

**MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN INDUSTRIAS
LAVCO LTDA.**

ERIKA TATIANA RUÍZ ORJUELA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2013

**MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN INDUSTRIAS
LAVCO LTDA.**

ERIKA TATIANA RUÍZ ORJUELA

**Trabajo de grado para optar el título de
Ingeniera Industrial**

Director

FABIO ANDRÉS GONZÁLEZ RÚGELES

Ingeniero Mecánico.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO-MECÁNICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES

BUCARAMANGA

2013

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme el maravilloso don de la vida y con ella todas las experiencias y aprendizajes para ser cada día mejor persona y por estar conmigo en todo momento; a Mamita María por ser mi fiel intercesora y guía.

A mi madre Teresa, ejemplo de mujer a seguir y motor de mi vida, por darme todos los días su amor y cariño que me fortalecieron a seguir en este camino.

A mi sobrina Daniela, la niña de mis ojos y la principal motivación para alcanzar mis metas, a mi hermano Juli por su apoyo y su cariño, a Edwin por su compañía y su amor que me permitieron perseverar a lo largo de este proyecto.

A todas mis amigas y amigos que creyeron en mí y fueron una voz de ánimo en todos los momentos que compartimos.

AGRADECIMIENTOS

A los profesores de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, por su dedicación a formarnos como profesionales y por su colaboración en el transcurso de la carrera.

A Industrias Lavco Ltda. A todos y cada uno de sus trabajadores, especialmente a las Dra, Olga Vesga y a la Ing. Maria elena Mantilla por la oportunidad ofrecida y la colaboración en el desarrollo del proyecto.

A los Ing. Edwin Garavito y Olga Mantilla por la asesoría brindada.

A todos mis amigos: Lady, Pato, Pili, Jenny, Rosita, Laura, Marley, Panchita, Marcela y Alex por su amistad incondicional y apoyo.

A mi director de proyecto, Ing Fabio González, por su confianza, dedicación y colaboración brindada.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	19
CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS.	21
1.DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	22
1.1.1 Objetivo General.....	22
1.1.2 Objetivos específicos.....	22
2.DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	27
2.1DESCRIPCIÓN.....	27
2.2 RESEÑA HISTÓRICA.....	27
2.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	27
2.3.1 Número de empleados.....	27
2.4 INFRAESTRUCTURA.....	28
2.5 PLAN ESTRATÉGICO.....	28
2.5.1 Misión.....	28
2.5.2 Visión.....	28
2.5.3 Política y objetivos de calidad.....	29
2.6 ESTRUCTURA COMERCIAL.....	29
2.6.1 Clientes.....	29
2.7 PROCESOS.....	30
2.7.1 Mapa de procesos.....	30
2.8 PRODUCTOS.....	30
2.9 MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS.....	32
2.10 MÁQUINARIA.....	32
2.11 PROVEEDORES.....	32
3. MARCO TEÓRICO.....	33
3.1 PLANEACIÓN ESTRATÉGICA.....	33

3.2 ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS.	34
3.3 MANUFACTURA ESBELTA.	35
3.3.1 Takt Time.	36
3.3.2 Análisis de despilfarros.	36
3.3.3 Cinco eses.	36
3.3.4 Trabajo estandarizado.	38
3.3.5 Balanceo de línea.	38
3.3.6 Kaizen.	39
3.3.7 JIT.	40
3.3.8 SMED.	41
3.3.9 Gerencia visual.	41
3.3.10 Value Stream Mapping.	42
3.4 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.	43
3.5 SIMULACIÓN.	45
4. CADENA DE VALOR EN INDUSTRIAS LAVCO LTDA.	47
4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CADENA DE VALOR.	47
5. DIAGNOSTICO GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO.	50
5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO.	50
5.1.1 Etapas del proceso.	50
5.1.2 Diagramas de análisis general.	52
5.1.3 Indicadores actuales.	53
5.2 SELECCIÓN DE LA LÍNEA REPRESENTATIVA.	56
5.3 DIAGNÓSTICO 5S'S.	56
5.4 VALUE STREAM MAPPING.	59
5.4.1 Estado inicial.	59
5.5 DIAGNÓSTICO DE DESPERDICIOS.	59

5.6 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	60
6. ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO.	62
6.1 PLAN ESTRATÉGICO.....	62
6.1.1 Análisis del plan estratégico.....	62
6.1.2 Perspectiva estratégica.....	62
6.2 DIAGNÓSTICO DETALLADO DEL PROCESO PRODUCTIVO.	63
6.2.1 Documentación actual del proceso.	68
6.3 ANÁLISIS DE CAPACIDAD.	70
6.3.1 Estudio de tiempos.	71
6.3.2 Análisis de capacidad instalada..	73
6.3.3 Análisis de capacidad utilizada.	74
6.4 AMEF.....	79
6.5 ANÁLISIS DE DESPERDICIOS EN LA LÍNEA DE CAMISA SECA	79
6.6 PROPUESTA DE MEJORA CON BASE EN MANUFACTURA ESBELTA.	82
6.6.1 Asignación de herramientas a utilizar..	82
6.7 IMPLEMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA.....	85
6.7.1 Kaizen.....	85
6.7.2 5S´s	86
6.7.3 SMED.....	96
6.7.4 Balanceo de línea.	101
6.7.5 Trabajo estandarizado	105
6.7.6 JIT	107
6.7.7 Kanban.....	110
6.7.8 Jidoka	113
6.7.9 Gerencia visual.	115
6.8 ESTADO FUTURO.	117

7. SIMULACIÓN.....	118
7.1 Propuesta de distribución de planta.....	118
7.2 SIMULACIÓN.....	122
7.2.1 Definición del problema.....	122
7.2.2 Definición del objetivo	122
7.2.3 Formulación y planeación del modelo.....	122
7.2.4 Desarrollo del modelo.	123
7.2.5 Verificación y validación del modelo	124
7.2.6 Simulación de modelos	125
8. CONCLUSIONES	127
9. RECOMENDACIONES.....	130
10. BIBLIOGRAFÍA.....	132

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Camisas secas para motores a gasolina	31
Ilustración 2. Camisas húmedas para motores a gasolina.....	31
Ilustración 3. Camisas para grandes motores.....	31
Ilustración 4. Bujes.....	31
Ilustración 5. Plano general de Lavco	48
Ilustración 6. Cadena de valor	49
Ilustración 7: Indicador control de inventarios	54
Ilustración 8: Indicador satisfacción del cliente	55
Ilustración 9: Indicador producto no conforme PNC.....	56
Ilustración 10: Diagrama de Pareto.....	57
Ilustración 11: Diagrama de red 5S's.....	57
Ilustración 12: Diagrama de red desperdicios.....	60
Ilustración 13. Pareto longitud.....	71
Ilustración 14. Capacidad necesaria demanda mínima	77
Ilustración 15. Capacidad necesaria demanda media	78
Ilustración 16. Capacidad necesaria Demanda máximo	78
Ilustración 17. Implementación de clasificar.	90
Ilustración 18.Limpieza en centros de trabajo.....	91
Ilustración 19.Limpieza zonas comunes.	92
Ilustración 20. Control de cumplimiento del programa 5S's	93
Ilustración 21. Resultado programa 5S's	94
Ilustración 22.Señalización centros de trabajo.....	95
Ilustración 23. Clasificación herramientas.....	95
Ilustración 24. Distribución centros de trabajo	96
Ilustración 25. Actividades internas vs externas	98
Ilustración 26. Dispositivo diámetro interior	99
Ilustración 27. Conversión operaciones	101

