Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

RESUMEN

En el entorno cambiante en que se desarrollan las organizaciones, es fundamental contar con ventajas competitivas para mantenerse y prosperar en un mercado.

El presente trabajo está basado en la mejora a través de las herramientas del sistema Lean, el mismo que ya ha venido implementándose poco a poco en la fábrica TUGALT en cada uno de los centros de trabajo. A lo largo de este trabajo se presentan conceptos principales sobre el sistema LEAN.

Se analizó la situación actual de la empresa TUGALT, para poder comparar los resultados obtenidos. Como resultado de este análisis, se escogieron las máquinas en las cuales se van aplicar las mejoras.

El sistema cinco eses, es implementado en la formadora de tubería de TUGALT, el objetivo es de incentivar una cultura de limpieza y orden en el área de trabajo, de modo que los problemas se noten de inmediato.

El cambio rápido, nos permite diferenciar entre las actividades internas (la máquina está parada) y externas (la máquina está funcionando), para disminuir o eliminar las primeras; para esto se incorporó mesas y herramientas.

Evitar los movimientos innecesarios y registrar estas actividades fueron parte de la estandarización de tareas; se creó una herramienta visual, que permite contar con una base de datos sobre las actividades y sus respectivos tiempos.

El diseño del sistema Kanban, en la planta está encaminado a reducir los niveles de inventario, esta reducción consta dentro de los objetivos del sistema Lean, el Kanban que se usa para realizar el flujo es un Kanban de señal. Sin alejarnos del objetivo principal del sistema Lean, que es la reducción de los

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

desperdicios, se analiza los niveles de inventario en la bodega de producto terminado, para esto se hace uso de un nivel óptimo con los que se debe contar. Este nivel, está explicado en la Teoría de las restricciones (TOC) y la visión viable de una empresa, estudios realizados por el Dr. Eliyahu. M. Goldratt.

Finalmente se analiza los resultados y se presenta el Mapa de flujo futuro. La inversión para la realización de las mejoras. Las conclusiones y las recomendaciones del estudio.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN……...II
ÍNDICE GENERAL……IV
ABREVIATURAS……X
ÍNDICE DE FIGURAS……XII
ÍNDICE DE TABLAS..... XVI
CAPITULO 1
1. GENERALIDADES…….. 1
1.1. Introducción…… 1
1.2. Historia y descripción de la empresa…… 3
1.3. Mix de productos…….. 3
1.4. Plan estratégico……6
1.4.1 Clientes Externos……6
1.4.2 Análisis Interno……7
1.4.3 Crecimiento de la empresa……8
1.4.4 Análisis del entorno...……..... 9
1.4.5 Análisis Organizacional…… 20
1.4.6 Misión……22
1.4.7 Visión..... 23
1.4.8 Valores Corporativos.....23
1.4.9 Objetivos Generales.....24
1.4.10 Estrategias……...……..... 25
1.4.11 Indicadores……...…….. 25
1.4.12. Políticas……...26
1.5. Organigrama de la empresa……28
1.6. Planteamiento del problema……29
1.7. Justificación……34
1.8. Alcances de la investigación…….. 35
1.9. Objetivos de la investigación……...37

CAPITULO 2

2. MARCO TEÓRICO……...……...…38
2.1. Introducción al Sistema LEAN……..38
2.2. Objetivo del Sistema LEAN……38

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

2.3. Desperdicios que identifica el Sistema LEAN……39
2.4. Cinco principios del Lean Manufacturing para la fabricación eficaz.....40
2.5. Mapeo de la Cadena de Valor VSM.....……..…..…41
2.5.1 La metodología que se usa para elaborar el VSM……...…42
2.6. Herramientas matemáticas para el hallazgo de la restricción……..45
2.7. Gerencia de amortiguadores…….. 47
2.7.1 Reducción de inventarios en bodegas……... 48
2.8. Herramientas del sistema Lean……..…… 49
2.9. 2.8.1Cinco eses……...… 49
2.8.1.1 Visión general y fundamentos de las "Cinco S"……..… 49
2.8.1.2 Objetivos de las cinco eses…… 49
2.8.1.3 Como lograr estos objetivos……..… 49
2.8.1.4 Definición de los componentes de las cinco eses……..……50
2.8.1.5 Seiri……...… 51
2.8.1.5.1 Beneficios de clasificar……..… 53
2.8.1.6 Seiton……..…..… 54
2.8.1.6.1 Beneficios del seiton…… 55
2.8.1.7 Seiso……... 56
2.8.1.8 Seiketsu…… 56
2.8.1.8.1 Beneficios y Ventajas de la Disciplina (Shitsuke)……57
2.8.1.9 Promoción del sistema de las cinco eses……... 57
2.8.2 Kanban……..…… 58
2.8.2.1 Introducción.……..…… 58
2.8.2.2 ¿Qué es un Kanban? ……..…… 59
2.8.2.3 Tipos de Kanban……...… 59
2.8.2.3.1 El Kanban de producción……..…… 60
2.8.2.4 Reglas del Kanban……...61
2.8.2.5 Diferencias entre el sistema Kanban y los sistemas convencionales…….....65
2.8.2.6 Determinación de Números de Kanban de proveedor y producción……...67
2.8.2.7 Numero de Kanban en el Sistema de Ciclo Constante.....67
2.8.2.8 Determinación de Supermercados……..…68
2.8.2.8.1 Etapas para Diseñar un Supermercado de Piezas……...68

2.8.3 Estandarización de tareas…….....72

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

2.8.3.1 Introducción……..…72
2.8.3.2 Objetivos de la estandarización……73
2.8.3.3 Clasificación del trabajo……..…73
2.8.3.4 Determinación de los componentes de las operaciones estándares en los procesos necesarios……....76
2.8.3.5 Hoja de Trabajo estandarizado…… 78

2.8.4 Cambio rápido de modelo……. 80

2.8.4.1 Objetivos de SMED…….. 80
2.8.4.2 Beneficios de SMED…… 80
2.8.4.3Técnicas usadas……. 81
2.8.4.4 Implementación de operaciones en paralelo…… 81
2.8.4.5 Fijaciones en una vuelta……82
2.8.4.6 Uso de Herramientas que faciliten el trabajo…….....82

CAPITULO 3

3.1 Análisis de la situación actual……...……83

3.1.1 Descripción del proceso de Formado de tubería...…...……..83

3.1.2 Mapa de la cadena de valor…….……..…..84

3.1.3 Descripción de problemas en la empresa……..…87

3.1.4 Análisis de indicadores operacionales…….....90

3.1.4.1 Tiempos de paradas inesperadas…….…...91

3.1.4.2 Disponibilidad de Equipos……....92

3.1.4.3 Tiempos de preparación……..…….....94

3.1.5 Indicadores de rendimiento……..96

3.1.5.1Sistema actual de los indicadores de rendimiento en TUGALT ……97
3.1.5.2 Tasa de producción y Throughtput……....97
3.1.5.3 Throughtput……....98
3.1.5.4 Tiempos de ciclo……....99

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

3.1.6 Entrevista a los empleados del área de producción……..100
3.1.6.1 Instrumento de Entrevista……101
3.1.6.2 Análisis de datos……...102
3.1.6.2 Clasificación de los desperdicios…….....103

3.2 Identificación de Técnicas de Mejora……..……..105

3.3 Justificación de Técnicas de Mejora……..……106

3.4 Implementación de las herramientas lean……..……..…106

3.4.1 Implementación del sistema 5's……...106
3.4.1.1 Análisis de la situación actual……107
3.4.1.2 Acciones de mejora……109
3.4.1.3 Nuevas condiciones de trabajo……114
3.4.1.4 **Estandarización (seiketsu) y Disciplina (shitsuke)**…..115
3.4.2 Estandarización de tareas……...……116
3.4.2.1Introduccion……..116
3.4.2.2 Objetivo……116
3.4.2.3 Análisis de la situación actual de los procesos de TUGALT116
3.4.2.4 Descripción de la herramienta visual para el control de la estandarización……128
3.4.2.4.1 Funcionamiento de la hoja en Excel para estandarizado.128
3.4.2.4.2 Aplicaciones de la herramienta visual para la estandarización.....134
3.4.2.4.3Alcance que tiene las hojas de estandarización……135
3.4.2.4.4 Ventajas de su aplicación……..……136
3.4.2.4.5 Recolección de Datos para la herramienta visual……..137
3.4.2.4.5.1 Tiempos de ciclo……...137
3.4.2.4.5.2 Distribución de planta de las áreas de trabajo……..138
3.4.2.4.5.3 Sistemas para control de hojas de estandarización…….138
3.4.2.4.6 Resultados……139
3.4.3 Sistemas para análisis de ventas de productos……..…..140

3.4.3.1 Introducción……...…. 140

3.4.3.2 ¿Por qué contar en producción con un indicador de producción y ventas?.....140

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

3.4.3.3. Objetivo……..…… 141

3.4.3.4 Descripción……..... 141

3.4.3.5 Funcionamiento…… 143

3.4.3.6 Alcance……... 144
3.4.3.7 Ventajas de su aplicación…… 144
3.4.3.8 Resultados e Informes…….…… 145
3.4.4 Kanban…….…….…….... 146
3.4.4.1 Introducción…… 146
3.4.4.2 Objetivo…… 147
3.4.4.3 Descripción…….. 147
3.4.4.4 Funcionamiento…….. 148
3.4.4.5 Aplicaciones……..…….. 151
3.4.4.6 Alcance……..….. 152
3.4.4.7 Elección de los productos……..…... 152
3.4.4.8 Calculo de Kanban y supermercados……..... 154
3.4.4.8.1 Determinación de Supermercados: Etapas para Diseñar un Supermercado de Piezas…….....154
3.4.4.9 Sistema de visualización Kanban……..… 167
3.4.4.9.1 Como funciona el Kanban en el libro de Excel Creando flujo… ……..……168
3.4.4.10 Reducción de inventarios en bodegas……..…. 169

3.4.5 Cambio rápido……..……..… 171

3.4.5.1 Fases de implementación…… 172
3.4.5.1.1 División de zonas de la Formadora Uno para el cambio de línea……..172
3.4.5.1.2 Registros de tiempo de cambio de línea por zona…… 174
3.4.5.1.3 Separación clara entre set-up interno y set-up externo....174
3.4.5.1.4 Conversión del set-up interno en set-up externo……..…. 184
3.4.5.1.5 Mejora de los procedimientos de set up interno y externo..190

CAPITULO 4

4.1 RESULTADOS……..……..191

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

4.1.1 Mapa de la realidad futura…….…….……. 191

4.1.2 Plan 5´S y SMED……...……..192

4.1.3 Informes……..….. 194

4.1.4 Niveles de Inventario……..….194

4.2 Análisis Costo beneficio……... 194

4.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……...…. 198

4.3.1 Conclusiones……...… 198

4.3.2 Recomendaciones……...…… 200

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

UNIVERSIDAD ESTATAL DE CUENCA

Facultad de Ciencias Químicas
Escuela Ingeniería Industrial

"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LEAN DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA TUBERÍA GALVANIZADA ECUATORIANA TUGALT.SA"

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentada por:

Juan Carlos LLivisaca

CUENCA – ECUADOR

Año: 2011

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la sabiduría necesaria para llevar a cabo este proyecto, a mi madre que siempre me ha apoyado y comprendido, a mi abuela y hermanos por brindarme siempre su amor e incondicional apoyo y al Ing. Santiago Velecela, por su invaluable ayuda.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

DEDICATORIA

A DIOS

A MI MADRE, ABUELA Y HERMANOS Y A TÍ POR ACOMPAÑARME

EN ESTE TRABAJO.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Dr. Mario Molina Narváez
PRESIDENTE

Dr. Jorge Paredes Roldan
VOCAL

Ing. Orlando Baquero
VOCAL DIRECTOR

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD ESTATAL DE CUENCA"

_____

JUAN CARLOS LLIVISACA VILLAZHAÑAY

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

ABREVIATURAS

5´S	Sistema cinco eses.
$	Dólares
°C	Grados centígrados.
ASTM	American Society for Testing and Materials
BFI	Hierro de alto horno
CT_{PWC}	Tiempo de ciclo en el peor caso práctico
C	Colocar
DBR	Drum, Buffer, Rope
D	Diámetro
DRI	Hierro de reducción directo
FIFO	First In First Out (Primero en entrar primero en salir)
GO	Gasto Operativo
HT	Hoja de trabajo
I_{MAX}	Inventario máximo.
I	Calibrar
I & D	Investigación y desarrollo.
Inv.	Inventario
Jidoka	Automatización con toque humano.
JIS	Japanese Industrial Standards (Estándares para la industria Japonesa)
JIT	Just in time (Justo a Tiempo)
L	Limpieza
LEAN	Sistema que busca continuamente lograr eliminar los desperdicios presentes en los procesos productivos.
NOI	Nivel Objetivo de Inventario.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

P	Preparación
Pr	Tasa de producción
R	Retirar
R_e	Tasa de salida máxima
ROI	Return on Inversion (Retorno sobre la inversión)
SAE	Sociedad Americana de Estandarización.
SDBR	Tambor - Amortiguador – Cuerda Simplificado
SMED	Single Minute Exchange of Die
T	Trúput
Tiempo TAKT	El tiempo en el cual una unidad independiente (parte o todo) va ser producido.
TC	Tiempo de ciclo
T_o	Tiempo de ciclo mínimo
TOC	Teoría de las Restricciones.
T_{PWC}	Tasa de salida en el peor caso práctico
TPM	Mantenimiento Productivo total.
TTA	Tareas trabajo Auxiliar
TTE	Hoja de trabajo estandarizado
WIP	WORK in progress (trabajo en proceso)
Wo	Trabajo en proceso mínimo

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA1.1International Iron and Steel Institute……..……12
FIGURA 1. 2 Evolución de precios del acero en toneladas métricas……..14
FIGURA 1.3 Organigrama de la empresa TUGALT S.A……...……28
FIGURA 1. 4 Proceso de formado……..…..29
FIGURA 1. 5 Proceso de Rebabado……..…30
FIGURA 1. 6 Tinas para Galvanizado..……31
FIGURA 1. 7 Máquinas roscadoras……...……32
FIGURA 1. 8 Proceso productivo de TUGALT ……..……..…33
FIGURA 1. 9 Esquema a seguir en el proceso de formado……..……36
FIGURA 2.1Iconos de: PROVEEDORES, CLIENTES, PRODUCCIÓN DIARIA……..42
FIGURA 2.2 Iconos de Entrada de Materia Prima y Salida de Productos terminados.....43
FIGURA2.3 BLOQUES PARA TIEMPOS DE CADA PROCESO……...44
FIGURA 2.4 DIAGRAMA DE DESPLAZAMIENTO DE ACUERDO AL PROCESO CON SUS DATOS…..……...44
FIGURA 2.5 DIAGRAMA DE CADENA DE VALOR DEL PROCESO ACTUAL…….……44
FIGURA 2.6 Herramientas matemáticas para el hallazgo de la restricción..45
FIGURA2.7Tres zonas de un amortiguador…….....47
FIGURA2.8 Ejemplo de etiqueta….……..…….…52
FIGURA2.9 Señalización de herramientas…….....56
FIGURA 2.10 Kanban de retirada…….……..60
FIGURA 2.11 Kanban de producción……....60
FIGURA 2.12 Kanban Triangular……61
FIGURA 2.13 Primera regla del Kanban……61
FIGURA 2.14 Segunda regla del Kanban……..……62

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

FIGURA 2.15 Tercera regla del Kanban……63

FIGURA 2.16 Cuarta regla del Kanban……..…63

FIGURA 2.17 Quinta regla del Kanban……..…64

FIGURA 2.18 Sexta regla del Kanban…….....64

FIGURA 2.19 Matriz de requerimientos del trabajo por requisitos de tarea…75

FIGURA 2.20 Qué estandarizar en diferentes trabajos…….…..…76

FIGURA 2.21 Elementos de las operaciones estándar…….…..…77

FIGURA 3.1 VSM ACTUAL DEL PROCESO DE LA FAMILIA DE TUBERÍA NEGRA Y GALVANIZADA…….....86

FIGURA 3.2 Entrevista realizada al personal de producción de TUGALT….101

FIGURA 3.3 INSTRUMENTO DE ENTREVISTA –PROCESO……102

FIGURA 3.4 Esquema de implementación 5'S…….…..107

FIGURA3.5 Disposición actual de los rodillos….……...108

FIGURA3.6 Estado de los rodillos….……...108

FIGURA3.7 Distribución actual de los rodillos……...109

FIGURA 3.8 Etiqueta roja…….……..…111

FIGURA 3.9 Objetos Etiquetados…….……112

FIGURA 3.10Hoja de resumen de tarjetas rojas…….…..113

FIGURA 3.11 Rodillo centrador……...117

FIGURA 3.12 Cizallas circulares……..118

FIGURA 3.13 Mesa de foso..……118

FIGURA 3.14 Prensa de frenado……119

FIGURA 3.15 Rodillo enrollador….……...119

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

FIGURA 3.16 Brazo metálico……120

FIGURA 3.17 Bancos de formado……..122

FIGURA 3.18 Soldadura de tubería……..……..123
FIGURA 3.19 Cabeza de turco……..……..……..124

FIGURA 3.20 Resumen de tiempos en Corte de flejes, cargo operador….126

FIGURA 3.21 Símbolos usados en la hoja de Excel, para aspectos a tomar en cuenta en cada actividad…….……..…130

FIGURA 3.22 Área de ubicación de Corte de flejes……..……....138

FIGURA 3.23 Informe presentado en el programa "Demanda Automatizada"……146

FIGURA 3.24 Flujo del Kanban…….....……150

FIGURA 3.25 a-b Ventas de producto……..…….……..…153

FIGURA 3.25 c-d: Ventas de cada producto…..……...153

FIGURA 3.26 Kanban de retirada…….……..……..161

FIGURA3.27 Funcionamiento del supermercado de Producto terminado..163

FIGURA3.28 Funcionamiento del supermercado de flejes……..……..…165

FIGURA 3.29 Zonas del amortiguador……..……166

FIGURA 3.30 Imagen Kanban automatizado…..……..……168

FIGURA 3.31 a Toma de tiempos Zona 1 Fuente: Elaboración Propia…..175

FIGURA 3.31 b Toma de tiempos Zona 1 Fuente: Elaboración Propia…..176

FIGURA 3.31 c Toma de tiempos Zona 1 Fuente: Elaboración Propia…..177

FIGURA 3.31d Toma de tiempos Zona 2 Fuente: Elaboración Propia…...177

FIGURA 3.31 e Toma de tiempos Zona 3 Fuente: Elaboración Propia.…178

FIGURA 3.31 f Toma de tiempos Zona 3 Fuente: Elaboración Propia……179

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

FIGURAS 3-32 a y b Análisis 80-20 para las zonas uno y dos respectivamente Fuente: Elaboración propia……..……....186

FIGURAS 3-32 c Análisis pareto para las zonas tres.……....186

FIGURA 3.33 Tanque para lavar rodillos……..……188

FIGURA 3.34 Armario para rodillos……..……..189

FIGURA 3.35 Transportador de rodillos……..……..189

FIGURA 4.1 Mapa de la realidad Futura…….193

FIGURA 4.2 Estante para rodillos..……192

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 MIX DE PRODUCTOS DE LA EMPRESA TUGALT. 5
TABLA 2 CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA DE TUGALT 6
TABLA 3 CRECIMIENTO DE LA EMPRESA 9
TABLA 4 MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FACTORES EXTERNOS..... 16
TABLA 5 CUADRO DE PERFIL COMPETITIVO 19
TABLA 6 MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FACTORES INTERNOS 22
TABLA 7 PRODUCTOS PARA EL KANBANCON WIP..... 36
TABLA 8 FÓRMULAS PARA EL ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE MANUFACTURA..... 46
TABLA 9 CLASIFICACIÓN DEL TRABAJO EN LOS PROCESOS DE ESTUDIO 77
TABLA 10 SEÑALES PARA LA TOMA DE TIEMPOS 85
TABLA 11 PROBLEMAS PRESENTADO EN LA PLANTA 88
TABLA 12 TRANSPORTE PROMEDIO DE MATERIA PRIMA EN DÍAS 89
TABLA 13 TIEMPOS DE PARADAS INESPERADAS EN HORAS 91
TABLA 14 CLASIFICACIÓN DE LOS TIEMPOS DE PARADAS INESPERADAS..... 92
TABLA 15 DISPONIBILIDAD DE MAQUINAS. 93
TABLA 16 TIEMPO DE PREPARACIÓN DE MAQUINAS EN HORAS 94
TABLA 17 TIEMPO DE PREPARACIÓN DE MAQUINAS. 95
TABLA 18 INDICADORES DE RENDIMIENTO 96
TABLA 19 COMPARACIÓN ENTRE LOS NIVELES ACTUALES Y ESPERADOS DE TASA DE PRODUCCIÓN DE LOS EQUIPOS 98
TABLA 20 COMPARACIÓN ENTRE LOS NIVELES ACTUALES Y ESPERADOS DE TRÚPUT POR EQUIPO EN DÓLARES 99
TABLA 21 COMPARACIÓN ENTRE LOS TIEMPOS DE CICLO ACTUALES Y ESPERADOS PARA LOS EQUIPOS, TIEMPO EN HORAS 100
TABLA 22 IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS..... 103
TABLA 23 CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS 104
TABLA 24 IDENTIFICACIÓN DE TÉCNICAS DE MEJORA..... 105
TABLA 25 ZONAS DE LIMPIEZA 114
TABLA 26 ESTANDARIZACIÓN DE TAREAS DE LIMPIEZA..... 115
TABLA 27 RESUMEN DE DATOS PARA LA ESTANDARIZACIÓN..... 127
TABLA 28 IDENTIFICACIÓN DE PRODUCTOS..... 152
TABLA 29 RESUMEN DEL CÁLCULO DE KANBAN 157
TABLA 30.A **NÚMERO DE FLEJES MAXIMOS**..... 158

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

TABLA 30.B LONGUITUD NECESARIA PARA SUPERMERCADO DE FLEJES 158
TABLA 31 AREA NECESARIA PARA SUPERMERCADO DE PRODUCTO TERMINADO..... 160
TABLA 32 NIVELES DE INVENTARIO EN BODEGA 170
TABLA 33A CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS ZONA 1 .. 174
TABLA 33B CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS ZONA 2. .. 174
TABLA 33C CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS ZONA 3. .. 174
TABLA 34 ACTIVIDADES DE LA ZONA 1..... 181
TABLA 35 ACTIVIDADES DE LA ZONA 2..... 182
TABLA 36 ACTIVIDADES INTERNAS DE LA ZONA 3..... 183
TABLA 37A CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS ZONA 1……..…….…… 184
TABLA 37B CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS ZONA 2 .. 185
TABLA 37C CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS ZONA 3 .. 185
TABLA 38 ACTIVIDADES A MEJORAR EN CADA ZONA DE LA FORMADORA 1 187
TABLA 39 CANTIDAD Y COSTOS DE LOS MATERIALES PARA SMED Y 5S EN LA FORMADORA 1 195
TABLA 40 RETORNO DE LA INVERSIÓN 196
TABLA 41 BENEFICIO 197

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

CAPíTULO UNO

1.1 INTRODUCCIÓN

El sistema LEAN, es una filosofía, una forma de pensamiento, su fundamento está dado en la eliminación sistemática de los desperdicios encontrados en una empresa como son: Sobreproducción, Transporte, Tiempo de espera, Sobre procesamiento, Exceso de Inventario, Defectos, Movimientos innecesarios, Talento humano mal aprovechado. Está eliminación es apoyada en herramientas como: 5S, SMED, Kanban, Jidoka.

El JIT «Justo a Tiempo», es una herramienta que se utiliza en el Lean, centrándose más en los inventarios, aplicando el pensamiento Lean se puede lograr alcanzar una producción JIT, tener lo necesario en el momento necesario. Aunque JIT como Lean se pueden utilizar para eliminar los residuos, JIT por sí sola no puede lograr este objetivo, por lo tanto, necesita del aporte de otras herramientas dadas por Lean.

El sistema Lean, ha ido de poco en poco implementado en la empresa TUGALT, desde hace tres años se logro implementar las cinco eses y el

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

cambio rápido en el centro de trabajo de formado en la máquina cinco. Aportando a esta implementación del sistema Lean, se propone implementar cinco eses, SMED, estandarización de tareas, en la formadora uno.

TUGALT.SA, empresa dedicada a la formación de tubería de acero, Perfilería y elaboración de techo de lámina de acero. La empresa está ubicada en el sector del parque industrial de la ciudad de Cuenca, entre Machángara y Panamericana Norte Km 4.

Entre los problemas que se presentan en la mencionada fábrica se tienen: falta de estandarización en los procesos, pedidos retrasados, inventario en procesos excesivos, falta de compromiso de parte de los empleados, altos tiempos de cambio de línea, desorden en algunas máquinas, entre otros.

El objetivo de este estudio es la implementación del sistema Lean de producción, en la formadora de tubería número uno de la empresa. La identificación de los desperdicios, hace que los cambios realizados sean inmediatamente visualizados. Usando sistemas como el Kanban, 5'S, gestión visual, estandarización, hace que los problemas afloren y puedan ser corregidos. Se tomarán datos sobre el proceso productivo actual referente a: movimientos y actividades en los diferentes áreas, tiempos de ciclo y de proceso, producción, ventas, espacios entre procesos. Con este estudio se espera ayudar al flujo entre procesos, realizar un estándar de

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

tareas que puedan ser enseñadas a futuras personas que ingresen a la empresa, mejorar los tiempos de cambio de línea.

1.2 Historia y Descripción de la empresa[1]

Con más de 40 años de experiencia e innovación TUGALT S.A. pone a disposición del país su nueva maquinaria con tecnología de punta, que nos permiten seguir fabricando productos de altísima calidad acordes con las exigencias del mercado y del consumidor. Manteniéndonos como líderes en la elaboración de Tubería de acero y Planchas de Zinc TUGALT S.A. ofrece al mercado ecuatoriano sus líneas de Techos (Galvalum), Placa COLABORANTE y Perfilería, sirviendo y apoyando con mayor fuerza al desarrollo del sector de la construcción.

1.3 Mix de Productos

Los productos de la empresa son principalmente de acero; nuestro país no procesa directamente este producto, por lo que es necesario realizar importaciones de esta materia prima. El acero es una aleación de hierro más carbono (máximo 2%), al hierro se le agrega otros metales para lograr características diferentes.

[1] http://www.tugalt.com día de la consulta 2011-02-09

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

La tubería que la empresa elabora usa acero que cumple con las normas ASTM, SAE y JIS. La empresa cuenta con un portafolio de productos muy diversos, la cual se resume en la Tabla 1. TUGALT, codifica sus productos tomando en cuenta la familia a la cual pertenece el producto, el espesor de la lámina de acero, el desarrollo del corte en el caso de la tubería, y en las planchas y perfiles de acuerdo a su largo. Así tenemos:

Código:	111 070 049
111	Producto familia (redondo mueble)
070	Espesor de lámina
049	Desarrollo de Lámina

Dentro del portafolio de productos que presenta la empresa, la tubería es el producto que más beneficio le brinda a TUGALT, por está razón este producto será objeto de nuestro análisis. En la Tabla 2 se resumen algunas características de las tuberías de la empresa.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Tabla 1. Mix de productos de la empresa TUGALT.

Mix de productos		
Familia	Código del Producto	Denominación
Tubería	111	TUBO REDONDO MUEBLE
	112	TUBO CUADRADO MUEBLE
	113	TUBO RECTANGULAR MUEBLE
	131	TUBO ALUMINIZADO
	157	CAÑERÍA NEGRA ISO II
	158	CAÑERÍA GALVANIZADA ISO II
	167	CAÑERÍA NEGRA ASTM
	168	CAÑERÍA GALVANIZADA ASTM
	177	TUBO LIVIANO EMT (3m)
	178	TUBO LIVIANO EMT (6m)
	187	TUBO CERRAMIENTO NEGRO
	188	TUBO CERRAMIENTO GALVANIZADO
	191	TUBO ESTRUCTURAL REDONDO
	192	TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO
	193	TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR
TECHO	7F7	TECHO TRAPEZOIDAL
	7F4	TECHO CURVO
	2H6	Mini onda
PERFILES	4G7	PERFIL G
	4M7	PERFIL TIPO OMEGA
	4C7	PERFIL C
	4L7	Perfil Tipo L
	4C8	Perfil Galvanizado tipo C
PLACA COLABORANTE	6F0	PL COLABORANTE G
PLANCHAS	2F8	Plancha Galvanizada
	2E8	Plancha.Galvanizada.Lisa

Fuente: Elaboración propia.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Tabla2: Características de la tubería de TUGALT

Tipo	Acabado	Calidad Normal	Norma de Fabricación	Extremo	Largo Normal	Espesor (mm)	Sección
Fluídos	Negro, galvanizado	JIS-G-3132	ISO R65/Serie liviana II	De máquina biselados o roscados	6000 mm	2 , 2.3, 2.5, 2.65, 3.2 y 3.6	Ø
	Negro, galvanizado	JIS-G-3132	ASTM A53/A	De máquina biselados o roscados	6000 mm	2.65, 3.2, 3.6, 5 y 5.2	Ø
EMT	Galvanizado	Laminado en frío	ANSI C80-3	Biselados	3000 mm	1, 1.2 y 1.4	Ø
Estructural	Negro, galvanizado	JIS-G-3132-SPHT-1	ASTM A500	De máquina	6000 mm	1.8, 2 y 3	Ø
	Negro, galvanizado	JIS-G-3132-SPHT-1	ASTM A500	De máquina	6000 mm	1.5, 1.8, 2 y 3	☐
	Negro, galvanizado	JIS-G-3132-SPHT-1	ASTM A500	De máquina	6000 mm	1.5, 1.8, 2 y 3	☐
Muebles	Negro	JIS-G-3141	ASTM A500	De máquina	6000 mm	0.7, 0.9, 1.1 y 1.4	☐
	Negro	JIS-G-3141	ASTM A500	De máquina	6000 mm	0.7, 0.9, 1.1, 1.4 y 1.5	Ø
	Negro	JIS-G-3141	ASTM A500	De máquina	6000 mm	0.7, 0.9 y 1.1	☐

Fuente: Documentos TUGALT, Comercialización.

1.4 Plan estratégico

Diagnóstico de la Situación Actual

1.4.1 Clientes Externos

La empresa vende sus productos a nivel nacional, sus almacenes están ubicados estratégicamente en las ciudades de Cuenca, Guayaquil, Quito: en

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

los sectores Norte y Sur. Los principales clientes de TUGALT están segmentados en:

- Constructores
- Almacenes Distribuidores
- Clientes particulares.

A los cuales trata siempre de satisfacer sus necesidades de la mejor manera posible. Entre las demandas que nuestros clientes exigen son:

- ✓ Productos de calidad.
- ✓ Menor tiempo de entrega de productos.
- ✓ Facilidad de transporte para el producto
- ✓ Precios razonables.
- ✓ Servicio de asesoría técnica.

1.4.2 Análisis Interno

Dentro del análisis interno de la empresa se encuentran: EL Departamento de Producción, Ventas, Comercialización, Calidad, Desarrollo Organizacional, Seguridad Industrial, con el personal que forma parte de los mismos. Entre las demandas que sus clientes establecen están:

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- Tener seguridad laboral.
- Capacitación
- Agradable ambiente de trabajo.
- Comunicación y relaciones humanas.
- Participación de beneficios.

También se puede anotar la seguridad en los salarios, infraestructura adecuada, programa de inducción para el personal nuevo, ser parte de proyectos que los hagan crecer como profesionales, y hagan crecer a la empresa.

Se puede notar en la empresa que la colaboración hacia las mejoras ha ido perdiendo interés en el personal, la posible causa a la cual se puede atribuir está falta de interés es a la falta de revisión de salarios, y la poca comunicación que existe.

1.4.3 CRECIMIENTO DE LA EMPRESA

La empresa TUGALT, sus ventas desde el año 2009 refleja un crecimiento del 26% respecto al 2008, como lo muestra la Tabla 3, a pesar de la crisis económica que se vivió en ese año. Para el año 2010 se tuvo un crecimiento del 31% respecto al 2009. Esto debido a los cambios que se realizaron en la empresa durante ese año. Para el 2011 se tiene pronosticado un

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

crecimiento de 26% respecto al año anterior, debido a la variación que ha tenido la demanda últimamente. Este dato está sujeto a cambios ya que, depende del mercado del acero y la construcción.

Tabla 3: Crecimiento de la empresa.

Año	Total de Ventas en Kilogramos	Porcentaje de crecimiento
2008	8616669	-
2009	10898059	26%
2010	14327656	31%
2011	17737916[2]	26%

Fuente: Elaboración propia

1.4.4 Análisis del entorno

La evaluación del entorno de la empresa permite analizar las tendencias y fenómenos claves, determinando las oportunidades y amenazas que afronta. Para esto se debe tener en cuenta ciertas variables como:

- Fuerzas competitivas
- Fuerzas económicas
- Fuerzas sociales
- Fuerzas políticas
- Fuerzas tecnológicas

[2] Los datos han sido pronosticados según el método de Winter

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Los cambios en las variables del entorno significan cambios en la demanda de consumidores. Dentro de las variables más representativas para la empresa, se encuentra la económica teniendo en cuenta el precio del acero y su producción, también se toma en cuenta la competencia de la empresa; estas se tratan a continuación.

Análisis de las variables claves del entorno.

Fuerzas económicas

El precio del acero, que es la materia prima principal de TUGALT, es un aspecto importante a tomar en cuenta, por esto, se analiza su evolución.

Para comenzar, se consideran las Reservas mundiales y la producción del mineral de hierro. El Servicio Geológico de Estados Unidos calcula unas reservas mundiales de alrededor de 160 mil millones de toneladas que representan 79 mil millones de hierro contenido. Estas reservas están concentradas principalmente en Brasil (21%), Australia (11%) y Rusia (18%).[3]

[3] **http://cepco.hispamat.com/Uploads/docs/Acero_Diciembre_y_a%F1o_2010.pdf día de la consulta 25-03-2011**

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Proceso de producción del acero.

El acero es una aleación de hierro y carbono. Se produce en dos fases. Primero el mineral de hierro es reducido o fundido con coque y piedra caliza, produciendo hierro fundido que es moldeado como arrabio o conducido a la siguiente fase como hierro fundido. La segunda fase, la de aceración, tiene por objetivo reducir el alto contenido de carbono introducido al fundir el mineral y eliminar las impurezas tales como azufre y fósforo, al mismo tiempo que algunos elementos como manganeso, níquel, cromo o vanadio son añadidos en forma de ferro-aleaciones para producir el tipo de acero demandado.[4]

La producción del acero, está segmentado en: DRI es el hierro de reducción directa, BFI es el hierro de alto horno, también conocido como arrabio, hierro líquido o el metal caliente. La producción del acero bruto, no considera el tratamiento que se le da al mismo como elaborarlo en planchas o lingotes.

El acero al cual nos vamos a referir es el acero bruto. Los países con más producción de acero en el mundo son: China con el 44,3 %, la Unión Europea con el 12,2%, Japón con el 7,8%. Como lo demuestra la Figura 1.1.

[4] http://es.wikipedia.org/wiki/Siderurgia día de la consulta 25-03-2011

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

La Tabla 4 muestra los valores de producción en miles de toneladas métricas.

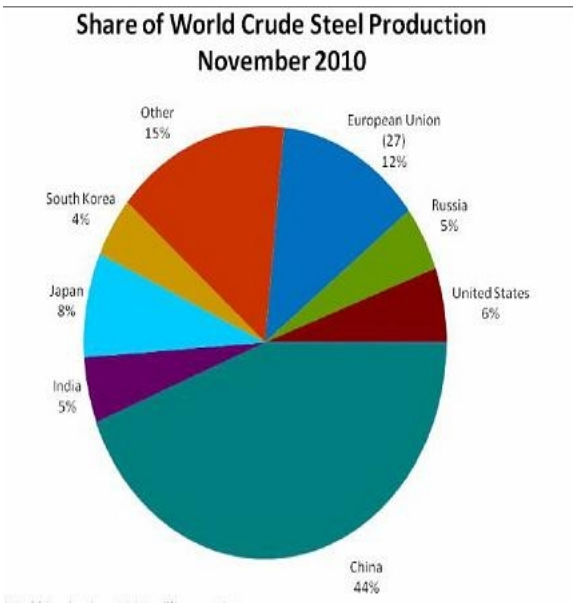


Figura 1.1: International Iron and Steel Institute.

Tabla4: Top 10 steel-producing countries

Rank	Country	2010	2009	% 2010/ 2009
1	China	626.7	573.6	9.3
2	Japan	109.6	87.5	25.2
3	US	80.6	58.2	38.5
4	Russia	67.0	60.0	11.7
5	India	66.8	62.8	6.4
6	South Korea	58.5	48.6	20.3
7	Germany	43.8	32.7	34.1
8	Ukraine	33.6	29.9	12.4
9	Brazil	32.8	26.5	23.8
10	Turkey	29.0	25.3	14.6

Fuente: www.worldsteel.org

Lo que se puede observar es que China con el 44%, es el mayor productor de acero a nivel mundial. Brasil consta dentro del Top ten de productores

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

con una producción de 23800 toneladas métricas. Nuestros principales proveedores, están ubicados en Brasil.

El ambiente económico en lo que se refiere al acero, su evolución en el precio de los dos últimos años se muestra en la Figura 1.2. Como se observa el precio de esté ha venido en acenso. En este inicio de año el precio ha variado demasiado, en febrero la tonelada estaba en 600 dólares, aunque hay que tener en cuenta las últimas novedades en el mundo, como es el terremoto en Japón, que es un país productor de acero, hará que este precio varíe.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Figura 1.2: evolución de precios del acero en toneladas métricas.

Fuente: http://www.infomine.com/investment/chartsim/welcome_es.asp

Las bobinas de acero que se compran para la elaboración de la tubería su precio varía entre: 1,484.54 - 1,546.39 dólares por bobina; en lámina caliente (se llama lámina debido a que su proceso de formación se ha realizado a temperaturas controladas) los precios están en 1,484.54 - 1,546.39 dólares por bobina el proveedor y el tipo de acero[5]

[5] http://es.aliexpress.com/wholesale/wholesale-304-stainless-steel-coil.html día de la consulta 25-03-2011
http://www.steelacero.com/prices3.htm día de la consulta 25-03-2011

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Matriz de evaluación de factores externos.

El análisis del entorno, concluye con la estructuración de una matriz de evaluaciones de factores externos.

Los procedimientos para la construcción de esta matriz son los siguientes:

a) Elaborar una lista de amenazas y oportunidades decisivas para la empresa

b) Asignar una ponderación a cada factor que oscila entre:

- Sin importancia 0.01
- Muy importante 1

La ponderación dada a cada factor indica la importancia relativa de dicho factor en el éxito de una empresa. La sumatoria de todas las ponderaciones dadas a los factores deben ser 1.0

c) Hacer una clasificación de uno a cuatro para indicar el impacto que cada variable presenta:

- Amenaza importante 1
- Amenaza menor 2
- Oportunidad menor 3
- Oportunidad importante 4

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

d) Multiplicar la ponderación de cada factor por su clasificación, para establecer el resultado ponderado para cada variable.

e) Sumar los resultados ponderados para cada variable con el fin de determinar el resultado total ponderado para una empresa.

Tabla 4: Matriz de evaluación de factores externos

Factores externos claves	Ponderación	Clasificación	Resultados ponderadas
Precio del acero	0.4	4	1.6
Decisiones Gubernamentales	0.2	3	0.6
Estabilidad laboral	0.1	2	0.2
Tecnología	0.15	2	0.3
Movimientos estratégicos de los competidores	0.15	2	0.3
Total	1		3

Fuente: elaboración propia.

Los factores calves como el precio del acero influyen en la actividad de la empresa, y el seguimiento de este, es fundamental para la organización. Por otra parte el gobierno, sus decisiones y su inferencia como los cambios que origina como el alza de salarios, liberación de impuestos de partidas arancelarias, hace que sea tomado en cuenta.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Como conclusión se tiene que la empresa se encuentra en un campo no muy atractivo, donde acciones como el gobierno, o a nivel mundial como el precio del acero pueden originar cambios en la organización.

Fuerzas competitivas (1)

La empresa TUGALT, centra sus actividades en el mercado de la tubería de acero, perfilería, techos, planchas; en este mercado se encuentra ubicada otras empresas entre las cuales se pueden nombrar: CONDUIT, DIPAC, IPAC, NOVACERO. Además se debe mencionar las importaciones de tubería y perfilería proveniente de Colombia, y Perú, los cuales llegan al Ecuador y son distribuidos por diferentes almacenes.

Se considera que las fuerzas competitivas son los hechos y las tendencias ambientales que más pueden afectar la posición estratégica de la empresa. Por esto es conveniente realizar una matriz de perfil competitivo. Para la elaboración de la matriz se toma en cuenta:

a) Factores claves de éxito del sector empresarial que se va analizar.

b) La ponderación a cada factor clave de éxito con el propósito de indicar la importancia relativa se ese factor de éxito del sector empresarial

- Sin importancia 0.01
- Muy Importante 1.00

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

c) asignar a cada competidor la debilidad o fortaleza cada factor clave de éxito, en donde:

- Debilidad Importante 1
- Debilidad menor 2
- Fortaleza menor 3
- Fortaleza mayor 4

d) La ponderación asignada a cada factor clave de éxito debe multiplicarse por la clasificación correspondiente a cada competidor para determinar un resultado ponderado para cada empresa, el resultado ponderado indica la fuerza o debilidad relativa de cada competidor en cada factor determinante de éxito.

e) Sumar la columna de resultados ponderados para cada competidor esto da un resultado ponderado para cada empresa, dicho total ponderado revela la fortaleza total de la empresa en comparación con la de sus competidores. El total ponderado, mas alto indicara el competidor más amenazante, mientras que el menor revelara el más débil, los totales ponderados pueden variar de 1.0 (el más bajo) a 4.0 (el más alto).

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Tabla 5: Cuadro de perfil competitivo

Factores claves de éxito	Ponderación	TUGALT		NOVACERO		IPAC		DIPAC	
		Clasifi-cación	R. Pond.	Clasifi-cación	R. Pond	Clasifi-cación	R. Pond	Clasifi-cación	R. Pond
Calidad en los Productos	0.2	4	0.8	3	0.6	4	0.8	2	0.4
Atención al Cliente	0.2	3	0.6	3	0.6	4	0.8	3	0.6
Procesos productivos	0.15	2	0.3	3	0.45	4	0.6	3	0.45
Precio	0.15	2	0.3	3	0.45	4	0.6	4	0.6
Centros de Venta y distribución	0.1	2	0.2	3	0.3	4	0.4	3	0.3
Tecnología	0.2	3	0.6	3	0.6	3	0.6	3	0.6
Total resultados ponderados	1		2.8		3		3.8		2.95

Fuente: Elaboración propia.

Como resumen de está tabla podemos observar que la empresa IPAC, es la que mayor amenaza presenta, seguido de la empresa NOVACERO. Estas empresa representan a multinacionales que cuentan, con sus servicios a nivel de Sudamérica, sus precios pueden ser modificables por poseer la facilidad de importación de materias primas como IPAC, la tecnología que usan para su formado, sus volúmenes de ventas. En lo que tiene que ver a

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

servicio estas empresas, cuentan con atención en ciudades como: Guayaquil, Quito, Cuenca, Manta, Santo Domingo, Ambato.

Como conclusión lo que se puede reconocer, es que el mercado en el que se encuentra la empresa es altamente competitivo, se deben mejorar las ventajas que se tienen como, los procesos productivos y la atención al cliente, y trabajar por mejorar aspectos como el precio y la calidad.

1.4.5 Análisis Organizacional

Identificación de fortalezas y debilidades

Las fortalezas son factores internos que contribuyen positivamente a la gestión de la empresa y las debilidades son factores negativos en cambio obstaculizan el adecuado desempeño.

Matriz de evaluaciones de factores internos: Está herramienta analítica resume y evalúa las fortalezas u debilidades importantes de gerencia, mercadeo, finanzas, producción, investigación y desarrollo. Suministra una base para analizar las relaciones internas entre las áreas funcionales de la empresa.

El procedimiento para estructurar la matriz de evaluaciones de factores internos son los siguientes:

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

a) Identificar las fortalezas y debilidades claves de la empresa.

b) Asignar la ponderación a cada factor que oscile entre:

- Sin importancia 0.01
- Muy Importante 1.00

c) Asignar una clasificación de uno a cuatro a cada factor, en donde:

- Debilidad Importante 1
- Debilidad menor 2
- Fortaleza menor 3
- Fortaleza mayor 4

d) La ponderación asignada a cada factor debe multiplicarse por la clasificación correspondiente para determinar un resultado ponderado para cada variable.

e) Sumar los resultados ponderados para cada variable. El total ponderado, mas alto indicará la empresa con una posición interna fuerte, mientras que el menor revelará una organización con problemas débil, los totales ponderados pueden variar de 1.0 (el más bajo) a 4.0 (el más alto).

