturas P254	-
				Nro Rupturas T251	-
				Nro Rupturas P2	-
TOTAL RUPTURAS				4	

Fuente: Elaboración Propia

• **DEFINICIONES**

I) **PROG PROD:** Req. Ventas – Stock Fecha de Prod + Stock Seguridad

Stock Fecha de Prod. = Stock Actual – Agotamiento

Agotamiento = (Fecha de Prod - Fecha Stock Actual)*(Req. Ventas / 30)

** Se asume 30 días - mes.

Stock Seguridad = Req. de Venta * (FS = 30%)

II) **FECHA FIN:** Fecha de Inicio + Tiempo de Producción * (1 / Eficiencia Máq.)

Tiempo de Producción = T (Cambio de Línea) + T (estándar de Producción)

III) **% DUR OPER:** T (estándar de Producción) / T (cambio de Línea)

• **CONSIDERACIONES:**

1. Se programa a 2 turnos de 12 horas.
2. El programa esta actualizado al 02-05-05 6.00 AM fecha en que empieza la producción.
3. Actualizaremos al 03-05-05 6.00 PM y observaremos las variaciones, ver cuadro N° 4.4.

Cuadro N° 4.4: Ejemplo Actualización Programa Producción MAY 2005 Ver 0A

03-05-05 6 35 AM FM 7-1-70
REV 04/08-06-D4

PROGRAMA DE PRODUCCION

FECHA STOCK 03-05-05 6 30 PM MES: **MAY 2005**
HORAS/DIA 23.0 MAQ: **2KU** FS-LAF = 30% PROD - III C
VER: **0A - CAOT** FS-LAC = 30% PROD - II C

N°	COD	DESCRIPCION	STOCK	PROGR	CANT PROD		PROD	PROD FALT	FECHA FIN		% DUR OPER	REQ	RATIO
			Unidad	PROD	REAL	PNC	REAL		TN	FECHM		HOR	
1	020158	RD 7/8X0 80X6.00 LAF	7,850	-	7,850	-	19.8	-	02-may	11:00 PM	79.2%	6,000	1.3
2	020390	RD 7/8X0 75X6.00 LAF	7,820	-	7,820	-	18.6	-	03-may	10:00 AM	72.1%	6,000	1.3
3	020387	RD 7/8X0 60X4.90 LAF	2,840	-	1,790	-	2.7	-	03-may	6:00 PM	72.1%	2,000	1.4
4	020114	RD 7/8X1.00X6.00 LAF	620	420	-	-	-	1.3	03-may	7:12 PM	79.2%	800	0.8
5	020392	CD 3/4X0 75X6.00 LAF	-	1,950	-	-	-	5.0	04-may	3:07 AM	72.1%	1,500	0.0
6	020403	CD 3/4X0 90X6.00 LAF	50	4,545	-	-	-	13.6	04-may	12:28 PM	72.1%	3,500	0.0
7	021392	CD 3/4X0 60X6.00 LAF	1,100	2,215	-	-	-	4.5	04-may	5:16 PM	72.1%	2,500	0.4
8	020446	CD 3/4X0 80X6.00 LAF	1,600	1,065	-	-	-	2.9	04-may	7:40 PM	72.1%	2,000	0.8
9	020424	CD 3/4X1.50X6.00 LAF	77	1,280	-	-	-	6.1	04-may	10:33 PM	72.1%	1,000	0.1
10	020130	RD 2X1.20X6.00 LAF	73	1,535	-	-	-	13.0	05-may	6:14 AM	55.6%	1,200	0.1
11	020120	RD 2X1.00X6.00 LAF	20	120	-	-	-	0.9	05-may	6:43 AM	55.6%	100	0.2
12	020140	RD 2X1.50X6.00 LAF	551	530	-	-	-	5.7	05-may	6:09 AM	55.6%	800	0.7
13	021110	RD 2X0 80X6.00 LAF	500	855	-	-	-	5.1	05-may	10:04 AM	55.6%	1,000	0.5
14	020438	CD 40X2.00X6.00 LAF	-	520	-	-	-	7.9	05-may	1:26 PM	51.6%	400	0.0
15	020956	CD 40X2.00X6.00 LAC	40	235	-	-	-	3.4	05-may	2:24 PM	51.6%	200	0.2
16	020104	RD 7/8X0 90X6.00 LAF	5,500	-	-	-	-	-	05-may	2:24 PM	79.2%	5,000	1.1
17	020124	RD 7/8X1.20X6.00 LAF	2,600	-	-	-	-	-	05-may	2:24 PM	79.2%	2,000	1.3
18	020134	RD 7/8X1.50X6.00 LAF	553	540	-	-	-	2.6	05-may	8:09 PM	79.2%	800	0.7
19	021395	CD 3/4X0 70X6.00 LAF	3,150	-	-	-	-	-	05-may	8:09 PM	72.1%	3,000	1.1
20	020417	CD 3/4X1.20X6.00 LAF	700	675	-	-	-	2.6	09-may	1:40 AM	72.1%	1,000	0.7
21	020410	CD 3/4X1.00X6.00 LAF	750	-	-	-	-	-	09-may	1:40 AM	-	600	1.3
22	020431	CD 3/4X2.00X6.00 LAF	300	-	-	-	-	-	09-may	1:40 AM	-	200	1.5
23	020988	TRAMPILLA 30X16X2.00X6.00 LAC	850	-	-	-	-	-	09-may	1:40 AM	-	600	1.4
24	020110	RD 2X0 90X6.00 LAF	760	-	-	-	-	-	09-may	1:40 AM	-	700	1.1
25	020150	RD 2X2.00X6.00 LAF	280	-	-	-	-	-	09-may	1:40 AM	-	200	1.4
26	0												
27	0												
28	0												
29	0												
30	0												
TOTAL			38,584	16,465	17,460	-	41.1	74.6				43,100	

Nro Rupturas	3
% PNC 2KU	0.00%
% PNC TOTAL	0.00%

Tot Prod	115.7 TN
Pu Prom	3.4 Kg/tubo
Stock LAF	113.0 TN
Stock LAC	6.4 TN

Nro Rupturas MK1	-
Nro Rupturas MK2	-
Nro Rupturas 2KU	3
Nro Rupturas P254	-
Nro Rupturas T251	-
Nro Rupturas P2	-
TOTAL RUPTURAS	3

Fuente: Elaboración Propia

4. Se observa varios cambios, los cuales serán tratados con los mismos pasos anteriormente descritos,
 5. Se realiza un pedido especial CD 40 x 2.5 x 6.0 LAC 1500 Tubos
- Es un producto especial debe Contemplarse en el I-C o IV-C, el programa no le considera el Ratio, ya que no es un producto a Controlar.

6. Al realizar los cambios y actualizar el Programa este se transforma en una nueva versión en este caso pasa a ser la VER 1A-CAOT, ver Cuadro N° 4.5:

Cuadro N° 4.5: Ejemplo Programa de Producción MAY 2005 Ver 1A

03-05-05 6:05 PM FM 7-1-70
REV 04/ 08-06-04

PROGRAMA DE PRODUCCION

FECHA STOCK 03-05-05 6:05 PM
HORAS/DI A 23.0

MES: MAY 2005
MAQ: 2KU
VER: 1A - CAOT

FS-LAF = 30% PROD - III C
FS-LAC = 30% PROD - II C

N°	COD	DESCRIPCION	STOCK	PROGR PROD	CANT PROD		PROD REAL	PROD FALT	FECHA FIN		% DUR OPER	REQ VTAS	RATIO
					REAL	PNC			FECHM	HOR			
			Unidad		Unidad	Unidad	TN	TN		hr PE / CL	Unidad		
1	020158	RD 7/8X0.80X6.00 LAF	7,850	-	7,850	-	19.8	-	02-may	11:00 PM		6,000	1.3
2	020390	RD 7/8X0.75X6.00 LAF	7,820	-	7,820	-	18.6	-	03-may	10:00 AM		6,000	1.3
3	020387	RD 7/8X0.60X4.90 LAF	2,840	-	1,790	-	2.7	-	03-may	6:00 PM		2,000	1.4
4	020134	RD 7/8X1.50X6.00 LAF	553	490	-	-	-	2.3	03-may	7:12 PM	87.4%	800	0.7
5	020114	RD 7/8X1.00X6.00 LAF	620	425	-	-	-	1.3	03-may	8:24 PM	87.4%	800	0.8
6	020392	CD 3/4X0.75X6.00 LAF	-	1,950	-	-	-	5.0	04-may	4:19 AM	81.6%	1,500	0.0
7	020403	CD 3/4X0.90X6.00 LAF	50	4,550	-	-	-	13.7	04-may	1:40 PM	81.6%	3,500	0.0
8	020424	CD 3/4X1.50X6.00 LAF	77	1,255	-	-	-	6.1	04-may	4:33 PM	81.6%	1,000	0.1
9	021392	CD 3/4X0.60X6.00 LAF	1,100	2,230	-	-	-	4.5	04-may	9:21 PM	81.6%	2,500	0.4
10	020417	CD 3/4X1.20X6.00 LAF	700	640	-	-	-	2.4	04-may	10:48 PM	81.6%	1,000	0.7
11	020446	CD 3/4X0.80X6.00 LAF	1,600	1,085	-	-	-	3.0	05-may	1:12 AM	81.6%	2,000	0.8
12	020986	CD 40X2.50X6.00 LAC	-	1,500	-	-	-	25.2	09-may	1:40 PM	54.0%	1,500	
13	020438	CD 40X2.00X6.00 LAF	-	520	-	-	-	7.9	09-may	3:21 PM	54.0%	400	0.0
14	020956	CD 40X2.00X6.00 LAC	40	260	-	-	-	3.7	09-may	4:19 PM	54.0%	200	0.2
15	020130	RD 2X1.20X6.00 LAF	73	1,560	-	-	-	13.3	10-may	0:00 AM	58.6%	1,200	0.1
16	020120	RD 2X1.00X6.00 LAF	20	130	-	-	-	0.9	10-may	0:28 AM	58.6%	100	0.2
17	020140	RD 2X1.50X6.00 LAF	551	660	-	-	-	7.1	10-may	2:09 AM	58.6%	800	0.7
18	021110	RD 2X0.80X6.00 LAF	500	1,020	-	-	-	6.0	10-may	4:33 AM	58.6%	1,000	0.5
19	020104	RD 7/8X0.90X6.00 LAF	5,500	-	-	-	-	-	10-may	4:33 AM	-	5,000	1.1
20	020124	RD 7/8X1.20X6.00 LAF	2,600	-	-	-	-	-	10-may	4:33 AM	-	2,000	1.3
21	021395	CD 3/4X0.70X6.00 LAF	3,150	-	-	-	-	-	10-may	4:33 AM	-	3,000	1.1
22	020410	CD 3/4X1.00X6.00 LAF	750	-	-	-	-	-	10-may	4:33 AM	-	600	1.3
23	020431	CD 3/4X2.00X6.00 LAF	300	-	-	-	-	-	10-may	4:33 AM	-	200	1.5
24	020988	TRAMPILLA 30X16X2.00X6.00 LAC	850	-	-	-	-	-	10-may	4:33 AM	-	600	1.4
25	020110	RD 2X0.90X6.00 LAF	760	-	-	-	-	-	10-may	4:33 AM	-	700	1.1
26	020150	RD 2X2.00X6.00 LAF	280	-	-	-	-	-	10-may	4:33 AM	-	200	1.4
27	0												
28	0												
29	0												
30	0												
TOTAL			38,584	18,275	17,460		41.1	102.5				44,600	

Nro Rupturas	3
% PNC 2KU	0.00%
% PNC TOTAL	0.00%

Tot Prod	143.7 TN
Pu Prom	4.0 Kg/tub
Stock LAF	113.0 TN
Stock LAC	8.4 TN

Nro Rupturas MK1	-
Nro Rupturas MK2	-
Nro Rupturas 2KU	3
Nro Rupturas P254	-
Nro Rupturas T251	-
Nro Rupturas P2	-

TOTAL RUPTURAS 3

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2 ESTRATEGIAS ORIENTADAS A MEJORAR EL CONTROL DE LA PRODUCCION.

2do Principio Lean Manufacturing.

El redescubrimiento del producto y de los flujos de valor que van asociados a él (flujos de información, de materiales, de calidad, etc.) para Eliminar sistemáticamente el Muda (desperdicio) que se esconde en ellos.

4.3.2.1 IMPLEMENTACIÓN DE LAS “5 S”:

El objetivo central de las 5'S es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo.

Esperando como beneficios, reducir y/o optimizar las actividades en los centros de trabajo, como también la seguridad en el centro de trabajo, es decir reducir la tasa de accidentes de trabajo, por causas de desorden, etc.

Se comenzó la implementación de la filosofía 5s, se realizo de la siguiente forma:

A). Elaboración de Proyecto 5S:

El cual contiene, el know how, de la implementación, medición y control.

B). Capacitación al Personal:

Se programaron y dictaron charlas de capacitación, sobre el concepto y el cambio cultural que se requiere para trabajar con 5s.

C). Aplicación de las 3 Primeras S

Se fijo fechas para la aplicación de cada una de las 3 primeras s.

Se organizaron equipos, se nombraron líderes de equipo, los cuales estaban a cargo de un equipo y designados a una zona específica.

Se coordino con los líderes de grupo, el requerimiento de materiales.

- Despejar, seleccionar. Separar lo útil de lo inútil : **Seiri**
- Ordenar, organizar. Colocar lo útil en su sitio : **Seiton**
- Recuperar, limpiar. Reparar lo que no esta bien : **Seiso**

Actualmente se encuentra en Aplicación las 2 S restante

4.3.2.2 JUSTO A TIEMPO (JIT – REDUCCIÓN DE MUDAS).

I. Clasificación, codificación y capacitación al personal, sobre los eventos en una jornada o centro de trabajo.

II. Análisis de Mudass

- *Jornada de trabajo lunes – jueves (2t – 12h)*
- *Capacitación del personal en CL Rápido (SMED)*
- *Ajustar el programa de corte a la “Programación Caótica”*
- *Rediseño del mantenimiento*
- *Implementación del pañol de rodillos*
- *Contratación de personal*

III. Implementación de formatos de Control de la Producción

Los cuales son estrategias surgidas de un diagnóstico y análisis de las mudas, los cuales se presentan a detalle:

4.3.2.2.1 Clasificación, Codificación y Capacitación al Personal, sobre los eventos en una Jornada o Centro de Trabajo.

Con el Objetivo de capacitar al personal, en la clasificación y codificación de los eventos en una jornada de trabajo, los cuales son de vital importancia ya que es la data para el Control de la Producción.

Existen dos tipos de eventos en un centro productivo:

Eventos Programados: Son aquellos eventos considerados de antemano en la programación de la producción.

Eventos No Programados: Son aquellos eventos no considerados de antemano en la programación de la producción.

A). CLASIFICACION DE LOS EVENTOS

• EVENTOS PROGRAMADOS

ASIGNADOS

CL : Cambio de Línea
C : Colación
PE : Producción efectiva
MPI : Mantenimiento Preventiva Interna

NO ASIGNADOS

NX : Línea sin trabajo
NPM : Mantenimiento Preventiva Mecánica
NPE : Mantenimiento Preventiva Eléctrica

• **EVENTOS NO PROGRAMADOS**

ASIGNADOS

DMM : Det. Mecánica
 DMO : Det. Mecánica Operador
 DI : Det. Interna
 DIO : Det. Interna Operador
 DEE : Det. Eléctrica
 DEO : Det. Eléctrica Operador
 DUT : Det. Utillaje
 DUB : Det. Por cambio bobina
 DUI : Det. Por cambio impider
 DUC : Det. Por cambio punzón o disco
 DUS : Det. Por cambio scarfing
 DUO : Det. Utillaje Operador
 DRC : Det. Recalibracion
 DPG : Det. Programación
 DGH : Det. Grúa Horquilla o Pte. Grúa
 DOT : Det. Otros
 DS : Det. Salvataje de Material

NO ASIGNADOS

NMM : Det. No Asig. Mecánica
 NMO : Det. No Asig. Mecánica Operador
 NEE : Det. No Asig. Eléctrica
 NEO : Det. No Asig. Eléctrica Operador
 NUT : Det. No Asig. Utillaje
 NUO : Det. No Asig. Utillaje Operador
 NPG : Det. No. Asig. Programación
 NGH : Det. No. Asig. Grúa Horq. O Pte.
 NOT : Det. No Asig. Otros
 NS : Det. No Asig. Salvataje
 NOA : Det. No. Asig. Operador Ausente

B). CLASIFICACION DE LOS EVENTOS MUDAS

Se Controla los eventos NO PROGRAMADOS, debido a que estos eventos NO deberían ocurrir.