Ilustración 28. Yamazumi.....	103
Ilustración 29. Gráfica balanceo de operadores	104
Ilustración 30. PNC antes y después.....	107
Ilustración 31. Plano de la planta con hipervínculos	109
Ilustración 32. Programación e indicadores centros de trabajo	109
Ilustración 33. Tubos pintados según colada	110
Ilustración 34. Kanban contenedor	111
Ilustración 35. Control inventario en proceso	112
Ilustración 36. Jidoka diámetro exterior	114
Ilustración 37. Indicador kaizen.....	116
Ilustración 38.Plantillas para el cálculo de indicadores	117
Ilustración 39.Plantilla resumen y gerencia visual indicadores	117
Ilustración 40. Gráfico de relaciones.....	119

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de Kanban.....	41
Tabla 2: Etapas de la Simulación.....	46
Tabla 3: Indicador control de inventarios	54
Tabla 4: Indicador satisfacción del cliente.	54
Tabla 5: Indicador PNC.....	55
Tabla 6: Diagnóstico general 5S´s	58
Tabla 7. Longitud de camisas	71
Tabla 8. Resumen de tiempos tipo.	72
Tabla 9. Porcentaje utilización máquinas.....	74
Tabla 10: Capacidad instalada producción de camisa seca entre longitud 6"-7" ...	75
Tabla 11. Capacidad instalada producción de camisa seca longitud 6"-7" CNC ...	75
Tabla 12. Capacidad instalada producción de camisa seca entre longitud 7"-8" ...	76
Tabla 13. Capacidad instalada producción de camisa seca de longitud 10".....	76
Tabla 14. Demanda camisa seca.....	77
Tabla 15. Herramientas a utilizar	84
Tabla 16. Resultado auditoria programa 5S's	93
Tabla 17. Actividades internas y externas	98
Tabla 18. Conversión operaciones	101
Tabla 19. Tiempos Yamazumi	102
Tabla 20. Takt time y tiempo de ciclo, sin balance.....	103
Tabla 21. Takt time y tiempo de ciclo, con balance.	104
Tabla 22. Prioridad y razón de relaciones.....	118
Tabla 23. Relaciones de actividades	119
Tabla 24. Distancias entre centros de trabajo.....	121
Tabla 25. Número total de producto terminado en cada replica	125
Tabla 26. Parámetros de comparación entre los modelos.....	126

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. ORGANIGRAMA	134
ANEXO 2. MAPA DE PROCESOS	135
ANEXO 3. MATERIA PRIMA	136
ANEXO 4. MÁQUINARIA.....	137
ANEXO 5. PROVEEDORES.....	141
ANEXO 6. MATRIZ DOFA.....	142
ANEXO 7. DIAGRAMAS DE OPERACIONES.....	143
ANEXO 8. DIAGRAMAS DE RECORRIDO	158
ANEXO 9: MATRIZ CLIENTE/ PRODUCTO.....	164
ANEXO 10: LISTA DE CHEQUEO 5S'S.....	166
ANEXO 11 VALUE STREAM MAPPING INICIAL.....	168
ANEXO 12. LISTA DE CHEQUEO DESPERDICIOS	169
ANEXO 13. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO	170
ANEXO 14.DESARROLLO MATRIZ DOFA.....	171
ANEXO 15. MATRIZ ANSOFF.....	172
ANEXO 16. FORMATOS DE DOCUMENTACIÓN.....	173
ANEXO. 17 ESTUDIO DE TIEMPOS	177
ANEXO 18.TIEMPOS DE ALISTAMIENTO	229
ANEXO 19. PORCENTAJE UTILIZACIÓN MÁQUINARIA	230
ANEXO 20. CAPACIDAD DEMANDA.....	234
ANEXO 21. AMEF	236
ANEXO 22. DESPERDICIOS Y CAUSAS.....	243
ANEXO 23. PRINCIPIO HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA ..	247
ANEXO 24 CALIFICACIÓN DETALLADA HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA.....	248
ANEXO 25. CAPACITACIÓN KAIZEN.....	251
ANEXO 26. FOLLETO KAIZEN	253

ANEXO 27 ANÁLISIS 5S's.	254
ANEXO 28. FUNCIONES COMITÉ 5S's	261
ANEXO 29.FOLLETO 5S's	262
ANEXO 30 CAPACITACIÓN 5S's.....	264
ANEXO 31.LISTA DE CHEQUEO ORDEN	266
ANEXO 32. FICHA 5S's.....	268
ANEXO 33. PLANILLA AUDITORIA PROGRAMA 5S'S	274
ANEXO 34. RESULTADOS AUDITORIA 5S's.....	276
ANEXO 35. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ALISTAMIENTO ...	281
ANEXO 36. CLASIFICACIÓN OPERACIÓN INTERNA Y EXTERNA.....	283
ANEXO 37. CONVERSIÓN DE OPERACIONES.	285
ANEXO 38. OPL ALISTAMIENTO DIÁMETRO INTERIOR	287
ANEXO 39 YAMAZUMI	288
ANEXO 40. CARACTERIZACIÓN CENTROS DE TRABAJO	289
ANEXO 41 OPL DE LAS OPERACIONES.	307
ANEXO 42 ESTÁNDAR BALANCE HORNOS.....	323
ANEXO 43. SOLICITUDES DE MANTENIMIENTO.....	324
ANEXO 44.CAPACITACIÓN JIT.....	327
ANEXO 45.PROPUESTA HERRAMIENTA DE PROGRAMACIÓN.....	329
ANEXO 46. CONTROL INVENTARIO PATIO MECANIZADO.....	330
ANEXO 47. DIAGRAMA KANBAN.....	331
ANEXO 48. CONTROL INVENTARIO PRODUCTO EN PROCESO	332
ANEXO 49 TOLERANCIAS DE LAS OPERACIONES	333
ANEXO 50. FICHA INDICADORES.....	334
ANEXO 51. VALUE STREAM MAPPING ESTADO FUTURO.....	336
ANEXO 52. DIAGRAMA DE RELACIONES	337
ANEXO 53. PROPUESTA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	338
ANEXO 54. MATRIZ DE DISTANCIAS.....	339

ANEXO 55. PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE	341
ANEXO 56. CARACTERÍSTICAS MODELOS DE SIMULACIÓN.....	347
ANEXO 57. MODELOS DE SIMULACIÓN	348

RESUMEN

TÍTULO: MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN INDUSTRIAS LAVCO LTDA*

AUTOR: RUÍZ ORJUELA, Erika Tatiana **

PALABRAS CLAVE: Manufactura esbelta, Camisa, Desperdicio, Mejoramiento, Proceso, Implementación.

