

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Diagnóstico y Mejoramiento de una Metalmecánica Utilizando
los Métodos de Mapeo de la Cadena de Valor (VSM), 5S y
Cambios Rápidos (SMED)”

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del título de:

INGENIERIA INDUSTRIAL

Presentada por:

Lila Mercedes Chabla Cedeño

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2008

AGRADECIMIENTO

A la ESPOL por darme la oportunidad de estudiar una carrera profesional. A todas las personas que fueron partícipes de mi formación académica y en especial al Dr. Kleber Barcia Director de Tesis, por su aportación en la realización de este proyecto.

DEDICATORIA

A DIOS

A MI MADRE

A MIS HERMANOS

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Jorge Abad M.
DELEGADO FIMCP
PRESIDENTE

Dr. Kleber Barcia V.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Denise Rodríguez Z.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de graduación de la ESPOL)

Lila Chabla Cedeño

RESUMEN

La fábrica es una metalmecánica que conforma una gama de productos de aceros tales como: cubiertas, tuberías, perfiles estructurales y perfiles laminados. Actualmente cuenta con marcas registradas y certificadas bajo la Norma ISO 9001-2000 y Normas INEN para diferenciarse de los competidores. Para el desarrollo de la tesis nos enfocaremos en los desperdicios que se producen en una de las tuberías, ya que de esta se obtienen una gran familia de tubos conformados en caliente.

El problema que tiene la metalmecánica es evidente, se puede notar que durante la conformación del tubo se está vertiendo tanto aceite soluble como aceite protector sin control alguno lo que ocasiona gran pérdida de estos suministros críticos para la fábrica debido a que cuando se derrama estos aceites se van mezclando con los restos de soldadura, desengrasante y virutas. Esto va a disminuir la concentración del aceite ya que los grados Brix en el aceite se van perdiendo. Para la empresa representa grandes costos de producción pues cada tanque de aceite soluble y cada caneca de aceite protector tienen un alto precio en el mercado interno. Como no existe limpieza diaria por parte de los operadores de la máquina, con el paso de los días se van formando lodos a lo largo de la línea de producción lo que da paso a la formación de bacterias perjudiciales para la salud de todo el personal que transita a menudo por el área de conformado.

Otro inconveniente dentro de la producción de conformado de tubos es la condición en la cual están operando los trabajadores los operadores de la tubera 2, ya que el ambiente se encuentra desorganizado y contaminado tanto por los gases de soldadura, vapores de los tubos soldados, humedad, ruidos fuertes ocasionado cuando las máquinas se encuentran operando al mismo tiempo.

Otras inseguridades que ofrece el lugar de trabajo para los operadores de la máquina son: piso mojado, productos no conformes depositados a un lado de la mesa de embalaje y espacio reducido para manipular la máquina.

Otra dificultad detectada es el desperdicio de tiempo causado por el cambio de matriceria. Ya que la línea debe parar mínimo tres horas y medias para realizar el cambio de utillaje porque los operadores de la tubera 2 no siguen procedimiento alguno para realizar el cambio de matriceria o quizás la matriceria no se encuentra preparada para ser montada en la línea de producción. Es evidente notar ciertas actividades que no están agregando valor al producto terminado y que sus costos se ven reflejados en el Estado de Resultado mensual.

El objetivo general de este proyecto es evitar paradas de producción, pérdidas de suministros en la línea de producción de tubo y brindar un ambiente seguro organizado mediante implantación de técnicas de producción esbelta como son 5S. Asimismo, se realiza la implementación de SMED.

La metodología que empleamos para el desarrollo del proyecto empieza con definición del alcance de la actividad de mapeo, es decir, elección del flujo de valor, para entender cómo funcionan las cosas actualmente en la tubera 2, luego diseñamos el mapa del estado actual para focalizar como fluye el valor y cuáles son los problemas que se tienen mientras se conforman los tubos. Después obtenemos el takt time de la línea y evaluaremos si se esta produciendo al ritmo del mercado. En caso de no cumplir estableceremos el Plan Kaizen e implantación de las herramientas de producción esbelta que ayudará a aumentar la productividad luego y al final establecemos el mapa del estado futuro, el cronograma de actividades para la implantación de las técnicas de producción esbelta en la tubera 2.

Con esto queremos aumentar la productividad reduciendo los costos de suministros, lograr un ambiente seguro y satisfactorio para los operadores de la tubera 2 evitando acumulación de lodos a lo largo de la línea de producción impidiendo la formación de bacterias que perjudican tanto la salud de todos los operadores, reducción de setup y lograr que el tiempo de cambio entre operación disminuya.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE PLANOS.....	XI
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1	
1. GENERALIDADES.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Objetivos.....	4
1.3. Metodología.....	5
1.4. Estructura de la tesis.....	8
CAPÍTULO 2	
2. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. Fundamento de producción esbelta.....	10
2.2. Mapeo de la cadena de valor.....	20
2.3. Metodología 5S.....	31
2.4. Metodología SMED.....	50
2.4.1 Fundamentos del SMED.....	50
2.4.2Técnicas para aplicar el sistema SMED.....	55
CAPÍTULO 3	
3. ETAPAS DEL MAPEOR DE LA CADENA DE VALOR.....	58
3.1. Elección del flujo de valor.....	59
3.1.1 Recogida de datos.....	59

3.2.	Mapa de flujo de valor actual.....	65
3.2.1	Fase de estudio.....	65
3.3.	Mapa de flujo de valor futuro.....	72
3.3.1	Fase de implantación final.....	74
3.4.	Plan de trabajo y ejecución.....	76

CAPÍTULO 4

4.	EJECUCIÓN PLAN DE MEJORA CONTINUA KAIZEN.....	78
4.1.	Situación de la empresa.....	79
4.1.1	Organización para el programa 5S`s.....	80
4.2.	Ejecución del programa 5S`s.....	89
4.2.1	Separar/clasificar.....	89
4.2.2	Ordenar.....	96
4.2.3	Limpiar.....	103
4.2.4	Estandarizar/control visual.....	108
4.2.5	Autodisciplina.....	110
4.3	Implementación de SMED.....	116
4.3.1	Etapa preliminar: estudio de la operación de cambio.....	117
4.3.2	Primera etapa: separar tareas internas y externas.....	125
4.3.3	Segunda etapa: convertir tareas internas en externa.....	127
4.3.4	Tercera etapa: perfeccionar las tareas internas y externas.....	128

CAPÍTULO 5

5.	RESULTADOS.....	131
5.1.	Medición y evaluación de las mejoras.....	131
5.2.	Análisis costo – beneficio.....	142

CAPÍTULO 6

6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	149
----	-------------------------------------	-----

6.1. Conclusiones.....	149
6.2. Recomendaciones.....	152

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Metodología de la tesis.....	6
Figura 2.1 Sistema Toyota de Producción.....	11
Figura 2.2 Foco necesario en reducción de costo.....	13
Figura 2.3 Verdaderas causas de sobreproducir.....	14
Figura 2.4 Impacto negativo del inventario.....	16
Figura 2.5 Capacidad actual.....	17
Figura 2.6 Elementos claves del sistema lean.....	18
Figura 2.7 Cadena de valor total.....	21
Figura 2.8 Etapas del mapeo del flujo de valor.....	23
Figura 2.9 Símbolos para mapeo de cadena de valor.....	25
Figura 2.10 Típico mapa del estado actual.....	26
Figura 2.11 Clasificación de técnicas producción esbelta.....	27
Figura 2.12 Típico mapa del estado futuro.....	29
Figura 2.13 Ejemplo Plan Kaizen.....	31
Figura 2.14 Metodología 5S.....	34
Figura 2.15 Diagrama de flujo de los puntos clave de limpieza.....	44
Figura 2.16 Fases conceptuales para mejorar preparaciones.....	53
Figura 3.1 Conformado de tubería.....	61
Figura 3.2 Diagrama de flujo de proceso de tuberías.....	73
Figura 4.1 Organigrama S's.....	81
Figura 4.2 Reconocimiento del área.....	85
Figura 4.3 Producción de tubos pandeados.....	86
Figura 4.4 Interior del sistema de soldadura.....	87
Figura 4.5 Criterios de separación.....	90
Figura 4.6 Matriceria innecesaria.....	96
Figura 4.7 Formato empleado para almacenar materiales Innecesario.....	98
Figura 4.8 Mesa de herramientas antes de aplicar orden.....	102
Figura 4.9 Mesa de herramienta después de aplicar orden.....	103
Figura 4.10 Antes de aplicar tercer pilar.....	107
Figura 4.11 Después de aplicar tercer pilar.....	107
Figura 4.12 Ítems que corresponden evaluación primer pilar en el formato de auditoria 5S.....	108
Figura 4.13 Ítems que corresponden evaluación segundo pilar en el	

	formato de auditoria 5S.....	109
Figura 4.14	Ítems que corresponden evaluación tercer pilar en el formato de auditoria 5S.....	110
Figura 4.15	Ítems que corresponden evaluación cuarto pilar en el formato de auditoria 5S.....	111
Figura 4.16	Ítems que corresponden evaluación quinto pilar en el formato de auditoria 5S.....	112
Figura 4.17	Etapas para ejecutar SMED.....	116
Figura 4.18	Actividades múltiples durante desmontaje de matriceria en torres turcas.....	121
Figura 4.19	Actividades múltiples durante desmontaje de matriceria forming y sizing en tubera 2.....	122
Figura 4.20	Tiempo de armado de matriceria.....	123
Figura 4.21	Diagrama pareto actividades de preparación matriceria en el forming.....	124
Figura 4.22	Diagrama pareto actividades de preparación matriceria en el sizing.....	124
Figura 4.23	Cambio matriceria torre turcas.....	125
Figura 4.24	Problemas comunes guante desarmado de matriceria.....	128
Figura 5.1	Resultado auditorias 5S tubera 2.....	132
Figura 5.2	Plan de mejora 5S en tubera 2 desde octubre – diciembre/2007.....	135
Figura 5.3	Casillero de herramientas antes de estrategia de indicadores.....	138
Figura 5.4	Tiempo de cambio según orden producción desde abril – noviembre/2007.....	140

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Familia de producto tubera 2.....62
Tabla 2	Especificaciones de tubos redondos.....63
Tabla 3	Especificaciones de tubos cuadrados.....63
Tabla 4	Especificaciones de tubos rectangulares.....63
Tabla 5	Datos productos conformado tubera 2.....64
Tabla 6	Balance puesto de trabajo.....66
Tabla 7	Datos para mapa estado actual tubera 2.....68
Tabla 8	Inventario de materiales en tubera 2.....92
Tabla 9	Elementos de la máquina a mejorar.....93
Tabla 10	Inventario de material etiquetados con tarjeta roja.....94
Tabla 11	Horas- hombres invertidas primer pilar.....92
Tabla 12	Dinero invertido en el primer pilar.....95
Tabla 13	Criterios basados en el segundo pilar.....97
Tabla 14	Plan de trabaja de segunda S en tubera 2.....99
Tabla 15	Nivel de cumplimiento de las actividades.....100
Tabla 16	Horas hombre invertidas segundo pilar.....101
Tabla 17	Dinero invertido en segundo pilar.....102
Tabla 18	Plan de trabajo tercera S tubera 2.....105
Tabla 19	Nivel de cumplimiento de las actividades.....105
Tabla 20	Horas- hombre invertidas tercer pilar.....106
Tabla 21	Dinero invertido en tercer pilar.....107
Tabla 22	Resultado inicial auditoria 5S tubera 2.....113

Tabla 23	Horas reportadas en tubera 2 desde abril hasta noviembre 2007.....	118
Tabla 24	Horas promedio de setup reportadas en tubera 2 desde abril hasta noviembre 2007.....	119
Tabla 25	Análisis financiero para 5S.....	134
Tabla 26	Avance de indicadores en tubera 2.....	137
Tabla 27	Resultados obtenidos después mejora en cambio rápido.....	141
Tabla 28	Costo de producción indirectos.....	142
Tabla 29	Costo mensual de consumo de aceite.....	143
Tabla 30	Cuadro comparativo del costo y beneficio proyectado.....	145
Tabla 31	Costo total estandarización de tuercas.....	146
Tabla 32	Costo total stock rodamiento para matriceria.....	146

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1 Layout tubera 2

Plano 2 Demarcación de área para control de 5S en la metalmecánica

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata del Diagnóstico y Mejoramiento de una metalmecánica utilizando los métodos de mapeo de la cadena de valor (VSM), 5S y cambios rápidos (SMED)", enfocado a disminuir los desperdicios de suministros críticos en la tubera 2, a brindar un ambiente de trabajo seguro y disminuir el tiempo de cambio de matriceria con el fin de aumentar la productividad y acaparar el mercado interno en un tiempo de respuesta inmediata.

Durante el desarrollo de la tesis se identifican las fuentes de desperdicios en la tubera 2 y se lo dibuja en el mapa de cadena de valor donde se analizan las herramientas de producción lean con las cuales se van a controlar las mudas. Una vez establecidos los mapas de la cadena de valor se plantea en consenso el plan de mejora continua donde se identifica que herramientas de producción esbelta se empieza a ejecutar. Por facilidad y desarrollo del proyecto de tesis se empieza con la ejecución de 5S y SMED.

Para realizar cada una de estas actividades nos basamos en la metodología que cada técnica aporta. Es así, que en 5S se realizas las actividades de cada uno de los pilares. Para la ejecución de SMED se realizó un estudio de movimiento del personal en las actividades previas al cambio de matriceria.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Planteamiento del problema

La fábrica es una metalmecánica que produce una gama de productos de aceros tales como: cubiertas, tuberías, perfiles estructurales y perfiles laminados. Actualmente cuenta con marcas registradas y certificadas bajo la Norma ISO 9001-2000 y Normas INEN para diferenciarse de los competidores. Para el desarrollo de la tesis nos enfocamos en los desperdicios que se producen en una de las tuberías. La tubería 2 produce una gran familia de tubos conformados en caliente.

El problema que tiene la metalmecánica es evidente, el ambiente en el cual están trabajando los operadores de la tubería 2 se encuentra desorganizado, inseguro y contaminado tanto por los gases de soldadura, vapor del aceite soluble, humedad, ruido excesivo ocasionado cuando las máquinas se encuentran operando al mismo

tiempo. Otras inseguridades que ofrece el lugar de trabajo para los operadores de máquina son: piso resbaladizo, productos no conformes depositados a un lado de la mesa de embalaje y espacio reducido para manipular la máquina.

Asimismo, se puede notar que durante la conformación del tubo se está vertiendo tanto aceite soluble como aceite protector sin control alguno lo que ocasiona gran pérdida de estos suministros debido a que los aceites caen al piso donde se mezclan con el desengrasante y polvo de la sierra de corte. Esta acción disminuye la concentración del aceite reduciendo los grados brix. Para la empresa representa grandes costos de producción pues cada tanque de aceite soluble y cada caneca de aceite protector tienen un alto precio en el mercado. Como no existe limpieza diaria por parte de los operadores de la máquina, con el paso de los días se forman lodos a lo largo de la línea de producción lo que da paso a la formación de bacterias perjudiciales para la salud de todo el personal que transita a menudo por el área de conformado.

Existe desperdicio de tiempo cuando se va a realizar cambio de matriceria. La línea debe parar mínimo tres horas y medias para realizar el cambio de operación. Este desperdicio de tiempo se deben a que los operadores de la tubera 2 no siguen procedimiento alguno para realizar el cambio de matriceria a pesar de que existe

tales procedimientos escritos, la matriceria no se encuentra preparada para ser montada en la línea de producción, no tienen a la mano las herramientas y materiales necesarios para el cambio de operación. Es evidente notar ciertas actividades que no están agregando valor al producto terminado y que sus costos se ven reflejados en el Estado de Resultado mensual que se realiza por cada línea.

1.2 Objetivos

Objetivo General

Evitar paras de producción, un ambiente desordenado e inseguro y pérdidas de suministros críticos en la tubera 2 mediante mapeo de cadena de valor y herramientas de producción esbelta.

Objetivo Específico

1. Realizar un estudio de tiempo para conocer las actividades que agregan valor al producto terminado y poder desarrollar el Mapeo de la cadena de valor. Efectuar reuniones con la Alta Gerencia para obtener información necesaria para desarrollar el Mapa de cadena de valor actual de la línea.

2. Construir el mapa de cadena de valor futuro con los respectivos KAIZEN.
3. Establecer el plan de mejora continua “KAIZEN” para la implantación de las técnicas de producción esbelta. Delegar el Líder y Equipo Coordinador para la ejecución de KAIZEN.
4. Desarrollar KAIZEN empezando con el cronograma de actividades para la ejecución de técnicas esbelta.
5. Realizar un análisis de costo beneficio donde se le demostrará a la Alta Gerencia como aumentar la producción al mantener implantado las técnicas planteadas en este proyecto.

1.3 Metodología

La metodología de la tesis esta graficada en la figura 1.1. El objetivo de realizar mapeo de la cadena de valor actual es para dar a conocer la tasa de producción en la tubera 2, la misma que deberá ser comparada con el takt time. Para obtener la tasa de producción habrá que especificar que tipo de clientes internos existe en la tubera 2. Al final estos se ven involucrados dentro del proceso de conformado de tubos. Es relevante definir cuántos días de inventario tenemos para cada uno de los clientes internos. También se incluirá el estudio del tiempo de ciclo, tiempo cambio de operación, tiempo

de operación, disponibilidad de la máquina. Esto es esencial para obtener la tasa de producción.

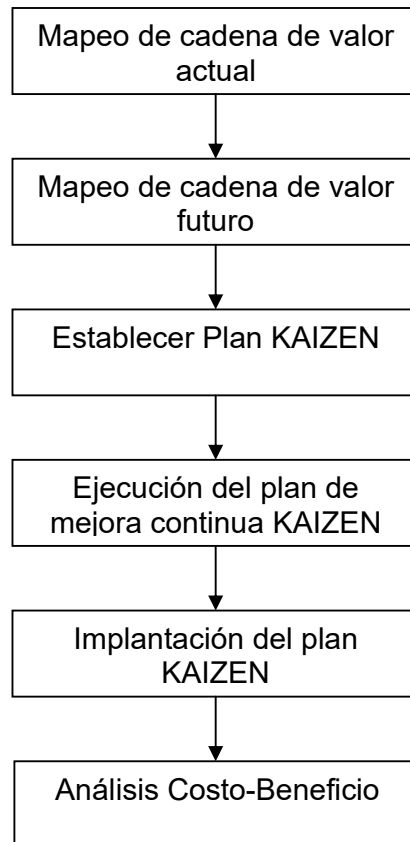


FIGURA 1.1 METODOLOGÍA DE LA TESIS

Es importante hacer esta actividad para identificar qué actividades agregan valor. Luego con los datos recogidos se propone efectuar reuniones con los Jefes de cada departamento de la empresa involucrado en la cadena de valor, ellos ayudarán a describir en que

situación se encuentra la planta para producir y cómo está la participación en el mercado interno.

Esto permite a la Alta Gerencia analizar si el tiempo de respuesta para los clientes es satisfactorio. Asimismo, se define todos los problemas que tiene la línea de producción, los mismos que hacen que el tiempo de ciclo del proceso aumente. Se evidencia la demanda mensual de los productos que se conforman en la tubera 2. A continuación, se dibuja el mapa de cadena de valor actual del proceso conformado incluyendo los problemas. Identificando y capturando las condiciones críticas, se facilita el análisis del proceso. Finalmente se propone alternativas y se plantea los cambios al proceso de producción de tubos.

Luego de identificar los problemas y desperdicios del proceso de conformado en la tubera 2, se diseña el mapa de cadena de valor futuro y toda la información requerida en producción esbelta para al final escoger las técnicas lean que ayudaron a acabar con las fuentes de desperdicios.

La implantación de las herramientas de producción esbelta consiste en estandarizar cómo realizar las mejoras, a fin de lograr el objetivo general planteado en este proyecto.

Al final, se realiza un análisis costo-beneficio donde se detalla cuánto ahorra la empresa si mantiene la metodología explicada en esta tesis.

1.4 Estructura de la tesis

La presente tesis tiene la siguiente estructura:

El capítulo 1 se denomina Generalidades e incluye: el planteamiento del problema, los objetivos: generales y específicos, la metodología y la estructura del proyecto.

En el capítulo 2 se define todo el marco teórico que se va a emplear para el desarrollo de la tesis. La teoría comprende: fundamento de producción esbelta, mapeo de la cadena de valor, 5S y SMED.

En el capítulo 3 se desarrolla el Mapeo de la cadena de valor donde se define el alcance de la actividad de mapeo. Se realiza un estudio de tiempo y movimiento tanto del producto como del personal de la tubera 2 para entender cómo trabajan actualmente. Luego se diseña el mapeo cadena de valor tanto actual como futuro. Se estima un día para diseñar ambos mapas con la diferencia de que en el mapa futuro se deben trazar horizontes de 3 a 6 meses para obtener resultados de la implantación. La finalidad del mapeo es delinear Plan KAIZEN para la implantación del programa lean.

El capítulo 4 comprende primero la ejecución del programa 5S y al final con la implementación de SMED. Dentro del programa 5S se explica las actividades a realizarse para la ejecución de la cultura 5S. La implementación de SMED comprende el análisis de cada una de las etapas que ofrece esta técnica.

El capítulo 5 mide y evalúa las mejoras alcanzadas luego de implantación. Estos resultados son presentados en la matriz costo - beneficio para dejar constancia del análisis desarrollado en la tesis.

El capítulo 6 se puntualiza las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentos de Producción Esbelta

Producción Esbelta tuvo sus inicios en una fábrica automovilística muy reconocida a nivel mundial conocida como TOYOTA COMPANY. Fue el señor Taiichi Ohno, quien a base de estudios de movimientos realizados a un proceso productivo estableció Sistema de Producción Toyota, el mismo que ha servido para que las empresas actualmente alcancen eficiencia dentro de sus procesos productivos.

TPS= Toyota Production System (Sistema de Producción)

En la figura 2.1 se muestra como está esquematizado el Sistema de Producción Toyota. A continuación un breve recorrido por la historia de los inicios de este sistema [1]:

- Primeras ideas ya en los años cuarenta (supermercado).

- Desarrollado principalmente por Taiichi Ohno (1912 – 1990) y Shigeo Shingo (1909 – 1990)



FIGURA 2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUCCIÓN

A raíz de la difusión de este sistema en industrias orientales se han creado algunos movimientos Lean que dan mayor fuerza a la implantación de esta técnica como parte del mejoramiento continuo en las industrias occidentales. Es así que tenemos [1]:

- Womack, Jones, Ross: “The Machine that Changed the World” (1990) libro que acuñó el término “lean production.”

- Womack, Jones: “Lean Thinking” (1996), integración de empresas en el flujo de valor (“lean enterprise”)
- www.lean.org (The Lean Enterprise Institute)

¿Qué es Lean Production?

Es una filosofía de producción que reduce el tiempo entre la colocación del pedido y la entrega del producto, a través de la eliminación de desperdicios en toda la cadena de actividades [2].

“Time to cash”: La idea fundamental del “Lean”. Es decir, implantar mejoras en un proceso a un bajo costo de inversión.

“Lo que hacemos es permanecer de ojo en la línea de tiempo, desde que el cliente coloca el pedido hasta recibir el dinero. Y vamos reduciendo esa línea por medio de la eliminación de los desperdicios que no agregan valor” [1]. Taiichi Ohno

La figura 2.2 muestra el foco necesario en reducción de costo, el cual no trata del abordaje clásico para reducir costos / aumentar lucro, el cual está enmarcado por [2]:

- Visión de corto plazo.

- Recortes “ciegos” de gastos.
- Recorte de personal (de la producción, normalmente).
- Presión sobre proveedores para reducir precio de compra.
- Presión sobre clientes para aumentar precio.

Esas medidas caracterizan la “**mean production**” (producción avarienta), y no la “**lean production**”.

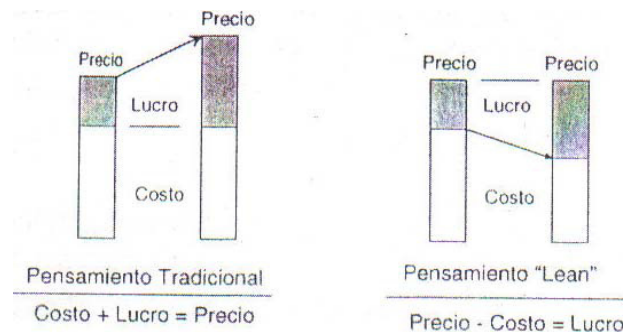


FIGURA 2.2 FOCO NECESARIO EN REDUCCIÓN DE COSTO

Desperdicio (“mudá”).- es cualquier cosa que no sea lo mínimo absolutamente necesario de equipos, materiales, espacio y esfuerzo, para crear valor para el cliente. Solo crea valor para el cliente aquellas actividades que:

- Transforman el ítem (producto, servicio, información)
- El cliente está dispuesto a pagar por eso.

Toda actividad que no crea valor es “mudá”.

Los Diez Desperdicios Mortales (T. Ohno)

• **Sobreproducción.-** producir o procesar mayor cantidad, o más temprano, o más rápido de lo que requiere el cliente final o el proceso cliente. **Ejemplo:**

- Imprimir formularios antes de ser necesario.
- Realizar trabajo antes de que el proceso siguiente está listo para recibirlo.
- Comprar materiales o servicios antes de lo requerido.
- Producir/procesar grandes lotes para mejorar la “eficiencia” del recurso productivo (maquina, personal): “lote económico”.

La producción en exceso genera más problemas (que solo se notan más tarde) y oculta sus verdaderas causas.

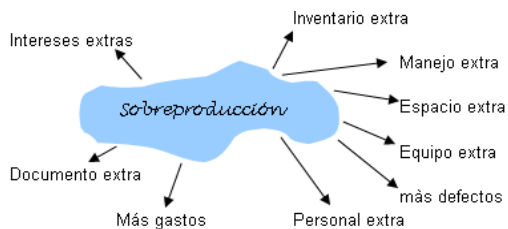


FIGURA 2.3 VERDADERAS CAUSAS DE SOBREPONER

- **Espera.-** tiempo ocioso entre actividades o durante una actividad.

Ejemplo:

- Esperando firma (autorización).
 - Esperando respuesta del sistema.
 - Tiempo no productivo causado por “multitasking”
 - Clientes esperando en fila
 - Operarios o máquinas esperando material atrasado.
 - Material / documento esperando para ser procesado.
 - Operario esperando que la máquina termine su ciclo.
- **Transporte.-** trasladar materiales o informaciones por distancias mayores a lo estrictamente necesario (normalmente por error de layout).
- **Sobreprocesamiento.-** realizar más operaciones que las necesarias para el producto. Es “trabajo” que no agrega valor.
- **Inventario.-** acumulación excesiva de materiales o informaciones, normalmente debido a la política de procesar por “batch”.