Cuadro N° 4.6: Clasificación de Eventos Mudas

TIPO DE EVENTO			DESCRIPCION DEL EVENTO	
MUDAS	CL	CL	MONTAJES o CAMBIO DE LINEA	
		DM	FALLA MECANICA	
	DETENCIONES ASIGNADAS	DE	FALLA ELECTRICA	
		DU	DUT	PROBLEMAS DE UTILAJE
			DUB	CAMBIO DE BOBINA
			DUI	CAMBIO DE IMPEDER
			DUC	CAMBIO PUNZON O DISCO
			DUS	CAMBIO SCARFING
		DP	DMO	DETENCION MECANICA POR OPERADOR
			DIO	DETENCION REPARABLE CAUSA OPERARIO
			DEO	DETENCION ELECTRICA POR OPERADOR
			DUO	DETENCION UTILAJE POR OPERADOR
	DO	DRC	RECALIBRACION	
		DPG	FALTA MATERIAL U ORDEN TRABAJO	
		DI	EMPALME CINTA - ACUMULACION CINTA	
		DGH	FALTA DE PUENTE GRUA O MONTACARGA	
		DOT	OTROS	
		DS	CALIDAD DE MATERIAL	
		MPI	MANTTO PREVENTIVO	
	DETENCIONES NO ASIGNADAS	NM	NMM	DETENCION MECANICA
			NPM	MANTTO PREVENTIVO MECANICO
		NE	NEE	DETENCION ELECTRICA
			NPE	MANTTO PREVENTIVO ELECTRICO
		NU	NUT	DETENCION UTILAJE
		NP	NMO	DETENCION MECANICA POR OPERADOR
			NEO	DETENCION ELECTRICA POR OPERADOR
			NUO	DETENCION UTILAJE POR OPERADOR
		NO	NPG	DETNCION POR REPROGRAMACION
			NGH	DET. PUENTE GRUA O MONTACARGA
			NOT	PERSONAL OPERANDO OTRA MAQUINA
			NOA	ATRASO O AUSENCIA DEL PERSONAL
			NS	DET SALVATAJE
		C	REFRIGERIO	
	VEL	DISMINUCION VELOCIDAD		
	PNC	PRODUCTO NO CONFORME		

Fuente: La Empresa

4.3.2.2 ANÁLISIS DE MUDAS 2003.

Se presentan los cuadros N° 4.7 y N° 4.8 horas maquina por clasificación de detenciones

- *Detenciones Asignadas*

Cuadro N° 4.7: Detenciones Asignadas 2003

AÑO	MES	Detenciones Asignadas					Asign D
		SUBTOTALES					
		DM	DE	DU	DP	DO	
2003	ENERO	35.8	5.7	10.9	0.3	56.8	109.3
	FEBRERO	34.8	1.3	21.1	-	64.8	121.9
	MARZO	37.2	3.5	34.8	9.0	56.0	140.5
	ABRIL	37.2	3.5	34.8	9.0	56.0	140.5
	MAYO	8.8	7.8	13.6	-	41.3	71.3
	JUNIO	15.1	1.2	25.4	-	47.2	88.8
	JULIO	10.2	7.2	18.3	-	53.5	89.1
	AGOSTO	19.7	4.2	9.1	-	40.1	73.0
	SEPTIEMBRE	7.3	8.0	3.2	-	22.3	40.8
	OCTUBRE	1.0	6.7	7.6	-	54.5	69.8
	NOVIEMBRE	4.5	7.6	38.4	-	96.6	147.1
	DICIEMBRE	18.5	2.2	35.9	-	91.1	147.7
TOTAL		229.9	58.6	253.0	18.3	680.1	1,239.8

Fuente: La empresa

- *Detenciones No Asignadas*

Cuadro N° 4.8: Detenciones No Asignadas 2003

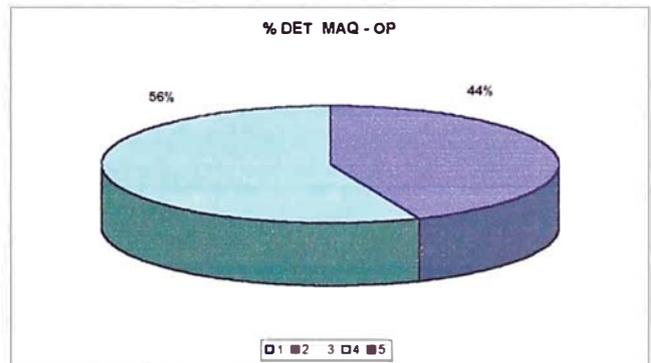
AÑO	MES	Detenciones No Asignadas					No Asign N
		SUBTOTALES					
		NM	NE	NU	NP	NO	
2003	ENERO	-	-	-	-	-	-
	FEBRERO	-	-	-	-	-	-
	MARZO	-	-	-	-	0.8	0.8
	ABRIL	-	-	-	-	0.8	0.8
	MAYO	-	-	-	-	-	-
	JUNIO	-	-	-	-	-	-
	JULIO	-	-	-	-	-	-
	AGOSTO	-	-	-	-	-	-
	SEPTIEMBRE	-	-	-	-	0.3	0.3
	OCTUBRE	-	-	-	-	-	-
	NOVIEMBRE	-	-	-	-	2.7	2.7
	DICIEMBRE	-	8.0	-	-	2.8	10.8
TOTAL		-	8.0	-	-	7.3	15.3

Fuente: La empresa

Cuadro N° 4.9: % Detenciones Asignadas 2003

AÑO	MES	DETENCIONES ASIGNADAS					EVENTOS TOTALES				HMaq / Sem
		DM	DE	DU	DP	DO	CL	C	NX	PE	
2003	ENERO	35.8	5.7	10.9	0.3	56.8	104.9	2.5	-	303.3	520.0
	FEBRERO	34.8	1.3	21.1	-	64.8	107.3	9.5	-	337.2	576.0
	MARZO	37.2	3.5	34.8	9.0	56.0	85.7	-	-	309.0	536.0
	ABRIL	37.2	3.5	34.8	9.0	56.0	85.7	-	-	309.0	536.0
	MAYO	8.8	7.8	13.6	-	41.3	100.1	4.0	-	272.6	448.0
	JUNIO	15.1	1.2	25.4	-	47.2	83.2	0.5	-	211.5	384.0
	JULIO	10.2	7.2	18.3	-	53.5	108.0	1.5	-	241.4	440.0
	AGOSTO	19.7	4.2	9.1	-	40.1	91.4	-	-	163.6	328.0
	SEPTIEMBRE	7.3	8.0	3.2	-	22.3	54.2	0.4	-	336.5	432.0
	OCTUBRE	1.0	6.7	7.6	-	54.5	122.5	4.5	-	170.3	367.0
	NOVIEMBRE	4.5	7.6	38.4	-	96.6	104.2	4.3	-	182.4	440.7
	DICIEMBRE	18.5	2.2	35.9	-	91.1	104.2	6.0	-	227.4	496.0
TOTAL		229.9	58.5	253.0	18.3	680.1	1,151.2	33.2	-	3,054.1	5,603.7
		4.2%	1.1%	4.6%	0.3%	12.4%	20.9%	0.6%	0.0%	55.7%	100.0%

	DM	DE	DU	DP	DO	CL	C	NX	PE	TOTAL
	229.9	68.6	253.0	18.3	680.1	1,151.2	33.2	-	3,054.1	5,603.7
% DET = DET / (DET + PE)	DET - MAQ		DET - OP							
	541.50		698.32							
% DET	DET									
28.8%	1239.82									

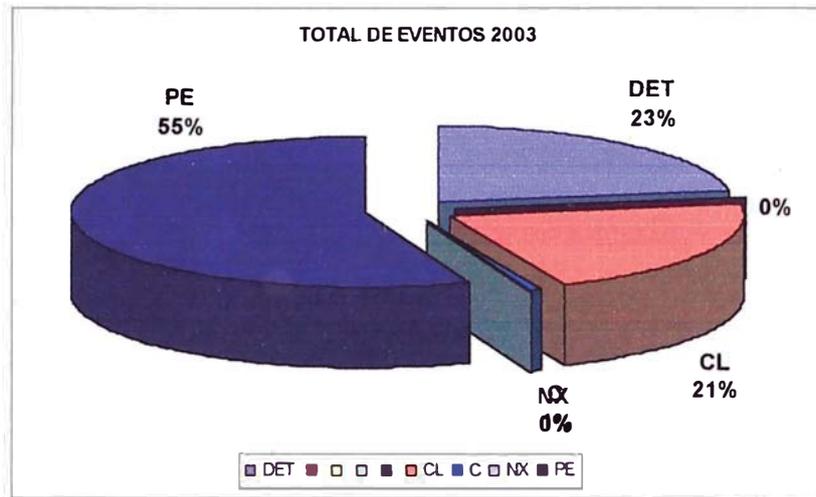


Fuente: Elaboración Propia

- **NOTA:** El análisis se centra principalmente en las Detenciones No Programadas y Asignadas, cuadro N° 4.9 debido a que es allí donde se desarrolla una jornada Normal de trabajo con personal asignado.

• **TIEMPO TOTAL DE EVENTOS 2003**

Cuadro N° 4.10: Composición de la Jornada de Trabajo



Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro N° 4.10 se observa:

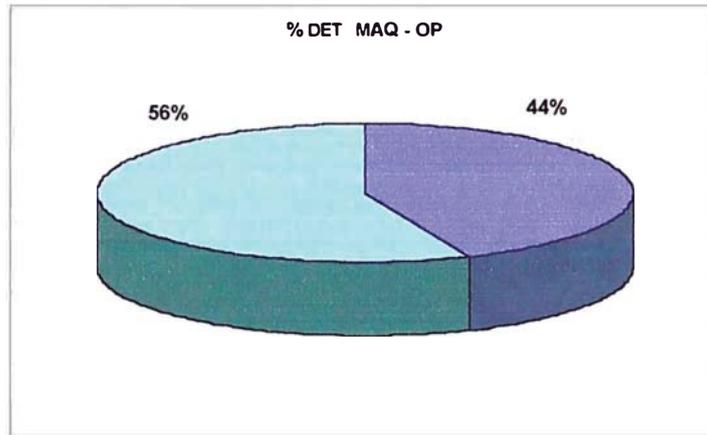
Producción efectiva	PE: 55%
Detenciones en el Proceso	DET: 23 %
Cambio de Línea	CL: 21 %
Otros No asignados	NX: 1 %

De acuerdo a los resultados centraremos el análisis en DET y CL, respectivamente:

A). ANALISIS DE DETENCIONES MAQ-OP:

Estas Detenciones son por causa Maquina y Operario Respectivamente:

Cuadro N° 4.11: Composición de las Detenciones Asignadas



Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro N° 4.11 se observa:

DET Causa Operario: **56 %**

DET Causa Maquina: **44 %**

a) CAUSA OPERARIO

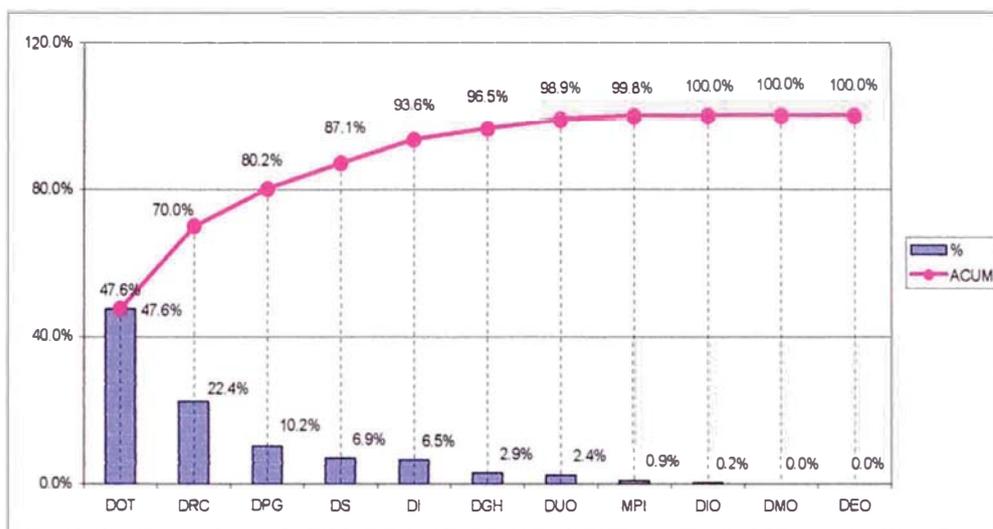
Cuadro N° 4.12: Detenciones Causa Operario 2003

DP				DO							TOTAL
DMO	DIO	DEO	DUO	DRC	DPG	DI	DGH	DOT	DS	MPI	
-	0.3	-	-	8.3	16.2	0.6	-	26.0	3.0	2.7	57.0
-	-	-	-	17.1	13.1	0.9	4.8	24.8	3.6	0.6	64.8
-	0.7	-	8.3	6.6	13.4	1.4	4.0	28.3	2.4	-	65.0
-	0.7	-	8.3	6.6	13.4	1.4	4.0	28.3	2.4	-	65.0
-	-	-	-	7.7	2.8	0.3	3.1	23.4	4.1	-	41.3
-	-	-	-	8.4	2.3	3.9	0.2	28.3	4.1	-	47.2
-	-	-	-	4.2	1.0	7.0	0.2	34.3	6.9	-	53.5
-	-	-	-	8.2	2.5	7.1	-	19.6	2.8	-	40.1
-	-	-	-	6.1	1.3	2.6	-	9.1	3.2	-	22.3
-	-	-	-	11.0	0.7	6.0	0.9	33.8	2.2	-	54.5
-	-	-	-	47.3	2.3	7.1	0.4	34.9	4.6	-	96.6
-	-	-	-	25.3	2.4	7.1	3.0	41.4	9.0	2.9	91.1
-	1.6	-	16.7	156.7	71.3	45.2	20.1	32.1	48.1	-	698.3
0.0%	0.2%	0.0%	2.4%	22.4%	10.2%	6.5%	2.9%	47.6%	6.9%	0.9%	100.0%

Fuente: La empresa

Cuadro N° 4.13: Pareto Detenciones Causa Operario 2003

EVENT	%	ACUM
DOT	47.6%	47.6%
DRC	22.4%	70.0%
DPG	10.2%	80.2%
DS	6.9%	87.1%
DI	6.5%	93.6%
DGH	2.9%	96.5%
DUO	2.4%	98.9%
MPI	0.9%	99.8%
DIO	0.2%	100.0%
DMO	0.0%	100.0%
DEO	0.0%	100.0%
TOTAL	100.0%	



Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro N° 4.13 se observa:

Que el 20% de las causas que originan el 80% de las detenciones por Causa Operario son: DOT + DRC + DPG.

1) Causas DOT:

- Prendiendo Maquina
- Pesando y botando Merma
- Apagando Maquina – guardando herramientas

Se observa que, DOT = 6% del total de horas trabajadas

Para una jornada de 2T de 8 horas = 16 horas/día x 6d Lun– Sáb = 96 hr/sem

DOT = 16x6% = 0.96 h = 58 min.

- Prendiendo Maquina 20 min.
- Apagando Maquina – guardando herramientas 20 min.
- Pesando y botando Merma 18 min.

• **Alternativa de Solución**

JORNADA DE TRABAJO LUNES – JUEVES (2T – 12h)

Se planteó trabajar 2T de 12h c/u

Para una jornada de 2T de 12 horas = 24 horas/día x 4d Lun–Jue = 96 hr/sem

Con el Objetivo de Eliminar el Muda: Prender y apagar Maquina

*Se Reduce el DOT en **69 % de 6% a 1.86% es decir 4.14 % del Total Hr***

(Ver anexo N° 3)

***Nota:** Se tiene en cuenta que las Horas de Colación, se acumulan y son recuperables.*

II) Causas DRC:

- Recalibración
- Habilidad del Operador
- Conocimiento y Experiencia

• **Alternativa de Solución**

CAPACITACION DEL PERSONAL EN CL RAPIDO (SMD)

*Se espera Reducir el DRC en **36% de 2.8 % a 1.8% es decir 1.0% del Total Hr.***

III) Causas DPG:

- Falta de Materia Prima
- Atraso en Proceso Corte
- Flejes (MP) atrapada en Almacén de PP

• Alternativa de Solución

AJUSTAR EL PROGRAMA DE CORTE A LA PROG. CAOTICA

- JIT - Programa Corte
- Reducir Stock de Flejes

Se espera Reducir el DPG en **23% de 1.3 % a 1.0 % es decir 0.3 % del Total Hr.**

b) CAUSA MAQUINA

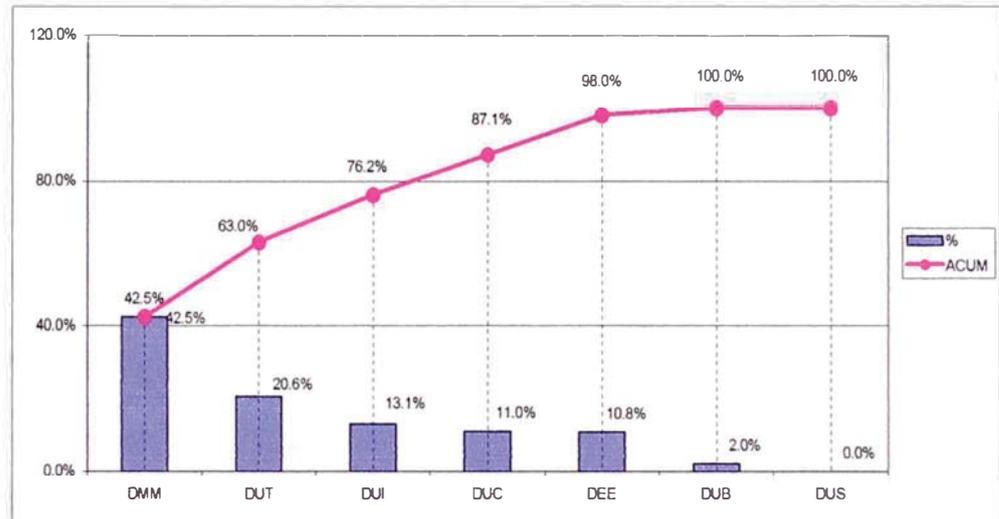
Cuadro N° 4.14: Detenciones Causa Maquina 2003

DM	DE	DU					TOTAL
DMM	DEE	DUT	DUB	DUI	DUC	DUS	
35.8	5.7	-	0.3	4.3	6.3	-	52.3
34.8	1.3	10.3	-	3.6	7.2	-	57.2
37.2	3.5	22.3	0.8	7.8	3.9	-	75.5
37.2	3.5	22.3	0.8	7.8	3.9	-	75.5
8.8	7.8	5.6	-	3.7	4.3	-	30.1
15.1	1.2	10.1	3.0	4.6	7.7	-	41.6
10.2	7.2	3.8	1.5	7.0	5.9	-	35.6
19.7	4.2	0.3	-	5.0	3.8	-	32.9
7.3	8.0	-	-	2.0	1.2	-	18.5
1.0	6.7	1.8	-	2.0	3.8	-	15.3
4.5	7.6	21.1	0.8	8.7	7.8	-	50.5
18.5	2.2	13.7	4.0	14.5	3.8	-	56.6
229.9	58.6	111.4	11.1	71.1	59.5	-	541.5
42.6%	10.8%	20.6%	2.0%	13.1%	11.0%	0.0%	100.0%

Fuente: La empresa

Cuadro N° 4.15: Pareto Detenciones Causa Maquina 2003

EVENT	%	ACUM
DMM	42.5%	42.5%
DUT	20.6%	63.0%
DUI	13.1%	76.2%
DUC	11.0%	87.1%
DEE	10.8%	98.0%
DUB	2.0%	100.0%
DUS	0.0%	100.0%
TOTAL	100.0%	



Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro N° 4.15 se observa:

Que el 20% de las causas que originan el 80% de las Detenciones por Causa Maquina son: DMM + DUT + DUI + DUC + DEE.

Estas Causas se pueden agrupar como:

I) Causa DMM y DEE

Incumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo

II) Causa DUT, DUI y DUC

No se cuenta con un Programa de Mantenimiento de Utilaje.

- **Alternativa de Solución**

Se Rediseña el Mantenimiento general de Planta, basado en los Pilares del Mantenimiento Productivo Total - TPM

REDISEÑO DEL MANTENIMIENTO

I) Mantenimiento Planificado:

Mantenimiento Preventivo

Mantenimiento Diario: *Actividades de Manutención diaria*

Mantenimiento Quincenal: *Actividades de Manutención quincenal*

Mantenimiento Mayor: *Realizada de Acuerdo a la Carga de Trabajo, es decir de acuerdo a un Ratio TN/Mes.*

Mantenimiento Predictivo:

Inspecciones: Realizada en Todo Momento por todo el personal involucrado en la Operación de las Maquinas

Instrumentales: Mediciones de Vibración, temperatura, Ruido, etc.

Mantenimiento Correctivo:

Cambio de Piezas, de acuerdo a los Resultados del Mantenimiento Preventivo, y Predictivo.

Mantenimiento de Utilaje:

Mantener y proveer del Utilaje de Maquina cuando esta se requiera, para la Fabricación de cualquiera de los Productos.

II) Mantenimiento No Planificado:

Mantenimiento Correctivo:

Reparaciones Imprevistas causadas por fallas de Maquina o por el Operario.