DESCRIPCIÓN:

Industrias Lavco es una empresa del sector metalmecánico dedicada a la producción y comercialización de camisas en fundición de hierro gris centrifugado para la gran mayoría de automotores diesel y gasolina, motores estacionarios industriales, compresores y bombas reciprocantes.

Este proyecto tiene como propósito diseñar e implementar propuestas para el mejoramiento del sistema productivo de industrias Lavco al aplicar herramientas de manufactura esbelta para eliminar todas las actividades que no agregan valor dentro del proceso productivo , con lo cual la empresa busca mejorar su posición competitiva,

Como primera medida se realizó un diagnostico general y detallado utilizando herramientas como el value stream mapping , cinco eses, análisis de despilfarros, análisis de la cadena de valor, entre otras con el fin de conocer las organización y los procesos que desarrolla, así como también identificar desperdicios en el sistema, sobre los cuales poder realizar un análisis y encontrar opciones de mejora. Con base en la metodología de manufactura esbelta y de acuerdo a los desperdicios identificados y las restricciones del sistema se aplicaron diferentes herramientas, la metodología que se empleó para la implementación consistió en fijar el propósito y los objetivos de cada una y darla a conocer a los involucrados, por medio de capacitaciones y reuniones, desarrollando después las correspondientes actividades para la implementación de las mismas, por último se realizó una evaluación y seguimiento por medio de indicadores que permitieron medir la efectividad de las mejoras realizadas y mostrar los resultados obtenidos que en conjunto permitieron el logro de los objetivos planteados

Por último se elaboró el modelo de simulación de la planta utilizando Promodel para poder compararlo y evaluarlo con el modelo de planta propuesto, el libro finaliza con las principales conclusiones acerca de las acciones emprendidas al igual que las recomendaciones para garantizar su continuidad

* Proyecto de grado. Modalidad práctica empresarial.

** Universidad Industrial de Santander; Facultad de ingeniería Físico-Mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales; Programa Ingeniería Industrial; Ingeniero Fabio Andrés González Rugeles, Director de Proyecto

ABSTRACT

TITULO: IMPROVEMENT OF PRODUCTION PROCESSES IN INDUSTRIAS LAVCO LTDA^{*}

AUTHOR: RUÍZ ORJUELA, Erika Tatiana^{**}

KEY WORDS: Lean Manufacturing, liners, wastage, Improvement, Process, Implementation

DESCRIPTION:

Industrias lavco is a company of the metal and mechanical field dedicated to the production and marketing of liners in cast iron gray centrifugation for the vast majority of automotive gasoline and diesel, industrial stationary engines, compressors and reciprocating pumps.

This project has as purpose to design and to implement proposals for the improvement of the productive system of industries Lavco to implement lean manufacturing tools to eliminate all activities that do not add value within the productive process, with which the company is looking to improve their competitive position,

As a first step was made a general diagnosis and detailed using tools such as value stream mapping , five eses, wastage analysis, value chain analysis, among others in order to know the organization and the processes that develops, as well as to identify waste in the system, on which to perform an analysis and find options for improvement. Based on the methodology of lean manufacturing and according to the identified wastages and the restrictions of the system were applied different tools, the methodology that was used for the deployment was to secure the purpose and objectives of each one and make it known to those involved, through trainings and meetings, after developing the corresponding activities for the implementation of the same, are finally made an evaluation and follow-up through indicators which allowed to measure the effectiveness of the improvements and show the results obtained, which together enabled the achievement of the objectives.

Finally the simulation model of the plant using Promodel to compare it and evaluate it with the proposed plant model was developed, the book ends with the main conclusions about the actions undertaken as well as recommendations to ensure its continuity.

* Degree Project: Modality business practice.

** Universidad Industrial de Santander; Faculty of Engineering Phisics-Mechanical, School of Industrial and Business Studies, Industrial Engineering Program; Engineer Fabio Andrés González Rugeles, Project Manager

INTRODUCCIÓN.

Industrias Lavco Ltda., es una empresa de tipo familiar que a lo largo de su permanencia en el sector metalmecánico, se ha dedicado a la producción y comercialización de camisas centrifugadas para todo tipo de motores del sector automotriz e industrial y barras centrifugadas para asientos de válvulas. Durante este tiempo Lavco solo ha reaccionado de forma cortoplacista e inmedatista ante los cambios. Debido a esto la empresa tiene altos costos de producción, debilidades en su programación lo que genera un alto nivel de inventario y el uso ineficiente de la capacidad instalada, y la falta de estandarización en muchas de sus operaciones, asimismo en la actualidad las empresas requieren de la capacidad de adaptar su sistema a los continuos cambios que el entorno exige y a los cuales deben responder ágilmente, para lograr ser competitivas y garantizar su permanencia.

Con motivo de lo expuesto anteriormente, se propone desarrollar este proyecto de grado cuyo objetivo principal es reorganizar el sistema productivo de Industrias Lavco Ltda., por medio de la aplicación de herramientas de la manufactura esbelta, las cuales consisten en eliminar todo tipo de desperdicio, aumentado el valor agregado desde la perspectiva del cliente, por medio de la simplificación y estandarización de los procesos, junto con un desarrollo de gente efectiva y procesos eficientes.

Esta práctica empresarial inició con un diagnóstico general del estado actual de la empresa para saber qué tan competitiva se encuentra ésta, y se caracterizaron y documentaron los procesos por medio de herramientas de análisis de procesos, luego se identificó con base en un Pareto, la línea más representativa para Lavco, y se realizó un estudio de tiempos que permitió definir la capacidad instalada e identificar los recursos restrictivos en la producción. Concluida esa etapa de

análisis se identificó de manera detallada las actividades que no agregan valor y se describieron las causas generadoras de éstas, con base en la identificación de los desperdicios encontrados en el sistema productivo y considerando la distribución actual de los centros de trabajo, se plantearon las propuestas de mejora con base en las herramientas de manufactura esbelta y se seleccionaron las que mejor contribuían a la eliminación o disminución del desperdicio. Luego se simuló el modelo actual y el modelo propuesto, junto con la elaboración de una propuesta de un sistema de programación de producción que permita un control más efectivo de los recursos especialmente de los que se consideran restrictivos o cuellos de botella. En apoyo a lo anterior se realizaron jornadas de capacitación sobre cada una de las herramientas y metodologías a implementar, asimismo se diseñó un sistema de indicadores de gestión que permitió medir los resultados obtenidos y el control del desempeño de los procesos, contribuyendo así a que la organización responda a los requerimientos mencionados inicialmente. Finalmente se encuentran las conclusiones y recomendaciones sugeridas a la empresa.

CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS.