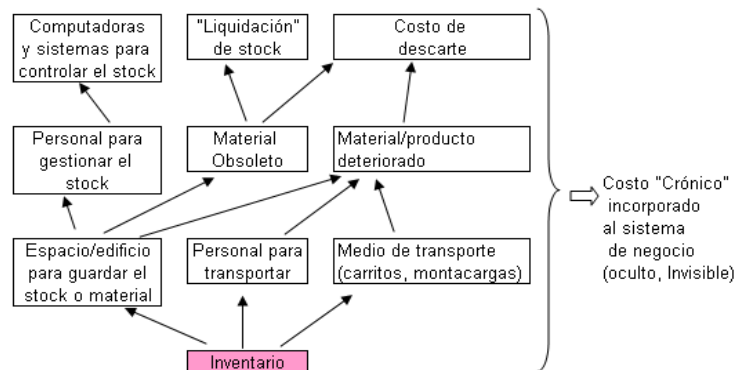


FIGURA 2.4 IMPACTO NEGATIVO DEL INVENTARIO

- **Manejo excesivo.-** cualquier esfuerzo más allá de lo necesario para realizar una actividad. **Ejemplo:**
 - Esfuerzo excesivo (estirándose, curvándose, agachándose).
 - Buscando herramientas de trabajo, piezas
- **Errores o defectos.-** producir errores o defectos de cualquier tipo, lo que a su vez genera: Inspección, reproceso, rechazo, ruptura del flujo, pérdida de productividad.
- **Movimiento.-** cualquier movimiento de personal o maquinaria que no agreguen valor al producto o servicio. **Ejemplo:**
 - Poca efectividad de la gente/maquinaria.
 - Métodos de trabajo inconsistentes.

- Mala distribución de la planta o núcleos de trabajo.
- **Materiales y recursos naturales.**- cualquier cosa que no se pueda reciclar, volver a usar o vender. Ejemplo:
 - Mal almacenamiento de materiales sensibles a la temperatura.
 - Pobre mantenimiento en equipos.
 - Uso excesivo de agua y papel.
 - Mal uso de aire acondicionado
- **Desperdicio del potencial humano.**- no aprovechamiento de las habilidades de las personas.

Liberando capacidad productiva por eliminación del desperdicio.

Capacidad actual = Trabajo + Desperdicio

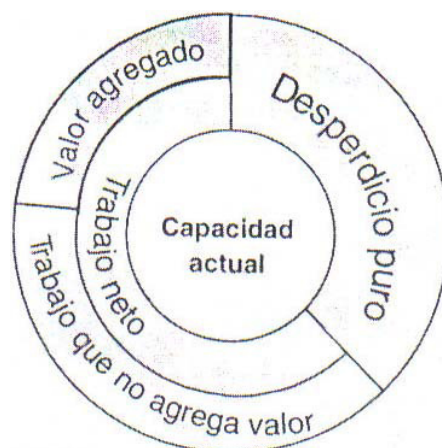


FIGURA 2.5 CAPACIDAD ACTUAL

La eliminación del desperdicio es la clave para conquistar los objetivos de Lean.

“No importa lo que se ha dicho, adoptar el Sistema Toyota de Producción no tendrá sentido, si no hay plena comprensión con relación a la eliminación del desperdicio” [1]. Taiichi Ohno

A continuación se resume algunos de los elementos clave del sistema lean descrito en la figura 2.6.

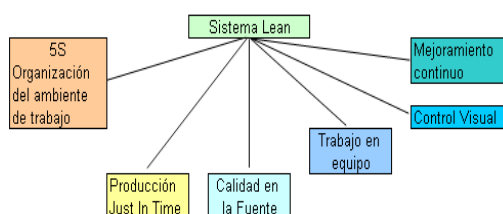


FIGURA 2.6 ELEMENTOS CLAVE DEL SISTEMA LEAN

1. **5S.-** organiza y estandariza cualquier lugar de trabajo, creando un ambiente físico adecuado para actividades de mejoras, además de influenciar favorablemente el comportamiento de las personas. Por eso, es un paso preliminar para la implementación de varios métodos de mejoría, inclusive lean.
2. **Producción Just In Time.-** el objetivo de JIT es proveer a cada cliente una cantidad de productos por él ordenado de un modo muy específico: lo que es, cuándo es y cuánto es necesario. Con

JIT la producción es en pequeños lotes y con personal multifuncional.

3. **Trabajo en equipo.**- el ambiente “lean” incentiva a las personas a que se involucren activamente en la mejoría de su propia área de trabajo, en un ambiente participativo que potencializa la sabiduría colectiva presente en la empresa. A través de “kaizen” los equipos planean e implementan mejorías continuas en el flujo de valor identificando y eliminando las fuentes de desperdicio, lo que resulta en procesos que fluyen de manera estable, sin imprevistos.
4. **Mejoramiento continuo.**- cualquier cosa puede ser mejorada, “Falta de problemas” es un problema. Las ideas de los trabajadores son fuentes de mejoría. Es fundamental que la gente aprenda y de hecho use un método estructurado y herramientas eficaces para solucionar los problemas del día a día.
5. **Control visual.**- el concepto abarca cualquier aparato de comunicación usado en el ambiente de trabajo que pueda, en un vistazo: informar cómo se debe hacer el trabajo, y/o mostrar si hay un desvío en relación a la manera estándar.

6. Calidad en la fuente.- los componentes de la calidad en la fuente son: estándares claros, poka yoke, inspección y feedback inmediato / comunicación, jidoka y ándon.

2.2 Mapeo de la cadena de valor

Es la representación gráfica de un conjunto de acciones, tanto de valor agregado como las que no agregan valor, que se necesitan para mover un producto a través de los principales flujos esenciales [3].

Flujo de producción.- desde la materia prima hasta las manos del consumidor.

Flujo de diseño.- desde el concepto hasta el lanzamiento del producto.

Esto incluye [3]:

- Flujo de información
- Flujo de material
- Inventario en proceso (WIP)
- Actividades de valor agregado
- Actividades de valor no agregado

- Flujo de transporte

El análisis de cadena de valor considera cada uno de los involucrados en la misma. La figura 2.7 puntualiza a los involucrados en la cadena de valor:

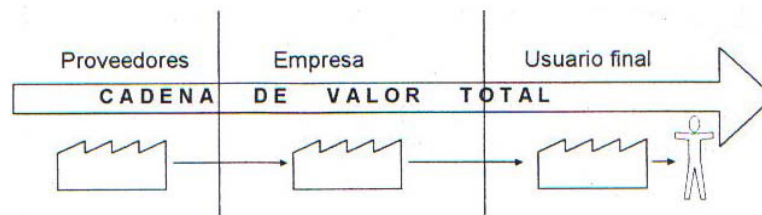


FIGURA 2.7 CADENA DE VALOR TOTAL

El mapeo de cadena de valor cumple funciones imprescindibles en la implementación de Lean:

1. Provee al equipo Lean una visión global del flujo de valor.
2. Identifica los desperdicios en todo el flujo, y los próximos pasos viables para eliminarlos.
3. Ordena y orienta el uso integrado de las diversas herramientas Lean.
4. Suministra un lenguaje común para hablar acerca de los procesos de fabricación.
5. Es la base para establecer y dar seguimiento al plan Kaizen.

Permite lograr dos tipos de kaizen [3]:

1. KAIZEN DE FLUJO.- es el mejoramiento de flujo de valor (materiales e información). Involucra directamente a la alta gerencia.

2. KAIZEN DE PROCESO.- es la continua eliminación del desperdicio (mejora el recurso humano). Involucra a los trabajadores.

Ambos son necesarios en la empresa. El mejoramiento de uno, mejora al otro. El mapa de cadena de valor puede involucrar un sólo proceso o, preferiblemente, toda una cadena de procesos de creación de valor al cliente (procesos primarios). Es necesario abordar el mapeo de modo sistemático, es decir, seguir una metodología de mapeo de cadena de valor como se muestra en la figura 2.8.

Elección del Flujo de Valor

Para establecer el flujo de valor, se debe observar atentamente lo que sucede con el ítem específico. Es decir, escribir cual es la familia de productos que se ha seleccionado, que cantidad acostumbra a pedir el cliente y con qué frecuencia. Si la cantidad de

productos que la empresa fabrica es complicada, se crea una matriz de familia de productos.

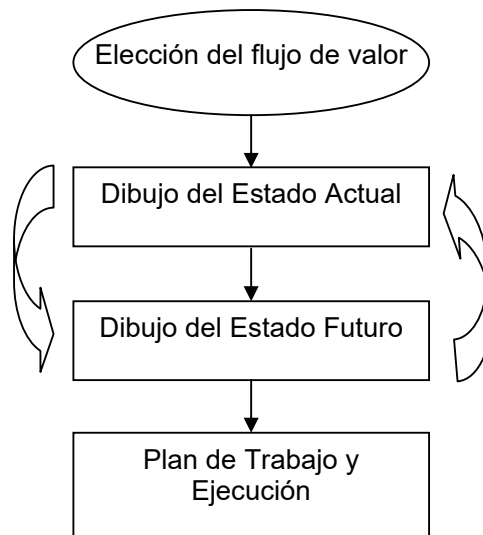


FIGURA 2.8 ETAPAS DEL MAPEO DE FLUJO DE VALOR

Fuente: Don Tapping, Tom Luyter, Tom Shuker, "Value Stream Management"

Asimismo, se debe considerar: todo lo que causa errores, atrasos, interrupciones. No considere las barreras departamentales y cuestione todas las prácticas y herramientas de trabajo para eliminar todo tipo de desperdicio.

Dibujo del Estado Actual

Es importante tomar en cuenta el siguiente procedimiento para realizar el dibujo del estado actual. Los pasos a seguir son los siguientes [3]:

- Identifique los requerimientos del cliente. Recorra el proceso empezando en la entrega al cliente y termine en la recepción de la materia prima.
- Defina el método de envío.
- Defina la cantidad típica de requerimientos.
- Puede existir más de un cliente, pero el proceso para cada cliente debe ser similar.
- Use cronómetro y confíe solo en los tiempos y la información que se vaya obteniendo.
- Trace el mapa de la cadena de valores con la participación de los trabajadores.
- Recorra el proceso paso a paso, observando y documentando:
 - Tiempo de ciclo (del operador y de la máquina)
 - Tiempo de cambio
 - Inventario promedio en cola
 - Producción promedio por lote
 - Número de operadores en cada proceso
 - Tamaño del paquete o contenedor

- Tiempo disponible de trabajo (no considere breaks y comidas)
- Razón de desecho
- Tiempo disponible de máquina

Símbolos que se emplean en el Mapeo de Cadena de Valores

La simbología a emplear para el dibujo del mapeo de cadena de valores es sencilla, práctica y se acomoda a la situación de cada empresa. Los símbolos van desde figuras geométricas hasta gráficos acorde a la actividad de la empresa. Esto se puede apreciar gráficamente en la figura 2.9 detallada a continuación [2]:

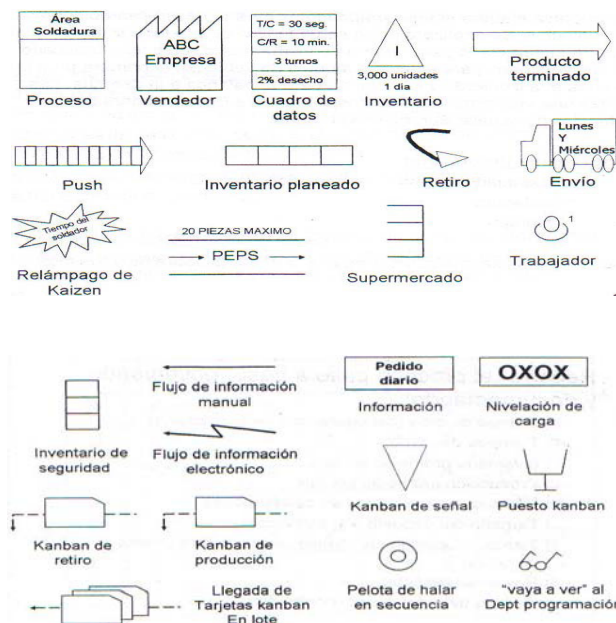


FIGURA 2.9 SIMBOLOS PARA MAPEO DE CADENA DE VALOR

Una vez analizada la situación actual de la empresa se procede hacer la representación gráfica considerando toda actividad dentro del proceso escogido. La figura 2.10 muestra un ejemplo básico de cómo se representa mapa del estado actual en una empresa:

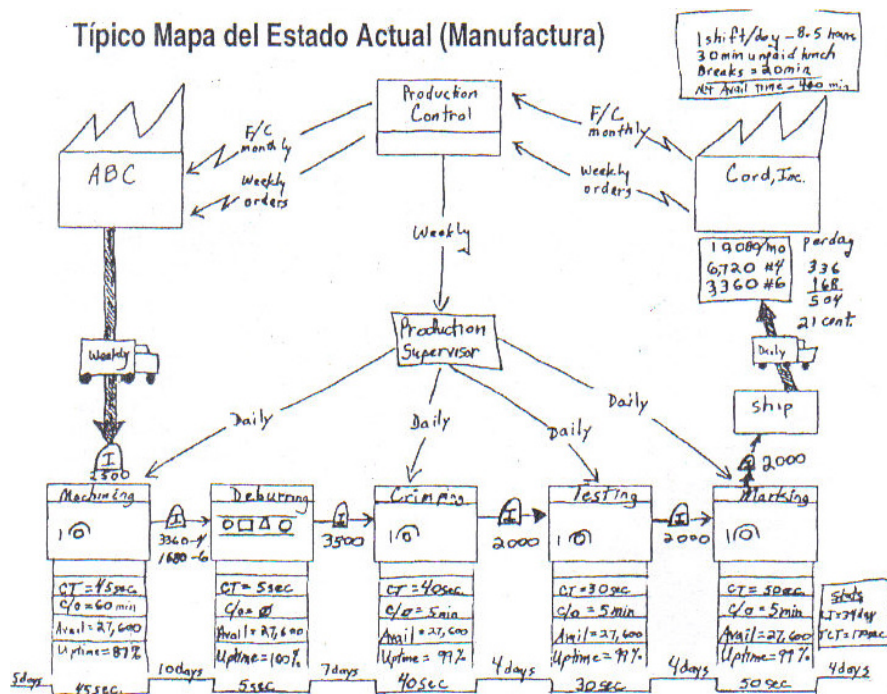


FIGURA 2.10 TÍPICO MAPA DEL ESTADO ACTUAL

Fuente: Don Tapping, Tom Luyter, Tom Shuker, 1999

Las tres etapas del análisis

Para crear el Mapa de cadena de valores, es importante realizar un análisis de las tres variables más influyentes en un proceso y son las que se detalla a continuación [3]:

- **Demanda.-** Busque entender la demanda del cliente por sus productos, incluyendo requisitos de cantidad, calidad y plazo de entrega.
- **Flujo.-** Busque establecer un flujo continuo de producción a través de toda la empresa, de tal modo que el cliente reciba el producto correcto, en el tiempo cierto y en la cantidad exacta.
- **Nivelación.-** Intente distribuir uniformemente el volumen y la variedad (mix) de los productos en la Producción.

Según estudios se ha determinado que las técnicas de producción esbelta para cada etapa de análisis son las siguientes:

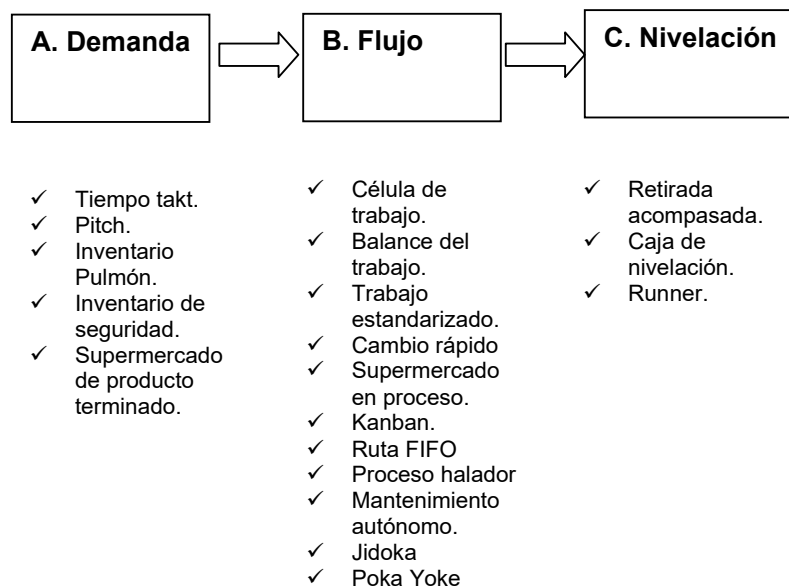


FIGURA 2.11 CLASIFICACIÓN DE TÉCNICAS PRODUCCIÓN ESBELTA

Dibujo del Estado Futuro

Luego de establecer el dibujo del estado actual se procede a plantear las mejoras del proceso productivo. Estas serán graficadas en el dibujo del estado futuro. La metodología a seguir es la siguiente [3]:

- Adapte el proceso al ritmo de producción (ciclo de producción) **takt time**.
- Cree un flujo continuo cuando sea posible (pieza por pieza).
- Utilice **supermercados** para controlar la producción cuando el flujo continuo no se prolongue hacia atrás.
- Utilice la técnica **PEPS** cuando no es posible mantener un inventario del conjunto de variación de piezas en un supermercado, las piezas se fabrican sobre pedido, las piezas tienen vida muy corta en los anaqueles o son muy costosas y se usan muy pocas veces.
- Nivele la **combinación de producción**. Distribuya uniformemente en el tiempo la fabricación de los distintos productos del proceso para mejorar la atención al cliente con plazos de entrega cortos y poco inventario de producto terminado.

- Nivele el **volumen de producción**. Establecer el paso de producción para cada proceso (pitch).
- Reduzca el **tiempo de cambio** entre productos y fabrique lotes mas pequeños en los proceso de atrás para que puedan reaccionar rápidamente a las necesidades de cambio los procesos de adelante.

La figura 2.12 muestra un ejemplo del estado futuro de un proceso productivo. Algunas técnicas aplicadas en la figura son: Kanban, célula de trabajo, supermercado, etc.

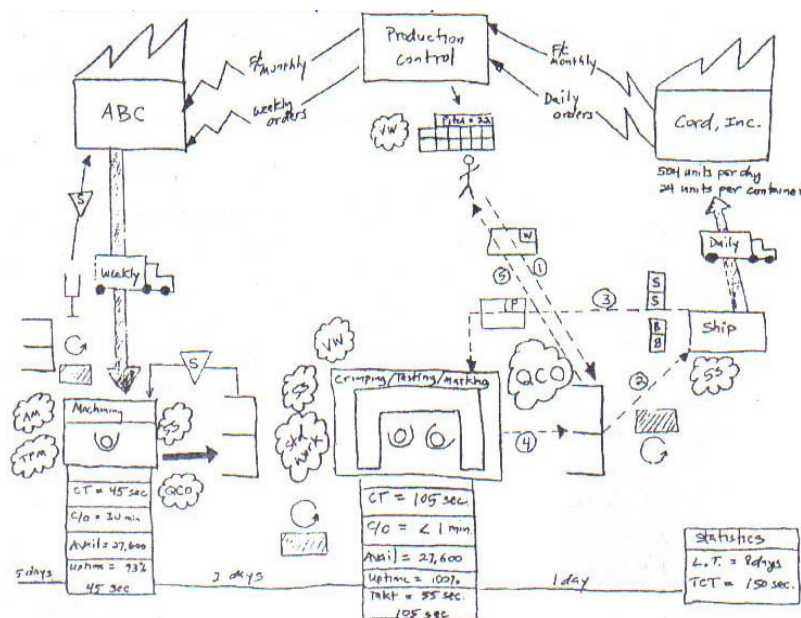


FIGURA 2.12 TÍPICO MAPA DEL ESTADO FUTURO
Fuente: Don Tapping, Tom Luyter, Tom Shuker, 1999

Plan de Trabajo y Ejecución

Graficar el mapa del estado futuro es vital para estructurar el Plan de Trabajo y Ejecución que se llevará a cabo para la implantación de producción esbelta en cualquier tipo de proceso. Para elaborar el plan se elabora el siguiente procedimiento [3]:

- Las mejoras en los segmentos generalmente se las realiza en el siguiente orden:
 - Establecer un flujo continuo que se rige por el ciclo de producción.
 - Establecer un sistema pull para controlar la producción.
 - Introducir la nivelación de carga.
 - Adoptar medidas kaizen para eliminar continuamente los desperdicios, reducir el tamaño de lotes y supermercados y ampliar las zonas de flujo continuo.
- Colocar los objetivos y las metas de cada segmento en un gráfico de Gantt y desarrolle el plan de la cadena de valores.
- Evalué los resultados obtenidos después de la aplicación del plan.

La figura 2.13 muestra un ejemplo elemental de Plan Kaizen:

PLAN KAIZEN												
Value Stream: Family I			Value Stream Team Members: Ron, Lori, Debbie, Jane, Susan M.B., M.D.				Date:		Page 1 of 1			
ITEM	TASK	ASSIGN TO	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	JAN.	FEB.	MAR.			
Demand												
1	5S	M.B.	▲	→								
2	P.S. Team - Buffer/Safety Resource Plan	D.W.	▲	→								
3	P.S. Team - Mail Cart	S.L.	▲	→								
Flow												
4	Desk FIFO Lanes	L.D.		▲	→							
5	Supermarket (Office supplies)	D.W.		▲	→							
6	Shift Starts	R.W.		▲	→							
7	U-Shaped Work Area	J.H.			▲	→						
8	Standardized Work	M.B.			▲	→						
9	Kanban Flow (Folders)	L.D.				▲	→					
Leveling												
10	Hojunka	D.W.					▲	→				
11	Runner Route	D.W.						▲	→			

FIGURA 2.13 EJEMPLO PLAN KAIZEN

Fuente: Don Tapping, Tom Luyter, Tom Shuker, 1999

2.3 Metodología 5S

5S organiza y estandariza cualquier lugar de trabajo, creando un ambiente físico adecuado para actividades de mejora, además de influenciar favorablemente el comportamiento de las personas.

Por eso, es un paso preliminar para la implementación de varios métodos de mejora, inclusive el Lean.

Objetivo 5S:

- Aprender una técnica de mejoramiento que una vez aplicada en el área de trabajo nos permita [4]:
 - Reducir sus costos.
 - Mejorar los procesos.
 - Eliminar desperdicios.
 - Aumentar la satisfacción de los clientes.
 - Mantener el margen de utilidad.

Importancia de 5S en la mejoría:

- Establece un punto de partida para eliminación del desperdicio.
- Le enseña a todos, en la práctica, los principios básicos de la estandarización del trabajo y control visual.
- Da a los trabajadores autonomía para mejorar su área de trabajo.
- Elimina varios tipos de obstáculos para la mejoría, prácticamente sin inversión.
- Estimula la participación del personal con ideas y sugerencias de mejoría.

Ventajas de implantar una política de 5S

- Permite al personal a participar activamente en la mejora continua de los puestos de trabajo.
- Tener una visión inmediata de las anomalías ocurridas para especificar rápidamente las acciones correctivas que se deban aplicar.

¿Dónde buscar Inventario Muerto?

- En las esquinas, en las entradas y salidas de las bodegas.
- Debajo de mesas y estantes.
- En cajas no etiquetadas.
- En armarios.
- En el suelo junto a las máquinas
- En las cajas de herramientas
- En los pasillos y detrás de los pilares.
- En cajones, cerca de la mesa de trabajo.
- Debajo de las máquinas.

El significado de 5S:

A continuación se presenta las fases para la implantación de 5S. En la figura 2.14 se da metodología para la ejecución de cada una de las S:

- SEIRI: Sentido de Utilización
- SEITON: Sentido de Ordenación
- SEISO: Sentido de Limpieza.
- SEIKETSU: Sentido de Salud.
- SHITSUKE: Sentido de Autodisciplina.

Fase	Metodología
1. SEIRI	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar el área de intervención • Definir los criterios de separación • Separar físicamente el material útil del inútil
2. SEITON	<ul style="list-style-type: none"> • Definir la frecuencia y la cantidad óptima de utilización • Codificar los objetos • Identificar claramente la posición de cada material
3. SEISO	<ul style="list-style-type: none"> • Definir las condiciones operativas óptimas • Limpiar e inspeccionar las máquinas • Definir estándares operativos y de mantenimiento
4. SEIKETSU	<ul style="list-style-type: none"> • Distinguir simultáneamente los materiales útiles de los que no lo son • Hacer difícil o imposible guardar objetos en lugares equivocados
5. SHITSUKE	<ul style="list-style-type: none"> • Definir los parámetros de evaluación • Efectuar comprobaciones periódicas en las áreas

FIGURA 2.14 METODOLOGÍA 5S

Las actividades de 5S:

- **Separar lo necesario.-** seleccionar todo lo que de hecho es usado en el área de trabajo y eliminar todo lo que no es útil.
- **Simplificar el acceso.-** disponer los elementos necesarios de manera a facilitar y agilizar el acceso a los mismos, manteniéndolos organizados.
- **Sanear el ambiente.-** limpiar y mantener limpio todos los recursos y el ambiente de trabajo.
- **Sistematizar las prácticas.-** incorporar las prácticas de 5S al trabajo y crear mecanismos visuales para control del ambiente.
- **Superar las barreras.-** asegurar el cumplimiento de las prácticas estandarizadas y mantener el local de trabajo siempre limpio, organizado y en constante mejoría.

Clasificación

La primera S de esta metodología aporta métodos y recomendaciones para evitar la presencia de elementos innecesarios. La clasificación consiste en separar lo necesario:

La práctica de la clasificación permite:

- Liberar espacio útil en planta y oficina.

- Reducir los tiempos de acceso al material, documentos, herramientas y otros elementos de trabajo.
- Mejorar el control visual de inventarios de repuestos y elementos de producción, carpetas con información, etc.
- Eliminar las pérdidas de productos o elementos que se deterioran por permanecer un largo tiempo expuesto en un ambiente no adecuado para ellos; por ejemplo, material de empaque, etiquetas, envases plásticos, cajas de cartón y otros.

Clasificación en fábricas

Para clasificar los materiales que son utilizados en una fábrica, primero debemos de plantear una categorización de los mismos en base a su frecuencia de utilización y luego definir la forma de proceder para cada tipo de material. De acuerdo a su uso, los materiales se clasifican en [5]:

No pueden usarse o de uso probable: estos elementos pueden incluir artículos defectuosos y elementos que se han quedado obsoletos; todos estos artículos deben descartarse inmediatamente.

Material de uso raro: se incluyen elementos estacionales, elementos usados en pedidos especiales o usados una o dos veces

al año; deben guardarse y mantenerse en algún lugar separado de la instalación de producción en la que se utilizan.