IMPLEMENTACION DEL PAÑOL DE RODILLOS

Creación de un Área Especial, encarga del Mantenimiento de Utilaje de Maquinas, el cual trabaja en Base a la Programación Caótica, en coordinación con la Jefatura de Producción y con El operario de Maestranza.

Elaboración del Manual de Funciones del Área.

Construcción Física del Área.

Compra de Herramientas, Maquinas y Equipos Necesarias del Área

CONTRATACION DE PERSONAL

Se realiza la Contratación del siguiente Personal:

01 Practicante Técnico Electricista	-	Manutención Eléctrica
01 Practicante Técnico Mecánico	-	Manutención Mecánico
01 Practicante Técnico Maestranza	-	Pañol de Rodillos

4.3.2.2.3 ELABORACIÓN DE FORMATOS DE CONTROL

Para mejorar la Supervisión se elaboro un formato de Control, con la Finalidad de Supervisar las Mudas en el menor tiempo posible y poder darle solución inmediata.

Ejemplo: ver cuadro N° 4.16

1. Se asume una maquina cualesquiera: MK2.
2. El 1er turno empieza 6.00 a.m., en el cual esta fabricando el producto RD ½ x 0.75 x 6.00 LAF, siendo la Orden de Producción de 1000 pzas.
3. La primera hora 6.00 a.m. – 7.00 a.m. tuvo una producción efectiva de 40 min., es decir que estuvo parada 20 min. por diversas fallas, estas fallas son:

Falla mecánica	15 min.
Recalibración	05 min.
4. En 40 min. de producción efectiva a la Vel. Std. se debió producir 600 pzas, solo se fabricó 550 pzas, lo cual indica que hubo una disminución de velocidad, en este caso es una muda, el cual nos representa 3 min. perdidos que equivale a la no fabricación de 50 pzas, que necesariamente se tendrán que utilizar en la siguiente hora.
5. Se tiene una muda total de 23 min. los cuales se tienen que tomar acciones sobre las más impactantes y fáciles de solucionar.
 - Incrementar la Velocidad a la Standard.
 - Asegurar que la Falla Mecánica No vuelva a ocurrir.

Cuadro N° 4.16: Ejemplo Hoja de Control de la Producción

HOJA DE CONTROL DE LA PRODUCCION

Fecha : _____

FM7-1-01
Rev 01 / 30-01-04

Operario					
HR Ingreso					
HR Salida					

Maquina :		Turno :	1ro	6.00 am - 7.00 am	7.00 am - 8.00 am	8.00 am - 9.00 am	9.00 am - 10.00 am	10.00 am - 11.00 am	11.00 am - 12.00 am	12.00 am - 1.00 pm	1.00 pm - 2.00 pm
O / P	000001	Duracion Min	60	45							
Codigo 1	020388	PLAN	900	675							
Descrpn Prod 1	RD 1/2x0.75x6.0 LAF	PE en Min	40	30							
Tubos x Minuto	15	REAL	550	450							
CL	RD 1/2x0.8x6.0 LAF	VARIACION	350	225							
Cantidad	1000	Min perdidos	23	15							
O / P	000002	Duracion Min		15	60	60	30				
Codigo 2	020389	PLAN		225	900	900	450				
Descrpn Prod 2	RD 1/2x0.8x6.0 LAF	PE en Min		30	60	60	30				
Tubos x Minuto	15	REAL		0	880	910	455				
CL	RD 1/2x0.9x6.0 LAF	VARIACION		225	20	-10	-5				
Cantidad	2200	Min perdidos		15	1	-1	0				
O / P	000002	Duracion Min					30	60	60	60	
Codigo 3	020389	PLAN					450	900	900	900	
Descrpn Prod 3	RD 1/2x0.9x6.0 LAF	PE en Min					15	60	60	55	
Tubos x Minuto	15	REAL					220	695	902	820	
CL	RD 1/2x0.6x6.0 LAF	VARIACION					230	5	-2	80	
Cantidad	4500	Min perdidos					15	0	0	5	
O / P		Duracion Min									
Codigo 4		PLAN									
Descrpn Prod 4		PE en Min									
Tubos x Minuto		REAL									
CL		VARIACION									
Cantidad		Min perdidos									
O / P		Duracion Min									
Codigo 5		PLAN									
Descrpn Prod 5		PE en Min									
Tubos x Minuto		REAL									
CL		VARIACION									
Cantidad		Min perdidos									
TOTAL			75	23	30	1	-1	15	0	0	5

ANALISIS DE PERDIDA DE TIEMPO POR CAUSAS

COD EVENTO	DESCRIPCION DEL EVENTO	Min TOT	6.00 am - 7.00 am	7.00 am - 8.00 am	8.00 am - 9.00 am	9.00 am - 10.00 am	10.00 am - 11.00 am	11.00 am - 12.00 am	12.00 am - 1.00 pm	1.00 pm - 2.00 pm
CL	MONTAJES o CAMBIO DE LINEA	35		20		15				
DMM	FALLA MECANICA	15	15							
DEE	FALLA ELECTRICA	5								5
DUT	PROBLEMAS DE UTILAJE									
DRC	RECALIBRACION	5	5							
DUC	CAMBIO PUNZON O DISCO	5		5						
DUB	CAMBIO DE BOBINA									
DUI	CAMBIO DE IMPEDER									
DUS	CAMBIO SCARFING									
DPG	FALTA MATERIAL U ORDEN TRABAJO									
DGH	FALTA DE PUENTE GRUA O MONTACARGA									
DI	EMPALME CINTA - ACUMULACION CINTA									
DS	CALIDAD DE MATERIAL									
DIO	CAUSA OPERARIO									
C	REFRIGERIO									
MPI	MANTTO PREVENTIVO									
DOT	OTROS									
NOA	ATRASO O AUSENCIA DEL PERSONAL									
NOT	PERSONAL OPERANDO O TRA MAQUINA									
VEL	DISMINUCION VELOCIDAD	3	3		1	-1				
PNC	PRODUCTO NO CONFORME									

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 4.17: Ejemplo Análisis Detenciones

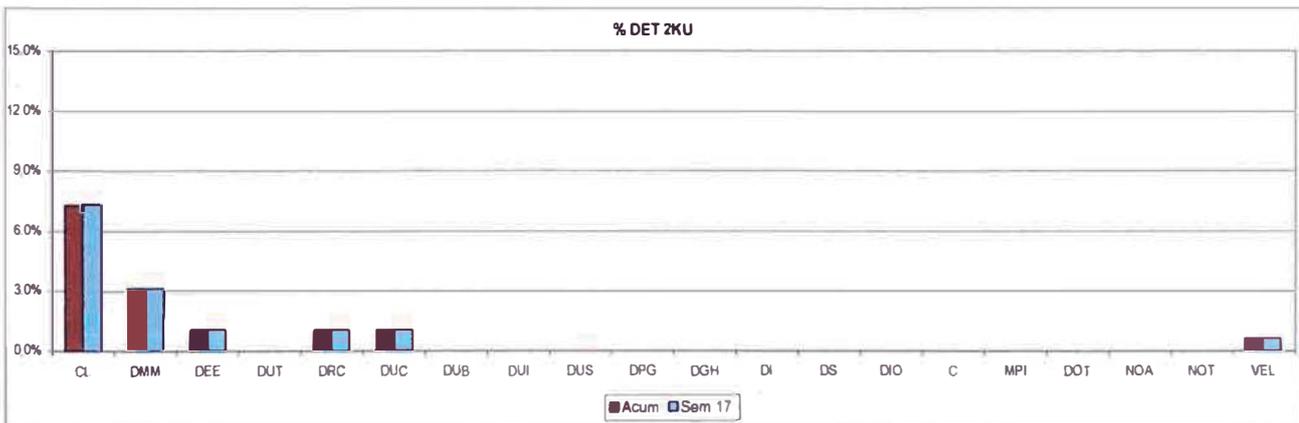
MAQ: 2KU
 MES: ABRIL
 SEM: 17

COD EVENTO	DESCRIPCION DEL EVENTO	18-abr	19-abr	20-abr	21-abr	22-abr	23-abr	24-abr	Tot Grat		% M
									min	hr	
CL	MONTAJES o CAMBIO DE LINEA	35							35	0.6	7.3%
DMM	FALLA MECANICA	15							15	0.3	3.1%
DEE	FALLA ELECTRICA	5							5	0.1	1.0%
DUT	PROBLEMAS DE UTILAJE								-	-	
DRC	RECALIBRACION	5							5	0.1	1.0%
DUC	CAMBIO PUNZON O DISCO	5							5	0.1	1.0%
DUB	CAMBIO DE BOBINA								-	-	
DUI	CAMBIO DE IMPEDER								-	-	
DUS	CAMBIO SCARFING								-	-	
DPG	FALTA MATERIAL U ORDEN TRABAJO								-	-	
DGH	FALTA DE PUENTE GRUA O MONTACARGA								-	-	
DI	EMPALME CINTA - ACUMULACION CINTA								-	-	
DS	CALIDAD DE MATERIAL								-	-	
DIO	CAUSA OPERARIO								-	-	
C	REFRIGERIO								-	-	
MPI	MANTTO PREVENTIVO								-	-	
DOT	OTROS								-	-	
NOA	ATRASO O AUSENCIA DEL PERSONAL								-	-	
NOT	PERSONAL OPERANDO OTRA MAQUINA								-	-	
VEL	DISMINUCION VELOCIDAD	3							3	0.1	0.6%
M	TOT MUDA EN MINUTOS/DIA								68	1.1	14.2%
T	TOT TRABAJO EN MINUTOS/DIA	480							480	8.0	
% M	% MUDA	0.0%							14.2%	14.2%	
CL									0.6	7.3%	
C									-	0.0%	
N									-	0.0%	
VEL									0.1	0.6%	
D									0.5	6.3%	
PE									6.9		
P									7.4		



ANALISIS SEMANAL DE DETENCIONES 2KU

25-oct-05



sem	CL	DMM	DEE	DUT	DRC	DUC	DUB	DUI	DUS	DPG	DGH	DI	DS	DIO	C	MPI	DOT	NOA	NOT	VEL	%M	%D	Hr
17	7.3%	3.1%	1.0%		1.0%	1.0%														0.6%	14.2%	6.3%	8.0
ACUM	7.3%	3.1%	1.0%		1.0%	1.0%														0.6%	14.2%	6.3%	8.0

Fuente: Elaboración Propia

Este Concepto permite ver algunas actividades o eventos que NO Generan valor al proceso. "MUDAS", como el Caso de Eventos Programados No asignados, las cuales no se Contabilizan para el calculo de Detenciones, pero se deben y pueden reducir.

El Caso de Disminución de Velocidad No esta contemplado como una actividad programada o No programada, pero es una actividad que afecta la producción.

Con el concepto de Muda se puede analizar este tipo de evento que normalmente no se analiza.

En el Ejemplo:

% Muda = 14.2 % y el % Detenciones = 6.3 %, hay 7.9 % que no se analizaba anteriormente.

El Cual Corresponde a 7.3 % CL y 0.6 % Disminución de Velocidad.

Se Debe entender que para este caso Particular de esta empresa, si analizo solo las Detenciones, y las disminuimos al máximo las Eficiencias y Productividad aumentaran respectivamente.

Pero se puede aumentar aun mas atacando en este caso con el Concepto de Muda.

Para el ejemplo, aparte de reducir las detenciones, se debe realizar estrategias para reducir el CL (como SMED) y la Disminución de Velocidad (Sistema de Supervisión SCADA).

4.3.3 ESTRATEGIAS ORIENTADAS AL MEJORAMIENTO DE PROCESOS.

3er Principio Lean Manufacturing

La actuación inmediata sobre las oportunidades de mejora, en un enfoque eminentemente práctico y operativo.

4.3.3.1 VERIFICACIÓN DE PROCESO (JIDOKA)

I) Implementación del Sistema de Supervisión SCADA 1.0

Es un Sistema de Supervisión en Tiempo Real, el cual nos Permite Controlar ciertas variables de la Maquina y el Proceso Como: Velocidad de Producción, Corriente de los motores, Potencia de Soldadura, temperatura de Intercambiadores de Calor, etc.

Este Sistema Compara las Variables Standard de la maquina para cada Producto, si este esta fuera de rango, automáticamente emite un aviso, Deteniendo la Maquina.

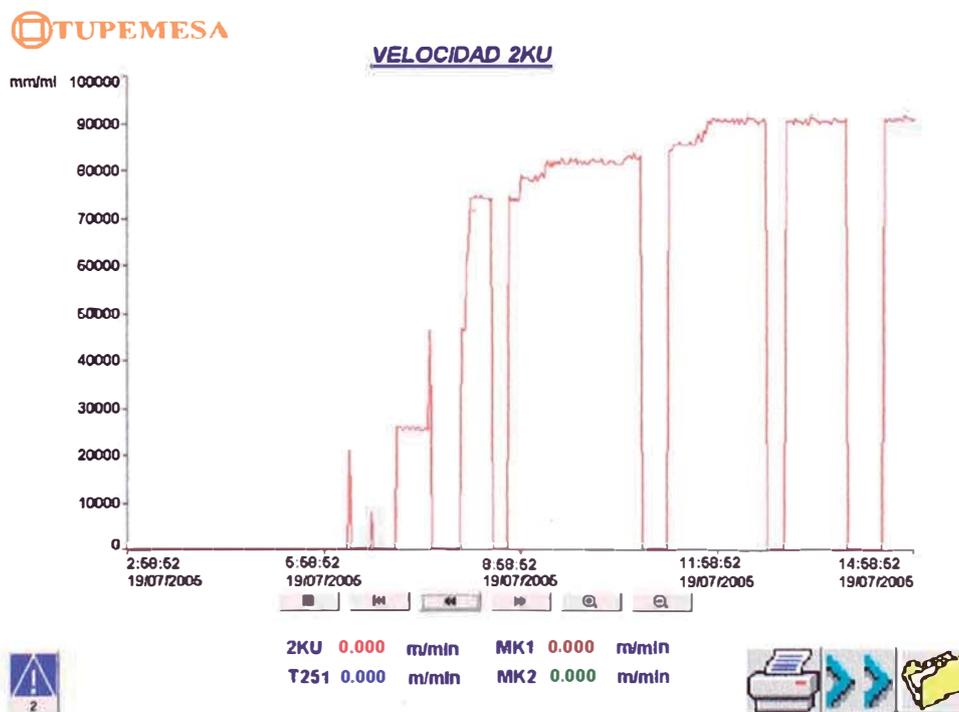
Este Sistema Nos permite Obtener reportes Exactos de los Sucedido en una jornada de Trabajo, los cuales son analizados y consolidados en Reportes de %Eficiencia, %Detenciones, Productividad, etc. Ver cuadro N° 4.17 y N° 4.18.

Cuadro N° 4.17: Supervisión Scada Maquina 2KU



Fuente: La empresa

Cuadro N° 4.18: Reporte de Supervisión Scada Maquina 2KU



Fuente: La empresa

II) Implementación del Sistema de Alarma – Alimentación MP

En un sistema de Alarma al Proceso de Alimentación de MP, el cual Emite un sonido cuando La Materia Prima Alimentada se esta agotando, esto permite al Operario, acelerar su función de Alimentación de MP.

En el Caso que el operador No puede abastecer oportunamente la Maquina, este Sistema emite una Señal al PLC de la Maquina. Deteniendo el Proceso.

III) Implementación del Sistema Verificación de Peso

Es un Sistema de Interfaz de Entrada de Datos como peso de Balanza, al Sistema de Ingreso de Producción.

Este Sistema Compara el Peso Real de Un paquete de Productos con el Peso Teórico de Cada Producto, Teniendo una margen de Tolerancia de Acuerdo a la Norma de Fabricación.

Al encontrar diferencias Este No permite ingresar el Producto, emitiendo una Advertencia de Verificar, el Producto, ya sea: Cantidad, Espesor, Largo, etc.

Para Continuar con el proceso, necesariamente debe ir el supervisor, verificar el error, de corregir esto, se debe ingresar una Clave para seguir con el Proceso.

Este Sistema es la ultima verificación en el Proceso de Producción, después de el se pasa el Producto a Almacén.

4.3.3.2 DISPOSITIVOS PARA PREVENIR ERRORES (POKA YOKE)

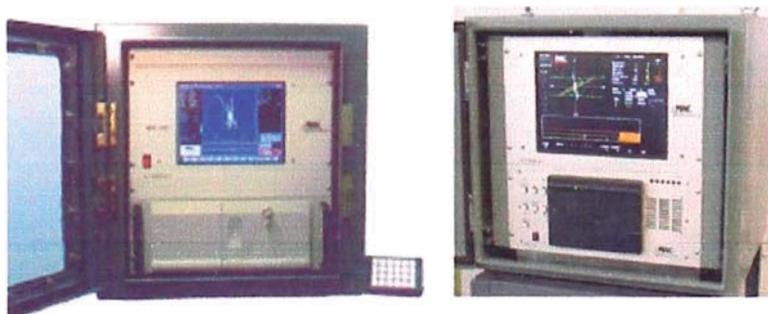
I) Implementación del Sistema de Verificación de Soldadura MAC 250

El sistema de verificación de soldadura MAC 250, es un sistema de supervisión en línea, por medio de Corrientes Parásitas.

Este sistema supervisa el producto en tiempo real, enviando los datos a un computador, en cual verifica teniendo en cuenta los estándares para cada producto.

En caso existe una sección o parte del producto con falla, el sistema emite un sonido y una señal luminosa, el cual activa una pistola que pinta en línea la parte o sección afectada, lo cual permite al operario visualizar el producto defectuoso, con el objetivo de separar los productos defectuosos.

Cuadro N° 4.19: Sistema de Verificación de Soldadura MAC-250



Fuente: Catalogo Mac-250

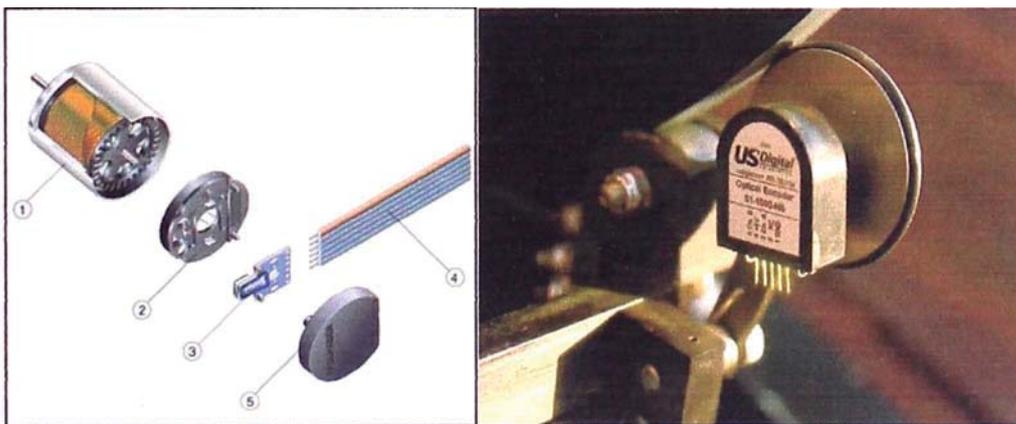
II) Implementación del Sistema de Corte por Encoder

Se realizó el Cambio del Sistema de Corte Neumático, Accionado Mecánicamente a un accionamiento de Control Numérico.