<p>OBJETIVO GENERAL: Diseñar una propuesta de reorganización del sistema productivo de la línea de camisas seca, con base en la metodología de manufactura esbelta.</p>	
OBJETIVO	CUMPLIMIENTO
Realizar un diagnóstico del proceso productivo actual en Industrias Lavco Ltda., caracterizando y documentado los procesos por medio de herramientas de análisis de procesos en la fabricación de camisas para motores.	Capítulos 4 y 5
Determinar y analizar la capacidad instalada y utilizada en cada centro de trabajo, identificando cuellos de botella y/o recursos restrictivos.	Capítulo 6, numeral 3
Analizar y evaluar los procesos productivos de la línea de camisas seca, identificando los principales despilfarros para la formulación de propuestas de mejora bajo el enfoque de herramientas de manufactura esbelta.	Capítulo 6.
Diseñar una herramienta ofimática para la programación de la producción en el nuevo modelo.	Capítulo 6, numeral 7.6
Desarrollar un sistema de indicadores de gestión que permita evaluar el desempeño de las actividades de mejora implementadas.	Capítulo 6, numeral 7.9
Simular y comparar el proceso productivo en el modelo actual de operación y en el modelo propuesto.	Capítulo 7

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

1.1 OBJETIVOS.

1.1.1 Objetivo General. Diseñar una propuesta de reorganización del sistema productivo de la línea de camisas seca, con base en la metodología de manufactura esbelta.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Realizar un diagnóstico del proceso productivo actual en Industrias Lavco Ltda., caracterizando y documentado los procesos por medio de herramientas de análisis de procesos en la fabricación de camisas para motores.
- Determinar y analizar la capacidad instalada y utilizada en cada centro de trabajo, identificando cuellos de botella y/o recursos restrictivos.
- Analizar y evaluar los procesos productivos de la línea de camisas seca, identificando los principales despilfarros para la formulación de propuestas de mejora bajo el enfoque de herramientas de manufactura esbelta.
- Diseñar una herramienta ofimática para la programación de la producción en el nuevo modelo.
- Simular y comparar el proceso productivo en el modelo actual de operación y en el modelo propuesto.
- Desarrollar un sistema de indicadores de gestión que permita evaluar el desempeño de las actividades de mejora implementadas.

1.2 JUSTIFICACIÓN.

En la situación actual de Colombia, donde nuevos tratados de comercio se firman y la competitividad e innovación son los que determinan el éxito de las industrias, es importante e imprescindible para las empresas nacionales estar en un constante cambio y adaptación a las nuevas y crecientes exigencias del mercado,

es decir es necesario para las empresas analizar y mejorar las estrategias que utilizan para hacer más eficientes las operaciones que realizan. Industrias Lavco, conscientes de esta necesidad, está permitiendo implantar nuevos métodos para mejorar en general su cadena de valor, con el fin de obtener mayor competitividad; por tal razón la empresa ha adelantado estrategias como la actualización y mejora del sistema de gestión de calidad, programas de salud ocupacional y medio ambiente, entre otros. Con el fin de contribuir a los objetivos de la empresa, se pretende con el presente proyecto reorganizar el sistema productivo con base en herramientas de la manufactura esbelta como: las 5S's, jornadas Kaizen, trabajo estándar, análisis de tiempo perdido, Value Stream Mapping, JIT, balanceo de línea, Kanban, Jidoka, SMED y gerencia visual, que permitan disminuir los desperdicios encontrados; asimismo se espera que la implementación de éste proyecto de respuesta a las nuevas necesidades del mercado externo, contribuyendo a aumentar la productividad, optimizar los recursos y hacer más eficientes los procesos, todo esto con el fin último de incrementar las utilidades para la empresa, su participación tanto en mercados nacionales como extranjeros y su reconocimiento.

1.3 METODOLOGÍA.

Etapa 1: Descripción y diagnóstico actual de la empresa.: Se hará una descripción general de la empresa y se identificará cada uno de los procesos que ésta desarrolla, registrados en su actual documentación y que forman parte de la cadena de valor, asimismo se compilará información sobre maquinaria, materia prima, proveedores, clientes, plan estratégico y demás características que integran el desarrollo de la actividad económica que permitan obtener una visión macro del estado actual de la empresa, también se desarrollarán herramientas como la matriz DOFA, que identificará la perspectiva estratégica de Lavco Ltda. Sin embargo se hará énfasis en el proceso productivo, investigando y recopilando toda

la información, haciendo uso de la observación directa y las entrevistas con el personal involucrado, que permita hacer un diagnóstico detallado del proceso, haciendo uso de herramientas de análisis de procesos: diagrama de flujo y diagrama de recorrido para la fabricación de camisas de motores, aplicación de listas de chequeo referentes a 5S's y desperdicios, recopilación de indicadores actuales de la empresa, y esquema del VSM. Como continuación de esta etapa y para determinar la participación de cada una de las líneas que actualmente la empresa tiene: Seca, Renault, Diesel, Bujes y la línea industrial, se hará uso de la información de volúmenes de ventas del año 2011 de cada línea, suministrada por el departamento de comercial, y con base en la información obtenida realizar un diagrama de Pareto e identificar las líneas vitales.

Etapa 2: Estudio de tiempos y determinación de la capacidad de los centros de trabajo: Con el fin de establecer el tiempo tipo de cada operación del proceso de fabricación de la línea representativa se realizará un estudio de tiempos, para esto se definirán los ciclos y los elementos que conforman cada operación y posteriormente establecer la duración de la tarea a partir de los datos de tiempo cronometrados; con base en los datos de éste estudio y los recursos tanto humanos como físicos con los que se cuenta en el proceso productivo, se definirá la capacidad de producción instalada identificando los recursos restrictivos.

Etapa 3: Identificación y análisis de desperdicios: Para hacer el análisis de los problemas presentes en la empresa y considerando la filosofía de manufactura esbelta, se realizará un estudio detallado del proceso productivo de la línea representativa, con base en la observación directa de cada una de las operaciones que intervienen en el proceso, así como también se analizará la documentación actual del proceso y se recopilará información inherente al personal involucrado. También se realizará una investigación sobre los despilfarros identificados, por medio de listas de chequeo, observación directa, análisis del Value Stream Mapping del estado actual y de la matriz de análisis de modo y efecto de falla

(AMEF), con el fin de identificar de manera detallada las actividades sin valor, describiendo las causas generadoras de éstas y clasificándolas de acuerdo a la tipificación de los siete tipos de desperdicio.

Etapa 4: Mejoras propuestas: Diseñar un plan de mejoramiento para el sistema productivo haciendo uso de herramientas y metodologías de la manufactura esbelta, buscando eliminar los desperdicios encontrados, basado en: 5S's, Trabajo estandarizado, Balanceo de línea, Kaizen, JIT, Kanban, SMED, Jidoka, VSM y gerencia visual; luego se evaluará la relación existente entre el desperdicio y el aporte con que la herramienta da para solucionar el mismo, lo cual tiene como fin asignarles a cada uno de los desperdicios una o más de las herramientas de manufactura esbelta, asimismo para cada herramienta de manufactura esbelta que se vaya a usar, previamente se capacitará a los involucrados, se conformarán equipos de trabajo y se dará a conocer el objetivo con el fin de crear una visión y un compromiso compartido, igualmente se definirá el alcance de la misma considerando las restricciones del sistema. Por otro lado y con base en la identificación previa del proceso, se planteará una redistribución de los equipos apoyada en el método SPL.