Material de uso ocasional: estos elementos se usan una o dos veces al mes, incluyen piezas para productos con baja demanda que se siguen produciendo pero con frecuencia escasa e irregular; es mejor almacenar estos elementos en un lugar que este fuera del paso pero cerca del proceso en el que se utilizarán.

Material de uso recurrente: dentro de esta categoría, debe usarse diferentes lugares de almacenaje dependiendo de la frecuencia de uso (semanal o diaria). Los elementos usados solamente una vez por semana deben mantenerse en algún compartimiento de almacenaje cercano a la máquina o área de trabajo en las que se utilizarán. Los elementos usados cada día u hora deben mantenerse cercanos y a mano dentro del área de trabajo.

Estrategia de tarjetas rojas

No es siempre fácil identificar el despilfarro en la fábrica; rara vez los trabajadores saben cómo separar los elementos necesarios para la producción corriente de los innecesarios. Incluso los directivos de fábrica de mente conservadora pueden tener el despilfarro delante de sus ojos y no lo reconocen. La estrategia de las tarjetas rojas es un método simple para identificar lo innecesario de lo necesario.

Este tipo de tarjetas permiten marcar o “denunciar” que en el sitio de trabajo existe algo innecesario y que se debe tomar una acción correctiva. Se utiliza el color rojo porque es un color llamativo que esta asociado con los semáforos que ordenan parar. A continuación se detallarán los pasos para realizar la estrategia de las tarjetas rojas:

Paso 1: Lanzamiento de la estrategia

Paso 2: Identificar las metas de las tarjetas rojas

Paso 3: Establecer criterio para las tarjetas rojas

- **Utilidad:** Si el elemento no es necesario debe descartarse.
- **Frecuencia:** Si es necesario con poca frecuencia puede almacenarse fuera del área de trabajo.
- **Cantidad:** Si es necesario en cantidad limitada el exceso puede desecharse o almacenarse fuera del área de trabajo.

Paso 4: Crear las tarjetas rojas

Paso 5: Adherir tarjetas rojas

Paso 6: Evaluar las metas de las tarjetas rojas

Cuando se realiza un programa de tarjetas rojas, se desplazan los elementos con tarjeta roja desde la línea de producción a un lugar

de almacenaje apartado. De este modo se revelan súbitamente varios espacios vacíos en la fábrica; ahora se puede cambiar la distribución del equipo y mesas de trabajo para rentabilizar el espacio añadido.

Paso 7: Disponer de elementos innecesarios e inútiles

Paso 8: Informe y seguimiento de resultados

Orden

Una vez que se han eliminado los elementos innecesarios, se define el lugar donde se deben ubicar aquellos que se necesitan con frecuencia, identificándolos para eliminar el tiempo de búsqueda y facilitar su retorno al sitio una vez utilizados (en el caso de la herramienta). Siempre se debe implementar clasificación antes de ordenar; no importa lo bien que se ordenen las cosas, el orden tendrá poco efecto si muchos de los elementos innecesarios.

Orden en fábricas

Las condiciones para el orden incorporan tres elementos básicos: que, donde y cuanto. Indicadores y etiquetas deben exponer claramente información sobre estos tres elementos de modo que podamos ver que tipos de elementos deben guardarse allí,

exactamente donde deben colocarse, y cuantos debe haber. Los letreros son un tipo de indicador utilizado para estos objetivos.

- **Estrategia de pintura:** es un método que puede ponerse en práctica para suelos y pasillos. El primer paso de esta estrategia es marcar las áreas de paso de la fábrica, diferenciándolas de las áreas de trabajo; se pintan líneas divisorias para diferenciar y marcar estas áreas. Antes debemos determinar el tamaño y situación exacta de las áreas de operaciones, mientras aseguramos suficiente espacio para pasillos o espacios de paso.
- **Orden para herramientas:** las herramientas, plantillas, calibres y útiles en general difieren de los materiales y piezas en cuanto son elementos que deben volverse a poner en su punto de procedencia después de utilizarlos. Al igual como se valora la importancia de fabricar plantillas y herramientas cuyo uso sea fácil, se valora también la importancia de fabricar plantillas y herramientas que puedan devolverse fácilmente a un lugar de almacenaje apropiado después del uso. Se pueden distinguir varias fases en el desarrollo de orden para herramientas como veremos a continuación [5]:
 - **Fase 0:** Ningún sentido de orden
 - **Fase 1:** Plantillas y herramientas se guardan en conjunto

- **Fase 2:** Orden visual
 - **Fase 3:** ordene tan simple que los trabajadores lo saben de memoria.
 - **Fase 4:** las cosas se sueltan y se colocan solas
 - **Fase 5:** Orden que elimina la necesidad de algunas herramientas.
- **Estrategia de indicadores:** una herramienta que hace el orden un proceso más visual. Para llevar a cabo esta estrategia se deben seguir los pasos [5]:
- **Paso 1:** Determinar los lugares
 - **Paso 2:** Preparar los lugares
 - **Paso 3:** Indicadores de lugar
 - **Paso 4:** Indicar denominaciones de elemento
 - **Paso 5:** Indicadores de cantidad
 - **Paso 6:** Hacer del orden un hábito

Limpieza

La limpieza de 5S se relaciona estrechamente con el buen funcionamiento de los equipos y la habilidad para producir artículos

de calidad. No únicamente implica mantener los equipos dentro de una estética agradable permanentemente, implica un pensamiento superior a limpiar, exige que realicemos un trabajo creativo de identificación de las fuentes de suciedad y contaminación para tomar acciones de raíz para su eliminación, de lo contrario, sería imposible mantener limpio y en buen estado el área de trabajo. Se trata de evitar que la suciedad, el polvo y las limaduras se acumulen en el lugar de trabajo.

Para aplicar la limpieza se debe considerar lo siguiente:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como: “la limpieza es inspección”
- Abolir la distinción entre operario de proceso, operario de limpieza y técnico de mantenimiento.
- El trabajo de limpieza como inspección genera conocimiento sobre el equipo. No se trata de una actividad simple que se pueda delegar en personas de menor calificación.
- No se trata únicamente de eliminar la suciedad. Se debe elevar la acción de limpieza a la búsqueda de las fuentes de contaminación con el objeto de eliminar sus causas primarias.

Fases de la Limpieza

Cuando se piense en la limpieza, se debe imaginar a alguien con una escoba en una mano y un recogedor en la otra.

Barrer y fregar son las dos actividades fundamentales de la limpieza. La limpieza consta de tres fases que son [5]:

- **Limpieza diaria:** limpiar todas las cosas
- **Limpieza con inspección:** usar los 5 sentidos
- **Limpieza con mantenimiento:** hacer mejoras

Para prevenir averías en los equipos es esencial que las tres fases se ejecuten seriamente. En la figura 2.15 se muestran los puntos clave de la limpieza.

Todas las anomalías y pequeños defectos del equipo deben repararse o mejorarse. Existen dos tipos de mantenimiento para tratar estos defectos.

- **Mantenimiento instantáneo:** si un operario descubre una anomalía o pequeño defecto en una máquina durante la limpieza con inspección, debe reparar o mejorar inmediatamente el problema descubierto.

- **Mantenimiento solicitado:** si los operarios determinan que la restauración o mejora del problema es demasiado difícil para ellos, adhieren una tarjeta de mantenimiento al lugar del problema y solicitan ayuda al departamento de mantenimiento.

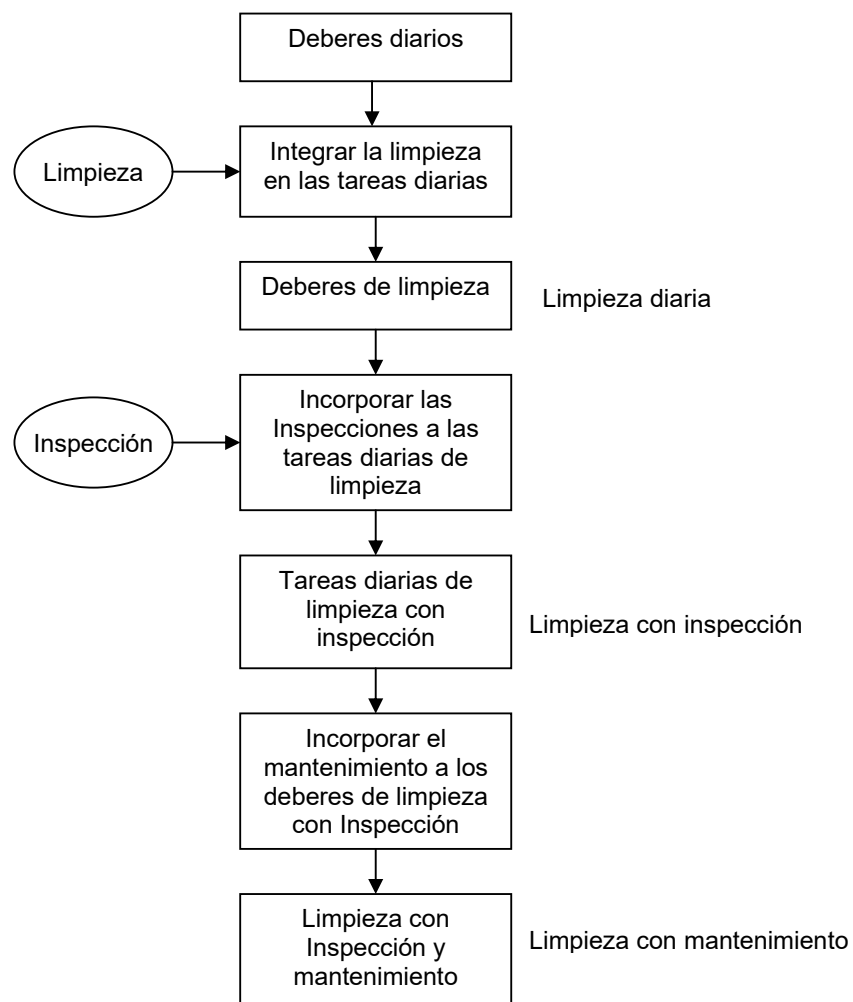


FIGURA 2.15 DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS PUNTOS CLAVE DE LIMPIEZA

Estandarización

Estandarización es la etapa de conservar lo que se ha logrado aplicando estándares a la práctica de las tres primeras S. Esta cuarta S esta fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones. Permite seguidamente eliminar las causas que originan el desorden y el desaseo, estabiliza la situación y permite la acumulación de conocimiento y experiencia de tal modo que formaliza el estándar y lo hace visible para todos.

Tres formas para convertir en hábito las 3S

Para convertir en hábito las tres primeras S se debe primero determinar quien es el responsable de que en relación al mantenimiento de las condiciones 3S. Luego, para evitar retrocesos y omisiones, se debe integrar las tareas de mantenimiento de las 3S a los trabajos regulares. Finalmente, se debe verificar como se mantienen las condiciones de clasificación, orden y limpieza.

1. Asignación de responsabilidades de 3S

Es esencial hacer claras asignaciones de tareas a las personas en sus propios lugares de trabajo. A menos de que cada uno sepa exactamente de lo que es responsable y cuándo, dónde y cómo

hacerlo, ni la organización, ni el orden, ni la limpieza tienen porvenir alguno.

- **Mapa 5S** muestran como las área de trabajo se dividen en secciones y listan los nombres de las personas responsables de mantener las condiciones de 5S en cada sección.

- **Cuadro de ciclo de tareas** sirve para listar las tareas 5S a realizar en cada área y para definir un ciclo de frecuencia de cada tarea.

2. Integrar las tareas de 3S en los deberes de trabajo regular

El mantenimiento debe ser una parte natural de los deberes de trabajo natural. Las 5S visuales y los cinco minutos de 5S son dos planteamientos que ayudan a convertir en hábito rutinario el trabajo de mantenimiento de las 5S.

3. Chequear el nivel de mantenimiento de las 3S

Se debe elaborar una lista de chequeo de cinco puntos para el nivel de estandarización que deberá ser utilizado por las patrullas 5S de una fábrica, el evaluador gradúa los niveles de clasificación, orden y limpieza dentro de una escala del 1 al 5.

Estandarización inquebrantable

Existe una técnica simple de cuestionamiento que ayuda a la estandarización, esta se denomina los cinco por qué y un cómo 5W1H (por sus siglas en inglés de 5 why y 1 how), consiste en preguntar por qué hasta que se identifican las causas subyacentes y luego preguntar como para encontrar el modo de hacer mejoras.

Disciplina

La práctica de la disciplina pretende lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados.

La disciplina incluye saber como dar y recibir críticas sin mal humor; corregir los hábitos de trabajo de otra persona no tiene que ser un asunto emocional, debe ser un acto de razón en el que se busque provocar la comprensión de la persona que se corrige.

Modos de desarrollar disciplina

La disciplina no se crea en un día; es parte de la cultura e historia de una empresa. Cuando en una empresa falta disciplina, el dedo acusador se dirige a la alta dirección. Antes de alabar o recriminar a

alguien por su disciplina o falta de ella, los directivos deben esforzarse por implantar las siguientes medidas:

1. **Corrección de anomalías:** cuando se encuentran condiciones anormales se debe tomar acción inmediata, esto significa investigar a profundidad las causas, determinar y ejecutar las acciones correctivas para volver al estado normal.
2. **Lecciones para crear disciplina:** la crítica debe tener lugar tan pronto como las condiciones de 5S empiezan a descomponerse; su propósito es crear disciplina, no rebajar la moral de los empleados. Por tanto, los métodos de corrección deben tener un carácter constructivo. Además para crear disciplina se debe considerar la importancia de la habilidad para corregir a las personas teniendo en cuenta las perspectivas de estas.
3. **Promoción de carácter general:** la implantación de las 5S no recorrerá un largo camino si solo están involucradas unas pocas personas, el éxito requiere un desarrollo y promoción que abarque toda la empresa.
4. **Herramientas de promoción 5S:** la implantación efectiva de las 5S en una empresa es una gran tarea que requiere herramientas poderosas; estas herramientas de promoción 5S no es necesario

que sean costosas, pueden ser tan simples como boletines y folletos.

A continuación se hará referencia a quince lecciones que se deben considerar para crear disciplina:

1. Ser cortés en el trato con otros.
2. Si tiene un uniforme de trabajo, llévelo limpio y con orgullo.
3. Los buenos lugares de trabajo se crean con las 5S.
4. Las líneas divisorias pueden marcar la diferencia entre la vida y la muerte.
5. Las palabras qué, cómo, dónde son fundamentales.
6. Aplicar orden al desorden y limpieza a la suciedad.
7. Inspeccionar antes de trabajar.
8. Corregir inmediatamente cualquier desliz en 5S.
9. Conozca como debe corregir a otros y cómo recibir correcciones de otros.
10. Trate la fuente del desorden o suciedad.
11. El dinero es limitado pero la sabiduría es ilimitada.
12. Practique el concepto de resolver prácticamente aquí y ahora.

13. En informes: tres páginas es insatisfactorio, dos páginas es bueno, una página es lo mejor.
14. En las reuniones: tres horas son un despilfarro, dos horas es mejor y una hora es lo mejor.
15. La mejora requiere esfuerzo y el esfuerzo requiere entusiasmo.

2.4 Metodología SMED

2.4.1 Fundamentos del SMED

Cambios Rápidos (SMED): técnica enfocada al cambio rápido de maquinaria y herramientas sin pérdida de tiempo. Es parte del sistema Just In Time. Busca producir diferentes artículos en lotes pequeños, realizando breves ajustes a los elementos de producción para que la maquinaria se convierta en funcional [6].

Tipos de operaciones en preparación de máquinas

- **Preparación Interna:** que pueden realizarse solo cuando una máquina esta parada, como montar o desmontar matrices, cuchillas, etc.

- **Preparación Externa:** que pueden realizarse mientras la máquina esta en operación, como transportar herramientas y matrices; u organizar y planificar la próxima preparación.

Lo importante es convertir una preparación interna en externa.

Pasos básicos en el procedimiento de preparación

- **Preparación, ajuste post-proceso, comprobación de materiales, herramientas, etc.** Este primer paso sirve para asegurarnos de que todos los componentes y herramientas están donde deben y funcionando correctamente. También se incluye en este paso el periodo en el cual todos ellos, tras el anterior proceso, se retiran y guardan, se limpie la maquinaria, etc.
- **Montaje y desmontaje de cuchillas, herramientas, etc.** Se incluye aquí la retirada de piezas y herramientas después de concluido un lote, y la colocación de las necesarias para el siguiente.
- **Medidas, montajes y calibraciones.** Este paso comprende todas las medidas y calibraciones necesarias

para realizar una operación de producción, como centrado, dimensionado, medición de presión y temperatura, etc

- **Pruebas y ajustes.** En estas etapas, los ajustes dependen de la habilidad una pieza de prueba. Los ajustes serán tanto más fáciles cuanto mayor sea la precisión de las medidas y calibraciones del aparato anterior.

Mejora de la preparación: Etapas conceptuales

La figura 2.16 muestra las etapas conceptuales involucradas en las mejoras de la preparación.

Etapas preliminar: No están diferenciadas las preparaciones interna y externa

Al planificar cómo llevar a la práctica el sistema SMED, se deben estudiar en detalle las condiciones reales de la fábrica.

Un *análisis de producción continuo* llevado a cabo con un cronómetro es probablemente el mejor enfoque. Otra posibilidad es el *estudio del trabajo por muestras*. *El problema que plantea esta opción es que las muestras sólo son precisas con procesos muy repetitivos. El estudio puede no ser válido si*

sólo se repiten unas pocas acciones. Una tercera vía la constituyen las entrevistas a los trabajadores de la fábrica.

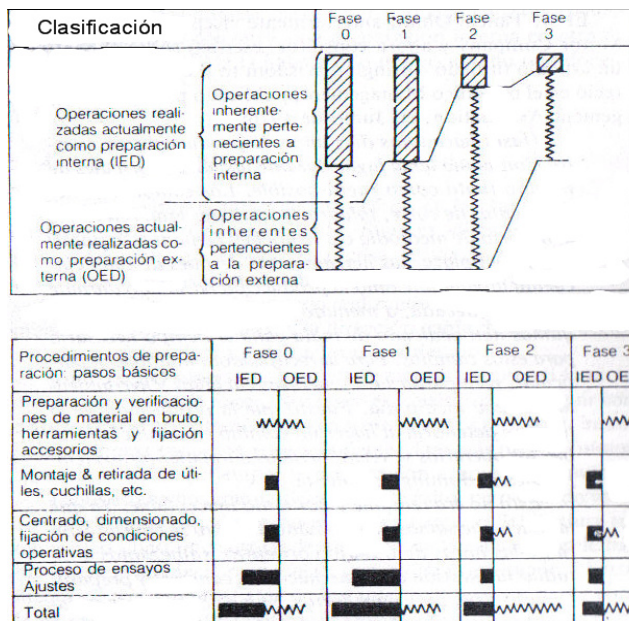


FIGURA 2.16 FASES CONCEPTUALES PARA MEJORAR PREPARACIONES

Fuente: Shigeo Shingo, 1995

Un método aún mejor lo constituye la *grabación en video* de la operación de preparación completa. Esto es extremadamente efectivo si el video se muestra a los trabajadores inmediatamente después de terminar la operación.

Primera etapa: Separación de la preparación interna y externa

El paso más importante en la realización del sistema SMED es la diferenciación entre la preparación interna y externa. Si hacemos un esfuerzo “científico” para tratar la mayor parte posible de la operación de preparación como externa, el tiempo necesario para la preparación interna realizada mientras la máquina no funciona se reducirá usualmente entre un 30 y un 50%.

Segunda etapa: Convertir la preparación interna en externa

La segunda etapa de conversión de preparación interna en externa comprende dos conceptos importantes:

- Reevaluación de operaciones para ver si algunos pasos están erróneamente considerados como internos.
- Búsqueda de formas para convertir esos pasos en externos.

Tercera etapa: Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación

Aunque el nivel de los diez minutos se puede alcanzar algunas veces simplemente convirtiendo la preparación interna en

externa, no es así en la mayoría de los casos. Esta es la razón por la cual debemos concentrar esfuerzos para perfeccionar todas y cada una de las operaciones elementales que constituyen las preparaciones interna y externa. Consecuentemente, la tercera etapa necesitará un análisis detallado de cada operación elemental.

2.4.2 Técnicas para aplicar el sistema SMED

Fase preliminar: no están diferenciadas las preparaciones interna y externa

En las operaciones de preparación tradicionales se producen diferentes clases de despilfarro. Se pueden encontrar muchas circunstancias en las que los errores, la falta de disponibilidad o la verificación inadecuada del equipo, producen retrasos en las operaciones de preparación.

Primera etapa: Separación de la preparación interna y externa

Las técnicas que se exponen a continuación son muy efectivas para asegurar que las operaciones que se pueden realizar externamente se efectúan, de hecho, cuando la máquina está en marcha.

- **Empleo de una lista de comprobación:** hágase una lista de comprobación con todas las partes y pasos necesarios para una operación.
- **Realización de comprobaciones funcionales:** la lista de comprobaciones es útil para cerciorarnos de que todas las cosas están donde deberían estar, pero no nos dice si se encuentran en perfecto estado de funcionamiento. Por lo tanto, será necesario, durante la preparación externa, realizar comprobaciones funcionales.
- **Mejora del transporte de útiles y de otras piezas:** las partes han de transportarse desde el almacén hasta las máquinas, y devueltas al almacén una vez que se termina un lote. Todo esto debe llevarse a cabo como procedimiento externo, realizado por el propio operador mientras la máquina funciona automáticamente, o bien por otro empleado asignado al transporte.

Segunda etapa: Convertir la preparación interna en externa

Preparación anticipada de las condiciones de operación. Esta etapa constituye el primer paso para la conversión de las operaciones de preparación.

Tercera etapa: Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación

Después de haber concluido la primera etapa y la segunda, se puede proceder a realizar mejoras en las operaciones elementales de preparación.

- Mejoras radicales en las operaciones de preparación externa: las mejoras en el almacenamiento y transporte de piezas y herramientas (incluyendo cuchillas, útiles, plantillas y calibres) pueden contribuir a la mejora de las operaciones aunque no serán, en ningún caso, suficientes.
- Mejoras radicales en las operaciones de preparación interna

CAPÍTULO 3

3. ETAPAS DEL MAPEO DE CADENA DE VALOR

En la actualidad, ya no cabe duda alguna de que la adopción del lean management, de forma correcta y completa, conduce al éxito, basado en importantes mejoras en la eficiencia y competitividad. La forma de implantar sus principios no forma parte del cuerpo doctrinal central de la metodología y la aplicación de estos principios en Toyota es anterior a su definición formal, por lo que el camino recorrido por ella es irrepetible. Tampoco las experiencias posteriores han llevado a un patrón de implantación único. Se aplica a empresas con situaciones de partida diferentes y de sectores y países también distintos. Además, se trata en última instancia de generar una dinámica propia de mejora, por lo que la adaptación a las características de cada caso es indispensable.

Con este proyecto pretendemos aportar una metodología para la implantación de un sistema lean management, también conocida como producción ajustada, en un ámbito centrado en las empresas

industriales, de tamaño medio e independientes (en lo referente a las capacidades para la adopción de la gestión lean, especialmente frente a sus proveedores), tal y como se detallará más adelante.

La implantación de un sistema de producción lean altamente eficiente y competitivo, de acuerdo con los planteamientos y objetivos propuestos, proponemos que conste de las siguientes fases:

3.1 Elección de flujo de valor

A comienzos del año 2007 la metalmecánica hizo el Análisis de Realidad Actual ARA's de cada línea de negocio, luego se buscaron las herramientas que nos ayudarán a atacar las causas raíces de los efectos indeseables de cada negocio. Entre éstas se destaca la aplicación de Lean para solucionar alrededor del 30% de los problemas detectados.

Se escoge como área piloto para la implantación lean la tubera 2, debido a que esta produce una mayor gama de tubos en frío y en caliente tal como se analizará más adelante. Para la recogida de datos se hizo un estudio cronometrado de las actividades en cada una de las áreas que intervienen para el análisis de la cadena de valor. Fue importante considerar el estudio del tiempo desde la recepción de la materia prima hasta obtener el primer paquete listo. Asimismo, se consideró cambio de operación, días de inventario,

demanda de producto, disponibilidad tanto del operador como de la máquina y cada una de las variables para el análisis de la cadena de valor.

3.1.1 Recogida de datos

Este punto es de especial importancia, dado que el éxito de la implantación dependerá, en gran medida, de la fiabilidad de estos datos.

En la tubera 2 se produce tubería negra conformada en frío[†] o caliente[‡]. La familia de productos que se conforman en esta línea son tubos: Redondos, Cuadrados, Rectangulares. Las características generales de la tubería negra son:

Norma de Fabricación: ASTM A 500-03 Límite de Fluencia
(mínimo) $f_y = 2400 \text{ Kg/cm}^2$

Tolerancia: Diámetro +/- 0.5% ; Longitud +12mm -
6mm

Longitud de entrega: 6 metros.

Acabado: Negro o Galvanizado

Espesor: +/- 10%, Cuadrados y Rectangulares.

[†] Conformado en frío: el espesor de la tubería comprende (0.75 – 1.5)mm

[‡] Conformado en caliente: son tuberías cuyo espesor es mayor 1.5mm



FIGURA 3.1 CONFORMADO DE TUBERIA

La tubera 2, es la máquina que más productos mueve en el mercado interno. Asimismo, cuenta con una gran variedad de familias de productos que son los que se muestran en la tabla 1.

En las tablas 2, 3 y 4 se muestran las especificaciones de algunos de los tubos que se conforman en esta línea. Hay que destacar que en la tubera 2 los espesores llegan hasta un máximo de 2.5mm, de allí en adelante se tiene problemas para producir tubos.

En la tabla 5 se presenta los requerimientos de demanda de los productos tipo A y B, disponibilidad de la máquina. Estos datos son necesarios para el mapeo de cadena de valor.