Este Sistema reemplazo el accionamiento que se realizaba por medio de una banderola que era accionado por el mismo producto al llegar a la longitud deseada, Por un Sistema Encoder, el cual mide la longitud del producto, emitiendo una señal a un PLC, por el cual este ordena el corte.

Con el Cambio de Corte se ganó precisión en la Longitud, reduciendo la exactitud del corte en promedio de 6.05 m a 6.03 m, es decir se gana 0.02 m por cada corte de tubo.

Cuadro N° 4.20: Sistema Encoder



Fuente: Catalogo US

4.3.3.3 INDICADOR VISUAL (ANDON)

I) Implementación del Sistema de Señales Luminosas “Torre Andon”

Se implemento un Sistema de Señales Luminosas “tabla Andon” muy similar a un Semáforo, con el Objetivo de Solicitar “AYUDA” cuando ocurre algún problema, este sistema permite Identificar el estado de una maquina, es decir:

Si un problema ocurre, la tabla de Andon se iluminará para señalar al supervisor que la estación de trabajo está en problema. Una vez el supervisor evalúa la situación, él o ella puede tomar pasos apropiados para corregir el problema.

El Sistema Reduce el Tiempo perdido que suele ocurrir cuando se tiene alguna falla y comunicar a los Supervisores, o Técnicos de Mantenimiento. Permite una rápida información acerca del estado de la Maquina.

Cuadro N° 4.21: Sistema Andon



- **Rojo:** Máquina parada por Falla Eléctrica
- **Anaranjado:** Máquina parada por Falla Mecánica
- **Azul:** Maquina Parada por Cambio de Producto
- **Verde:** Maquina Parada por Otros
- **Blanco:** Maquina Parada por Mantto Preventivo
- **No luz:** Sistema operando normalmente

Fuente: La empresa

4.3.3.4 CAMBIO RÁPIDO DE MODELO (SMED)

Como ya hemos Visto, una de las Causas Importantes en el Retrazo de los Procesos de Producción son las detenciones, en el cual No se consideraba el tiempo de Cambio de Línea.

Debido al cambio de Sistema de Producción, este hace que el Nro de veces de cambio de Productos aumente, por consiguiente aumenta el tiempo de Maquina Detenida por Cambio de Línea.

Para los cual se Implementa el Sistema de Cambio Rápido de Modelo (SMED).

Se Realizaron los Siguietes Pasos:

- **Eliminar el tiempo externo (50%)**
 1. Se cuenta Con el Pañol de rodillos, el cual tiene como objetivo proveer de todo el utilaje y herramientas necesarias para el Cambo de Producto, el cual es entregado antes de terminar la producción anterior al Cambio, el cual incluye repuestos, por si falla la maquina, o su utilaje.

- **Estudiar los métodos y practicar (25%)**
 1. Se realizo el estudio de las actividades a Realizar durante el CL.
 2. Se Identifico y designo a cada operador las tareas a realizar.
 3. Se Calculo Tiempos Estándares para cada operación.
 4. Se realizó Capacitaciones, dictadas por los Operadores más expertos.

5. Se llevó a la practica las Capacitaciones de SMDE

▪ **Eliminar los ajustes (15%)**

1. Se compraron utilaje faltante, de tal forma que para cada producto se tenga una pieza única, en el cual el operario solo tiene que sacar el anterior y colocar el utilaje del nuevo producto, sin preocuparse de ajustes, y alineaciones.
2. Con esto se Reduce el Tiempo empleado en el alineamiento de la de todo el utilaje en la maquina.

4.3.3.5 MOTIVACION DEL PERSONAL

Para hacer efectivo las Estrategias Utilizadas, es importante de Motivar al Personal, para el cual se realizo un Programa de Motivación.

- Sistema de Incentivos por Productividad.
- Sistema de Premios por Cumplimientos de Objetivos
- Capacitaciones, charlas y conferencias
- Eventos Sociales

CAPÍTULO V

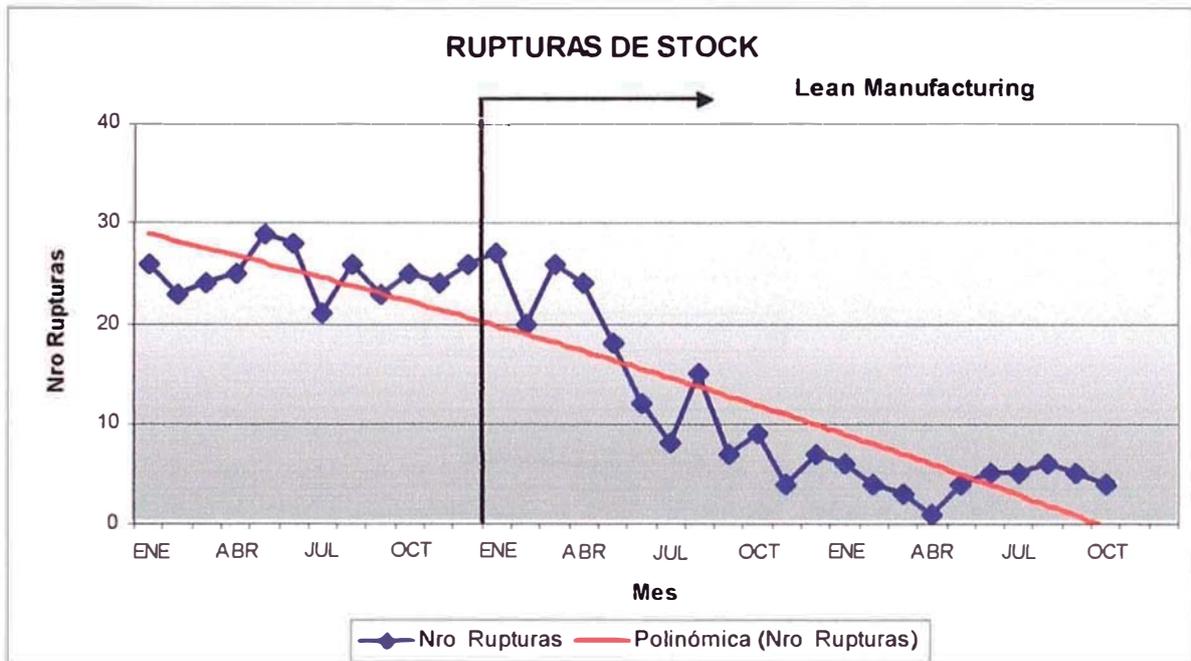
EVALUACION DE RESULTADOS

Cada una de las estrategias adoptadas en el capítulo anterior busca conseguir un objetivo y para determinar si éste está siendo alcanzado ha sido necesario definir indicadores que nos muestren la situación antes y después de los cambios realizados.

5.1 INDICADORES DEL PLANEAMIENTO DE LA PRODUCCION

5.1.1 PRODUCCIÓN NIVELADA - HEIJUNCA

Cuadro N° 5.1: Indicador Mensual de Ruptura de Stock



Fuente: La empresa

AÑO	2003												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
Nro Rupturas	26	23	24	25	29	28	21	26	23	25	24	26	25
AÑO	2004												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
Nro Rupturas	27	20	26	24	18	12	8	15	7	9	4	7	15
AÑO	2005												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
Nro Rupturas	6	4	3	1	4	5	5	6	5	4			4

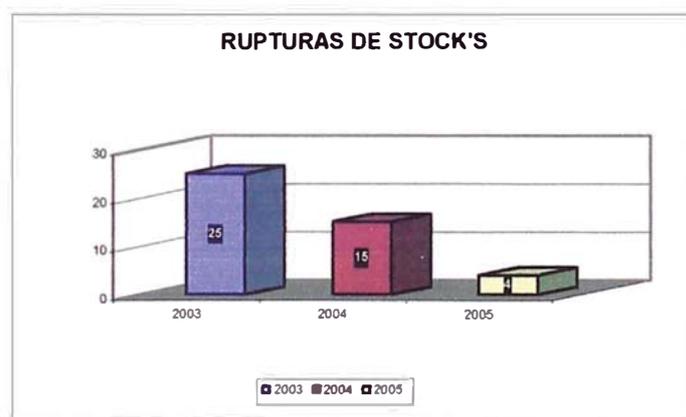
Se Observa una Efectividad del Sistema a Mediano Plazo, Se disminuyó en Promedio de **25** Rupturas a **4** Rupturas.

Reducción del **84.0%** de las Rupturas de Stock, de 25 a 4

Cuadro N° 5.2: Indicador Anual de Ruptura de Stock

RUPTURAS DE STOCK'S

AÑO	Nº RUPT
2003	25
2004	15
2005	4



Fuente: Elaboración Propia

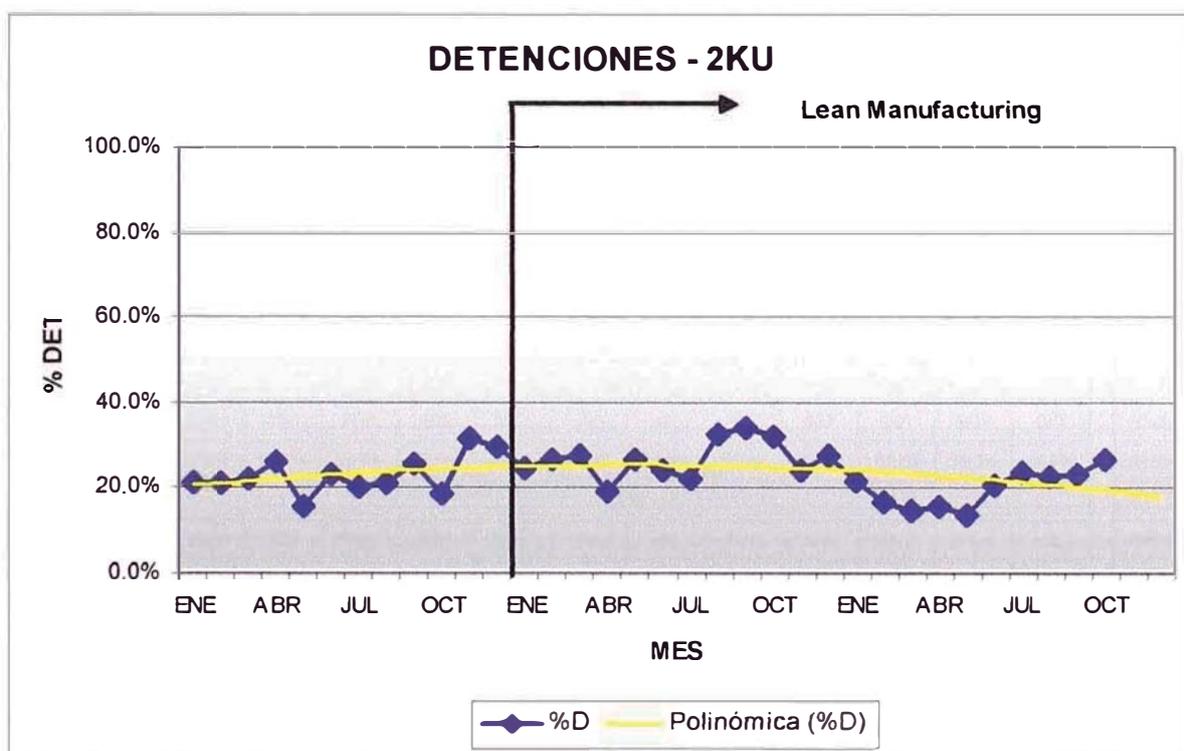
5.2 INDICADORES DEL CONTROL DE LA PRODUCCION

5.2.1 JUSTO A TIEMPO – JIT

Se presenta los Resultados de tanto de la Máq. 2KU y Planta, debido a que la Máq. 2KU es la maquina Principal de la Planta, Responsable del 75% – 80% de la Producción de la Empresa, además tiene continuidad a diferencia de las Otras.

5.2.1.1 DETENCIONES

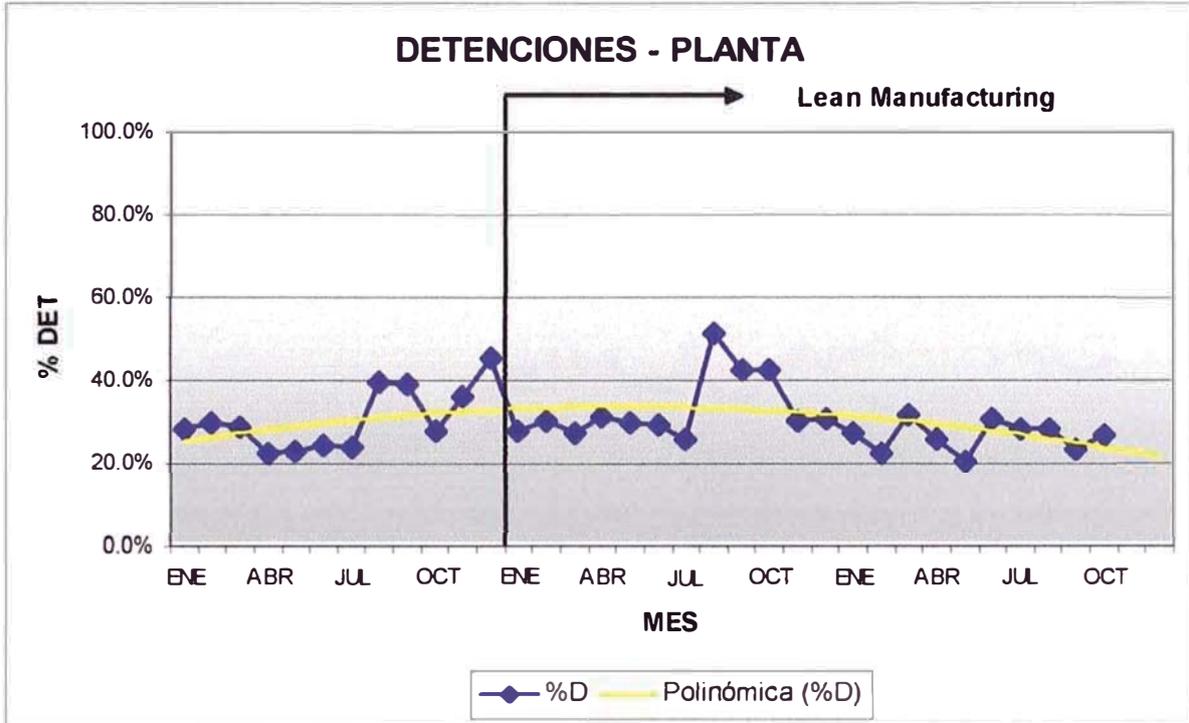
Cuadro Nº 5.3: Indicador Mensual de Detenciones Maquina 2KU



Fuente: La empresa

AÑO	2003												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ACUM
% DET	21.0%	21.2%	22.0%	26.2%	15.9%	23.1%	20.3%	21.3%	25.7%	18.8%	31.7%	29.8%	23.3%
AÑO	2004												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ACUM
% DET	24.7%	26.8%	27.7%	19.0%	26.4%	23.9%	21.9%	32.6%	33.9%	32.2%	24.4%	27.7%	27.1%
AÑO	2005												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ACUM
% DET	21.9%	16.9%	14.7%	15.6%	14.0%	20.7%	23.7%	22.6%	23.3%	26.7%			19.7%

Cuadro N° 5.4: Indicador Mensual de Detenciones Planta



Fuente: La empresa

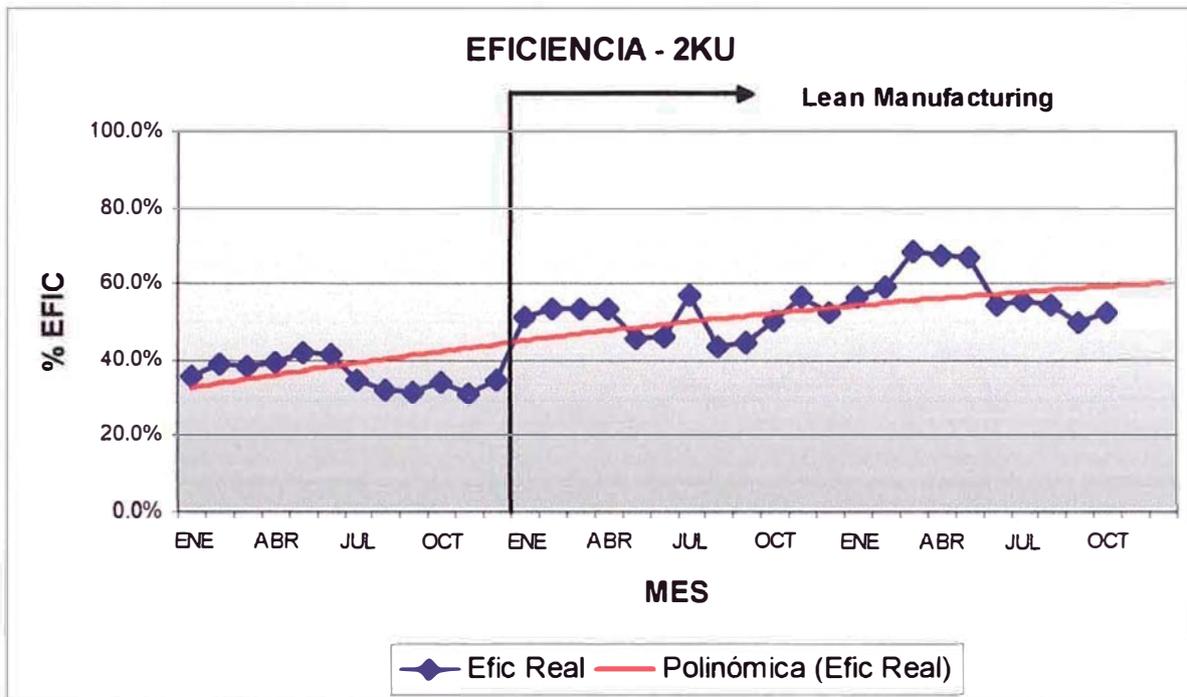
AÑO	2003												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
% DET	28.5%	29.9%	28.8%	22.5%	22.8%	24.5%	23.8%	39.6%	39.0%	27.7%	36.0%	45.6%	29.6%
AÑO	2004												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
% DET	27.9%	30.2%	27.3%	31.0%	29.6%	29.2%	25.7%	51.1%	42.3%	42.5%	30.3%	30.9%	31.7%
AÑO	2005												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
% DET	27.3%	22.5%	31.5%	25.9%	20.7%	30.9%	28.5%	28.4%	23.6%	27.0%			26.4%

Se Observa una Tendencia descendente en la Detenciones Tanto en la Máq. 2KU y en general de Toda la planta.