Etapa 5: Programación y documentación del proceso productivo: Con base en el diagnóstico de los centros de trabajo, análisis y conocimiento del proceso productivo, tiempos de operación, y la propuesta para la reorganización del sistema productivo por medio de herramientas de manufactura esbelta y la propuesta de la distribución de planta; se diseñará una herramienta ofimática para la programación de la producción que muestre las restricciones de operación de cada máquina, su capacidad instalada, que permita establecer cuando se debe iniciar y terminar cada lote de producción, como también el tamaño de lote a procesar, otro objetivo de esta herramienta es que evalúe en cada centro de trabajo su productividad con el fin de saber si se está cumpliendo con lo establecido en la planeación y calculé la eficiencia diaria de los operarios,

registrando los tiempos improductivos y sus causas. También se caracterizarán los centros de trabajo, determinando cada uno de los recursos, operaciones que realiza, herramientas pertenecientes a cada uno de estos, junto con las actividades a desarrollar y las fichas de control de calidad identificando las causas de los defectos, con su respectiva medida de intervención.

Etapa 6: Simulación del modelo actual y propuesto: Se realizarán paso a paso y con base en el marco teórico, las etapas para diseñar el modelo de la situación actual del sistema productivo, el cuál será simulado mediante el programa de simulación de procesos industriales PROMODEL, y a partir de éste y considerando las mejoras propuestas, se realizará la simulación del modelo propuesto, comparándolos y mostrando los beneficios que aporta la nueva reorganización del sistema.

Etapa 7: Medir y controlar las acciones implementadas: Se diseñará un sistema de indicadores de gestión para evaluar y controlar las mejoras implementadas, junto con un programa de capacitación enfocado a la consolidación de una cultura de cambio que beneficie a la empresa y finalmente se socializará el trabajo ante los directivos de la organización, presentándoles un informe en el que se demuestre el impacto de las mejoras implementadas y el que tendrán las mejoras propuestas.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

2.1 DESCRIPCIÓN.

Razón social: Industrias Lavco Ltda.

Tipo de Sociedad: Limitada.

Estructura de Propiedad: Empresa de Familia.

Sector: Manufacturero.

Rama de la Actividad: Metalmecánica.

2.2 RESEÑA HISTÓRICA.

INDUSTRIAS LAVCO LTDA., es una empresa manufacturera del sector de partes para motor constituida legalmente desde Enero de 1.991, y que proviene de otra empresa anterior, denominada METCO (Metalúrgica de Colombia, Ltda.), El objeto social de INDUSTRIAS LAVCO LTDA., es la fabricación de Camisas Centrifugadas para motores y Barras o material Centrifugado para fabricar asientos de válvulas, además de ofrecer servicios especializados para el sector industrial, especialmente energético, y comercializar partes complementarias importadas. INDUSTRIAS LAVCO LTDA., es una organización Empresarial Privada, de carácter industrial, ubicada dentro del sector económico de Fabricantes de Partes para Motores.

2.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

El organigrama de la empresa se encuentra en el anexo 1.

2.3.1 Número de empleados. Industrias Lavco Ltda. Cuenta con 96 empleados directos y 8 empleados indirectos, en la sección de fundición trabajan 24 personas y en la de mecanizado 32; el número restante de empleados esta distribuidos en las demás áreas de la empresa, el personal de mecanizado trabaja en el horario

de 6:00 am a 2:30 pm y los operarios de la sección de fundición trabajan en una jornada de preparación de 7:00 am a 2:00 pm y en el día de fundición de 7:00am a 4:00 pm.

2.4 INFRAESTRUCTURA.

Sus instalaciones se encuentran ubicadas en la ciudad de Bucaramanga, Colombia, en el Kilómetro 4 de la Autopista Floridablanca - Piedecuesta. En sus más de 2.000 metros cuadrados de construcción funcionan los salones de fundición, mecanizado y oficinas administrativas, en una edificación robusta, moderna rodeada de naturaleza. Sus teléfonos son: (57-7)6381921, 6395139, 6397134, Fax:(57-7)6384993, correo electrónico: info@lavco.com.co y página Web: www.lavco.com.co.

2.5 PLAN ESTRATÉGICO.

2.5.1 Misión. Somos una empresa industrial productora y comercializadora de partes para motor, proveedora de servicios de reparación y otros componentes internos relacionados directamente con el desempeño de motores y compresores. Contamos con clientes a nivel nacional e internacional en los segmentos de: Comercialización de partes, Talleres de Rectificación de Motores y Mecánica Industrial Diesel, así como organizaciones del sector Industrial y Energético que son atendidas directamente o a través de sus respectivos proveedores de servicios.

2.5.2 Visión. Ser un proveedor líder del mercado colombiano, reconocido en Latinoamérica, por la calidad en los procesos de fabricación y comercialización de partes para motor; así como un ofertante de servicios metalmecánicos consolidado en los sectores industriales y energéticos que cuente con aliados estratégicos a

nivel internacional de quienes recibamos inversión en transferencia de conocimiento, tecnología y capital.

2.5.3 Política y objetivos de calidad. LAVCO LTDA. Tiene como Política de Calidad, la satisfacción de sus clientes a nivel nacional e internacional. “Para el logro de la Política de Calidad, nos apoyamos en el siguiente Objetivo: Alcanzar la excelencia, a través del establecimiento, gestión, logro y monitoreo de exigentes metas de productividad, tanto en los procesos operativos como administrativos y comerciales”.

El alcance del sistema de gestión de calidad se define como: “Producción y Comercialización de Camisas de Cilindro centrifugadas y barras centrifugadas para asientos de válvula para motores a gasolina, diesel y gas. Reparación de Cilindros Compresores Reciprocantes, y Fabricación y Reparación de partes para equipos del sector Industrial.”

2.6 ESTRUCTURA COMERCIAL.

2.6.1 Clientes. El mercado que se atiende está conformado por las empresas de Colombia y el exterior encargadas de la comercialización de partes para motor, los talleres de rectificación de motores, así como organizaciones del sector industrial, petrolero y energético.

- **Clientes Mayoristas.** Manejan existencias y realizan ventas al detal y al por mayor. Atienden zonas geográficas autorizadas.
- **Clientes directos.** Industrias Lavco atiende directamente a este tipo de clientes, ya sea por tratarse de clientes del sector industrial o energético, o clientes que compran más de 100 unidades en cada pedido por referencia y prefieran negociar directamente con nosotros en lugar de hacerlo con el distribuidor de su zona.

- **Clientes indirectos.** Son los clientes de nuestros mayoristas Lavco los conoce y los visita totalmente al menos una vez por semestre.
- **Clientes de servicios.** Se trata de compañías de subcontratistas para el sector industrial y energético a quienes reparamos cilindros además de suministrar camisas.

2.7 PROCESOS.

2.7.1 Mapa de procesos. El mapa de procesos se encuentra en el anexo 2.

2.8 PRODUCTOS.

Las líneas de trabajo que maneja la empresa son:

- **Línea de Camisas Secas para Motores a Gasolina y Diesel:** Aplica para la totalidad de motores de automóviles y motocicletas, y compresores recíprocos.
- **Línea de Camisas Húmedas para Motores a Gasolina:** Aplica para la fabricación de camisas para motores Renault.
- **Línea de Camisas Húmedas para Motores Diesel:** Aplica para la fabricación de camisas para todo tipo de vehículos movidos por motor Diesel y con refrigeración directa.
- **Línea de Camisas para Grandes Motores:** Se atienden compañías tan importantes como ECOPELROL, OXY y B.P. en varias referencias de camisas para grandes motores.
- **Línea de Bujes Centrifugados para Asientos de Válvulas:** Se suministran lingotes producidos directamente para trabajar en gasolina admisión y escape, diesel liviano en admisión y escape. Se comercializan además asientos sinterizados para Diesel Turbo y Gas.