TABLA 1

FAMILIA DE PRODUCTO TUBERA 2

Tubos Ángulo y T
TTE LF 50 x 0.90
TAN LF 50 x 0.90
TAN LF 25 x 0.75
TTE LF 25 x 0.75
Tubos Cuadrados
TC LF 1" x 0.90
TC LF 1" x 1.10
TC LC 1" x 1.50
TC LC 1" x 1,80
TC LC 1" x 2.00
TC LF 1 1/2" x 0.90
TC LF 1 1/2" x 1.10
TC LC 1 1/2" x 1.50
TC LC 1 1/2" x 2.00
TC LF 1 1/4" x 0.90
TC LF 1 1/4" x 1.10
TC LC 1 1/4" x 1.50
TC LC 1 1/4" x 2.00
TCR 2 X 1,5
TCR 2 X 1,8
Tubos Rectangular
TRE LF 25x50x0.90
TRE LF 25x50x1.10
TRE LC 25x50x1.50
TRE LC 25x50x2.00
TRE LF 20x40x0.90
TRE LF 20x40x1.50
TRE LF 20x 40x2.00
Tubos Redondo
TR LF 1 7/8" x 0.90
TR LF 1 7/8" x 1.10
TR LF 1 1/2" x 0.90
TR LF 1 1/2" x 1.10
TR LC 1 1/4" x 1,80
TR LC 1 1/4" x 2.00
TR LC 2" x 1,10
TR LC 2" x 1,5
TR LC 2" x 1,8
Tubos ISO
TUBO ISO 1 L2 N (2.5)
TUBO ISO 1 L2 N (2.5)

TABLA 2

ESPECIFICACIONES TUBOS REDONDOS

Denominación		Espesor		Peso	
Diámetro exterior		e		P	P
pulg	mm	mm	Kg/m	Kg/m	
1	25,4	1,5	0,9	5,37	
		2	1,17	7,02	
1 1/4	31,75	1,5	1,13	6,78	
		2	1,48	8,9	
1 1/2	38,18	1,5	1,37	8,2	
		2	1,8	10,79	
1 7/8	47,63	1,5	1,72	10,32	
		2	2,27	13,62	
2	50,8	1,5	1,84	11,02	
		2	2,43	14,55	
		3	3,45	20,69	
2 1/2	63,5	1,5	2,34	14,04	
		2	3,13	18,75	
		3	4,62	27,69	

TABLA 3

ESPECIFICACIONES TUBOS CUADRADOS

Denominación		Espesor		Peso	
Diámetro exterior		e		P	P
pulg	mm	mm	Kg/m	Kg/m	
1	25	1,5	1,13	6,78	
		2	1,48	8,9	
1 1/4	30	1,5	1,37	8,2	
		2	1,8	10,79	
1 1/2	40	1,5	1,72	10,32	
		2	2,27	13,62	
		3	3,22	19,33	
2	50	1,5	2,32	13,93	
		2	3,13	18,75	

TABLA 4

ESPECIFICACIONES TUBOS RECTANGULARES

Denominación	Dimensiones			Peso	
	a	b	e	P	P
pulg	mm	mm	mm	Kg/m	Kg/m
3/4 x 1 1/2	20	40	1,5	1,37	8,2
			2	1,8	10,79
1 x 2	25	50	1,5	1,72	10,32
			2	2,27	13,62
1 1/2 x 2 3/8	40	60	2	3,13	18,75
			3	4,62	27,69
1 1/4 x 2 3/4	30	70	2	3,13	18,75
			3	4,62	27,69

TABLA 5

DATOS PRODUCTOS CONFORMADO TUBERA 2

<i>Familia Productos</i>	<i>Producto</i>	<i>Demanda promedio diaria</i>	<i>Demanda promedio (MES)</i>	<i>D75%</i>
<i>Familia A</i>	TAN 50	360,8	7937	9044,2
	TR GALV. 2 X 2.00	57,8	1272	1415,7
	TC LC. 1X 1.50	219,0	4819	5415,9
	TC LF. 1X 1.10	269,2	5923	7392,0
	TTE 50	106,2	2337	2800,3
	TAN 25	165,7	3646	4227,4
	TR LC. 2 X 2.00	34,3	755	861,8
	TC LF. 1X 0.90	160,9	3539	4108,3
	TC LC. 1.1/2 X 2.00	44,3	975	1098,3
	TC LC. 1.1/4 X 1.50	80,5	1771	2075,0
	TRE LF. 25 X 50 X 0.90	73,2	1611	2008,6
	TRE LC. 25 X 50 X 1.50	62,7	1380	1621,7
	TRE LF. 25 X 50 X 1.10	55,8	1228	1519,7
	TRE LF. 20 X 40 X 0.90	85,0	1869	2138,9
	TR LC. 2 X 1.50	48,1	1059	1218,4
	TRE LF. 20 X 40 X 1.10	66,3	1458	1789,8
	TC LF. 1.1/2 X 1.10	63,9	1405	1839,7
	TR LC. 1.1/2 X 2.00	32,7	719	844,4
	TC LC. 1X 2.00	52,8	1161	1335,0
	TRE LC. 25 X 50 X 2.00	31,1	684	817,8
	TC LC. 1.1/4 X 2.00	33,6	740	802,7
	TR GALV. 2 X 1.50	20,7	455	530,0
	TR LC. 1.1/2 X 1.50	38,8	853	1083,2
	TR LC. 2.1/2 X 2.00	16,0	351	419,8
	TC LF. 1.1/4 X 1.10	43,6	959	1125,5
	TRE LC. 20 X 40 X 1.50	66,5	1462	1766,7
	TRE LC. 20 X 40 X 2.00	17,1	376	457,0
	TR LC. 1.1/4 X 2.00	27,2	598	726,9
	TC LF. 1.1/2 X 0.90	25,7	566	717,0
	<i>Familia B</i>	TTE 25	38,8	854
TR LF. 1X 1.10		39,9	878	1103,4
TC LF. 1.1/4 X 0.90		29,4	647	727,5
TC GALV. 1X 1.5		22,0	485	484,7
TRE LF. 20 X 40 X 0.75		29,4	647	791,5
TR GALV. 1.1/2 X 1.50		18,3	403	504,4
TRE LF. 25 X 50 X 1.10		29,2	642	810,6
TR LF. 1.1/2 X 0.90		19,4	427	521,6
TC GALV. 1.1/2 X 1.50		7,1	157	156,8
TC GALV. 1.1/4 X 1.5		5,1	111	111,2
			105291,9	125930,0

3.2 Mapa de flujo de valor (Value Stream Map- VSM) actual

En esta etapa se introdujo toda la información recogida y analizada hasta el momento (es decir, antes de proceder al cambio), representada en el mapa de flujo de valor VSM actual. Esto se realiza para crear una fuente de información global de la situación de partida, visualizada a través de los flujos de producto, materiales e información.

3.2.1 Fase de estudio

En esta etapa se procede a plantear y decidir los distintos aspectos de la nueva implantación, una vez desarrollado el mapa de flujo de valor que sirve como fuente de información y para representar la nueva implementación. La etapa incluirá necesariamente:

Definición y diseño de la distribución en planta

En el plano 1 se muestra layout de tubera 2. Es importante conocer la estación y posición de trabajo de los operarios, el recorrido de materiales y personas. Descripción de las tareas por puesto de trabajo, con la asignación de las tareas a cada trabajador y la determinación de las actividades con valor

añadido y sin él, las esperas y los desplazamientos para cada puesto de trabajo.

Balance de operaciones

En la tubera 2 se tiene un proceso continuo. Gracias al acumulador que tiene la máquina permite almacenar fleje mientras se está operando, es decir, el proceso no para, siempre que no exista problema alguno en la línea. La estación de trabajo actualmente opera con cinco trabajadores. El personal conoce y tiene designada sus tareas, las cuales trata de cumplir mientras esta produciendo.

Balance de puestos de trabajo

Por facilidad del proyecto, la tubera ha quedado dividida en las siguientes secciones:

TABLA 6

BALANCE PUESTO DE TRABAJO

Secciones	Tareas de los operadores
Desbobinador y Acumulador	Abastecerse de MP, suministros. Acumular fleje.
Soldador	Quitar rebaba y verificar variación de potencia en tablero
Torres turcas	Controlar pandeo de los tubos conformados
Mesa embalaje	Agarrar producto final y formar el paquete a embalar

Este balance se ha basado en el análisis de la capacidad de cada puesto, de acuerdo con las tareas asignadas, tratándose de ajustar los recursos necesarios para que pueda operar. En la mesa de embalaje el proceso es manual por lo que existen dos operadores, esto provoca que en ciertas ocasiones se acumulen los tubos quedando sin espacio la mesa por lo que se debe parar la producción. A pesar que se tiene dos mesas de embalaje los embaladores no la utilizan. Más adelante analizaremos cuáles son los motivos de paras de producción.

Una vez que hemos analizado el movimiento del personal y de material, se procede a obtener el tiempo de ciclo para cada producto mostrado en la tabla 5. De aquí sacaremos elegiremos un tiempo de ciclo, tiempo de setup, tamaño de contenedor y días de inventario para elaborar el mapa estado actual.

En el apéndice A se muestra como ha quedado planteado el mapa estado actual en tubera 2. Para obtener esta gráfica se realizó una reunión con las gerencias, jefaturas de toda la metalmecánica en las instalaciones de planta Guayaquil quienes decidieron que el mapa estaría dividido para conformado en frío y conformado en caliente para facilidad del desarrollo del taller. Fue importante el involucramiento de las

Jefaturas ya que ellos conocen la respectiva planificación antes de emitir una orden de producción. Fue toda una jornada de trabajo entre desacuerdo y acuerdo hasta que se llegó a terminar el mapa del estado actual en tubera 2.

TABLA 7

DATOS PARA MAPA ESTADO ACTUAL TUBERA 2

Familia Productos	Producto	Demanda promedio (MES)	D75%	T/C [min.]	Tiempo C/O	Lote min. [téc.]	Tamaño contenido	Cantid. kanbans	Dias Invent (sup)
Familia A	TAN 50	7937	9044,2	0,21	120	500	48	59	7,9
	TR GALV. 2 X 2,00	1272	1415,7	0,64	120	300	37	41	26,2
	TC LC. 1X 1,50	4819	5415,9	0,21	120	300	64	25	7,3
	TC LF. 1X 1,10	5923	7392,0	0,20	120	300	64	50	11,9
	TTE 50	2337	2800,3	0,20	120	500	40	77	29,0
	TAN 25	3646	4227,4	0,22	120	500	100	15	9,1
	TR LC. 2 X 2,00	755	861,8	0,66	120	300	37	26	28,0
	TC LF. 1X 0,90	3539	4108,3	0,20	120	500	64	23	9,1
	TC LC. 1,1/2 X 2,00	975	1098,3	0,25	120	500	36	34	27,6
	TC LC. 1,1/4 X 1,50	1771	2075,0	0,23	120	500	56	41	28,5
	TRE LF. 25 X 50 X 0,90	1611	2008,6	0,21	120	500	40	56	30,6
	TRE LC. 25 X 50 X 1,50	1380	1621,7	0,22	120	500	40	44	28,1
	TRE LF. 25 X 50 X 1,10	1228	1519,7	0,20	120	500	40	42	30,1
	TRE LF. 20 X 40 X 0,90	1869	2138,9	0,19	120	500	50	46	27,1
	TR LC. 2 X 1,50	1059	1218,4	0,76	120	300	25	53	27,5
	TRE LF. 20 X 40 X 1,10	1458	1789,8	0,22	120	500	50	40	30,2
	TC LF. 1,1/2 X 1,10	1405	1839,7	0,22	120	500	36	58	32,7
	TR LC. 1,1/2 X 2,00	719	844,4	0,69	120	500	36	26	28,6
	TC LC. 1X 2,00	1161	1335,0	0,24	120	500	61	25	28,9
	TRE LC. 25 X 50 X 2,00	684	817,8	0,25	120	500	40	23	29,6
	TC LC. 1,1/4 X 2,00	740	802,7	0,23	120	500	56	16	26,6
	TR GALV. 2 X 1,50	455	530,0	0,76	120	300	37	17	30,4
	TR LC. 1,1/2 X 1,50	853	1083,2	0,62	120	500	37	34	32,5
	TR LC. 2,1/2 X 2,00	351	419,8	0,92	180	300	19	25	29,7
	TC LF. 1,1/4 X 1,10	959	1125,5	0,22	120	500	56	23	29,5
	TRE LC. 20 X 40 X 1,50	1462	1766,7	0,23	120	500	50	40	30,1
	TRE LC. 20 X 40 X 2,00	376	457,0	0,23	120	500	50	13	38,1
	TR LC. 1,1/4 X 2,00	598	726,9	0,26	120	500	61	14	31,4
	TC LF. 1,1/2 X 0,90	586	717,0	0,33	120	500	36	23	32,2
	Familia B	TTE 25	854	989,3	0,19	120	500	100	12
TR LF. 1X 1,10		878	1103,4	0,45	120	500	61	21	32,1
TC LF. 1,1/4 X 0,90		647	727,5	0,20	120	500	56	15	28,6
TC GALV. 1X 1,5		485	484,7	0,43	120	500	61	9	0,0
TRE LF. 20 X 40 X 0,75		647	791,5	0,22	120	500	50	18	30,6
TR LF. 1,1/4 X 0,90		770	956,4	0,25	120	500	61	18	31,4
TUBO ISO 2 L2 GALVANIZ		151	150,9	1,11	180	300	19	16	0,0
TR LF. 1,7/8 X 0,90		683	962,8	0,27	120	500	37	31	36,9
TR GALV. 1,1/2 X 1,50		403	504,4	0,62	120	500	37	19	38,3
TRE LF. 25 X 50 X 1,10		642	810,6	0,21	120	500	61	16	33,5
TR LF. 1,1/2 X 0,90		427	521,6	0,21	120	500	37	18	34,3
TC GALV. 1,1/2 X 1,50		157	156,8	0,24	180	500	37	14	0,0
TR LF. 1,1/4 X 1,10		520	653,3	0,23	120	500	61	13	33,6
TC GALV. 1,1/4 X 1,5		111	111,2	0,23	120	500	56	9	0,0
			59282,3	70126,0		124		1238	25

Los resultados del mapa del estado actual fueron los siguientes:

- El tiempo de ciclo fue: en slitter 2.8 min/ton, y, en tubera 26.2 min/ton.
- Si se suma los dos tiempos de ciclo, da como resultado tiempo de procesamiento (del inicio al fin del proceso), por cada ítem o paquete completo 1632 seg/pqte.
- Existe un tiempo de inventario 76.7 días considerando slitter y tubera 2, es decir, los días de inventario que existente en cada una de esta áreas.
- El tiempo de cambio para slitter fue de 99.6 min. y para tubera 2 un promedio de 3.23 horas. Estos tiempos fueron estimados estadísticamente y comprobados con un estudio con cronómetro.
- El personal disponible en slitter es 3 operadores y en tubera 2 un total de 4 operadores.
- Las horas de trabajo diario para slitter es de 8.5 horas con un solo turno. En cambio en tubera se tiene 2 turnos cada uno con 8.5 horas.

- Como política de la empresa se da 30 min. para almuerzo a todos los empleados y 20 min. entre reuniones, breaks, etc.
- Slitter, es un recurso compartidos con otros flujos de valor por lo que se estimó un tiempo disponible solo para tubera 2 de 156 min/día; y el tiempo disponible en tubera 2 es de 120 min/día.
- Estadísticamente se pudo estimar que la demanda mensual del proceso del cliente es de 850 ton/mes. Este dato fue calculado por el gerente de planificación y ventas.
- La disponibilidad del equipamiento (%) en porcentaje fue la siguiente: 96% slitter y 75% tubera 2. Este porcentaje sirve para conocer como esta el funcionamiento de las máquinas.
- Para conocer los problemas internos que se tienen en el proceso de conformado, se pidió la ayuda de los dos operadores tanto de SLITTER como de tubera 2, ya que estos no podían ser explicados por la Jefatura.

Formación acerca del Lean Management

Se inicia con capacitación al grupo de trabajo conformado por las gerencias y jefaturas para conocer los principios de Lean,

luego se hizo talleres para levantar los mapas de flujo de valor actual y proyectar los mapas de flujo de valor futuro a base de las oportunidades de mejora encontradas en cada etapa del proceso, con la finalidad de reducir todo tipo de desperdicio (actividades que para el cliente no agregan valor al producto o servicio. Ej.: transporte, almacenamiento, reproceso, tiempo de espera, inspecciones, altos niveles de inventario, etc). Con los equipos de gente experta en cada negocio, se hicieron 3 talleres para los negocios de Cubiertas, Laminados y Conformados. En cada negocio, además de levantar los Mapas de Flujo de Valor Actual y Futuro, se levantaron los planes trabajo (también llamados planes Kaizen) con las oportunidades de mejoras detectadas.

El objetivo de estos planes es que se implanten formas de trabajo o que sin hacer mayores inversiones, se hagan pequeños cambios en los procesos para reducir los desperdicios, estos son los principios de las filosofía Lean y Kaizen, aplicadas en grandes empresas de éxito, como la Toyota. Hay cosas básicas por hacer, como por ejemplo la aplicación del orden, el aseo, la limpieza y la disciplina en todos nuestros lugares de trabajo, actividad que sin invertir recursos económicos nos permite obtener grandes beneficios

en productividad, calidad, seguridad y cuidado del ambiente. Sabemos que actividades como estas son fáciles de entender y aplicar por una sola vez, sin embargo, son difíciles de mantener en el tiempo porque para eso se necesita de una cultura de trabajo a nivel general, esto solamente lo conseguiremos con el compromiso de todos, especialmente del nivel gerencial y de jefaturas para el soporte y la motivación. Para cada negocio se ha nombrado equipos de trabajo, que ya están implantando las mejoras.

Análisis de las operaciones y su flujo. Diagrama de flujo (flow chart)

La figura 3.2 representa el diagrama de flujo de proceso que sigue la tubera 2. Es importante explicar cual es el proceso de producción con el que trabajan los operadores del área piloto. Cabe resaltar que todos los productos conformados en esta línea siguen el mismo procedimiento.

3.3 Mapa de flujo de valor (Value Stream Map) futuro

Fruto de la etapa anterior y las nuevas implementaciones obtenidas en ella, con el VSM podrá plantearse la implantación completa del nuevo estado futuro. Con ella, se dispondrá de una fuente de

información global de la situación futura, visualizada a través del flujo de producto, materiales e información. El VSM futuro, permitirá identificar los desperdicios y oportunidades de mejora residuales y así depurar la solución obtenida en la etapa anterior y ofrecer, por tanto, la mejor solución posible, a la vez que permitir que la mejora continua no tenga fin.

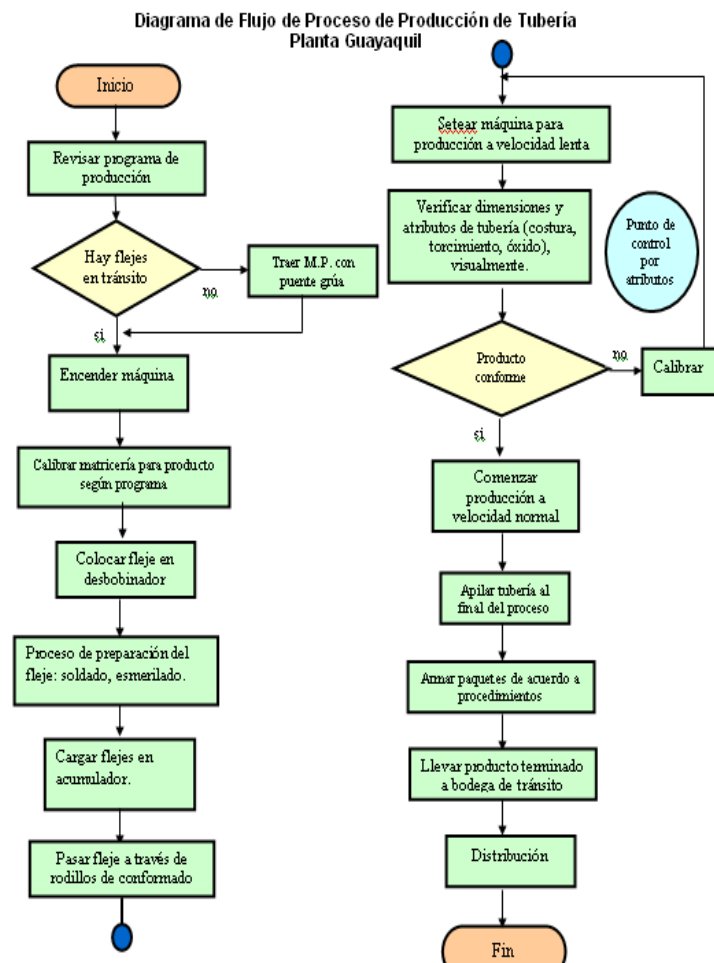


FIGURA 3.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE TUBERIA

3.3.1 Fase de implantación final

Adapte el proceso al ritmo de producción (ciclo de producción), **takt time**. Para calcular el takt time se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{TAKT TIME} = \frac{\text{tiempo de trabajo disponible por turno}}{\text{demanda del cliente por turno}}$$

$$\text{Tiempo de trabajo disponible} = 4 * 784\text{min} = 3136\text{min}$$

El tiempo disponible fue calculado de la siguiente manera: 4 significa la cantidad de máquinas que existen en conformado; 784min fueron obtenidos del tiempo disponible por cada máquina, como resultado se calculó un tiempo promedio de disponible de 3136minutos.

La demanda promedio estimada fue: 850 ton/mes total producción de tuberías, y, 24 días/mes para producir. Se procede a dividir estos dos resultados para obtener demanda del cliente, dando como resultado 35.4 ton/días. Con estos dos resultados del tiempo y la demanda se calcula takt time lo que dio como resultado:

$$\text{TAKT TIME} = \frac{3136 \text{ min / día}}{35.4 \text{ ton / día}} = \mathbf{88.6 \text{ min/ton}}$$

Este resultado sirve para conocer como esta la situación de la metalmecánica en el mercado interno si se compara con el resultado del tiempo de ciclo, el mismo que debe ser menor o igual al takt time para cumplir con las exigencias del mercado.

En el apéndice B se observa el mapa del estado futuro en tubera. Fruto de las dos etapas anteriores, en las que se ha obtenido la solución para la nueva implantación y se ha representado y depurado posteriormente, ahora ya se podrá proceder a la determinación de las opciones de desarrollo de los procesos para distintos niveles de producción (y por tanto de takt time), de acuerdo con la cantidad de trabajadores, los lotes de producción, transportes, tiempo de proceso total o lead time, espacio ocupado y, desde luego, productividad.

Con la ayuda del mapa de flujo de valor, se podrá proceder a la determinación de las distintas técnicas de producción lean a través de los correspondientes flujos, con aplicación de soluciones visuales tales como: etiquetas kanban, señalización visual de etapas y del proceso en planta.

3.4 Plan de trabajo y ejecución

La implantación lean obtenida a partir de un sistema productivo convencional propondrá un flujo regular y constante para los procesos, avanzando el producto en pequeños lotes o unidad a unidad. Sin embargo, difícilmente podrá alcanzarse a la primera, un flujo suficientemente regular y constante, como para que puedan eliminarse todas las acumulaciones de materiales entre operaciones, lo que se reflejó en el mapa de flujo de valor obtenido, gestionando en modo pull. A medida que se mejore la operativa y el flujo pueda hacerse más regular y constante, el stock intermedio va reduciéndose cada vez más.

Esta etapa concluye con la asignación de espacios para almacenamiento, entradas y salidas de material y rutas de reaprovisionamiento. Se define asimismo las cantidades y capacidades de los medios de transporte de materiales y productos (manutención) y los tiempos de almacenamiento.

Todas las etapas precisadas para la transición a una implantación lean, las cuales acabamos de exponer y, en particular, las de análisis, obtención de soluciones e implementación de las mismas, que tienen lugar tras la etapa de formación, se llevan a cabo en grupos de trabajo constituidos por los responsables de las áreas

involucradas y dirigidos por un experto en implantaciones lean. Reunidos mediante workshops, se acuerda, conjuntamente, aquello que corresponda en cada etapa.

En el apéndice C queda constituido el Plan de Mejora Kaizen que se ejecuta para terminar con los problemas que se ocasionan en la tubera 2, se indican los responsables de cada actividad y la fecha límite para ejecutar las herramientas producción lean en toda la planta.

CAPÍTULO 4

4. EJECUCIÓN PLAN DE MEJORA CONTINUA KAIZEN

El capítulo 4 resume el objetivo de la metalmecánica de alcanzar la excelencia que luego de analizar las condiciones actuales en la tubera 2 por medio de la cadena de valor, procede a la ejecución del plan kaizen. En base al cronograma detallado en el apéndice C se empieza con la implementación de las herramientas 5S y SMED las mismas que fueron seleccionadas para la ejecución de este proyecto de tesis y que estuvieron a cargo de la tesista. Las demás técnicas tuvieron como responsables a cada uno de los jefes de área de la empresa donde se indica la fecha de ejecución de cada una de las mismas.

Se ha considerado primeramente la situación de la empresa. Luego mostramos un análisis del proceso clave del negocio. A continuación analizamos si es necesario crear nuevos formatos que permitan

mantener las condiciones de cultura 5S en la empresa. Al final, cuando ya hayamos sembrado esta cultura, procedemos a implementar la técnica de cambios rápidos, otra herramienta lean necesaria para aumentar la productividad en la metalmecánica.

4.1 Situación de la empresa

La empresa metalmecánica es una empresa mediana, cuenta con 200 empleados solo en la planta Guayaquil. Su estructura organizacional es alta, es decir tiene ocho niveles jerárquicos. Tiene como visión ser reconocida como una empresa innovadora, en constante crecimiento en la industria del acero en el Ecuador. Su misión es producir y comercializar la más amplia gama de productos y soluciones de acero para satisfacer las necesidades del cliente. Sus productos están certificados bajo la norma ISO 9001-2000.

Durante tres años la fábrica ha tratado de mantener un plan de mejora continua pero aún cuenta con muchas falencias provocando en ciertos modos el aumento de desperdicios en todas las líneas de producción.

El proceso productivo en la metalmecánica comienza en el área de slitter que es donde se cortan las bobinas de aceros en flejes que servirán para todas las líneas de conformado y que tienen como producto final tubos y perfiles de acero.

Para el análisis de nuestro proyecto nos centramos en el análisis de movimiento de la tubera 2 la misma que cuenta con los siguientes procedimientos críticos:

- Soldadura en tubo a conformar.
- Corte del tubo conformado.
- Embalaje de unidades según orden de producción.

Asimismo, se realiza un breve análisis de la slitter que es la máquina que provee de materia primera a la tubera y la bodega de conformado que es el lugar donde almacena temporalmente el producto terminado.

4.1.1 Organización para el programa 5S's

Para implementar el programa 5S's en la metalmecánica se creó una organización cuya estructura y responsabilidades se explica en la figura 4.1. El plan de trabajo general para la implementación de las 5S's fue elaborado por el líder del programa. Se comenzó con sesiones de formación que resultan absolutamente necesarias para comprender la finalidad de lo que se va hacer, motivar al equipo, definir nuevos conceptos, etc.

Zonas de responsabilidad

La planta se dividió en equipos, los cuales fueron seleccionados de acuerdo al personal que trabaja en ella. Se define a una zona como el espacio físico, dentro del cual un grupo de personas se encuentran relacionadas entre sí según normas específicas. A continuación en la figura 4.1 se muestra el organigrama 5 S's:

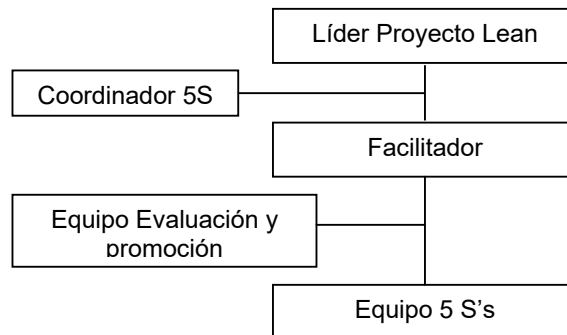


FIGURA 4.1. ORGANIGRAMA 5 S's

Funciones y responsabilidades:

Líder Lean.- Fue designado por la gerencia. Sus funciones específicas fueron: desarrollar herramientas lean: 5S's, kanban, smed, tpm, kaizen, supermercados, etc.