En general la planta Disminuyó sus Detenciones de un promedio de **29.6 % a 26.4 %** es decir **3.2 %**.

5.2.1.2 EFICIENCIAS

Cuadro N° 5.5: Indicador Mensual de Eficiencia Maquina 2KU

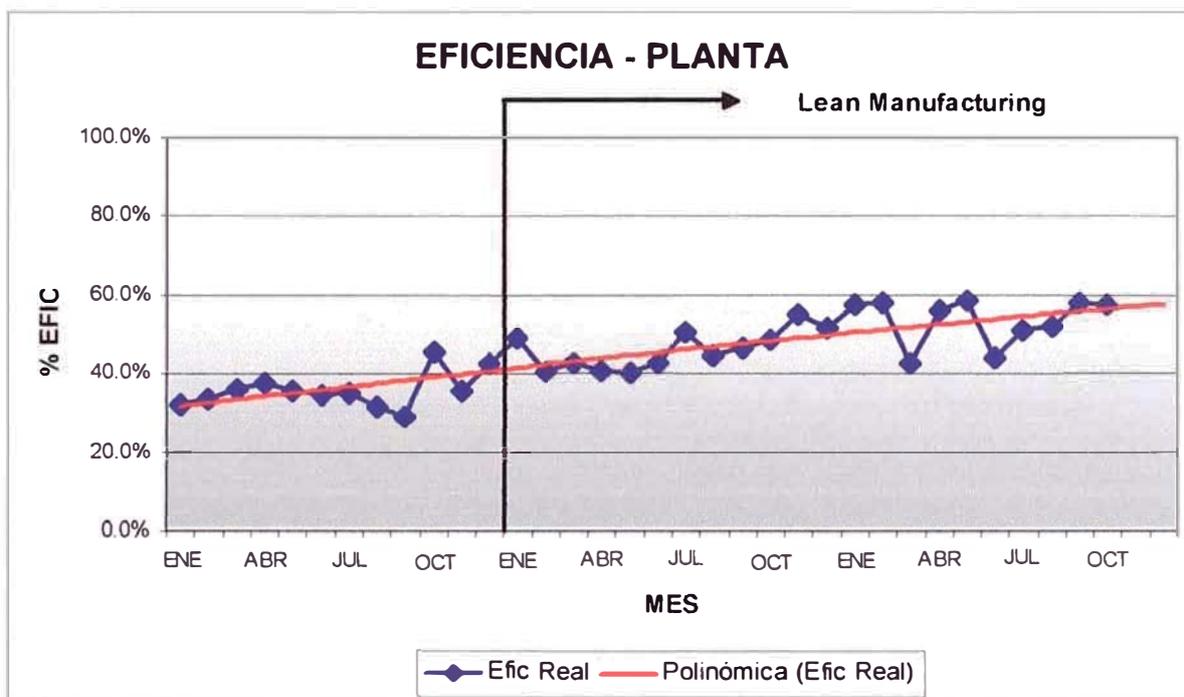


Fuente: La empresa

AÑO	2003												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
% EFIC	35.6%	38.7%	38.5%	39.5%	42.1%	41.3%	34.9%	32.1%	31.7%	34.0%	30.8%	34.6%	36.1%
AÑO	2004												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
% EFIC	51.5%	53.4%	53.2%	53.4%	45.5%	46.2%	57.0%	43.6%	44.4%	50.2%	56.3%	52.5%	50.6%
AÑO	2005												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
% EFIC	56.5%	59.0%	68.3%	67.4%	66.8%	54.2%	55.6%	54.2%	49.9%	52.4%			58.2%

Se Observa una Tendencia ascendente en las Eficiencias Tanto en la Máq. 2KU y en general de Toda la planta.

Cuadro N° 5.6: Indicador Mensual de Eficiencia Planta



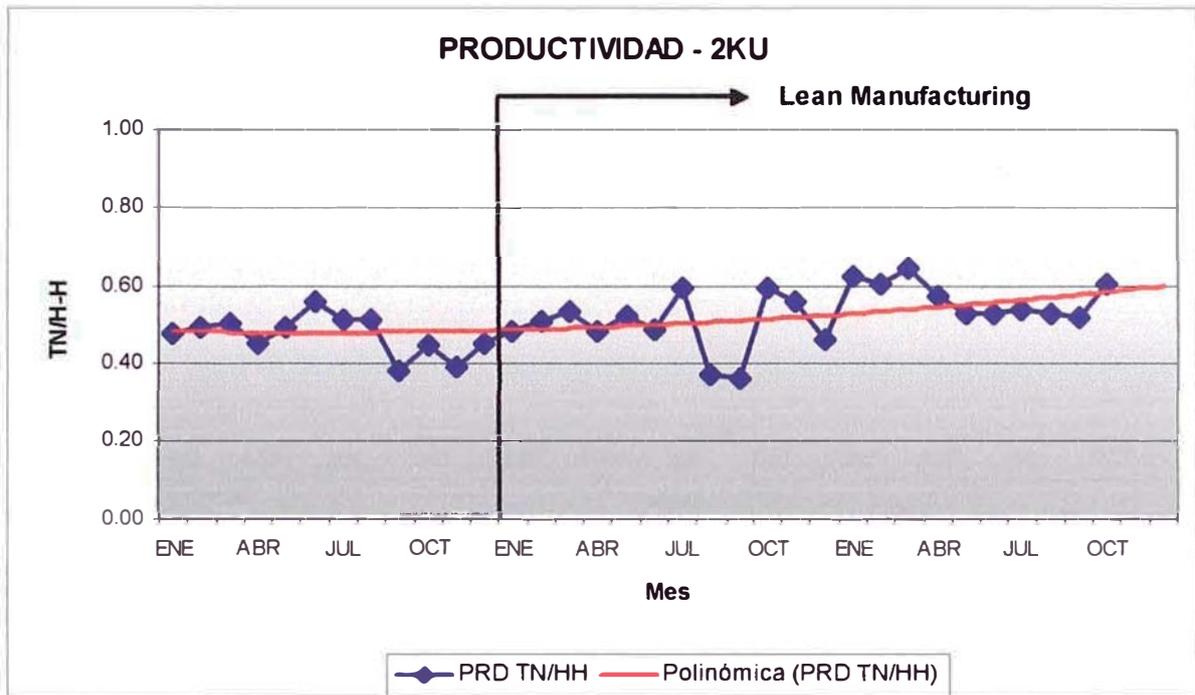
Fuente: La empresa

AÑO	2003												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
% EFIC	32.1%	33.7%	36.0%	37.6%	35.8%	34.9%	35.2%	31.4%	29.3%	45.7%	35.5%	42.7%	35.8%
AÑO	2004												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
% EFIC	48.9%	40.7%	42.6%	40.4%	40.2%	42.5%	50.4%	44.6%	46.6%	48.7%	54.7%	51.3%	45.4%
AÑO	2005												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
% EFIC	57.5%	57.7%	42.7%	55.9%	58.6%	44.1%	51.1%	51.8%	57.8%	57.6%			53.8%

En general la planta ha incrementado su Eficiencia de **35.8%** en promedio a **53.8 %** en promedio, es decir Incremento en **18%** la Eficiencia de Planta.

5.2.1.3 PRODUCTIVIDAD

Cuadro N° 5.7: Indicador Mensual de Productividad Maquina 2KU

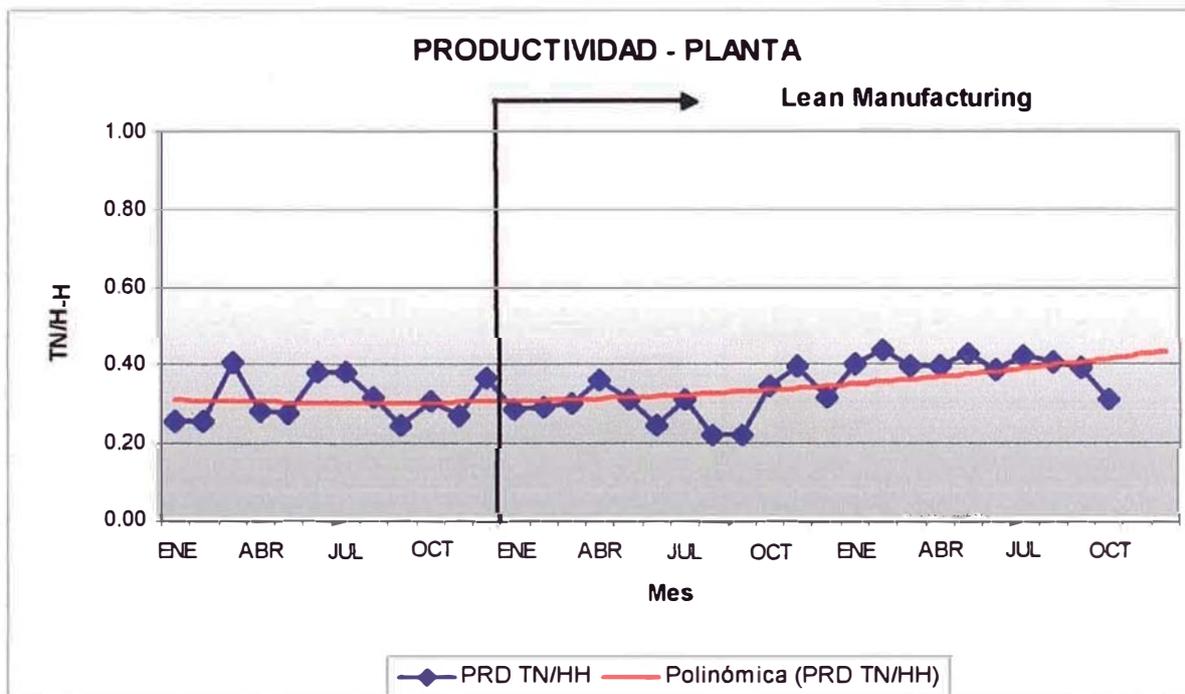


Fuente: La empresa

AÑO	2003												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
TN/HH	0.48	0.49	0.50	0.45	0.49	0.56	0.51	0.51	0.38	0.45	0.39	0.45	0.47
AÑO	2004												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
TN/HH	0.48	0.51	0.53	0.48	0.52	0.49	0.59	0.37	0.36	0.59	0.56	0.46	0.50
AÑO	2005												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
TN/HH	0.62	0.60	0.64	0.58	0.53	0.53	0.54	0.53	0.52	0.61			0.56

Se Observa una Tendencia ascendente en las Eficiencias tanto en la Máq. 2KU y en general de Toda la planta.

Cuadro N° 5.8: Indicador Mensual de Productividad Planta



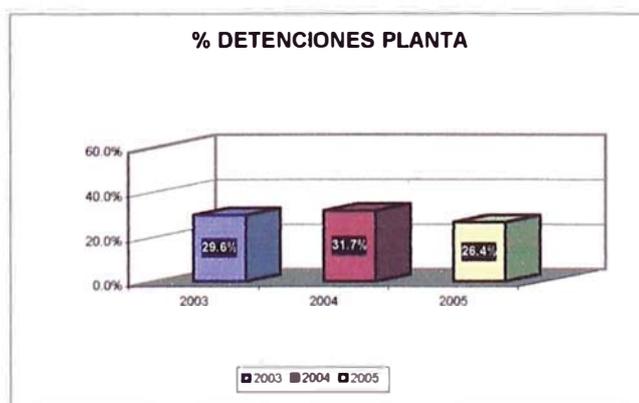
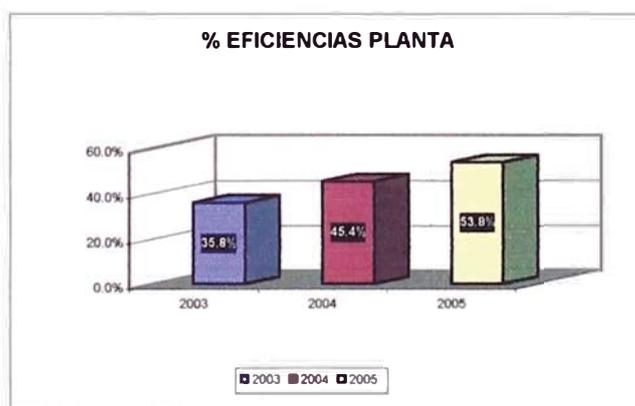
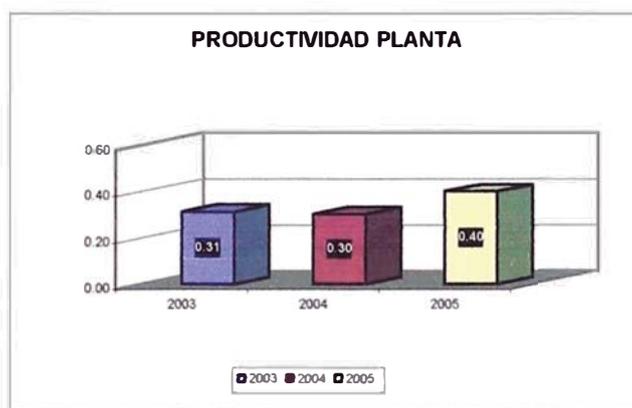
Fuente: La empresa

AÑO	2003												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
TN/HH	0.25	0.26	0.41	0.28	0.27	0.38	0.38	0.32	0.25	0.31	0.27	0.36	0.31
AÑO	2004												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
TN/HH	0.29	0.29	0.30	0.36	0.31	0.24	0.31	0.22	0.22	0.35	0.40	0.32	0.30
AÑO	2005												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
TN/HH	0.40	0.44	0.40	0.40	0.43	0.39	0.42	0.41	0.39	0.31			0.40

En general la planta ha incrementado su Productividad de **0.31 TN/HH** en promedio a **0.40 TN/HH** en promedio, es decir Incremento en **0.09 TN/HH** la Productividad de Planta.

**Cuadro N° 5.9: Indicador Anual de Productividad, Eficiencia y Detenciones
Planta**

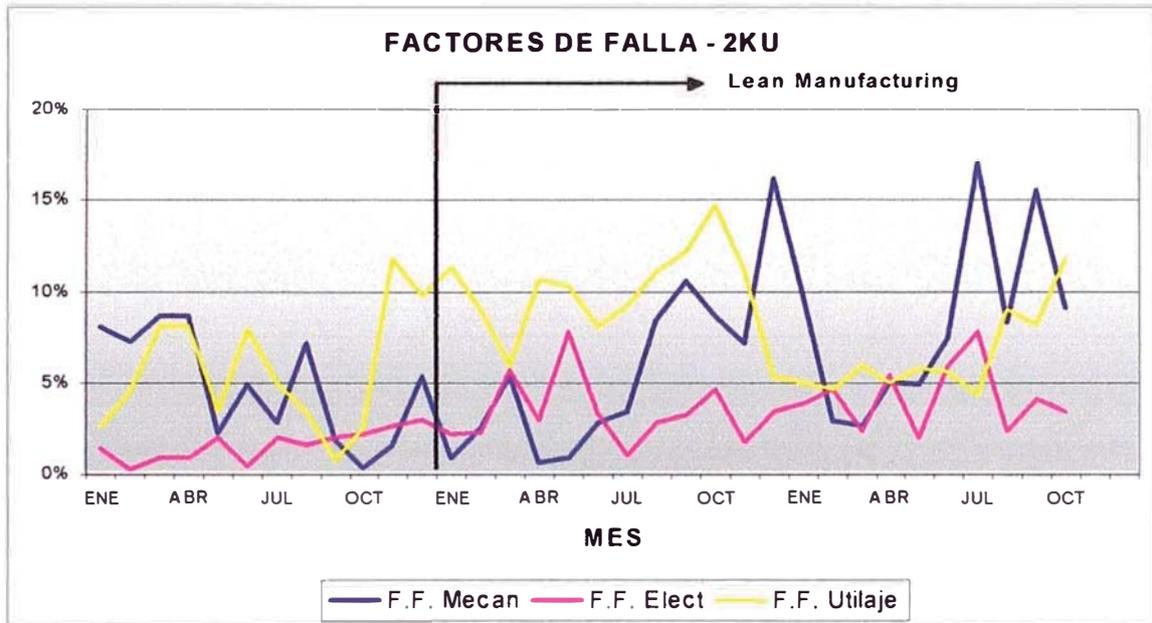
AÑO	% DET	%EFIC	PROD
2003	29.6%	35.8%	0.31
2004	31.7%	45.4%	0.30
2005	26.4%	53.8%	0.40



Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.4 MANTENIMIENTO

Cuadro N° 5.10: Indicador Mensual de Factores de Falla Maquina 2KU



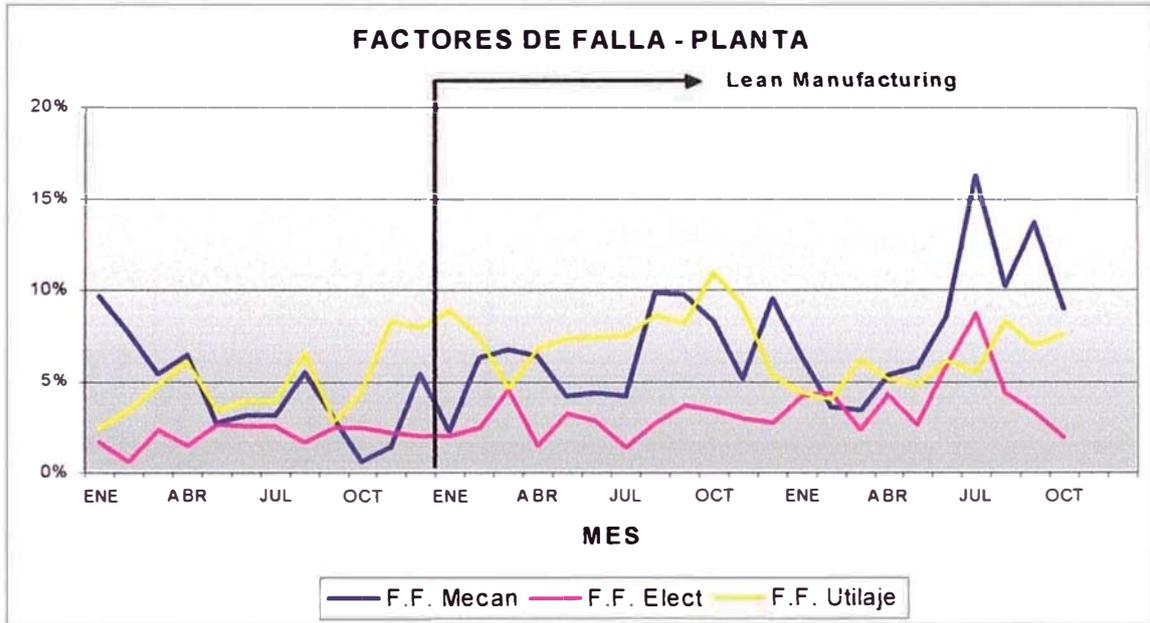
Fuente: La empresa

AÑO	2003											
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
F.F. Mec.	8.1%	7.3%	8.6%	8.6%	2.3%	4.9%	2.8%	7.2%	1.8%	0.3%	1.5%	5.3%
F.F. Elect	1.4%	0.3%	0.9%	0.9%	2.0%	0.4%	2.0%	1.6%	2.0%	2.2%	2.6%	3.0%
F.F. Utilaje	2.6%	4.5%	8.1%	8.1%	3.5%	7.9%	5.0%	3.4%	0.8%	2.5%	11.8%	9.8%