Ilustración 1. Camisas secas para motores a gasolina.



Ilustración 2. Camisas húmedas para motores a gasolina.



Fuente: Página web de industrias Lavco.

- **Línea de Servicios Especializados de Reparación de Cilindros Compresores:** Se reparan cilindros compresores de diversas etapas, ya sea que esto incluya o no la fabricación de las camisas respectivas. Además se fabrican y/o reconstruyen partes relacionadas para los equipos de compresión en el sector Industrial.

Ilustración 3. Camisas para grandes motores.



Ilustración 4. Bujes.



Fuente: Página web de industrias Lavco.

2.9 MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS.

Para la elaboración de los blancos de fundición, los cuales se consideran como la materia prima del proceso de mecanizado, se requiere principalmente de hierro gris el cual es adquirido por actividades de reciclaje, en el anexo 3 se describe la materia prima y su función dentro del proceso productivo:

2.10 MÁQUINARIA.

Lavco, actualmente cuenta maquinaria convencional en los procesos de fundición, mecanizado y mantenimiento. En el anexo 4 se detalla una lista de todos los equipos y máquinas con los que se cuenta. Con base en el manual de funcionamiento de máquinas de la empresa, se procede a hacer una descripción general de las máquinas, actualmente utilizados en el proceso productivo, la mayoría de estos son diseñados y fabricados por Industrias Lavco.

2.11 PROVEEDORES.

Lavco cuenta con varios proveedores de materia prima, todos estos son nacionales y han mantenido relaciones duraderas con la empresa, la relación de proveedor y material puede ser visto en el anexo 5.

3. MARCO TEÓRICO.

El desarrollo de este proyecto, tiene como finalidad mejorar la productividad de Lavco Ltda., mediante el uso de diferentes herramientas, técnicas y metodologías que han sido desarrolladas para poder analizar, diagnosticar, mejorar y controlar cadenas de valor de empresas manufactureras, a continuación se mencionan las teorías que se utilizarán para el desarrollo del proyecto.

3.1 PLANEACIÓN ESTRATÉGICA.

La estrategia es “la determinación de metas básicas de largo plazo y objetivos de una empresa, la adopción de cursos de acción y la acción de recursos necesarios para alcanzar estas metas”¹; o como lo define Porter: “la estrategia empresarial define la elección de los sectores en los que va a competir la empresa y la forma en que va a entrar en ellos; la estrategia competitiva consiste en ser diferente.”² La planeación estratégica es el proceso mediante el cual quién toma decisiones en una organización obtiene, procesa y analiza información pertinente interna y externa, con el fin de evaluar la situación presente de la empresa así como su nivel de competitividad con el propósito de anticipar y decidir sobre el direccionamiento de la institución hacia el futuro.³ Sobre la base de la planeación estratégica se elaboran los demás planes de la empresa, tanto los planes tácticos como los operativos, por lo tanto un plan estratégico no se puede considerar como la suma de estos planes.⁴ Como todo planeamiento, la planeación estratégica es móvil y flexible, se debe analizar y ajustar según los cambios que se presenten, de igual manera es un proceso interactivo que involucra a todos los miembros de la

¹ CHANDLER, Alfred. Strategy and Structure 1962 Citado por: MINTZBERG Henry; BRIAN, James; VOYER, Jhon. El proceso estratégico: Conceptos, contextos y casos Edición breve. México, Pearson educación, 1997.

²PORTER, Michael. Estrategia competitiva: técnicas para el análisis de los sectores Industriales y de la competencia. 5ª Edición, México: CECSA 1987.

³ SERNA, Humberto. Gerencia estratégica, planeación y gestión: teoría y metodología. 7ª edición Bogotá: 3R Editores, 2000.. ISBN 958-96137-7-9

⁴ FRED, R David. Conceptos de administración estratégica. 9ª Edición, México: Pearson educación, 2003

empresa, es decir considera un nivel global de la empresa.⁵Es así como la planeación estratégica se considera de fundamental importancia en las organizaciones, dado que el éxito o supervivencia de ellas dependerá básicamente de su elaboración.

3.2 ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS.

La medición de trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según un método preestablecido⁶; el estudio de métodos es uno de los sistemas más exactos para medir la eficiencia de la mano de obra, con lo cual se establece la capacidad productiva de la empresa y se evidencian las actividades que no agregan valor al producto⁷. Para lograr obtener la toma de tiempos es necesario tener conocimiento de los procesos productivos, y para ello se utilizan los diagramas de análisis general que favorecen la comprensión del proceso y permiten identificar los problemas y las oportunidades de mejora del proceso, los diagramas se pueden clasificar como:⁸

- **Diagrama de flujo del proceso:** Esta técnica facilita la eliminación o reducción de despilfarros, debido a que muestra con claridad los transportes, demoras y almacenamientos.

- **Diagrama de recorrido:** Sobre un plano a escala de la planta de producción, se trazan líneas que indican por donde se va movilizand el producto en proceso, desde que inicia su recorrido con la materia prima, hasta que lo concluye como producto terminado.

⁵Ibid., p 5

⁶ OIT, Oficina Internacional del trabajo, Introducción al estudio del trabajo, editorial OIT, edición 2, Ginebra ,1973.

⁷ ORTIZ, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Bucaramanga: Publicaciones UIS. 1999

⁸NIEBEL, Freivlads. Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11ª edición. México. Alfaomega, p39

- **Estudio de tiempos por cronómetro:** Permite establecer la duración de una tarea a partir del registro de datos de tiempo que han sido cronometrados, estos datos son el resultado de la observación de algunos ciclos de trabajo; un ciclo de trabajo es una sucesión completa de acciones necesarias para ejecutar una tarea y durante la cual se obtiene una unidad de producción, el ciclo se inicia en un instante predefinido de la tarea y continúa hasta el mismo punto en la siguiente repetición de la tarea. El proceso mediante el cual se determina el ritmo del trabajo del operario se conoce como valoración, que consiste en aplicarle un factor de corrección al tiempo observado en el cronómetro, a su vez los suplementos tiene como propósito obtener un valor más real del tiempo empleado para ejecutar una tarea, estos suplementos son un margen de tiempo adicional al registrado por el cronómetro que se asignan por las condiciones a las cuales se encuentra expuesto el trabajador.