Facilitador.- Fue designado por la gerencia y debió ser una persona con autoridad dentro del organigrama. Sus funciones

fueron: analizar propuestas, gestionar materiales, priorizar trabajos, capacitar al personal, coordinar los planes de acción.

Coordinador.- Fue designado por el Equipo 5S's, este cargo puede ser rotativo. Sus funciones fueron: elaborar planes de acción, coordinar actividades con el facilitador y equipo 5S's, llevar la documentación del programa 5S's.

Equipo 5S's.- Pueden ser operadores, asistentes o cualquier personal que labore en la zona. Sus funciones fueron: elaborar las tareas descritas en el plan de acción, realizar propuestas de mejora, ver necesidades del material.

Equipo evaluación y promoción.- Estuvo formado por los miembros del sistema de gestión integrado de la planta. Sus funciones específicas fueron: promocionar el programa 5S's, desarrollar métodos de evaluación, seguimientos de actividades, capacitación al personal, difusión de resultados, realizar auditorias.

Definición de indicadores

Es importante medir los resultados al final de la ejecución del programa 5S, para esto se consideró los siguientes indicadores:

- **Tiempo de búsqueda de herramientas:** con un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar se quiere crear el pensamiento de orden con cada uno de las herramientas que usa los trabajadores durante la producción. Este indicador se obtuvo tomando el tiempo que le tomaba al operador realizar algún tipo de ajuste en la máquina.
- **Porcentaje de desperdicio:** principalmente de los suministros (aceite, delantales, guantes) ya que esto reflejarán directamente el costo de producción por unidad. Este porcentaje se debe disminuir ya que así la empresa generaría mayores ingresos a un bajo costo de producción. Este indicador fue el resultado de un análisis de costo mensual donde se refleja cuánto le cuesta a la empresa un mes de producción.
- **Número de paradas por mantenimiento al mes:** el objetivo es reducir al máximo las paradas de máquina por mantenimiento. En especial, por fallos eléctricos debido a que afectan enormemente la eficiencia del equipo. Este indicador se lo obtuvo cuantificando la cantidad de veces que las máquinas han fallado al mes por mantenimiento.

Evaluación del nivel de 5S en tubera, bodega y slitter:

La evaluación inicial de 5S empezó con un *reconocimiento del área* en el que se obtuvo un diagnóstico general del estado de la tubera 2 con respecto a los pilares fundamentales de 5S.

El reconocimiento del área consistió en una visita a la tubera 2 desde que se acumula el fleje hasta que se obtiene el producto final. Además, se realizó reuniones con el facilitador para analizar las condiciones de clasificación, orden y limpieza que son los pilares básicos de esta metodología. Esta actividad fue realizada por la tesista, facilitador de plan kaizen 5S en conjunto con los operadores de la tubera 2. A continuación se presenta el reporte realizado por la tesista en el reconocimiento del área:

Tubera 2

Tubera 2 es un área crítica en cuanto a la limpieza debido a que existe derrame de aceite soluble en el piso, el mismo que va a parar hasta una cisterna ubicada en cada área. El problema se origina cuando existe mezcla de wype o cualquier otro material que se encuentra en el cauce del aceite provocando el taponamiento en la válvula check de la bomba. Este aceite es recirculado por una bomba para que cumpla

con la función de enfriar al tubo mientras se esta conformando. En muchas de las ocasiones este aceite soluble no cumple su papel de enfriar, ya que excedió su temperatura de enfriamiento lo que da como resultado producción de tubos pandeados.



FIGURA 4.2. RECONOCIMIENTO DEL ÁREA

Otro problema de conformar tubos pandeados son las continuas variaciones de potencia en el sistema soldador haciendo que la producción se detenga y como resultados existe desperdicios de tiempo y tubos.

Estos son unos de los problemas críticos que hay en el área lo que ocasiona un ambiente de trabajo inseguro primero debido a la mezcla de líquido refrigerante, desengrasante y resto de virutas que al acumularse en la máquina y en el piso forman lodos, lo que da paso a la procreación de bacterias perjudiciales para la salud de todos los operadores de planta.

Además de ser un lugar poco confiable para movilizarse. Luego esta las diferentes paradas de máquina por el inconveniente de variación de potencia en el sistema de soldadura.



FIGURA 4.3. PRODUCCIÓN TUBOS PANDEADOS

Los operarios tienen espacio reducido, el mismo que no fue considerado en la distribución de la planta. Las herramientas no están en el punto de uso debido a que no existe una plantilla de contorno, esto provoca desperdicio de tiempo en el cambio de matriceria. En general se puede decir que las condiciones de limpieza, la clasificación y el orden es bastante deficiente, no existen indicadores 5S. Un factor bastante crítico es el área de embalaje que ocupa un espacio

aproximadamente de 84 m² para el almacenamiento temporal de producto terminado.

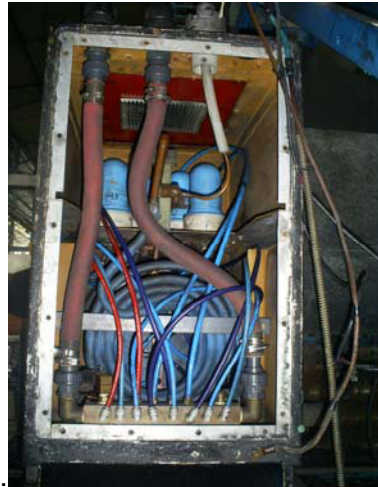


FIGURA 4.4. INTERIOR DEL SISTEMA DE SOLDADURA

La slitter

La slitter es una máquina que sirve para cortar la bobina de acero y transformarla en flejes de diferentes desarrollos. La slitter provee de materia prima (flejes) al resto de las tuberías. Cuenta con 3 operadores y un turno de trabajo de 8.5 horas al día. Tiene un área de 85m². Esta es una de las áreas más ruidosas que existe en la planta. En cuanto a la evaluación de 5S se puede apreciar que los trabajadores de esta máquina realizan correctamente su trabajo. Tienen cada accesorio, herramientas y suministros identificados, marcados

visualmente y con un espacio para cada cosa. La limpieza es buena, sin embargo hay situaciones que no depende del trabajador como es el desprendimiento del polvo que viene en las bobinas de acero. Las áreas inseguras se encuentran marcadas, aun así, se pudo observar que en el rodillo donde se colocan las cuchillas es una sección muy peligrosa para los operadores.

Bodega de conformado

La bodega de producto terminado tiene capacidad limitada para almacenar los materiales de la compañía por lo que los bodegueros se ven obligados a utilizar espacios de las secciones de las otras tuberías para almacenar temporalmente los tubos conformados, esto genera quejas de los operadores de las máquinas ya que el espacio les queda reducido para embalar. Las condiciones generales de limpieza son deficientes se observó basura acumulada entre la pared de división de la bodega y el área de conformado, además de la presencia de ratas, telarañas. En ciertas secciones de la bodega existen estructuras que sirven para prevenir cualquier tipo accidentes en el almacenaje de tubos conformados.

4.2 Ejecución del programa 5S's

La siguiente etapa es una actividad creativa y resolutive en la que se toman decisiones y se formulan acciones para corregir las problemáticas identificadas durante la visita a la tubera 2. En esta parte se considera el análisis detallado de cada S y sus diferentes actividades. Entre las cuales están: las evaluaciones mensuales de auditorias 5S, que consiste en una inspección realizada con ayuda del formato respectivo para evaluar cada pilar de la metodología. La calificación es sobre 10, cada ítem es calificado de acuerdo al tipo de problemas que existe en la línea. Asimismo se explicará el uso adecuado de cada formato creado para la ejecución del programa 5S en la metalmecánica.

4.2.1 Separar / clasificar

La estrategia principal de este pilar es la de tarjetas rojas que consiste en colocar una tarjeta o cartulina de color rojo a los elementos innecesarios, para luego tomar acción sobre dichos elementos.

En la figura 4.5 se detallan cuales fueron los criterios para poder clasificar los materiales, herramientas y equipos necesarios de los innecesarios y proceder a la separación.

En el momento en que se estableció los criterios de separación existió la participó del siguiente personal: facilitador 5S, asistente de producción, operadores de tubera 2 y un miembro de área designada para ejecutar el programa 5S.

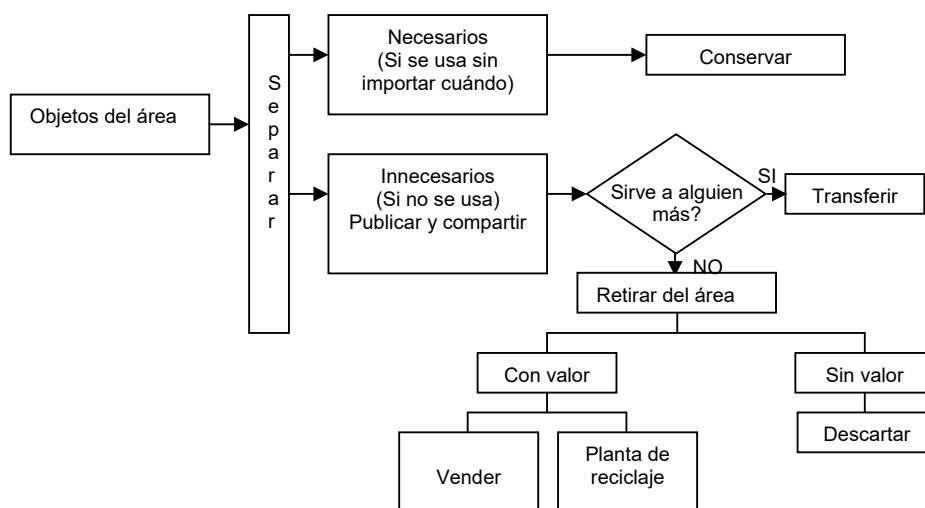


FIGURA 4.5. CRITERIOS DE SEPARACIÓN

Es importante la participación de todo este personal ya que la idea en la empresa es implantar producción esbelta en cada una de sus áreas y es necesario que analicen cada actividad que se realiza dentro del marco de 5S.

Ya con los criterios definidos se procedió a realizar un inventario físico de las existencias en tubera 2. La clasificación general se muestra en la tabla 8. Luego de realizar la

clasificación física y continuando con el cronograma establecido para ejecutar el programa 5S, se realiza una reunión para preguntar al personal que elementos o materiales les hacen falta para agilizar el proceso de conformado. El resultado es presentado en la tabla 9.

Una vez verificada la clasificación escrita estamos listos para proceder con la separación física en tubera 2. Se propone realizar un alto a las actividades de producción para ejecutar la primera S.

Colocación de las tarjetas rojas

La jornada comenzó a partir de las 9:00am del 29 septiembre del 2007, se hizo un alto a las actividades para proceder a la colocación de las tarjetas rojas. El grupo estuvo conformado por: facilitador 5S, asistente de producción, jefe de SGI, 5 operadores de tubera 2, 1 operador de cada máquina y un miembro responsable de cada área. Al inicio de esta actividad se realiza un refuerzo del objetivo a alcanzar en ese día. Una vez explicado el objetivo se procedió ir hasta la tubera 2 donde se iba colocando una tarjeta en cada objeto con anomalía.

TABLA 8

INVENTARIO DE MATERIALES EN TUBERA 2

PROCESO DE CAMBIO (1S) SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y ELEMENTOS		
CANT	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	JUSTIFICACIÓN
1	Desenrollador de fleje	Se usa en la máquina
1	Pisador de fleje	No se usa en la máquina
1	Placa base de la pluma	No se usa en la máquina
1	Central hidráulica del desenrollador	Se usa en la máquina
1	Mesa punta y cola	Se usa en la máquina
1	Acumulador (actualmente funcionan 10 motores)	Se usa en la máquina
4	Tanque para lodos	Para rediseñar
2	Sistema de engranaje del forming y sizing	Se usa en la máquina
12	Torres móviles y fijas del forming y sizing	Se usa en la máquina
1	Central de enfriamiento para agua destilada	Necesita ajuste
1	Campana extractora del sistema soldador	Para reparar
2	Tableros eléctricos de la máquina	Se usa en la máquina
2	Tableros de control de la máquina	Se usa en la máquina
1	Tina de enfriamiento	Se usa en la máquina
1	Sistema de corte (compuesta sierra eléctrica)	Se usa en la máquina
4	Torres turcas	Se usa en la máquina
1	Camino de rodillos 7m.	Se usa en la máquina
2	Mesa de embalaje 6m.	Sirve para armar paquetes
3	Recolectores de desperdicios	Se usa en el área
2	Mesa para colocar herramientas	Se usa en el área
1	Casilleros para herramientas y suministros	Cambiar por uno nuevo
2	Tanque de agua destilada	Ocupan espacio en área
1	Porta espaciadores	Se usan en el área
2	Porta rodillos de matriceria	Se usan en el área
1	Casilleros para colocar coiles e impeders	Se usan en el área
1	Estructura para colocar pruebas de abocardado	Se usan en el área
1	Escritorio	Se usan en el área

El equipo evaluador conocía como realizar esta actividad por lo que no hubo desperdicio de tiempo durante la jornada, la misma que concluyó a las 12:00pm donde se obtuvo el siguiente resultado presentado en la tabla 10.

TABLA 9

ELEMENTOS DE LA MÁQUINA A MEJORAR

Mejoras a realizar en Tubería 2			
No.	Actividades a ejecutar	Ubicación	Prioridad
1	Reparar fuga de aceite en el carro porta fleje	Desbobinador	1
2	Colocar rejillas para evitar acumulación de desperdicio en área carro porta fleje	Desbobinador	2
3	Colocar dispositivo que ayude asegurar el fleje mientras esta en carro porta fleje	Desbobinador	1
4	Colocar guarda en área donde se desbobina fleje	Desbobinador	2
5	Quitar toma corriente innecesarios de la mesa de soldadura mesa punta y cola	Mesa punta y cola	2
6	Cambiar piezas de las guías regulables	Mesa punta y cola	1
7	Colocar protección en los cables que están en el piso	Acumulador	1
8	Habilitar motores	Acumulador	1
9	Reemplazar variador por uno nuevo	Acumulador	1
10	Cambiar canaletas de protección eléctrica que están en el piso	Área acumulador	1
11	Diseñar cajas o casilleros para ubicación fija de herramientas y piezas de la máquina	Casillero general	1
12	Reconstruir rodillos guías. Señalizar canales en rodillos	Forming - Sizing	2
13	Estandarizar las tuercas de las torres en forma hexagonal	Forming - Sizing	1
14	Reconstruir canaleta para sistema de drenaje del dromus	Forming - Sizing	1
15	Nivelar los laterales 2-3	Forming - Sizing	1
16	Alineación de bocines, espaciadores	Forming - Sizing	2
17	Reconstrucción pernería	Forming - Sizing	2
18	Habilitar segundo bloque de cuchilla	Sistema Soldadura	2
19	Cambiar la ubicación tubería del dromus	Sizing	2
20	Construir sistema de tubería para tina de enfriamiento	Tina enfriamiento	1
21	Habilitar bomba solo para circulación dromus	Tina enfriamiento	2
22	Rectificar rodillos internos	Tina enfriamiento	2
23	Reubicar infraestructura innecesaria que esta en el piso detrás del sizing	Sizing	2
24	Revisión del conjunto de bancada, pernos sin fin	Torres turcas	1
25	Diseñar sistema para evitar desperdicio aceite protector	Sistema de corte	1
26	Reconstrucción de guardas de la sierra	Sistema de corte	2
27	Reconstruir rodillos imantados de arrastre	Camino de rodillos	1
28	Diseñar estructura para recolección de viruta	Camino de rodillos	1
29	Reconstruir rodillos de arraste	Sistema de corte	2
30	Reubicar estructura para controlar pando (altura 1/4 del piso)	Mesa embalaje	1
31	Colocar enrollador para manguera que transporta aire comprimido		3
32	Diseñar casillero para elementos de emergencia. Deben ser identificados		2
33	Diseñar estructuras para colocar zunchos, casillero protección personal		2
34	Construir porta espaciadores de forma horizontal		1
35	Quitar pernos innecesarios que están entre desbobinador y área porta fleje		1
36	Cambiar las rejillas	Toda el área	1
37	Ampliar y rediseñar carro transportador	área embalaje	3

Prioridad
1 Urgente
2 Normal
3 Puede esperar

Las actividades detalladas van de la mano con 5S y TPM.
Es necesario elaborar plan para realizar estas mejoras

TABLA 10

INVENTARIO DE MATERIALES ETIQUETADOS CON TARJETA ROJA

INVENTARIO DE MATERIALES INNECESARIOS			
CANT	DESCRIPCIÓN DEL ART.	JUSTIFICACIÓN	TRANSFERIDO A
36	Rodillos de matriceria 3pulg.	No se ha usado durante 1 año para producir	Taller de mantenimiento
1	Motor eléctrico de ½ HP	No corresponde al área	Taller de mantenimiento
4	Disco de sierra	Rotas	Chatarra
1	Pisador de fleje	No se usa en desbobinador	Taller de mantenimiento
1	Caja metálica	No se usa en área	Chatarra
2	Tanque de agua destilada	No corresponde a área	Bodega de suministro

Análisis de los recursos invertidos

Recursos materiales

En la implementación de este pilar no se utiliza mucha papelería salvo lo que respecta a las tarjetas rojas a pesar que fueron impresas en cartulina a un bajo costo.

Recursos humanos

El recurso humano es fundamental ya que las actividades fueron realizada por los miembros del equipo, para esto se planificaron las actividades laborales de tal manera que permitió disponer del tiempo para realizar esta tarea, aproximadamente se invirtieron 51 horas hombre solo en tubera 2, sin contar las horas del facilitador que se dedica a tiempo completo.

TABLA 11

HORAS-HOMBRE INVERTIDAS PRIMER PILAR

Capacitación	210
Colocación de tarjetas rojas	51
Otras actividades	30
Total horas-hombre (primera S)	291

Recursos financieros

La elaboración de las tarjetas rojas tuvo un costo mínimo ya que fueron impresas en cartulina. Sin embargo se detalla el dinero invertido en materiales y horas hombre del personal involucrado en tubera 2.

TABLA 12

DINERO INVERTIDO EN EL PRIMER PILAR

Ítem	Valor (USD)
51 horas-hombre	431.54
Coordinador 5S	150
Tarjetas rojas	25
Total	606.54

Una vez despejada la zona de todo lo innecesario, es decir cuando sólo queda lo que se debe guardar en la tubera se comienza con la segunda S. En la figura 4.6 se muestra uno de los equipos innecesarios que fueron separados del área debido a que esta matriceria no ha sido utilizada durante un año en la tubera. Sin embargo, fue llevada hasta el taller de mantenimiento donde se le dio la respectiva calibración para su uso en otra máquina. La mayoría de los equipos y materiales innecesarios en tubera 2 fueron llevados a otras máquinas donde si se le dio uso para la producción.



FIGURA 4.6 MATRICERIA INNECESARIA

4.2.2 Ordenar

Para alcanzar un nivel de orden aceptable se debe aplicar la estrategia de pintura junto con la estrategia de indicadores como se especificó en el marco teórico del capítulo 2. Los equipos 5S's utilizaron el siguiente criterio para ordenar:

- A mayor frecuencia de uso de: herramientas, partes, elementos, materiales, etc. más cerca deben estar de las personas.
- A menor frecuencia de uso, más alejados o almacenados.

La siguiente tabla basada en este criterio orienta cómo se aplica el ordenar:

TABLA 13

CRITERIOS BASADO EN EL SEGUNDO PILAR

Frecuencia de uso	Dónde guardar
En todo momento	Junto a la persona
Varia veces al día	Cerca de la persona
Varias veces por semana, alguna veces al mes	Cercano al área de trabajo: estantes, armarios, área predeterminadas
Algunas veces al año	Bodega o archivo del área
Esporádica	Bodega o archivo central

Cómo ordenar: Los equipos 5S's de cada zona debieron:

- Definir y preparar los lugares de almacenamiento.
- Determinar un lugar para cada cosa.
- Identificar cada cosa y el lugar de almacenamiento. Se dispuso de estanterías adicionales realizando el bosquejo del mismo con sus medidas y fue entregado al facilitador como un proyecto de mejora con la debida justificación para la compra o fabricación del mismo para canalización de recursos. Estas propuestas fueron analizadas previamente para su aprobación con el equipo evaluador.

- Registrar el lugar de almacenamiento de los objetos. Para esto se creó un formato con las correspondientes observaciones:

Orden y Almacenamiento de materiales		
Nombre del equipo 5S's: _____		
Equipos 5S's: _____		
Coordinador: _____		
Elemento/Artículo	Lugar de almacenamiento	Responsable

FIGURA 4.7 FORMATO EMPLEADO PARA ALMACENAR MATERIALES INNECESARIOS

Elaboración del plan de trabajo

Similar que en la clasificación, se elaboró un plan de acción en base a las necesidades de orden en tubera 2.

Estrategia de pintura

En reunión con el grupo se estimó los recursos necesarios para ejecutar esta estrategia: 1 galón de pintura amarillo tráfico, 1 galón de pintura verde, ½ galón de diluyente, 3 rollos de cinta adhesiva y 2 brochas. Asimismo se acordó el día para realizar esta actividad.

TABLA 14

PLAN DE TRABAJO DE SEGUNDA S TUBERA 2

Tarea	Actividad	Fecha
1	Identificar área de trabajo (estrategia de pintura y letreros)	20/10/2007
2	Identificar artículos de trabajo (estrategia de letreros)	24/10/2007
3	Identificar áreas peligrosas (estrategia de letreros)	24/10/2007

En el día de trabajo de esta actividad se pintaron las líneas divisorias alrededor de la máquina, los casilleros, porta matriceria y espaciadores, mesas, escritorio y se delimitaron el espacio para colocar los desperdicios. Antes de realizar esto, se explica al personal que las líneas divisorias deberían tener un ancho de 10cm y se les entrego cinta adhesivas para lograr rectitud de las mismas. También debió marcarse el área de tránsito con pintura tanto amarilla y verde.

Estrategia de letreros

Fue necesario implementar esta estrategia para identificar un lugar para cada cosa. Además, de marcar las secciones de la máquina y áreas inseguras. Para ordenar las herramientas se les entregó a los operadores casilleros nuevos donde ellos debieron rediseñar el espacio para colocar e identificar cada una de sus herramientas y suministros.

Nivel de cumplimiento del plan de trabajo

Se llevó un control para evaluar de manera subjetiva el nivel de cumplimiento de cada actividad presentada en la tabla 13. El porcentaje de cumplimiento para cada actividad según el plan fue el siguiente:

TABLA 15

NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES

Grupo	Actividad según plan			Total
	1	2	3	
Tubera 2	100%	60%	90%	83.33%

A pesar de que existe la iniciativa por parte del personal de tubera 2, notamos que aún les falta. Se los interroga cuales son las causas del porque aun no alcanzan su objetivo a lo que ellos respondieron: “nosotros no podemos hacer o decir otra cosa cuando la orden es producir sin parar”. Para poder resolver este dilema se realizó una reunión con el Jefe Técnico donde se les explica que sino se considera esta herramienta no podemos avanzar con el plan de mejora que tiene propuesta la gerencia en su afán de implementar técnicas de producción esbelta. El Jefe Técnico decide participar siempre y cuando no exista desperdicio de tiempo por parte de los trabajadores.

Análisis de los recursos invertidos

Recursos materiales

Para la estrategia de pintura se utilizó pintura tráfico (especial para pisos), cinta adhesiva, diluyente, brochas. Para la estrategia de letreros se utilizaron letreros acrílicos, pegamento. Para el orden de herramientas de la máquina se compró un casillero de metal.

Recurso humano

Se estimó solo el tiempo invertido de los operadores de tubera y las horas del facilitador.

TABLA 16

HORAS-HOMBRE INVERTIDAS SEGUNDO PILAR

Estrategia de pintura	8
Otras actividades	32
Total horas-hombre (segunda S)	40

Recursos financieros

Antes de empezar con la ejecución del segundo pilar se realizó una inspección en una de las mesas de herramientas, la misma que se utiliza para preparar la nueva matriceria a

montar o cualquier actividad de mantenimiento. Como notamos en la figura 4.8 que después de realizar una corrección eléctrica el técnico depositó un motorreductor debajo de la mesa. Asimismo se evidencia que los operarios dejaron tirados sus guantes de cuero.

TABLA 17

DINERO INVERTIDO EN SEGUNDO PILAR

2 operadores de tubera 2	67.69
Coordinador 5S	150
Casilleros	170.60
Materiales	100
Total invertido (segunda S)	488.29



FIGURA 4.8 MESA DE HERRAMIENTAS ANTES DE APLICAR ORDEN

Cuando se empieza con la ejecución del segundo pilar se reúne al personal tanto de producción y mantenimiento donde se les explica que los equipos, herramientas deberían ser depositado en el lugar respectivo. En la figura 4.9 se

evidencia que ambas partes están ayudando que el segundo pilar este funcionando correctamente.



FIGURA 4.9 MESA DE HERRAMIENTAS DESPUÉS DE APLICAR ORDEN

4.2.3 Limpiar

La limpieza 5S significa inspección ya que cuando se limpia un área es inevitable que también se inspeccione la máquina, el equipo y las condiciones de trabajo; por lo tanto se busca disminuir los fallos en las máquinas por mantenimiento, más bien se busca lograr un mantenimiento preventivo.

El equipo 5S de tubería 2 estableció una rutina de control y limpieza donde empleó formato de rutas de aseo. Este formato permitió ir evaluando a detalle las actividades de limpieza en la tubería 2. En el apéndice D se puede observar el formato de las rutas de aseo. Notamos que existe una fila que va desde 1 hasta el 30 esto corresponde a un mes completo, además de

especificar la máquina donde se supervisa el tercer pilar, la frecuencia y tiempo de cada actividad.

En la aplicación de esta S debe tratar de encontrar la fuente de la suciedad para evitar su generación. Las tareas de arreglo o mantenimiento deben tener un orden o prioridad si se las puede arreglar deberán ser hechas por el equipo 5S y comunicadas al personal de mantenimiento, en caso de que no puedan ser atendidas por los trabajadores de la tubera. Inmediatamente se debe emitir una Orden de trabajo.

El éxito radica en idealizar métodos o estrategias que eliminen las fuentes de desperdicios.

Ejecución del plan de trabajo

Las técnicas empleadas en este pilar trata de organizar y planificar las actividades de limpiezas más que de técnicas de limpieza en su ya que estas eran bastante conocidas por el personal.