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Tabla 6: Matriz de evaluación de factores internos

Factores internos claves	Ponderación	Clasificación	Resultados ponderadas
Clima organizacional	0.3	3	0.9
Calidad del producto	0.15	4	0.6
Falta de cooperación y compromiso	0.2	2	0.4
Trato de parte de Gerencia	0.2	3	0.6
Capacitación e instrucción	0.15	2	0.3
Total	1	14	2.8

Fuente: elaboración propia

Como se reconoce en la matriz anterior se tiene que, la organización su posición interna puede ser mejorada, y contar con una fortaleza.

Las áreas donde se puede mejorar, es la capacitación al personal, con programas dirigidos a las necesidades y expectativas del personal interno.

1.4.6 Misión

Desarrollar, fabricar con tecnología de punta y promover continuamente el uso de productos de acero cumpliendo normas de calidad y con valor agregado.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Nos comprometemos con nuestros distribuidores, constructores y clientes finales a:

- Mantener relaciones de confianza mutuamente beneficiosas.
- Promover a través de nuestros distribuidores, el desarrollo y evolución de nuevos canales de distribución, apoyando y proveyendo de productos y servicios que satisfagan las necesidades del cliente final.[6]

1.4.7 Visión

Ser los fabricantes de la marca de productos de acero más respetada y exitosa en el sector de la construcción; llegando al cliente final a través de sus (los) distribuidores, constructores y centros TUGALT, quienes buscan permanentemente entender y satisfacer las necesidades del mercado.[7]

1.4.8 Valores Corporativos

- Puntualidad
- Compromiso
- Desarrollo de nuestra gente
- Respeto a las personas

[6] Manual de calidad
[7] Ibíd.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- Equidad
- Credibilidad e integridad
- Trabajo en Equipo
- Servicio
- Calidad de Producto[8]

1.4.9 Objetivos Generales

Para la implantación de objetivos, se tomó en cuenta lo que la empresa necesita alcanzar sea a corto o largo plazo. Entre estos objetivos[9] se encuentra:

- Cumplir con el 95% del índice de cobertura productos A
- Incrementar las ventas en más del 20%.
- Proporcionar un entorno de trabajo adecuado para nuestros trabajadores.

[8] Manual de Calidad
[9] Documentos TUGALT

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

1.4.10 Estrategias

Las estrategias deben estar alineadas a los objetivos que se planteo para esto se debe:

- ✓ Revisar los stocks de los productos A, a nivel Nacional, además de realizar una comunicación continua entre ventas, compras y producción.
- ✓ Realizar la promoción necesaria de nuestros nuevos productos.

  El plan maestro de producción debe estar acorde a las necesidades de la demanda.
- ✓ Ampliar las oportunidades de crecimiento de los empleados.

  Establecer planes de capacitación, acordes a las necesidades y demandas de los trabajadores.

1.4.11 Indicadores

- ✓ Sistema tipo semáforo basado en el ABC. Existencias físicas de bodegas.
- ✓ Ventas de los productos.
- ✓ Asistentes a campañas de promoción y número de clientes potenciales.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- ✓ Personas capacitadas, horas de capacitación por persona.
- ✓ Programas de capacitación puestos en marcha vs. Los programas planeados.

1.4.12 Políticas

- ✓ Es política de la empresa realizar y revisar diariamente las existencias de nuestros almacenes a nivel nacional.
- ✓ Es política de la empresa cumplir con los plazos de entrega de cada producto especialmente los que tengas prioridad de urgente (pedidos puntuales).
- ✓ Es política de la empresa realizar un evaluación y fomentar la formación dentro del personal de nuestra organización.

POLÍTICA DE CALIDAD [10]

El compromiso de la Política de Calidad en Tubería Galvanizada Ecuatoriana S.A. se ha establecido por:

- SATISFACCIÓN DE LOS CLIENTES

[10] Manual de calidad

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Identificamos claramente los requisitos del cliente con el propósito de aumentar su nivel de satisfacción.

- PRODUCTOS CONFORMES CON ESPECIFICACIONES O NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES

  Producimos nuestros productos bajo un estricto control de calidad cumpliendo especificaciones o normas internas, internacionales o nacionales aplicables.

- COLABORADORES CONFIABLES Y CON ALTOS ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO.

  Nos esforzamos por incrementar las competencias de nuestros colaboradores con el fin de mejorar su nivel de desempeño.

- MEJORAMIENTO CONTINUO.

  Planificamos, controlamos y medimos nuestros procesos con el propósito de mejorarlos continuamente.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

1.5 Organigrama de la empresa

En lo que se refiere al análisis interno de la empresa, en su organigrama empresarial se lo presenta a continuación:

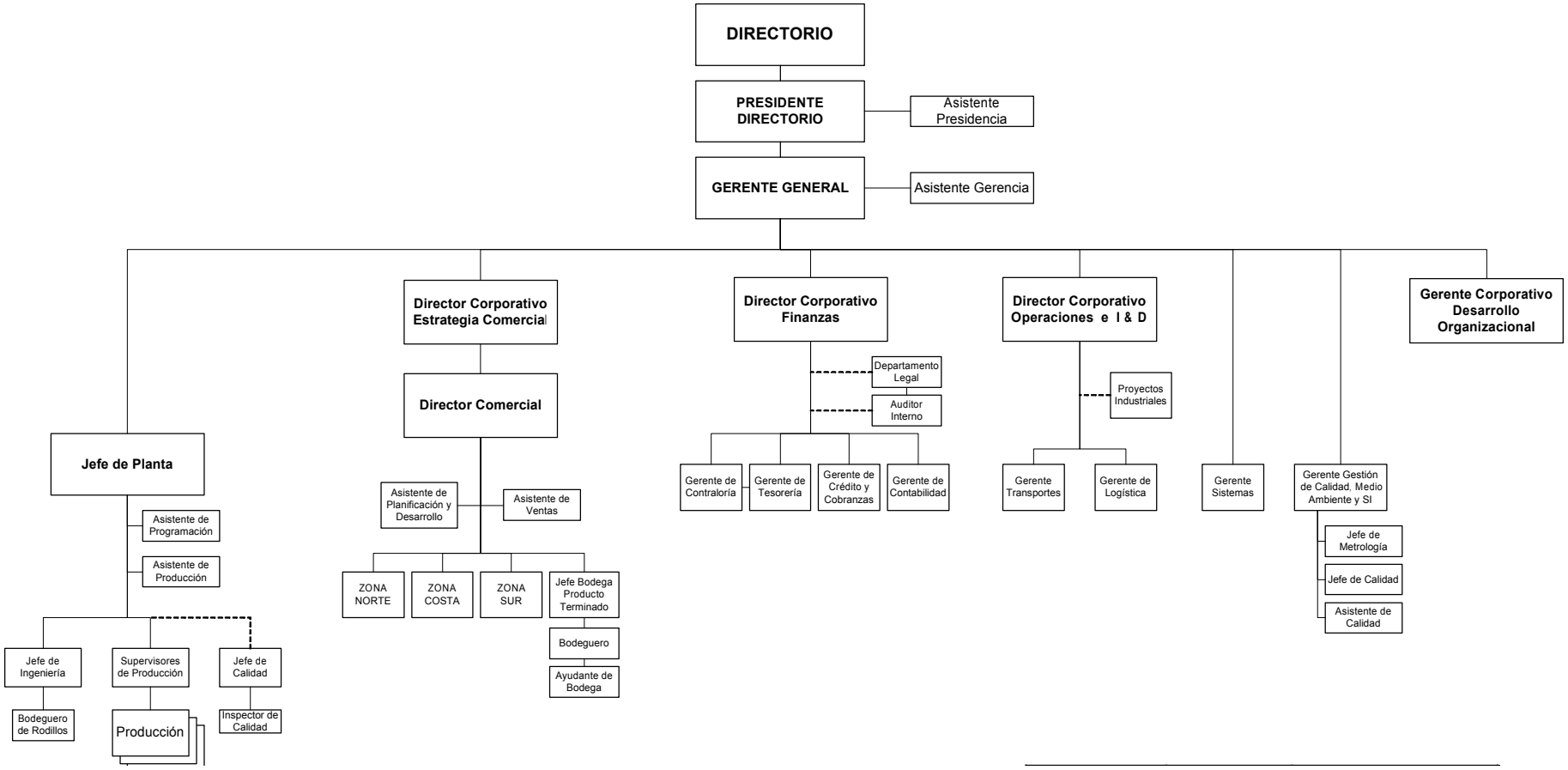


Figura 1.3: Organigrama de la empresa TUGALT S.A Fuente: Documentos TUGALT.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

1.6 Planteamiento del problema

En esta sección, vamos a identificar los problemas que se presentan en la empresa. Empezamos identificando a que se dedica la empresa. TUGALT se dedica al formado de tubería metálica, Perfilería, la elaboración de techos (Galvalum), Placa COLABORANTE. Los procesos necesarios para esta se tiene:

Formado de Tubería

- Corte de flejes: en este proceso se cortan las bobinas de acero en flejes con diferentes dimensiones de ancho como de espesor.
- Formado de tubería: en este proceso, los flejes cortados, pasan por los bancos de formado adquiriendo la geometría necesaria para la tubería.
- Empaquetado: este es un sub proceso de formado, en donde se empaquetan la tubería tipo negra.

Figura 1.4: Proceso de formado

Rebabado de tubería

Algunos tipos de tubería necesariamente pasan por este proceso, el cual trata de quitar la rebaba que al cortar la tubería se forma. Solamente la

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

tubería que debe ser galvanizada o la que se especifica ser rebabada pasa por este proceso.

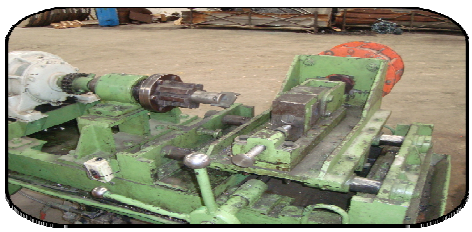


Figura 1.5: Proceso de Rebabado

Galvanizado de Tubería

Galvanizado es el proceso electroquímico por el cual se puede cubrir un metal con otro. La tubería pasa por un proceso de galvanizado en donde se tiene los subprocesos:

- Baño con sosa caustica (Hidróxido de sodio NaOH): se lo realiza para limpiar la tubería de partículas extrañas y desengrasarla, la temperatura del baño varía entre 60°C a 80°C.
- Baño con Agua: Enjuague en agua caliente y limpia para evitar el arrastre de líquido de la limpieza cáustica al decapado.
- Baño con ácido (ácido sulfúrico H_2SO_4): Son soluciones en base a ácido Sulfúrico, que tienen la finalidad de remover los óxidos de la superficie del acero.
- Baño con Agua: Enjuague en agua limpia para evitar el arrastre de ácido y hierro en solución, los cuales contaminan el pre luxado y el zinc fundido del crisol de galvanización

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- Baño con flux: Es una solución acuosa de Cloruro de Amonio (ClNH4), que disuelve los óxidos leves que se hayan vuelto a formar sobre la superficie del acero luego de su paso por el decapado y el lavado. La película de fundente que se deposita protege la superficie para que no vuelva a oxidarse y asegura un recubrimiento uniforme de zinc.
- Precalentamiento: se lo realiza para que la temperatura de la tubería sea lo más parecida a la temperatura a la que está el zinc (450°C), con la finalidad de que la distribución del zinc en la tubería sea lo más uniforme posible, disminución de cenizas y humos.
- Soplado de tubería: se pasa vapor de agua por el interior de la tubería para eliminar el exceso de zinc.
- Almacenaje: se almacena la tubería en carros, para facilitar su movimiento. Otra finalidad es la de enfriar la tubería.

Figura 1.6: Tinas para Galvanizado

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Célula de Roscado-Empaquetado de tubería

La tubería galvanizada, es roscada en sus extremos mediante el giro de unos peines de roscar, los cuales dan forma a la rosca en la tubería. Después de roscarla la tubería es empaquetada.

Figura 1.7: Maquinas roscadoras.

Estos procesos explicados brevemente son los que forman parte de la cadena de valor de la empresa. El proceso antes explicado se resume en la Figura 1.8.

Una vez que conocemos, a que se dedica la empresa y cuáles son sus procesos, vamos a identificar los problemas.

Dentro de los problemas encontrados en los procesos de la empresa se pueden nombrar los siguientes:

- Los procesos de trabajo sin estandarizar.
- Pedidos retrasados.
- Sobre procesamiento

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- Línea de producción desbalanceada.
- Exceso de inventario en cortes de fleje.
- Áreas Desorganizadas
- Demora en los cambios de línea.

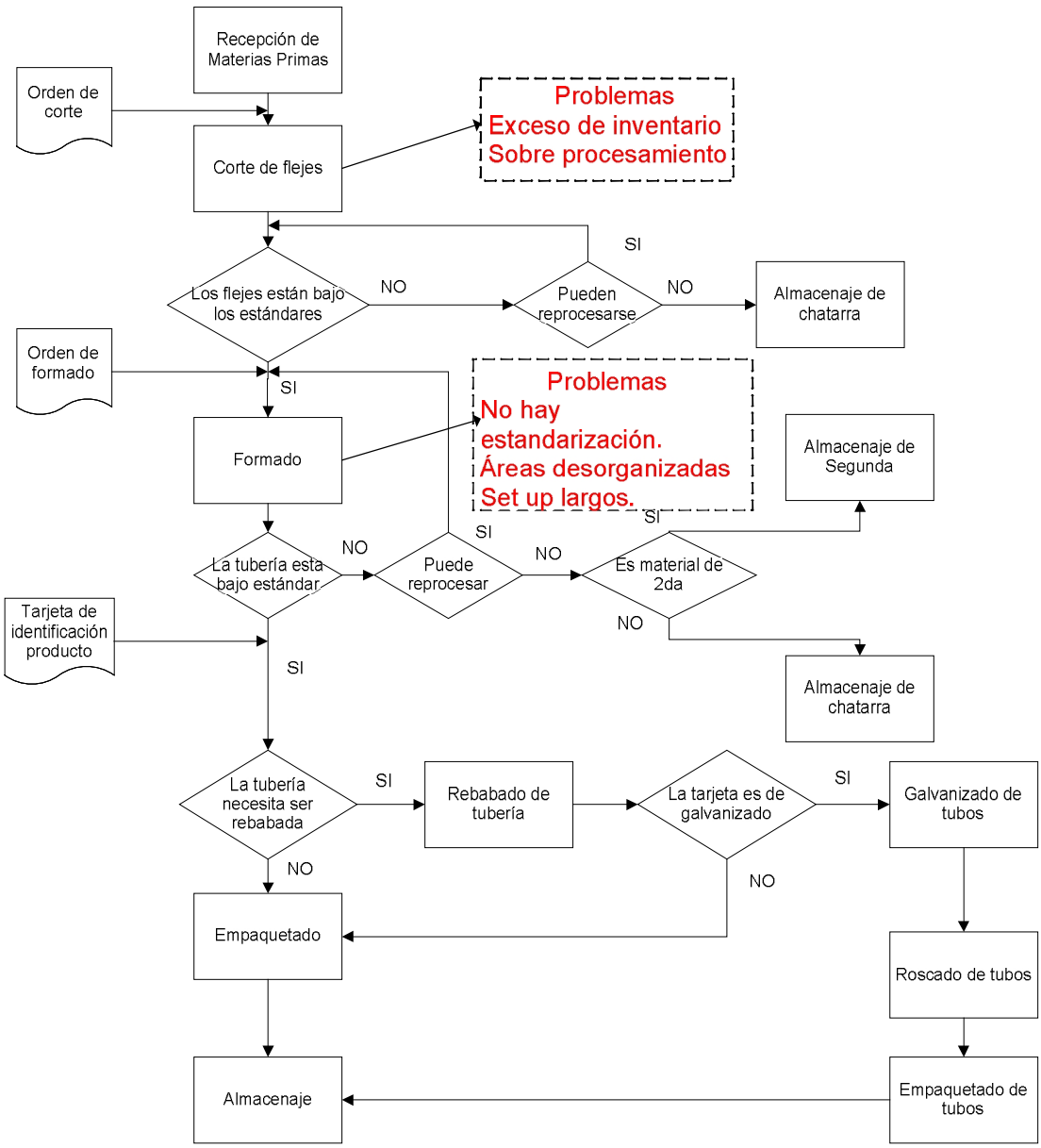


Figura 1.8: Proceso productivo de TUGALT. Elaboración propia.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

1.7 Justificación

Para los problemas como: procesos sin estandarizar en la formadora dos, cambios tiempos en cambio de línea formadora uno, áreas desorganizadas en la formadora uno, excesos de inventarios después de corte de flejes, retrasos en pedidos, su justificación se detalla a continuación.

-El trabajo estandarizado nos permite llevar organizadamente los elementos del trabajo encadenado en una secuencia que pueda ser repetida y llevada consistentemente. Los procesos sin estandarización, no permiten que esta secuencia fluya por tanto acumulan material y se producen retrasos en procesos aguas abajo. La estandarización además nos permite establecer métodos para la enseñanza del trabajo.

-Al poder satisfacer la demanda de los productos tipo A, se logra un mayor beneficio para la empresa. Los productos con categoría A, se retrasan bajando su nivel de cumplimento. Por ejemplo el tubo cuadrado de una pulgada y media espesor 1.5 (112150149), su porcentaje de ventas es del 3. 18% (332893 kg/año), en el año 2010, mientras que la producción en el mismo periodo fue de 2,62 %(307920.889 kg/año) esto nos da cuenta que existió retrasos.

-Se encontró otra particular que el tubo que más se produce en el periodo del 2010, fue el Cerramiento .Negro de 50.8mm (187180157) en 1,80mm de espesor con un 5.49%, mientras que en ventas este mismo tubo solo tiene el 4.22% de participación. Esto indica una sobreproducción de este producto.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

-Disminuyendo la sobre producción de productos que no agregan demasiado beneficio a la empresa, se podrá usar eficientemente los recursos de la organización.

-El orden, limpieza, organización, clasificación, disciplina, mejoran los niveles de calidad, los plazos de fabricación y los costes. Se cultivan las buenas relaciones humanas en la empresa y se eleva la moral. Las empresas cuyas fábricas están limpias se ganaran la confianza de los clientes, proveedores, visitantes y solicitantes de empleo.

Disminuir los tiempos de cambio de línea, se podrá liberar capacidad para la producción.

1.8 Alcances de la investigación

Los problemas mencionados, hacen referencia a muchas áreas de la planta por lo que es necesario establecer límites. Las mejoras implementadas se harán de la siguiente manera:

Kanban con WIP

En este tema, se diseña el flujo que deben seguir los productos, se va a escoger un número reducido de productos y son elegidos debido a que representan un mayor volumen de ventas, siendo los siguientes:

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Tabla 7: Productos para el Kanban con WIP.

Código	Descripción
192190387	FORMADORA 2
158360351	FORMADORA 2
111150078	FORMADORA 5
112110100	FORMADORA 5

Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo el esquema representado en la Figura 1.9 se realizarán las mejoras como: estandarización de tareas; para el sistema 5S se lo realizará en la formadora 1, en cada proceso que se detallan.

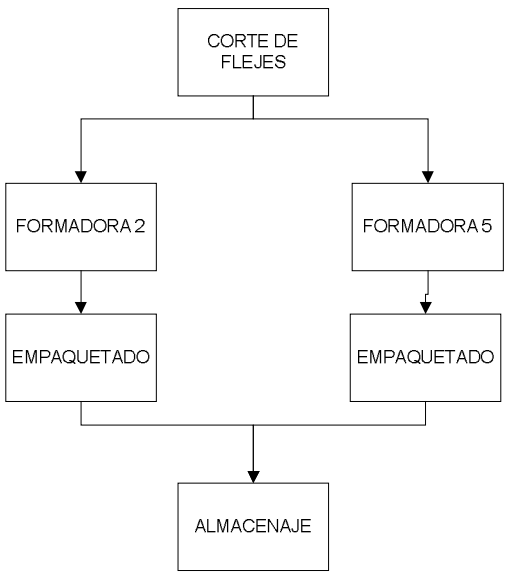


Figura 1.9. Esquema a seguir en el proceso de formado.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

1.9 Objetivos de la investigación.

Generales

Mejorar el proceso productivo mediante: el sistema 5S, y cambio rápido, así como diseñar el sistema de flujo Kanban con WIP.

Se pretende evaluar el proceso actual de producción con el proceso mejorado. Para esto se necesita tomar datos de producción de cada centro de trabajo, para maximizar el desempeño y eliminar los desperdicios encontrados en cada centro de trabajo.

Específicos

- Crear una herramienta para el control del sistema Kanban.
- Realizar hojas estandarizadas de trabajo.
- Crear una herramienta visual para la producción y las ventas.
- Disminuir el tiempo de cambio en las formadoras en un 50%

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

CAPITULO DOS

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción al sistema LEAN

Estructura global del sistema de producción de Toyota (3)

El sistema de producción inventado y promovido por Toyota Motor Corporation ha sido adoptado por muchas empresas japonesas como consecuencia de la crisis del petróleo de 1973. La finalidad principal del sistema es eliminar a través de las actividades de mejora varias clases de despilfarro que yacen ocultas en el interior de la empresa.

En este capítulo, se examina la parte teórica del sistema lean y sus herramientas, así como sus ventajas y los objetivos.

2.2 Objetivos del sistema Lean.

El objetivo principal del sistema de producción de Toyota consiste en reducir los costes eliminando por completo el despilfarro. En las operaciones de producción se pueden encontrar cuatro clases de despilfarros:

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

1) empleo excesivo de recursos para la producción,
2) exceso de producción,
3) exceso de existencias,
4) inversión innecesaria de capital.

2.3 Desperdicios que identifica el Sistema Lean.

Desperdicio (4): El desperdicio o Muda es una palabra japonesa que significa, cualquier cosa que no sea lo *mínimo y absolutamente necesario* de equipos, materiales, espacio, esfuerzo, para crear valor para el cliente.

- Sobreproducción: Producir o procesar mayor cantidad o más temprano, o más rápido de lo que requiere el cliente final ó el proceso cliente
- Espera: Tiempo ocioso entre actividades ó durante una actividad.
- Transporte: Trasladar materiales ó informaciones por distancias mayores a lo estrictamente necesario.
- Sobre procesamiento: Realizar más operaciones de las necesarias para el producto, es un trabajo que no agrega valor (muda).
- Inventario: Acumulación excesiva de materiales, normalmente debido a la política de procesar por grandes lotes
- Manejo excesivo: Cualquier esfuerzo más allá de los necesario para realizar una actividad

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- Errores o defectos:
- No aprovechar las habilidades de las personas.

2.4 Cinco principios del Lean Manufacturing para la fabricación eficaz (5)

1. "Understanding Consumer Value" o comprensión de lo que es valor para el cliente; el consumidor final, es quien decide lo que es importante y le aporta valor.
2. "Value Stream Analysis" o estudio de todas las fases del proceso de producción, para determinar las que añaden valor y las que se deben cambiar o eliminar.
3. "Flow" o unificación de las fases de trabajo en un espacio único.
4. "Pull" o fase final, en la que el producto no se termina hasta que los clientes no hacen el pedido.
5. "Perfection" u objetivo final. En la medida en que se eliminan los pasos innecesarios y los flujos de trabajo se adaptan a los pedidos de los clientes, se comprueban las reducciones de costes, esfuerzo y tiempos de trabajo en todas las áreas de la empresa.

De esta forma y mediante la revisión continua de los procesos, se entra en una espiral de mejora continua, ya que los cambios introducidos en una fase repercuten necesariamente en las demás.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

2.5 Mapeo de la Cadena de Valor VSM

Value Stream Mapping es un método de asignación de ruta visual de un producto de producción de "puerta a puerta". VSM puede servir como punto de partida para ayudar a reconocer los residuos y determinar sus causas. El proceso incluye la cartografía física de su "estado actual", mientras que también se centra en donde quieres estar, o su "estado futuro" del modelo, que puede servir como base para las estrategias de mejora.

Una cadena de valor es todas las acciones tanto en valor añadido y sin valor agregado, que actualmente se requiere para llevar un producto a través de los principales flujos esenciales:

- El flujo de producción de materias primas en los brazos del cliente
- El flujo de diseño desde el concepto hasta el lanzamiento.

¿POR QUÉ MAPEO de flujo de valor es una herramienta importante en el LEAN?:

- Le ayuda a visualizar algo más que el nivel de un solo proceso, le ayuda a ver más de los residuos le ayuda a ver las fuentes de los residuos en su cadena de valor.
- Proporciona un lenguaje común para hablar sobre los procesos de fabricación

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- Forma la base de un plan de ejecución se muestra la relación entre el flujo de información y el flujo de materiales
- Es mucho más útil que las herramientas cuantitativas y diagramas de diseño que producen un recuento del no-valor añadido, el tiempo de entrega, la distancia recorrida, la cantidad de inventario, y así sucesivamente. (6)

2.5.1 La metodología que se usa para elaborar el VSM es la siguiente:

a) Centrarse en una familia de producto. Una familia es un grupo de productos que se pasan a través de etapas similares durante la transformación y pasan por equipos comunes en los procesos.

b) Dibujar la situación actual, se realiza la recopilación de información en el taller, ver cómo está trabajando y no como quisiéramos que trabajara. Este da la información que necesita para realizar el estado futuro. (7)

EL ESTADO ACTUAL

1. Dibuje los iconos del cliente, proveedor y control de producción.
2. Ingrese los requisitos del cliente por mes y por día.
3. Calcule la producción diaria y los requisitos de contenedores.

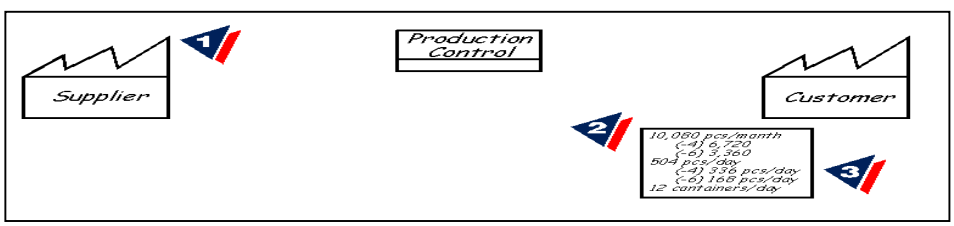


FIGURA 2.1 ICONOS DE: PROVEEDORES, CLIENTES, PRODUCCIÓN DIARIA

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

4. Dibuje el icono que sale de embarque y el camión con la frecuencia de entrega.

5. Dibuje el icono que entra, el camión y la frecuencia de entrega.

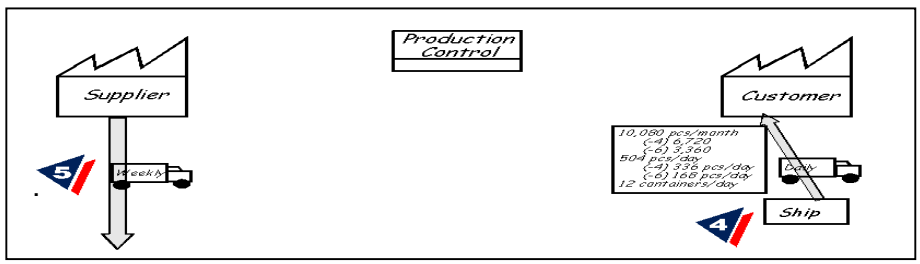


FIGURA 2.2 ICONOS DE ENTRADA DE MATERIA PRIMA Y SALIDA DE PRODUCTOS TERMINADOS

6. Agregue las cajas de los procesos en secuencia, de izquierda a derecha.

7. Agregue las cajas de datos abajo de cada proceso.

8. Agregue las flechas de comunicación y anote los métodos y frecuencias.

9. Obtenga los datos de los procesos y agréguelos a las cajas de datos. Obsérvelos directamente todo el tiempo.

10. Agregue los símbolos y el número de los operadores.

11. Agregue los sitios de inventario y nivele en días de demanda y el gráfico más abajo.

12. Agregue las flechas de empuje, de jalar y de primeras entradas primeras salidas.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

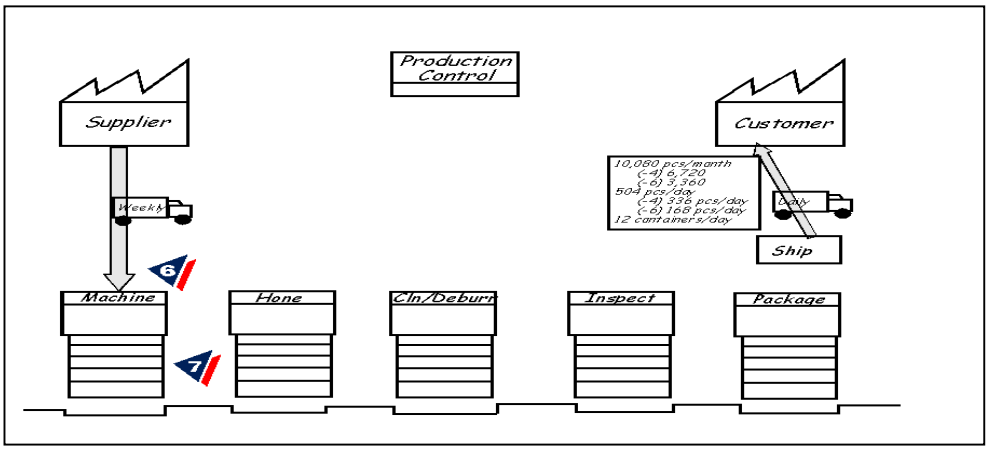


FIGURA 2.3 BLOQUES PARA TIEMPOS DE CADA PROCESO.

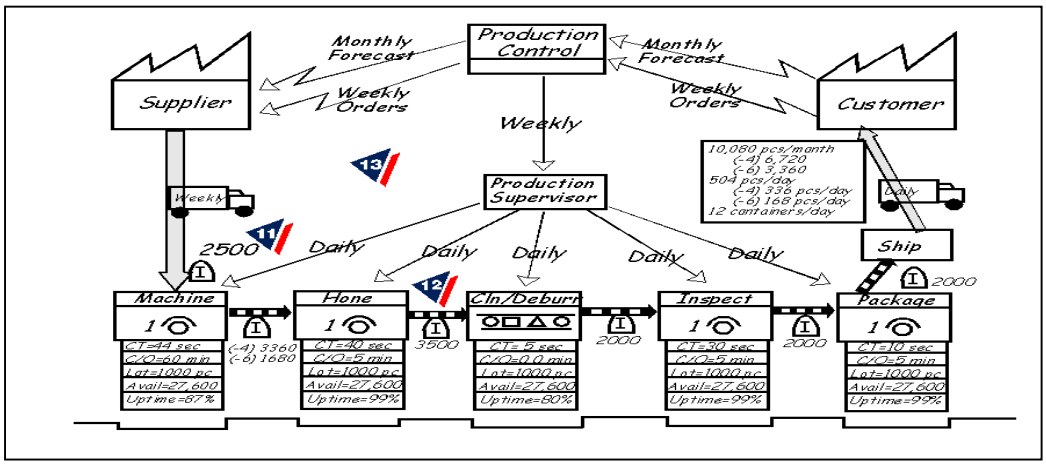


FIGURA 2.4 DIAGRAMA DE DESPLAZAMIENTO DE ACUERDO AL PROCESO CON SUS DATOS

13. Agregue otra información que pueda ser útil.

14. Agregue las horas de trabajo.

15. Agregue el tiempo de ciclo y el tiempo de procesamiento

16. Calcule el tiempo de ciclo total y el tiempo total de procesamiento

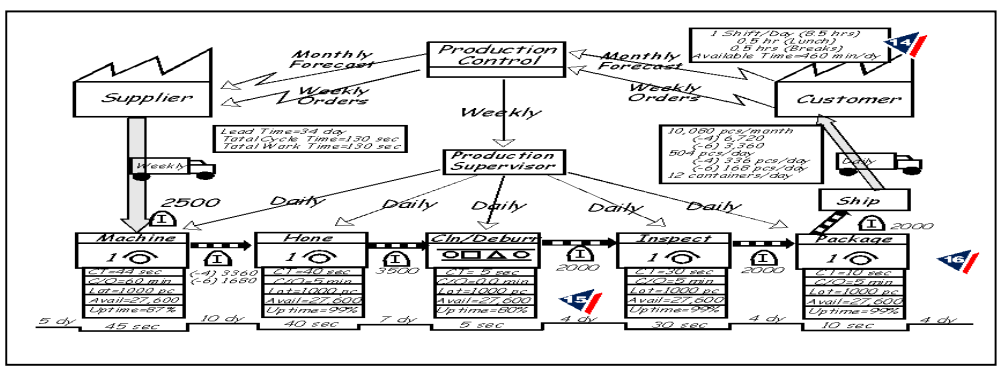


FIGURA 2.5 DIAGRAMA DE CADENA DE VALOR DEL PROCESO

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Una vez terminado el mapeo de la cadena de valor actual se prosigue con el mapeo de la cadena de valor futura. (8)

c) El paso final es preparar y comenzar activamente con un plan de implementación que describe, en una página, cómo va a alcanzar el estado futuro.

La grafica del estado futuro muestra un mapeo de la cadena de valor futuro. Figura 2.6

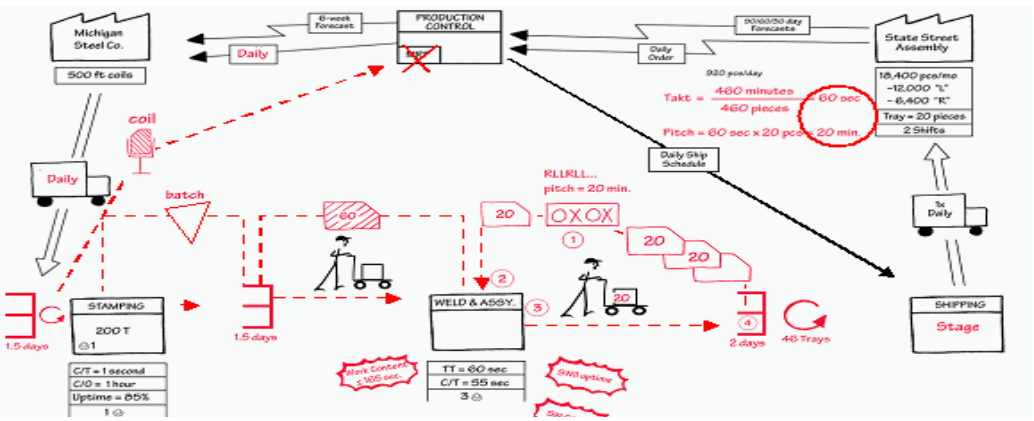


FIGURA 2.6 DIAGRAMA DE CADENA DE VALOR PROPUESTO
FUENTE:http://www.gestiopolis.com/recursos5/docs/ger/excadeva.htm día de la consulta 2011-03-22

2.6 Herramientas matemáticas para el hallazgo de la restricción[11]

Se detalla está parte, debido a que es necesario identificar de manera cuantitativa, las restricciones que tiene la empresa y poder eliminar en lo posible los desperdicios que hayan antes y después de está restricción.

[11] Macías Jaime y Salinas Andrés, "Elaboración del Plan de Implementación de la Metodología TOC en una Empresa Procesadora de Productos de Acero", pág. 27, año 2011

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

De acuerdo a la Teoría de Restricciones el hallazgo del cuello de botella dentro de una planta de producción puede hacerse por observación directa del proceso y a base de la experiencia. Los equipos que tienen mayor cantidad de trabajo en proceso son siempre firmes candidatos a ser cuellos de botella, sin embargo esta inspección sencilla es un tanto subjetiva y puede ser engañosa, puesto que carece de evidencia estadística que la respalde y porque no permite priorizar con precisión los esfuerzos de mejora (por ser una evaluación cualitativa, y no cuantitativa). Para tener un respaldo estadístico, se usan las formulas de la tabla 8.

TABLA 8 Fórmulas para el análisis de un Sistema de Manufactura

N°	FACTORES	FÓRMULAS
1	Trabajo en proceso (WIP)	= ×
2	Tiempo de ciclo mínimo ( )	; ≤
3	Tasa de salida máxima ( )	*ó*
4	Trabajo en proceso mínimo	= ×
5	Tasa de salida en el peor caso práctico ( )	= ——— x
6	Tiempo de ciclo en el peor caso práctico ( )	= + $\frac{-1}{}$

Fuente: Macías Jaime y Salinas Andrés, "Elaboración del Plan de Implementación de la Metodología TOC en una Empresa Procesadora de Productos de Acero".

Se presenta en la tabla 8 una parte de las expresiones desarrolladas por Hopp y Spearman (1996), para el análisis de líneas de producción.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

2.7 Gerencia de amortiguadores (9)

Está sección se la especifica, debido a que es necesario cuantificar los niveles de inventario en la empresa de una manera cuantitativa así como establecer límites en estos.

El objetivo principal de los amortiguadores es absorber todas aquellas variaciones que se presentan en el proceso. Otro de los objetivos es advertir de las potenciales amenazas que pueden afectar la programación de la producción. Debido a la información que proporcionan es necesario analizar constantemente el estado de los amortiguadores.

Amortiguadores DBR: Tres zonas

Una vez definido el amortiguador de tiempo, es necesario dividirlo en tres partes iguales las cuales serán identificadas por colores como lo muestra la figura 2.7: Zona 3 (color verde), zona 2 (color amarillo) y zona 1 (color rojo) y se procede a diseñar el sistema de reposición que genere las órdenes conforme la demanda así lo requiera.

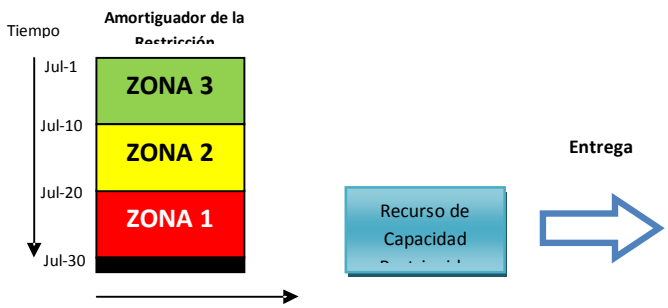


FIGURA 2.7: Tres zonas de un amortiguador Fuente: Macías Jaime y Salinas Andrés, "Elaboración del Plan de Implementación de la Metodología TOC en una Empresa Procesadora de Productos de Acero".

En un proceso de manufactura, la zona 3 equivale a la parte inicial del amortiguador. Este tiempo es más largo que el tiempo de

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

procesamiento neto de una unidad, pero es lo suficientemente corto para que muchas órdenes puedan consumirlo. La zona 2 es la parte media del amortiguador; variabilidad e incertidumbre consumen parte o todo este segmento. Por último, la zona 1 es la parte inferior del amortiguador. Es indispensable que este segmento del amortiguador no se consuma en su totalidad. Cualquier penetración a esta zona constituye una advertencia.

2.7.1 Reducción de inventarios en bodegas

Mediante el uso de la gestión de Buffer, en bodegas de producto terminado, se puede obtener en un Nivel Optimo de inventario, usando las formulas presentadas en la visión viable de una empresa, en los arboles de Estrategia y Táctica promovida y creada por el Doctor Eli Goldratt (2007).

Las formulas que se ocupan para este control son:

Verde= inventario > 2/3 del NOI

Amarillo= inv > 1/3 del NOI
Inv < 2/3 del NOI

Rojo = inv < 1/3 del NOI

Nivel Objetivo de Inventario(NOI):
Demanda promedio diaria (mes pasado)+(2 desviacion estandar * Tiempo historico de reposición)

Formulas recomendadas para el uso de buffers, se encuentran en Árbol de Estrategias y tácticas, dados por el Dr. ELIYAHU GOLDRATT (2007)

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

2.8 Herramientas del sistema Lean

2.8.1 Cinco eses (5)

2.8.1.1 Visión general y fundamentos de las "Cinco S".

La puesta en práctica continua de pequeñas mejoras es el principio en el que se basa el kaizen, actividad que desarrollan muchas empresas.

Las cinco eses, es un método empleado para reducir las «mudas» oculta en las fábricas. Las cinco eses representan las palabras japonesas *seiri, seiton, seiso, seiketsu* y *shitsuke*, que colectivamente se traducen en actividad de limpieza en el lugar de trabajo.

2.8.1.2 Objetivos de las cinco eses.

Al poner en práctica las cinco eses, se pretende:

- ✓ Mejoran los niveles de calidad,
- ✓ Mejoran los plazos de fabricación
- ✓ Mejoran los costes.

2.8.1.3 Como lograr estos objetivos.

Para alcanzar los objetivos antes mencionados, debe reducirse la muda mediante los siguientes puntos:

1. *Tiempo de preparación excesivo.* Es el tiempo que se pasa buscando las herramientas necesarias para efectuar la preparación de la operación siguiente.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

2. *Materiales o productos defectuosos.* La «fotografía del lugar», que estimula los sentimientos de orgullo y vergüenza en los trabajadores, se utiliza para motivar a éstos para que reduzcan los defectos.

3. *Zonas de trabajo atestadas.* La limpieza y el orden en el lugar de trabajo aumentan la eficacia.

4. *Plazos de entrega incumplidos.* En una fábrica «limpia» será más visible la falta de materiales, por lo que las órdenes para reponer los suministros serán más eficaces y se perderá menos tiempo esperando.

5. *Falta de seguridad.* Mejorar la disposición de materiales y herramientas.

2.8.1.4 Definición de los componentes de las cinco eses.

- *«Seiri»: separar claramente las cosas necesarias de las innecesarias.* Para practicar el seiri, se utilizan las etiquetas rojas rectangulares (que se describirán más adelante) para que dentro de la fábrica sólo permanezcan las cosas necesarias.

- *«Seiton»: disponer ordenadamente e identificar las cosas para su fácil utilización*.

- «Seiso»: *limpiar a fondo y mantener el orden y la limpieza.*

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- *«Seiketsu»:* mantener constantemente las tres eses antes mencionadas.

- Shitsuke»: hacer que los trabajadores adquieran la costumbre de ajustarse siempre a las reglas.

No es suficiente conocer las cinco eses: los trabajadores deben también practicarlas una y otra vez. Ello debe convertirse en un acto espontáneo, natural, emanado de su propia voluntad, y no impuesto desde fuera.

2.8.1.5 Seiri.

Directrices para practicar las cinco eses

El control visual

Para reconocer los elementos inútiles, los materiales se separan en dos montones: necesarios e innecesarios. Luego, se consigue el «seiri visual» utilizando las etiquetas rojas.

EL SEIRI VISUAL: La etiqueta roja

La técnica de la etiqueta roja se compone de las seis fases siguientes que deben efectuarse dos veces al año:

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Fase 1. Determinar la clase de estrategias de etiquetas rojas: la etiqueta roja en cada lugar de trabajo y la etiqueta roja a nivel de toda la empresa.

Fase 2. Determinación de los objetos que han de ser sellados. Los objetos que han de ser controlados y sellados pueden con etiquetas rojas pueden ser bien existencias, bien maquinaria, bien espacios.

Fase 3. Determinación de los criterios de etiquetado. Se debe dictar criterios específicos para trazar una línea bien definida entre los objetos necesarios y los innecesarios, usando criterios de uso a corto tiempo.

Fase 4. Preparación de las etiquetas. La figura 2.8 muestra una etiqueta, que contienen la fecha, el modelo, la cantidad, de que proceso viene, y los motivos para que sean sellados.

Modelo	SZ-250P
Nombre del producto	Puerta
Tamaño del lote	40
Cantidad	Una bandeja
Proceso	Soldadura de puerta
	2 de septiembre de 1990
Motivos	Fecha

(El tamaño real es de 120 x 120 mm)

Figura 2.8: Ejemplo de etiqueta Fuente: YASUHIRO Monden, "*El « just in time »hoy en Toyota* "

Todos los objetos etiquetados en rojo serán agrupados y evaluados una vez más antes de desprenderse de ellos.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Fase 5. Etiquetado. El etiquetado deberá hacerlo un miembro del personal directivo. Ellos pueden evaluar más objetivamente las condiciones que la persona directamente responsable del lugar del trabajo.

Fase 6. Evaluación de los objetos sellados y medidas recomendadas. Las existencias selladas se clasifican en cuatro grupos: defectuosas, invendibles, sin movimiento y materiales sobrantes. Los defectuosos, así como los invendibles deben tirarse, mientras que las existencias sin movimiento deben transferirse al almacén de etiqueta roja. Los demás materiales deben analizarse para ser enviados al almacén de etiquetas rojas o tirarse.

Una vez terminado el proceso de sellado, deben resumirse los resultados en una lista de existencias innecesarias y una lista de instalaciones innecesarias.

2.8.1.5.1 Beneficios de clasificar

Los beneficios de clasificar se logran, teniendo lugares de trabajo más seguros, donde se visualiza que existe solo lo necesario para cada operación. Otros beneficios pueden ser:

- ✓ Reducir los tiempos de acceso al material, documentos, herramientas y otros elementos

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- ✓ Liberar espacio útil en planta.
- ✓ Facilitar control visual de las materias primas que se van agotando y que requieren para un proceso en un turno, etc.