3.3 MANUFACTURA ESBELTA.

La manufactura esbelta consiste en varias herramientas que permiten eliminar todas las operaciones que no le agreguen valor al producto, servicio y/o proceso, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Una empresa que gestiona sus procesos según los principios de éste sistema de producción, busca sistemáticamente conocer aquello que el cliente reconoce como valor agregado y está dispuesto a pagar por ello, también implica flexibilidad y adaptabilidad⁹. Las diferentes prácticas de la manufactura esbelta se pueden agrupar entre los tres niveles de esta (demanda, flujo y nivelación); a continuación se describen cada una de las herramientas y técnicas que conforman cada uno de los niveles:

⁹ VILLASEÑOR Alberto. Manual de lean manufacturing. México: Limusa-Wiley, 2007

3.3.1 Takt Time. Se define como “la demanda del cliente traducida en minutos o segundos”¹⁰, es decir marca el ritmo de lo que el cliente está demandando, al cual la compañía requiere producir su producto con el fin de satisfacerlo. Se calcula dividiendo el tiempo de producción disponible entre la cantidad requerida. Producir con el takt time requiere de proveer rápida respuesta a los problemas que se presenten y eliminar las causas de tiempos perdidos.

3.3.2 Análisis de despilfarros. Los despilfarros son todas aquellas actividades que no le agregan valor al producto, las principales fuentes generadoras son las personas, máquinas, material, métodos de trabajo, calidad, seguridad, es decir todo aquello que está relacionado directamente con la elaboración del producto¹¹. Se conocen siete clases de desperdicios: por exceso de producción, exceso de inventarios, por espera, por procesos, por movimiento, por defectos y por transporte. Los métodos para identificar los despilfarros son de acuerdo a su definición, mediante un ensayo de fábrica, un análisis de modo y efecto de falla (identifica los desperdicios generados por deficiencias en los procesos), o analizando las condiciones actuales, el objetivo de estos métodos es evidenciar los despilfarros que se ocasionan en las organizaciones con el fin de proponer mejoras e ir evidenciado los cambios significativos que tienen en el proceso.

3.3.3 Cinco eses (5S's). Se llama estrategia de la 5S's porque representan acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas, cada palabra tiene un significado importante que conducen a tener una mayor eficiencia en el trabajo, basándose en el control visual y en la producción lean. A continuación se detallan cada una de estas palabras:¹²

¹⁰ VILLASEÑOR, Alberto. Conceptos y reglas de lean manufacturing. México: Limusa-Wiley, 2007

¹¹ibid., p58

¹²ORTIZ, OpCit p 80.

- **SEIRI (Clasificación):** Puede traducirse como despejar o clasificar, por lo que la podemos entender dentro del concepto de separar lo necesario de lo no necesario, por lo que en cada lugar de trabajo se deberían encontrar única y exclusivamente elementos necesarios para llevar a cabo la tarea asignada, para implementar SEIRI, se debe analizar, identificar y listar todos los elementos que se utilizan con frecuencia en el área de trabajo, tales como herramientas, materiales, equipos, trabajo en proceso, y marcar lo que se usa poco y ubicarlo en un lugar fijo de fácil acceso y sin que sea un obstáculo; con la implantación de esta “S”, se mejora el flujo de producción, aumenta la seguridad industrial y se pueden detectar con facilidad anomalías en la línea de producción.
- **SEITON (Ordenar):** Luego de aplicar SEIRI, se procede a implantar la segunda “S”, la cual consiste en organizar todos los elementos que fueron seleccionados como necesarios en el puesto de trabajo de manera tal que faciliten su localización y ubicación, entonces se podría definir como: un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar, para implementar SEITON, hay que ordenar y ubicar cada elemento, herramienta, material en un sitio donde se deben guardar después de su uso, se puede hacer uso de rótulos o siluetas para minimizar el tiempo de búsqueda; esto permite tener un acceso de manera fácil y rápida, identificar rápidamente los elementos que han sido retirados, y disminuya la incidencia de errores.
- **SEISO (Limpiar):** Consiste en mantener limpio el ambiente de trabajo junto con todos sus elementos y herramientas. Eliminar todas las formas permanentes de suciedad, tratando las causas que la generan, creando conciencia y generando una cultura de no ensuciar; se deben establecer políticas y estándares de limpieza, las cuales deben ser comunicadas a todo el personal, usar listas de chequeo que permitan al trabajador verificar si se están cumpliendo debidamente con las políticas; esto contribuye a la satisfacción que produce trabajar en un lugar limpio y ordenado, así como prevenir accidentes y eliminación de desperdicios.
- **SEIKETSU (Bienestar):** Crear un ambiente de trabajo que favorezca la buena salud mental y física de los trabajadores, manteniendo el cumplimiento de las tres

eses anteriores, éstas se deben estar vigilando constante y permanentemente, de esta manera se mejora la productividad de la empresa.

- **SHITSUKE (Autodisciplina):** Crear estrategias que permitan hacer de los procedimientos para la aplicación de todas las eses un hábito, junto con la creación de programas que motiven la participación de los empleados, haciendo un reconocimiento por sus ideas y aportes. Ésta ese contribuye a una mejora continua a nivel personal y organizacional, incentiva la creatividad y mejora la comunicación interna en la organización.

La implementación de una estrategia de 5S's, genera algunos beneficios tales como: mayores niveles de seguridad, mayor aseguramiento de la calidad, tiempos de respuesta más cortos y mejoramiento del clima organizacional.

3.3.4 Trabajo estandarizado. El trabajo estandarizado es “un conjunto de procedimientos de trabajo que establecen el mejor método y secuencia para cada proceso.”¹³ Para que el flujo ocurra dentro de los procesos que agregan valor, los trabajadores deben ser capaces de producir dentro del takt time y mejorar el tiempo de ciclo de los elementos de trabajo asignado, está basado en tres elementos que son: takt time, secuencia precisa de trabajo y el inventario estándar que incluye las unidades en las máquinas requeridas para mantener el proceso operando, esto permite la reducción de la variabilidad, facilita la operación para los nuevos operarios, y es base de referencia para actividades de mejora.

3.3.5 Balanceo de línea. El balanceo de la línea es un proceso a través del cual, con el tiempo se van distribuyendo los elementos de trabajo dentro del proceso en orden para que alcance el takt time, el balanceo de línea ayuda a la optimización del uso del personal¹⁴. El balanceo de línea inicia con el análisis del estado actual del proceso. Existen varias herramientas para esta actividad, a continuación se

¹³VILLASEÑOR, Op cit.,p 59.

¹⁴Villaseñor, Op cit., p56.

detallara Yamazumi el cuál se refiere a un diagrama de columnas apiladas que representa las formas en que se reparte el tiempo o la capacidad de los medios productivos entre producción y toda parada no planificada de los medios de producción, El objetivo de balancear la línea es determinar el número de operarios necesarios para cada operación y minimizar el número de estaciones, consiguiendo así una mayor productividad, procesos con tiempos mínimos y eliminación de desperdicios.