Elaboración del plan de trabajo

Como punto de partida para manejar este pilar, fue aprovechar la limpieza general de la máquina en el momento en que se realiza el cambio de aceite soluble de la cisterna. Esta

actividad lleva toda una jornada de trabajo. Asimismo, fue importante decidir el responsable de la limpieza por turno quedando de la siguiente manera: turno A (Sr. Cesár Román) y por el turno B (Sr. Carlos Mero).

TABLA 18

PLAN DE TRABAJO TERCERA S TUBERA 2

Tarea	Actividad	Fecha
1	Realizar limpieza general aprovechando el cambio del aceite soluble	29/10/2007
2	Designar responsable de limpieza en tubera 2	30/10/2007
3	Elaborar plan de limpieza y mantenimiento en tubera 2	30/10/2007

Nivel de cumplimiento del plan de trabajo

TABLA 19

NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES

Grupo	Actividad según plan			Total
	1	2	3	
Tubera 2	75%	100%	90%	88.33%

Como se puede apreciar en la tabla 19, el porcentaje de cumplimiento de la actividad 1 fue de 75%, esto se debe a que las 8 horas en un día de trabajo no fueron suficientes para retirar todo el lodo que se había acumulado en el sistema de drenaje de la tubera. Además, se tuvo un inconveniente con

departamento de producción ya que mientras se realizaba la limpieza se dio la orden de mandar a producir ya que había llegado un pedido urgente. Esto desmotivó a los operadores, ya que ellos tenían todas las intenciones de empezar y terminar el control de limpieza en la tubera.

Análisis de los recursos invertidos

Para la limpieza de la cisterna se contrató el servicio a una compañía que realiza drenado de aceites usados en las fábricas de metales. Para la limpieza de la máquina y del área se empleó el uso de detergente y desengrasante líquido.

Recursos humanos

Un cálculo aproximado revela que se invirtieron 200 horas-hombre en el desarrollo de las actividades de este pilar.

TABLA 20

HORAS-HOMBRE INVERTIDAS TERCER PILAR

Minga de limpieza	200
Otras actividades	32
Total horas-hombre (tercera S)	232

Recursos financieros

TABLA 21

DINERO INVERTIDO TERCER PILAR

5 operadores de tubera 2	338.4
Coordinador 5S	150
Materiales	100
Total invertido (segunda S)	588.40



FIGURA 4.10 ANTES DE APLICAR TERCER PILAR

Unos de los objetivos de este proyecto es disminuir en lo posible la degradación apresurada del aceite soluble. Por ello se consideró controlar la limpieza fundamental en la máquina como en el piso y así evitar la formación de lodos.



FIGURA 4.11 DESPUÉS DE APLICAR TERCER PILAR

4.2.4 Estandarizar / Control visual

Este pilar encierra la definición de estándares 5S y estándares de los procesos clave del negocio. Para controlar cada uno de los pilares de cinco S, se creó el siguiente formato de auditoría 5S, la calificación depende de las siguientes condiciones: 0 problemas corresponde un 10; 1 - 2 problema equivale 7; 3 -5 problemas la calificación será 4; y, más de 5 problemas equivale a 1. El formato es explicado a continuación:

La primera S corresponde a la clasificación y se analizan los siguientes ítems:

	Elaborado por:	Área:	RANGO				COMENTARIOS (RESULTADOS)
			10	7	4	1	
CLASIFICACIÓN	(Separar por grado y tamaño, clasificar desechos de artículos innecesarios. Establecer tope sobre el numero de ítems.)						
	Están los suministros del proceso, identificados y clasificados.						
	Están los equipos, herramientas necesarios para trabajar.						
	Están los pasillos accesibles						
	Esta el producto terminado clasificado según la política establecida.						
	Esta clasificada la matriceria de acuerdo a los diferentes productos.						
	Los desechos generados se encuentran clasificados según los métodos de gestion de desechos (no existe mezcla de desechos)						

FIGURA 4.12 ÍTEMS QUE CORRESPONDEN EVALUACIÓN PRIMER PILAR EN EL FORMATO DE AUDITORIA 5S

El ítem 1 se refiere los suministros del proceso están identificados y clasificados. El ítem 2 investiga si los equipos, herramientas son necesarios para trabajar. El ítem 3 cuestiona

si los pasillos son accesibles en el área de conformado. El ítem 4 se refiere si el producto terminado clasificado según la política establecida. El ítem 5 pregunta si la matriceria esta de acuerdo a los diferentes productos que se elaboran en la línea, y el ítem 6 hace énfasis en los desechos generados se encuentran clasificados según los métodos de gestión de desechos (no existe mezcla de desechos).

La segunda S corresponde al orden y se analizan los siguientes ítems:

Elaborado por:		Área:		RANGO				COMENTARIOS (RESULTADOS)
Revisado por:		Fecha:		10	7	4	1	
ORDEN	(Poner las cosas en orden y establecer límites)							
	Existe un lugar específico para cada cosa y marcado visualmente.							
	Son los estándares y límites de cada cosa, fáciles de reconocer							
	Están las herramientas ordenadas en su lugar específico							
	La materia prima esta inventariada y en su lugar específico							
	Se vuelven a colocar los artículos en su lugar después de usarse							
	Están las mesas y tableros correctamente ordenados							

FIGURA 4.13 ITEMS QUE CORRESPONDEN EVALUACIÓN SEGUNDO PILAR EN EL FORMATO DE AUDITORIA 5S

Ítem 1 pregunta si existe un lugar específico para cada cosa y marcado visualmente. El ítem 2 se refiere a los estándares y límites de cada cosa, fáciles de reconocer. El ítem 3 cuestiona si las herramientas están ordenadas en su lugar específico. El ítem 4 se refiere a la materia prima esta inventariada y en su lugar específico. El ítem 5 averigua si se vuelven a colocar los

artículos en su lugar después de usarse. El último ítem trata de las mesas y tableros están correctamente ordenados.

La tercera S corresponde a la limpieza y se analizan los siguientes ítems:

	Elaborado por:	Área:	RANGO				COMENTARIOS (RESULTADOS)
			10	7	4	1	
LIMPIEZA	(Limpieza e inspección del equipo, herramientas y el área de trabajo)						
	Están las áreas de trabajo limpias						
	Están los equipos limpios						
	Existen los recolectores de desechos necesarios según los métodos de gestión de desechos y los desechos son depositados dentro de ellos.						
	Están las líneas de los pasillos y máquinas limpias y visibles						
	Existen materiales de limpieza en el lugar de trabajo						
Se hace el check list de su equipo.							

FIGURA 4.14 ÍTEMS QUE CORRESPONDEN EVALUACIÓN TERCER PILAR EN EL FORMATO DE AUDITORIA 5S

El ítem 1 se refiere a las área de trabajo estén en condiciones para trabajar. El ítem 2 asimismo pregunta si los equipos están limpios. El ítem 3 se evalúa la disposición de los recolectores de desechos necesarios según los métodos de gestión de desechos. El ítem 4 aclara si las líneas de los pasillos y máquinas están limpias y visibles. El ítem 5 se evalúa si existen materiales de limpieza en el lugar de trabajo. El ítem 6 hace referencia a los check list que debe cumplirse antes del arranque de cada máquina.

La cuarta S corresponde a la estandarización y se analizan los siguientes ítems:

	Elaborado por:	Área:	RANGO				COMENTARIOS (RESULTADOS)
			10	7	4	1	
SEGURIDAD	(Mantener condiciones de trabajo , físicas y mentales favorables a la salud.)						
	El personal conoce las hojas de seguridad de los productos con que trabaja						
	El área cuenta con la señalización (letreros de seguridad) necesaria.						
	Todo el personal del área porta el equipo de seguridad necesario para las actividades que realiza y el mismo se encuentra en buen estado						
	Están asegurados los equipos y visibles las áreas inseguras						
	Esta el equipo contra incendios visible, accesible y en vigencia.						

FIGURA 4.15 ÍTEMS QUE CORRESPONDEN EVALUACIÓN CUARTO PILAR EN EL FORMATO DE AUDITORIA 5S

El ítem 1 se pregunta si el personal conoce las hojas de seguridad de los productos con que trabaja. En el ítem 2 hace referencia si el área cuenta con la señalización (letreros de seguridad) necesaria. El ítem 3 pregunta si el personal de área porta el equipo de seguridad necesario para las actividades que realiza y el mismo se encuentra en buen estado. En el ítem 4 se cuestiona si están seguros los equipos y áreas inseguras, es decir se evidencia letreros de seguridad. El ítem 5 hace relevancia si el área cuenta con un extintor colocado en zona eminentemente peligrosa y de fácil acceso.

La quinta S corresponde a la disciplina y se analizan los siguientes ítems:

Elaborado por:		Área:		RANGO				COMENTARIOS (RESULTADOS)
Revisado por:		Fecha:		10	7	4	1	
DISCIPLINA	(Mantener el área de trabajo confortable y productiva haciendo sistemáticamente las 3 primeras "S")							
	Todo el personal porta correctamente su uniforme de trabajo							
	El personal conoce el resultado de la auditoría anterior y ha implementado el plan de acción.							
	Cada uno de los trabajadores conoce y cumple con sus responsabilidades							
	Tableros, reportes y otros documentos están llenados oportunamente.							
Existe control y seguimiento de los procedimientos de limpieza establecidos.								

FIGURA 4.16 ITEMS QUE CORRESPONDEN EVALUACIÓN QUINTO PILAR EN EL FORMATO DE AUDITORIA 5S

En el ítem 1 se inspecciona que todo el personal porte correctamente su uniforme de trabajo. En el ítem 2 se pregunta si el personal conoce el resultado de la auditoría anterior y ha implementado el plan de acción. El ítem 3 se refiere si cada uno de los trabajadores conoce y cumple con sus responsabilidades. El ítem 4 trata de los tableros, reportes y otros documentos están llenando oportunamente. Y el ítem 5 pregunta si existe control y seguimiento de los procedimientos de limpieza establecidos.

Basándonos en los ítems explicados, se procede a realizar la evaluación inicial para medir el funcionamiento 5S, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

TABLA 22

RESULTADO INICIAL AUDITORIA 5S TUBERA 2

Pilar	Calificación	Máximo	%
Clasificación	7	10	70%
Orden	6	10	60%
Limpieza	5,5	10	55%
Estandarización	5,2	10	52%
Disciplina	5,6	10	56%
Total	29,3	50	59%
Puntaje final	5,86		

Como se puede notar, el resultado inicial de la Auditoria 5S realizada en el mes de octubre, antes de implementa la técnica 5S, en tubera 2 es muy bajo. Este resultado fue mostrado a los operarios donde se plantea las actividades de mejora. Estas actividades fueron anteriormente definidas en la tabla 9.

Para lograr un control en el pilar de limpieza se creó el formato de ruta de aseo mencionado en la sección 4.2.3 el mismo que fue dividido por frecuencia. Para poder realizar este formato se realizó una reunión con los operadores de la tubera 2, Jefe de sistema de gestión y la tesista. Donde se realizó un análisis de estudio y movimiento para designar el tiempo preciso que se llevará en cada actividad.

4.2.5 Autodisciplina

La disciplina debe estar presente en cada uno de los pilares. Sin disciplina no se logra nada; debido a la complejidad de este pilar toma bastante tiempo el lograr ese cambio cultural ya que los seres humanos somos resistentes al cambio.

Los equipos 5S's de cada zona mediante consenso estableció por escrito sus compromisos 5S's. El equipo 5S de tubera debe cumplir las normas establecidas a partir de los acuerdos realizados.

Para fomentar la disciplina del programa se la realizó a través de las auditorias 5S, se decide que para evaluar los avances estas se harán quincenalmente y sus resultados son representados en el diagrama de radar.

Control de documentos

La documentación del programa 5S's fue manejado en el marco del procedimiento de control de documentos del sistema de gestión integrado. Cada equipo 5S's debió llevar una carpeta con su respectiva documentación. Los documentos básicos contenidos en la carpeta fueron:

- **Actas de reuniones:** fue importante dejar constancia de cada una de las reuniones que se tuvo con el equipo de tubería 2.
- **Rutas de aseo:** este formato fue creado para cumplir con la tercera S. Se analizó la frecuencia con la cual debería realizarse la limpieza en el área.
- **Formato de auditoría 5S:** este formato se debió crear para mantener una constante retroalimentación del avance de las diferentes actividades a fin de lograr una implementación eficiente del sistema e impulsar el aprendizaje institucional.
- **Planes de acción 5S's:** luego de realizarse la auditoría 5S se procedió a levantar el plan de acción correspondiente para atacar las fuentes de desperdicios.
- **Diagrama de radar:** esta herramienta estadística se empleó para publicar los resultados de las auditorías 5S.
- **Mapa de áreas 5S's:** fue importante designar responsables y limitar las áreas a ser controladas para que el programa 5S's tenga mejores resultados.

Todos estos documentos serán explicados y usados en el desarrollo normal de este proyecto.

4.3 Implementación de SMED

Esta herramienta fue usada en otros tipos de preparación de máquinas y proporciona flexibilidad en la producción, reducción de inventario en proceso mediante producción de lotes pequeños, reducción del tiempo de preparación y combinación de operaciones de preparación.

La preparación de las herramientas y de las piezas a trabajar en los centros de maquinado resulta clave para incrementar la eficiencia en la producción. De hecho, esta podría ser la diferencia entre ser y no ser competitivo.

La implementación del proyecto SMED consta de cuatro etapas:

<u>ETAPAS</u>	<u>ACTUACIÓN</u>
Etapa preliminar	Estudio de la operación de cambio
Primera etapa	Separar tareas internas y externas
Segunda etapa	Convertir tareas internas en externas
Tercera etapa	Perfeccionar las tareas internas y externas

FIGURA 4.17 ETAPAS PARA EJECUTAR SMED

4.3.1 Etapa preliminar: estudio de la operación de cambio

Lo que no se conoce no se puede mejorar, por ello en esta etapa se realiza un análisis detallado del proceso inicial de cambio con las siguientes actividades:

Registrar los tiempos de cambio

En la tabla 23 se muestra las horas promedio mensual de armado y calibrado en la tubera 2. Además, se muestra el tiempo mínimo tanto armado y calibrado. El tiempo mínimo se consideró solo cuando se cambia torres turcas y mordazas o cuando se programa para producción en frío. El resultado evidencia que en tubera 2 se toman un promedio mínimo de 3horas 30min solo para desmontar y montar matriceria, tanto en torres turcas y mordazas. Este mismo tiempo resulta cuando se prepara matriceria para una producción en frío, debido a que la matriceria no es muy pesada y se cuenta con suficiente personal en máquina.

Las 2 horas 15min es para realizar calibración total en la máquina hasta obtener el primer producto conforme.

El tiempo máximo de 7horas 23min es para desmontar y montar toda la matriceria para producción en caliente. Este

tiempo es muy alto debido a que en el momento que se realiza el cambio de operación, los operarios encuentran problemas en la máquina por lo que procede a reparar el daño para montar la nueva línea. Cuando se produce en caliente existen muchos problemas con la calibración de la máquina, es por ello que tenemos un tiempo máximo para calibrar de 3 horas cuando se produce tubería redonda.

TABLA 23

**HORAS REPORTADAS EN TUBERA 2 DESDE ABRIL HASTA
NOVIEMBRE 2007**

	H. Armado	H. Calibración
Abril	7:23'	3:00'
Mayo	5:10'	2:27'
Junio	4:25'	2:18'
Julio	4:23'	2:33'
Agosto	4:17'	2:15'
Septiembre	4:06'	3:10'
Octubre	3:30'	2:36'
Noviembre	3:44'	3:25'
Tpo min	3:30'	2:15'
Tpo max	7:23'	3:00'

Conocer la media y la variabilidad.

En la tabla 24 se muestra entonces que el promedio diario por armado línea completa de matriceria en tubera 2, los operarios

toman un tiempo estándar de 7horas 15min con una variación de ± 1.38 hora.

Causas de la variabilidad

En la tabla 24 analizamos la variación del tiempo de cambio de matriceria durante los ocho meses. Entre los problemas más frecuentes durante el armado de matriceria en tubera 2 tenemos:

TABLA 24

**HORAS PROMEDIO DE SETUP REPORTADAS EN TUBERA 2
DESDE ABRIL HASTA NOVIEMBRE 2007**

	Tpo. Real
Abril	10:23'
Mayo	7:37'
Junio	6:43'
Julio	6:56'
Agosto	6:32'
Septiembre	6:36'
Octubre	5:26'
Noviembre	6:29'
Prom hr.	7:15'
Desv. Estan	1,38

- Matriceria no esta lista para ser montada en la máquina.
- Falta de personal cuando se realiza cambio de matriceria.
- Matriceria desalineada.

- Falta de mantenimiento en los ejes tanto del forming y sizing.
- Matriceria esta incompleta.
- Demasiada rotación de personal.

Condiciones actuales del cambio

Todas las actividades durante el cambio de matriceria en tuberas son consideradas internas, ya que no se puede realizar ninguna actividad previa mientras la máquina esta en procesando. Sin embargo, el operador puede verificar si la matriceria está preparada para el próximo montaje.

En la figura 4.18 notamos las actividades durante el cambio de matriceria en torres turcas y mordazas. Se comprobó que el desmontaje de matriceria toma poco tiempo.

Las actividades son concretas y repartidas de la siguiente forma:

- Dos ayudantes se encargan de desmontaje y montaje de matriceria en torres turcas y mordazas. Y los pasos 10 y 11 del sizing.

No	ACTIVIDADES	TIEMPO	CATEGORIA		
			INT	EXT	DESP
1	Llevar herramientas hasta el punto de uso	5'		X	
2	Aflojar y extraer perno	33"	X		
3	Retirar las escuadras y sacar rodillos de matriceria	20"	X		
4	Colocar los rodillos de matriceria sobre la mesa	12"	X		
5	Aflojar pernos y sacar escuadras trasera	1'20"	X		
6	Llevar rodillos hasta la mesa de embalaje	36"	X		
7	Quitar los rodamientos de los rodillos de matriceria	11"	X		
8	Desajustar pernos de la torres turcas	25"	X		
9	Desmontar torre turca haciendo palanca con un tubo	1'50"	X		
10	Seleccionar rodillos para colocar en torre turca	13'46"		X	
11	Colocar rodamientos en los rodillos de matriceria		X		
12	Colocar eje dentro de los rodillos		X		
13	Sujetar rodamiento dentro del eje. Se golpea el rodamiento para ser introducido en el rodillo		X		
14	Llevar rodillos listos para ser colocados en los ejes de las torres		X		
15	Colocar los rodillos listos en los ejes		X		

FIGURA 4.18 ACTIVIDADES MÚLTIPLES DURANTE DESMONTAJE DE MATRICERIA EN TORRES TURCAS

- El operador de máquina se encarga de llenar reporte de producción, programa a la máquina para el siguiente armado. Verifica la calibración en toda la máquina una vez que los ayudantes han realizado su trabajo. El operador de máquina tiene la máxima responsabilidad durante el cambio de operación, sus experiencias permiten maniobrar con la máquina cuando ésta presenta mucho problema durante el armado o producción.
- Dos ayudantes desmontan y montan matriceria en forming y rodillos soldadores.

En la figura 4.19 se muestran cada una de las actividades relevante previa al cambio de matriceria. Las actividades analizadas durante el estudio de tiempo y movimiento de los operarios mientras realizan el cambio de matriceria fueron cronometradas. Se pudo observar previo al cambio de matriceria, el operador de máquina designa responsabilidades a los ayudantes durante el armado de la nueva producción.

No	ACTIVIDAD DE OPERARIO Y AYUDANTE	TIEMPO	INT	EXT	DESP
DESMONTAJE DE MATRICERIA					
FORMING					
1	Desajustar pernos de anclaje torres móviles		X		
2	Desajustar tuercas sup. torre móvil		X		
3	Quitar tuerca sup. torre móvil	45' 10"	X		
4	Desajustar tuercas torres móvil		X		
5	Arrastrar y ubicar torres en sitio desocupado		X		
6	Quitar espaciadores peg. y colocar en mesa	3' 18"	X		
7	Quitar espaciadores grandes		X		
8	Quitar rodillos y colocarlos en mesa	58"	X		
9	Colocar espaciadores en los porta espaciadores	1' 40"	X		
10	Buscar llave para desajustar rodillos laterales	1' 06"			X
11	Desajustar eje rodillos laterales y quitar barra	38"	X		
12	Quitar espaciadores de los rodillos laterales	1' 26"	X		
13	Sacar rodillos laterales paso 6 y 7	57"	X		
14	Quitar barra sobre espaciadores	12"	X		
15	Sacar rodillos laterales paso 5	45"	X		
16	Sacar espaciadores del eje 3	1' 13"	X		
17	Sacar tuercas y barra del rodillo 1, 2, 3	10"	X		
18	Sacar espaciadores de eje 1 y 2	17"	X		
19	Sacar rodillos laterales paso 1, 2, y 3	1' 30"	X		
20	Colocar rodillos laterales en mesa	26"	X		
21	Colocar rodillos de eje 1 en mesa	46"	X		
22	Colocar rodillos de eje 2 en mesa	29"	X		
23	Sacar espaciadores eje 1, 2 y 3	42"	X		
24	Sacar rodillos laterales paso 4	16"	X		
25	Desajustar torre 5	8' 02"	X		
26	Sacar espaciadores y eje 5 y colocarlo en m	1' 14"	X		
27	Limpieza de bancada forming	11' 54"	X		
SIZING					
1	Desajustar pernos anclaje torre móvil sizing	2' 45"	X		
2	Desajustar tuercas torre móvil 11 y 10	1' 18"	X		
3	Sacar torre móvil y eje 11	56"	X		
4	Quitar matriceria y eje 11	1' 08"	X		
5	Sacar torre móvil y eje 10	26"	X		
6	Quitar matriceria y eje 10	1' 25"	X		
7	Desajustar tuercas torre móvil 9	3' 47"	X		
8	Sacar torre móvil y eje 9	21"	X		
9	Quitar matriceria y eje 9	1'	X		
10	Limpieza bancada sizing	1' 49"	X		
11	Llevar espaciadores pequeños parte posterior	1' 31"	X		
12	Sacar espaciadores pequeños parte posterior	2' 57"	X		
13	Sacar rodillos laterales paso 8	28"	X		
14	Sacar rodamiento de los rodillos laterales	12"		X	
15	Colocar rodamiento sobre tina enfriamiento	8"	X		
16	Quitar grasa de los 4 rodamientos de rodillos	21"	X		
17	Desajustar eje rodillos laterales para salida c	2' 32"	X		
18	Limpieza con desengrasante eje y paso 8, 9,	11' 42"	X		
19	Limpieza rodillos de matriceria	27' 11"	X		

FIGURA 4.19 ACTIVIDADES MÚLTIPLES DURANTE DESMONTAJE DE MATRICERIA FORMING Y SIZING TUBERA 2

En la figura 4.20 notamos un tiempo unitario en cada sección de los componentes de la máquina. Considerando que el forming consta de 8 pasos y 4 rodillos soldadores. El sizing consta de 4 pasos y 4 torres turcas. Entonces tenemos un tiempo estándar mostrado en la figura 2.

Actividad	Tpo total
Armado 1 torre turca	35' 30"
Armado 1 paso forming	10' 33"
Armado 1 paso sizing	13' 15"

FIGURA 4.20 TIEMPO DE ARMADO DE MATRICERIA

En las siguientes figuras presentamos gráficamente las actividades que demandan tiempo en el cambio de matriceria. En las figuras 4.21 notamos que aproximadamente el 70% del tiempo consumido es el 20% de las actividades que se realizan en el forming. Mientras que la figura 4.22 evidencia que casi el 50% del tiempo consumido es el 20% de las actividades que se ejecutan en el sizing. Las actividades fueron detalladas anteriormente en las figuras 4.17 y 4.18.

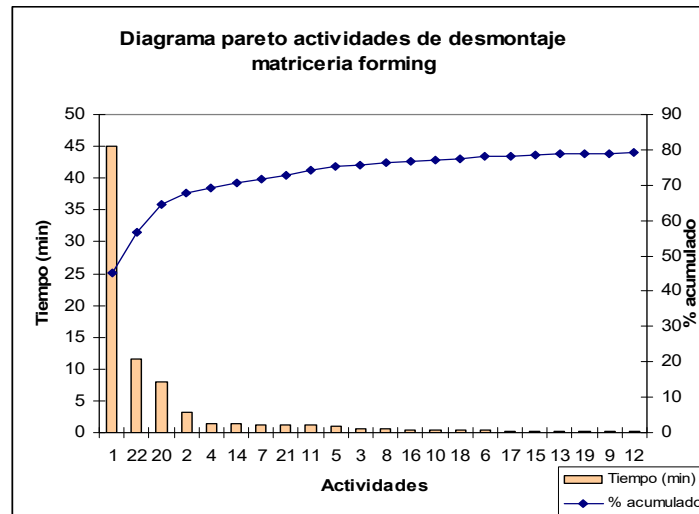


FIGURA 4.21 DIAGRAMA PARETO ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN MATRICERIA EN EL FORMING

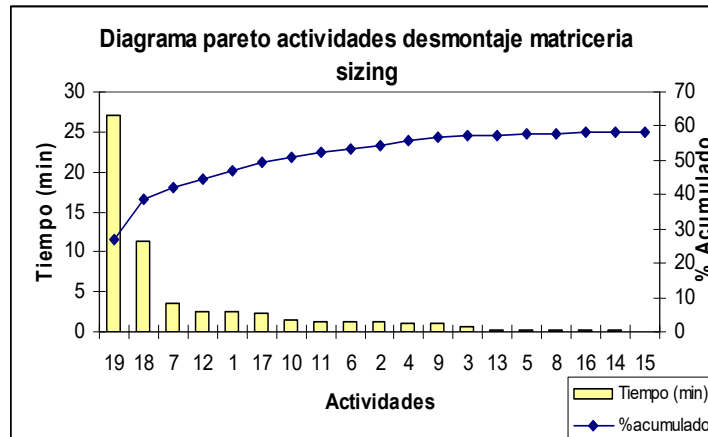


FIGURA 4.22 DIAGRAMA PARETO ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN MATRICERIA EN EL SIZING

Asimismo, se realizó entrevistas con los operarios para analizar que producto que más se mueve en tubería 2. La respuesta fue: “tubería redonda es la mayor demanda de producto en un mes de producción. Pero es difícil producir este tubo debido a que se tiene problemas con la calibración, hay que ser más minuciosos mientras se conforma este producto”

En la figura 4.23 evidenciamos el cambio de matriceria en torres turcas.



FIGURA 4.23 CAMBIO MATRICERIA TORRES TURCAS

4.3.2 Primera etapa: separar tareas internas y externas

En esta fase se detectan problemas de carácter básico que forman parte de la rutina de trabajo:

- Se sabe que la preparación de las herramientas, piezas y útiles no debe hacerse con la máquina parada, pero se hace.
- Los movimientos alrededor de la máquina y los ensayos se consideran operaciones internas.