AÑO	2004											
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
F.F. Mec.	0.9%	2.6%	5.4%	0.6%	0.9%	2.8%	3.4%	8.4%	10.6%	8.7%	7.2%	16.2%
F.F. Elect	2.2%	2.3%	5.7%	2.9%	7.8%	3.3%	1.0%	2.8%	3.2%	4.6%	1.7%	3.4%
F.F. Utilaje	11.4%	9.0%	5.9%	10.6%	10.3%	8.1%	9.3%	11.1%	12.2%	14.8%	11.2%	5.3%

AÑO	2006											
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
F.F. Mec.	9.7%	2.9%	2.6%	5.0%	4.9%	7.5%	17.1%	8.3%	15.5%	9.1%		
F.F. Elect	3.8%	4.6%	2.4%	5.4%	2.0%	5.9%	7.8%	2.3%	4.1%	3.4%		
F.F. Utilaje	5.0%	4.6%	5.9%	5.0%	5.7%	5.6%	4.4%	9.0%	8.2%	11.8%		

Cuadro N° 5.11: Indicador Mensual de Factores de Falla Planta



Fuente: La empresa

AÑO	2003											
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
F.F. Mec.	9.6%	7.7%	5.4%	6.4%	2.7%	3.2%	3.2%	5.5%	2.9%	0.6%	1.4%	5.4%
F.F. Elect	1.6%	0.6%	2.4%	1.5%	2.6%	2.5%	2.5%	1.6%	2.4%	2.4%	2.2%	2.0%
F.F. Utilaje	2.5%	3.4%	4.7%	6.1%	3.4%	4.0%	4.0%	6.5%	2.8%	4.4%	8.3%	7.9%

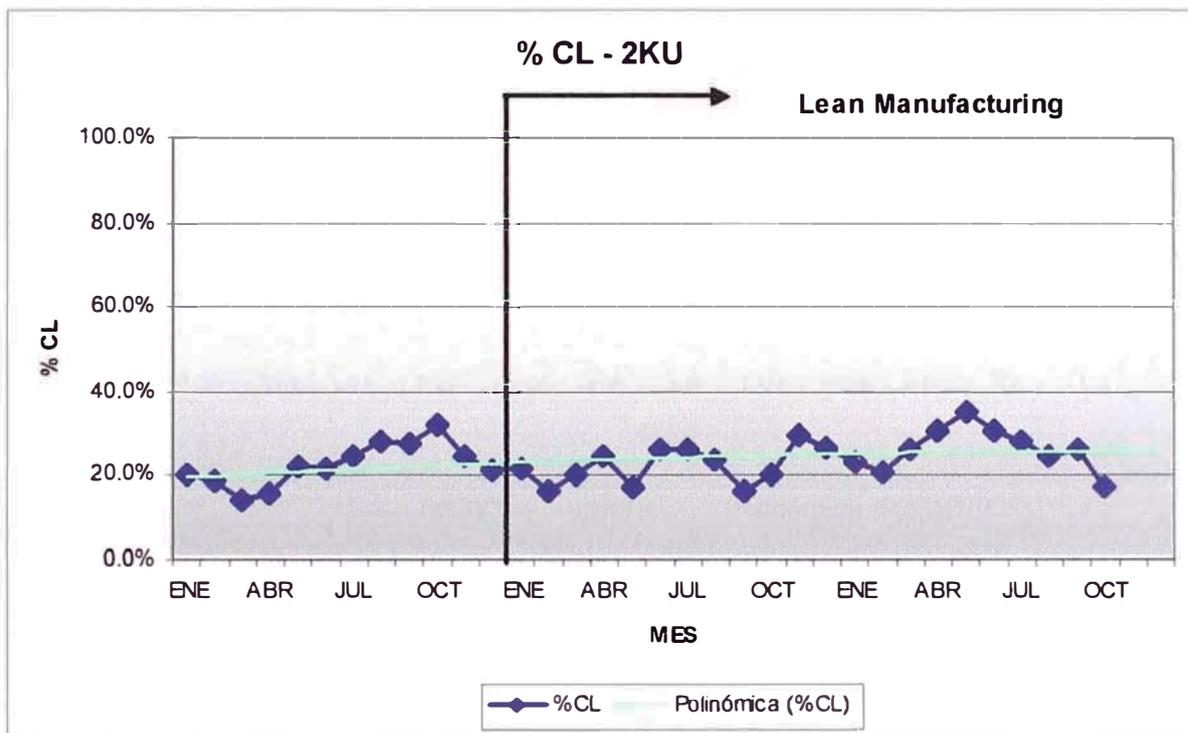
AÑO	2004											
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
F.F. Mec.	2.3%	6.3%	6.7%	6.3%	4.2%	4.4%	4.1%	9.8%	9.7%	8.3%	5.1%	9.5%
F.F. Elect	2.0%	2.4%	4.5%	1.5%	3.2%	2.8%	1.4%	2.7%	3.7%	3.4%	2.9%	2.7%
F.F. Utilaje	8.9%	7.4%	4.6%	6.8%	7.3%	7.4%	7.5%	8.6%	8.1%	11.0%	9.1%	5.3%

AÑO	2006											
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
F.F. Mec.	6.4%	3.6%	3.4%	5.3%	5.7%	8.6%	16.3%	10.1%	13.7%	6.9%		
F.F. Elect	4.2%	4.3%	2.4%	4.3%	2.6%	5.9%	8.7%	4.4%	3.3%	1.9%		
F.F. Utilaje	4.3%	4.0%	6.2%	5.1%	4.6%	6.1%	5.5%	6.3%	7.0%	7.6%		

5.3 INDICADORES DE MEJORA DE PROCESOS

5.3.1 CAMBIO DE LINEA - SMED

Cuadro N° 5.12: Indicador Mensual de % de CL

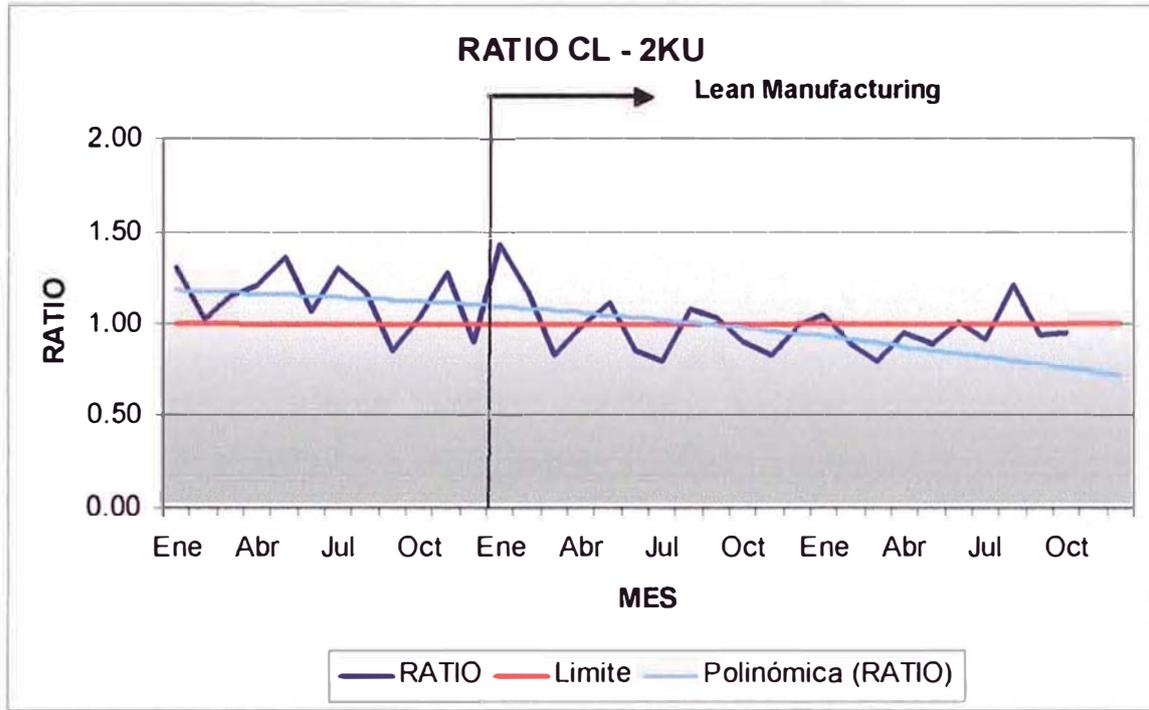


Fuente: La empresa

AÑO	2003												PROM
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
% CL	20.2%	18.6%	14.1%	16.0%	22.3%	21.7%	24.6%	27.8%	27.6%	32.2%	24.5%	21.0%	22.6%
AÑO	2004												PROM
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
% CL	21.7%	16.1%	20.0%	24.6%	17.5%	25.9%	25.9%	23.6%	16.3%	20.2%	29.5%	26.6%	22.3%
AÑO	2005												PROM
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
% CL	23.1%	20.8%	26.0%	30.6%	35.1%	30.8%	28.1%	24.4%	26.0%	17.4%			26.2%

Se Observa una Tendencia ascendente en el %CL tanto en la Máq. 2KU y en general de Toda la planta, lo cual es Normal, demuestra que se esta realizando mas cambios de Productos, es decir producir mayor numero de Productos.

Cuadro N° 5.13: Indicador Mensual de Ratio CL



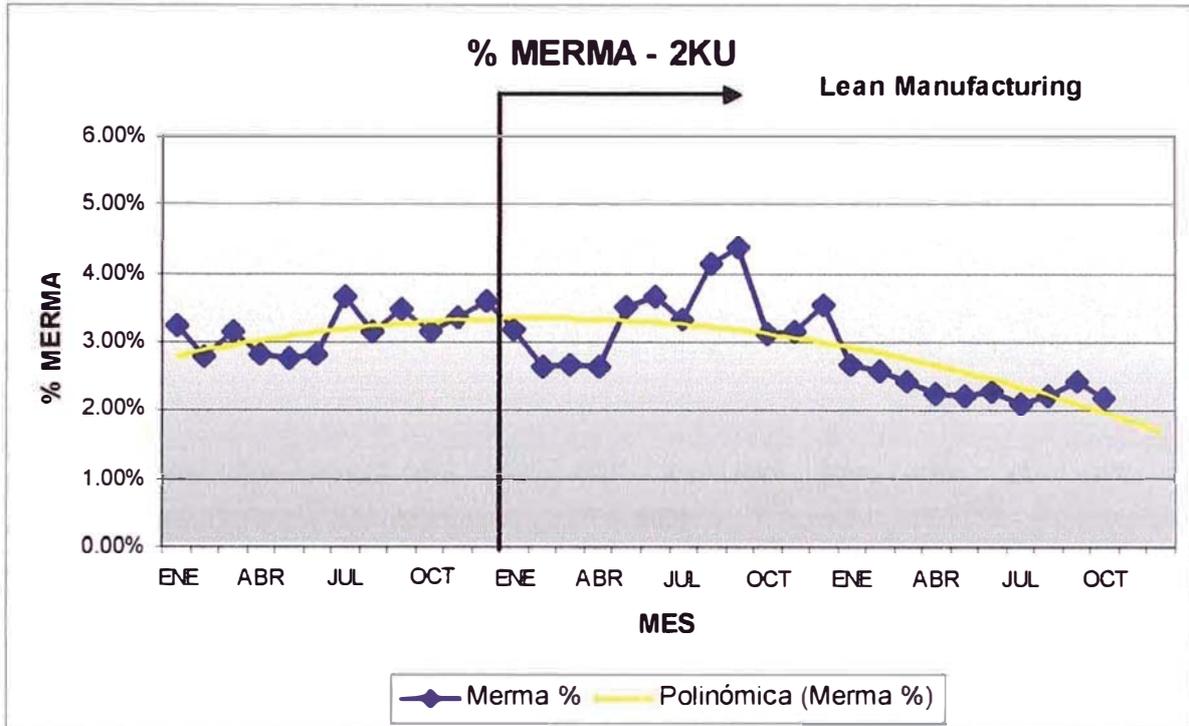
Fuente: La empresa

AÑO	2003												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
Ratio	1.30	1.02	1.15	1.20	1.35	1.06	1.30	1.17	0.85	1.03	1.27	0.90	1.13
AÑO	2004												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
Ratio	1.43	1.17	0.83	0.98	1.11	0.86	0.79	1.07	1.03	0.90	0.83	0.98	1.00
AÑO	2006												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
Ratio	1.05	0.89	0.79	0.95	0.88	1.01	0.91	1.20	0.93	0.95			0.96

Se Observa una Tendencia descendente en el Ratio CL (CL Real / CL Std) en la Máq. 2KU y en general de Toda la planta, lo que demuestra que se ha recuperado el tiempo perdido en el excedente del Tiempo Standard, además se realiza en Menor tiempo que el Standard, lo cual es un tiempo ganado para la producción.

5.3.2 MERMA

Cuadro N° 5.14: Indicador Mensual de % Merma Maquina 2KU

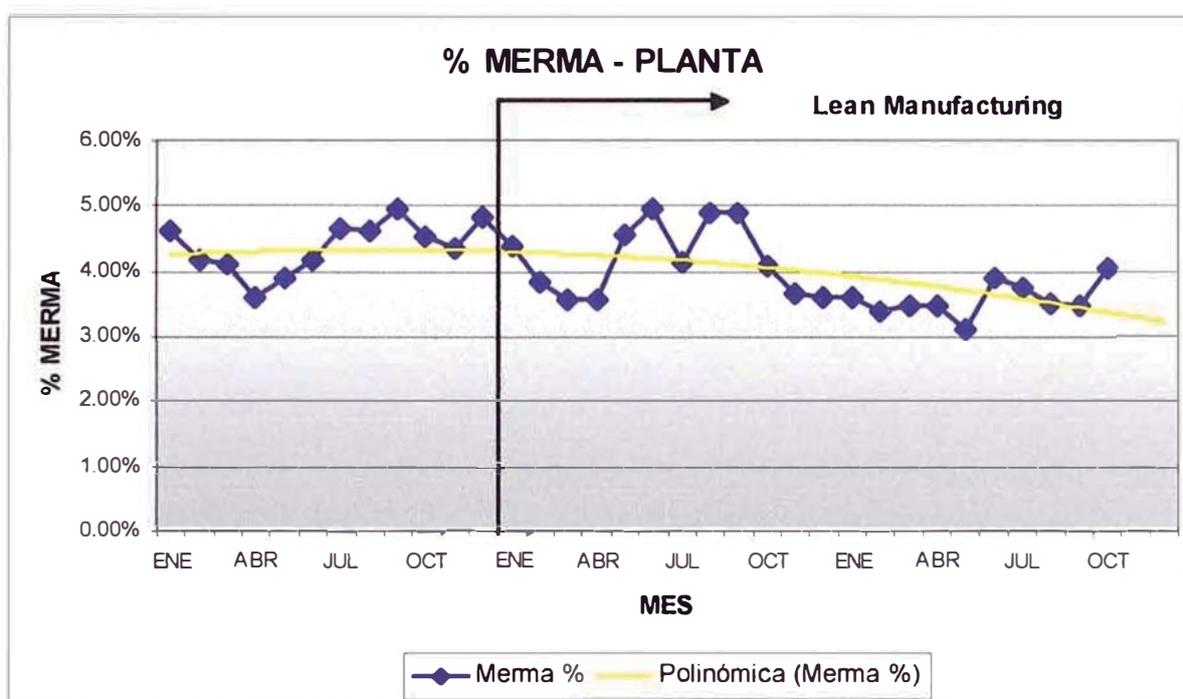


Fuente: La empresa

AÑO	2003												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
% Merma	3.24%	2.78%	3.16%	2.81%	2.75%	2.82%	3.65%	3.14%	3.47%	3.14%	3.36%	3.60%	3.2%
AÑO	2004												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
% Merma	3.17%	2.65%	2.68%	2.64%	3.50%	3.67%	3.34%	4.15%	4.37%	3.13%	3.15%	3.54%	3.3%
AÑO	2005												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
% Merma	2.66%	2.58%	2.42%	2.26%	2.23%	2.28%	2.10%	2.23%	2.44%	2.20%			2.3%

Se Observa una Tendencia descendente en % de Merma, tanto en la Máq. 2KU y en general de Toda la planta, lo que representa una disminución en los costos de producción,

Cuadro N° 5.15: Indicador Mensual de % Merma Planta



Fuente: La empresa

AÑO	2003												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
% Merma	4.62%	4.17%	4.10%	3.61%	3.91%	4.17%	4.64%	4.63%	4.94%	4.53%	4.35%	4.83%	4.4%
AÑO	2004												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
% Merma	4.37%	3.85%	3.58%	3.57%	4.56%	4.96%	4.14%	4.88%	4.90%	4.09%	3.65%	3.60%	4.2%
AÑO	2005												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
% Merma	3.60%	3.38%	3.47%	3.49%	3.11%	3.89%	3.75%	3.52%	3.48%	4.05%			3.6%

En general la planta ha disminuido su % de Merma de **4.45 %** en promedio a **3.60 %** en promedio, es decir una mejora en **0.85 %** en el % de Merma Global.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

La metodología Lean consiste en la búsqueda de mejoras concurrentes, basados sus 3 principios fundamentales, con objeto de conseguir una organización más competitiva (por cuanto podrá conseguir los tres ejes de la competitividad: Precio, Calidad y Servicio).

El presente informe pone de manifiesto los resultados de la aplicación de dicha metodología y las fases que se han ido abordando así como la estructura organizativa creada para asegurar el éxito de la aplicación de la misma.

Principalmente, cabría destacar dos puntos en el desarrollo de la metodología.

Por un lado, la importancia de la **IMPLICACIÓN DE LAS PERSONAS**, lo cual está íntimamente relacionado con la capacidad de comunicación y de relaciones interpersonales que deben caracterizar a los líderes e impulsores de los equipos Lean.

Y por otro lado, la relevancia de efectuar un SEGUIMIENTO DE LOS INDICADORES que vayan guiando la labor del equipo de trabajo y de cuyo análisis vayan surgiendo ideas de mejora que aseguren la continuidad y sostenibilidad de los resultados.

Por último, cabría señalar que para que Lean tenga éxito, es fundamental cambiar la imagen de autoridad por la de LIDERAZGO dentro de las empresas y asegurar que existe una dirección con disposición a escuchar las ideas de los trabajadores para ponerlas en práctica si son aprovechables.

6.2 RECOMENDACIONES

En la implementación de sistemas Lean es muy importante que el cambio cultural empiece desde la alta dirección y sus gerencias, ya que los métodos dependen en gran parte de trabajo en equipo, del desarrollo personal y de la facultad para tomar decisiones mas adecuadas para el proceso correspondiente, tema muy difícil ya que en la mayoría de los casos el director y los gerentes están muy acostumbrados a no delegar decisiones y mantener un sistema autocrático.