2.8.1.6 Seiton

El *seiton* visual

Permite a los trabajadores identificar y recoger fácilmente herramientas y materiales y luego devolverlos enseguida a un lugar cerca del punto en que se utilizan. Para esto se debe:

1. Decidir la ubicación de cada objeto.

2. Preparar contenedores.

3 Indicar la posición de cada objeto.

4. Indicar el código del objeto y su cantidad.

5. Hacer del seiton un hábito.

Reglas prácticas para el *seiton*

Mediante las siguientes preguntas se puede facilitar el uso del seiton:

Punto 1: ¿Pueden eliminarse las plantillas y herramientas? Piénsese si la tarea puede ejecutarse eficazmente sin plantillas ni herramientas.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Punto 2: ¿Puede disminuir la variedad de plantillas y herramientas? Piénsese si la variedad de operaciones de fijación puede reducirse estandarizando la fase de diseño.

Punto 3. ¿Están colocadas ergonómicamente las herramientas? Los movimientos inútiles y la posibilidad de que el operario se lesione pueden evitarse colocando los objetos frecuentemente utilizados a una altura comprendida entre la cintura y los hombros.

Punto *4: ¿Pueden identificar los operarios los lugares de almacenamiento de las herramientas?* El trazar la silueta de una herramienta o una plantilla en el sitio en el que ha de dejarse permite al operario reconocerlo fácilmente. Este es uno de los tres modos de llevar a cabo el seiton en cuanto se relaciona con el almacenamiento de herramientas (véanse la figura. 2.9).

2.8.1.6.1 Beneficios del seiton

- Disminuir tiempos de búsqueda.
- Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo.
- Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

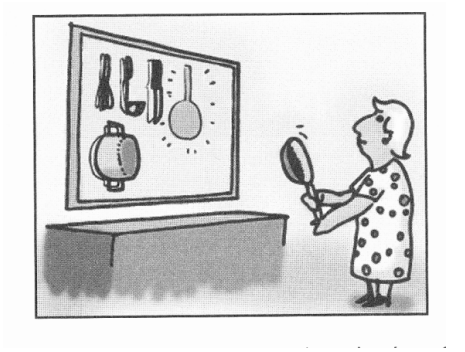


Figura 2.9: Señalización de herramientas Fuente: Santos Javier y Col, "*Mejorando la producción con lean thinking",* España, Editorial Pirámide, 2006, pág. 193.

2.8.1.7 Seiso (11)

El objetivo de este elemento es: Mantener continuamente la limpieza en la planta. Se lo puede lograr mediante una check list de las actividades de limpieza, y su comprobación. Mediante seguimiento constante del cumplimiento de la limpieza.

El beneficio que presenta este elemento, es de mantener la constancia en las prácticas de limpieza.

2.8.1.8 Seiketsu

La estandarización de las tareas de limpieza se logra, mediante la elaboración de fichas de resumen de actividades, donde se especifique el tiempo destinado a la limpieza y la frecuencia con la que deben realizarse.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Los beneficios que presentan este elemento, representan el punto de partida para la definición del trabajo estándar.

2.8.1.8.1 Beneficios y Ventajas de la Disciplina (Shitsuke).

Shitsuke, es motivar a los trabajadores para realizar actividades de mantenimiento y de mejora continua, se considera el componente más difícil de las cinco eses. Se trata de que los trabajadores ejerzan el *autocontrol* en vez de ser controlados por su superior.

Seiso, seiketsu y shitsuke

Las tres últimas palabras de las cinco eses están estrechamente interrelacionadas. El seiso —mantener continuamente la «limpieza» dentro de la fábrica— depende del seiketsu —que es estandarizar las actividades de limpieza de forma que sean concretas y fáciles de llevar a cabo—. Shitsuke es motivar a los trabajadores para que realicen continuamente actividades de seiso y seiketsu y participen en ellas.

2.8.1.9 Promoción del sistema de las cinco eses

La promoción de las cinco eses depende de las decisiones de la alta dirección.

Antes de poner en práctica un proyecto como el de las cinco eses, deben cambiar primero los modos de pensar de las personas y

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

sus actitudes hacia el trabajo. Todos los miembros de la empresa deben tener una idea cabal de la importancia y la finalidad de ella. También es útil colgar banderines con lemas tales como: «Un lugar de trabajo limpio requiere el esfuerzo de todos», o «En un lugar de trabajo limpio no hay despilfarro», etc.

Dado que las actividades de las cinco eses requieren un esfuerzo continuo y prolongado, es preciso que toda la empresa comprenda su finalidad.

2.8.2 Kanban.

2.8.2.1 Introducción.

En la actualidad, si una empresa no es lo suficientemente flexible para adaptarse a los cambios del mercado se podría decir que dicha empresa estará fuera de competencia en muy poco tiempo.

Una de las problemáticas más comunes que se presenta en la planeación de la producción es responderse a las preguntas: ¿Cuándo producir? , ¿Qué tiempo es necesario para realizarlo sin sobrantes ni faltantes?

Para responder a estas preguntas la persona encargada de la planeación, necesita un plan, un plan flexible, un plan hecho para ser

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

modificado, un plan que se pueda modificar rápidamente. Un plan que sea adaptable a la influencia tanto interna como externa.[12]

2.8.2.2 ¿Que es un Kanban? (12)

KANBAN se define como "Un sistema de producción altamente efectivo y eficiente". KANBAN significa en japonés: 'etiqueta de instrucción'. Su principal función es ser una orden de trabajo, es decir, un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de qué se va a producir, en qué cantidad, mediante qué medios y cómo transportarlo.

2.8.2.3 Tipos de Kanban.[13]

Se utilizan dos clases de KANBANES principalmente: el Kanban de retirada y el Kanban de producción. En el *Kanban de retirada* se especifica la clase y la cantidad de producto que un proceso debe retirar del proceso anterior, mientras que en el *Kanban de producción* se especifica la clase y cantidad de producto que un proceso debe producir (figs. 2.10 y 2.11).

[12] YASUHIRO Monden, "*El « just in time »hoy en Toyota* " ,Capitulo 2

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

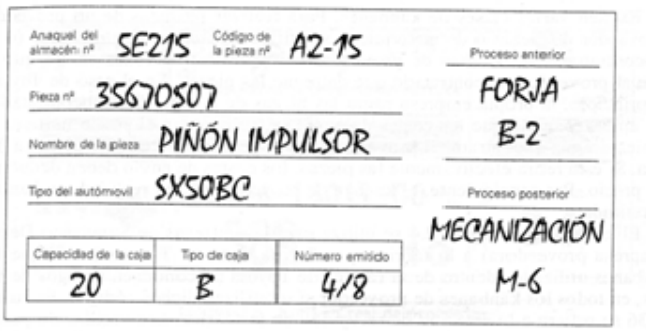


Figura 2.10: Kanban de retirada Fuente: YASUHIRO Monden, "*El « just in time »hoy en Toyota* "

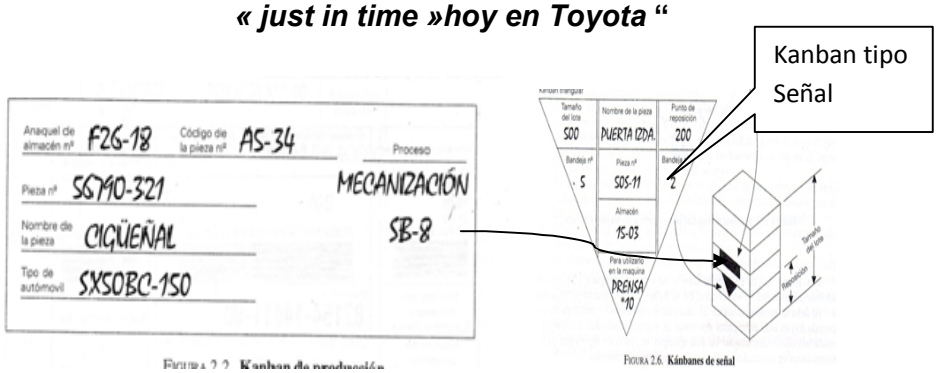


Figura 2.11: Kanban de producción. Fuente: YASUHIRO Monden, "*El « just in time »hoy en Toyota* "

2.8.2.3.1 El Kanban de producción.[14]

Se utiliza un *Kanban de señal (triangular o rectangular)* para especificar la producción de un lote, un Kanban de señal se pone a modo de etiqueta a una caja del lote. Si las retiradas llegan a la posición en que se halla este Kanban, debe ponerse en marcha la

[14] YASUHIRO Monden, "*El « just in time »hoy en Toyota* " ,Capitulo 2

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

orden de producción. De los dos tipos de KANBANES de señal, el primero es un *Kanban triangular.* En la figura 2.12, se lo representa.

Figura 2.12: Kanban Triangular. Fuente: YASUHIRO Monden, "*El « just in time »hoy en Toyota* "

El segundo tipo de Kanban de señal es de forma rectangular y se denomina *Kanban de solicitud de materiales.*

2.8.2.4 Reglas del Kanban (13).

<u>Regla 1: NO SE DEBE MANDAR PRODUCTO DEFECTUOSO A LOS PROCESOS SUBSECUENTES</u>

La producción de productos defectuosos implica costos tales como la inversión en materiales, equipo y mano de obra que no va a poder ser vendida.

Figura 2.13: Primera regla del Kanban.

Fuente: Documentos TUGALT

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Regla 2: LOS PROCESOS SUBSECUENTES REQUERIRÁN SOLO LO QUE ES NECESARIO. (14)

Esto significa que el proceso subsecuente pedirá el material que necesita al proceso anterior, en la cantidad necesaria y en el momento adecuado. Este mecanismo deberá ser utilizado desde el último proceso hasta el inicial, en otras palabras desde el último proceso hasta el inicial.

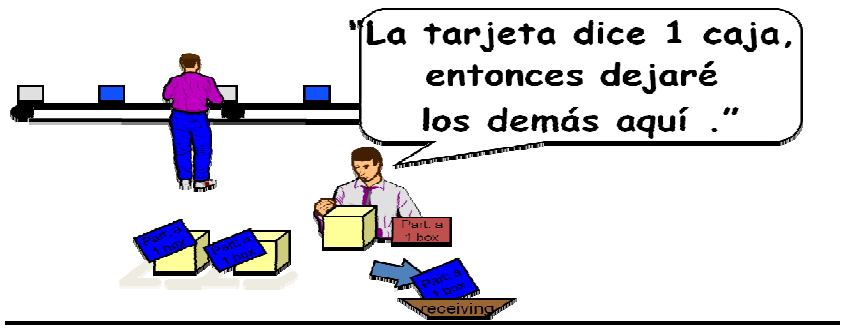


Figura 2.14: Segunda regla del Kanban. Fuente: Documentos TUGALT

Regla 3. PRODUCIR SOLAMENTE LA CANTIDAD EXACTA REQUERIDA POR EL PROCESO SUBSECUENTE.

Esta regla fue hecha con la condición de que el mismo proceso debe restringir su inventario al mínimo, para esto se deben tomar en cuenta las siguientes observaciones:

1. No producir más que el número de KANBANES.

2. Producir en la secuencia en la que los KANBANES son recibidos.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Figura 2.15: Tercera regla del Kanban. Fuente: Documentos TUGALT

Regla 4. BALANCEAR LA PRODUCCIÓN

De manera en que podamos producir solamente la cantidad necesaria requerida por los procesos subsecuentes. En este punto es el que hace énfasis, la producción debe estar balanceada o suavizada (Smooth, equalized).

Figura 2.16: Cuarta regla del Kanban. Fuente: Documentos TUGALT

Regla 5. KANBAN ES UN MEDIO PARA EVITAR ESPECULACIONES

De manera que para los trabajadores, KANBAN, se convierte en su fuente de información para producción y transportación y ya que los trabajadores dependerán de KANBAN para llevar a cabo su trabajo.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Figura 2.17: Quinta regla del Kanban. Fuente: Documentos TUGALT

<u>Regla 6. ESTABILIZAR Y RACIONALIZAR EL PROCESO</u>.

Dado que el número de KANBANES determina las existencias máximas de una pieza, debe reducirse lo más posible. En Toyota se considera que el aumento del nivel de existencias es el origen de toda clase de despilfarros

Figura 2.18: Sexta regla del Kanban. Fuente: Documentos TUGALT

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

2.8.2.5 Diferencias entre el sistema Kanban y los sistemas convencionales.

El sistema Kanban de producción, comparado con otros sistemas que facilitan la programación de la producción como MRP I y II, ERP, pueden reflejarse en los siguientes puntos:

Sistema de Producción	
El sistema Kanban se caracteriza por ser un *sistema de atracción,* ya que los procesos atraen hacia cada uno lo que necesitan producir.	MRP, se caracterizan por ser *sistemas de empuje,* en los que el impulso lo da la oficina central de planificación.
Periodos de tiempo (15) :	
El sistema Kanban no requiere esencialmente este escalonamiento de tiempos, puesto que se basa en la producción nivelada.	El MRP es de por lo menos una semana. Además, MRP precisa de un *escalonamiento de tiempos,* es decir, un programa interperiódico que lance la fabricación de las piezas de un producto en función del plazo de fabricación

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Programa Maestro	
En el sistema Kanban, el plan global no fija estrictamente la producción, sino que se limita a establecer un marco nada rígido que prepara la disposición de los materiales y los trabajadores en cada uno de los procesos de toda la fábrica.	En el MRP este plan ha de cumplirse rigurosamente
Comparación de resultados.	
En el sistema Kanban no hace falta comparar los resultados planeados y los reales al final de cada intervalo de producción, es decir, al final de cada día, porque tal comparación se desprende necesariamente del proceso de producción real diaria y del lanzamiento diario de la producción mediante Kanban	MRP debe efectuarse una revisión al final de cada intervalo —o período— de producción, comparando los resultados planeados con los reales. Si en la revisión se descubre una diferencia entre unos y otros, deben tomarse medidas correctoras.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

2.8.2.6 Determinación de Números de Kanban de proveedor y producción. (16)

El sistema Kanban de Toyota es un sistema de atracción: cada proceso de fabricación retira piezas del proceso anterior y luego éste empieza a producir tantas unidades como le han retirado; en cierto sentido, aquél es el que ordena las piezas necesarias al proceso anterior en la cantidad correcta y en el momento oportuno. En consecuencia, el sistema Kanban puede examinarse desde el punto de vista de los sistemas de control de existencias. Dentro de las fábricas, se utiliza normalmente el sistema de retirada de **cantidad constante**, mientras que para los suministros de proveedores se utiliza exclusivamente el sistema de retirada de **ciclo constante**.

2.8.2.7 Número de Kanban en el SISTEMA DE CICLO CONSTANTE

Para el caso del sistema constante que es el que usa fuera de la empresa se calculará el número de Kanban con la siguiente fórmula:

$$N°Kanban = \frac{D \times (CP + PF + PS)}{Q}$$

Donde
D= demanda diaria del articulo
CP= Ciclo de pedido del producto
PF= Plazo de fabricación del producto
PS= Plazo de seguridad.
Q= Capacidad del contenedor

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Al analizar esta fórmula es importante advertir lo siguiente:

—El *ciclo de pedido* es el intervalo de tiempo (días) que media entre la emisión de una orden de producción a la línea y la emisión de la orden de producción siguiente. También se denomina *ciclo de Kanban.*

—El *tiempo de proceso* es el intervalo de tiempo (días) que transcurre entre la formulación de una orden de producción y la terminación de ésta. Este intervalo de tiempo corresponde al número de KANBANES de las existencias en curso que se mantienen o procesan dentro de la línea.

—El *período de seguridad* corresponde a las existencias que se mantienen en el almacén. Estas existencias responden a los productos defectuosos, las averías de las máquinas, etc.

2.8.2.8 Determinación de Supermercados (17).

Los supermercados tienen como finalidad absorber variaciones en el proceso y promover un flujo continuo de trabajo. Se indica a continuación las etapas a seguir para diseñar un supermercado.

2.8.2.8.1 Etapas para Diseñar un Supermercado de Piezas

Para diseñar nuestros supermercados vamos a contestar una serie de preguntas que nos guiarán hacia cada etapa del diseño.

- *1. **Decida donde ubicar el supermercado.***

  - Para esto, es preferible ubicarlo cerca del proveedor, en nuestro caso cerca del proceso proveedor corte de flejes.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- Es preferible ubicar un supermercado en la bodega de productos terminados, para que esté absorba las fluctuaciones de la demanda.

➢ ***2. ¿Qué cantidad de cada material debemos mantener en el supermercado, y que espacio será necesario?***

Es recomendable iniciar con algunos ítems piloto, antes de expandir la solución a todos los ítems

2.1 Definir el nivel máximo de inventario

- Cálculo de Qualiplus[15]

$$I_{MAX} = D_{75\%}\left(F_{PED} + T_R + T_{pulmón} + T_{incert}\right)$$

✓ **D75%:** percentil 75% de la demanda diaria (hay solo 75% de probabilidades de que la demanda diaria exceda este valor)

✓ **Fped:** frecuencia de los pedidos de reabastecimiento del supermercado (días)

✓ **Tr:** tiempo de reabastecimiento (días)

✓ **T pulmón:** factor de protección contra picos de demanda (causas especiales en el perfil de demanda; stock pulmón) – en días u horas

✓ **T incert:** factor de seguridad contra incertidumbre en la entrega de pedidos (causas especiales, interrupciones en

[15] Qualiplus es una empresa dedicada a la consultaría en temas como planificación y gestión, desarrollo de nuevos productos, mejoramiento de procesos, presentes desde 1984, tiene clientes a nivel mundial con resultados comprobados.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

el proceso, quiebra de máquinas, problemas en el transporte etc; es un stock de seguridad) – en días.

2.2 Elegir el medio de almacenamiento adecuado para cada producto:

Se Pueden usar Rack común que es un armazón de metal y sirve como soporte para otros elementos, estos armazones pueden colocarse de manera inclinada ("Flow rack") para facilitar su alcance o se pueden usar Pallet

2.3 Definir el espacio necesario (para el Inventario Máximo)

Para definir este espacio se debe tener en cuenta, espacio auxiliar para pedidos especiales, eventual inventario en exceso.

2.4 Defina un sistema visual de identificación y dirección

Para identificar de manera visual el supermercado y su inventario máximo se puede pintar dicho nivel o colocar una señal en el espacio designado para el supermercado.

3. ¿Cómo va funcionar el flujo de señales de halado y materiales/piezas en el supermercado?

- **3.1 Defina el (los) tipo(s) de "señal de halado" de los puntos de consumo:**

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

La señal de halado que se tenga en el punto de consumo será una tarjeta Kanban.

- **3.2 Defina la frecuencia de entrega del supermercado a los puntos de consumo y de los proveedores al supermercado**

  - ¡Mayor frecuencia, menor inventario!

- *4. ¿**Cómo el supermercado va a operar?***

4.1 Defina procedimientos para colocar y retirar productos en el supermercado.

Los procedimientos que se hayan de realizar para retirar elementos del supermercado diseñado, deben favorecer al flujo de producción, un canal FIFO, se adaptaría a las necesidades.

4.2 Defina procedimientos para transportar y entregar productos a los puntos de consumo

Se debe tener en cuenta, las rutas que deben seguir los materiales hasta el supermercado.

4.3 Defina procedimientos para reaccionar a inventario en exceso

4.4 Determine el inventario mínimo y procedimientos de reacción

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

$$I_{MIN} = D_{75\%}\left(T_{pulmón} + T_{incert}\right)$$

- La situación de inventario mínimo debe ser tratada con urgencia, ¡como si el stock del producto hubiera terminado!

4.5 Determine el punto de pedido

El punto de pedido no es lo mismo que el nivel mínimo. El punto de pedido se lo debe accionar con suficiente antecedencia para que, idealmente, al llegar el producto, el inventario justo llega al nivel mínimo. **Una regla práctica es: Punto de pedido= 2 x Inventario Mínimo + Nivel de seguridad**

2.8.3 Estandarización de tareas.

2.8.3.1 Introducción.

Las operaciones estándar están encaminadas a utilizar un número mínimo de trabajadores para la producción. Lograr una alta productividad a través de un trabajo esforzado, que no significa trabajo agotador, sino al contrario: significa trabajar eficazmente sin realizar movimientos inútiles.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

2.8.3.2 Objetivos de la estandarización

- ✓ Lograr una alta productividad a través de un trabajo esforzado, que significa trabajar eficazmente sin realizar movimientos inútiles.
- ✓ Lograr el equilibrio entre todos los procesos de la línea desde el punto de vista del ritmo de producción.
- ✓ El tercer y último objetivo es reducir al mínimo las existencias en curso de transformación, estableciendo como cantidad estándar de productos en curso.

Para alcanzar estos tres objetivos, las operaciones estándar se componen de la duración del ciclo, la secuencia de las operaciones estándar y la cantidad estándar de productos en curso (figura. 2.21).

2.8.3.3 Clasificación del trabajo (18).

Está claro que si seguimos a una enfermera, a un ingeniero, o a un policía, las actividades que realicen estas personas van a ser totalmente diferente y complejas. ¿Cómo se podría clasificar estas diferencias?, ¿Cómo podríamos clasificar las diferencias entre una ensamblador manual de taller y las trabajadores de servicio técnico?

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Charles Perrow presentó un marco útil en un artículo en 1967 [16] donde, identificó dos factores que pueden ayudarnos a clasificar diferentes trabajos: *variedad y nivel de análisis de las tareas.*

Variedad de trabajo: el número de diferentes tipos de capacidades que se requieren para realizar un trabajo. Aunque el operario realice una larga lista de tareas, en lo que se refiere a la variedad puede ser baja.

Nivel de análisis de tareas: desglose que se realiza a las tareas, con pasos estándares que puedan ser enseñados con facilidad.

Perrow puso estos dos factores dentro de una matriz que se muestra en la figura 2.19. Con dos niveles alto y bajo y con base a la posición de la matriz, predijo el tipo de organización más efectiva para los diferentes tipos de trabajo.

Trabajo artesanal: hay un número diferente de tareas, y la variedad de tareas es baja.

Trabajo no rutinario: Cada situación presentada en el ambiente de trabajo de estas, son diferentes unas de otras. Se tiene mucha flexibilidad para utilizar el criterio.

---

[16] LIKER K. JEFFEREY, "*LAS CLAVES DEL ÉXITO DE TOYOTA: 14 principios de Gestión del fabricante, mas Grande del Mundo",* España, Ediciones Gestión 2000, 2006, p. 90

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Trabajo de rutina: Son trabajos altos en nivel de análisis y bajo en variedad de tarea baja. El trabajo de ensamble de ciclo corto está en esta tarea.

Trabajo técnico: existe variedad de tareas, conlleva una buena cantidad de pericia para resolver problemas, pero muchas tareas para lograr esto son rutinarias.

Evidentemente diferentes tipos de trabajo requieren diferentes enfoques sobre cómo desarrollar a la gente. En la figura 2.20 se puede observar cómo se puede desarrollar al personal en diferentes trabajos.

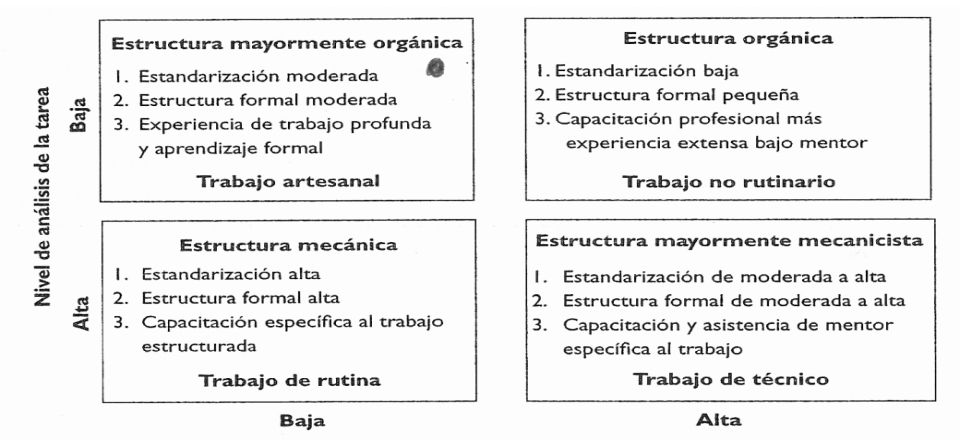


Figura 2.19: Matriz de requerimientos del trabajo por requisitos de tarea. Fuente: Talento Toyota Yasuhiro Monden, "*El « just in time »hoy en Toyota*

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Tipo de trabajo	Trabajos ejemplo	¿Qué puede estandarizarse?	Requisitos de saber hacer acumulado
Rutina (variedad baja, nivel de análisis alto)	Trabajo en la línea de ensamblaje, mesero de comida rápida, cajero en banco, capturista de información	Elementos de trabajo, secuencia, ritmo, capacidades fundamentales, especificaciones del producto, distribución del lugar de trabajo-herramientas	Reconocimiento de problemas, respuesta a los problemas, solución de problemas
Técnico (variedad alta, nivel de análisis alto)	Inspección, manejo de material, analista de información de laboratorio, trabajo de apoyo técnico de computadora, mantenimiento de equipo	Procedimientos genéricos, procesos centrales, capacidades fundamentales, especificaciones de productos, distribución del lugar de trabajo-herramientas	Habilidad para detectar y corregir las fallas, solución de problemas intuitivo, mapa mental de situaciones problemáticas
Artesanal (variedad bajo, nivel de análisis bajo)	Líder de grupo, enfermera, comprador, algunos trabajos de ingeniería	Procedimientos genéricos, capacidades fundamentales, guías de productos, distribución del lugar de trabajo-herramientas	Solución de problemas intuitivo, situaciones de interpretación
No rutinario (variedad alta, nivel de análisis bajo)	Administrador de programa, científico de investigación y desarrollo (R&D), ingeniero de desarrollo, cirujano	Procedimientos genéricos, capacidades fundamentales, criterios de producto, distribución del lugar de trabajo: herramientas	Habilidad creativa-innovadora, solución de problemas intuitivo, situaciones de interpretación

Nota: Existe una amplia variación en el contenido de los trabajos a lo largo de empresas e industrias e incluso dentro de las empresas. De modo que la misma categoría de trabajo, por ejemplo ingeniería, caerá en diferentes tipos de clasificaciones de trabajos dependiendo del contenido del mismo.

Figura 2.20: Qué estandarizar en diferentes trabajos. Fuente: Talento Toyota Yasuhiro Monden, "*El « just in time »hoy en Toyota*

2.8.3.4 Determinación de los componentes de las operaciones estándares en los procesos necesarios. (19)

Los componentes de las operaciones estándar los decide principalmente el capataz o encargado. Éste determina las horas de trabajo necesarias para producir una unidad en cada máquina y también el orden de las diversas operaciones que ha de ejecutar cada trabajador. Dentro de los centros de trabajo de la empresa se tienen diferentes cargos, los cuales demandan diferentes tipos de actividades (figura 2.21) Para estas actividades se tendrán tareas las cuales pueden ser:

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

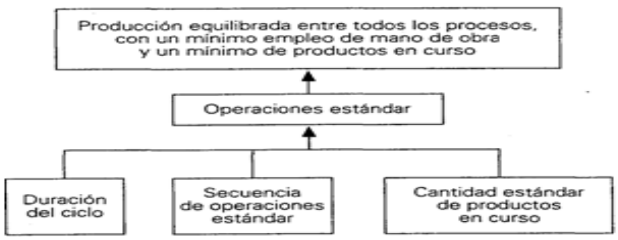


Figura 2.21: Elementos de las operaciones estándar. Fuente: Yasuhiro Monden, "*El « just in time »hoy en Toyota* "

Siguiendo los tipos de trabajo que se presentaron, se clasifica el trabajo en los diferentes centros de trabajo de la empresa. Estos tipos de trabajo se los aprecia en la tabla 9.

Tabla 9: Clasificación del trabajo en los procesos de estudio.

CENTRO TRABAJO	CARGO	TIPO DE TRABAJO	Tipo de estandarización
FORMADO	SOLDADOR	Técnico	Moderada/alta
	OPERADOR	Técnico	Moderada/alta
	ENDEREZADOR	Técnico	Moderada/alta
	EMPAQUE	Rutinario	Estandarización alta
CORTE DE FLEJES	OPERADOR	Técnico	Moderada/alta
	AYUDANTE DE OPERADOR	Técnico	Moderada/alta
REBABADO	AYUDANTE GENERAL	Rutinario	Estandarización alta
	OPERADOR	Rutinario	Estandarización alta

Fuente: Elaboración propia.

Tareas Rutinarias: son aquellas que el operador la realiza en una rutina consistente.

Tareas No rutinarias: son aquellas que se realizan fuera del ciclo de trabajo

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Tareas auxiliares: son las actividades necesarias para que se realicen las actividades cíclicas. Se las lleva a cabo cuando se las necesita.

Cuando se diseccione el trabajo, se debe empezar solo con los elementos de rutina más elevada que son generalmente más fáciles de entender que todos los detalles y las variantes. Las descripciones de las tareas deben ser generales, a un nivel que puedan ser entendidas con claridad. Para cuando se requiera la Instrucción de trabajo de una tarea determinada se deberá desglosar dicha tarea de manera que pueda ser parte de la instrucción.

Las operaciones estándar se determinan de la siguiente manera:

1. Se determina la duración del ciclo.
2. Se fija el tiempo de ejecución por unidad.
3. Se establece la secuencia de las operaciones estándar.
4. Se determina la cantidad estándar de productos en curso.
5. Se prepara la hoja de operaciones estándar.

2.8.3.5 Hoja de Trabajo estandarizado (20)

La hoja de trabajo estandarizado, clarifica cuanto trabajo manual o de máquina puede realizarse dentro del Tiempo Takt. La hoja de trabajo estandarizado es utilizada principalmente para analizar el movimiento del trabajo, definir y describir el movimiento más eficiente del operador

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

conforme realice el trabajo.[17] La hoja de trabajo estandarizado, muestra los campos como:

—duración del ciclo;

—secuencia de las operaciones;

—cantidad estándar de productos en curso;

—tiempo neto de operación;

—puntos en los que se comprueba la calidad del producto;

—puntos en los que se presta atención a la seguridad del operario.

La exposición de esta hoja se dará donde todos los trabajadores del proceso puedan verla, puede ser útil para el control visual de tres campos distintos:

1. Es una guía para que cada operario se atenga al orden de las operaciones.

2. Ayuda al encargado o capataz a comprobar si todos los operarios siguen las operaciones estándar.

3. Permite al jefe de nivel superior evaluar la aptitud del encargado, puesto que las operaciones estándar han de ser revisadas frecuentemente para mejorarlas.

[17] LIKER K. JEFFEREY, "*LAS CLAVES DEL ÉXITO DE TOYOTA: 14 principios de Gestión del fabricante, mas Grande del Mundo",* España, Ediciones Gestión 2000, 2006, p. 127

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

2.8.4 Cambio rápido de modelo (SMED) (21)

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

2.8.41 Objetivos de SMED

- Facilitar los pequeños lotes de producción
- Alcanzar el tamaño de lote unitario
- Hacer la primera pieza bien cada vez
- Cambio de modelo en menos de 10 minutos
- Separar las preparaciones internas y externas
- Eliminar el tiempo externo (50%)

2.8.4.2 Beneficios de SMED

- Producir en lotes pequeños
- Reducir inventarios
- Procesar productos de alta calidad
- Reducir los costos
- Tiempos de entrega más cortos

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- Ser más competitivos
- Tiempos de cambio más confiables
- Carga más equilibrada en la producción diaria

2.8.4.3 Técnicas usadas.

Identificación de la clase de actividades que realiza el operario durante el cambio:

- Actividades externas. Son las actividades que se realiza cuando la máquina está en marcha
- Actividades internas .Son las actividades que se realizan cuando la máquina está parada

2.8.4.4 Implementación de operaciones en paralelo (22)

En algunos trabajos, los cambios se realizan tanto delante como detrás de la máquina, y si la operación es realizada por un solo trabajador, éste perderá tiempo realizándola. Con esta técnica se pretende que las operaciones se realicen simultáneamente por dos operarios en cada parte de la máquina. Se debe tener atención a las esperas que se desarrollan; a la seguridad, por ejemplo cada vez que un operador termine una operación debe indicar que lo ha realizado.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

2.8.4.5. Fijaciones en una vuelta

La fijación o anclaje, de elementos, se lo puede realizar usando:

- Pernos que tengan la dimensión adecuada para el anclaje
- Pernos con menor número de hilos.

Al usar este tipo de objetos, se ahorra tiempo en el apriete de anclajes, ya que se tendrá que dar menos vueltas para lograr la presión necesaria.

2.8.4.6 Uso de Herramientas que faciliten el trabajo

Se debe tener en cuenta las posibilidad de cambiar de herramientas que nos permitan realizar el trabajo con mayor facilidad y más temprano, como por ejemplo cambiar el uso de llaves de tuercas manuales por herramientas neumáticas.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

CAPITULO III

3.1 Análisis de la situación actual

3.1.1 Descripción del proceso de Formado de tubería.

Flujo grama de la producción en TUGALT.

Para analizar la situación de la empresa, se empieza describiendo los procesos, de la organización, los cuales se los puede identificar más detallados en el flujo grama de la Figura 1.8. En el cual se muestra los pasos a seguir para la producción de la familia de tubería.

Recepción de Materia prima.- La materia prima que ingresa a la empresa, que son bobinas de acero, debe ser revisada y pasar pruebas de calidad especificadas en el documento TP-751-0333[18]. Entre la materia prima que ingresa, están bobinas de acero de espesores desde: 0.70 milímetros hasta 5.0milímetros

[18] Documentos de control de calidad de TUGALT, Departamento de Metrología.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Corte de flejes.- En este proceso, las bobinas de acero que han pasado el proceso de control de calidad, son cortadas en anchos específicos, para la elaboración de la tubería. El corte se lo realiza por cizallamiento.

Formado.- TUGALT, cuenta con cuatro maquinas formadoras, las cuales mediante rodillos de diferente diámetro, van dando forma a la tubería. La soldadura que se realiza en la tubería es mediante fusión.

Galvanizado.- La tubería es galvanizada para protección de su superficie; para ser usada en transporte de fluidos y otras aplicaciones.

Roscado.- En este proceso la tubería es roscada, a una longitud determinada. TUGALT cuenta con tres maquinas roscadoras, para diferentes diámetros.

Empaquetado.- La tubería que es roscada, se la coloca en paquetes de diferente número, desde 7 hasta 271 tubos. La tubería empaquetada es enviada a la bodega de producto terminado.

De una forma resumida se ha presentado los procesos. Para conocer la realidad de la empresa se elabora el Mapa del flujo de Valor de la empresa, el cual se describió en el capitulo dos.

3.1.2 Mapa de la cadena de valor.

Uno de las maneras para identificar los problemas de la empresa, es realizar el mapa de flujo de valor (figura 3.1), en este se puede

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

visualizar la situación actual de la empresa. Para realizar el mapeo de la cadena de valor de la empresa TUGALT, se toma en cuenta, una familia de productos, que es la de T*ubería,* ya que, es está la que mayor margen de ventas representa para la empresa, con el 74,71% de las ventas. Está familia, tiene diferentes integrantes, los mismos que son: TUBERÍA NEGRA, Y TUBERÍA GALVANIZADA. Cabe mencionar que el decapado y el proceso químico de galvanizar los tubos se los toma como un solo proceso al cual se lo llamó *Galvanizado*.

Para hacer uso de la cadena de valor y su mapeo es necesario determinar los tiempos de ciclo. El criterio para tomar el tiempo de ciclo total se lo evaluó de la siguiente manera (tabla 10):

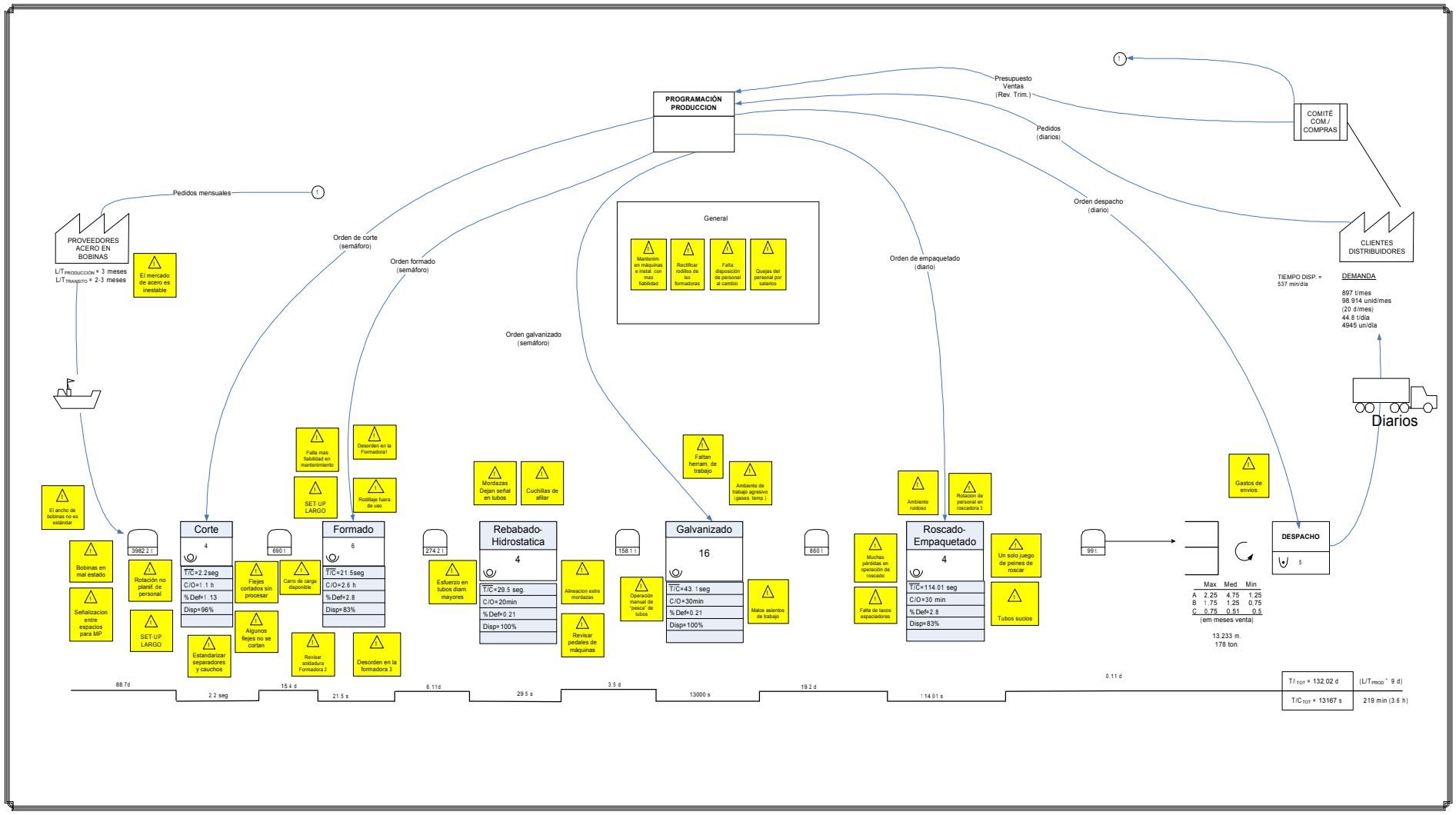
Tabla 10: Señales para la toma de tiempos

Proceso	Criterios para evaluar tiempo	Actividad	Inicio de la actividad	Fin de la actividad	Señal
Corte de flejes	En base a tiempo de corte; se prorrateo el tiempo total de corte para número de cortes Datos promedios	Enrollar fleje	El fleje es enrollado en el rodillo enrollador	El fleje se termina de enrollar	Se detiene el rodillo enrollador
Formado de Tubería	En base a tiempo de ciclo de corte de tubería Datos promedios	Cortar tubería	La tubería formada se acerca a la sierra	La sierra corta totalmente la tubería	Sonido de corte
Rebabado e hidrostática	En base a tiempo de ciclo del rebabado Se prorrateo el tiempo para numero de tubos Datos promedios	Rebabado de tubería	El operario toma el tubo para rebabar	El tubo rebabado cae en el deposito de tubo rebabado	Caída del tubo en el deposito
Galvanizado	Se tomo el tiempo de proceso de galvanizado Promedio de Datos	Galvanizar tubería	Inicia con limpieza de la tubería	Termina en tubo galvanizado y con código impreso	Caída del tubo en carrito
Roscado Empaquetado	Se tomo el tiempo de ciclo de Roscado Promedio de Datos	Roscar tubería	Toma el tubo	El tubo roscado cae en el deposito	Caída del tubo

Fuente: Elaboración propia

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

MAPA DEL ESTADO ACTUAL – TUBOS GALVANIZADOS
TUGALT – ABRIL 2011



Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

En cada proceso, se toma en cuenta los 8 desperdicios que el Sistema LEAN establece, y se los trata de eliminar o disminuir en la medida que sea posible.

Analizando el mapa presentado (figura 3.1) se ha señalado, los problemas en cada proceso, los problemas a nivel general y los tiempos de ciclo. Si bien el pico presentado en el proceso de Galvanizado (13000 segundos), es considerable, este tiempo se ha reducido ya que anteriormente este tiempo se ha contabilizado en 13960[19]

3.1.3 Descripción de problemas en la empresa.

Del Mapa de la cadena de valor actual, se puede observar problemas puntuales, dentro de los procesos, los cuales se resumen en la tabla 11, se puede encontrar problemas como: set up largos, problemas ergonómicos, entre otros.

Para continuar con nuestro análisis de la situación actual, vamos detallar de una manera más minuciosa, los procesos, para esto, vamos a usar: *Análisis de indicadores operacionales,* pero antes revisemos los inventarios de Materia prima.

[19] Dato tomado de los documentos de TUGALT.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Tabla 11: Problemas presentado en la planta.

Proceso	Problemas	Objetivo	Indicador	Beneficios
Recepción materia prima	Bobinas en mal estado	Lograr implementar el sistema en el área de Recepción de Materia prima	Tiempo de búsqueda	mayor espacio
	No existe señalización de espacios		Fotos de antes y después de la mejora	Mejor ubicación de bobinas
Corte de flejes	No existe estandarización de cauchos y separadores	Lograr tener las herramientas a mano	Tiempo de búsqueda	Mejorar la Productividad
	Flejes cortados sin usar	Tener mas espacio.	Espacio ahorrado.	
	Set up largo	Disminuir a < 1 hora el cambio	porcentaje de ahorro en tiempo	
Formado	Desorden en la formadora 1	Mejorar área de trabajo	Fotos de antes y después de la mejora	Mejorar la Productividad
	Disponibilidad de carros	Disponer de carros.	Carros elaborados	Mejorar la Productividad
	Rodillaje sin rectificar	Eliminar las marcas en algunos tubos	Numero de tubos con marca.	Mejorar la Productividad
	Set up largo	Disminuir a < 2 horas el cambio	porcentaje de ahorro en tiempo	Mejorar la Productividad
Rebabado de tubos	Mordazas dejan señal en tubo	Eliminar las marcas en algunos tubos	Numero de tubos con marca.	Mejorar la Productividad
	Esfuerzo en tubos de diámetros mayores	Disminuir el esfuerzo al tomar tubos	ahorro de tiempo	Mejor manejo de tubería para el operador
	Baja presión de amarre en mordazas	Lograr un mejor agarre del tubo		
Galvanizado	Asientos en mal estado	Mejorar el trabajo de los operarios		Evitar problemas de ergonomía
Roscado empaquetado	Tiempo de ciclo alto	Lograr una mayor productividad	Número de tubos /jornada	Mejorar la Productividad
Problemas a nivel general				
Flujo de producción	Producción desnivelada	Lograr un mejor flujo de producción	Ventas	Beneficios a la empresa

Fuente: Elaboración propia

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Análisis de Inventarios en Materia Prima.

En la empresa TUGALT, se trabaja con bobinas de acero, las cuales se dividen en diferentes tipos de materia prima: acero lámina caliente y aceros lámina fría, estos son usados para la elaboración de tubería.

Los países de donde provienen está materia son: Japón, Brasil, Luxemburgo, Brasil, China, India, El Salvador. Se puede notar que en lo que refiere a tiempos de entrega (desde que se hace el pedido hasta que llega a la fábrica), por país de origen, varía desde un mes hasta 2.5 meses. Este largo tiempo de entrega, causa que algunos espesores falten y existen sobrantes de otros.

Tabla 12: Transporte promedio de materia prima en días.