Para obtener la certificación del proceso de conformado, la empresa había levantado previamente el método de trabajo en cada máquina donde detalla los pasos a realizar durante el desarmado, armado y calibración de matriceria. Asimismo, se especifica todas las herramientas, parámetros de la máquina para lograr un cambio eficiente y eficaz.

Sin embargo se comprobó que durante el estudio de tiempo realizado en la tubera, los operarios no siguen el procedimiento planteado, simplemente ejecutan el cambio de matriceria empíricamente. Esto se demostró en la figura 4.18. En el apéndice F se muestra algunos de los pasos respectivos del desarmado de matriceria según método de trabajo para compararlos con la figura 4.18 que es la forma actual de trabajo de los operarios de la tubera 2.

4.3.3 Segunda etapa: convertir tareas internas en externas

La idea es hacer todo lo necesario en preparar rodillos de matriceria, punzones, etc, fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando ésta se pare se haga el cambio necesario, de modo de que se pueda comenzar a funcionar rápidamente.

- ***Reevaluar para ver si alguno de los pasos está erróneamente considerado como interno:*** mientras se efectuó el estudio cronometrado de las actividades de desarmado de matriceria, se observó que algunas de las actividades demandaban tiempo debido a que no se tiene suficiente repuestos para tener lista la matriceria antes de proceder al desarmado. Un ejemplo crítico es donde el ayudante debe esperar que los rodillos de matriceria sean extraídos de las torres para sacar recién los rodamientos de la matriceria y colocarlos en la nueva matriceria a montar. Cabe destacar que esta máquina tiene un operador adicional para que realice esta actividad sin embargo no se cumple este objetivo por el problema mencionado. Parte de la solución sería abastecer de suficiente stock de rodamiento a la tubera y con esto se aprovecha en tener lista matriceria previo al armado.

A continuación, en la figura 4.24 se muestra algunos de los problemas que se tiene durante el cambio de matriceria el mismo que debería plantearse las respectivas mejoras:

Cambio de matriceria	
Problemas comunes	Consecuencia
Falta de espacio en área de trabajo	Incomodidad para trabajar
Matriceria no esta preparada con rodamientos	Falta de rodamiento en stock
Tuercas de ajustes tomadas	Pérdida de tiempo al desmontar
Espaciadores dañados	Pérdida de tiempo al desmontar y calibrar
Ejes desgastados	Pérdida de tiempo y matriceria tomada
Exceso de lodo metálico	Pérdida de tiempo al limpiar
Desgaste en la bancada	Torres móviles tomadas
Ejes flojos	Matriceria desalineada
Desgaste de cuña	1. Matriceria tomada 2. Falta de transmisión
Rodamientos dañados de torres móviles	Ejes y torres móviles tomados
Tuercas de calibración desgastadas	Problemas al calibrar
Regla de calibración desgastadas	Problemas al calibrar
Matriceria con desgaste	Problemas de conformación
Roscas aisladas	Durante el proceso los rodillos se

FIGURA 4.24 PROBLEMAS COMUNES DURANTE DESARMADO MATRICERIA

4.3.4 Tercera etapa: perfeccionar las tareas internas y externas

El objetivo de esta etapa es perfeccionar los aspectos de la operación de preparación, incluyendo todas y cada una de las operaciones elementales (tareas externas e internas).

Algunas de las acciones encaminadas a la mejora de las operaciones internas más utilizadas por el sistema SMED son:

- **Implementación de operaciones en paralelo:** luego de evidenciar mediante video el cambio de matriceria, se realizó un taller con los operadores de tubera 2 para plantear que las operaciones no debían ser llevadas sin una organización respectiva. A parte de reconocer que en la máquina debe realizarse algunas mejoras para optimizar el tiempo de armado de matriceria. Se hizo énfasis en la seguridad tanto del equipo como del personal que labora en máquina.
- **Abastecer de stock de rodamiento:** esta sería fue una de las principales ideas que fluyo en el taller que se realizó con los operadores de la tubera 2. Ya que si se tiene un stock de rodamiento adicional en la máquina, el ayudante podría tener lista la matriceria previo al nuevo armado.
- **Completar rodillos matriceria:** otra mejorar es que se complete los rodillos de matriceria que hacen faltan. Actualmente el operador debe estar buscando rodillos para completar el nuevo armado.

En conclusión se perfeccionó totalmente la preparación de los rodillos de matriceria ya que con el stock de rodamiento suficiente, aparte de completar las matriceria se disminuye gran parte del tiempo de armado.

CAPÍTULO 5

5. RESULTADOS

5.1 Medición y evaluación de las mejoras

A continuación se va a describir las mejoras que se alcanzaron en la empresa, para cada una de las técnicas empleadas.

RESULTADOS 5S

Mejora con las auditorías 5S

Lo principal es cambiar la cultura de conformismo en los trabajadores de la planta. La implementación de las tres primeras S concluyó en noviembre de 2007. De gran aporte fueron las reuniones donde se detectaron los causales de falla en el incumplimiento de 5S, encontrándose el caso de que los operadores no llegaban a cumplir con los 15 minutos de limpieza diaria debido a que solo se daba prioridad a la producción. Por lo que se le plantea al jefe técnico que el asistente de producción debería controlar el

cumplimiento de esta actividad en un horario de entrada por cada turno. Para esto sirvió el formato de rutas de aseo, ya que aquí existen actividades diarias que no llevan mucho tiempo realizarla y que al momento de efectuar la auditoria 5S, los trabajadores obtengan un buen puntaje. En caso de incumplimiento se procede a llamarle la atención por medio de memorando. A continuación se muestra los resultados de las auditorias realizada durante el tiempo que se llevó a cabo la ejecución de este proyecto:

Resultados Auditoria 5S Tubera 2

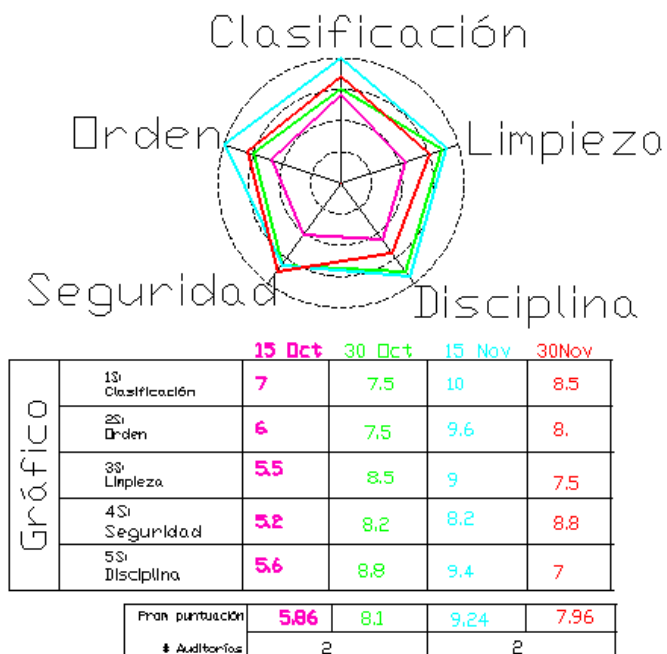


FIGURA 5.1 RESULTADOS AUDITORIAS 5S TUBERA 2

El diagrama de radar mostrado en la figura 5.1 notamos que el resultado inicial de la auditoría 5S en tubería 2 tiene el promedio más bajo durante el tiempo que se efectuó este proyecto. El resultado de 5.86 puntos permitió que se escatimaran planes de mejora a corto plazo. Asimismo, se investigó cuáles fueron las fuentes de desperdicios, por lo que se planteó la necesidad de realizar correcciones inmediatas. Al principio fue difícil que el jefe técnico tomara cartas en el asunto, luego de dos reuniones con el facilitador 5S se procedió a crear esta necesidad ya que se les recordó que la fábrica está pensando crear pensamiento lean en el personal, pero si con una técnica sencilla no se mejora y corrigen las fallas no se podía avanzar con las otras técnicas.

Los resultados evidencian que en general la limpieza y la seguridad fueron un poco difíciles de controlar, sin embargo con los planes de mejora luego de cada auditoría se buscaron controles que facilitaron el cumplimiento de estos dos pilares.

A continuación se condensa el análisis del recurso financiero durante los 3 meses que duró la ejecución del programa 5S presentado en el capítulo anterior, en la tabla 25 se resume el total de inversión de los 3 primeros pilares de 5S:

TABLA 25

ANALISIS FINANCIERO PARA 5S

Ítem	USD
Capacitaciones al personal	800.00
Clasificación	606.54
Orden	488.29
Limpieza	588.40
Premio al mejor grupo	80.00
Total (\$)	2,563.23

Notamos que la implantación de 5S es relativamente económica, aún así existió resistencia de alta gerencia para mantener este programa. Sin embargo, se tuvo una reunión con la misma y se le menciona que la competencia ya esta trabajando con la técnica six sigma – lean, despertando el interés de la alta gerencia.

Mejora para que los planes después de auditoria sean alcanzables

Es importante levantar la información necesaria para plantear las mejoras después de cada auditoria, esto es elemental, ya que se designa un responsable de ejecutar el plan y el plazo de cumplimiento para la ejecución. Se designa que a cargo de esta actividad estuviera el jefe de sistema de gestión en conjunto con el asistente de producción. Durante el tiempo que duró la implantación

de 5S se obtuvieron los siguientes planes mostrados en la figura 5.2:

ACTA DE REUNIÓN				
Tema: Planes de Mejoras en Tubería 2 Auditoría 5S				
Fecha: Octubre - Noviembre		Horario:		
Local:				
Asistentes: Operadores de tubería, asistente de producción y Lila Chabla				
AGENDA				
PLAN DE ACCIÓN				
ASUNTO	ACTIVIDAD (Información)	FECHA AUDITORIA	RESP.	PLAZO
Planes de mejora auditoría 5S	Falta un letrero de seguridad "Emisión de gases" en tina de enfriamiento y sistema soldador	16-Oct-07	SGI	31-Oct-07
	Controlar limpieza diaria para no ocultar líneas de máquina	16-Oct-07	Supervisores	31-Oct-07
	Dar inducción al personal para que entiendan hoja de seguridad y entregar hojas de seguridad de todos productos	16/10/2007 15 nov/2007 6 dic/2007	Supervisores	31-Oct-07
	Reponer calculadora	31/10/2007 15 nov/2007	Supervisores	31-Oct-07
	Controlar que personal de mantenimiento ordene las herramientas que usan después de reparaciones	31-Oct-07	Operadores	31-Oct-07
	Señalizar un lugar para respuestos, herramientas dentro de casillero del personal	15-Nov-07	Operadores	30-Nov-07
	Controlar que personal que no pertenece a la máquina tenga herramientas y equipos en casilleros	15/11/2007 6 dic/2007	Supervisores	30-Nov-07
	Constuir letreros señalar chatarra.	15-Nov-07	Operadores	30-Nov-07
	Controlar que personal no deje botados espaciadores cuando realizan cambio de matriceria	06-Dic-07	Supervisores	15-Dic-07
	Chequear que los tableros de productividad, kaizen esten llenos oportunamente	06-Dic-07	Supervisores	15-Dic-07
	Verificar que el personal tenga todas las herramientas para trabajar	06-Dic-07	Supervisores	15-Dic-07
	Identificar las medidas de los coiles y clasificar los que son de segunda	06-Dic-07	Operadores	15-Dic-07
	Realizar un análisis detallado y exhaustivo al sistema de enfriamiento	06-Dic-07	Mantenimiento	15-Dic-07
	Entregar copia de check list al personal	06-Dic-07	Supervisores	15-Dic-07

FIGURA 5.2 PLAN DE MEJORA 5S EN TUBERÍA 2 DESDE OCTUBRE – DICIEMBRE / 2007

Muchos de los planes no pudieron cumplirse debido a la falta de involucramiento principalmente de los asistentes de producción y por la falta de apoyo del jefe técnico. Sin embargo no todo fue pesimista, dos de los ayudantes de máquina se mostraron muy participativos enunciando las necesidades que aún afectan el ambiente de trabajo. Se trató en lo posible resolver de inmediato estas necesidades, ya que sino no podíamos demostrar a los trabajadores el interés de alta gerencia en crear el pensamiento lean en toda la metalmecánica.

Control de las áreas 5S

Una vez que el tema 5S dio resultados en la tubera 2, entonces se tuvo una reunión con el grupo 5S para demarcar las otras áreas y poder llevar un mejor control designando el espacio y el responsable de vigilar que los pilares 5S se cumplan orden que fue implantado en tubera 2. Estas áreas limitadas pueden ser observadas en el plano 2 al final de la tesis.

Evolución de los indicadores

Una vez que se empezó a tomar conciencia de la limpieza del área, se realizó un control de desperdicio de suministros mensualmente en la tubera 2, fue importante inspeccionar el % de desperdicio de los aceites, guantes de cuero y delantales plásticos debido a que

estos representan un alto costo de producción en la empresa. Asimismo, se midió los avances obtenidos de los otros indicadores como eran: el tiempo de búsqueda de herramientas y número de paradas por mantenimiento al mes.

TABLA 26

AVANCE DE INDICADORES EN TUBERA 2

Indicadores	Julio 2007	Noviembre 2007
Tpo. búsqueda de herramientas	8 minutos	2 minutos
No. Paradas por mantenimiento al mes	10 veces	7 veces
% desperdicios suministros	26.25%	21.5%

Estos resultados fueron expuestos en una reunión que contó con la participación del jefe técnico, equipo 5S tubera 2, asistentes de producción y responsables de las otras áreas. Los avances logrados lleno de compromiso e interés a las demás áreas quienes pudieron evidenciar los cambios.



FIGURA 5.3 CASILLERO DE HERRAMIENTAS ANTES DE ESTRATEGIA DE INDICADORES

RESULTADOS CAMBIOS RÁPIDOS (SMED)

En la metodología tradicional de trabajo para la aplicación del SMED se crearon grupos de trabajo con el personal implicado en el manejo de la tubera 2 y en el cambio de matriceria. Se les plantea reuniones de trabajo en las que se fueron definiendo las mejoras a implantar en el modo de cambio. De esta forma, se planteó a los trabajadores el desafío de lograr una fuerte reducción del tiempo de cambio, y a medida que los trabajadores van colaborando, hicieron suyas las propuestas y los logros, por lo que en su momento fueron quienes mejor defendieron el nuevo modo de trabajo. Esto implicó la dedicación en horas de reuniones destinadas a la formación de los operarios.

Como se ha comentado, es importante orientar el proyecto SMED hacia la Mejora Continua. En ese sentido, hubo que destacar que gran parte del potencial de mejora de esta técnica está asociado a la Planificación, puesto que gran parte del tiempo se pierde pensando en lo que hay que hacer después o esperando a que la máquina se detenga.

Se planificaron las siguientes tareas para reducir el tiempo de cambio y se creó un punto de partida importante:

- **El orden de las operaciones:** se realizó una grabación del cambio actual y luego se mostró el video en una reunión donde se les hizo notar que no existe orden ni planificación al momento de realizar el cambio. Por lo que se optó a efectuar seguimiento para que los trabajadores cumplan con los procedimientos establecidos. Ver apéndice E.
- **Cuando tienen lugar los cambios qué herramientas y equipamiento son necesarios:** Para lograr aquello se planteó estandarizar las tuercas en las torres móviles tanto del forming como del sizing. Asimismo, se dio la idea de estandarizar el uso de una sola llave para realizar el desajuste de las tuercas. Otra de las mejoras es completar la matriceria, abastecer el stock de

rodamientos para tener lista la matriceria antes de proceder al cambio y renovar los rodillos enderezadores.

En la figura 5.4 se expone como varia los tiempos de cambio de matriceria en la tubera 2. Estos datos fueron obtenidos directamente de los reportes de producción diario.

Lo primero en realizarse fue la estandarización de las tuercas en las torres móviles y abastecer el stock de rodamientos para la matriceria. Cuando se implantaron estas mejoras se realizó un estudio de tiempo del cambio de matriceria en el mes de diciembre 2007 lo que se tuvo como resultado una reducción del tiempo del 75.35% comparado con el promedio mensual de 7 horas 15 minutos que se empleaban antes de la mejora.

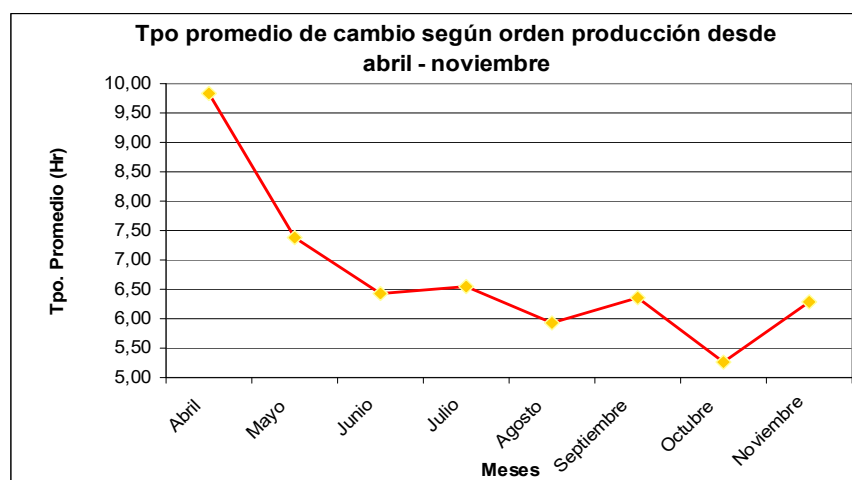


FIGURA 5.4 TIEMPO DE CAMBIO SEGÚN ORDEN PRODUCCIÓN DESDE ABRIL – NOVIEMBRE 2007

Con la implantación de esta técnica se pudo reducir un 25% en el tiempo de desmontaje y montaje de matriceria ya que el ayudante primero tuvo lista la matriceria previo a realizar el cambio. Asimismo, ya no se tenía el problema de perder tiempo empleando una y otra herramienta para desajustar las tuercas, sino que se emplearon dados para reducir este tiempo.

TABLA 27

RESULTADOS OBTENIDOS DESPUÉS MEJORAS EN EL CAMBIO RÁPIDO

Actividad a realizar	Tiempo promedio antes de la mejora	Tiempo promedio después de la mejora	% tiempo reducido
Cambio de matriceria	7 horas 25 minutos	5 horas 23 minutos	75.35%

En cuanto a la calibración se alcanzó una reducción de solo el 10%, no fue muy considerable esta disminución ya que el problema radica en la calidad de la materia prima lo que afecta directamente a toda la máquina.

- **Qué personas intervendrán:** los operarios de la tubera 2 y un ayudante del taller de matriceria que iba inspeccionando el cambio de matriceria.

- **Los materiales de inspección necesarios:** el ayudante del taller de matriceria designado utilizó el formato del apéndice G que le permite examinar el estado en que recibe la matriceria.

5.2 Análisis costo – beneficio

Costo – beneficio 5S

Si comparamos los costos:

- Total horas-hombre empleada en realizar actividades 5S
- Compra de suministros crítico (aceites, guantes y delantales): en la tabla 28 se muestra el costo de producción indirecto involucrado el proceso de conformado. Para el desarrollo y avance del proyecto solo se consideró el costo de los suministros críticos (aceites, guantes y delantales) ya que son muy relevantes a la hora de fijar el precio por producto conformado.

TABLA 28

COSTO DE PRODUCCIÓN INDIRECTOS

Mes	Costo suministros (\$)
Julio	1737,12
Agosto	1670,28
Septiembre	967,25
Octubre	2689,9
Noviembre	2379,71

En la tabla 29 se muestra solo el costo por consumo de aceite tanto protector como soluble en tubera 2. Vale recalcar que el aceite soluble es recirculado en el proceso mientras que el protector va directo al producto, el mismo que sirve para proteger al tubo de los impactos ambientales.

TABLA 29

COSTO MENSUAL DE CONSUMO DE ACEITE

Mes	Costo de aceites (\$)
Julio	1567,56
Agosto	1489,96
Septiembre	851,4
Octubre	2516,8
Noviembre	2238,16

También se recuerda que el consumo del aceite soluble debería realizárselo cada 2 meses, sin embargo en el análisis financiero nos dimos cuenta que no existe un control y que el consumo se hace mensualmente. Es importante indicar que a este aceite se le realiza análisis químicos para medir los grados brix y demás propiedades sintéticas propias del aceite para estudiar su comportamiento. Otro aspecto a señalar es que el aceite soluble tiene mayor contacto con el tubo desde que entre al forming hasta que sale del sizing, por lo que va arrastrando consigo cualquier desperdicio que se encuentra en el área. El consumo promedio mensual es de 2 tanques (110

galones) donde cada galón tiene un costo de 7.40 dólares. No representaría un problema siempre que se respete la frecuencia del consumo.

En cambio en el aceite protector solo baña al tubo en áreas limitadas a través de una llave donde no se controla el consumo dando como resultado un mayor desperdicio ya que no existe un dispositivo apropiado que controle el derramamiento del aceite protector en el tubo una vez que es conformado. Sin embargo, ya se esta pensando en un dispositivo apropiado para controlar este suministro. El consumo promedio es de 4 tanques (220 galones), esto es excesivo ya que el costo por galón es 5.16 dólares. Si estimamos el costo financiero de este aceite, notamos que representa el mayor costo al momento de colocar precio al producto.

Versus los beneficios inmediatos:

- Disminuir costo de los suministros críticos

Se obtiene como resultado una mayor ganancia para la empresa, ya que, mantener esta técnica no representa mayor costos comparados con las ganancias obtenidas. A continuación se plantea una estimación de cuánto ganaría la empresa en mantener esta cultura por ahorro de suministros críticos.

TABLA 30

CUADRO COMPARATIVO DEL COSTO Y BENEFICIO PROYECTADO

Detalles	Consumo actual	Consumo proyectado	Costo (\$)		Ahorro (\$)
			Antes	después	
Aceite soluble	10 tanques c/ 6meses	8 tanques c/6meses	4,070.00	3,256.00	814.00
Aceite protector	22 tqs. durante 6 meses	12 tqs. durante 6meses	6,300.06	3,696.00	2,604.06
Total (\$)			10,370.06	6,952.00	3,418.06

El resultado del ahorro solo en estos dos aceites representa un beneficio de 3,418.06 dólares en un periodo de 6 meses lo que al año representa casi 7,000 dólares de ahorro.

Costo – beneficio Cambios rápidos (SMED)

Si realizamos los análisis financieros del costo de las herramientas necesarias para reducir los tiempos de cambios estimamos lo siguiente:

- Estandarización de las tuercas hexagonales de las torres móviles.
No se considera mano de obra ya que el trabajo fue realizado por el asistente de matriceria de la misma empresa. Fue importante realizar esta mejora ya que el operador derrocha un tiempo de 13 minutos ya sea para el desmontaje o para el montaje de la matriceria en una sola torre o en un solo paso.

TABLA 31

COSTO TOTAL ESTANDARIZACIÓN DE TUERCAS

Mejoras	Unidad	Costo total
Tuercas hexagonales	24	1,200.00
Dados	2	80.00
Pistola neumática	1	1,012.50
	Total (\$)	2,292.50

- Abastecer de stock de rodamiento a la matriceria, esta máquina es la única que cuenta con un recurso pulmón, sin embargo esta persona no estaba siendo aprovechada al máximo ya que no cumplía totalmente su actividad debido a que no contaba con el stock de rodamientos suficiente para tener lista la matriceria tomando un tiempo de 33 minutos para preparar cada rodillo de matriceria para la nueva producción.

TABLA 32

COSTO TOTAL STOCK RODAMIENTO PARA MATRICERIA

Mejoras	Unidad	Costo unit. (\$)	Costo total (\$)
Rodamiento 6012	44	161,07	7,087.08
Rodamiento 6308	32	12,97	4,15.03
		Total (\$)	7,502.11

Estas mejoras tienen un costo de inversión inicial de 9,794.61 dólares. Es oportuno mencionar que el margen de utilidad bruta en

la tubera 2 luego de aplicar los impuestos establecidos por la ley en promedio son 6,666.66 dólares lo que le lleva a recuperar la inversión en un periodo de recuperación de 2 meses aproximadamente. La meta de la empresa es reducir el tiempo de armado de matriceria a 3 horas incluyendo el tiempo de calibración. Aún se continúa pensando en otras mejoras que ayuden a lograr este objetivo.

Los principales beneficios que se obtendrá con la técnica de cambio rápido serán:

- Producción con stock mínimo: como se observó en la tabla 7, el producto de mayor demanda es el tubo TAN 50 con una producción diaria de 305 unidades en promedio considerando un periodo de 26 días laborables. Con esta técnica se redujo el stock a 298 unidades, es decir, 97.6%. Lo mismo ocurrió con los otros productos presentados en la tabla 7.
- Simplificación del área de trabajo: con la supervisión del ayudante del taller de matriceria se pudo controlar las actividades que realizan los trabajadores de la tubera 2.
- Mayor productividad: el tiempo de cambio de matriceria disminuyó en un 75.3% lo que permite aumentar la producción e incluso planificar el tamaño óptimo de producción.

- Mayor flexibilidad: para realizar cada una de las actividades previas al cambio de matriceria.
- Motivación: todo el mundo se siente tremendamente motivado al compartir el sentimiento de logro y de éxito.

En resumen del costo versus los beneficios mensuales de las dos técnicas de producción esbelta aplicadas en este proyecto se obtuvo lo siguiente:

Técnicas	Inversión (\$)	Beneficio (\$)
5S	2,563.23	3,418.06
SMED	9,794.61	6,666.66
TOTAL (\$)	12,357.84	10,084.72

El resultado del costo de inversión de las dos técnicas es apenas de 12,357.84 dólares que al ser comparados con el beneficio mensual de 10,084.72 dólares, la recuperación de la inversión es en poco tiempo. El ahorro de los aceites con la técnica 5S es muy significativo para lograr un buen beneficio.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- A pesar de la insistencia que se les hizo tanto a jefe de planta como a los asistentes de producción no se pudo mejorar la productividad de la empresa con el programa 5S, ya que, existieron semanas en las que no se controlaba la realización de los pilares 5S. Esto se pudo evidenciar en la figura 5.1. Se redujo notablemente el cansancio físico de los trabajadores después de realizar las mejoras en el cambio de matriceria con la implementación de SMED.
- Se logró efectuar una reunión con la alta gerencia de la empresa para obtener toda la información necesaria para el dibujo del mapa de estado tanto actual como futuro.