Cuando se capacita al personal y este conoce que entre las reducciones o adelgazamiento también se incluirán algunos puestos que serán eliminados o que serán ocupados por personal con más preparación, también crea incertidumbre. En general el manejo del factor humano durante la implantación de los métodos, es delicado, por lo que debe realizarse con cuidado.

Con respecto al Planeamiento de la producción, se esta utilizando como base el ratio de Stock < 1, como señal de producción, el cual me asegura un stock para un mes, se recomienda bajar gradualmente el ratio por ejemplo a 0.8 incluso a 0.5, es decir a medida que el sistema mejora, se debería aprovechar un menor tiempo de rotación de productos, llegar a un nivel de producción, donde asegure el stock requerido, produciendo solo lo necesario. Teniendo en cuenta el lote optimo, por producto y/o familia que se controla con el Ratio % CL con respecto al tiempo de producción del producto y/o familia.

Seria recomendable llevar un indicador de tiempo de reposición de stock para las rupturas, con el cual observamos cuan flexibles y reactivos somos ante las rupturas.

Debido al mejoramiento de la capacidad de Planta, se ha detenido por lo menos 1 maquina, se recomienda incursionar en nuevos productos, para aprovechar al máximo la capacidad de Planta.

Se debe dar mayor énfasis al planeamiento del mantenimiento, ya que es una de las causas actualmente de mayor incidencia en el tema de detenciones.

GLOSARIO

Ruptura de Stock:	Stock cero de un producto
Ratio Stock:	Índice de nivel de stock
Programación Caótica:	Secuencia dinámica que depende del ratio stock
Escategrama:	Técnica que permite observar la variabilidad de un producto
Muda:	Toda actividad que no genera valor
Maquila:	Fabricación por terceros
Cambio de Línea:	Preparación de la maquina para pasar de un producto a otro
Pañol de Rodillos:	Área especializada a mantener en óptimas condiciones el utilaje de las maquinas
Colación:	detención del proceso por causa de refrigerio.

BIBLIOGRAFÍA

Textos:

- WOMACK D., Jones. *Lean Thinking*. Simon & Schuster, 1996.
- GUTIÉRREZ GARZA, Gustavo. *Justo a Tiempo y Calidad Total, Principios y Aplicaciones*. Quinta edición. Monterrey, Nuevo León, México. Ediciones Castillo S. A. 2000.
- K. HODSON William. *Maynard, Manual del Ingeniero Industrial*. Tomo II. Cuarta edición. México. Mac Graw Hill. Septiembre de 2001.
- WILLIAM F. Bohan. *Poder Oculto de la Productividad*. Primera edición. Editorial Norma, 03-2003. ISBN: 958-04-7120-7

Documentos Electrónicos:

- BONILLA BRAVO, Carlos Alexis. *Jidoka – Nivelacion de la Producción*. 13-07-2003. [Ref. 20-06-05] <http://www.puntolog.com/foro/buzon/messages/6023.htm>.
- MARCO A. FRANCO M.D.O. *Kaizen: Cambio para Mejorar*. [en línea]. [Ref. 24-06-05]. <http://www.sht.com.ar/archivo/Management/Kaizen.htm>
- IMAI, Masaaki. *El caza-desperdicios entra en escena*. [en línea]. [Ref. 15-06-05]. <http://www.gurusonline.tv/es/conteudos/imai.asp#topo>

- JUANES, Bruno. Grupo Galgano. *Es posible integrar Seis Sigma y Lean Manufacturing?* [en línea]. 2003. [Ref. 24-06-05].
<http://www.galganogroup.it/es/lean/index.asp>
- TRILOGIQ SA. *LeanTek y el Lean-Manufacturing.* [en línea]. [Ref. 22-06-05].
http://www.trilogiq.com/es/pages/lean/sys_prod.html
- GOY YAMAMOTO. Ana M. *KAIZEN : El concepto de la mejora continua en la cultura y la organización japonesas.* [en línea]. 19-05-2005. [Ref. 29-06-05].
[http://www.eoi.es/multimedia//19May05_PonenciaAnaMGoy\(ForoKaizen\).pdf](http://www.eoi.es/multimedia//19May05_PonenciaAnaMGoy(ForoKaizen).pdf)
- FUNDACION NAVARRA y AIN. *5S: Orden y Limpieza.* DIC 2002. [Ref. 28-06-05].
http://www.navactiva.com/web/es/descargas/pdf/acal/AIN_5S%20ORDEN%200Y%20LIMPIEZA.pdf
- *Herramientas de Calidad.* [en línea]. [Ref. 29-06-05].
www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/HerramientasdeCalidad.pdf
- GLOBAL SOLUTIONS : Gleason Corporation. Keeping the world in motion. *Producción Ajustada Lean Manufacturing.* [Ref. 15-06-05].
www.gleason.com/new/GlobalSolutions/GS-Lean_pdf_spanish.pdf
- PINEDA MANDUJANO, Karla. *Manufactura Esbelta.* [en línea]. [Ref. 29-06-05].
<http://www.monografias.com/trabajos14/manufact-esbelta/manufact-esbelta.shtml>

Otros Documentos de Referencia:

- TAIICHI OHNO, *Toyota Production System*, 1988, Productivity Press
- KAORU ISHIKAWA, *What is Total Quality Control*, 1988, Prentice Hall
- KAORU ISHIKAWA, *Guide to Quality Control*, 1986, Quality Resources
- JAPAN HUMAN RELATIONS ASSOCIATION, *The Improvement Engine*, Productivity Press
- KIYOSHI SUZAKI, *The New Manufacturing Challenge*, Free Press
- KIYOSHI SUSAKI, *The New Shop Floor Management*, Free Press
- SHIGEO SHINGO, *The Study of the Toyota Production System*, 1989, Productivity Press
- SHIGEO SHINGO, *The Shingo System for Continuous Improvement*, 1988, Productivity Press
- JAMES AND DANIEL T. JONES. *The Machine that Changed the World*. Womack.
- JAMES AND DANIEL T. JONES. *Lean Thinking*. Womack.
- JACKSON / JONES. *Implementing a Lean Management System*.
- TAKAHIRO FUJIMOTO. *The Evolution of a Manufacturing Systems at Toyota*.
- MICHAEL L. GEORGE. *What is Lean Six Sigma*. et al.
- KENNETH DAILEY. *The Lean Manufacturing Pocket Handbook*.
- WILLIAM M FELD. *Lean Manufacturing: Tools, Techniques, and How to Use Them*.
- GEOFFREY L. MIKA. *Lean Manufacturing en Español*.

ANEXOS

ANEXO 1: PRODUCTOS

Tubos Mecánicos



Tubos Estructurales



Cañería



Ductos / Conductores Eléctricos



Perfiles Estructurales



Metalcon

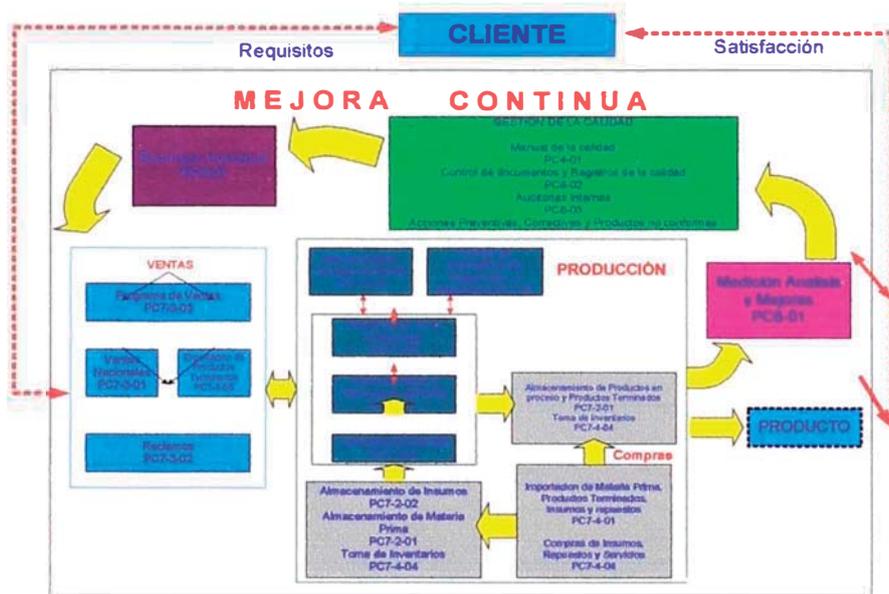


Tubest

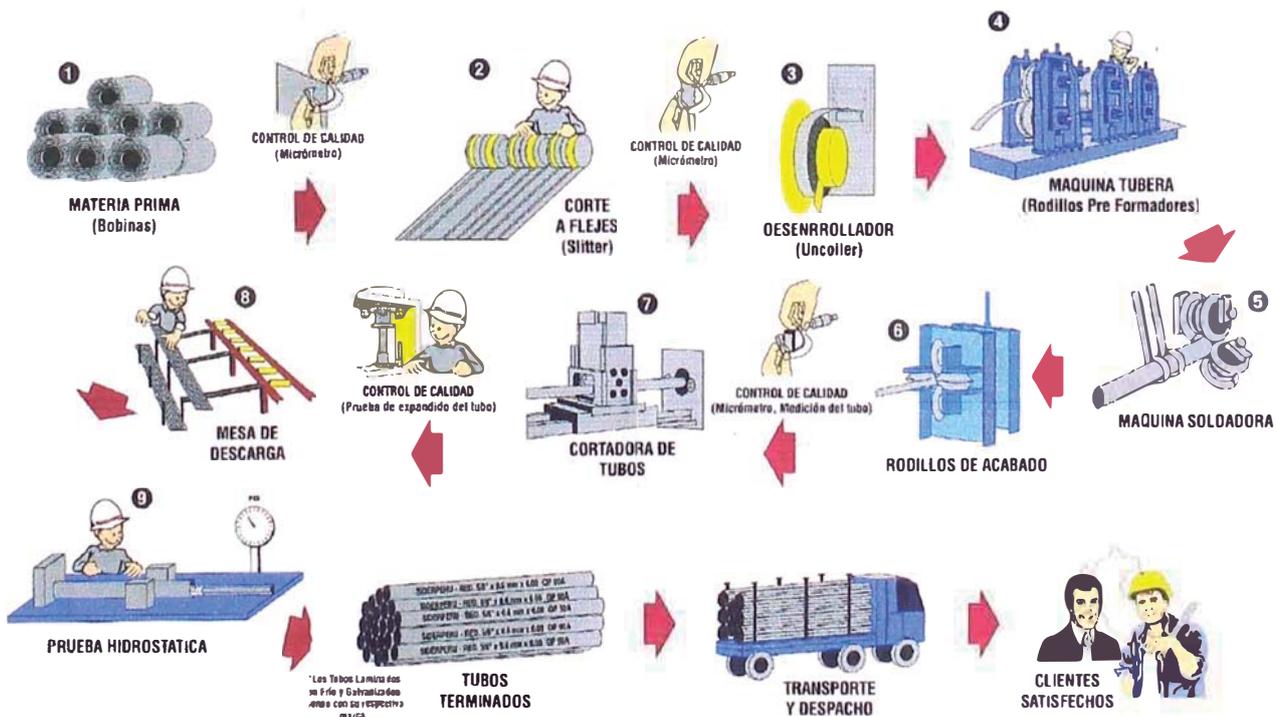


ANEXO 2: PROCESOS

INTERACCIÓN DE LOS PROCESOS SEGÚN SGC ISO 9001:2000



PROCESO DE PRODUCCION

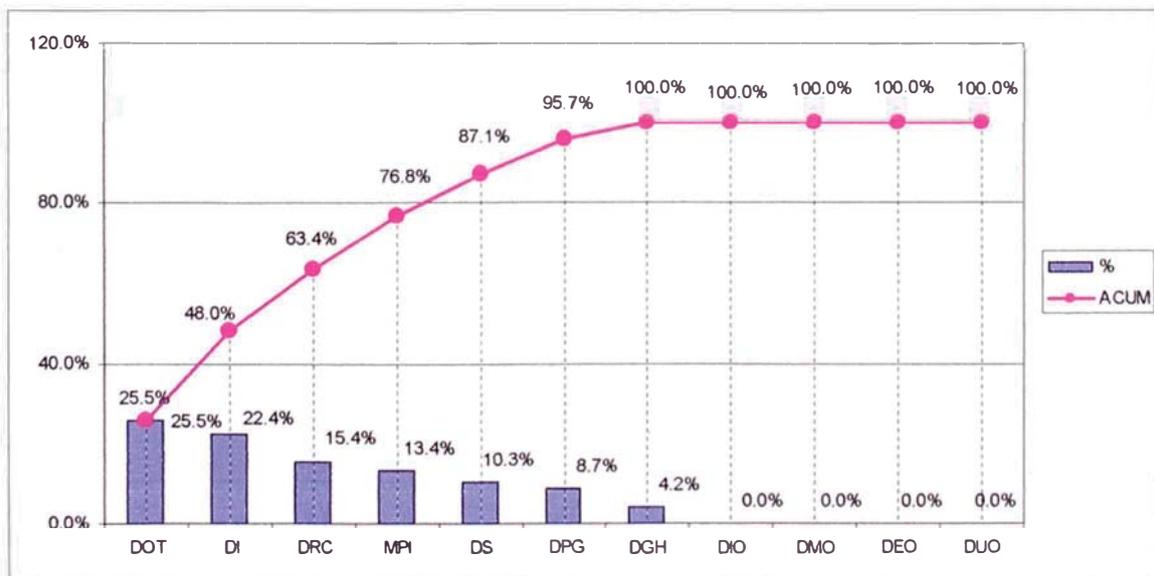


ANEXO 3: DETENCIONES OPERARIO

DETENCIONES CAUSA OPERARIO 2003

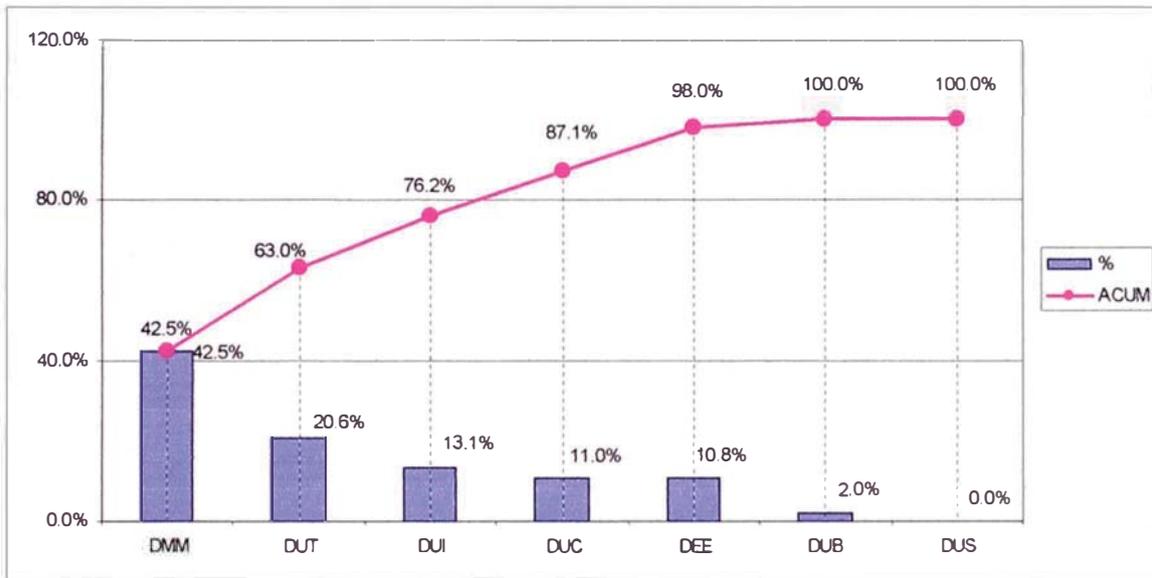


DETENCIONES CAUSA OPERARIO 2005

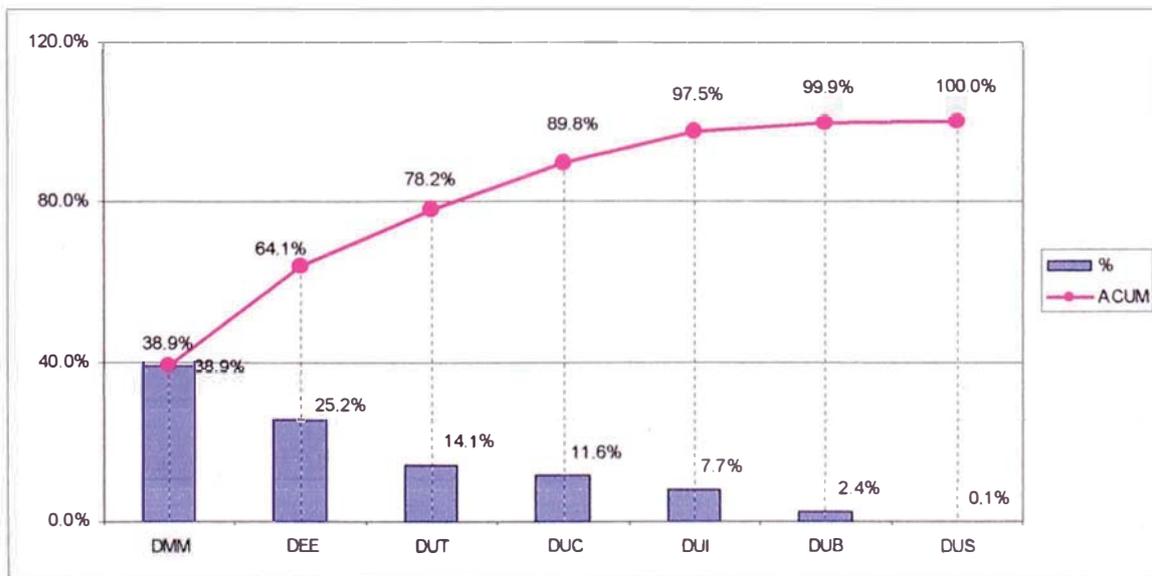


ANEXO 4: DETENCIONES MAQUINA

DETENCIONES CAUSA MAQUINA 2003



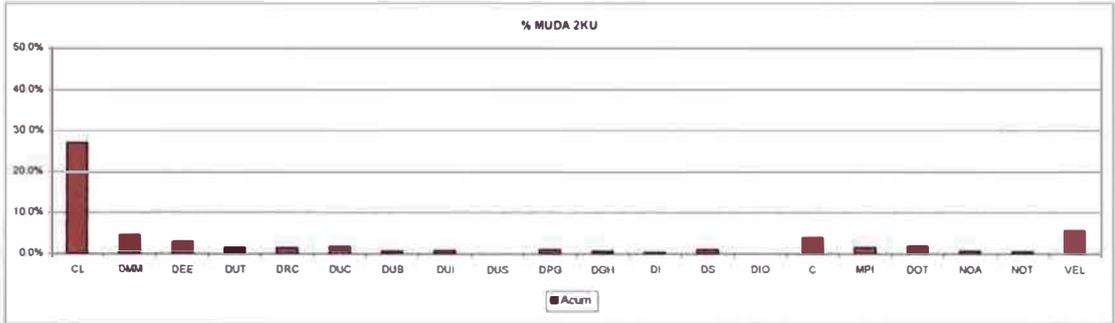
DETENCIONES CAUSA MAQUINA 2005



ANEXO 5 : MUDA Vs DETENCIONES



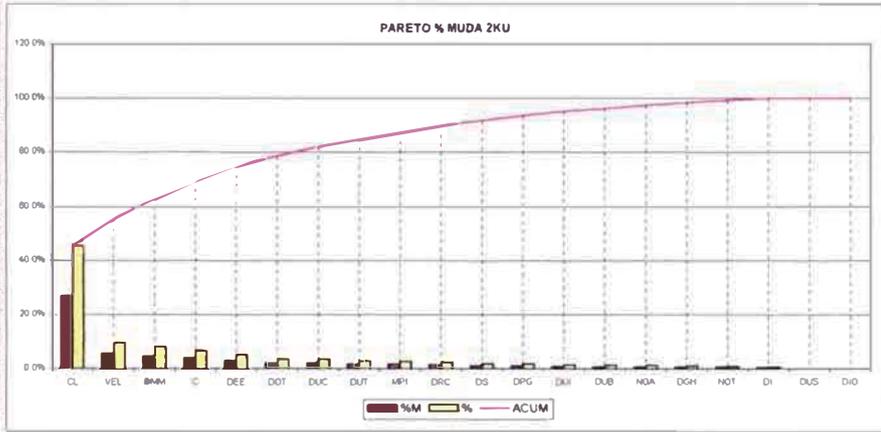
ANALISIS DE MUDAS 2KU



sem	CL	DMM	DEE	DUT	DRC	DUC	DUB	DUI	DUS	DPG	DGH	DI	DS	DIO	C	MPI	DOT	NOA	NOT	VEL	%M	%D	Hr
ACUM	27.0%	4.7%	3.1%	1.7%	1.5%	2.0%	0.7%	0.9%	0.0%	1.1%	0.6%	0.4%	1.1%		4.0%	1.5%	2.0%	0.7%	0.5%	5.8%	59.2%	18.7%	6,928.0