País Origen	Promedio de días transcurridos
BRASIL	35
LUXEMBURGO	46
CHINA	35
INDIA	70
JAPÓN	30
El Salvador	16
Promedio	39

Fuente: Departamento de Logística de TUGALT

Además del tiempo de transporte, a este plazo se le debe adicionar el tiempo que demora la nacionalización (entre 2 días) y el transporte interno (entre 7-10 días). Lo cual alarga el tiempo de reposición. Si adicionamos que estamos a disposición de los grandes proveedores de

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

acero a nivel mundial, y debemos acoplarnos a sus requerimientos, ya que desde que se pone un pedido, éste demora un mes en elaborarse la producción y otro para que salga de sus instalaciones, hacen que nuestros inventarios en bodegas de materia prima, sea elevado, además debemos tomar en cuenta razones como:

- Inestabilidad del mercado
- Precio del acero
- Pronósticos del proveedor.
- Negociaciones
- Transporte interno
- Variaciones en el transporte marítimo
- Vías de transporte

Hacen que este Lead time de materia prima sea de 3.77 meses, por lo que la empresa, debe contar con una cantidad parecida de inventario en bodegas, para satisfacer la demanda.

3.1.4 Análisis de indicadores operacionales

Para la realización del análisis cuantitativo del desempeño operativo de TUGALT, usamos datos del año anterior (2010). Entre los cuales están:

- Tiempos de paradas inesperadas
- Disponibilidad de los equipos
- Tiempos de preparación

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Nos referimos en este análisis, a las máquinas formadoras de la empresa, ya que son estas las que tienen los set up largos.

3.1.4.1 Tiempos de paradas inesperadas.

Paradas inesperadas se entiende todas aquellas detenciones no planificadas que se producen durante el tiempo de procesamiento. Los tiempos de parada de las maquinas formadoras de la empresa se resumen en la tabla 13

Tabla 13: Tiempos de paradas inesperadas en minutos

	Formadora 1		Formadora 2		Formadora 3		Formadora 5	
	Media	Desviación	Media	Desviación	Media	Desviación	Media	Desviación
ene	60	19.87	60.0	19.24	46.13	20.18	51.0	19.60
feb	48.75	28.28	57.5	20.15	58.13	18.73	60.0	35.36
mar	51.45	19.10	60.0	14.72	43.95	24.10	43.3	20.82
abr	52.78	19.29	50.0	19.36	44.00	20.27	60.0	20.62
may	51.72	18.62	47.5	22.79	46.47	19.97	60.0	13.63
jun	0	0.00	56.84	20.49	45.00	24.49	60.0	19.58
jul	50.70	17.56	53.64	24.75	41.67	20.41	60.0	15.81
ago	43.39	22.14	60	17.08	55.00	16.01	50.0	16.73
sep	55	18.92	55	18.08	46.33	20.35	48.3	18.64
oct	40	19.53	60	17.68	53.33	22.35	35.0	20.16
nov	46	20.08	60	28.28	50.00	20.17	50.6	21.21
dic	42.14	26.30	60	21.21	60.00	20.28	60.0	13.71
Media	45.16	19.14	56.71	20.32	49.17	20.61	53.19	19.65

Fuente: elaboración propia.

Como podemos observar en la Tabla 13 los tiempos debido a paradas inesperadas más altas está en, las formadoras dos y cinco. Teniendo como promedio un tiempo de parada de 56.71 minutos, y de 53.19 minutos, en cada formadora respectivamente. Esto, nos da una idea de

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

cuánto tiempo promedio la maquinaria esta parada, además de reflejar el tiempo en que el equipo tarda en estar operativa.

Analizando más a fondo, estas paradas, se dan debido a razones como daño mecánico con el 19%, Además de problemas con el reproceso con el 17%.(Tabla 14)

Tabla 14: Clasificación de los Tiempos de paradas inesperadas.

		Máquina			
Cód.	Paradas inesperadas	Formadora 1	Formadora 2	Formadora 3	Formadora 5
204	Cambio de sierra	5%	3%	5%	8%
206	Problemas con el material	4%	2%	5%	9%
207	Daño mecánico	19%	18%	15%	17%
208	Daño eléctrico	15%	14%	12%	21%
210	Falta de orden de producción	3%	13%	8%	4%
212	Falta de Montacargas	1%	2%	4%	1%
213	Reproceso	0%	17%	12%	16%
214	Otros	13%	8%	9%	4%
224	Problemas con matricería	19%	2%	9%	3%

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4.2 Disponibilidad de Equipos.

Una medida para conocer en que porcentaje los equipos están habilitados para trabajar, se ve reflejada en la disponibilidad que estos tienen. Este indicador se denomina Disponibilidad, y se define como:

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

$$= \frac{\qquad\qquad\qquad\qquad}{+}$$

Donde por “Tiempo Arriba” se entiende todo el tiempo empleado en actividades que sean requeridas para la obtención del producto final (Incluyendo las preparaciones). Por “Tiempo Abajo” se entiende el tiempo perdido por paradas inesperadas. Los datos han sido calculados en la Tabla 15.

Tabla 15: Disponibilidad de maquinas.

	Formadora 1	Formadora 2	Formadora 3	Formadora 5
ene	76%	86%	77%	85%
Feb.	88%	87%	75%	58%
mar	69%	91%	65%	88%
abr.	74%	93%	61%	87%
May.	77%	93%	78%	90%
jun.	0%	3%	80%	87%
jul.	74%	93%	76%	91%
Ago.	86%	91%	87%	93%
Sep.	90%	86%	81%	83%
oct.	87%	89%	74%	94%
nov.	88%	96%	84%	91%
dic.	94%	96%	84%	93%
Media	75%	84%	77%	87%

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la Tabla 15, las máquinas con una baja disponibilidad, son las formadoras uno y la formadora tres. Si bien la formadora 2, tiene una disponibilidad alta, está es debido a que el tiempo que se toma incluye las preparaciones, lo que hace que tenga

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

esta apreciación. A continuación se analiza el tiempo de preparación, para confirmar nuestra aseveración.

3.1.4.3 Tiempos de preparación.

Para continuar con el análisis de la situación actual de la empresa calculamos los tiempos de cambio de línea en cada máquina formadora. Para ésto analizamos en la Tabla 16, los tiempos de cambio de línea en cada máquina

Tabla 16: Tiempo de preparación de maquinas minutos.

	Formadora 1		Formadora 2		Formadora 3		Formadora 5	
	Media	Desviación	Media	Desviación	Media	Desviación	Media	Desviación
ene	181.3	61.1	219.4	48.3	310.8	164.2	110.7	16.4
Feb.	154.3	63.7	177.5	41.6	254.7	99.0	108.6	14.6
mar	202.0	119.0	178.2	51.7	253.8	27.5	200.0	138.6
abr.	215.5	68.4	182.0	44.4	265.0	65.0	97.3	30.0
May.	211.1	62.5	177.9	59.5	267.6	79.7	105.0	17.5
jun.	0.0	0.0	210.0	40.2	367.9	275.2	119.6	42.0
jul.	150.6	75.6	173.2	49.3	209.4	86.5	108.0	14.5
Ago.	184.4	80.1	140.3	36.2	133.6	31.7	107.0	16.4
Sep.	104.5	69.7	165.0	46.5	225.4	155.7	82.9	29.3
oct.	144.2	69.0	123.3	24.7	137.9	27.2	116.3	10.6
nov.	170.7	140.7	139.3	62.0	156.4	69.0	97.3	20.7
dic.	201.6	172.6	145.0	35.4	157.5	37.2	93.3	30.8
Media	160.0	81.9	169.3	45.0	228.3	93.2	112.2	31.8
Horas	2.67	1.37	2.82	0.75	3.81	1.55	1.87	0.53

Fuente: elaboración propia.

Para los tiempos de preparación, las máquinas formadoras dos y tres son las que tienen los tiempos de cambio más altos. Como comentamos anteriormente, la disponibilidad de la máquina es alta,

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

debida al tiempo de preparación alto de la formadora 2. Para conocer qué tan alto o bajo es este tiempo, usamos el coeficiente de variación de los tiempos de preparación (Cr), definido como:

$$Cr = \frac{S}{X}$$

Donde:

S= desviación estándar
X= Tiempo promedio

El criterio de valoración que se empleará es el siguiente: para valores de Cr menores a 0,30 se considera que la variación es baja; para valores entre 0,30 y 0,40 se considera que es mediana; y para valores mayores a 0,40 se considera alta. Un resumen de los resultados obtenidos luego de la aplicación de este procedimiento se muestra en la Tabla 17

Tabla 17: Tiempo de preparación de maquinas

Máquina	Coeficiente de Variación	Prioridad
Formadora 1	0.51	Alta
Formadora 2	0.27	Baja
Formadora 3	0.41	Mediana
Formadora 5	0.28	Baja

Fuente: elaboración propia.

De la Tabla 17, se nota que la Formadora 1, es la máquina que presenta variación en sus tiempos de preparación; por lo tanto, una

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

detención inesperada puede ser muy prolongada o muy corta, generando así inestabilidad en el sistema.

3.1.5 Indicadores de rendimiento

Los indicadores que se utilizaron para medir el rendimiento de TUGALT a nivel de operaciones son los niveles promedio de:

- Trabajo en proceso (WIP)
- Tiempo de ciclo (TC)
- Tasa de producción (Pr)
- Inventario (Inv.)
- Gasto operativo (GO)
- Throughtput (T)

Estos indicadores, calculados en base al año de operación pasado de la fábrica, se presentan en la Tabla 18

Tabla 18: Indicadores de Rendimiento

Maquina	WIP(Tn)	TC (horas)	Pr (Ton/hora)	Inv.	GO($)	T($)
Formadora 1	102.37	69.79	1.47	193609	2333	191275
Formadora 2	250.87	82.24	3.05	402637	2848	399788
Formadora 3	142.22	82.24	1.73	228251	2805	225446
Formadora 5	169.02	69.79	2.42	319674	3626	316049

Fuente: Elaboración propia.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

3.1.5.1Sistema actual de los indicadores de rendimiento en TUGALT

Para evaluar objetivamente el rendimiento del sistema, debemos compararlo con un nivel de referencia, para diagnosticar que tan mal o bien está la empresa. El nivel de referencia que vamos a usar, es la de una línea de producción regular, que está sometida a las mismas condiciones a las que está sujeta la línea de producción que se desea analizar. Los resultados esperados para una línea de desempeño regular pueden calcularse a través de la metodología de Factory Physics[20] desarrollada por Wallace Hopp & Mark Spearman (1996) y mostradas en el Capítulo 2 en la tabla 8. A continuación se presenta su aplicación en el diagnóstico de las operaciones:

3.1.5.2 Tasa de producción y Throughtput

Para el diagnóstico del rendimiento de una máquina, en lo que respecta a su tasa de producción (tasa de salida) se utiliza la siguiente formula y se compara el resultado con el real actual.

= ——— X *Donde:*

T_{PWC}= Tasa de producción
( )= Tasa de salida máxima
W= WIP WIP= Tc x Re
= Trabajo en proceso mínimo
= ×
Tc= Tiempo de ciclo
Tiempo de ciclo mínimo ( )

La Tabla 19 compara las tasas actuales de producción de los equipos y las tasas de producción esperada usando la fórmula anterior.

[20]HOPP WALLACE, SPEARMAN MARK, FACTORY PHYSICS: Foundations of Manufacturing Management, McGraw-Hill Higher Education, Singapore, 1996.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

TABLA 19: Comparación entre los niveles actuales y esperados de tasa de producción de los equipos

Maquina	Actual	Calculado	Perdida
Formadora 1	1.47	3.08	52%
Formadora 2	3.05	3.06	0.1%
Formadora 3	1.73	3.07	44%
Formadora 5	2.42	3.09	22%

Fuente: elaboración propia.

De la Tabla 19 se puede concluir que los equipos de más bajo desempeño productividad son la formadora uno, y las formadora tres. De estos tres el que presenta mayor pérdida en su rendimiento es la Formadora 1 con (52%). Este bajo desempeño puede entenderse como una consecuencia de su bajo nivel de disponibilidad (75%) y a su tiempo de preparación.

3.1.5.3 Throughtput

Para el análisis del Trúput, se lo pude hacer, suponiendo que el mercado esté dispuesto a absorber el incremento en la producción. Está suposición solo es para ver el efecto sobre el Trúput.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

TABLA 20: Comparación entre los niveles actuales y esperados de Trúput por equipo en dólares.

Máquina	Actual	Calculado	Perdida
Formadora 1	191275	403943	53%
Formadora 2	399788	401613	0.5%
Formadora 3	225446	402495	44%
Formadora 5	316049	404454	22%

Fuente: elaboración propia.

Como podemos notar en la máquina donde más se pierde es en la formadora 1, con el 53%, seguida de la formadora tres con el 44%.

3.1.5.4 Tiempos de ciclo

Los tiempos de ciclo de las líneas de producción son los tiempos promedio desde la liberación de un trabajo al piso de producción, hasta que éste alcanza un punto de almacenamiento al final de la ruta definida para el mismo. Tiempo de ciclo largo significan entregas más largas y baja flexibilidad. Se usa la siguiente fórmula para su cálculo:

= + ——

Donde
CT_{PWC}= Tiempo ciclo.
( )= Tasa de salida máxima
W= WIP WIP= Tc x Re
Tiempo de ciclo mínimo ( )

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

TABLA 21 Comparación entre los tiempos de ciclo actuales y esperados para los equipos, tiempo en horas.

Maquina	Actual(horas)	Calculado(horas)	Perdida
Formadora 1	69.79	33.24	210%
Formadora 2	82.25	81.93	100%
Formadora 3	82.25	46.30	178%
Formadora 5	69.79	55.09	127%

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 21 muestra una comparación entre los tiempos de ciclo reales de los equipos y los esperados para sus equivalentes de desempeño, valores que se obtuvieron con la fórmula para el tiempo de ciclo de la Tabla 8. De este análisis se desprende que los tiempos de ciclo se pierden demasiado, sobre todo en la formadora 1, y en la formadora 3. Para obtener más información de la actualidad de la empresa, se realizó una entrevista a personal de la empresa, a los operarios y enderezadores de las formadoras.

3.1.6 Entrevista a los empleados del área de producción

La entrevista se realizó a cada operador de las maquinas expuesta anteriormente. Se entrevisto además a los soldadores de laminas en las formadoras, las personas encargadas en cargar el material en corte de flejes.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

3.1.6.1 Instrumento de Entrevista

1. ¿Cómo fluye el trabajo de en su área de trabajo?

No es continuo A veces es continuo De forma continua

2. ¿Los productos hechos en cada centro de trabajo son producidos en grandes cantidades antes de ser requeridos por el siguiente centro de trabajo?
Siempre A veces Nunca

3¿Frecuentemente existen productos que esperan ser procesados por mucho tiempo?
Siempre A veces Nunca

4¿Hay productos defectuosos en el proceso?
Siempre A veces Nunca

5¿Con qué frecuencia el producto tiene que esperar en la línea por falta de materia prima?
Siempre A veces Nunca

6¿A su criterio cuál es la causa para que se produzca una detención en la producción?

7) Tiene un método estandarizado para realizar las operaciones cíclicas en su puesto de trabajo. SI NO

Figura 3.2 Entrevista realizada al personal de producción de TUGALT.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Instrumento de Entrevista: Cultura en la empresa

1.¿Existe comunicación entre el personal de producción?

Baja Satisfactoria Bueno

2. ¿Están ustedes supervisados muy de cerca o tienen órdenes exactas Para hacer el trabajo en el proceso de producción?

Nunca A veces Siempre

3. ¿Está a tiempo la información y decisión en el proceso?

Nunca A veces Siempre

4. ¿Qué tan envuelto está usted en las decisiones que se debe tomar en el proceso?

Bajo A veces Siempre

5. ¿Con qué frecuencia sus habilidades no son utilizadas?

Nunca A veces Siempre

5. ¿Está el área de trabajo ordenada?

Bajo Bueno Satisfactorio

FIGURA 3.3 INSTRUMENTO DE ENTREVISTA -PROCESO.

Después de realizada la entrevista se tabularon los datos.

3.1.6.2 Análisis de datos

Luego de obtener los datos totales se procederá a la agrupación de los mismos, en problemas relacionados con la cultura y el proceso.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Para realizar está clasificación, se toma en cuenta las veces que se identifica un desperdicio.

TABLA 22: IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS

Cultura	
Causas Desperdicios	%
No es buena la Comunicación del personal	43%
No es bueno el Flujo de la información(nivel inferior- superior)	62%
No es buena la Supervisión	0%
Es malo el Ambiente trabajo	7%
No tiene el bueno el Empoderamiento.	30%
Proceso	
Causas Desperdicios	%
No es continuo el Flujo de trabajo	56%
Esperas	46%
Es largo el Tiempo de proceso	50%
Defectos	38%
Paro de producción por fallas mecánicas o eléctricas	55%
Estandarización	33%

Fuente: elaboración propia.

Ahora en la Tabla 22 se nota que los desperdicios apreciados en lo referente a la cultura, el 62% cree que No es bueno el Flujo de la información (nivel inferior- superior), y la comunicación entre el mismo personal el 43% cree que no es una buena comunicación.

3.1.6.2 Clasificación de los desperdicios.

Para la clasificación de los desperdicios, ordenamos los mismos, (Tabla 22) los clasificamos en niveles de prioridad, los cuales si es mayor o

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

igual al 50%, se dirá que es un desperdicio de alta prioridad, si es menor al 50%, se dirá que es un desperdicio de baja prioridad para ser eliminado. Ver la Tabla 23

TABLA 23: CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS

Cultura		
Causas Desperdicios	%	Prioridad
No es bueno el Flujo de la información(nivel inferior- superior)	62	ALTA
No es buena la Comunicación del personal	43	BAJA
No tiene el bueno el Empoderamiento.	30	BAJA
Es malo el Ambiente trabajo	7	BAJA
No es buena la Supervisión	0	BAJA

Proceso		
Causas Desperdicios	%	Prioridad
No es continuo el Flujo de trabajo	56	ALTA
Paro de producción por fallas mecánicas o eléctricas	55	ALTA
Es largo el Tiempo de proceso	50	ALTA
Esperas	46	BAJA
Defectos	38	BAJA
Estandarización	33	BAJA

Fuente: elaboración propia.

Como se puede notar, en lo que se refiere a cultura, el 62% cree que no es bueno el flujo de información, esto se debe a que las órdenes de

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

producción a veces llegan con retrasos o a que no existe la confianza en la relación jefe-obrero.

En el proceso, el 56% cree que el flujo no es continuo, es debido a que las órdenes se retrasan, o existen daños mecánicos o eléctricos.

El tiempo de proceso es largo, se cree que la percepción se da por lo prolongado que resultan los cambios de línea en comparación con el proceso productivo.

3.2 Identificación de Técnicas de Mejora

Adjuntamos la Tabla 24 de identificación de técnicas de mejora de acuerdo a la teoría redactada en el Capítulo 2.

TABLA 24: Identificación de técnicas de mejora

Causas de Desperdicios	Desperdicios Identificados	Mejor Técnica Lean
Esperas en el proceso.	Proceso -Espera	SDBR
Tiempos de muda largos, calibración de la máquina larga.	PROCESO	Cambio Rápido, TPM
No es continuo el flujo de trabajo, Hay productos defectuosos en el proceso.	PROCESO	Kanban
Baja disponibilidad de maquinaria.	TECNOLOGÍA-Recursos	TPM
Falta de comunicación entre personal.	Cultura	Trabajo en equipo.
Baja información entre el jefe de producción y los operarios.	CULTURA-Proceso	Trabajo en Equipo,

Fuente: elaboración propia.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

3.3 Justificación de Técnicas de Mejora

Para la justificación de estas mejoras presentadas, se tomará en cuenta las ventajas presentadas en el capitulo dos de cada una de las herramientas Lean.

Kanban, se diseña para mejorar el flujo de trabajo, así como producir en base a la demanda.

Para el caso de sistema 5´S, en la formadora de tubos número uno, se debe implementar para promover un mejor ambiente de trabajo, y lograr disminuir los tiempos de búsqueda.

Los tiempos de set up largos, y los tiempos de calibración son considerablemente altos, al realizar diversidad de productos, se debe tener tiempos de cambio y calibración bajos, además con tiempos de set up bajos, se tendrá una respuesta más rápida a cambios de la demanda.

Propuestas, de cambio rápido incrementando tecnología, para disminuir los tiempos de calibración.

3.4 Implementación de las herramientas LEAN

3.4.1 Implementación del sistema 5's: Introducción.

Las 5'S, método definido como <<Orden y limpieza>>, es decir dirigido a poner en orden el puesto de trabajo. El nombre <<5S>> deriva de las

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

iniciales de cinco palabras japonesas, seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke, que indican las cinco fases de implementación de un programa 5S. La mejora continúa del puesto de trabajo mediante 5'S está representado en el esquema siguiente:

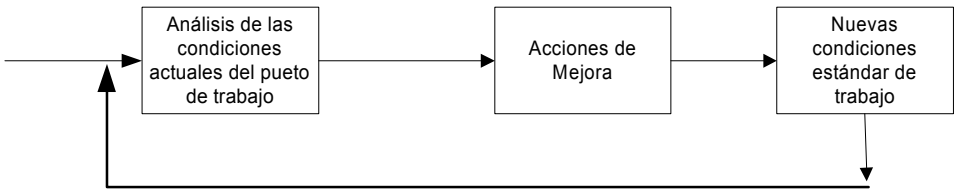


Figura 3.4: Esquema de implementación 5'S Fuente: "Las tres revoluciones" página 356

3.4.1.1 Análisis de la situación actual.

Identificación del área.

En la formadora uno, es donde se realizará la implementación de un plan de 5S, debido a su baja disponibilidad, y su tiempo de preparación. Además por:

- En el área de trabajo, están partes innecesarias para el trabajo.
- No se tiene una ubicación determinada y de fácil acceso a los rodillos.
- Paso previo para implementar el SMED.

En la formadora uno, se encuentran ubicados los rodillos de formado en una estructura metálica, clasificado por diámetro de rodillo. En está se

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

encuentra rodillos que por su falta de uso, están empolvados y muestran signos de corrosión.

La Figura 3.5 muestra como están ubicadas los rodillos actualmente en la formadora uno.

Figura 3.5 disposición actual de los rodillos

Se muestra además el estado actual de los rodillos, como se puede observar, la falta de uso y su mala disposición.

Figura 3.6 Estado de los rodillos

El estante donde se colocan los rodillos, está colocado a una distancia mayor de donde van a ser usados. La ubicación de los rodillos en dicho estante no

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

permite realizar en un cambio de línea, alcanzar los rodillos de manera que disminuya el tiempo de traslado y búsqueda (Figura3.7.)

Figura3.7: Distribución actual de los rodillos.

3.4.1.2 Acciones de mejora

Clasificar (Seiri)

Para aplicar la primera parte de nuestro plan de acción, la cual es clasificar las partes útiles para el operario y las que no, nos ayudamos de las etiquetas rojas, las cuales se explicaron en el capitulo dos.

La técnica de la etiqueta roja se compone de las seis fases siguientes que deben efectuarse dos veces al año:

Fase 1. Determinar la clase de estrategias de etiquetas rojas:

La técnica a usar en la formadora número uno, es la de "*la etiqueta roja en cada lugar de trabajo" d*ebido a que esta se adapta a la nuestro estudio.

Fase 2. Determinación de los objetos que han de ser sellados

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Los objetos que van a ser sellados, en nuestro programa, van a ser:

- Rodillos de formado
- Herramientas que no se usan

Fase 3. Determinación de los criterios de etiquetado.

Para el criterio de etiquetado se toma desde diferentes puntos los cuales son

Ingeniería.

Para ingeniería, en lo que tiene que ver a los rodillos se toman, un diámetro máximo y un diámetro mínimo, debido a características de la máquina, y efectos de formado.

Marcas en los rodillos y desgaste del radio de formado.

Procesos

Para procesos, se toman criterios en base a:

- Rodillos específicos para realizar formado de diferentes tubos.
- Herramientas necesarias para el cambio de línea
- Desgaste de rodillos, marcas en el mismo

Experiencia del operador: Para este punto, es importante tener en cuenta el criterio del operador de la máquina, ya que es el que tiene una interacción

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

constante con la formadora y los rodillos. Se pueden mencionar criterios como:

- Beneficio para el armado de la línea
- Experiencia del operador con cierto tipo de rodillos.

Estos criterios nos ayudarán a discernir entre lo que sirve y lo que no.

Fase 4. Preparación de las etiquetas.

La Figura 3.8 muestra una etiqueta, que se realizo para este trabajo.

Figura 3.8: Etiqueta roja.

Todos los objetos etiquetados en rojo serán agrupados y evaluados una vez más antes de desprenderse de ellos.

Fase 5. Etiquetado.

Para el etiquetado, se procederá basando en criterios antes mencionados (Figura 3.9).

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Figura 3.9: Objetos Etiquetados.

Fase 6. Evaluación de los objetos sellados y medidas recomendadas.

Para la evaluación de los objetos etiquetados, se realiza una hoja de resumen la cual se muestra en la Figura 3.10.

Los campos existentes en esta hoja son los siguientes:

Número de Ítem: hace referencia al número de objeto etiquetado.

Descripción: Se realiza una identificación del objeto etiquetado.

Fecha: la fecha en la cual se realizó el etiquetado

Criterios de etiquetado: se menciona los criterios a usar en el etiquetado, a saber si es un criterio de ingeniería, proceso, o en base a la experiencia.

Motivo del etiquetado: razón por la cual se etiquetó al objeto.

Estatus nueva ubicación: lugar donde estará el objeto.

Cód. Imagen.: Código asignado a cada fotografía tomada.

Las existencias selladas se clasifican en cuatro grupos: defectuosas, invendibles, sin movimiento y materiales sobrantes. Los defectuosos, así como las invendibles deben tirarse, mientras que las existencias sin movimiento deben transferirse al almacén de etiqueta roja (bodega de

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

rodillos). Los demás materiales deben analizarse para ser enviados al almacén de etiquetas rojas o tirarse.

Resumen de Etiquetas rojas

Tipo:
a)Defectuosos
b)Invendibles
c)Sin movimiento
d)Materiales sobrantes

N° Item	Descripcion:	Fecha:	Criterio de etiquetado	Motivo etiquetado	Tipo	Estatus (Nueva localizacion)	Cod. Imagen
1	Rodillos 1/2 superior Banco 1 e Inferior	19-may-11	Ingenieria	Sin usar	a	Bodega de rodillos	001
2	Rodillos 1/2 superior Banco 2 e Inferior	19-may-11	Ingenieria	Sin usar	d	Bodega de rodillos	002
3	Rodillos 1/2 superior Banco 3 e Inferior	19-may-11	Proceso	Sin usar	d	Bodega de rodillos	003
4	Rodillos 1/2 superior Banco 4 e Inferior	19-may-11	Proceso	Sin usar	d	Bodega de rodillos	004
5	Rodillos 1/2 superior Banco 5 e Inferior	19-may-11	Proceso	Sin usar	d	Bodega de rodillos	005
6	Rodillos 1/2 superior Banco 6 e Inferior	19-may-11	Proceso	Sin usar	d	Bodega de rodillos	006
7	Rodillos 1/2 superior Banco 7 e Inferior	19-may-11	Proceso	Sin usar	d	Bodega de rodillos	007
8	Rodillos 1/2 superior Banco 8 e Inferior	19-may-11	Proceso	Sin usar	d	Bodega de rodillos	008
9	Rodillos 1/2 superior Banco 9 e Inferior	19-may-11	Proceso	Sin usar	d	Bodega de rodillos	009
10	Rodillos 1 3/4 para Mueble.	19-may-11	Proceso	Sin usar	c	Bodega de rodillos	010
			Ingenieria		c		
11	Estante para rodillos	19-may-11	Proceso	No aporta al cambio rapido	d	Bodega de chatar	011

Figura 3.10: Hoja de resumen de tarjetas rojas

Organizar (Seiton)

Para organizar los rodillos y las herramientas que han quedado después del proceso de etiquetado, se procederá a ubicarlos en estantes donde sea fácil alcanzarlos y ubicarlos. Se toma en cuenta el plano de armado de armarios representados en el Apéndice A.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

3.4.1.3 Nuevas condiciones de trabajo.

Limpieza (Seiso)

Para la limpieza del área se debe tener en cuenta, espacios definidos para realizarla. Para esto se debe tomar en cuenta las zonas específicas en la formadora 1, éstas están dividas en:

- Zona de soldadura de flejes
- Zona de Formado
- Zona de enderezado
- Zona de empaquetado

Tabla 25 Zonas de limpieza.

Zona	Áreas de la máquina	Limites de las zonas		Responsable
		Inicio	Fin	
1	Soldadura	Desde tambor acumulador de flejes de la máquina	Salida del Acumulador de flejes	Soldador
2	Formado	Salida acumulador de flejes de la máquina	Bancos 8-13	Operador-Enderezador
3	Enderezado	Bancos 8-13	Sierra de la máquina	Enderezador
4	Empaquetado	Sierra de la máquina	Empaquetado de tubos	Empaquetadores

Nota: Todo el personal de la Formadora 1 es responsable de mantener la limpieza en la máquina y sus alrededores.

Fuente: elaboración propia.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

3.4.1.4 Estandarización (seiketsu) y Disciplina (shitsuke)

Para lo referente a la estandarización y la disciplina que se tendrá, se dará en un control diario de las actividades de limpieza (Tabla 26), en cada área mencionada, se etiquetará si no se cumple con los requisitos.

Con esta hoja, se pretende normalizar la limpieza en la formadora uno, la cual es necesario mantener.

Tabla 26: Estandarización de tareas de limpieza.

Formadora 1: Estandarizacion de Tareas de Limpieza

			Supervisa:	JLL						
Zona	Tipo	Actividades	Responsable	Frecuencia						
				Diario					Semestral	
				L	M	M	J	V	1	2
1	Pisos	Limpiar pisos donde se ubicala mesa de soldar.	Soldador	\	\					
		Limpiar pisos donde se ubica el aumulador				\				
	Maquinaria	Limpiar soldadora y...								
		Acomodar cables de soldadora				\				
	Otros	Areas cercanas a la zona 1								
		Limpieza Total del area								
2	Pisos	Limpiar pisos donde se ubica los bancos de formado 1-7	Operador- Enderezador				\			
		Limpiar pisos donde se ubica los bancos de formado 7-14								
	Maquinaria	Limpiar bancos de formado, area de soldadura de tuberia. y		\				\		
		Limpiar thermatool				\				
		Limpiar controles de la maquina					\	\		
	Otros	Areas cercanas a la zona 2								
		Limpieza Total del area					\			
3	Pisos	Limpiar pisos donde se ubica las cabeza de turco	Enderezador			\				
		Limpiar pisos cercanos a la sierra y parte posterior a la misma					\			
		Limpiar pisos cercanos a la impresora y parte posterior a la misma						\		
	Maquinaria	Limpiar sierra						\		
		Limpiar cabezas de turco								
		Limpiar impresora			\					
	Otros	Areas cercanas a la zona 2						\		
		Limpieza Total del area								
4	Pisos	Limpiar pisos donde se ubica carros de empaquetado	Empaquetadores			\				
		Limpiar pisos de area de material de segunda					\			
	Maquinaria	Limpieza de enzunchadores							\	
		Limpieza de rodillaje de bancos				\		\		
	Otros	Limpiar pisos cercanos a la impresora y parte posterior a la misma								
		Limpieza Total del area								

Fuente: elaboración propia.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

3.4.2 Estandarización de tareas

3.4.2.1 Introducción

Las operaciones estándar están encaminadas a utilizar un número mínimo de trabajadores para la producción. Uno de sus objetivos es lograr una alta productividad a través de un trabajo esforzado, significa trabajar eficazmente sin realizar movimientos inútiles. Para facilitar este objetivo es importante un orden estandarizado, de las varias operaciones que ha de ejecutar cada trabajador.

En la empresa, se realizará la estandarización únicamente a los procesos de corte de flejes, formado: en la formadora 2 y 5, y almacenaje, rebabado: máquina rebabadora Para D<=4 pulgadas.

3.4.2.2 Objetivo

El objetivo de la implementación es de lograr una hoja de estandarización, donde se muestren las actividades repetitivas que realiza la persona según el cargo que ocupe en el centro de trabajo y cuantificar el tiempo que tienen los trabajadores para realizar la tarea asignada.

3.4.2.3 Análisis de la situación actual de los procesos de TUGALT

En la empresa, los tiempos y los análisis de cómo realizan actualmente los trabajadores sus labores diarias, está dado de la siguiente manera

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

1. Descripción de los procesos

♦ Corte de flejes.- El proceso comienza con la colocación de las bobinas de acero en el rodillo centrador, el cual está representado en la Figura 3.11. El centrado de la bobina se la realiza mediante los controles de la máquina. El operario ingresa la bobina en el rodillo, y ajusta las platinas para ajustar de mejor manera la bobina.

a) Rodillo centrador

La bobina ya centrada en el rodillo (Figura 3.11), se procede a pasarla a la guillotina donde se guía la lámina. La guillotina está representada en la Figura 3.12. Algunas veces la lámina se corta dañada en sus puntas, entonces se corta una cantidad de la misma. Esto ayudará a que la lámina pase de mejor manera por la cizalla.

Figura 3.11: rodillo centrador

b) La lámina es pasada por las cizallas, las cuales la cortan en los anchos establecidos con anterioridad.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Figura 3.12: cizallas circulares

c) Una vez que la lámina pasa por las cizallas, la misma sigue su trayecto a través de la mesa de foso (figura 3.13), la cual guía a la lámina. Una vez que pasa la lámina por toda la mesa, está es retirada. La razón por la cual se retira la mesa es para ayudar a que las láminas de acero no se tensen demasiado y pueda dañar el corte.

Figura 3.13: mesa de foso

d) Una vez que la lámina pasa por la mesa de foso, sigue su trayectoria. Pasa por una prensa recubierta de cuero (Figura 3.14), la cual limpia su superficie, además sirve como freno.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Unas guías de acero, dividen los cortes que se realizaron en la lámina.

Figura 3.14: prensa de frenado.

e) Una vez que la lámina pasa por la prensa, es enrollada mediante el giro de un rodillo (Figura 3.15), el cual tiene por nombre rodillo enrollador. En el rodillo está un brazo el cual tiene unos separadores, los cuales le permiten dividir la lámina que desde aquí en adelante reciben el nombre de flejes, estos se separan según los cortes que se le realizaron.

Figura 3.15: rodillo enrollador

f) Una vez que la lámina ha sido cortada en toda su longitud y enrollada, se la descarga en un brazo (Figura 3.16), donde espera para que sea retirada por el montacarguista.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Figura 3.16: brazo metálico

g) Antes de que los flejes sean llevados al lugar de almacenamiento de flejes ubicado a lado de cada máquina formadora, se le colocan unos stickers que los identifican, además son revisados por el departamento de calidad.

h) Los flejes son almacenados a lado de cada máquina formadora

- **Formado de tubería**

El proceso de formado de tubería, se da en cuatro maquinas que tiene la empresa, las cuales pueden formar tubería de diferentes diámetros y espesores.

Como nuestro estudio se centra a dos de estas máquinas, solo nos centraremos en éstas.

- Máquina Formadora

El proceso de formado se repite en todas las máquinas formadoras, se describe el proceso a continuación:

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- **Recepción de materia prima:** la materia prima que ingresa al proceso, viene dado de los flejes cortados de proceso anterior. Estos son almacenados cerca de la máquina para que puedan ser usados conforme se requiera.
- **Soldadura de flejes:** En el proceso de soldadura se realizan las siguientes actividades:

  Llamaremos fleje 1 a la punta final del fleje que ha sido colocado en el acumulador de la formadora.

  Llamaremos fleje 2 al fleje que ha sido colocado en el rodillo centrador.

  Por último llamaremos fleje nuevo al fleje que se prepara para ser colocado en el rodillo centrador.

  Con estas observaciones se describe las actividades que se realiza en el proceso de soldadura de flejes:

  - Se Corta, arregla y coloca en la mesa de soldar la punta del fleje 1.
  - Colocar fleje 2 en eje del rodillo alimentador (centrador).
  - Desoldar fleje 2 y pulir la superficie.
  - Cortar, arreglar y colocar en mesa de soldar punta del fleje 2
  - Alinear punta del fleje 1 y del fleje 2
  - Soldar flejes
  - Sacar unión soldada de fleje un metro

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- Esmerilar la unión soldada(cada 4 flejes pintar)
- Accionar acumulador
- Colocar nuevo fleje en el carro de carga
- Traer otro fleje desde almacén de flejes hasta el carro de carga

- **Proceso de formado:** este proceso se divide en tres partes que son, Formado de tubería desde el banco 1 -6, soldadura de tubería y formado de tubería bancos 7-10.
  - ✓ **Formado de tubería desde el banco 1-6:** El formado de tubería que se realiza en estos bancos, se da para que el fleje tome la geometría deseada. Debido a que no se puede deformar al fleje en un solo banco, es necesario el uso de varios. Los bancos de formado, son columnas de acero que sostienen a rodillos los cuales al tener diámetros diferentes en cada uno permiten la formación de la tubería. Los rodillos son mostrados en la Figura 3.17.

Figura 3.17: bancos de formado

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- ✓ Una vez que el fleje es pasado desde el banco 1 al 6, se da el proceso de soldadura.

La soldadura que se utiliza es mediante electro fusión.

Este proceso comienza cuando el fleje llega al coil o bobina. La cual genera un campo magnético que funde el material provocando la soldadura. La soldadura es refrigerada con caladrina, mezcla de aceite y agua en proporciones determinadas. La viruta que se forma en el proceso de soldadura es retirada mediante el corte con un buril de tungsteno, está viruta se deposita en carros de carga los cuales se llevan para venderla como chatarra. La tubería es enfriada en un tanque el cual rocía caladrina a la misma y la enfría. El proceso se muestra en la figura 3.18

Figura 3.18: soldadura de tubería.

- ✓ La tubería formada y soldada pasa por los bancos 7- al 10, los cuales continúan con la geometría de la tubería.
- ✓ Las cabezas de turco que tienen las formadoras, nos sirven para darle la geometría final de la tubería sea redonda,

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

cuadrada, rectangular. Estas cabezas de turco tienen la función de encargarse que el tubo salga lo más recto posible. La Figura 3.19: muestra la cabeza de turco.

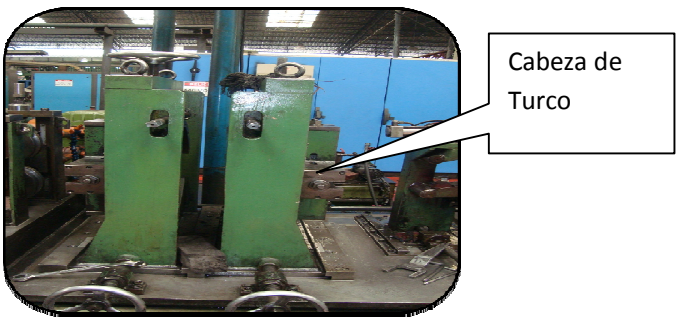


Figura 3.19: cabeza de turco

- **Empaquetado de tubería:** una vez que la tubería es formada, es embalada en paquetes de diferente número de tubos según sea las dimensiones de la tubería y su largo, pueden variar desde 7 hasta 225 unidades por paquete.
- **Rebabado de tubería:** algunos productos deben ser quitados la rebaba, para su venta o para los siguientes subprocesos como son el galvanizado de tubería. Este proceso se realiza en la máquina rebabadora de diámetro menores a 4 pulgadas y mayores a 2 pulgadas, se quita la rebababa de tuberías con estas características. Este rebabado comienza de la siguiente secuencia:
    - Las entradas o input de este proceso es la tubería formada.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- La tubería cortada es colocada en una mesa, de la cual el operario la toma y la lleva hasta la máquina.
- Se sujeta la tubería mediante mordazas que funcionan neumáticamente
- La tubería sujeta se la apega a la cuchilla de la máquina, la cual al girar mediante un motor quita la rebaba del tubo.
- Se retira la tubería de las mordazas y se la empuja, está cae hacia unas guías.

Una vez que describimos los procesos, podemos continuar tomando tiempos de ciclo e identificando desperdicios en los mismos así como las actividades repetitivas y rutinarias que realiza cada persona en su puesto de trabajo, con esto podemos lograr una estandarización de actividades en cada puesto de trabajo.

Los procesos descritos anteriormente, lo realiza una persona en cada paso, es decir, existe una persona que suelda los flejes, una q opera la máquina, pero en el empaquetado existe cuatro personas, dos por lado. Las actividades se resumen en diagramas de recorrido (Apéndice B), en donde se puede visualizar las actividades que realizan cada persona en su cargo, y su tiempo. La figura 3.20 muestra, solo una etiqueta acerca de los tiempos en cada área de trabajo, el resumen de todas las áreas, se lo realiza en la tabla 27

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

NOMBRE PROCESO	Corte de Flejes	Máquina	Bonak		Hombre
					Material
Tarea:	Cargar Bobinas				
El diagrama empieza en:	El operador carga la bobina en el rodillo			Fecha:	09/05/2011
El diagrama termina en:	El operador termina de ingresar datos en computadora.			Turno:	Dia

Resumen

		PRESENTE		PROPUESTO		DIFERENCIA	
		Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo
	Operación	9	0:09:46	9	0:09:40	0	0:00:06
	Transporte	7	0:01:15	7	0:01:15	0	0:00:00
	Inspección	3	0:04:05	2	0:02:50	1	0:01:15
D	Demoras	4	0:08:53	0	0:00:00	4	0:08:53
	Almacenaje	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00
Distancia R=		14	m				

Figura 3.20: Resumen de tiempos en Corte de flejes, cargo operador.

Como se puede observar en la Tabla 27, se propone la disminución en tiempos de búsquedas y demoras, teniendo listo herramientas como en el caso del centro de trabajo Corte de flejes donde se propone reducir en un 27% el tiempo actual, reduciendo búsquedas innecesarias, como "buscar la amoladora", ó por realizar actividades que no agregan valor.

La mejor manera de llevar un control, es mediante una revisión visual, y si es rápida y resumida, se convierte en una buena herramienta.

Para llevar el registro de las actividades, los tiempos se ha elaborado una herramienta visual, llamada ***"Hoja de Trabajo Estandarizado"*** la cual permite visualizar de manera inmediata el tiempo de cada actividad según sea la máquina y su diferente cargos.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Tabla 27: Resumen de Datos para estandarización

Resumen																				
Centro de Trabajo	Cargo	Maquina	Actividad comienza en:	Actividad termina en :	Operación			Transporte			Inspección			Demoras (D)			TOTAL			
					PRESENTE	PROPUESTO	DIFERENCIA	PRESENTE	PROPUESTO	DIFERENCIA	PRESENTE	PROPUESTO	DIFERENCIA	PRESENTE	PROPUESTO	DIFERENCIA	PRESENTE	Propuesto	Diferencia	%
Corte de flejes	Operador	Bonak	El operador carga la bobina en el rodillo	El operador termina de ingresar datos en computadora.	0:09:46	0:09:34	0:00:12	0:01:15	0:01:15	0:00:00	0:02:50	0:02:50	0:00:00	0:08:53	0:00:00	0:08:53	0:22:45	0:13:40	0:09:05	40%
	Ayudante de	Bonak	Camina a Control de rodillo	Regresa a Control general Bonak	0:04:57	0:04:57	0:00:00	0:00:55	0:00:55	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:02:54	0:00:00	0:02:54	0:08:46	0:05:52	0:02:54	33%
	Ayudante ger	Bonak	Toma las etiquetas	Lleva flejes a almacén	0:12:05	0:12:05	0:00:00	0:01:37	0:01:37	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:01:00	0:00:00	0:01:00	0:14:42	0:13:42	0:01:00	7%
																	Disminución en el centro:			27%
Formado	Operador	Formadora 2	Quita viruta del recolector	Realiza reporte	0:03:17	0:01:50	0:01:27	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:07:22	0:05:04	0:02:18	0:01:10	0:00:00	0:01:10	0:11:49	0:06:54	0:04:55	42%
	Soldador	Formadora 2	Corta punta de fleje	Coloca otro fleje junto al carro de carga	0:09:46	0:09:46	0:00:00	0:00:44	0:00:44	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:07:41	0:00:00	0:07:41	0:18:11	0:10:30	0:07:41	42%
	Empaquetado	Formadora 2	Acomoda tubos	Sube paquete a carros de carga	0:07:03	0:07:03	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:07:03	0:07:03	0:00:00	0%
	Enderezador	Formadora 2	Toma tubo para enderezar	Llenar tablero de producción	0:02:42	0:02:42	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:45	0:00:45	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:03:27	0:03:27	0:00:00	0%
																	Disminución en el centro:			21%
	Operador	Formadora 5	Quita viruta del recolector	Realiza reporte	0:09:12	0:09:12	0:00:00	0:00:40	0:00:40	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:04:22	0:00:00	0:04:22	0:14:15	0:09:53	0:04:22	31%
	Soldador	Formadora 5	Carga fleje acumulador	Camina acumulador	0:04:30	0:04:30	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:04:30	0:04:30	0:00:00	0%
	Empaquetado	Formadora 5	Acomoda tubos	Sube paquete a carros de carga	0:05:05	0:05:05	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:05:05	0:05:05	0:00:00	0%
	Enderezador	Formadora 5	Toma tubo para enderezar	Llenar tablero de producción	0:09:17	0:09:17	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:09:17	0:09:17	0:00:00	0%
																	Disminución en el centro:			8%
Rebabado de tuberia	Operador	Rebabadora Para D <=4	Retirar tubo	Soltar tubo	0:04:15	0:04:15	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:30	0:00:00	0:00:30	0:04:45	0:04:15	0:00:30	11%
	Ayudante de	Rebabadora Para D <=4	Retirar tubo	Soltar tubo	0:07:53	0:07:53	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:30	0:00:00	0:00:30	0:08:23	0:07:53	0:00:30	6%
																	Disminución en el centro:			8%
				Total	1:29:49	1:28:10	0:01:39	0:05:11	0:05:11	0:00:00	0:10:57	0:08:38	0:02:18	0:27:00	0:00:00	0:27:00	2:12:57	1:42:00	0:30:57	23%

Fuente: Elaboración propia

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

3.4.2.4 Descripción de la herramienta visual para el control de la estandarización

La hoja de estandarización esta realizada en Microsoft Excel, programa que nos permite interactuar de manera dinámica con los datos.