- Se construyó el mapa del estado futuro donde se analizaron con que herramientas se iba a empezar a efectuar las técnicas lean en la empresa. Con esta información se pudo elaborar el plan de mejora continua para la implantación de lean en la empresa.
- Se realizó una reunión entre facilitador 5S, el líder 5S y la tesista y se pudo crear la necesidad de considerar asignación de recursos materiales y equipos para el desarrollo y avance del programa. Como también el involucramiento directo en cada una de las actividades tanto del facilitador como del líder de 5S para el correcto desarrollo del programa. Asimismo, se creó el equipo 5S que iba a iniciar con la ejecución de lean en la metalmecánica. Al comienzo de la implantación de 5S, no existió el entusiasmo de parte de los trabajadores ya que tuvieron un pensamiento de conformismo. Se tuvo que trabajar mucho para impartirles nuevas ideas de cambio. Asimismo, se creó la necesidad de realizar mejoras inmediatas para que el interés en el personal de toda la planta vaya acrecentando.
- Se demostró con el análisis financiero a la alta gerencia que la empresa aumentaría en un porcentaje sus utilidades si llegase a cumplir con cada uno de los pilares de 5S. Además, se les creó la necesidad de mantener esta técnica ya que con una pequeña

inversión inicial de 2,563.23 dólares estaríamos ahorrando 3,418.06 dólares por consumo de aceite tanto protector como soluble.

- Asimismo, en reuniones mantenidas con los responsables 5S de las otras áreas se planteó enfáticamente el resultado alcanzado en tubera 2, y que con un correcto control el ahorro del costo de producción aumentaría.
- Fue claro puntualizar que la técnica 5S no solamente es cuestión de estética sino que mejoraría la seguridad en cada área de la metalmecánica tanto del personal como de la máquina.
- Todas las actividades del procedimiento de cambio de matriceria forman parte de una preparación interna, no existía actividad alguna que sea externa.
- Se realizan muchas actividades de desperdicio de tiempo como resultado de una mala planificación de la operación y de un espacio reducido.
- Se creó la necesidad de que el mismo trabajador diera soluciones oportunas para disminuir aún más el tiempo de cambio de matriceria. Es así que se le planteo nuevamente al jefe técnico que deberían realizarse asignación de recurso monetario para

perfeccionar ciertas actividades que demandaban mucho tiempo en el cambio.

6.2 Recomendaciones

Para la implantación del programa 5S podemos expresar lo siguiente:

- El jefe técnico debe brindar todo el apoyo incondicional para que el programa 5S se vuelva una cultura en todo el personal de planta. Debe participar de todas las actividades a realizarse, en especial en aquellas donde se vayan evidenciando los resultados de los pilares 5S.
- Jefe técnico, Asistentes de: producción, mantenimiento, despacho y galvanizado deben expresar con resultados que 5S es más que una técnica oriental, es una cultura de calidad efectiva que permite a la empresa ir alcanzado la excelencia en cada una de sus actividades.
- Realizar un estudio a nivel técnico-mecánico que permita disminuir el desperdicio del aceite protector como del aceite soluble.
- Es importante que se motive al personal con charlas de mejora continua en el trabajo. Y no solamente esto, sino que en caso de

realizar alguna corrección en la máquina, se evidencien los cambios respectivos y no dejar que los problemas asomen con cada parada de máquina.

- Se recomienda realizar cada una de las propuestas planteadas, los formatos creados en el contenido de este proyecto para mantener esta cultura.

En cuanto a la implantación de SMED en tubera 2 proponemos lo siguiente:

- Realizar reuniones con el personal de tubera 2 con el fin de revisar que los procedimientos se ejecuten correctamente.
- Capacitar al personal en demás herramientas de producción lean tales como TPM, Supermercado, 5 pasos (para resolución de problemas), trabajo estandarizado, etc.
- Supervisar que el procedimiento de preparación se realice acorde a los lineamientos planteados en los métodos de trabajo establecidos por la empresa.
- Realizar un estudio a nivel técnico-mecánico que permita determinar la forma de disminuir las actividades de cambio de matriceria.

- En lo posible que la alta gerencia pueda proveerse de materia prima (bobinas de aceros) de mejor calidad para evitar al máximo el desgaste de los rodillos de matriceria.
- Establecer un plan de mantenimiento preventivo en todo el sistema de transmisión de la máquina con el fin de evitar desgaste en los ejes y rodamientos.

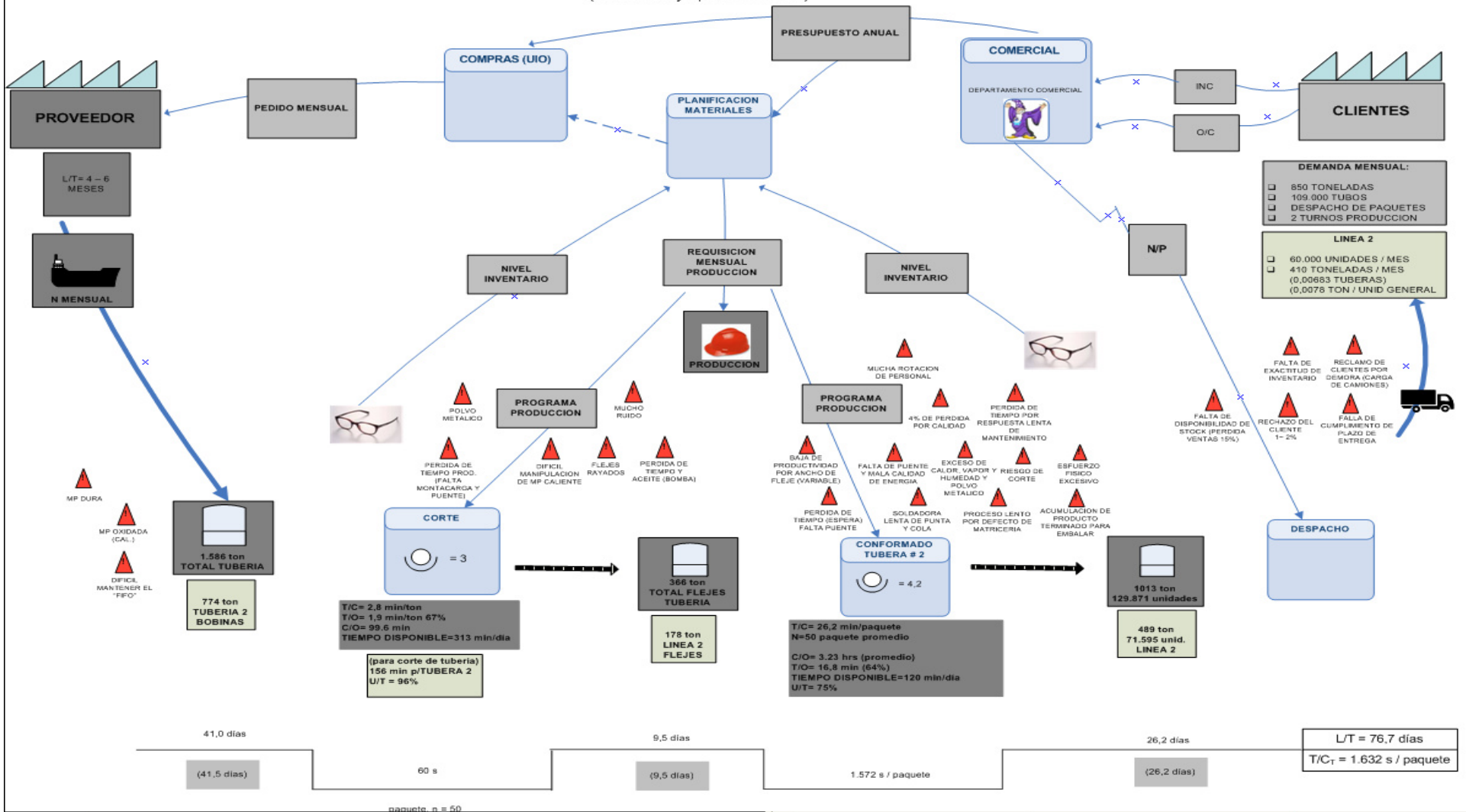
BIBLIOGRAFÍA

1. OHNO T. *Toyota Production System - Beyond Large - Scale Production*, Productivity Press, 1998.
2. WOMACK J, JONES D, *Lean Thinking – banish waste and create wealth in your corporation*, Simon and Schuter, 1996.
3. TAPPING D, LUYSTER T, SHUKER T. *Value Stream Management – eight steps to planning, mapping and sustaining lean improvements*, Productivity Press, 1998.
4. _____. “Programa 5S”, www.consultinggroup.com, Octubre, 2007
5. RODRIGUEZ D, *Implementación de la metodología 5S en una empresa litográfica*. Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1998.
6. MEZA J, *Implementación del sistema SMED en el proceso de troquelado en una empresa de Artes Gráficas*, Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2006.
7. _____. “Instituto lean”, www.institutolean.org, Septiembre, 2007
8. _____. “El concepto de OEE y sus componentes”, www.Lean-Sigma.org, Septiembre, 2007

APÉNDICES

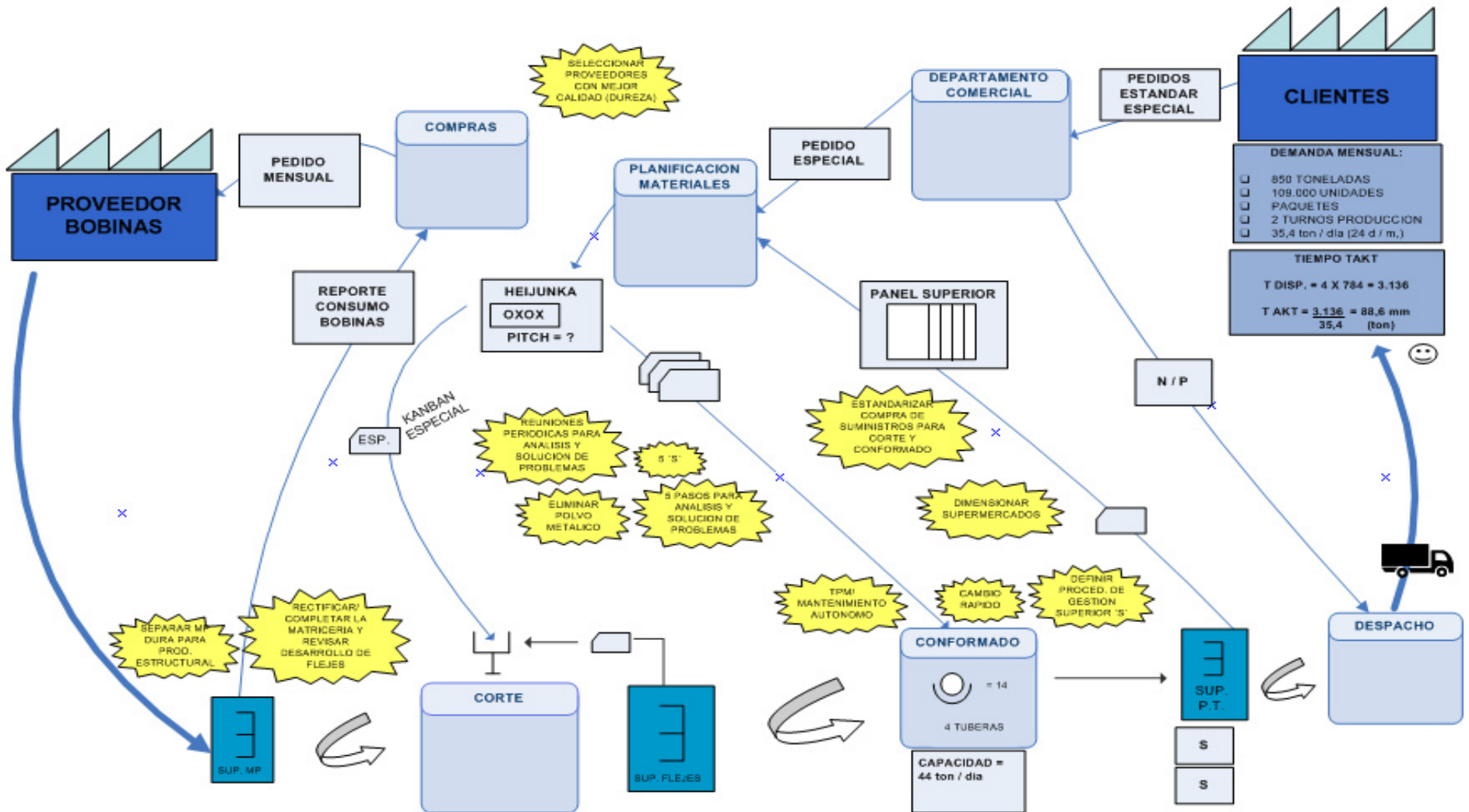
APÉNDICE A.- MAPA DEL ESTADO ACTUAL – FLUJO DE VALOR TUBERÍA

(Planta Guayaquil 2007/07/27)



APÉNDICE B.- MAPA DEL ESTADO FUTURO – FLUJO DE VALOR TUBERÍA

(Planta Guayaquil 2007/07/28)



APÉNDICE D: FORMATO DE RUTAS DE ASEO

		REGISTRO Planta Guayaquil																F-PRG.07 Edición: Cero																						
Ruta de Aseo																																								
Mes:		Operador Turno 1:																Tubera:																						
		Operador Turno 2:																Perfiladora:																						
ITEM	DESCRIPCION	FREC.	T. E.(H/H)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30							
1 o 2	PINTURA MESA DE EMBALAJE	A	48																																					
1 o 2	PINTURA DE MESA DE SIERRA DE CORTE	A	48																																					
1 o 2	PINTURA DE MALLAS DE PROTECCIÓN	A	48																																					
1 o 2	CAMBIO DE ACEITE SOLUBLE Y LIMPIEZA DE CISTERNA	SM	48																																					
1 o 2	PINTURA LINEAS DE MARCACION	TM	8																																					
1 o 2	LIMPIEZA DE AREA DE BISELADO (SOLO TUBERA 3)	M	4																																					
1 o 2	CAMBIO DE CUCHILLAS DE BISELADO (SOLO TUBERA 3)	M	0,5																																					
1 o 2	LIMPIEZA INTERCAMBIADOR DE CALOR , CAMBIO AGUA.	M	24																																					
1 o 2	LIMPIEZA DE AREA DEL ACUMULADOR (SOLO TUBERA 1 Y 2)	M	1																																					
1 o 2	LIMPIEZA DE TABLEROS ELECTRICOS	Q	2																																					
1 o 2	LIMPIEZA DE PISOS DE MESA DE EMBALAJE	Q	2																																					
1 o 2	LIMPIEZA EXTERNA REFRIG.SOLDADOR Y MOTORES	Q	3																																					
1 o 2	REMOVER LODOS DE LAS TRAMPAS (SOLO TUBERA 2)	Q	0,5																																					
1 o 2	LIMPIEZA DE PISO DE MESA DE EMBLAJE	Q	1																																					
1 o 2	LIMPIEZA DE FILTRO DE BOMBA (SOLO TUBERA 0 Y 1)	Q	1,5																																					
1 o 2	LIMPIEZA EXTERIOR DE TABLEROS ELÉCTRICOS	S	24																																					
1 o 2	LIMPIEZA DE PISO DE CANALETAS	S	1																																					
1 o 2	LIMPIEZA DE SISTEMA METCO (SOLO TUBERA 0)	S	4																																					
1 o 2	LIMPIEZA DE CASILLEROS	S	1																																					
1	QUITAR GUANTES, CARTONES, CINTAS DEL ÁREA DEL	T	0,1																																					
2	DESBOBINADOR Y ALREDEDORES DE ESTANTES PORTA MATRICERIA.																																							
1	DESALOJO DE VIRUTA, LIMAYAS EN SISTEMA SOLDADOR	T	0,25																																					
2																																								
1	LIMPIEZA EN PISO DEL FORMING.	T	0,25																																					
2																																								
1	DESALOJO DE VIRUTA DEL PISO DE SISTEMA DE CORTE	T	0,25																																					
2																																								
1	LIMPIEZA DE BANCADA DEL FORMING.	T	0,15																																					
2																																								
1	LIMPIEZA DE BANCADA DEL SIZING.	T	0,15																																					
2																																								
1	LIMPIEZA DEL SISTEMA DE CORTE.	T	0,25																																					
2																																								
1	LIMPIEZA DE MATRICERIA (CADA VEZ QUE SE REALIZA CAMBIO)	CM	1																																					
2																																								
1	DESALOJO DE DESPERDICIOS DE LOS RECOLECTORES.	T	0,1																																					
2																																								

A	Anual	Q	Quincenal	CM	Cambio de Matriceria
SM	Semestral	S	Semanal	T. E.(H/H)	Tiempo de ejecución: En Horas Hombre = No. Personas x Tiempo de Trabajo
TM	Trimestral	D	Diario		

APENDICE E: MÉTODO DE TRABAJO DESARMADO DE MATRICERIA DE LA TUBERIA 2

	MÉTODO DE TRABAJO Planta Guayaquil	MT-PRG.18 Edición: 0
DESARMADO DE MATRICERIA DE LA TUBERA 2		

1.1. DESARMADO DE LA MATRICERIA.

- 1.1.1. El operador con la persona encargada por el jefe de producción revisan el F-PRG.01 Programa de Producción al inicio del mes y cada cambio de matricería para verificar el producto, cantidades y el espesor que se va a producir.
- 1.1.2. El operador informa a sus ayudantes el producto a fabricar y delega actividades del desarmado que son las siguientes:
- 1.1.3. Aflojar 4 pernos de anclaje por torre con llave $\frac{3}{4}$ del Forming
- 1.1.4. Aflojar las tuercas del eje superior en sentido derecho y el eje inferior en sentido izquierdo en las 8 torres.
- 1.1.5. Retirar el primer bocín del eje a continuación de las tuercas en los ejes superior e inferior.
- 1.1.6. Retirar las torres, verificando que el eje superior este a nivel para facilitar la salida de las torres.
- 1.1.7. Retirar el segundo y tercer bocín del eje que se encuentra a continuación de las torres tanto en el eje superior e inferior.
- 1.1.8. Retirar los espaciadores delanteros SD tanto del eje superior como del eje inferior en todos los ejes del Forming.
- 1.1.9. Retirar los rodillos SR tanto en los ejes superiores como inferiores del Forming
- 1.1.10. Retirar los espaciadores traseros SD de todos los ejes del Forming.

Nota: Nunca retirar los bocines que se encuentran al tope de la torre fija porque son referencias de alineación.
- 1.1.11. Retirar las dos tuercas de sujeción de los ejes de los rodillos laterales en todos los pasos del Forming.
- 1.1.12. Retirar las guías de ajustes de los rodillos laterales previo al aflojamiento del perno de apoyo del eje con la llave 22mm.

APÉNDICE F: FORMATO PARA REVISIÓN ESTADO DE MATRICERIA

LISTA DE COMPROBACIÓN

Dureza de materia prima:

Área para rectificar matriceria:

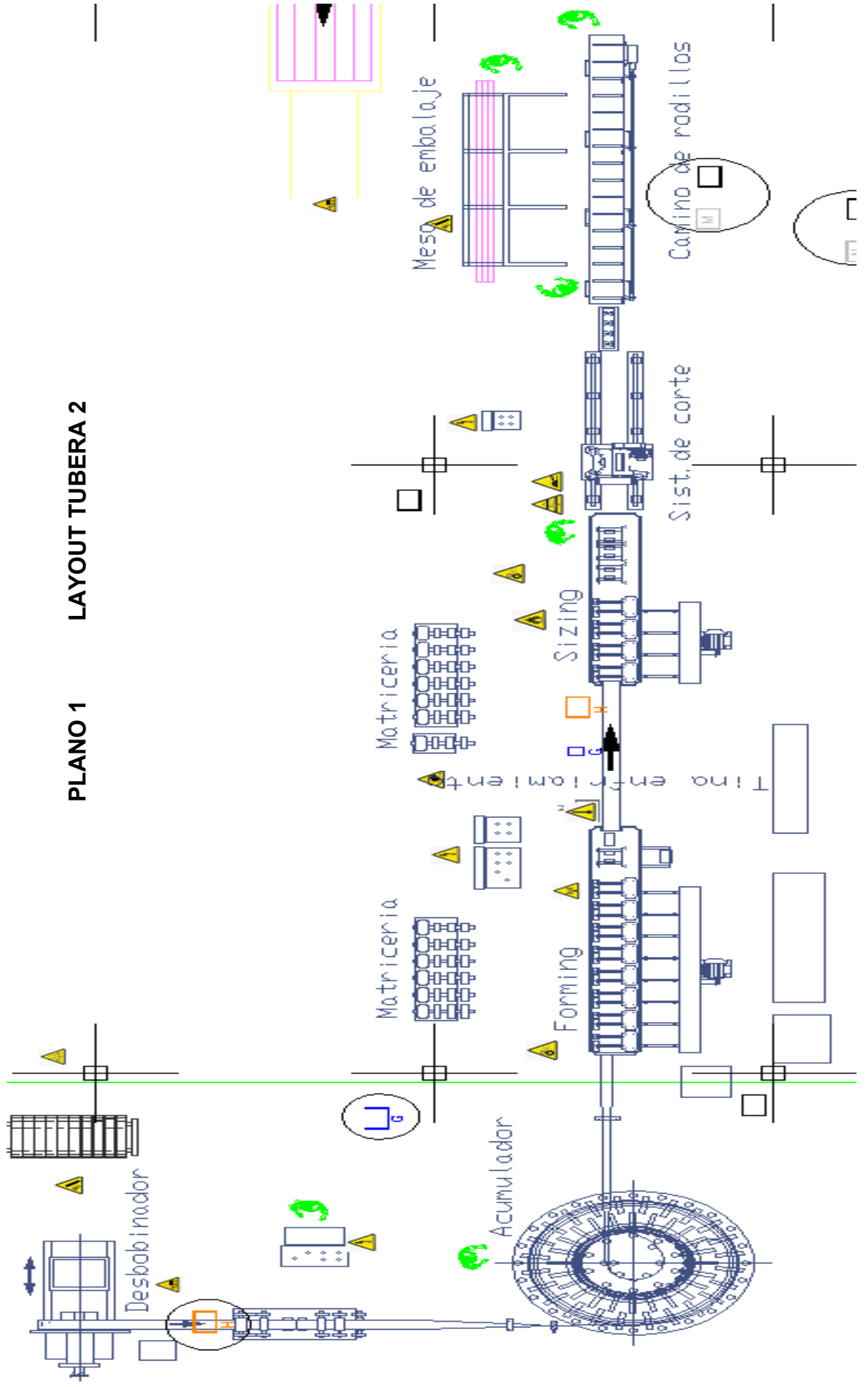
Taller mantenimiento

Matriceria en tubera 2

DESCRIPCION	No.matriceria forming	No.matriceria sizing	Estado matriceria	Fallo producido
TR LF 1" x 0.90 TR LF 1" x 1.10 TGR LC 1" x 1.50 TR LC 1" x 1.50 TGR LC 1" x 2.00 TR LC 1" x 2.00	34 rodillos for. 3 rodillos soldadores	32 rodillos siz. 4 rodillos torres turcas		
CAMBIO COMPLETO DE MATRICERIA				
TR LF 1 1/4" x 0.75 TR LF 1 1/4" x 0.90 TR LF 1 1/4" x 1.10 TGR LC 1 1/4" x 1.50 TGR LC 1 1/4" x 1.50 TR LC 1 1/4" x 1.50 TGR LC 1 1/4" x 2.00 TR LC 1 1/4" x 2.00	34 rodillos forming. 3 rodillos soldadores	32 rodillos. 4 rodillos torres turcas. Estos son cambiados para TC		
Cambio matriceria torres turcas TC LC 1" x 2.00 TC LC 1" x 1.50 TC LF 1" x 1.10 TC LF 1" x 0.90 TC LF 1" x 0.75		Se arman 4 torres con 16 rodillos para TC		
Cambio matriceria torres turcas TAN LF 25 x 0.75 Cambio matriceria torres turcas TTE LF 25 x 0.75		Se emplean los mismos rodillos TC solo se cambian 2 rodillos TT		
CAMBIO COMPLETO DE MATRICERIA				
TR LF 1 1/2" x 0.75 TR LF 1 1/2" x 0.90 TR LF 1 1/2" x 1.10 TR LC 1 1/2" x 1.50 TR LC 1 1/2" x 2.00 TR LC 1 1/2" x 3.00	34 rodillos forming. 3 rodillos soldadores	32 rodillos. 4 rodillos torres turcas. Estos son cambiados para TC		
Cambio matriceria torres turcas TC LC 1 1/4" x 2.00 TC LC 1 1/4" x 1.50 TC LF 1 1/4" x 1.10 TC LF 1 1/4" x 0.90 TC LF 1 1/4" x 0.75		Se arman 4 torres con 16 rodillos para TC		
Cambio matriceria torres turcas TRE LF 20x 40x2.00 TRE LF 20x40x1.50 TRE LF 20x40x1.10 TRE LF 20x40x0.90 TRE LF 20x40x0.75		Se arman 4 torres 16 rodillos para TRE		
CAMBIO COMPLETO DE MATRICERIA				
TR LF 1 7/8" x 0.90 TR LF 1 7/8" x 1.10 TR LF 1 7/8" x 1.50 TR LF 1 7/8" x 2.00 TR LF 1 7/8" x 3.00	34 rodillos forming. 3 rodillos soldadores	32 rodillos. 4 rodillos torres turcas. Estos son cambiados para TC		
Cambio matriceria torres turcas TC LC 1 1/2" x 2.00 TC LC 1 1/2" x 1.50 TC LF 1 1/2" x 1.10 TC LF 1 1/2" x 0.90		16 rodillos TC son cambiados para TRE		
Cambio matriceria torres turcas TRE LF 25x50x0.90 TRE LF 25x50x1.10 TRE LC 25x50x1.50 TRE LC 25x50x2.00				
CAMBIO COMPLETO DE MATRICERIA				
TAN LF 50 x 0.90 TTE LF 50 x 0.90	34 rodillos forming. 3 rodillos soldadores	32 rodillos sizing. Se cambian 16 rodillos TT. Para TTE se cambian 8 rodillos de los 16		
TR LF 2" x 0.90 TR LF 2" x 1.10 TGR LC 2" x 1.50 TGR LC 2" x 2.00 TR LC 2" x 2.00 TR LC 2" x 3.00		Para TR se sacan los 16 rodillos de las 4 torres turcas y solo se arma la 1era torre con 4 rodillos		
CAMBIO COMPLETO DE MATRICERIA				
TR LC 2 1/2" x 1.50 TR LC 2 1/2" x 2.00 TR LC 2 1/2" x 3.00	34 rodillos forming. 3 rodillos soldadores	Para TR se sacan los 16 rodillos de las 4 torres turcas y solo se arma la 1era torre con 4 rodillos		
Cambio matriceria torres turcas TC LC 2" x 2.00 TC LC 2" x 1.50		Se arman las 4 torres con 16 rodillos para TC		
Cambio matriceria torres turcas TRE LC 40x80x2.00 TRE LC 40x80x1.50		Se arman las 4 torres con 16 rodillos para TRE		

PLANOS

PLANO 1 LAYOUT TUBERA 2



PLANO 2 DEMARCACIÓN DE ÁREAS PARA CONTROL DE 5S