1. PARETO DE MUDAS 2KU

TIPO	%M	%	ACUM
CL	27.0%	45.6%	45.6%
VEL	5.8%	9.7%	55.3%
DMM	4.7%	8.0%	65.3%
C	4.0%	8.7%	70.0%
DEE	3.1%	5.2%	75.2%
DOT	2.0%	3.4%	78.6%
DUC	2.0%	3.4%	82.0%
DUT	1.7%	2.8%	84.9%
MPI	1.5%	2.6%	87.5%
DRC	1.5%	2.5%	90.0%
DS	1.1%	1.8%	91.8%
DPG	1.1%	1.8%	93.7%
DUI	0.9%	1.5%	95.1%
DUB	0.7%	1.1%	96.2%
NOA	0.7%	1.1%	97.4%
DGH	0.6%	1.1%	98.4%
NOT	0.5%	0.8%	99.3%
DI	0.4%	0.6%	99.9%
DUS	0.0%	0.1%	100.0%
DIO	0.0%	0.0%	100.0%
TOT	59.2%	100.0%	



CONCLUSION : SEGÚN PARETO LAS CAUSAS PRINCIPALES SON CL, VEL, DMM, C, DEE, DOT

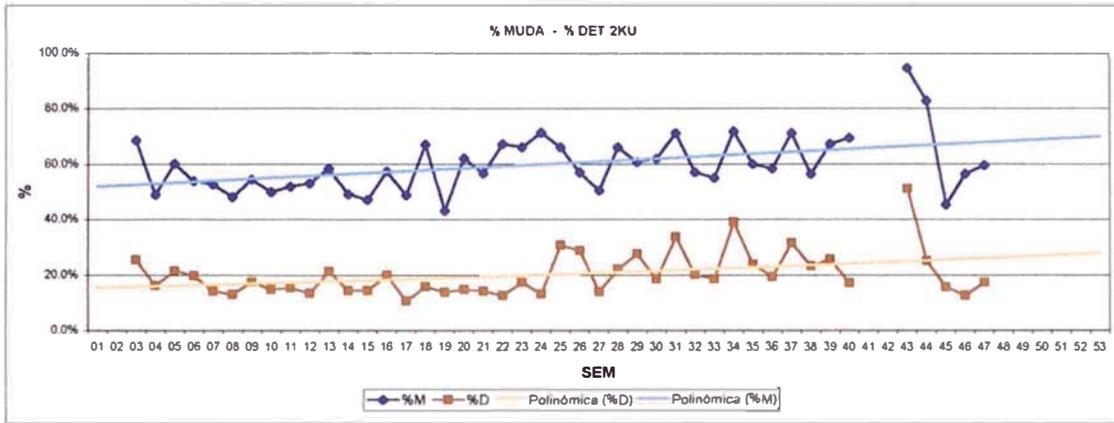
2. PARETO DE DETENCIONES 2KU

TIPO	%D	%	ACUM
DMM	5.0%	25.2%	25.2%
DEE	3.2%	16.2%	41.4%
DOT	2.0%	10.2%	51.7%
DUC	2.0%	10.1%	61.8%
DUT	1.5%	7.7%	69.5%
DRC	1.5%	7.4%	76.9%
DS	1.0%	5.1%	82.1%
DPG	1.0%	4.8%	88.9%
DUI	0.9%	4.3%	91.2%
DUB	0.7%	3.5%	94.8%
DGH	0.8%	3.1%	97.9%
DI	0.4%	2.0%	99.9%
DUS	0.0%	0.1%	100.0%
DIO	0.0%	0.0%	100.0%
TOT	20.8%	100.0%	

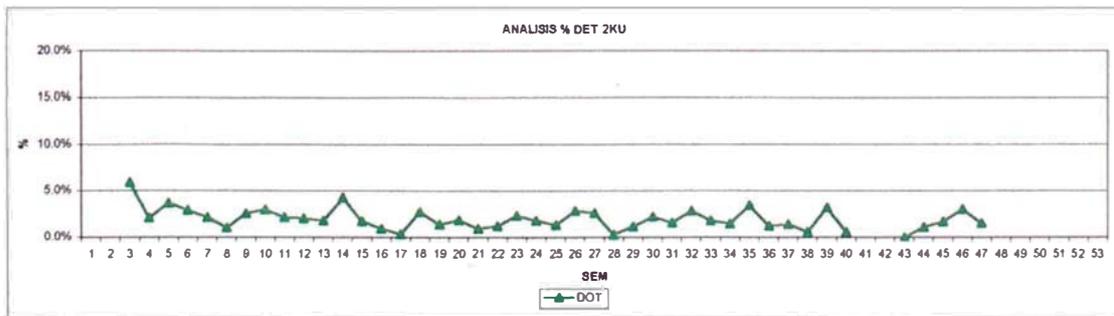
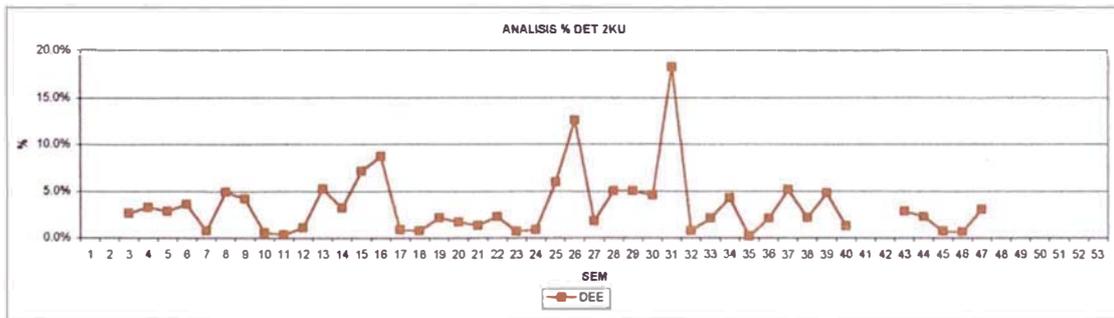
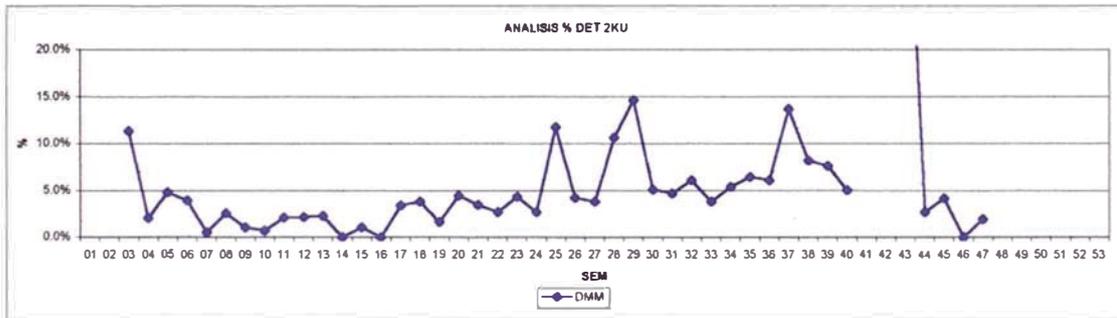


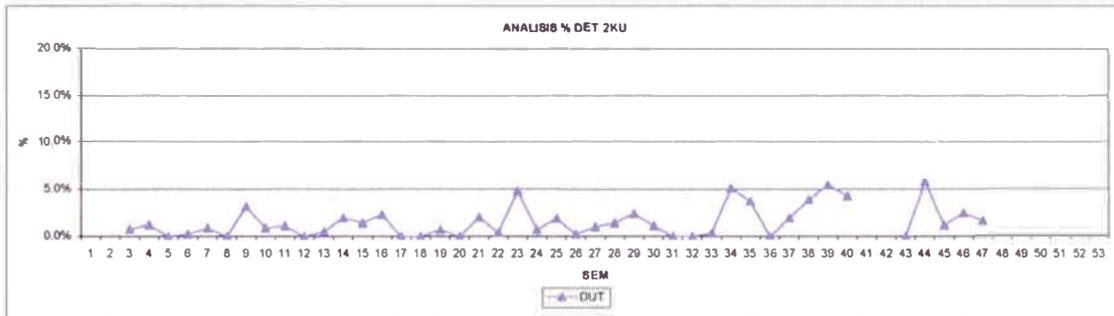
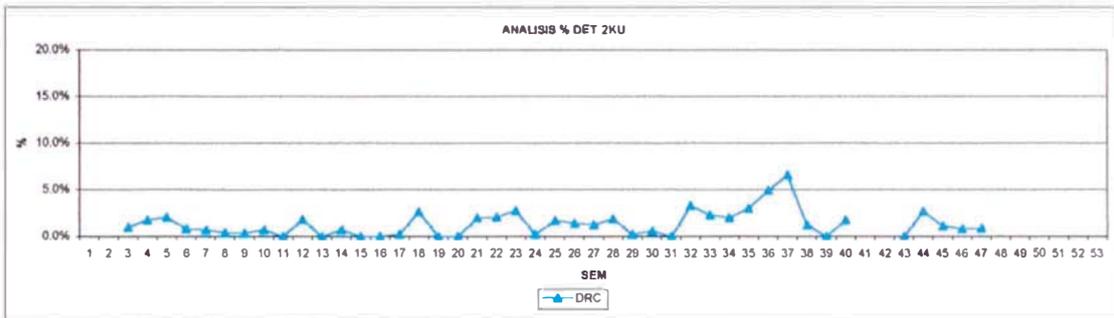
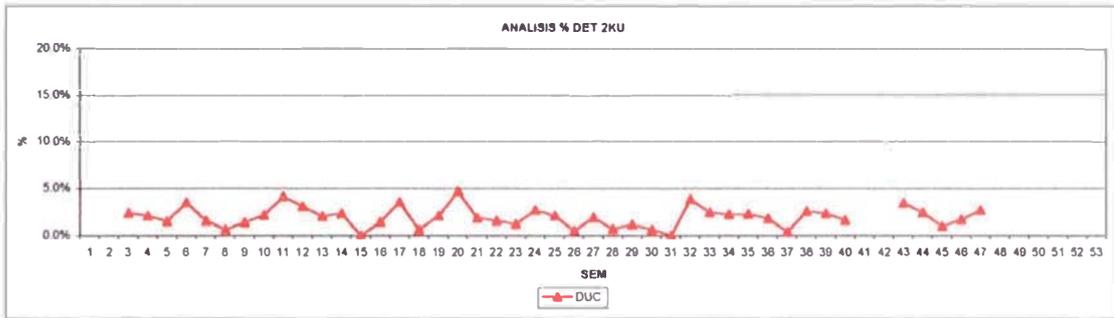
CONCLUSION : SEGÚN PARETO LAS CAUSAS PRINCIPALES SON DMM, DEE, DOT, DUC, DUT, DRC.

3. GRAFICO MUDAS - DETENCIONES



4. GRAFICO PRINCIPALES DETENCIONES SEGÚN PARETO DET-2KU





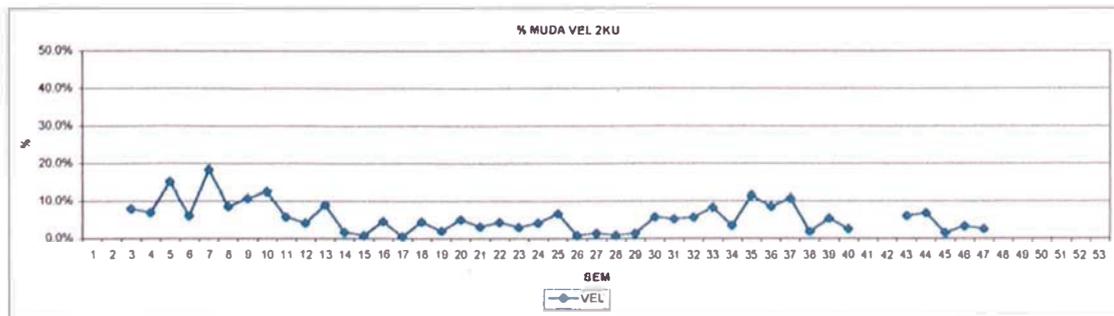
CONCLUSION : OBSERVANDO LAS TENDENCIAS DE CADA TIPO DE DETENCION, SE CONCLUYE QUE LAS CAUSAS PRINCIPALES DE DETENCIONES EN LA MAQ 2KU SON **DMM, DEE** EN MENOR GRADO **DOT, DUC, DRC, DUT**

DEBIDO A ESTO SE DEBE TOMAR ACCION SOBRE LOS PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

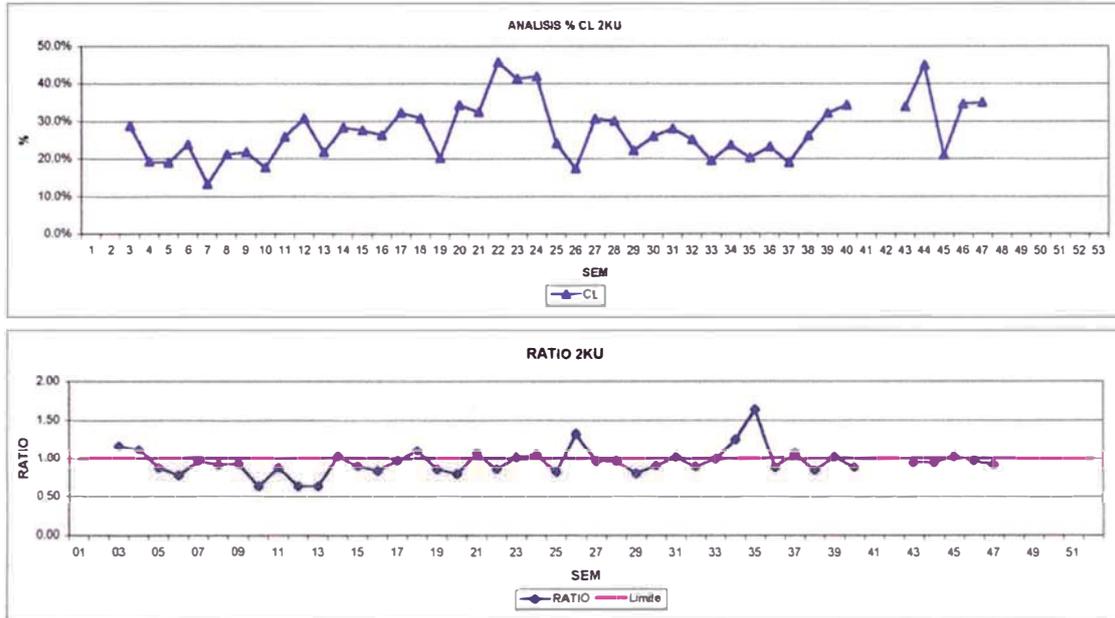
1. ANALIZAR LOS TIPO DE FALLAS OCURRIDAS
2. REPROGRAMAR Y TENER ENCUENTA ESAS ACTIVIDADES EN EL PROGRAMA DE MANTTO PREVENTIVO

6. MUDAS POR ELIMINAR

6.1. EL MUDA VELOCIDAD



6.2. EL MUDA CL



CONCLUSION :

LA MUDA VELOCIDAD SE PUEDE OBSERVAR LOS SIGUIENTES PUNTOS:

1. LAS VELOCIDADES ESTANDARES PARA ALGUNOS PRODUCTOS NO ES CORRECTO - PRODUCTOS LAC
2. LA MAQUINA TIENE LIMITANTES PARA LLEGAR A LA VELOCIDAD ESTANDAR.
 - 2.1 MOTORES FORMADORES - CALIBRADORES
 - 2.2 PONTENCIA DE SOLDAURA
 - 2.3 CARRO DE CORTE
 - 2.4 MATERIA PRIMA

LA MUDA CAMBIO DE LINEA SE PUEDE OBSERVAR LOS SIGUIENTES PUNTOS:

1. EL % ESTA EN UN PROM DE 27% , DE TENER MAYOR VARIACION, ESTE DEBE SER POR AUMENTO EN EL NRO DE VECES QUE SE INGRESA UN PRODUCTO, ESTO PUEDE SER CAUSA DE UN MAL CALCULO EN EL PRONOSTICO
2. SE DEBE TENER EN CUENTA PARA LA FABRICACION DE UN O FAMILIA DE PRODUCTOS EL RATIO HR-CL/HR-PE
3. SE DEBE REDUCIR EL TIEMPO ESTANDAR DE CAMBIO DE LINEA ESTÁNDAR
 - 3.1 REFORZAR CON EL CAMBIO RAPIDO DE MODELO (SMED)