Está hoja de estandarización consta de las actividades repetitivas que la persona realiza según el cargo. Las operaciones, no cíclicas no se consideraron para el estudio. Estas tareas se nombran en la hoja llamada tabla de tareas auxiliares (TTA).

Los tiempos de cada actividad fueron tomados con un cronómetro.

3.4.2.4.1 Funcionamiento de la hoja en Excel para estandarizado

El Libro de Excel que se realizó consta de dos partes, una hoja en donde se elabora la Tabla de análisis del trabajo estandarizado, la otra hoja es la Tabla combinada del trabajo estandarizada, por último consta de una hoja en donde se enumera las actividades cíclicas, auxiliares, y las actividades que se basan en la política de calidad como es pruebas de resistencia en la suelda de la tubería.

Para conocer más se detalla parámetros a tomar en cuenta:

a) En la hoja: TABLA COMBINADA DE TRABAJO ESTANDARIZADO.

En esta hoja se pueden encontrar los siguientes campos:

Fecha: se coloca automáticamente la fecha actual.

Departamento: se refiere al centro de trabajo de la empresa

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Máquina: despliega una lista de las máquinas del centro de trabajo.

Tipo: se refiere a las actividades que se quiere analizar.

Cargo: despliega una lista de los cargos del centro de trabajo.

PREPARADO POR: está el nombre de quien realiza el estudio.

REVISADO POR: en este campo consta el nombre de la persona que revisa el diseño de actividades.

DATOS DE DISPONIBILIDAD: este campo de datos, son necesarios para calcular el Lead time. Se tomara en cuenta los datos del centro de trabajo, con su respectiva eficiencia.

ELEMENTOS DE TRABAJO: en este campo se describen las actividades repetitivas que realiza la persona en su centro de trabajo.

TIEMPOS: para los tiempos se lo han divido en tres categorías que son:

- Trabajo Manual: este tiempo se refiere al transcurrido durante una actividad de tipo manual.
- Maquina (WORK): este tiempo se refiere al transcurrido durante una actividad realizada por la máquina.
- Caminar: el tiempo transcurrido mientras la persona se desplaza de un lugar a otro.

Símbolos: los símbolos que se utilizan se refieren a parámetros que se deben tener en cuenta en cada actividad; estos símbolos están representados como lo indica la Figura 3.21

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

	STOCK EN PROCESO
	Chequeo de Calidad
	Seguridad

Figura 3.22: Símbolos usados en la hoja de Excel, aspectos a tomar en cuenta en cada actividad.

Para saber cuándo usar estos símbolos se los describe a continuación:

Stock en proceso ( ): hace referencia al stock que se almacena entre procesos. En las actividades que se toma en cuenta, aunque no se tiene stock en proceso.

Chequeo de Calidad ( ): hace referencia al chequeo necesario para asegurar la calidad del producto, además de ahorrar problemas en los procesos aguas abajo del centro de trabajo considerado en el análisis.

Seguridad ( ): muchas actividades se deben tener en cuenta la seguridad del trabajador. Realizar el trabajo con seguridad es un aspecto que se toma muy en cuenta en el sistema Lean.

Controles: los controles que se usan en esta hoja se tiene

- ***ACTIVIDADES:*** este control nos ayuda a buscar las actividades que realiza el operario en el centro de trabajo y en la máquina anteriormente designada. Las actividades son buscadas de una base de datos de actividades por centros. Junto con las

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

actividades se asigna el tiempo observado para la actividad, y los parámetros que se deben tomar en cuenta en la actividad. Los datos son llenados en sus respectivos campos.

- ***TTE.:*** este control nos enviará a la Hoja de Trabajo Estandarizado.
- ***Nueva actividad*** para este control, se presenta un sub menú donde están:

  - **Proceso:** el proceso escogido con anterioridad.
  - **Máquina:** la máquina que se selecciono en la hoja.
  - **Descripción:** se describe con claridad la actividad repetitiva que se quiera añadir a la base de datos.
  - **Tiempo:** se coloca el tiempo necesario para realizar la actividad. Tomar en cuenta que este tiempo tiene que ser ingresado como se muestra el ejemplo.
  - **Parámetros:** hace referencia a los parámetros que se debe tomar en cuenta para la actividad como son calidad, seguridad y si existe en stock en proceso.
- ***NUEVAS ACTIVIDADES:*** este control se refiere a que se puede añadir nuevas actividades a las expuestas en la herramienta.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- La máquina, y el cargo son puestas por default las que inicialmente estaban.
- Se describe la actividad de manera clara.
- Se coloca el tiempo de la actividad.
- Por último se ingresa la actividad con el botón "INGRESAR".

La figura de está hoja se la observa en el Apéndice C

b) TABLA DE ANÁLISIS DEL TRABAJO ESTANDARIZADO

En esta hoja se pueden encontrar los siguientes campos:

- ✓ **Fecha**: se coloca automáticamente la fecha actual.
- ✓ **Departamento:** se refiere al centro de trabajo de la empresa
- ✓ **Máquina:** despliega una lista de las máquinas del centro de trabajo
- ✓ **Cargo:** despliega una lista de los cargos del centro de trabajo.
- ✓ Takt Time: el Takt time del centro de trabajo considerado con los parámetros ingresados en la hoja: **TABLA COMBINADA DE TRABAJO ESTANDARIZADO**
- ✓ **Nombre de la operación:** la operación analizar, según el cargo que se escogió.
- ✓ **ELEMENTOS DE TRABAJO:** en este campo se describen las actividades repetitivas que realiza la persona en su centro de trabajo.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- ✓ **TIEMPOS**: para los tiempos se lo han divido en tres categorías que son:
  - Trabajo Manual: este tiempo se refiere al transcurrido durante una actividad de tipo manual.
  - Máquina (WORK): este tiempo se refiere al transcurrido durante una actividad realizada por la maquina.
  - Caminar: el tiempo transcurrido mientras la persona se desplaza de un lugar a otro.
- ✓ **Área de trabajo:** muestra el área de trabajo donde se desenvuelve el trabajador. Tiene en cuenta los parámetros de seguridad, calidad, en cada centro de trabajo. Se describe el flujo del material, y el flujo de las operaciones repetitivas que realiza el trabajador. Se une la operación final con la inicial mediante una línea entre puntada (------).

c) HOJA: TAREA REPETITIVAS Y AUXILIARES DEL OPERADOR

En esta hoja se muestra los siguientes tareas:

- ✓ ***Departamento:*** se refiere al centro de trabajo de la empresa
- ✓ ***Máquina:*** despliega una lista de las maquinas del centro de trabajo
- ✓ ***Cargo:*** despliega una lista de los cargos del centro de trabajo.
- ✓ ***Tareas rutinarias del ciclo:*** Se toma en cuenta las tareas rutinarias que realiza el trabajador durante el ciclo de trabajo.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- ✓ ***Tareas auxiliares:*** son las tareas que no se realizan en una secuencia dentro del ciclo. No tienen consistencia.
- ✓ ***Tareas basadas en políticas y criterio:*** son tareas que se deben realizar por disposiciones de gerencia, o porque algunos procesos lo necesitan, como es el caso de las pruebas de resistencia de la suelda de la tubería.

3.4.2.4.2 Aplicaciones de la herramienta visual para la estandarización

Las aplicaciones que tiene este libro en Microsoft Excel, son las siguientes:

En la Hoja: TABLA COMBINADA DEL TRABAJO ESTANDARIZADA

- ❖ Nos permite visualizar, el tiempo de proceso y el tiempo de cada actividad dentro centro de trabajo.
- ❖ Se visualiza cuanto tiempo manual, de máquina, caminando se ha empleado.
- ❖ Nos permite analizar las tareas que realiza en trabajador.

En la Hoja: TABLA DE ANÁLISIS TRABAJO ESTANDARIZADA

- ❖ Este cuadro indica el detalle de trabajo para cada operador.
- ❖ Se registra el tiempo de cada actividad así como la secuencia de trabajo.
- ❖ Se visualiza los Símbolos importantes en el área de trabajo
- ❖ Se visualiza el área de trabajo que tiene mayor tiempo de proceso.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

En la Hoja: TAREAS REPETITIVAS Y AUXILIARES

- Se puede visualizar en conjunto las tareas repetitivas.
- Se puede visualizar en conjunto las tareas auxiliares.
- Se puede visualizar en conjunto las tareas basadas en políticas de calidad o seguridad.

Además estas hojas que se presentan, pueden ser usadas como elemento inicial para elaborar un plan de capacitación y formación en el área de trabajo especifico.

3.4.2.4.3 Alcance que tiene las hojas de estandarización.

La estandarización de tareas tiene su alcance en el departamento de producción de la empresa, en las siguientes máquinas:

- ✓ Corte de flejes.
- ✓ Formadora 2
- ✓ Formadora 5
- ✓ Rebabado. Máquina rebabadora para diámetros menores a 4 pulgadas y mayores a 2 pulgadas.

Cabe mencionar que solo se tomó en cuenta las actividades repetitivas que realiza el operario dentro de su área de trabajo, ya que son éstas en mayor de los casos las que permiten que se realice la transformación de los input en output, son las que por lo general agregan valor al proceso. Las operaciones como cambio de línea, u

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

otras que se realizan fuera del ciclo de trabajo no son consideradas en este estudio.

3.4.2.4.4 Ventajas de su aplicación

Las ventajas que nos brinda la aplicación de está herramientas son las siguientes:

- Se tiene registrado en una base de datos digital las actividades cíclicas que realiza el trabajador en su área de trabajo.
- Se enfoca en los movimientos de la persona.
- Se separa las actividades que generan valor agregado al producto de las que no, como por ejemplo las actividades auxiliares y las que se tienen que realizar por políticas.
- Tener documentados los métodos de trabajo es solo un producto dentro del proceso total y no debe ser considerado el objetivo final principal, el cual es lograr la estandarización de cada proceso.
- Se trata de mostrar el trabajo eficiente con el menor desperdicio.[21]

Las ventajas que se presentan en las hojas de estandarización nos permiten contar con registros acerca de las actividades y los tiempos en que se tardan en realizarlas.

[21] Yasuhiro Monden, "*El « just in time »hoy en Toyota* ", España, Ediciones Deusto, 1996, pág. 122

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

3.2.4.5 Recolección de Datos para la herramienta visual.

Las hojas datos que se elaboraron para la recolección de datos, los tiempos, las actividades y los diagramas se presentan en el Apéndice D.

3.2.4.5.1 Tiempos de ciclo

Para la recolección de los tiempos, se lo realizó con un cronometro, marca Casio. Se siguió el proceso para la toma de tiempos el cual está documentado según el departamento de metrología, con el documento GD-760-1011 [22].

Para la toma de tiempos se las realizó en muestras de 10, a una hora determinada aleatoriamente entre las 8 de la mañana hasta las 5 de la tarde.

Los tiempos en los cuales se pone una (P), significa que se perdió esa medida.

Para la toma de tiempos se realizo:

a) Un análisis de los elementos de trabajo y se dividió en un número de elementos en los cuales puedan ser factibles las medidas. Es decir ni muy largos ni muy cortos. Cada operación descrita posee sub operaciones.
b) Se evaluó y analizó la secuencia de trabajo de la persona.

[22] DOCUMENTO DE TUGALT, Responsable Metrología.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

c) Se procedió a la toma de tiempos, con sus respectivas repeticiones.

d) Los datos se los pasaron a una base de datos digital (Libro de Excel).

e) De todos los datos, se realizó un promedio para obtener el tiempo promedio de la operación.

3.2.4.5.2 Distribución de planta de las áreas de trabajo.

La distribución de planta de las áreas de trabajo están representados en los Figura3.22:

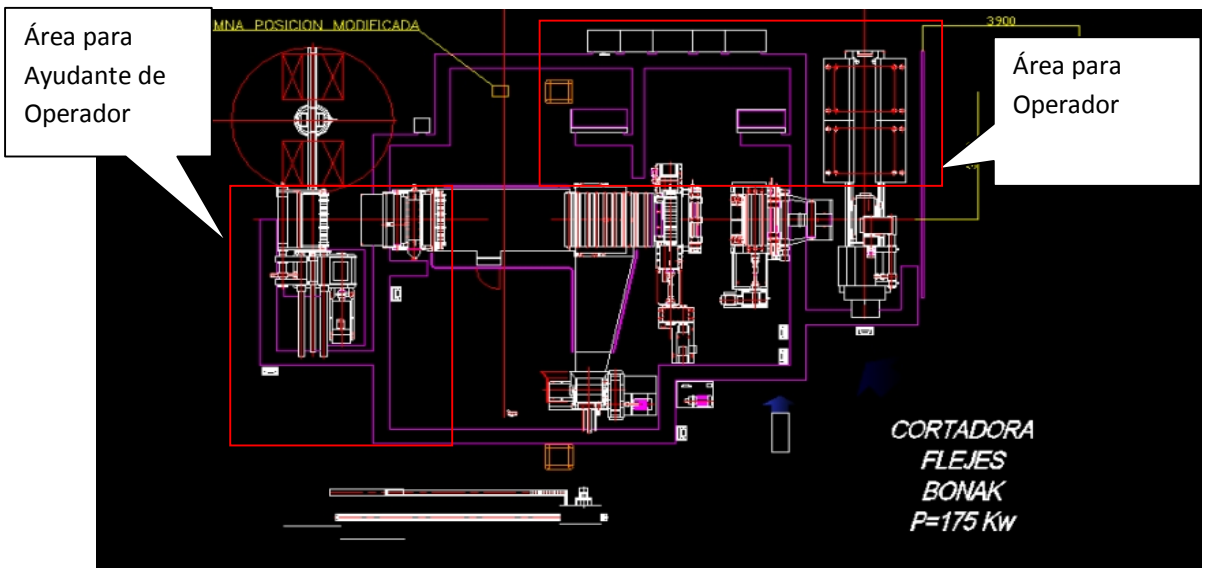


Figura 3.22: Área de ubicación de Corte de flejes.

Las demás áreas están en el Apéndice E

3.2.4.5.3 Sistemas para control de hojas de estandarización.

Para llevar el control sobre las hojas de estandarización, se debe imprimir la hoja presentada en la herramienta “Hoja de trabajo Estandarizado”.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Entregar está hoja al operador, para que aprenda las actividades que son necesarias. El control de este aprendizaje será realizada por el supervisor, u otra persona designada. El control que se deba hacer al cumplimiento de las hojas estandarizadas, se realizará en el propio puesto de trabajo.

El inspector será el encargado de verificar que las actividades se realicen de manera adecuada y la secuencia presentada se realice consistentemente.

3.2.4.6 Resultados.

Entre los resultados que se lograron con la implementación de las hojas de trabajo estandarizada, son los siguientes:

- Establecer una secuencia para el trabajo.
- Se propone disminuir de los tiempos ociosos en un 27% en corte de flejes.
- Se tiene base de datos sobre las actividades y los tiempos.
- Se puede usar, las actividades rutinarias del trabajador, como base para la elaboración de planes de capacitación.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

3.4.3 Sistemas para análisis de ventas de productos

3.4.3.1 Introducción.

Las ventas de una empresa, su evolución y tendencia han sido parte de las organizaciones. Para TUGALT es muy importante conocer el estado en el cual están sus ventas. Aunque el departamento Comercial de la empresa se encarga de llevar las ventas y estar al tanto de ellas, para el departamento de Producción, es de suma importancia contar con estos datos, ya que se puede verificar la tendencia de las ventas y cómo ha evolucionado las mismas. Para contribuir con esta comunicación, y poder aportar a la empresa, se crea un libro de seguimiento por formadoras, con la ayuda de Excel llamado ***"Demanda Automatizado".***

3.4.3.2 ¿Por qué contar en producción con un indicador de producción y ventas?

Es necesario para el departamento de Producción de TUGALT, conocer cómo ha evolucionado las ventas vs la producción. Debido a varias razones:

- Se conoce el nivel de ventas de cada formadora.
- Se conoce el nivel de producción de cada formadora.
- Se puede proyectar demanda por máquina.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- Se conoce cuál fue el nivel de productividad de cada máquina.
- Conocer picos de estacionalidad de producto
- Unifica en una hoja los datos de producción y ventas.

Además está herramienta, le permite presentar informes del estado de cada máquina. Contar con un sistema visual de la demanda, nos permite conocer, qué tan estable se comporta la demanda. Con este dato se puede ver picos que representan la estacionalidad.

3.4.3.3 Objetivo

El objetivo, de está aplicación es de contar con un sistema visual, en el cual, sin mucho trabajo, se pueda observar la evolución que han tenido las ventas y la producción.

3.4.3.4 Descripción

Programa para ventas y producción.

Para realizar el seguimiento de las ventas y la producción, se cuenta con un libro realizado en Microsoft Excel el cual se conoce como: ***"Demanda Automatizado".***

Está hoja de Excel, le permite al usuario verificar el estado de producción y ventas de cada máquina formadora de tubos con la que cuenta la empresa. La interfaz del usuario cuenta con los siguientes campos:

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Hoja Introducción.

En está hoja de Introducción se presenta:

- ***Base de datos de producción:*** este es un hipervínculo que le envía a la hoja donde se encuentra la base de datos de producción por máquina formadora.
- ***Base de datos de Ventas:*** este es un hipervínculo que le envía a la hoja donde se encuentra la base de datos de ventas por máquina formadora.
- ***Reporte de Producción y Ventas:*** este es un hipervínculo que le envía a la hoja donde se encuentra detallada la información en conjunto con las la base de datos de producción por formadora.

Base de datos de ventas

En la base de datos de ventas, se encuentran diferentes campos que son necesarios para realizar el informe. Los datos de origen de esta se bajan de un servidor de la empresa. Se los depura antes y se los inserta en la hoja.

Base de datos de Producción

En la base de datos de producción, se encuentran diferentes campos que son necesarios para realizar el informe. Los datos de origen de esta se bajan del servidor de la empresa. Se los depura antes y se los inserta en la hoja.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Reporte de Producción y Ventas

En está hoja se presenta, el informe de cada formadora. Mediante el botón de Datos, se corre una macro y se actualizan datos que han sido insertados en las hojas de base de datos. Se cuenta con hipervínculos que nos permite visualizar de manera gráfica las ventas y la producción de cada máquina formadora.

En está hoja de Excel se tiene la opción de poder realizar, consultas de ventas y producción en kilos o en unidades.

El programa **"Demanda Automatizada"**, se lo ha realizado lo más amigable posible con el usuario

3.4.3.5 Funcionamiento

Para el funcionamiento de la aplicación ***"Demanda automatizada",*** lo que se hace es:

- Abrir el archivo ***"Demanda Automatizada".***
- *Insertar datos nuevos en las bases*
- Actualizar base de datos, sean esta de Ventas y Producción.
- Presionar el botón *"Reporte de Producción y Ventas"*.
- En la hoja de Reportes, presionar el botón *"Datos"*; se correrá una macro que le permite analizar los datos y presentar el informe.
- Si se desea ver el reporte en unidades, se presiona el botón *"Unidades"*.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Con esto los datos se presentaran en una tabla de informe.

Para ver las gráficas de las ventas, se procede de la siguiente manera:

- Se coloca en la hoja de reportes.
- Se presiona el botón "Gráficas"; se despliega otro submenú.
- En este submenú se elige que máquina desea visualizar. Y si desea ver las ventas botón "*Ventas por Formadoras*", o la Producción, botón *"Producción por formadoras"*, o ventas y producción, botón *"Ventas vs. Producción"*.

Si se desea imprimir el informe, únicamente se presiona el botón "Imprimir" y se tendrá el informe de cada máquina.

3.4.3.6 Alcance

La aplicación realizada, tiene sus alcances dados en el departamento de producción de la empresa TUGALT, ya que es esté departamento, el que proporciona los datos para ser analizados. Solo se aplica el análisis de datos a las formadoras que posee la empresa. El horizonte de tiempo de los datos están desde el 2010 hasta la fecha. Actualmente los datos de las ventas y la producción se actualiza semanalmente.

3.4.3.7 Ventajas de su aplicación Entre las ventajas que se pueden nombrar están:

- ✓ Contar con un sistema visual sobre las Ventas y la Producción

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- ✓ Tener un informe de cada formadora.
- ✓ Proporcionar en un solo gráfico las ventas vs. La producción.
- ✓ Para análisis de ventas; reconocer picos y posibles meses de estacionalidad.

Dentro de las ventajas de esta aplicación está también en la de formar una base de datos para ventas, la cual nos servirá también para el Kanban.

3.4.3.8 Resultados e Informes

Los informes presentados, por esta herramienta y su aplicación, se los puede observar en la Figura 3.23. En el cual se muestra un informe que al final resulta de la aplicación.

Antes del sistema Kanban, tendremos que verificar qué tan estable es la demanda, esto se lo visualiza con la herramienta ***"DEMANDA AUTOMATIZADA".***

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

RESUMEN DATOS EN (KG) — UNIDADES

AÑO	MES	Formadora 1			Formadora 2			Formadora 3			Formadora 5		
		PRODUCCIÓN	VENTAS	INVENTARIO	PRODUCCIÓN	VENTAS	INVENTARIO	PRODUCCIÓN	VENTAS	INVENTARIO	PRODUCCIÓN	VENTAS	INVENTARIO
Datos 2009	DICIEMBRE	194498.3	173953.7	20544.6	175314.5	139648.8	35665.8	116201.3	128232.5	-12031.2	85808.0	154078.6	-68270.6
2010	ENERO	286257.7	235184.6	71617.73	268913.6	270003.8	34575.5	251003.3	159665.2	79306.9	291319.3	171515.2	51533.5
	FEBRERO	267131.6	166743.0	172006.35	267342.4	277838.1	24079.9	217762.3	151135.8	145933.4	155026.5	142045.9	64514.1
	MARZO	175620.0	215100.0	132526.38	127382.8	172706.7	-21244.0	109308.1	146113.7	109127.8	40480.1	149278.5	-44284.4
	ABRIL	224818.9	214795.1	142550.19	243651.9	247776.3	-25368.3	79289.0	142653.8	45763.1	189737.9	179524.8	-34071.3
	MAYO	220309.7	221545.5	141314.44	249129.2	189601.2	34159.7	120042.6	103632.2	62173.5	302400.5	169648.2	98681.0
	JUNIO	0.0	227343.5	-86029.05	273121.1	277776.0	29504.8	160640.3	190919.9	31893.9	274821.1	205982.4	167519.6
	JULIO	292511.5	232449.5	-25967.10	265850.3	260764.6	34590.4	157105.6	157972.2	31027.3	232417.5	215543.2	184393.9
	AGOSTO	284315.8	216379.4	41969.29	277012.7	250922.1	60681.0	159194.3	151984.1	38237.5	265390.0	190554.0	259229.9
	SEPTIEMBRE	216765.0	276269.2	-17534.89	277764.7	299855.6	38590.1	188259.8	192746.3	33751.0	108379.8	279357.8	88251.9
	OCTUBRE	378226.1	320855.7	39835.61	343652.0	313698.7	68543.4	184210.4	172089.7	45871.7	205266.2	226511.8	67006.3
	NOVIEMBRE	247897.2	331944.1	-44211.27	278647.8	299341.9	47849.3	161580.5	198665.9	8786.3	333650.7	258990.9	141666.2
	DICIEMBRE	166525.4	292787.2	-170473.08	92375.3	277378.4	-137153.8	215703.1	192889.0	31600.3	194660.3	233262.3	103064.2
2010	TOTAL	2760378.9	2951396.6	-170473.08	2964843.8	3137663.4	-137153.8	2004099.3	1960467.8	31600.3	2593549.9	2422215.0	103064.2

Figura 3.23: Informe presentado en el programa "Demanda Automatizada".

3.4.4 Kanban

3.4.4.1 Introducción

Siguiendo con la implementación de las soluciones descritas al inicio, continuamos con la herramienta del Kanban.

KANBAN significa en japonés: 'etiqueta de instrucción'. Su principal función es ser una orden de trabajo, indicando qué se va a producir, en

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

qué cantidad, mediante qué medios y cómo transportarlo[23] Se debe tener presente que el diseño presentado, no es un Kanban puro, es decir que desde el último proceso se vaya jalando la producción, éste se pudiera realizar, si los demás procesos contaran con una gran disponibilidad y los defectos de calidad sean mínimos en cada uno, pero al no tener estas condiciones presentes se propone establecer supermercados en dos lugares establecidos: después de corte de flejes y en la bodega de productos terminados. Esto para mejorar el flujo de trabajo. Para los cálculos del número de Kanban, se debe tener en cuenta que un Kanban es igual a un paquete de producto terminado.

3.4.4.2 Objetivo

Diseñar el sistema Kanban para mejorar el flujo de trabajo.

3.4.4.3 Descripción[24]

Este sistema tiene el beneficio añadido de simplificar la burocracia, cuando la producción se ejecuta pasando instrucciones a cada proceso, algunos de estos pueden retrasarse, o la producción especulativa puede generar inventarios innecesarios. El sistema **KANBAN** previene este despilfarro. El sistema se establece como sigue:

- Las entregas se realizan varias veces al día.

[23] Yasuhiro Monden, "*El « just in time »hoy en Toyota* ", España, Ediciones Deusto, 1996.
[24] Yasuhiro Monden, "*El « just in time »hoy en Toyota* ", España, Ediciones Deusto, 1996

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- Los puntos de entrega física se especifican en detalle para evitar colocar piezas en almacén y tener después que retirarlas para transferirlas a la línea.
- El espacio disponible para la colocación de piezas se limita para hacer imposible acumular excesos de stocks.

El movimiento de los KANBANES regula el movimiento de los productos. Al mismo tiempo, el número de KANBANES restringe el número de productos en circulación. ***EL KANBAN DEBE MOVERSE SIEMPRE CON LOS PRODUCTOS.***

3.4.4.4 Funcionamiento

El funcionamiento del Kanban con WIP, propuesto en la empresa se da de la siguiente manera:

1. Se realiza el pedido del producto.
2. El Kanban de pedido es colocado en una caja o recipiente.
3. Los Kanban de pedidos realizados por ventas, son enviados al departamento de producción, donde el encargado de la programación de la producción, ingresa estos pedidos a la cadena de fabricación.

4. En la cadena de fabricación estos pedidos se mueven de la siguiente manera:

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

a) Se realiza un Kanban de producción, que se lo envía a la formadora correspondiente.

b) Una vez que el Kanban de producción llega a la formadora, una persona encargada retirará los flejes necesarios para realizar el trabajo. Llena la información con los Kanban retirados.

c) El Kanban de señal ubicado en el supermercado de flejes, indica cuando se debe reponer el material, enviando información al proceso anterior: Corte de flejes.

d) Una vez que se llega al punto de re orden, se repone el material que ha sido consumido.

e) Para los procesos aguas abajo de formado, las ordenes seguirán un canal FIFO.

f) El Kanban de producción que acompaña al producto, ingresa a la Bodega de productos terminado donde se le coloca un Kanban de retirada.

g) El Kanban de producción que es cambiado por uno de retirada es enviado al departamento de producción para ser ingresado a productos terminados.

h) Este flujo se muestra en la figura 3.24

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

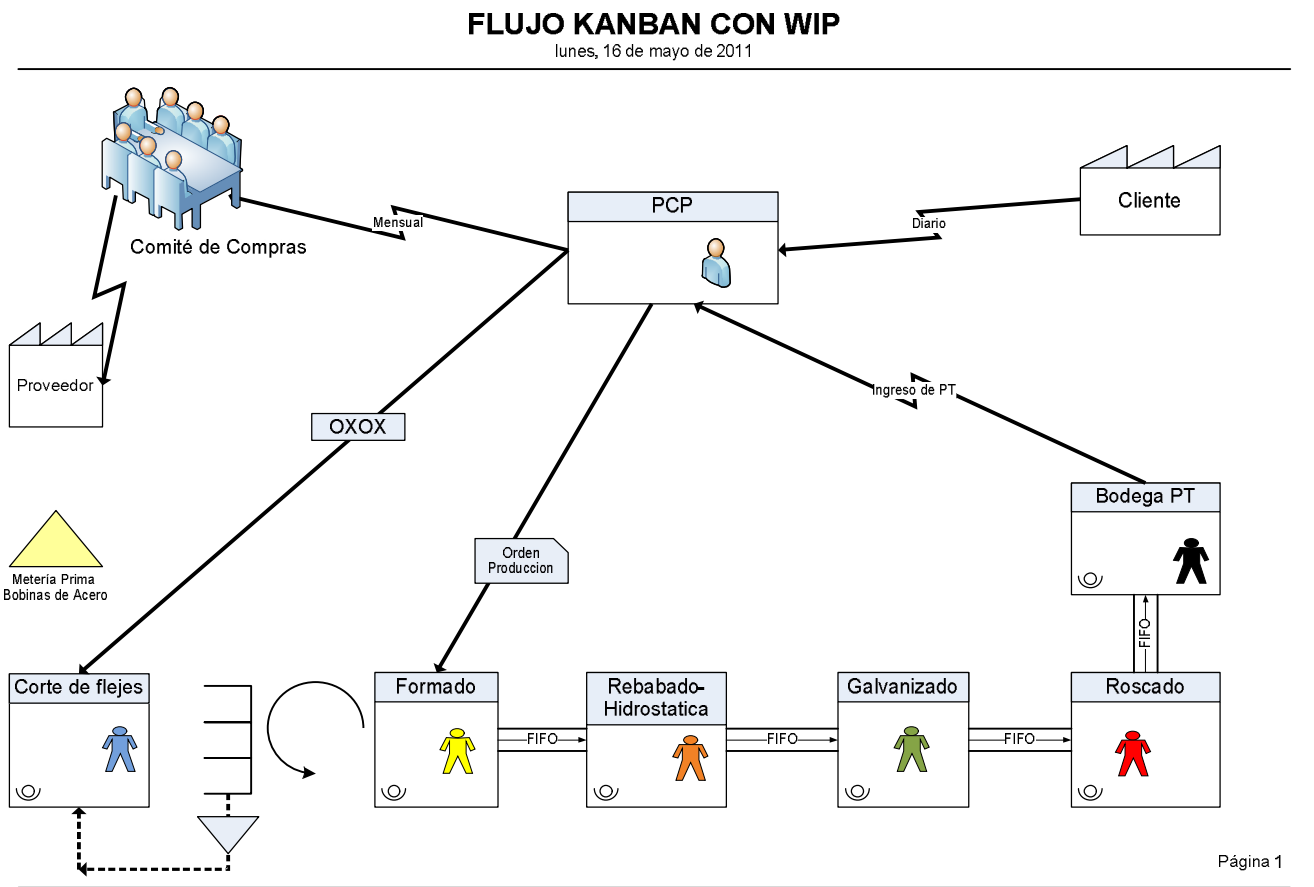


Figura 3.24: Flujo Kanban en la empresa.

Planeación y Control de la Producción.- Está persona, se encarga, de llevar el control de pedidos, y actualizar las existencias en bodega

Corte de flejes.- Está persona se encarga de verificar el nivel del Kanban de señal.

Formado. Persona, que está encargada de recoger la materia prima necesaria para el trabajo dado. Cuando se termine de realizar la orden de trabajo, se deberá enviar el producto con la información correspondiente. Verifica el nivel del supermercado.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Rebabado.- Además de trabajar en el centro de trabajo, está persona, verifica que todos los carros con productos, estén identificados, al ingresar al proceso.

Galvanizado.- Personas encargadas del proceso de Galvanizado.

Roscado.- Personas encargada del roscado de tubería.

Bodega Producto terminado.- Está persona está encargada de registrar los productos que ingresan a Bodega, así como los que salen. Debe estar continuamente comunicado con programación de la producción.

3.4.4.5 Aplicaciones

Las aplicaciones que tiene el sistema dentro de la fábrica involucran al departamento de Producción, en el área de corte de flejes, en bodega de producto terminado y Despachos.

En estos departamentos se puede controlar[25]:

- Reducción en los niveles de inventario.
- Reducción en WIP (Work in Process).
- Provee información rápida y precisa
- Evita sobreproducción
- Minimiza Desperdicios

[25] http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/kanban/, día de la consulta 2011-03-11

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

3.4.4.6 Alcance

Se lo realizará en unos pocos productos, los cuales han sido seleccionados tomando en cuenta ciertos criterios, que se explica a continuación. Para las ventas de los productos seleccionados solamente se las va a tomar las de Cuenca, estas ventas son las realizadas en el local ubicado en Totoracocha y en la fábrica. Para los cálculos se tomarán las ventas de estos dos lugares.

3.4.4.7 Elección de los productos.

Los productos que se escogieron (Tabla 28) dentro de la empresa usando criterios establecidos son:

Tabla 28: Identificación de productos.

Código	Descripción	Descripción
192190387	Tubo estructural 100 x 100	FORMADORA 2
158360351	Tubo Galvanizado ISO de 4 pulgadas	FORMADORA 2
111150078	Tubo redondo mueble de 1 pulgada	FORMADORA 5
112110100	Tubo cuadrado mueble de 1 pulgada	FORMADORA 5

Fuente: elaboración propia.

Criterios para la elección.

Ventas: las ventas de estos productos están en crecimiento, como muestra las figuras 3.25 a-d:

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

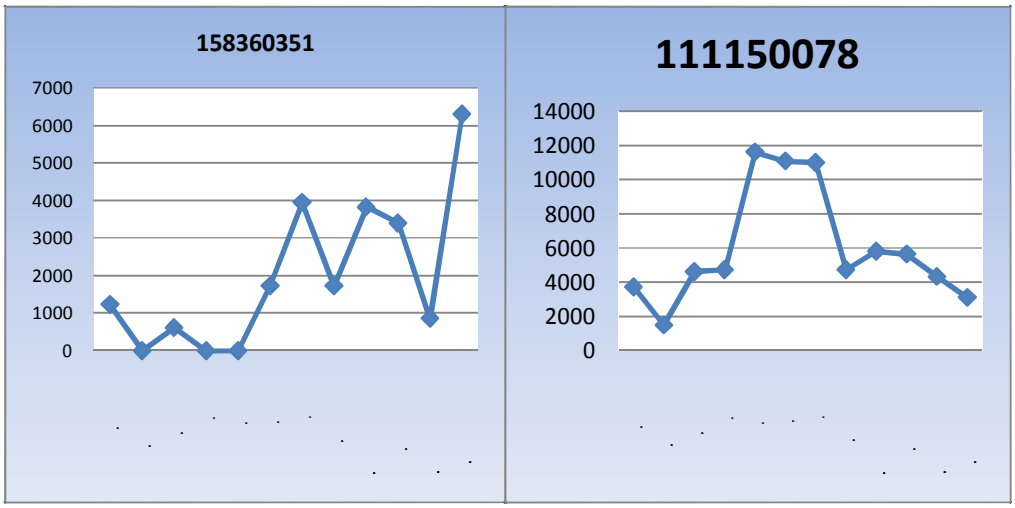


Figura 3.25 a, b: Ventas de cada producto

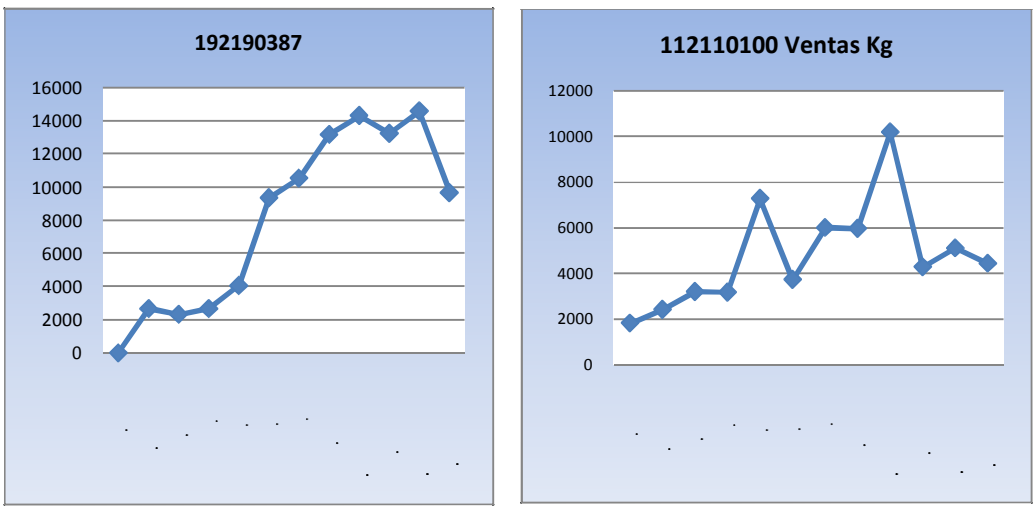


Figura 3.25 c, d: Ventas de cada producto

Precio: el precio promedio del kilogramo de estos tubos esta en 1.35 dólares por kilo. Y su peso promedio está en 30 kilos por tubo.

Beneficio: El beneficio de estos productos (Tabla 28), es considerablemente bueno y son considerados productos estrellas[26].

[26] Departamento de ventas y comercialización de la empresa TUGALT

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Una vez escogidos los productos se debe realizar el cálculo del número de Kanban que serán necesarios tener. Para esto, aclaramos que para el área de supermercado de flejes y de producto terminado se tendrá un Kanban de señal además que el número de Kanban va ser igual al número de paquetes de producto terminado en el caso del supermercado de producto terminado y en el caso de supermercado de flejes va ser igual al número de flejes.

3.4.4.8 Calculo de Kanban y supermercados.

Los Kanban que necesitamos, son los de señal en el área de flejes y en la de producto terminado.

3.4.4.8.1 Determinación de Supermercados: Etapas para Diseñar un Supermercado de Piezas

1. Decida donde ubicar El supermercado

Se lo hará en la bodega de producto terminado. Con la finalidad de minimizar la variación de la demanda. El segundo se colocará después del proceso de Corte de Flejes. Con la finalidad de que el flujo sea constante.

2. ¿Qué cantidad de cada material debemos mantener en el supermercado, y que espacio será necesario?

2.1 Definir el nivel máximo de inventario

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

El nivel máximo de inventarios se resume con el cálculo de Qualiplus.

Cálculo de Qualiplus

$$I_{MAX} = D_{75\%}\left(F_{PED} + T_R + T_{pulmón} + T_{incert}\right)$$

Estos términos se explicaron en el capítulo dos.

-El inventario mínimo se toma la formula explicada por Qualiplus a saber:

$$I_{MIN} = D_{75\%}\left(T_{pulmón} + T_{incert}\right)$$

La situación de inventario mínimo debe ser tratada con urgencia, como si el stock del producto hubiera terminado.

El punto de pedido no es lo mismo que el nivel mínimo: el pedido se lo debe accionar con suficiente antecedencia para que, idealmente, al llegar el producto, el inventario, justo, llega al nivel mínimo.

Una regla práctica es:

Punto de pedido= Inventario Mínimo + Nivel de seguridad

El nivel de seguridad, está dado par posibles eventualidad que pueden ocurrir, debe estar en los mismos términos (unidades) que el inventario mínimo.

En la empresa TUGALT, las ventas se realizan, en un centro de atención al cliente ubicado en la ciudadela Totoracocha en la ciudad de Cuenca, y algunas ventas se realizan en la planta. Para el cálculo del número de Kanban, se debe considerar las ventas en estos dos sitios,

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

la suma del número de Kanban de cada uno de estos lugares nos dará como resultado el número total de Kanban que se deba tener como máximo y mínimo, así como el punto de pedido.

En la Tabla 29 se resume el cálculo de los niveles máximos y mínimos de los productos seleccionados, así como su Punto de Pedido.

2.2 Elegir el medio de almacenamiento adecuado para cada producto:

El almacenamiento para los determinados supermercados se lo hace de la siguiente manera:

- Supermercado de flejes: Se destina áreas donde se colocan los flejes.
- Supermercado de Producto terminado: Se destina áreas donde se colocan los paquetes con producto terminado en Pallets, o separadores.

- **2.3 Definir el espacio necesario para el Inventario máximo**

- Para el espacio que requiere se toma en cuenta, los inventarios máximos antes calculados, a estos inventarios se los transforma a numero de flejes equivalentes.(tablas 30 a y 30b)

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Tabla 29: Resumen del cálculo de Kanban.

LOCAL TOTORA COCHA														
DESCRIPCIÓN	Código	Maquina	Demanda (Unidades diarias)	Tiempo Pulmón(días)	Tiempo incertidumbre (días)	F. Pedido(días)	T. reposición (días)	Inv. Máximo(unidades)	Tubos por paquete	N° Kanban	Inv. Mínimo	N. Kanban Min	Nivel de Seguridad(días)	Punto de pedido (N° de Kanban)
Tubo Cuad. Estruct. 100 x 100 190 mm	192190387	FORMADORA 2	20	8.5	2	2.7	2	228	20	12	158	8	2	9
Tubo Cuadrado 1 1.10 mm	158360351	FORMADORA 2	5	16.1	2	2.0	2	83	7	12	68	10	2	11
Tubo Redondo 1 1.50 mm	112110100	FORMADORA 5	28	7.4	2	1.0	2	261	64	5	198	4	2	4
Tubo Ng. ISO II 4 360 mm	111150078	FORMADORA 5	39	7.7	2	1.0	2	373	91	5	285	4	2	4
Fábrica														
DESCRIPCIÓN	Código	Máquina	Demanda (Unidades)	Tiempo Pulmón(días)	Tiempo incertidumbre (días)	F. Pedido(días)	T. reposición (días)	Inv. Máximo(unidades)	Tubos por paquete	N° Kanban	Inv. Mínimo(u nidades)	N. Kanban Min	Nivel de Seguridad(días)	Punto de pedido (N° de Kanban)
Tubo Cuad. Estruct. 100 x 100 190 mm	192190387	FORMADORA 2	11	3.9	2	2.7	2	90	20	5	50	3	2	4
Tubo Cuadrado 1 1.10 mm	112110100	FORMADORA 5	1	3.3	2	2.0	2	8	7	2	5	1	2	1
Tubo Redondo 1 1.50 mm	111150078	FORMADORA 5	22	5.2	2	1.0	2	169	64	3	119	2	2	2
Tubo Ng. ISO II 4 360 mm	158360351	FORMADORA 2	7	3.9	2	1.0	2	44	91	1	29	1	2	1
La suma de los Kanban del local de Totoracocha y la Fábrica, nos da el Kanban total mostrado a continuación:														
DESCRIPCIÓN	Código	Kanban máximo	Kanban mínimo	Punto de pedido										
Tubo Cuad. Estruct. 100 x 100 190 mm	192190387	17	11	13										
Tubo Cuadrado 1 1.10 mm	112110100	14	11	12										
Tubo Redondo 1 1.50 mm	111150078	8	6	6										
Tubo Ng. ISO II 4 360 mm	158360351	6	5	5										

Fuente: Elaboración propia

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Tabla 3.30 a: Número de flejes máximos

Código de productos	Máquina	Peso unitario tubo(kg)	Inventario máximo (unidades)	Peso promedio del fleje(kg)	Número de Tubos por fleje	Número de flejes
192190387	FORMADORA 2	34.63	317	2798	80	4
158360351	FORMADORA 2	59.52	91	720	12	8
112110100	FORMADORA 5	5.51	430	589	106	5
111150078	FORMADORA 5	3.62	417	460	127	4

Fuente: elaboración propia.

Una vez que se tiene en flejes, se puede calcular el espacio que es necesario para el Supermercado de flejes, en donde se dice que la longitud entre flejes es la longitud a la cual se colocan un fleje después de otro para que sea más fácil colocarlos en el acumulador de flejes.

Tabla 3.30 b: longitud necesaria para supermercado de flejes.

Código de productos	Máquina	Número de flejes	Ancho de fleje(metros)	longitud entre flejes(metros)	longitud requerida(metros)	longitud más eventualidades(50%)(metros)
192190387	FORMADORA 2	4	0.38	0.1	1.848	2.77
158360351	FORMADORA 2	8	0.35	0.1	3.508	5.26
112110100	FORMADORA 5	5	0.10	0	0.5	0.7
111150078	FORMADORA 5	4	0.07	0	0.312	0.46

Fuente: Elaboración propia

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

En los flejes para tubo redondo de 1 pulgada (111150078), la longitud entre flejes es de cero, debido a que el tecle que se utiliza en está máquina permite un fácil transporte y carga de estos flejes.

Los flejes para el tubo cuadrado de 100 x100 mm (192190387), son de pesos considerable, por lo que es necesario tener un espacio entre estos para su mejor manipulación.

Para colocar estos flejes, se tomará en cuenta la longitud calculada para cada uno, y se los colocarán en filas, esto para facilitar el manejo de los mismos.

Supermercado de Producto terminado

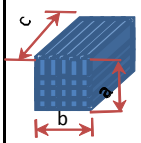
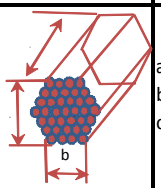
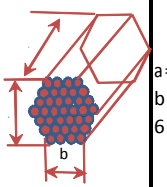
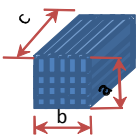
Para el espacio del supermercado de producto terminado, procedemos de la siguiente manera:

1. Calculamos los paquetes máximos y mínimos.
2. Medimos el largo y ancho que ocupa cada paquete
3. Debido a que en bodega necesitamos ahorrar espacios vamos a colocar los paquetes en tres columnas de cuatro filas máximo para evitar cualquier contratiempo.

Estos pasos se resumen en la tabla 31 en donde se muestra el espacio a ocupar por los paquetes:

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Tabla 31: Área necesario para supermercado de producto terminado.

Código de productos	Máquina	Inventario máximo (paquetes).	Croquis del paquete	Dimensiones(metros)	Largo de las 5 columnas necesario(metros)	Alto en de las filas necesarias en metros
192190387	Formadora 2	17		a= 0.4 b=0.5 c=6	2.5	1.6
158360351	Formadora 2	6		a= 0.32 b=0.35 c = 6	1.6	0.32
111150078	Formadora 5	8		a=0,26 b=0,28 c= 6	1.3	0.78
112110100	Formadora 5	14		a=0,22 b=0,25 c=6	1.3	0.75

Fuente:

Elaboración propia.

3. ¿Cómo va funcionar el flujo de señales de halado y materiales/piezas en el supermercado?

3.1 Defina el tipo de "señal de halado" de los puntos de consumo:

Para mover el Kanban, se ha diseñado tarjetas de retirada, las cuales se muestran en la Figura 3.26. Esta tarjeta incluye la cantidad a retirar, la

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

persona responsable en retirar el producto, el transporte que se va a usar, hacia dónde es el destino, un código de barras el cual va a facilitar el manejo de la información.

Figura 3.26: Kanban de retirada.

3.3 Defina la cantidad de señales de halado ("pull signals") en el sistema:

Para la señal de halado que se lo hará a cada producto se realizará mediante el semáforo establecido en **"CREANDO FLUJO", que es un hoja de Excel.**

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

3.4 Defina método(s) de transporte y ruta(s) de entrega

Las rutas de transporte para los paquetes que lleguen al supermercado de flejes tendrán que seguir una ruta establecida. Estas rutas muestra en el Apéndice F.

4. ¿Cómo el supermercado va a operar?

Los productos que ingresen al supermercado de productos terminados seguirán un orden FIFO, cuando se realice un pedido se seguirá el siguiente procedimiento:

Cuando el producto ingrese a la bodega, esta cantidad de ingreso será registrada mediante un documento llamado ingreso de Producto terminado (Apéndice G).

Para cuando se requiera retirar material del supermercado seguirá los siguientes pasos:

1. Se realiza el pedido de materiales, con su respectivo Kanban de retirada
2. Con el Kanban de retirada la persona encargada, se dirige hacia el lugar donde se encuentran los productos.
3. Toma únicamente la cantidad de producto especificada en el Kanban.
4. Verifica visualmente el límite de las existencias.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

5. Con el Kanban de retirada y la cantidad de producto establecida, la persona encargada, se dirige hacia el camión que entregará el material.
6. Se hará constancia de la entrega del Kanban, mediante elementos de control visual como una firma y una fotografía.
7. La persona encargada entregará al bodeguero el Kanban de retirada e informará sobre el nivel de existencia.
8. Este Kanban de retirada será depositado en la caja ubicada en las oficinas de TUGALT. En la Figura 3.27, se muestra este procedimiento.

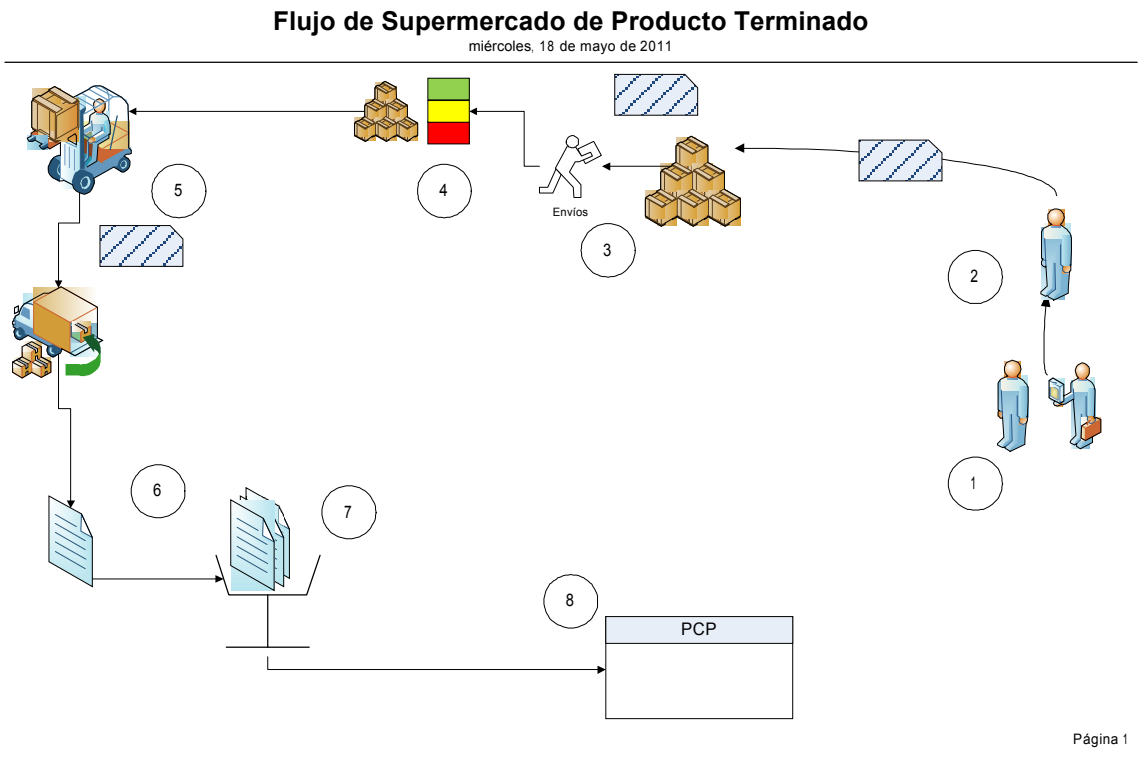


Figura3.27: Funcionamiento del supermercado de Producto terminado.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Siempre se debe verificar y actualizar los datos, de esto depende el éxito del semáforo, el cual indicará los niveles de existencia en Bodega.

Se debe tomar en cuenta la regla número dos del Kanban explicada en el capítulos dos.

Supermercado de flejes

Para el supermercado de flejes (Figura 3.28) se tiene que realizar el siguiente procedimiento:

La persona que retira el material.

1. Con el número de Kanban de retiradas necesarias, (tomando en cuenta la regla 2 del Kanban), retira del supermercado de flejes la cantidad solicitada.
2. Deposita estos Kanban en una caja.
3. Regresa con el material necesario para su trabajo a su puesto.

Una vez que se ha llegado al punto de pedido el supermercado de flejes, la persona encargada de este supermercado, deberá retirar los Kanban de la caja de nivelación además:

4. Regresar al departamento de producción con estos Kanban para que se realice la orden de corte.
5. Enviar la orden de producción a Corte de flejes.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

6. Una vez que la orden de producción se realice se enviara los flejes con los Kanban respectivos.

   Existen en el supermercado de flejes señales visuales que le permiten a los encargados de retirar los Kanban conocer cuando retirarlos. Estas señales están dadas por

- Señales colocadas indicando el nivel máximo, mínimo y el punto de pedido.

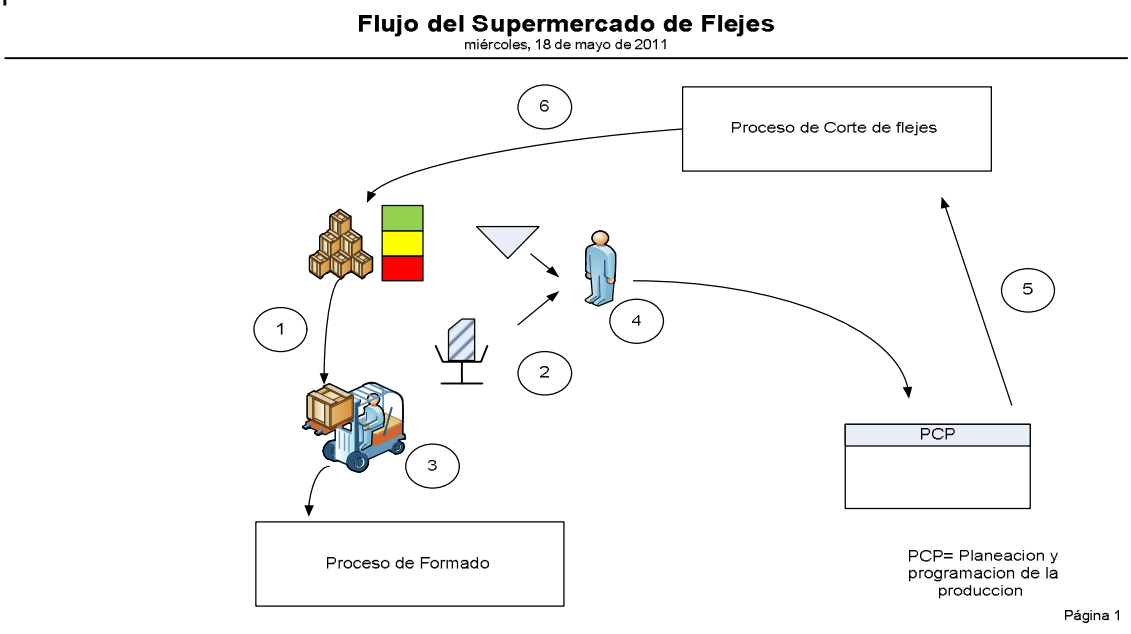


Figura3.28: Funcionamiento del supermercado de flejes.

5 ¿Cómo se mantendrá el sistema en constante evolución?

Para mantener el control en la evolución del supermercado, y conocer sus niveles de existencias, existe una propuesta dada por la Gerencia de

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

amortiguadores. El objetivo del sistema LEAN, es disminuir los desperdicios en los procesos, y dentro de estos desperdicios está el exceso de inventario, si podemos mantener el inventario en niveles los cuales sean adaptables a cambios, podremos controlar las existencias de inventario.

El objetivo principal de los amortiguadores es absorber todas aquellas variaciones que se presentan en el proceso. Otro de los objetivos es advertir de las potenciales amenazas que pueden afectar la programación de la producción. Debido a la información que proporcionan es necesario analizar constantemente el estado de los amortiguadores[27]

Amortiguadores DBR: Tres zonas

Se lo divide en tres partes iguales las cuales serán identificadas por colores como lo muestra la figura 3.29: Zona 3 (color verde), zona 2 (color amarillo) y zona 1 (color rojo).

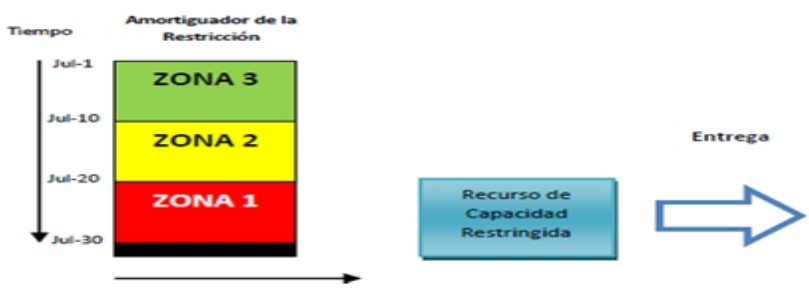


Figura 3.29: Zonas del amortiguador.

[27] Macías Jaime y Salinas Andrés, "Elaboración del Plan de Implementación de la Metodología TOC en una Empresa Procesadora de Productos de Acero", pág. 27, año 2011.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Estas zonas establecidas funciona para los productos que han sido seleccionados y lo podemos visualizar en la herramienta llamada ***"CREANDO FLUJO",*** en la cual se ha calculado las zonas con las fórmulas presentadas en el capítulo dos.

3.4.8.2 Sistema de visualización Kanban

La mejor manera de conocer las existencias y los límites se lo puede realizar mediante la visualización.

El libro de Excel llamado ***"Kanban Automatizado" (Figura 3.30)*** nos permite visualizar los parámetros necesarios para el Kanban. En este programa se puede visualizar:

- Las ventas necesarias en unidades de acuerdo a los objetivos de la empresa.
- El supermercado de cada producto en nivel máximo y mínimo
- El punto de re-orden de cada producto.
- El número de Kanban de producción que se debe realizar.
- El número de Kanban de proveedor en el caso de los almacenes que deben tener.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

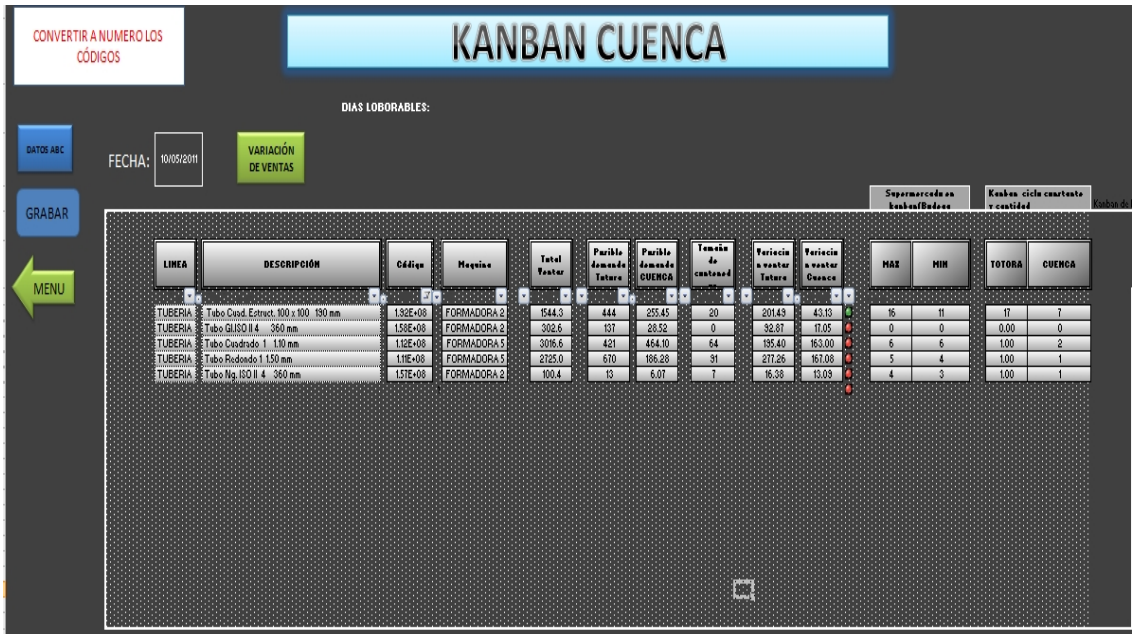


Figura 3.30: Imagen Kanban automatizado

3.4.4.9.1 Como funciona el Kanban en el libro de Excel Creando flujo.

Como realizar el movimiento del Kanban se, usa el libro de Excel llamado ***"Creando Flujo",*** en el cual se puede visualizar el recorrido que realiza la orden de producción.

Este sistema de visualización, se lo utiliza además el semáforo en los supermercados que se tienen.

Los productos en los cuales se aplicara el Kanban son los señalados.

En el Apéndice H, se explica el funcionamiento de esta herramienta.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

3.4.4.10 Reducción de inventarios en bodegas

Para está parte, se propone la reducción del inventario de producto terminado a niveles objetivos de inventario. El inventario forma parte de los 8 desperdicios identificados por el sistema LEAN, su disminución es parte importante de este sistema, si podemos eliminarlo usando el Kanban u otro método será beneficioso para la empresa, si alejarnos del objetivo de eliminar este desperdicio la gestión de Buffer, presenta un Nivel óptimo de inventario, usando las fórmulas presentadas en la visión viable de una empresa, en los arboles de Estrategia y Táctica promovida y creada por el Doctor Eli Goldratt (2007).

Estas formulas que se presentan son:

Verde= inventario > 2/3 del NOI

Amarillo= inv > 1/3 del NOI
Inv < 2/3 del NOI

Rojo = inv < 1/3 del NOI

Nivel Objetivo de Inventario(NOI):
Demanda promedio diaria (mes pasado)+(2 desviacion estandar * Tiempo historico de reposición)

Formulas recomendadas para el uso de buffers, se encuentran en Árbol de Estrategias y tácticas, dados por el Dr. ELIYAHU GOLDRATT (2007)

Estas fórmulas, son las que se usan para definir el nivel de existencias que se debe tener en bodegas. Estas fórmulas están basadas en datos de la

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

demanda del mes anterior. Los productos que elegimos, son los de Tubería, y dentro de estas con un análisis pareto, se escogieron los productos. En la tabla 32 se indica las existencias en bodega actualmente, se compara con los niveles objetivos que deben tener.

Tabla.32: Niveles de inventario en bodega de producto terminado.

Producto	Bodega	NOI	Exceso o Faltante	%	Condición
111065039	85	2	83	4250%	Exceso
111070041	271	0	271	-	No Aplica
111070070	1274	880	394	145%	Exceso
111075049	74	0	74		No Aplica
111090041	813	0	813	-	No Aplica
111090070	637	877	-240	73%	Faltante
111090100	122	993	-871	12%	Faltante
111090150	1	0	1	-	No Aplica
111110050	201	485	-284	41%	Faltante
111110060	364	315	49	116%	Exceso
111110070	3008	2022	986	149%	Exceso
111110100	244	758	-514	32%	Faltante
111110119	458	541	-83	85%	Faltante
111110150	518	0	518	-	No Aplica
111140100	48	19	29	253%	Exceso
111140198	95	0	95	-	No Aplica
111150059	182	986	-804	18%	Faltante
111150078	546	3385	-2839	16%	Faltante
111150097	793	1850	-1057	43%	Faltante
111150117	671	2507	-1836	27%	Faltante
111150198	506	135	371	375%	Exceso
112070080	600	1114	-514	54%	Faltante
112070100	1856	648	1208	286%	Exceso

Fuente: elaboración propia.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Se puede notar el alto porcentaje de producto terminado en algunos casos, y el faltante en otros productos. Por lo general, los excesos en algunos materiales, y los faltantes en otras hacen que existan ventas pérdidas en algunos productos y costos de posesión de material excesivo.

Para poder reducir estos inventarios en bodegas, se debe alcanzar los niveles óptimos de inventario.

Estos datos están dados en la herramienta "**CREANDO FLUJO".** Para la disminución de las existencias en producto terminado, se sugiere que los inventarios bajen al nivel óptimo, en diversas fases

- La primera fase en un 30% a los niveles óptimos.
- En la segunda fase al 60% a los niveles óptimos
- En la tercera fase se pretende llegar al nivel objetivo

Estas fases, son propuestas para reconocer el impacto que se tendrá en los inventaros y en las ventas.

3.4.5 Cambio rápido.

Para el proceso de implementación del cambio rápido, se lo debe realizar, en la formadora uno, en cuatro etapas las cuales son[28]:

[28] GALGANO Alberto, "Las tres revoluciones ", España, Ediciones Díaz de Santos, 2004, pág. 386-393.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

1. **Análisis de la situación actual:** análisis del set-up, sin distinguir en actividades internas o externas, son todas tratadas como internas.
2. **Separación clara entre set-up interno y set-up externo:** en esta etapa no es necesario pensar en cambios radicales de la maquina o el método, sino solo poner en evidencia las distintas operaciones.
3. **Conversión del set-up interno en set-up externo:** el objetivo es de reducir el tiempo de set-up interno, transformándolo, en la medida de lo posible en set-up externo.
4. **Mejora de los procedimientos de set up interno y externo:** estandarización de los procedimientos.

Para la implementación de estas etapas, se las realizará en la Formadora uno, debido a su baja disponibilidad y su tiempo de preparación:

3.4.5.1 Fases de implementación:

Análisis de las actividades durante el cambio de línea[29].

3.4.5.1.1 División de zonas de la Formadora Uno para el cambio de línea.

- **Zona 1 Conformadora de tubo**. Conocida también como “bancos formadores” está a cargo del Ayudante de operador 2 conocido también como “soldador” y tiene a su cargo el montaje y desmontaje de:

[29] S. Velecela,” Análisis de actividades durante el cambio”. Tesis de Ingeniería Industrial, (2008).

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- 6 transversales (bancos verticales formadores).
- 4 guías intermedias (bancos horizontales formadores).

- **Zona 2 Conformado de tubo.** Esta zona es parte del conformado de tubo es en donde se suelda el tubo, razón por la cual se la conoce con el nombre mesa de soldadura y está a cargo del operador principal de la máquina, el mismo que tiene la tarea de hacer el montaje y desmontaje de:

  - Rodillo guía de soldadura
  - Cabezal de soldadura (Compuesta por 3 rodillos soldadores)
  - Impeder(parte usada en la soldadura de la tubería para concentrar el flujo magnético)
  - Coils(parte que ayuda a la soldadura de la tubería)
  - Cañería del sistema de refrigeración.

- **Zona 3 Calibradora de tubo.** También conocida como la zona del enderezado del tubo, está a cargo del ayudante de operador 1 conocido también como el “enderezador de tubo” tiene la tarea de el montaje y desmontaje de:

  - 3 cabezales de calibrado (bancos verticales calibradores).
  - 1 cabezal escuadrador (banco # 10)
  - 1 cabeza de turco
  - 1 sierra y 4 mordazas

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Una vez definida cada una de las zonas y las diferentes tareas de las mismas podemos registrar el tiempo que toma cada una.

3.4.5.1.2 Registros de tiempo de cambio de línea por zona.

Los registros por zonas se resumen en las Figuras 3.31 a- f En las cuales se muestra los tiempos de cada operación. Estos tiempos se tomó de acuerdo a cada zona separada anteriormente.

3.4.5.1.3 Separación clara entre set-up interno y set-up externo

Se clasifica a las actividades en Internas y externas, dependiendo de la Zona, en las tabla 3.33 a –c, se resume las actividades externas (maquina funcionando) e internas (maquina parada) de cada zona, tomando en cuenta el tiempo en realizarlas.

Tabla 33 a: Clasificación de las actividades internas y externas ZONA 1

Tareas	Método Actual		
	No	Tiempo	%
Internas (I)	114	1:13:12	43.32%
Externas (E)	56	1:35:47	56.68%
Total	170	2:48:59	100.00%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 33 b: Clasificación de las actividades internas y externas ZONA 2

Tareas	Método Actual		
	No	Tiempo	%
Operaciones Intermas	28	0:53:53	74.58%
Operaciones Externas	14	0:18:22	25.42%
Total	42	1:12:15	100.00%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 33c: Clasificación de las actividades internas y externas ZONA 3

Tareas	Método Actual		
	No	Tiempo	%
Operaciones Internas	80	1:05:58	57.77%
Operaciones Externas	36	0:48:13	42.23%
Total	116	1:54:11	100.00%

Fuente: Elaboración Propia.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

ZONA 1

SMED — ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS

TUGALT

Máquina: Formadora 1 Proceso: Formado Tarea: Cambio de línea Bancos de Formado

Resumen

Tareas		Método Actual No	Tiempo	%
Operaciones	O	121	0.09	7
Inspecciones	◙	16	0.01	
inspecciones	□	0	0.00	
Transporte	→	12	0.00	4.18%
Almacenaje	▼	0	0.00	0.00%
Demoras	D	21	0.01	12.28%
Total		170	0.12	100.00%

Zona: Primera

Material
Hombre x

Fuente: Elaboración Propia.

El diagrama termina:
Ajusta guías de lamina

Realizado por: Juan Carlos LL. **Fecha:** 27/05/2011

Núm. Elem.	Marca para operaciones	Operación	Inspección	Transporte	Almacenaje	demoras	Distancia	Cantidad(m)	Tiempos/min.	Tiempo /min.	Símbolos
1)	Afloja tuercas bancos 1,2,3,4 ,5,6	O							0:01:12	0:01:12	O
2)	Deja llave de tuercas.	O							0:01:47	0:00:35	O
3)	Saca tuercas, del banco 1,2,3,4,5,6, y coloca en los reductores de velocidad	O							0:04:19	0:02:32	O
4)	Lava guantes					D			0:04:50	0:00:31	D
5)	Saca pernos del banco 1	O							0:05:15	0:00:25	O
6)	Retira banco 1, coloca en el piso	O							0:05:31	0:00:16	O
7)	Se distrae					D			0:06:21	0:00:50	D
8)	Saca pernos del banco 2	O							0:06:54	0:00:33	O
9)	Retira banco 2, coloca en el piso	O							0:07:27	0:00:33	O
10)	Se distrae					D			0:07:47	0:00:20	D
11)	Saca pernos del banco 3	O							0:08:27	0:00:40	O
12)	Retira banco 3, coloca en el piso	O							0:08:41	0:00:14	O
13)	Saca pernos del banco 4	O							0:09:01	0:00:20	O
14)	Retira banco 4, coloca en el piso	O							0:09:14	0:00:13	O
15)	Saca pernos del banco 5	O							0:09:42	0:00:28	O
16)	Retira banco 5, coloca en el piso	O							0:09:53	0:00:11	O
17)	Se distrae					D			0:10:36	0:00:43	D
18)	Saca pernos del banco 6	O							0:11:08	0:00:32	O
19)	Retira banco 6, coloca en el piso	O							0:11:23	0:00:15	O
20)	Se lava los guantes					D			0:11:56	0:00:33	D
21)	Retira separadores del banco 1 y coloca en el piso	O							0:12:07	0:00:11	O
22)	Retira separadores del banco 2 y coloca en el piso	O							0:12:18	0:00:11	O
23)	Retira separadores del banco 3 y coloca en el piso	O							0:12:33	0:00:15	O
24)	Retira separadores del banco 4 y coloca en el piso	O							0:12:45	0:00:12	O
25)	Retira separadores del banco 5 y coloca en el piso	O							0:12:56	0:00:11	O
26)	Retira separadores del banco 6 y coloca en el piso	O							0:13:08	0:00:12	O
27)	Limpia Separadores con diesel	O							0:19:31	0:06:23	O
28)	Retira Rodillos del banco 1 y coloca en el piso	O							0:19:49	0:00:18	O
29)	Retira Rodillos del banco 2 y coloca en el piso	O							0:20:04	0:00:15	O
30)	Retira Rodillos del banco 3 y coloca en el piso	O							0:20:19	0:00:15	O
31)	Retira Rodillos del banco 4 y coloca en el piso	O							0:20:31	0:00:12	O
32)	Retira Rodillos del banco 5 y coloca en el piso	O							0:20:48	0:00:17	O
33)	Retira Rodillos del banco 6 y coloca en el piso	O							0:21:02	0:00:14	O
34)	Limpia rodillos con diesel	O							0:34:10	0:13:08	O
35)	Se lava los guantes					D			0:34:33	0:00:23	D
36)	Retira separador posteriores 1 y arandela, las coloca en el piso	O							0:34:44	0:00:11	O
37)	Retira separador posteriores 2 y arandela, las coloca en el piso	O							0:34:57	0:00:13	O
38)	Retira separador posteriores 3 y arandela, las coloca en el piso	O							0:35:09	0:00:12	O
39)	Retira separador posteriores 4 y arandela, las coloca en el piso	O							0:35:20	0:00:11	O
40)	Retira separador posteriores 5 y arandela, las coloca en el piso	O							0:35:32	0:00:12	O
41)	Retira separador posteriores 6 y arandela, las coloca en el piso	O							0:35:51	0:00:19	O
42)	Se lava los guantes					D			0:36:27	0:00:36	D
43)	Limpia bancada de la formadora	O							0:38:29	0:02:02	O
44)	Coloca rodillos en carro	O							0:47:10	0:08:41	O
45)	Va hacia estante de rodillos			→					0:47:42	0:00:32	→
46)	Coloca rodillos en estante	O							0:54:55	0:07:13	O
47)	Busca rodillos y los lleva a la formadora					D			1:00:44	0:05:49	D
48)	Regresa a la formadora			→					1:01:23	0:00:39	→
49)	Limpia banco 1	O							1:06:35	0:05:12	O
50)	Limpia banco 2	O							1:08:52	0:02:17	O
51)	Limpia banco 3	O							1:11:22	0:02:30	O
52)	Limpia banco 4	O							1:13:45	0:02:23	O
53)	Limpia banco 5	O							1:17:27	0:03:42	O
54)	Limpia banco 6	O							1:20:21	0:02:54	O
55)	Va hacia tanque con gasolina y toma un poco			→					1:21:06	0:00:45	→
56)	Regresa a la formadora			→					1:22:02	0:00:56	→
57)	Limpia rodillo banco 1	O							1:22:20	0:00:18	O
58)	Va hacia mesa			→					1:22:50	0:00:30	→
59)	Limpia rodillo banco 2	O							1:23:16	0:00:26	O
60)	Limpia rodillo banco 3	O							1:23:52	0:00:36	O
61)	Limpia rodillo banco 4			→					1:24:54	0:01:02	→
62)	Se distrae					D			1:26:00	0:01:06	D
63)	Limpia rodillo banco 5	O							1:28:10	0:02:10	O
64)	Limpia rodillo banco 6	O							1:30:15	0:02:05	O
65)	Limpia ejes horizontales de los bancos	O							1:31:21	0:01:06	O
66)	Coloca separadores posterior banco 1	O							1:32:07	0:00:46	O
67)	Coloca rodillos banco 1 y arandela	O							1:32:38	0:00:31	O
68)	Coloca separadores posterior banco 2	O							1:33:33	0:00:55	O

Página 1

Figura 3.31 a: Toma de tiempos Zona 1 Fuente: Elaboración Propia.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

69)	Coloca rodillos banco 2 y arandela								1:34:09	0:00:36	O
70)	Coloca separadores posterior banco 3								1:35:07	0:00:58	O
71)	Coloca rodillos banco 3 y arandela								1:35:52	0:00:45	O
72)	Coloca separadores posterior banco 4								1:36:41	0:00:49	O
73)	Coloca rodillos banco 4 y arandela								1:37:20	0:00:39	O
74)	Coloca separadores posterior banco 5								1:38:17	0:00:57	O
75)	Coloca rodillos banco 5 y arandela								1:38:45	0:00:28	O
76)	Conversa					D			1:39:00	0:00:15	D
77)	Escoge arandela								1:39:59	0:00:59	▭
78)	Limpia arandela					D			1:40:15	0:00:16	D
79)	Busca arandela que calce en el banco					D			1:42:51	0:02:36	D
80)	Se coloca guantes					D			1:43:12	0:00:21	D
81)	Coloca separadores posterior banco 6								1:43:50	0:00:38	O
82)	Coloca rodillos banco 6 y arandela								1:44:25	0:00:35	O
83)	Coloca rodillos en guía 1								1:44:39	0:00:14	O
84)	Coloca rodillos en guía 2								1:44:57	0:00:18	O
85)	Coloca rodillos en guía 3								1:45:13	0:00:16	O
86)	Coloca rodillos en guía 4								1:45:37	0:00:24	O
87)	Coloca Tuercas en las guía 1								1:46:02	0:00:25	O
88)	Engrasa guías								1:46:17	0:00:15	O
89)	Coloca Tuercas en las guía 2								1:46:29	0:00:12	O
90)	Coloca Tuercas en las guía 3								1:46:50	0:00:21	O
91)	Va a traer llave								1:47:14	0:00:24	→
92)	Ajusta guía 1								1:47:29	0:00:15	O
93)	Ajusta guía 2								1:47:40	0:00:11	O
94)	Ajusta guía 3								1:47:49	0:00:09	O
95)	Ajusta guía 4					D			1:48:00	0:00:11	D
96)	Revisa guía 1								1:48:16	0:00:16	▭
97)	Revisa guía 2								1:48:32	0:00:16	▭
98)	Revisa guía 3								1:48:50	0:00:18	▭
99)	Revisa guía 4								1:49:05	0:00:15	▭
100)	Trae y coloca separadores del banco 6								1:49:52	0:00:47	O
101)	Trae y coloca separadores del banco 5								1:51:15	0:01:23	O
102)	Trae y coloca separadores del banco 4								1:51:53	0:00:38	O
103)	Revisa separadores banco 3								1:52:04	0:00:11	▭
104)	Trae y coloca separadores del banco 3								1:52:43	0:00:39	O
105)	Revisa separadores banco 2								1:53:12	0:00:29	▭
106)	Trae y coloca separadores del banco 2								1:53:47	0:00:35	O
107)	Revisa separadores banco 1								1:54:03	0:00:16	▭
108)	Trae y coloca separadores del banco 1								1:54:32	0:00:29	O
109)	Saca separador banco 1								1:54:46	0:00:14	O
110)	Lleva a pulir separador								1:55:20	0:00:34	→
111)	Pule separador					D			1:57:05	0:01:45	D
112)	Lleva separador a la formadora								1:57:16	0:00:11	→
113)	Coloca separador								1:57:29	0:00:13	O
114)	Revisa								1:57:37	0:00:08	O
115)	Lava guantes					D			1:58:13	0:00:36	D
116)	Coloca grasas en banco 1								1:58:36	0:00:23	O
117)	Coloca banco 1 en la bancada de la formadora								1:58:49	0:00:13	O
118)	Calibra banco 1 q con ejes horizontales								1:59:24	0:00:35	→
119)	Coloca banco 2 en la bancada de la formadora								1:59:37	0:00:13	O
120)	Calibra banco 2 q con ejes horizontales								2:01:45	0:02:08	▭
121)	Busca recipiente con grasa					D			2:02:03	0:00:18	D
122)	Coloca grasa en banco 2								2:02:27	0:00:24	O
123)	Busca y trae herramienta					D			2:04:52	0:02:25	D
124)	Saca banco 2								2:05:05	0:00:13	O
125)	Coloca nueva rodillo en el banco 1								2:06:14	0:01:09	O
126)	Coloca banco 2 en la bancada de la formadora								2:06:23	0:00:09	O
127)	Lava guantes					D			2:06:46	0:00:23	D
128)	Inspecciona armado								2:07:06	0:00:20	▭
129)	Coloca grasa en banco 3								2:07:41	0:00:35	O
130)	Coloca banco 3 en la bancada de la formadora								2:07:54	0:00:13	O
131)	Calibra banco 3 con los ejes horizontales								2:11:08	0:03:14	▭
132)	Coloca banco 4 en la bancada de la formadora								2:11:23	0:00:15	O
133)	Calibra banco 4 con los ejes horizontales								2:12:49	0:01:26	▭
134)	Coloca banco 5 en la bancada de la formadora								2:13:06	0:00:17	O
135)	Coloca banco 6 en la bancada de la formadora								2:13:25	0:00:19	O
136)	Calibra banco 6 con los ejes horizontales								2:14:23	0:00:58	▭
137)	Calibra banco 5 con los ejes horizontales								2:15:03	0:00:40	▭
138)	Coloca tornillos en banco 1								2:15:30	0:00:27	O
139)	Coloca tornillos en banco 2								2:16:00	0:00:30	O
140)	Coloca tornillos en banco 3								2:16:29	0:00:29	O
141)	Coloca tornillos en banco 4								2:17:02	0:00:33	O
142)	Coloca tornillos en banco 5								2:17:28	0:00:26	O
143)	Coloca tornillos en banco 6								2:17:57	0:00:29	O
144)	Lava guantes					D			2:18:12	0:00:15	D
145)	Va por la llave								2:18:57	0:00:45	→
146)	Aprieta tornillos banco 1								2:20:06	0:01:09	O
147)	Aprieta tornillos banco 2								2:21:02	0:00:56	O
148)	Aprieta tornillos banco 3								2:22:09	0:01:07	O
149)	Aprieta tornillos banco 4								2:22:38	0:00:29	O
150)	Aprieta tornillos banco 5								2:23:27	0:00:49	O
151)	Aprieta tornillos banco 6								2:24:15	0:00:48	O
152)	Coloca tuercas en ejes horizontales superior e inferior del banco 1								2:25:04	0:00:49	O
153)	Saca tuerca del banco 1								2:25:59	0:00:55	O
154)	Inspecciona tuercas del banco 1								2:28:57	0:02:58	▭

Página 2

Figura 3.31 b: Toma de tiempos Zona 1 Fuente: Elaboración Propia.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

155)	Desarma banco 6, coloca separadores del banco 6 en banco 1	O							2:39:18	0:10:21	O
156)	Coloca tuercas en banco 2	O							2:39:29	0:00:11	O
157)	Coloca tuercas en banco 3	O							2:39:42	0:00:13	O
158)	Coloca tuercas en banco 4	O							2:39:58	0:00:16	O
159)	Coloca tuercas en banco 5	O							2:40:20	0:00:22	O
160)	Coloca tuercas en banco 6	O							2:41:22	0:01:02	O
161)	Aprieta tuercas superior e inferior Banco 1	O							2:41:39	0:00:17	O
162)	Aprieta tuercas superior e inferior Banco 2	O							2:41:58	0:00:19	O
163)	Aprieta tuercas superior e inferior Banco 3	O							2:42:08	0:00:10	O
164)	Aprieta tuercas superior e inferior Banco 4								2:42:19	0:00:11	→
165)	Aprieta tuercas superior e inferior Banco 5	O							2:42:26	0:00:07	O
166)	Aprieta tuercas superior e inferior Banco 6	O							2:42:35	0:00:09	O
167)	Lava guantes					D			2:43:08	0:00:33	D
168)	Inspección de bancos	O							2:44:18	0:01:10	O
169)	Preparar lamina	O							2:47:50	0:03:32	O
170)	Ajustar guías de lamina		□						2:48:59	0:01:09	□

Página 3

Figura 3.31 c: Toma de tiempos Zona 1 Fuente: Elaboración Propia.

ZONA 2

SMED — **ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS**

Máquina: Formadora 1 | Proceso: Formado | Tarea: Cambio de línea Rodillos soldadores y Cañerias

Resumen

Tareas		Método Actual		
		No	Tiempo	%
Busqueda	B	6	0:13:52	19.19%
Calibracion	C	7	0:16:28	22.79%
Productivas	P	19	0:36:17	50.22%
Distraciones	D	3	0:02:02	2.81%
Limpieza	L	5	0:02:26	3.37%
Otras	O	2	0:01:10	1.61%
Total		42	1:12:15	100.00%

Zona: Segunda
Diagrama empieza: Busca llave
El diagrama termina: Coloca coil
Realizado por: Juan Carlos LL. **Fecha:** 27/05/2011
Material: | Hombre: x

Num.	Marca para operaciones	Operaci	Inspecc	Transpo	Almacen	demora	Distanc	Cantidad)	Tiempo n.	Tiempo /min.	
1)	Busca llaves								0:01:02	0:01:02	B
2)	Desmontar empider, coil, y cañeria								0:04:17	0:03:15	P
3)	Llevar empider, coil a mesa								0:04:29	0:00:12	P
4)	Desmontar horquillas de rodillos soldadores								0:10:00	0:05:31	P
5)	Llevar horquillas a mesa								0:10:35	0:00:35	P
6)	Lava guantes	O							0:11:11	0:00:36	O
7)	Se distrae					D			0:12:07	0:00:56	D
8)	Va a estante de rodillos								0:12:48	0:00:41	B
9)	Busca rodillos y los lleva a la formadora								0:18:11	0:05:23	B
10)	Busca herramientas								0:19:09	0:00:58	B
11)	Desarma rodillos soldador superior								0:22:14	0:03:05	P
12)	Lleva horquilla a la mesa								0:22:28	0:00:14	P
13)	Desarma rodillos soldador derecho								0:25:13	0:02:45	P
14)	Lleva horquilla a la mesa								0:25:24	0:00:11	P
15)	Se distrae					D			0:25:58	0:00:34	D
16)	Desarma rodillos soldador izquierdo								0:28:59	0:03:01	P
17)	Lleva horquilla a la mesa								0:29:12	0:00:13	P
18)	Conversa					D			0:29:44	0:00:32	D
19)	Colocar rodillo en entenalla								0:30:19	0:00:35	P
20)	Sacar rodamiento de rodillos soldador superior								0:32:52	0:02:33	P
21)	Limpiar rodillo								0:33:13	0:00:21	L
22)	Colocar rodamiento al rodillo nuevo								0:35:25	0:02:12	P
23)	Prensar segundo rodillo								0:35:55	0:00:30	P
24)	Sacar rodamiento de rodillos soldador derecho								0:38:08	0:02:13	P
25)	Limpiar rodillo								0:38:53	0:00:45	L
26)	Colocar rodamiento al rodillo nuevo								0:41:25	0:02:32	P
27)	Prensar tercer rodillo								0:41:50	0:00:25	P
28)	Sacar rodamiento de rodillos soldador izquierdo								0:45:13	0:03:23	P
29)	Limpiar rodillo								0:45:31	0:00:18	L
30)	Coloca rodamientos en rodillo soldador nuevo								0:48:23	0:02:52	P
31)	Limpiar rodillos								0:48:38	0:00:15	L
32)	Colocar rodillos y horquilla 1 en la mesa de soldadura								0:49:53	0:01:15	C
33)	Colocar rodillos y horquilla 2 en la mesa de soldadura								0:51:27	0:01:34	C
34)	Colocar rodillos y horquilla 3 en la mesa de soldadura								0:52:39	0:01:12	C
35)	Ajustar rodillos en la mesa de soldadura								0:56:51	0:04:12	C
36)	Limpia mesa								0:57:38	0:00:47	L
37)	Espera	O							0:58:12	0:00:34	O
38)	Va a traer carrito								1:01:37	0:03:25	B
39)	Trae cañerias de la bodega de rodillos								1:04:00	0:02:23	B
40)	Colocar cañerias								1:07:11	0:03:11	C
41)	Colocar empider								1:09:54	0:02:43	C
42)	Colocar coil								1:12:15	0:02:21	C

Figura 3.31d: Toma de tiempos Zona 2 Fuente: Elaboración Propia.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

ZONA 3

SMED — **ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS**

TUGALT

Máquina:_____ Formadora 1_____ Proceso:_____ Formado_____ Tarea: Cambio de línea CT y Bancos calibradores

Resumen

Tareas		Método Actual No	Tiempo	%
Operaciones	O	79	0.06	73.08%
Inspecciones	◙	10	0.01	9.56%
inspecciones	□	0	0.00	0.00%
Transporte	→	5	0.00	3.40%
Almacenaje	▼	0	0.00	0.00%
Demoras	D	22	0.01	13.95%
Total		116	0.08	100.00%

Material
Hombre x

Diagrama empieza Afloja pernos bancos

El diagrama termina Limpia area de trabajo

Realizado por: Juan Carlos LL. **Fecha:** 27/05/2011

Num.	Marca para operaciones	Operación	Inspección	Transporte	Almacenaje	Demoras	Distancia	Cantidad(m)	Tiempos /min.	Tiempo /min.	
1)	Afloja pernos bancos 7,8,9,10	O							0:01:52	0:01:52	O
2)	Busca llave de tuercas					D			0:02:28	0:00:36	D
3)	Busca tarro con diesel					D			0:03:42	0:01:14	D
4)	Afloja tuercas bancos 7,8,9,10	O							0:07:36	0:03:54	O
5)	Saca tuercas, del banco 7,8, 9, 10	O							0:09:09	0:01:33	O
6)	Lava guantes					D			0:09:40	0:00:31	D
7)	Baja banco 7 al piso	O							0:09:52	0:00:12	O
8)	Baja banco 8 al piso	O							0:10:08	0:00:16	O
9)	Baja banco 9 al piso	O							0:10:21	0:00:13	O
10)	Baja banco 10 al piso	O							0:10:34	0:00:13	O
11)	Saca separadores banco 7	O							0:11:07	0:00:33	O
12)	Se distrae	O							0:11:27	0:00:20	O
13)	Saca separadores banco 8	O							0:11:57	0:00:30	O
14)	Limpia Separadores con diesel	O							0:12:57	0:01:00	O
15)	Conversa					D			0:13:20	0:00:23	D
16)	Saca separadores banco 9	O							0:13:37	0:00:17	O
17)	Limpia Separadores con diesel	O							0:14:55	0:01:18	O
18)	Saca separadores banco 10	O							0:15:06	0:00:11	O
19)	Conversa					D			0:15:29	0:00:23	D
20)	Busca llave					D			0:16:21	0:00:52	D
21)	Afloja pernos de la cabeza de turco 1	O							0:17:36	0:01:15	O
22)	Afloja pernos del rodillo vertical	O							0:18:49	0:01:13	O
23)	Limpia conjunto portarodillo-rodillo	O							0:21:00	0:02:11	O
24)	Conversa					D			0:21:15	0:00:15	D
25)	Afloja perno del rodillo horizonta 1	O							0:22:17	0:01:02	O
26)	Saca rodillo y coloca en la mesa	O							0:22:58	0:00:41	O
27)	Busca llave					D			0:23:47	0:00:49	D
28)	Afloja rodillo vertical 2	O							0:24:50	0:01:03	O
29)	Saca rodillo y coloca en el piso	O							0:25:28	0:00:38	O
30)	Afloja rodillo horizontal 2	O							0:26:23	0:00:55	O
31)	Saca rodillo y coloca en el piso	O							0:27:00	0:00:37	O
32)	Busca tarro con diesel					D			0:27:41	0:00:41	D
33)	Saca rodillos banco 7	O							0:28:01	0:00:20	O
34)	Saca rodillos banco 8	O							0:28:15	0:00:14	O
35)	Saca rodillos banco 9	O							0:28:33	0:00:18	O
36)	Saca rodillos banco 10	O							0:28:46	0:00:13	O
37)	Limpia rodillos	O							0:34:57	0:06:11	O
38)	Saca separadores posteriores banco 7	O							0:35:07	0:00:10	O
39)	Saca separadores posteriores banco 8	O							0:35:19	0:00:12	O
40)	Saca separadores posteriores banco 9	O							0:35:30	0:00:11	O
41)	Saca separadores posteriores banco 10	O							0:35:40	0:00:10	O
42)	Limpia Separadores con diesel	O							0:40:10	0:04:30	O
43)	Va hacia estante de rodillos			→					0:41:01	0:00:51	→
44)	Busca rodillos y los lleva a la formadora	O							0:49:23	0:08:22	O
45)	Busca separadores					D			0:51:33	0:02:10	D
46)	Va hacia formadora			→					0:52:28	0:00:55	→
47)	Limpia rodillos con diesel	O							0:57:17	0:04:49	O
48)	Se lava los guantes					D			0:57:49	0:00:32	D
49)	Limpia bancada de la formadora	O							0:58:06	0:00:17	O
50)	Se lava los guantes					D			0:58:36	0:00:30	D
51)	Limpia ejes horizontales de los bancos 7,8,9,10	O							0:59:36	0:01:00	O
52)	Limpia Cabeza de turco 1	O							1:00:18	0:00:42	O
53)	Enjuaga la esponga					D			1:00:42	0:00:24	D
54)	Lava guantes					D			1:01:07	0:00:25	D
55)	Coloca separadores posteriores en banco 7	O							1:01:33	0:00:26	O
56)	Coloca rodillos en banco 7	O							1:02:01	0:00:28	O
57)	Lava guantes					D			1:02:31	0:00:30	D
58)	Coloca separadores posteriores en banco 8	O							1:02:47	0:00:16	O
59)	Coloca rodillos en banco 8	O							1:03:23	0:00:36	O
60)	Conversa					D			1:04:23	0:01:00	D
61)	Va hacia estante de rodillos			→					1:05:09	0:00:46	→
62)	Busca separadores					D			1:06:19	0:01:10	D
63)	Va hacia formadora			→					1:07:04	0:00:45	→
64)	Coloca separadores posteriores en banco 9	O							1:07:20	0:00:16	O
65)	Coloca rodillos en banco 9	O							1:08:06	0:00:46	O
66)	Coloca separadores posteriores en banco 10	O							1:08:23	0:00:17	O
67)	Coloca rodillos en el banco 10	O							1:09:18	0:00:55	O
68)	Limpia rodillos verticales con diesel	O							1:10:24	0:01:06	O
69)	Limpia cabeza turco 1	O							1:10:52	0:00:28	O
70)	Arma rodillos verticales	O							1:14:37	0:03:45	O
71)	Busca arandela de bronce					D			1:15:26	0:00:49	D
72)	Coloca rodillos verticales	O							1:15:55	0:00:29	O
73)	Limpia rodillos horizontales	O							1:16:54	0:00:59	O
74)	Arma rodillos horizontales	O							1:20:22	0:03:28	O
75)	Coloca rodillos y arandelas en la cabeza de turco	O							1:21:17	0:00:55	O
76)	Limpia Cabeza de t									0:53	O
77)	Lava esponja									0:26	D

Página 1

Figura 3.31 e: Toma de tiempos Zona 3 Fuente: Elaboración Propia.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

78)	Lava guantes					D			1:23:12	0:00:36	D
79)	Limpia banco 7	O							1:23:33	0:00:21	O
80)	limpia banco 8	O							1:24:11	0:00:38	O
81)	Limpia banco 9	O							1:24:46	0:00:35	O
82)	Limpia banco 10	O							1:25:20	0:00:34	O
83)	Limpia Separadores con diesel	O							1:27:58	0:02:38	O
84)	Coloca banco 7 en bancada	O							1:28:14	0:00:16	O
85)	Ajusta ejes hoizontales con el banco		□						1:28:38	0:00:24	□
86)	Coloca grasa banco 8	O							1:29:13	0:00:35	O
87)	Coloca banco 8 en bancada	O							1:29:28	0:00:15	O
88)	Conversa	O							1:30:09	0:00:41	O
89)	Ajusta ejes hoizontales con el banco		□						1:30:30	0:00:21	□
90)	Coloca grasa banco 9	O							1:30:54	0:00:24	O
91)	Coloca banco 9 en bancada	O							1:31:09	0:00:15	O
92)	Ajusta ejes hoizontales con el banco		□						1:32:20	0:01:11	□
93)	Coloca banco 10 en bancada	O							1:32:39	0:00:19	O
94)	Ajusta ejes hoizontales con el banco		□						1:33:54	0:01:15	□
95)	Limpia mesa de formadora	O							1:34:22	0:00:28	O
96)	Coloca separdores	O							1:36:10	0:01:48	O
97)	Coloca pernos en banco 7	O							1:36:25	0:00:15	O
98)	Coloca pernos en banco 8	O							1:37:02	0:00:37	O
99)	Coloca pernos en banco 9	O							1:37:45	0:00:43	O
100)	Coloca pernos en banco 10	O							1:38:23	0:00:38	O
101)	Coloca tuercas banco 7	O							1:38:44	0:00:21	O
102)	Coloca tuercas banco 8	O							1:39:23	0:00:39	O
103)	Coloca tuercas banco 9	O							1:39:58	0:00:35	O
104)	Coloca tuercas banco 10	O							1:40:33	0:00:35	O
105)	Busca llave					D			1:41:29	0:00:56	D
106)	Ajusta tornillos bancos		□						1:43:59	0:02:30	□
107)	Busca llave de tuercas					D			1:44:43	0:00:44	D
108)	Ajusta tuercas banco 7		□						1:45:47	0:01:04	□
109)	Ajusta tuercas banco 8		□						1:46:47	0:01:00	□
110)	Ajusta tuercas banco 9		□						1:47:37	0:00:50	□
111)	Ajusta tuercas banco 10		□						1:48:32	0:00:55	□
112)	Limpia bancos	O							1:49:40	0:01:08	O
113)	Limpia mesa de formadora			→					1:50:16	0:00:36	→
114)	Ajusta pernos en cabeza de turco		□						1:51:41	0:01:25	□
115)	Limpia Cabeza de turco 1	O							1:52:16	0:00:35	O
116)	Limpia area de trabajo	O							1:54:11	0:01:55	O

Página 2

Figura 3.31 f: Toma de tiempos Zona 3 Fuente: Elaboración Propia.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Como podemos observar en las tablas 33 a-c, las cuales se basan en las figuras 3.31 a-f, las actividades externas, en la zona 1 es el 56.68%, en la zona dos el 24.07%, en la zona tres el 42.23%. Si en el cambio de línea, el tiempo que ocupa realizar actividades internas es transformado en externas, se tendría como consecuencia una disminución en los tiempos de acuerdo al porcentaje de cada actividad externa, debido a que actualmente los trabajadores, realizan todas las actividades de cambio como si fueran actividades internas.

Muchas de estas actividades están en buscar los rodillos, buscar separadores, buscar arandelas, traer cañerías, o distraerse.

Las actividades internas y externas por máquina queda resumido de la siguiente manera:

Para la ZONA 1 (tabla 34), se las clasifico con el tiempo, eliminando los tiempos como búsqueda de herramientas, y los tiempos perdidos como “lavar la esponja”. Las actividades eliminadas se muestran a continuación:

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Tabla 34: Actividades de la ZONA 1

Actividades Internas		
ZONA 1	Afloja tuercas bancos 1,2,3,4 ,5,6	0:03:44
	Sacar pernos de los bancos	0:02:58
	Retirar separadores (frente y posteriores) de los bancos	0:02:30
	ReTirar rodillos de los ejes horizontales	0:01:31
	Limpieza de la maquina	0:01:06
	Engrasar bancos	0:01:22
	Colocar separadores	0:05:03
	Colocar rodillos	0:03:34
	Colocar rodillos en las guias y tuercas en las guias	0:02:10
	Ajustar guias	0:01:06
	Calibrar bancos en ejes horizontales	0:08:26
	Colocar y apretar tornillos	0:08:12
	Colocar tuercas en los bancos y ajustar	0:03:55
	Preparar lamina y ajustarla en las guias	0:04:41
	Total	0:50:18
Actividades Externas		
ZONA 1	Buscar y traer rodillos	0:08:41
	Limpia Separadores	0:06:23
	Limpiar Rodillos	0:06:37
	Ubicar Rodillos	0:09:15
	Ubica separadores	0:03:52
	Total	0:34:48
Actividades Eliminadas		
zona 1	Movimientos innecesarios(bajar o subir bancos a la formadora)	0:05:33
	Revisiones por falta de preparación(revisar guías o separadores)	0:03:07
	Volver a realizar actividades por no tener preparado el cambio	0:14:14
	Lavar guantes	0:04:11
	Distracciones, conversaciones, bromas.	0:03:14
	Buscar rodillos, ir hacia bodega y traerlos	0:16:24
	Busca arandelas y herramientas necesarias para el cambio	0:24:02
	Limpieza de rodillos, separadores y arandelas innecesarias para el cam	0:13:08
	Total	1:23:53

Fuente: Elaboración propia

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Para la ZONA 2 (tabla 35) se elimina actividades que no generan valor al proceso.

Para la ZONA 3 (tabla 38) se elimina actividades, como “Buscar tarro de diesel”. Únicamente se coloca las actividades que agregan valor al proceso.

Tabla 35: Actividades de la ZONA 2

ZONA 2	ACTIVIDADES INTERNAS	
	Desmontar impider, coil, y cañería	0:03:27
	Desmontar rodillos soldadores	0:08:51
	Desmontar rodillos de separadores	0:06:44
	Sacar rodamientos	0:08:09
	Colocar rodamientos	0:07:36
	Colocar horquillas en la mesa de soldar	0:04:01
	Calibrar rodillos soldadores	0:04:12
	Colocar cañerías, coil, impider	0:08:15
	Total	**0:51:15**
Zona 2	ACTIVIDADES EXTERNAS	
	Buscar y traer rodillos	0:09:45
	Preparar rodillos	0:01:18
	Traer cañerías, coil, impider	0:02:23
	Ubicar rodamientos	0:04:45
	Total	**0:18:11**
	ACTIVIDADES ELIMINADAS	
	Va traer carrito	0:02:49
	Total	0:02:49

Fuente: Elaboración propia

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Tabla 36: Actividades de la ZONA 3

ZONA 3	**Actividades internas**	
	Aflojar y sacar tuercas de bancos	0:05:27
	Aflojar pernos de bancos	0:01:52
	Bajar bancos	0:00:54
	Sacar separadores(adelante)	0:01:31
	Limpiar separadores	0:04:56
	Sacar pernos de la cabeza de turco	0:03:30
	Sacar rodillos verticales y horizontales	0:03:54
	Sacar rodillos	0:01:05
	Sacar separadores (atrás)	0:00:43
	Limpiar maquina	0:02:34
	Colocar separadores(atrás)	0:03:53
	Colocar rodillos	0:02:45
	Colocar separadores	0:01:48
	Limpiar rodillos verticales horizontales	0:03:26
	Armar rodillos de la cabeza de turco	0:08:37
	Limpiar bancos	0:02:08
	Colocar bancos	0:01:29
	Calibrar bancos con ejes horizontales	0:03:11
	Coloca pernos en bancos y ajusta	0:04:43
	Coloca tuercas y ajustar	0:05:59
	Coloca pernos en la cabeza de turco y ajusta	0:01:25
	Total	**1:05:50**
ZONA 3	**ACTIVIDADES EXTERNAS**	
	Preparacion del cambio	0:10:29
	Traer rodillos y separadores	0:12:18
	Limpiar rodillos y separadores	0:15:30
	Ubicar rodillos en estantes	0:03:30
	Total	**0:41:47**
ZONA 3	**ACTIVIDADES ELIMINADAS**	
	Volver a limpiar rodillos	0:02:46
	Dsitracciones debidas a falta de herramientas	0:03:25
	Escoger rodillos incorrectos	0:00:23
	Total	**0:06:34**

Fuente: Elaboración propia

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

3.4.5.1.4 Conversión del set-up interno en set-up externo

Para convertir las actividades de set up interno a externo, se debe identificar qué actividades son en las que debemos mejorar. Las actividades que se lleven el mayor tiempo en el cambio tendrían que ser mejoradas. Para esto se toma en cuenta actividades de:

- Retirar (R)
- Preparación (P)
- Colocar (C)
- Calibrar (I)
- Limpieza (L)

En las tablas 37 a-c se resumen los datos de estas actividades. Las actividades de las tablas 34 a la 36, han sido tomadas, para realizar este resumen.

Tabla 37 a: Clasificación de las actividades internas y externas ZONA 1

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CONTEO	TIEMPO	%	% Acum
Colocar	*C*	6	0:27:35	32.41%	32.41%
Limpieza	L	4	0:15:28	18.17%	50.59%
Preparación	P	3	0:21:48	25.62%	76.20%
Retirar	R	4	0:10:43	12.59%	88.80%
Calibrar	I	2	0:09:32	11.20%	100.00%
Total		19	1:25:06	100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Tabla 37 b: Clasificación de las actividades internas y externas ZONA 2

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CONTEO	TIEMPO	%	% Acum
Preparación	P	4	0:18:11	26.19%	26.19%
Retirar	R	4	0:27:11	39.15%	65.34%
Colocar	*C*	3	0:19:52	28.61%	93.95%
Calibrar	I	1	0:04:12	6.05%	100.00%
Limpieza	L	0	0:00:00	0.00%	100.00%
Total		12	1:09:26	100.00%	200.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37 c: Clasificación de las actividades internas y externas ZONA 3

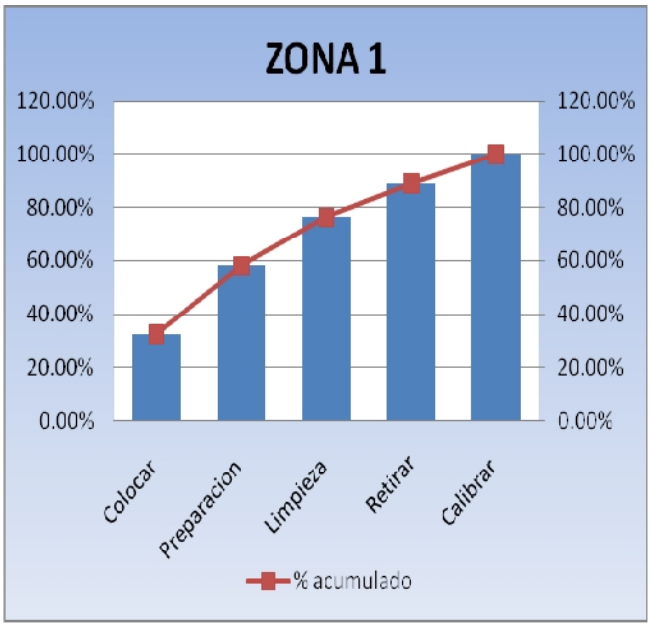
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CONTEO	TIEMPO	%	% Acum
Limpieza	L	5	0:28:34	26.54%	26.54%
Preparación	P	3	0:26:17	24.42%	50.97%
Retirar	R	8	0:18:56	17.59%	68.56%
Colocar	*C*	5	0:18:32	17.22%	85.78%
Calibrar	I	4	0:15:18	14.22%	100.00%
Total		25	1:47:37	100.00%	

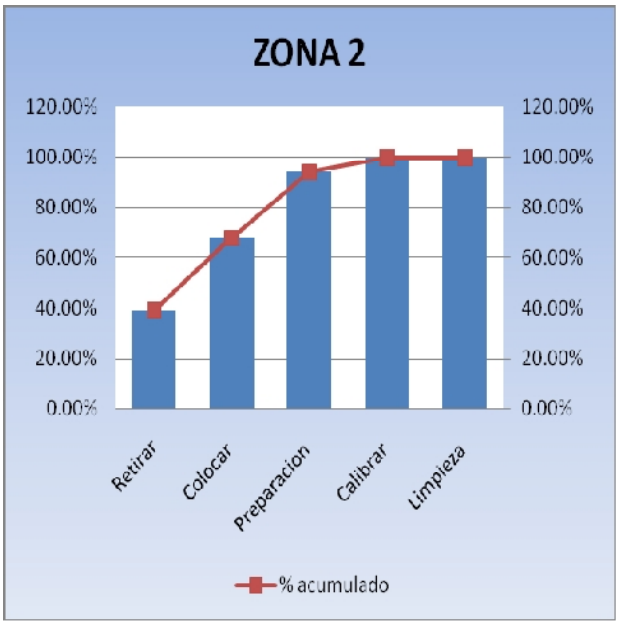
Fuente: Elaboración propia

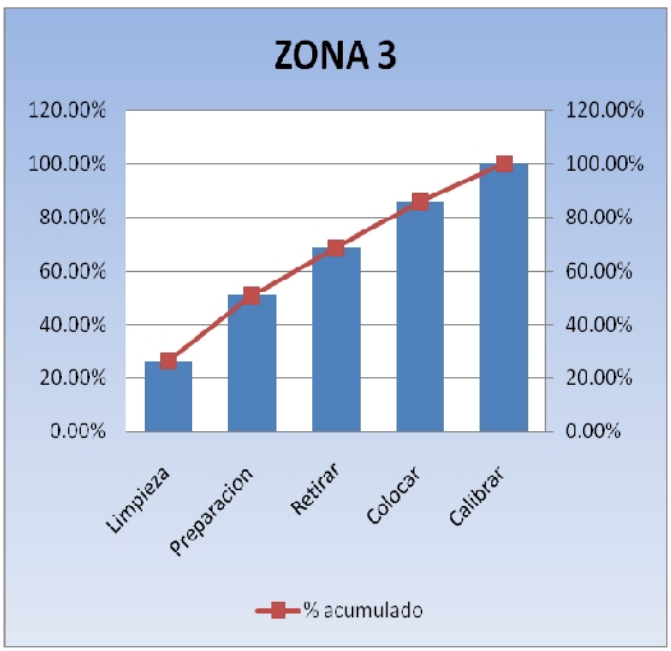
Una vez que identificamos las actividades, realizamos un análisis pareto para conocer en qué actividades debemos concentrarnos.

En las siguientes graficas 3.32 a-c se muestra las graficas, para cada zona.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com







Arriba Figuras 3-32 a y b: Análisis pareto para las zonas uno y dos respectivamente Fuente: Elaboración propia

Izquierda Figuras 3-32 c: Análisis pareto para las zonas tres Fuente: Elaboración propia

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Como se puede notar, en cada zona, existen diferentes tipos de actividades las cuales deben ser mejoradas. Por ésto en la Tabla 38, se resume las actividades a ser mejoradas. Para lograr mejorar estas actividades, se debe tener en cuenta, mejoras que no requieren mucha inversión, ni modificación en la máquina, pero que ayudan a disminuir el tiempo del cambio de línea.

Tabla 38: Actividades a mejorar en cada zona de la formadora 1

Zona	Tarea
Zona 1	Colocar
	Preparación
	Limpieza
Zona 2	Retirar
	Preparación
	Colocar
Zona 3	Limpieza
	Preparación
	Retirar

Fuente: Elaboración propia

Actividades Limpieza:

Para mejorar el tiempo de limpieza, se elabora un tanque en donde se pueda lavar las piezas con mayor facilidad, evitando hacerlo en el piso, en los demás centros de trabajo existe estas mesas, las cuales ayudan al lavado de las piezas. Esta mesa está representada en la figura 3.33. Se

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

debe anotar también la importancia de hablar con los empleados para que la limpieza no tome tanto tiempo.

Figura 3.33: Tanque para lavar rodillos

Actividades de Preparación:

Dentro de las actividades de preparación, se encuentran actividades como "Búsqueda de rodillos", para facilitar esta búsqueda, se elaboran armarios, para los rodillos en donde estén correctamente ubicados y se de fácil acceso. La Figura 3.34 muestra el esquema de este armario. La existencia de estos armarios también lo hay en la máquina formadora 5.

Otra actividad importante dentro de esta categoría, es de trasladar los rodillos y ubicarlos, se pretende realizar carros que faciliten el traslado de las rodillos, con esto se puede disminuir el tiempo de retirada de los rodillos y separadores. Los carros para el traslado de los rodillos existen en

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

la máquina formadora 5. Estos carros están representados en la Figura 3.35.

Otras actividades:

En otras actividades, como se sabe están:

La pérdida de tiempo por “Lavar los guantes”, o distracciones. Para esto se debe concientizar al personal de la importancia de reducir el tiempo de cambio de línea.

Figura 3.34: Armario para rodillos rodillos.

Figura 3.35: Transportador de

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

3.4.5.1.5 Mejora de los procedimientos de set up interno y externo

Para realizar el cambio de línea, las personas encargadas del mismo deberán comenzar sus las actividades externas es decir actividades que se pueden realizar aún cuando la máquina está funcionando con un tiempo de anticipación de 0:41:47 minutos ya que es el máximo tiempo que toma realizar las actividades externas en las zonas de la máquina (tabla 36), las demás personas encargadas de las zonas uno y dos pueden empezar su trabajo externo después de iniciado las actividades en la zona tres, pero no podrán realizarlo después de que la zona tres haya terminado sus trabajo externo. Para mejorar el proceso, se pretende

- Tener la lista con las actividades que son necesarias: Externas e Internas
- Concientizar al personal de que el cambio se debe realizar de la forma más rápida posible.
- Publicar tiempos de cambio y rendimientos, con una frecuencia mensual.
- Dar apoyo a las ideas de los operarios para mejorar el proceso.
- Incorporar herramientas como una racha neumática, la cual esta detallada en el Apéndice I. En el Apéndice J se muestra cómo se va a llevar el control sobre los tiempos de cambio.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

CAPÍTULO CUATRO

4.1 Resultados

4.1.1 Mapa de la realidad futura.

El mapeo de la cadena de valor de la empresa, consta de dos partes definidas: la primera se muestra la realidad actual de la empresa (figura 3.1) y la segunda parte muestra el mapa de la realidad futura de la empresa.

Para el mapa de la realidad futura se toma en cuenta el Kanban, el cual se lo ha diseñado para funcionar, en dos puntos específicos: después de corte de flejes, y en la bodega de producto terminado. Estos Kanban serán de tipo señal, el cual, indicará los niveles a los cuales deben estar dichos supermercados. El mapa futuro se presenta en la figura 4.1 El inventario en

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

materia prima, no se lo ha modificado, debido a que es necesario tener una cantidad aproximada de 3 meses, por razones como: Inestabilidad del mercado, Vías de transporte en Ecuador, Precio del acero, Pronósticos del proveedor, Negociaciones. Estos tres meses de inventario se lo distribuye en las bodegas ubicadas fuera de la planta. En lo que se refiere al tiempo de preparación en el proceso de formado, en la formadora uno este se lo ha reducido de 2:48:59 horas a 1:20:00 horas

4.1.2 Plan 5´S y SMED

Con la implementación del plan de 5´s en la formadora uno, se logró:

- Tener lo necesario, en el momento necesario, y en la cantidad necesaria, refiriéndonos a los rodillos, que son la parte esencial del proceso.
- Se colocaron los rodillos en estantes adecuados, que permitan su fácil acceso. Como la indica la Figura 4.2. En la cual, los rodillos están clasificados por líneas, los separadores, están ubicados de acuerdo a sus dimensiones.

Figura 4.2: Estante para rodillos

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

MAPA DEL ESTADO FUTURO – TUBOS GALVANIZADOS TUGALT – ABRIL 2011

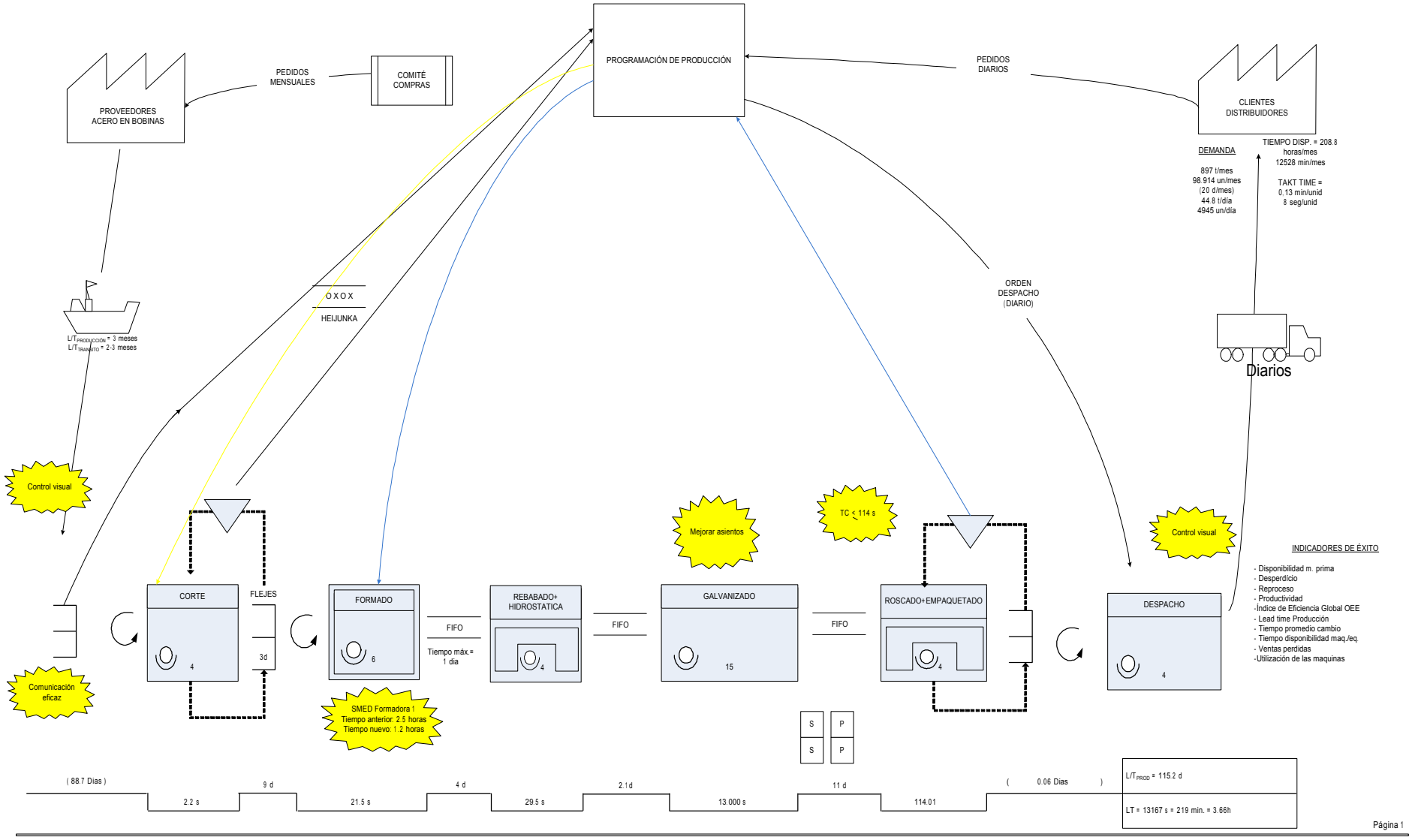


Figura 4.1: Mapa de la realidad Futura.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- Se usó mesas para lavar los rodillos además se separó las actividades internas y externas durante el cambio de línea.
- Disminuir el tiempo de cambio de 2:48:49 a 1:05:50 horas (tabla 36) que es el tiempo máximo que toma realizar las actividades internas en las tres zonas de la máquina.

4.1.3 Informes.

- Incorporar hojas dinámicas en Excel que permiten tener informes de producción y ventas de cada formadora.

4.1.4 Niveles de Inventario

- Con la disminución de los inventarios, se espera que sus niveles de productos terminados se reduzcan a valores cercanos a la mitad. Según el estudio realizado por Mabin & Balderstone[30] históricamente se espera una reducción del inventario del 49%.

4.2 Análisis Costo beneficio

El análisis financiero, lo vamos a realizar en conjunto para el cambio rápido (SMED) como para las 5S, ya que se realizaron en la misma máquina.

Para este análisis, se toma en cuenta la inversión que se realizó en:

[30] MABIN VICKY & BALDERSTONE STEVEN, The World of Theory of Constraints, 1999.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- Mesas para rodillos
- Estante para rodillos
- Mesa para cabeza de turco
- Pintura
- Mesa para lavar rodillos
- Materiales de soldadura (electrodos)

Los precios y las cantidades, se muestra en la tabla 39. Los costos están en dólares, No se incluye la Mano de Obra, debido a que son los mismos obreros de la fábrica los que realizan estas mejoras y su sueldo se debe pagar con o sin las mejoras.

Los análisis sobre el tiempo de cambio de línea realizados, nos da como resultado una disminución teórica del 61%, es decir el tiempo de cambio de línea antes duraba 2:48:49 horas (figura3.31c) y ahora teóricamente es de 1:05:50 horas (tabla 36). Comparándolo con la realidad, está disminución es del 47% (1:20:13 horas). Este tiempo significa más disponibilidad de máquina, por ende más tiempo para producir.

Tabla 39: Cantidad y Costos de los materiales para SMED y 5S en la formadora 1

Item	Cant	Costo Unitario ($)	Costo Total ($)
Mesa para rodillos	2	130	260
Mesa para Cabeza Turco	1	120	120
Pintura	5 gl	10	50
Estantes para rodillos	2	250	500
Electrodos de soldar	4 paquetes	20	80
Mesa para lavar rodillos	1	60	60
Total			1070

Fuente: Elaboración propia

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Consideramos las ventas promedio del último trimestre de la formadora uno, las cuales están dadas en kilogramos, y los transformamos en dólares-día, por facilidad de análisis. Los cambios de línea en promedio que se realizan en la máquina son de 22 cambios al mes, conociendo que se trabaja de lunes a sábado a un turno, tenemos que cada día se realiza por lo menos un cambio de línea. Para la obtener la utilidad antes de la mejora en el tiempo de cambio y después de la misma, a los costos indirectos de fabricación se los ha tomado como el 50% del valor al que se vende el kilogramo de tubería. Con estos datos podemos calcular el retorno sobre la inversión (ROI). En la tabla 40, se muestra las ventas y el análisis financiero.

Tabla40: Retorno de la inversión

Ventas promedio	11544.65	Kg/día
Tiempo ahorrado en el cambio de línea(1:28:46 horas)	1.48	Horas
SE Añade A LA PRODUCCIÓN	1708.61	Kg/día
El mercado absorbe el :	5	%
Ventas después de mejora	11630.08	Kg/día
Valor promedio del Kg de tubería	1.35	$/kg
$ antes de la mejora	15585.3	$/día
$ después de la mejora	15700.6	$/día
Utilidad antes de la mejora	7792.6	$/día
Utilidad después de la mejora	7850.3	$/día
Aporta a ventas	57.7	$/día
	230.7	$/semana
ROI	18.555	DÍAS

Fuente: Elaboración propia

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

En este análisis, suponemos que el mercado absorba sólo el 5% de la producción que se liberó con el tiempo ahorrado en el cambio. La utilidad antes de la mejora es de 7792.6 dólares-día, y 7850.3 dolores después de la mejora. La diferencia entre los dos, nos da el beneficio por día que es de 57.7 dólares. Calculamos el retorno de la inversión (ROI), que está en 18,55 días. En la Tabla 41 se muestra que en el 18,55 día se recupera la inversión, después de este es ganancia para la planta.

Tabla 41 Beneficio

Día	Beneficio $/día	Costo Inversión
1		1070
2	57.7	-1012.3
3	57.7	-954.7
4	57.7	-897.0
5	57.7	-839.3
6	57.7	-781.7
7	57.7	-724.0
8	57.7	-666.3
9	57.7	-608.7
10	57.7	-551.0
11	57.7	-493.3
12	57.7	-435.7
13	57.7	-378.0
14	57.7	-320.3
15	57.7	-262.7
16	57.7	-205.0
17	57.7	-147.4
18	57.7	-89.7
19	57.7	-32.0
20	57.7	25.6
21	57.7	83.3
22	57.7	141.0
23	57.7	198.6
24	57.7	256.3
25	57.7	314.0
26	57.7	371.6
27	57.7	429.3

Fuente: Elaboración propia.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

4.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.3.1 Conclusiones

El fin principal del sistema Lean de Producción, es la reducción de los desperdicios en los procesos productivos de una empresa, recordando los objetivos planteados al inicio de la investigación los cuales son:

- Crear una herramienta para el control del sistema Kanban.
- Realizar hojas estandarizadas de trabajo.
- Crear una herramienta visual para la producción y las ventas.
- Disminuir el tiempo de cambio en las formadoras en un 50%

Al concluir este trabajo se logró:

- ✓ Con la entrevista realizada al personal de TUGALT, sobre temas relacionados con la cultura y el proceso (ver figura 3.2 y figura 3.3), se puede notar que el 62% cree que la comunicación entre jefe-obrero, no es bueno. El 56% cree que el flujo de trabajo no es continuo (Tabla 23).
- ✓ El 17.5% de las paradas inesperadas se dan por daños mecánicos y el 15.5% es debido a daños de tipo eléctrico.(ver tabla 14)
- ✓ Para la estandarización de tareas, se tiene una hoja dinámica en Excel, ver Apéndice C en donde muestre las actividades cíclicas del operador. Alcanzando uno de los objetivos además se propone reducir en un 27% el tiempo (Tabla 27), en Corte de flejes, teniendo listo las herramientas como la amoladora.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- ✓ Se tiene una hoja dinámica en Excel para visualizar las ventas y la producción de cada formadora la misma que se usa para generar informes de producción y ventas. (figura 3.23). Alcanzando el objetivo planteado.
- ✓ En el Kanban, se lo ha diseñado, ubicando dos supermercados, los cuales están después de corte de flejes y en la bodega de productos terminados. Este sistema se lo ha colocado para mejorar el flujo de trabajo en la empresa. En el sistema Kanban, se tiene una hoja dinámica en Excel la cual permite, saber el número de Kanban máximo y mínimo de cada producto (figura 3.30), alcanzando el objetivo planteado.
- ✓ Los niveles de inventario, actuales y el nivel objetivo se tiene en la tabla 32, según estudios realizados por MABIN VICKY & BALDERSTONE STEVEN[31], al llegar a estos niveles, se tendrá una disminución en el 49% de las existencias.
- ✓ En el cambio rápido ó SMED, que se lo incorporó en la formadora 1, su tiempo antes del mismo era de 2:48:59, se lo disminuyó a 1:20:13 horas. La diferencia de tiempo, se agrega al tiempo productivo de la máquina. El objetivo planteado era de reducirlo al 50%, y se logró alcanzar un 52%.
- ✓ Se incorporó mesas para lavado de rodillos y carros para el transporte de rodillos ver figura 3.34 y 3.35.
- ✓ La inversión es mínima en las mejoras, ya que se usa personal de la propia empresa, que es destinada a realizar trabajos de apoyo.
- ✓ El beneficio que se tiene realizando las mejoras es positivo a partir del día 19.

[31] MABIN VICKY & BALDERSTONE STEVEN, The World of Theory of Constraints, 1999.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

4.3.2 Recomendaciones

-Mejorar el canal de comunicación entre el jefe-obrero, mediante la promoción de planes de integración entre departamentos o mediante talleres sobre trabajo en equipo.

- Registrar de manera más específica los problemas debido a daños mecánicos y eléctricos, medir la frecuencia con que se presentan estos problemas, ponderar estas fallas y tratar de disminuirlas o eliminarlas.

-En lo que se refiere a las 5S, se debe auditar el proceso, cada semestre y diariamente, con la hoja de auditoría (Tabla 26, Capitulo tres).

-Para estandarización de tareas, ampliar la base de datos de los procesos, con dirección hacia un Manual de Capacitación, en el cual se explique las actividades cíclicas y otras actividades que deben realizar el personal que se incorpora al puesto de trabajo.

-En lo qué se refiere al programa "***Demanda Automatizado"***, se lo puede migrar a otra versión que permite el manejo de grandes cantidades de datos, por facilidad de tiempo, como por ejemplo Microsoft ACCESS, el cual viene incorporado en el paquete de Microsoft Office.

-Para la disminución de las existencias en producto terminado, se sugiere que los inventarios bajen al nivel óptimo, en diversas fases

- La primera fase en un 30% a los niveles óptimos.
- En la segunda fase al 60% a los niveles óptimos
- En la tercera fase se pretende llegar al nivel objetivo

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Estas fases, son propuestas para reconocer el impacto que se tendrá en los inventarios y en las ventas.

-Tomar en cuenta la propuesta de dos rachas neumáticas (Apéndice I). Esto para disminuir los tiempos de apriete o desapriete de las uniones roscadas durante el cambio de línea.

-Adquirir a largo plazo un sistema de cambio tipo casset, el cual le permite sacar toda la línea de rodillos en un solo paso, e incorporar una nueva línea preparada anteriormente.

-Capacitar al nuevo personal en el Sistema LEAN de producción, mantener y superar las mejoras alcanzadas.

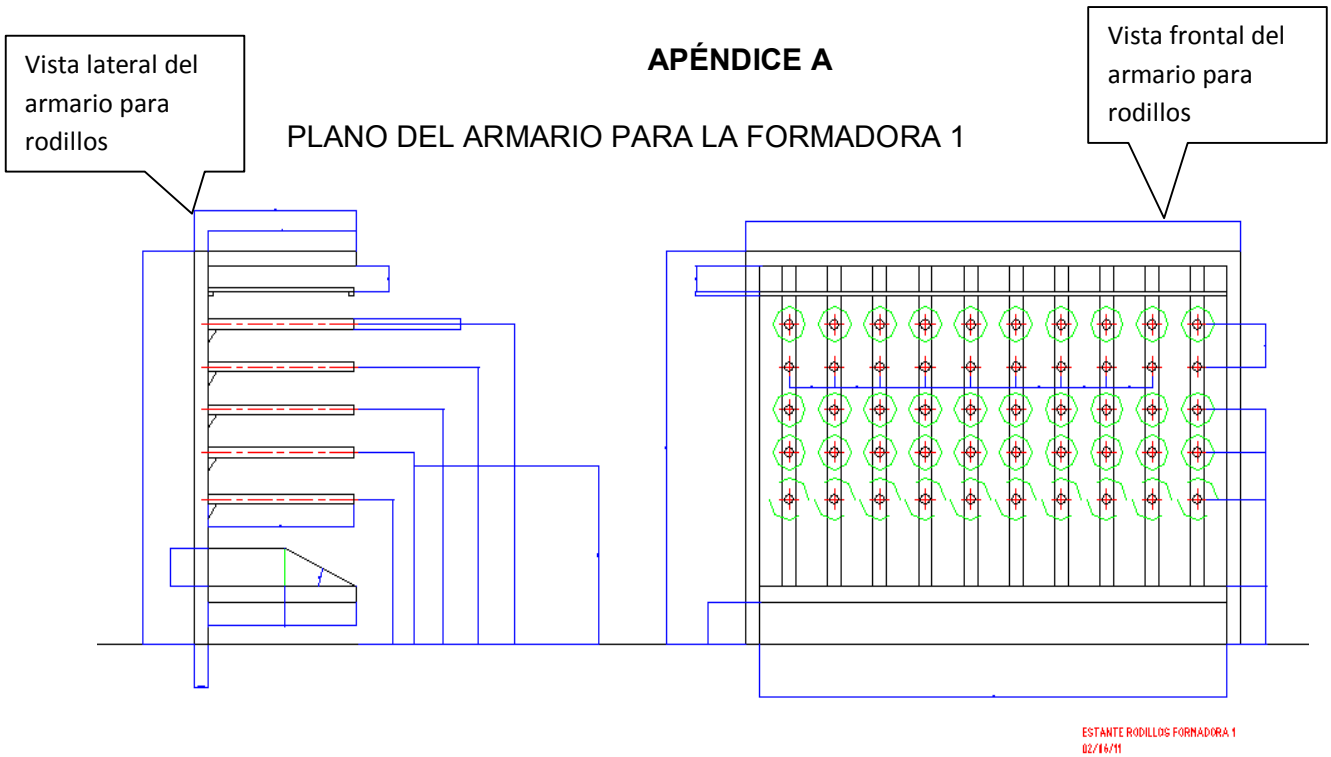
Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

APÉNDICES

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

APÉNDICE A

PLANO DEL ARMARIO PARA LA FORMADORA 1



APÉNDICE B

DIAGRAMAS DE RECORRIDO PARA LA ESTANDARIZACIÓN.

NOMBRE PROCESO: Corte de Flejes — Máquina: Bonak — Hombre / Material

Tarea: Cargar Bobinas — Cargo: Operador

El diagrama empieza en: El operador carga la bobina en el rodillo — Fecha: 0:00:00

El diagrama termina en: El operador termina de ingresar datos en computadora. — Turno: Dia

	DETALLES DEL MÉTODO ACTUAL	OPERACIÓN	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	ALMACENAR	DISTANCIA(m)	CANTIDAD	TIEMPO(min)	NOTAS	ELIMINAR	COMBINAR	SECUENCIA	LUGAR	PERSONAL	MEJORAR
												CAMBIAR				
1	Cargar bobinas en centradora	O		⇨	D	▽	1		0:00:42							
2	Centrado de bobina	O		⇨	D	▽			0:00:46							
3	Caminar a amoladora	O		⇨	D	▽	1		0:00:12							
4	Tomar amoladora	O		⇨	D	▽			0:00:06							
5	Cortar zunchos de bobina	O		⇨	D	▽			0:00:42							
6	Colocar amoladora en estante.	O		⇨	D	▽			0:00:06							
7	Demora	O		⇨	D	▽			0:01:42	Conversa						
8	Caminar a control	O		⇨	D	▽	1		0:00:12							
9	Pasar y centrar lamina	O		⇨	D	▽			0:01:08	Movimientos innecesarios						
10	Demora	O		⇨	D	▽			0:02:52							
11	Caminar a guias de cizalla	O		⇨	D	▽	1.2		0:00:09							
12	Centrar lamina en cizalla	O		⇨	D	▽			0:00:46							
13	Demora	O		⇨	D	▽			0:01:02	Movimientos innecesarios						
14	Caminar a control	O		⇨	D	▽	1.2		0:00:08							
15	Pasar lamina de cizalla hasta mesa foso	O		⇨	D	▽			0:00:31							
16	Demora	O		⇨	D	▽			0:03:17	Movimientos innecesarios						
17	Cam inar a rodillo centrador	O		⇨	D	▽	4		0:00:11							
18	Revisar la tension que tienen los flejes	O		⇨	D	▽			0:01:10							
19	Inspecciona los flejes	O		⇨	D	▽			0:01:15							
20	Caminar a cizalla	O		⇨	D	▽	2.8		0:00:11							
21	Inspecciona cizalla circular	O		⇨	D	▽			0:01:40							
22	Caminar a computadora	O		⇨	D	▽	2.1		0:00:13							
23	Realizar reportes por hora	O		⇨	D	▽			0:05:00							
Total							14.3	0	0:24:00							

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

Corte de flejes: Operador.

CORTE DE FLEJES: AYUDANTE DE OPERADOR

NOMBRE PROCESO: Corte de Flejes | Máquina: Bonak | x Hombre / Material

Tarea: Cargar Bobinas | Cargo: Ayudante de Operador

El diagrama empieza en: Camina a control de rodillo | Fecha: 06/04/2011

El diagrama termina en: Regresa al control principal de la maquina. | Turno: Dia

	DETALLES DEL MÉTODO ACTUAL	OPERACIÓN	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	ALMACENAR	DISTANCIA(m)	CANTIDAD	TIEMPO(min)	NOTAS	ELIMINAR	COMBINAR	SECUENCIA	LUGAR	PERSONAL	MEJORAR
												CAMBIAR				
1	Caminar a control de rodillo			→			2		0:00:15							
2	Enrollar fleje en rodillo enrollador	O							0:00:33							
3	Espera				D				0:00:31							
4	Caminar a flejes			→			1.4		0:00:09							
5	Soldar flejes	O							0:01:47							
6	Caminar a control de rodillo			→			1.7		0:00:09							
7	Retirar flejes de rodillo enrollador hacia brazo de	O							0:01:24	Conversa con compañero						
8	Mover 90° brazo de apoyo	O							0:00:18							
9	Caminar a control de rodillo			→			1.4		0:00:09							
10	Espera				D				0:02:03	SE DISTRAE						
11	Pasar lamina de mesa de foso a rodillo enrollador	O							0:00:55							
12	Demora				D				0:00:20	Movimientos innecesarios						
13	Regreso a control de maquina Bonak			→			2		0:00:13							
Total							8.5	0	0:08:46							

CORTE DE FLEJES: AYUDANTE GENERAL

NOMBRE PROCESO: Corte de Flejes | Máquina: Bonak | x Hombre / Material

Cargo: Ayudante General

El diagrama empieza en: Realiza etiquetas para flejes | Fecha: 06/04/2011

El diagrama termina en: Espera | Turno: Dia

	DETALLES DEL MÉTODO ACTUAL	OPERACIÓN	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	ALMACENAR	DISTANCIA(m)	CANTIDAD	TIEMPO(min)	NOTAS	ELIMINAR	COMBINAR	SECUENCIA	LUGAR	PERSONAL	MEJORAR
												CAMBIAR				
1	Realizar etiquetas para flejes	O							0:03:24							
2	Caminar a control de rodillo			→			2		0:00:09							
3	Descargar fleje de rodillo enrollador	O							0:01:11							
4	Caminar a tecle			→			3		0:00:22							
5	Pesar viruta	O							0:03:02							
6	Caminar a flejes			→			1.8		0:00:22							
7	Espera				D				0:01:00	Espera al compañero						
8	Colocar etiquetas en flejes	O							0:01:30							
9	Caminar a rodillo enrollador			→			2		0:00:11							
10	Colocar punta de flejes en el rodillo enrollador	O							0:01:20							
11	Soldar flejes	O							0:01:47							
12	Caminar almacén de fleje			→					0:00:33							
13	Ayudar acomodar flejes en almacén.	O					10		0:01:38							
14	Espera				D				0:01:27							
Total							18.8	0	0:17:56							

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

FORMADORA 2: SOLDADOR

NOMBRE PROCESO: Formado de tuberia | Máquina: Formadora 2 | x Hombre / Material

El diagrama empieza en: Cortar, arreglar y colocar en mesa de soldar punta del fleje 1 | Cargo: Soldador

El diagrama termina en: Traer otro fleje desde almacén de flejes hasta el carro de carga | Fecha: 06/04/2011 | Turno: Dia

	DETALLES DEL MÉTODO ACTUAL	OPERACIÓN	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	ALMACENAR	DISTANCIA(m)	CANTIDAD	TIEMPO(min)	NOTAS	ELIMINAR	COMBINAR	SECUENCIAR	LUGAR	PERSONAL	MEJORAR
												CAMBIAR				
1	Cortar, arreglar y colocar en mesa de soldar punta del fleje 1	O							0:01:11							
2	Caminar hasta control de rodillo centrador			→			1.8		0:00:05							
3	Espera				D				0:01:30							
4	Colocar fleje 2 en eje del rodillo alimentador	O							0:00:28							
5	Caminar hasta fleje en rodillo centrador			→			1.8		0:00:05							
6	Espera				D				0:01:35							
7	Desoldar fleje 2 y pulir la superficie	O							0:00:48							
8	Caminar hasta mesa de soldar			→			14		0:00:05							
9	Cortar, arreglar y colocar en mesa de soldar pu	O							0:01:34							
10	Alinear punta del fleje 1 y del fleje 2	O							0:00:47							
11	Espera				D				0:01:16	Conversa con compañero						
12	Soldar flejes	O							0:01:45							
13	Caminar hasta control de rodillo centrador			→			1.8		0:00:05							
14	Sacar unión soldada de fleje un metro	O							0:00:16							
15	Camina hasta unión soldada			→			1		0:00:05							
16	Esmerilar la unión soldada(cada 4 flejes pintar)	O							0:00:41							
17	Espera(distracción)				D				0:01:20							
18	Caminar hasta acumulador			→			2.5		0:00:08							
19	Accionar acumulador	O							0:01:17							
20	Caminar hasta tecle			→			6		0:00:11							
21	Busca fleje que debe colocar				D				0:02:00							
22	Colocar nuevo fleje en el carro de carga	O							0:00:25							
23	Traer otro fleje desde almacén de flejes hasta el carro de carga	O							0:00:35							
Total							16.3	0	0:18:11							

FORMADORA 2: OPERADOR

NOMBRE PROCESO: Formado de tuberia | Máquina: Formadora 2 | x Hombre / Material

El diagrama empieza en: Quitar viruta del recolector de viruta | Cargo: Operador

El diagrama termina en: Realizar reporte por horas. | Fecha: 07/04/2011 | Turno: Dia

	DETALLES DEL MÉTODO ACTUAL	OPERACIÓN	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	ALMACENAR	DISTANCIA(m)	CANTIDAD	TIEMPO(min)	NOTAS	ELIMINAR	COMBINAR	SECUENCIAR	LUGAR	PERSONAL	MEJORAR
												CAMBIAR				
	Quitar viruta del recolector de viruta	O							0:01:27							
	Espera(conversa)				D				0:01:10							
2	Revisar suelda del tubo		□						0:01:04							
3	Revisar Bancos de formado		□						0:01:30							
4	Inspecciona cabeza de turco		□						0:01:30							
5	Revisar calibración de rodillos	O							0:02:15							
6	Revisar calidad del tubo		□						0:01:03							
7	Realizar reporte por horas	O							0:01:50							
Total							0	0	0:11:49							

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

FORMADORA 2: ENDEREZADOR

NOMBRE PROCESO: Formado de Tuberia
Máquina: Formadora 2
Hombre: x
Material:
Cargo: Enderezador
El diagrama empieza en: Camina a control de rodillo
El diagrama termina en: Regresa al control principal de la maquina.
Fecha: 07/04/2011
Turno: Dia

	DETALLES DEL MÉTODO ACTUAL	OPERACIÓN	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	ALMACENAR	DISTANCIA(m)	CANTIDAD	TIEMPO(min)	NOTAS	ELIMINAR	COMBINAR	SECUENCIA	LUGAR	PERSONAL	MEJORAR
												CAMBIAR				
1	Enderezar tubo	O							0:00:57							
2	Hacer tarjetas	O							0:02:00							
3	Pintar paquetes	O							0:01:10							
4	Realizar reporte de cantidad de tubos								0:01:43							
5	Operar marcadora	O							0:01:10							
6	Revisar funcionamiento de la sierra		□						0:01:15							
7	Llenar tablero de producción	O							0:01:02							
Total									0:09:17							

FORMADORA 2: EMPAQUETADOR

NOMBRE PROCESO: Formado de tuberia
Máquina: Formadora 2
Hombre: x
Material:
Cargo: Empaquetador
El diagrama empieza en: Acomodar tubos
El diagrama termina en: Inspeccionar visualmete tubo
Fecha: 08/04/2011
Turno: Dia

	DETALLES DEL MÉTODO ACTUAL	OPERACIÓN	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	ALMACENAR	DISTANCIA(m)	CANTIDAD	TIEMPO(min)	NOTAS	ELIMINAR	COMBINAR	SECUENCIA	LUGAR	PERSONAL	MEJORAR
												CAMBIAR				
1	Acomodar tubos	O							0:00:18							
2	Limpiar tubos	O							0:02:00							
3	Colocar Zunchos(4) y sogas	O							0:02:08							
4	Subir paquete al carro	O							0:01:01							
5	Dejar puente grúa en posición.	O							0:00:29							
6	Subir paquete al carro de carga	O							0:01:07							
7	Inspeccionar visualmete tubo		□						0:01:00							
Total									0:08:03							

REBABADO DE TUBERÍA: OPERADOR

NOMBRE PROCESO: Rebabado de Tuberia
Máquina: Rebabadora Para D <=4
Hombre: x
Material:
Cargo: Operador
El diagrama empieza en: Retirar tubos
El diagrama termina en: Realizar reporte x horas
Fecha: 13/04/2011
Turno: Dia

	DETALLES DEL MÉTODO ACTUAL	OPERACIÓN	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	ALMACENAR	DISTANCIA(m)	CANTIDAD	TIEMPO(min)	NOTAS	ELIMINAR	COMBINAR	SECUENCIA	LUGAR	PERSONAL	MEJORAR
												CAMBIAR				
1	Retirar tubos	O							0:00:51							
2	Rebabar	O							0:01:16							
3	Soltar alcanzar y amordazar tubo	O							0:01:00							
4	Demora (distracción)				D				0:00:30							
5	Realizar reporte x horas	O							0:01:08							
Total									0:04:45							

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

REBABADO DE TUBERÍA: AYUDANTE DE OPERADOR

NOMBRE PROCESO: Rebabado de Tuberia

Máquina: Rebabadora Para D <=4

Hombre: x

Material:

Cargo: Ayudante de Operador

El diagrama empieza en: Retirar tubos

El diagrama termina en: Demora (distracción)

Fecha: 1304/2011

Turno: Dia

	DETALLES DEL MÉTODO ACTUAL	OPERACIÓN	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	ALMACENAR	DISTANCIA(m)	CANTIDAD	TIEMPO(min)	NOTAS	ELIMINAR	COMBINAR	SECUENCIAR	LUGAR	PERSONAL	MEJORAR
												CAMBIAR				
1	Retirar tubos	O							0:01:11							
2	Rebabar	O							0:01:14							
3	Soltar alcanzar y amordazar tubo	O							0:01:14							
4	Demora (distracción)				D				0:00:50							
Total							0	0	0:04:29							

APÉNDICE C

HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO

TABLA COMBINADA DEL TRABAJO ESTANDARIZADO

FECHA: 10/07/2011 15:52

DEPARTAMENTO: FORMADO

MÁQUINA: FORMADORA 2

TIPO: PRODUCCION

CARGO: Soldador

PREPARADO POR: JUAN CARLOS LLIVISACA

REVISADO POR: SANTIAGO VELECELA

DATOS DE DISPONIBILIDAD

Dias laborables	1
horas/turno	10
# turnos	1
Sabado(horas)	6
TIEMPO TACKT	36.4
EFICIENCIA DEL CT	90%

min/pz

SIMBOLOS: STOCK EN PROCESO; Chequeo de Calidad; Seguridad

MAQUINA; CAMINA; T. manual

Tiempos

#	ELEMENTOS DE TRABAJO	Trabajo Manual	Maquina (WORK)	Caminar	Simbolos		
1	Cortar, arreglar y colocar en mesa de soldar punta del fleje 1	0:01:11				✓	
2	Caminar hasta control de rodillo centrador			0:00:05			
3	Colocar fleje 2 en eje del rodillo alimentador	0:00:28					
4	Caminar hasta fleje en rodillo centrador			0:00:05			
5	Desoldar fleje 2 y pulir la superficie	0:00:48			!	✓	
6	Caminar hasta mesa de soldar			0:00:05			
7	Cortar, arreglar y colocar en mesa de soldar punta del fleje 2	0:01:34			!	✓	
8	Alinear punta del fleje 1 y del fleje 2	0:00:47			!		
9	Soldar flejes		0:01:45		!	✓	
10	Caminar hasta control de rodillo centrador			0:00:05			
11	Sacar unión soldada de fleje un metro	0:00:16				✓	
12	Camina hasta union soldada			0:00:05			
13	Esmerilar la unión soldada(cada 4 flejes pintar)	0:00:41			!	✓	
14	Caminar hasta acumulador			0:00:08			
15	Accionar acumulador	0:01:17					
16	Caminar hasta tecle			0:00:11			
17	Colocar nuevo fleje en el carro de carga	0:00:25					
18	Traer otro fleje desde almacen de flejes hasta el carro de ca	0:00:35					
21							
	TOTAL:	0:08:01	0:01:45	0:00:44			

DIFERENCIA CON TIEMPO TAKT

MENSAJE

DIFERENCIA CON TIEMPO TAKT: 1:25:56

Tiempo de proceso formadora 2: 0:33:44

El Tiempo de Proceso < al Tiempo Takt

CONTROLES

ACTIVIDADES → TTE → Nuevas Actividades

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

APÉNDICE D

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS ESTANDARIZADOS.

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS ESTANDARIZACION

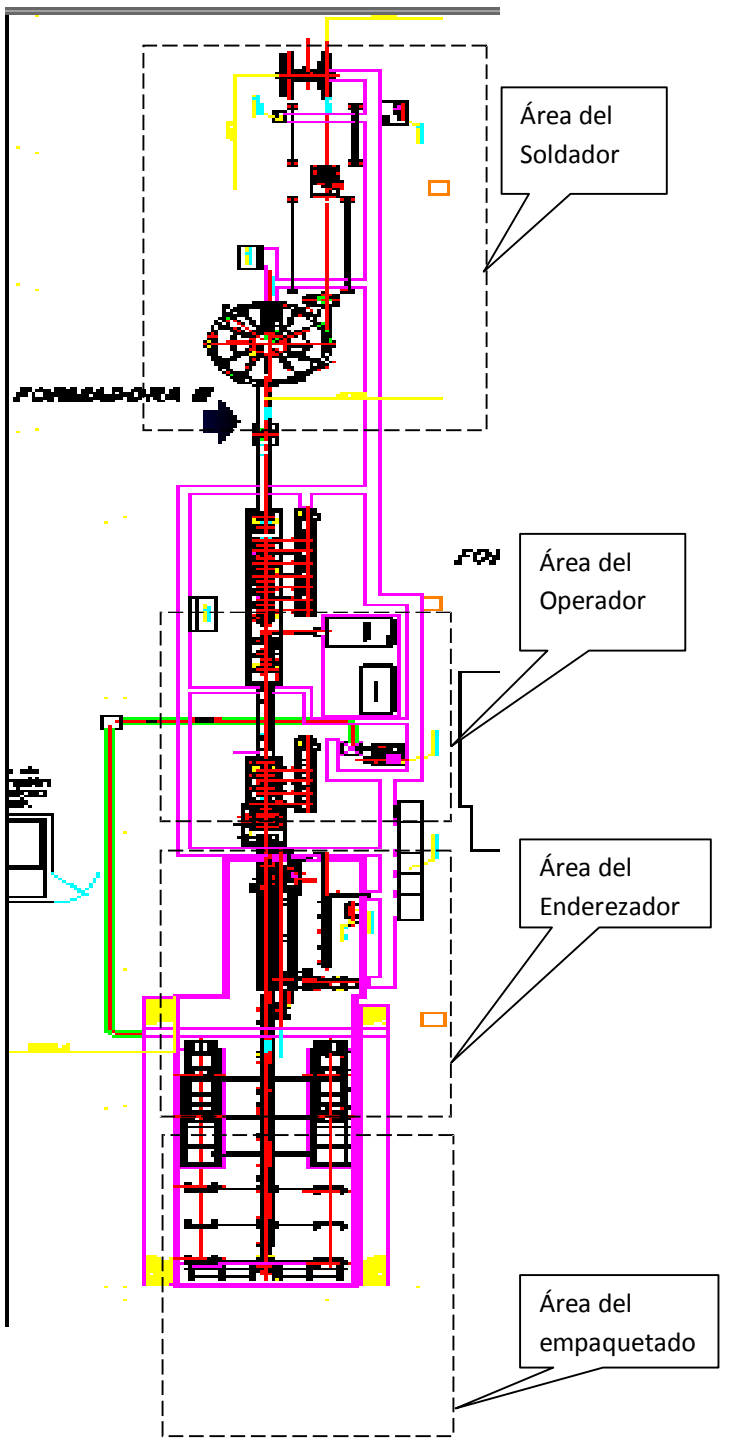
OBSERVADOR		WIP NECESARIO			HORA FIN		
FECHA		CANT. X TURNO			CODIGO		
HORA DE INICIO		PROCESO			VELOCIDAD		
OPERADOR		MAQUINA					
ACTIVIDAD CICLICA	TIEMPO DE ACTIVIDAD	ACTIVIDADES NO CICLICAS	TIEMPO DE ACTIVIDAD	TIEMPO EN MOVERSE	ES EN EGURIDAD	OBSERVACIONES EN CALIDAD	PRIORIDAD
TOTAL							
	CROQUIS DEL AREA DE TRABAJO						
OBSERVACIONES:							

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

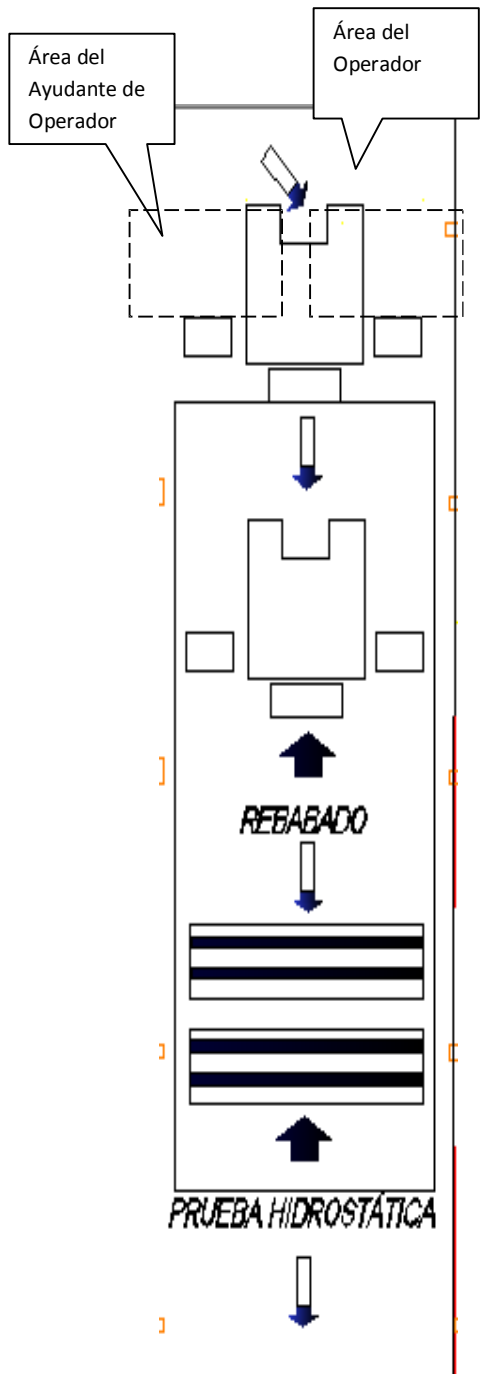
APENDICE E

AREAS DONDE SE REALIZÓ LA ESTANDARIZACION DE TAREAS.

FORMADORA 5



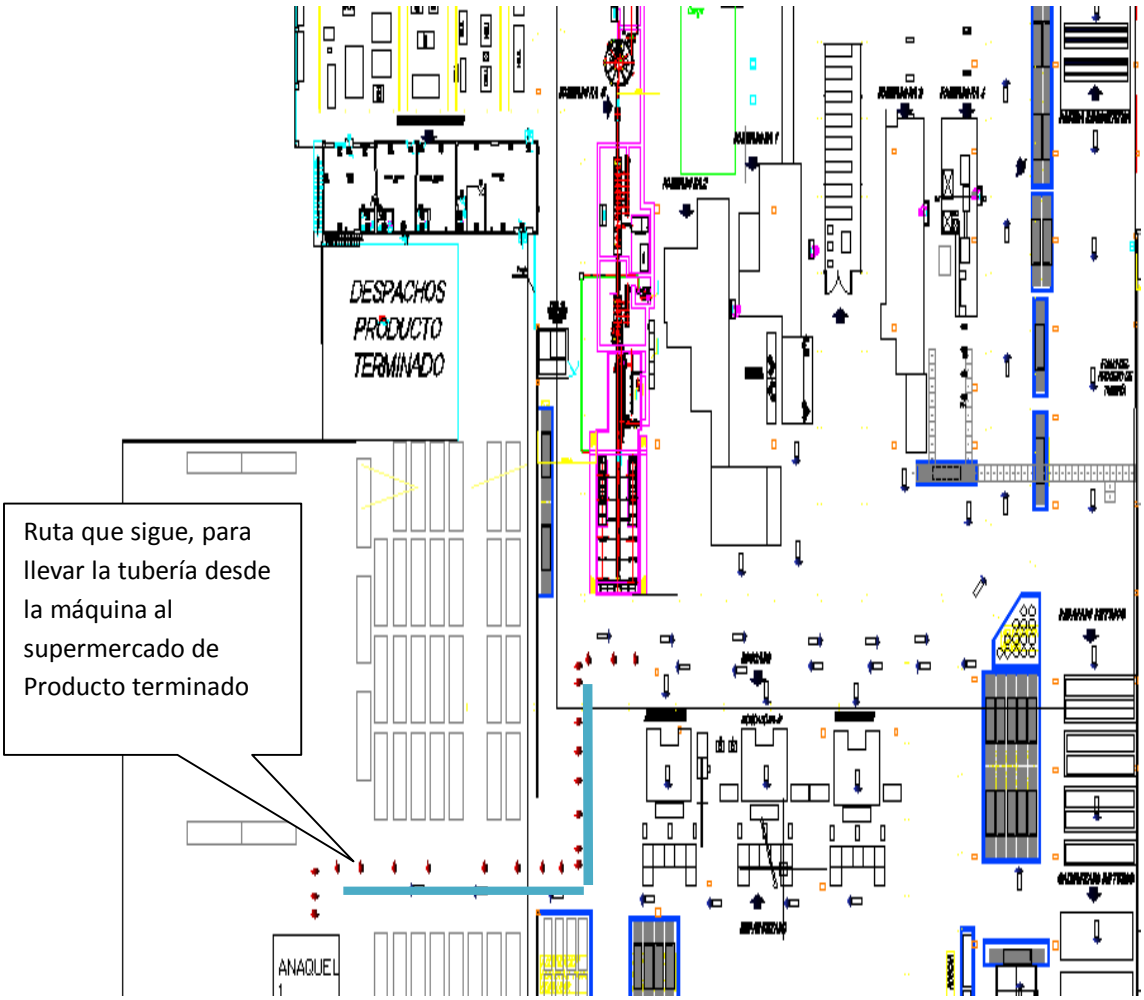
REBABADORAS

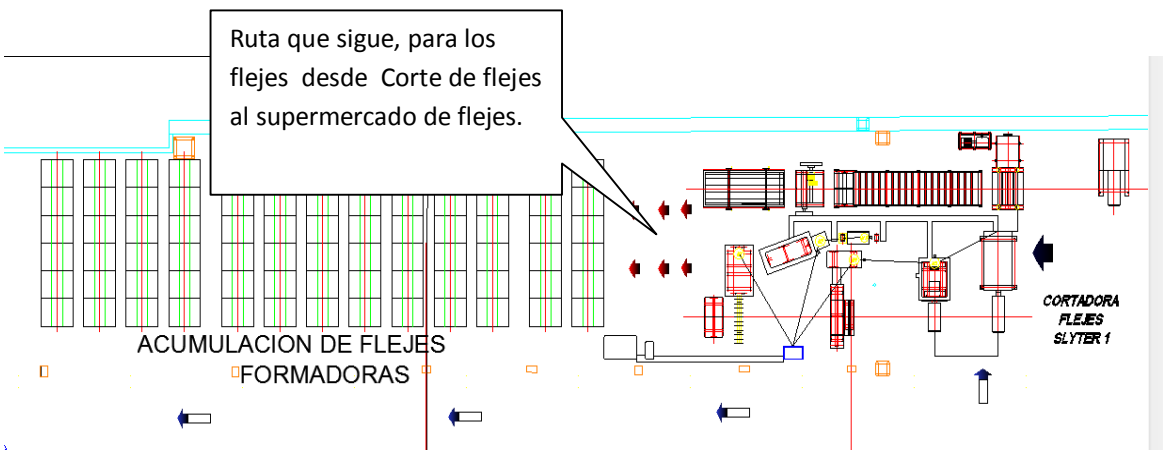


Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

APÉNDICE F

RUTAS A SEGUIR, PARA LOS SUPERMERCADOS DE FLEJES Y PRODUCTO TERMINADO





Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

APÉNDICE G

HOJA PARA EL CONTROL DE INGRESOS A BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO.

Control de Ingresos a Bodega

Guardar en BASE DATOS

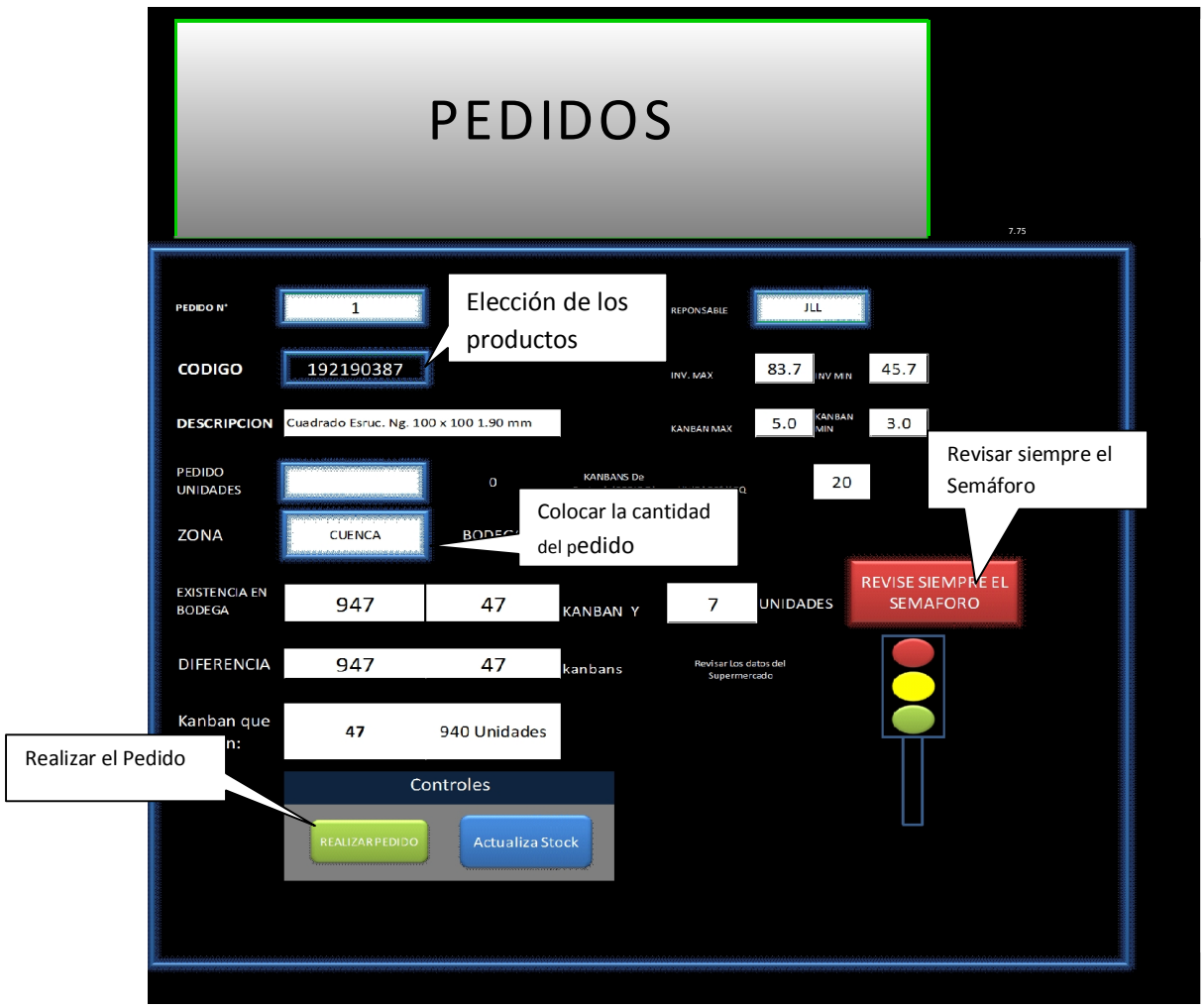
Producto	Ingreso a bodega	Stock Fisico	Nivel Objetivo	Tipo de pedido	Observaciones
111070050S	Tubo Redondo Sgda. 5/8 0.70 mm	159	139	Normal	
111070060	Tubo Redondo 3/4 0.70 mm	173	153	Normal	
111070060S	Tubo Redondo Sgda 3/4 0.70 mm	195	175	Normal	Segunda
111070070	Tubo Redondo 7/8 0.70 mm	139	119	Normal	
111070070S	Tubo Redondo Sgda. 7/8 0.70 mm	94	74	Normal	Segunda
111070080	Tubo Redondo 1 0.70 mm	112	92	Normal	
111070080S	Tubo Redondo Sgda. 1 0.70 mm	139	119	Normal	Segunda
112070050	Tubo Cuadrado 1/2 0.70 mm	101	81	Normal	
112070060	Tubo Cuadrado 5/8 0.70 mm	162	142	Normal	
112070060S	Tubo Cuadrado 5/8 Sgda 0.70 mm	125	105	Normal	Segunda
112070080	Tubo Cuadrado 3/4 0.70 mm	120	100	Normal	
112070100	Tubo Cuadrado 1 0.70 mm	80	60	Normal	
112070100S	Tubo Cuadrado Sgda. 1 0.70 mm	69	49	Normal	
113070070	Tubo Rect. 1/2 x 1 0.70 mm	118	98	Normal	
113070070S	Tubo Rect. Sgda. 1/2 x 1 0.70 mm	159	139	Normal	
113070119	Tubo Rect. 3/4 x 1 1/2 070 mm	78	58	Normal	
111075049	Tubo Redondo 5/8 075mm	95	75	Normal	
111075049	Tubo Redondo 5/8 075 mm	185	165	Normal	
111075050	Tubo Redondo 5/8 075mm	160	140	Normal	
111075060	Tubo Redondo 3/4 075mm	157	137	Normal	
111075070	Tubo Redondo 7/8 075mm	63	43	Normal	
111075070	Tubo Redondo 7/8 075mm	133	113	Normal	
111075079	Tubo Redondo 1 075mm	130	110	Normal	
111075080	Tubo Redondo 1 075mm	177	157	Normal	
111075080	Tubo Redondo 1 075mm	104	84	Normal	
111075119	Tubo Redondo 1.1/2 x 075	109	89	Normal	

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

APÉNDICE H

Funcionamiento de la hoja en Excel: *"CREANDO FLUJO"*

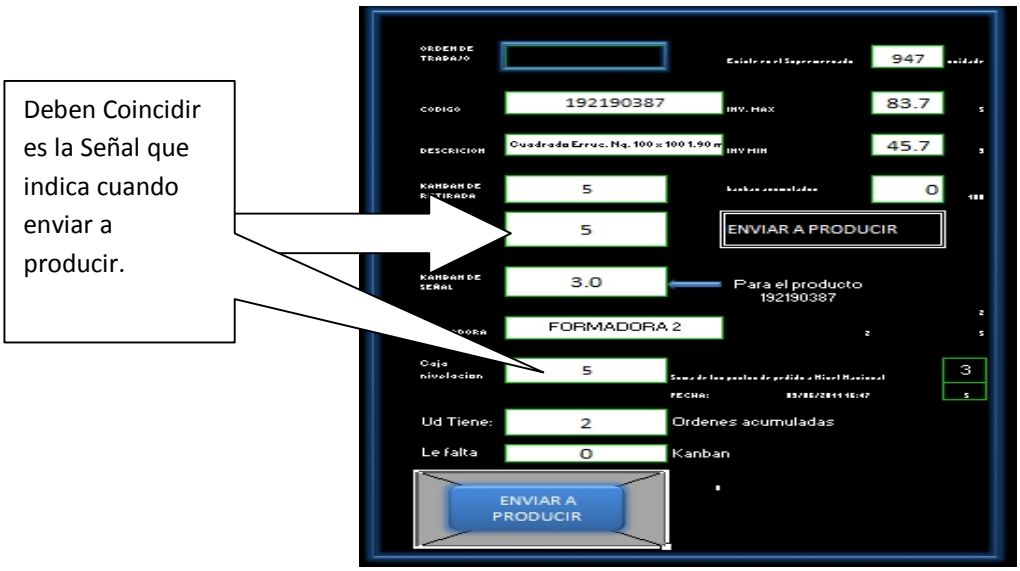
1. Para iniciar, se necesita un pedido de los productos seleccionados anteriormente. Se coloca la cantidad del pedido. El programa automáticamente mostrará la cantidad en bodega y los números de Kanban.



2. Realizar el pedido, presionando, el botón "Realizar Pedido", este le enviara a otra hoja donde podrá imprimir el pedido.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

3. Revisar siempre el semáforo.
4. Una vez que se haya alcanzado el nivel indicado es decir cuando coincidan para enviar a producir, se deberá realizar mediante el botón "Enviar a Producir"

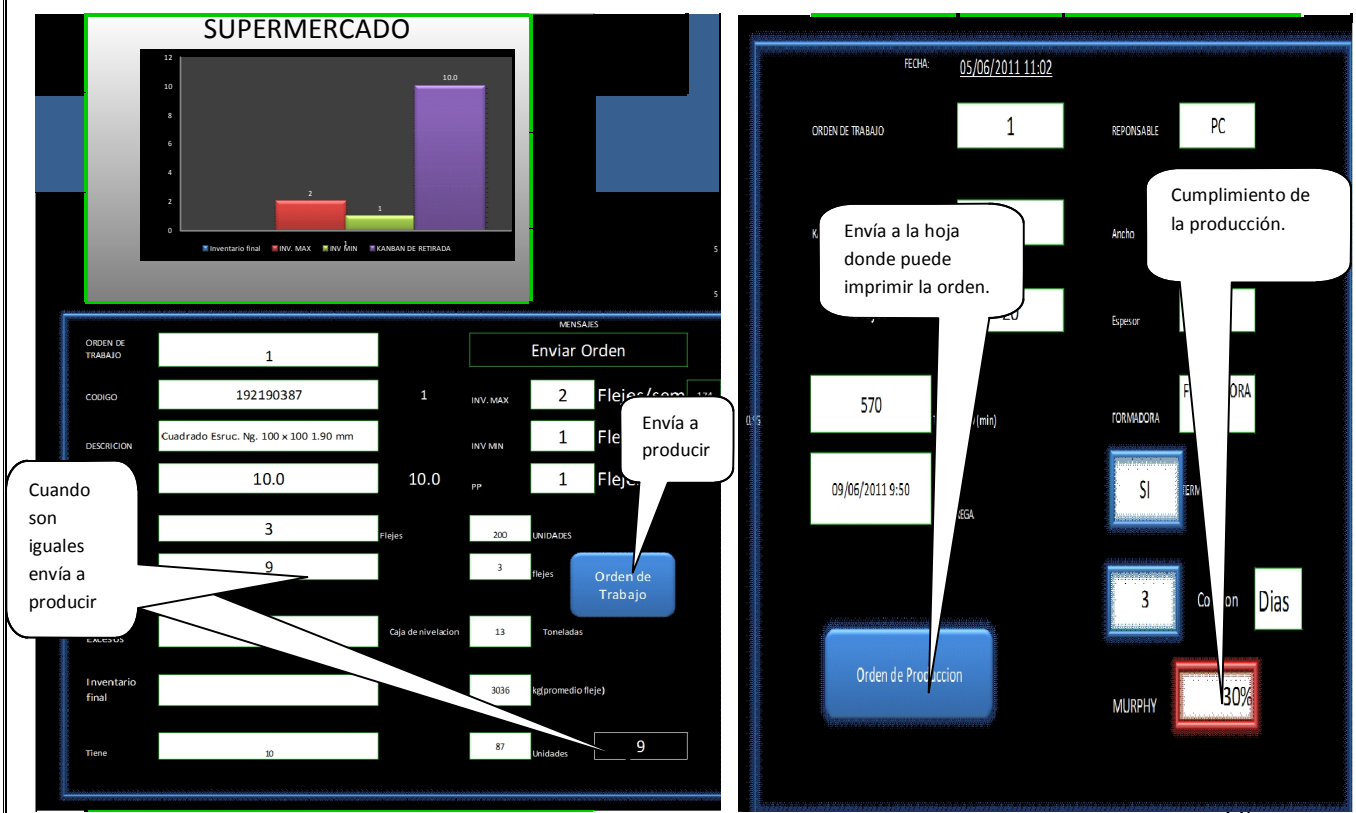


5. Se envía a producir, presionando el botón ***"Enviar a Producir"***
6. El programa, automáticamente, le guiará a la máquina donde debe ser producida está orden.
7. Una vez que se envía la orden a la máquina, se deberá seguir constantemente, y cuando se termine, se la puede enviar a bodega, presionando el botón ***"Enviar a Bodega"***
8. Cuando en la máquina formadora, a la cual se le ha enviado a producir, su supermercado de flejes alcanza el punto de pedido, es hora de realizarlo en el proceso aguas abajo: Corte de flejes.
9. Pa enviar a reponer el supermercado de flejes de la formadora correspondiente, se debe presionar el botón ***"Orden de Trabajo",*** el programa automáticamente, se coloca en el área de corte de flejes

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

donde se deberá presionar el botón " Orden de Producción", el cual deberá enviarle a la hoja donde pueda imprimir la orden de producción.

10. Al igual que en el proceso de formado, en Corte de flejes también se podrá controlar el cumplimiento de la producción.



Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

APÉNDICE I

PROFORMA DE UNA RACHA NEUMÁTICA.

LA LLAVE

Av. España s/n y Toledo - Cuenca
Tlf.: 2806-995; Fax: 2806-004
E-mail: psaavedra@la-llave.com

COTIZACION #: PS-00355-IR

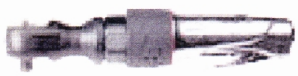
SEÑORES: INDUSTRIAS GRAIMAN
ATENCION: ING. DIEGO TIMBI
REFERENCIA: COT. HERRAMIENTAS
FECHA: 06//06/2011

TELF: 0
FAX: 0

"LA LLAVE S.A." se complace en presentar la siguiente oferta, según su requerimiento:

ITEM	CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT. US$	P. TOTAL US$
1	2	UNID	Racha Neumatica **INGERSOLL RAND** **Modelo: 1077XP** Trabajo Pesado Mando. 1/2 "	$ 168,84	$ 337,68

Model	Square Drive	Max Torque ft-lb (Nm)	Free Speed rpm	Weight lb (kg)	Length in (mm)	Average Air Consumption cfm (L/min)	Average Air Consumption @ Free Speed cfm (L/min)	Sound Pressure / Power dBA	Air Inlet NPTF in	Min Hose Size in (mm)
1077XPA*	1/2"	54 (68)	190	2.75 (1.1)	11" (279)	44 (85)	19 (510)	94.4 / 105.4	1/4"	3/8" (10)



SUBTOTAL: $ 337,68

* UN AÑO DE GARANTIA ,STOCK PERMANENTE DE REPUE

NETO: $ 297,16
+ 12% I.V.A. $ 35,66
TOTAL: $ 332,82

NOTA **Si algùn producto de la presente cotizaciòn es de Importaciòn NO està sujeto a cancelaciòn ni a devoluciòn.**

CONDICIONES DE LA OFERTA

VALIDEZ DE LA OFERT. 20 Dias
TIEMPO DE ENTREGA: DOS DIA SALVO VENTA
FORMA DE PAGO: CREDITO 30 DIAS

Atentamente,

Ing. Patricio Saavedra Picon
Ventas Almacen

Ingersoll-Rand.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

APÉNDICE J

Hoja para llevar el control sobre el cambio de línea en la formadora 1

Para llevar el control, sobre los cambios de línea, se presenta en Microsoft Excel, una hoja, donde, muestra el tiempo de cambio en minutos ocupados. Los datos que se necesitan, son obtenidos de los reportes diarios que se realiza en la formadora. Para obtener los datos se tendrá que realizar:

1. Actualizar la tabla 1, con los datos de la formadora uno.

PRODUCTO	LONGITUD	CANTIDAD TUBOS HORA	SEGUNDA	DESPERDICIO	OBSERVACIONES	TIEMPO REAL TRABAJADO	MINUTOS TP1	CODIGO TP1	MINUTOS TP2	CODIGO TP2
Tubo Cuadrad	6000	64	1	1	B	10	50	208		
Tubo Cuadrad	6000	448	4	2	B	45	15	204		
Tubo Cuadrad	6000	640	6			60				
Tubo Cuadrad	6000	640	6			60				
Tubo Cuadrad	6000	640	6			60				
Tubo Cuadrad	6000	576	5			60				
Tubo Cuadrad	6000	448	4	1	B	45	15	204		
Tubo Cuadrad	6000	640	6			60				
Tubo Cuadrad	6000	256	4			30	30	202		
Tubo Cuadrad	6000	64	1	1		15				
Tubo Cuadrad	6000	512	4	1	B	45	15	204		
Tubo Cuadrad	6000	576	5			60				
Tubo Cuadrad	6000	256	2	1		30				
Tubo Cuadrad	6000	512	4			60				
Tubo Cuadrad	6000	512	4			60				
Tubo Cuadrad	6000	512	4			60				
Tubo Cuadrad	6000	512	4	1	B	60				
Tubo Cuadrad	6000	512	4			60				
Tubo Cuadrad	6000	512	5			60				
Tubo Cuadrad	6000	182	5			20	20	201		
Tubo Cuadrad	6000	256	2	1						
Tubo Cuadrad	6000	576	3			60				
Tubo Cuadrad	6000	576	3			60				
Tubo Cuadrad	6000	576	4	0		60				
Tubo Cuadrad	6000	79	3			20	40	201		
Tubo Cuadrad	6000	320	2	1	B	50	10	203		
Tubo Cuadrad	6000	576	4			60				

2. Correr la macro, ***"Actualizar Cambios",*** el reporte se actualizará automáticamente, dando el informe del tiempo ocupado. Dará a conocer el tiempo usado.

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

BIBLIOGRAFÍA

1) PROPEI (PROGRAMA DE APOYO AL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA PEQUEÑA INDUSTRIA), 2002, pág. 2-20.

2) YASUHIRO Monden, "El « just in time »hoy en Toyota ", España, Ediciones Deusto, 1996, p. 338-339.

(3)Ibíd., pág. 21-35

(4)http://ingenieriaymantenimiento.blogspot.com/2008/04/principios-lean-para-una-fabricacin.html día de la consulta 2011-03-20

(5) http: //www.mamtc.com/lean/building_vsm.asp, día de la consulta 2011-03-22

(6) *Ibíd.*, día de la consulta 2011-03-22

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

(7) http://www.gestiopolis.com/recursos5/docs/ger/excadeva.htm día de la consulta 2011-03-22

(8) Ibíd., día de la consulta 2011-03-22

(9) Macías Jaime y Salinas Andrés, "Elaboración del Plan de Implementación de la Metodología TOC en una Empresa Procesadora de Productos de Acero", pág. 27, año 2011

(10) YASUHIRO Monden, "*El « just in time »hoy en Toyota* ", España, Ediciones Deusto, 1996, Capitulo 13

(11) GALGANO Alberto, "*Las Tres Revoluciones"*, España, Ediciones Díaz de Santos, 2004, pág. 354-362.

(12) http: //www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/kanban/, día de la consulta 2011-03-11

(13) http: //www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/kanban/, día de la consulta 2011-03-11

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

(14) YASUHIRO Monden, "*El « just in time »hoy en Toyota* ", España, Ediciones Deusto, 1996, Capitulo 2

(15) Ibíd., pág. 97-99

(16) Ibíd., pág. 302-310

(17) Documentos de TUGALT.

(18) LIKER K. JEFFEREY, "*LAS CLAVES DEL ÉXITO DE TOYOTA: 14 principios de Gestión del fabricante, mas Grande del Mundo",* España, Ediciones Gestión 2000, 2006, pág. 90

(19) YASUHIRO Monden, "*El « just in time »hoy en Toyota* ", España, Ediciones Deusto, 1996, pág.169-181

(20) SAMPAIO LUIZ, "*Trabajo estandarizado",* Material de aprendizaje de Qualiplus, año 2008

(21) SHINGO Shingeo, "Una revolución en la producción: el sistema SMED", España, Centro reprográfico Neptuno, 1993, p. 23-34

(22) SHINGO Shingeo, "Una revolución en la producción: el sistema SMED", España, Centro reprográfico Neptuno, 1993, p. 57-75

Otras fuentes

Created by Simpo PDF Creator Pro (unregistered version)
http://www.simpopdf.com

- SANTOS Javier y col, “Mejorando la producción con lean thinking”, España, Ediciones Pirámide, 2006, pág. 117-175
- (14)SAMPAIO LUIZ, “Cambio Rápido”, Material de aprendizaje de Qualiplus, año 2008
- http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/kanban/default2.asp, día de la consulta 2011-03-17