3.3.6 Kaizen. Es una metodología japonesa que permite reconocer los problemas de las organizaciones a través de la enseñanza de que el trabajo en equipo y el mejoramiento progresivo y gradual es la base fundamental para alcanzar el éxito empresarial. Se identifican tres tipos de Kaizen: Kaizen orientado a la organización, Kaizen orientado al individuo y Kaizen orientado al equipo, donde cada uno posee metas estratégicas y resuelve los problemas con las herramientas adecuadas según el nivel jerárquico en el que se encuentren¹⁵. La esencia del Kaizen es la simplicidad como medio de mejorar los estándares de los sistemas productivos y de gestión. La capacidad de analizar, motivar, dirigir, controlar, evaluar constituyen la razón de ser del Kaizen: “cuanto más simple y sencillo, mejor”; el mejoramiento continuo se logra a través de todas las acciones diarias, que permiten que los procesos y las empresas sean más competitivas en la satisfacción del cliente.¹⁶ De la implementación del Kaizen en las organizaciones han surgido importantes incrementos en los niveles de productividad, acompañados de reducción de costos, mejoras en los niveles de calidad, mayores niveles de satisfacción, tiempos de preparación de máquinas y herramientas reducidos, bajos niveles de inventarios y mejora en el clima organizacional.¹⁷

¹⁵ ALONSO, Angel. Conceptos de organización industrial. Barcelona: MarcomboS.A, 1998

¹⁶VILLASEÑOR, Op., cit p 87

¹⁷VILLASEÑOR, Op., cit p 87

3.3.7 JIT. Conjunto integrado de actividades diseñado para alcanzar grandes volúmenes de producción usando inventarios mínimos de materia prima, trabajo en proceso y producto terminado.¹⁸El JIT, necesita tres elementos: las personas, la planta y el sistema. Las personas para llevar a cabo e implementar los objetivos de JIT, un proceso físico con la capacidad de producir piezas con “cero defectos” y un sistema de información con la inteligencia para planear, perfeccionar y controlar el proceso y sus funcionamientos¹⁹. Esta filosofía está orientada a reducir o eliminar buena parte de los desperdicios, a fin de mejorar continuamente los procesos y la calidad del producto. Los componentes de un sistema JIT son:

- **KANBAN.** Es una herramienta de producción altamente efectiva y eficiente por medio de tarjetas, las cuales son usadas para que los trabajadores sepan que están produciendo, que características lleva, así como que van a producir después, que características tendrá y como será transportado.²⁰ Las funciones del Kanban son las siguientes²¹:

- Poder empezar cualquier operación estándar en cualquier momento.
- Dar instrucciones basados en las condiciones actuales del área de trabajo.
- Prevenir que se agregue trabajo innecesario a aquellas órdenes ya empezadas.

Los principales objetivos de esta herramienta es controlar la producción, en la cual los materiales llegarán en el tiempo y en la cantidad requerida a cada etapa del proceso y también contribuye a mejorar los procesos. Existen cuatro tipos de Kanban (Ver tabla 1)²²:

¹⁸ CHASE, B Richard; JACOBS, F Robert; AQUILANO, Nicholas J. Administración de operaciones: producción y cadena de suministros. 12ª edición. México: McGrawHill.2009

¹⁹SHINGO, Shigeo. El sistema de producción Toyota desde el punto de vista de la ingeniería. 2ª edición. 1989

²⁰Ibid p 75.

²¹ CHASE. Op., cit p 410

²²Ibid., p 409

Tabla 1: Tipos de Kanban

<i>Tipo de Kanban</i>	<i>Descripción</i>
De producción	Contiene la orden de producción.
De transporte	Utilizado cuando se traslada un producto.
Urgente	Emitido e situaciones extraordinarias.
De proveedor	No tiene por qué ser una tarjeta, aunque es lo más común

Fuente: Chase

- **JIDOKA:** Es la detección y corrección de defectos de la producción utilizando mecanismos y procedimientos que permiten detectar una anomalía en el sistema, esto asegura que la calidad sea controlada por el proceso mismo.

3.3.8 SMED. Este método creado por el japonés Shingeo Shingo significa: “Cambio de troqueles en minutos de un solo digito”, entendiéndose por cambio de troqueles al conjunto de operaciones que se desarrollan desde que se detiene la máquina para proceder al cambio de lote hasta que la máquina empieza a fabricar la primera unidad del siguiente producto²³, el objetivo es analizar todas las operaciones, clasificarlas y ver la forma de pasar operaciones internas (aquellas que deben realizarse con la máquina parada) a operaciones externas (pueden realizarse con la máquina en marcha) el objetivo de SMED es el de reducir los tiempos improductivos de máquinas e instalaciones optimizando los cambios, logrando la flexibilización.

3.3.9 Gerencia visual. El principal objetivo es que cualquier persona pueda entender el proceso o las indicaciones, sin tener que involucrarse, debe permitir la rápida identificación de los problemas, a fin de corregirlos inmediatamente y evitar

²³MALDONADO, Op., cit p 45.

problemas mayores.²⁴ Es considerada además, el método más eficaz para suministrar información de una manera clara y perceptible para motivar al personal al logro de los objetivos gerenciales.

3.3.10 Value Stream Mapping. “es un método de visualización que permite que se trace el flujo de valores de la materia prima al cliente”²⁵, el propósito de la herramienta es mapear las actividades con o sin valor añadido, localizando oportunidades de mejora para proyectar un estado futuro. En concreto el VSM, es una herramienta gráfica que mediante el empleo de iconos normalizados integran en una misma figura los dos tipos de flujo que se presentan en la fabricación de un producto:²⁶ El flujo de materiales que es el camino físico que siguen los materiales desde el proveedor hasta el cliente pasando por todos los procesos de transformación del producto. Y el flujo de información que es lo que se dice a cada proceso o a cada material que hacer a continuación. Los pasos para el desarrollo de esta técnica con base a Serrano²⁷, y complementados según el marco teórico de la tesis²⁸ referenciada en el marco de antecedentes, son:

- **Elección de una familia de productos:** Las familias de producto son escogidas porque existen productos que atraviesan por los mismos procesos de producción y pueden ser agrupados.
- **Mapeo de la situación actual:** Toda la información analizada y recolectada, se expone en un mapa que muestra todos los procesos de trabajo, flujos de producto, materiales e información tal como existen en el momento presente.
- **Mapeo de la situación futura:** Permite identificar las oportunidades de mejora y los desperdicios presentes en los procesos de manufactura.

²⁴ VILLASEÑOR.Oo., cit p52

²⁵ DUGGAN, J Kevin. Creating mixed model value streams. 1a edición. New York: Productivity Press, 2002

²⁶ BALLESTEROS, Omar; VILLABUENA, maría. OpCit p. 26

²⁷ SERRANO, Ibón .análisis de la aplicabilidad de la técnica valuestreammapping en el rediseño de sistemas productivos. Cataluña, 2007. 249 h. Tesis doctoral. Universitatde Girona, Departamentd’organització, gestió empresarial i disseny de producte disponible en: <http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/7957/tibl.pdf?sequence=1>

²⁸ MUTIS, Silvia, ORTIZ, Diana. OpCit p 46.

- **Implantación del plan de trabajo:** Se procede a la determinación de las diferentes opciones de desarrollo para distintos niveles de producción y del takt time gracias a la información suministrada por: productividad, tiempo de proceso total, cantidad de trabajadores, transporte, materiales en proceso y espacio ocupado. El VSM, le permite a la empresa eliminar desperdicios para producir flujo continuo y reducir los ciclos de producción (lead time) al mínimo, permitiéndole ser una organización competitiva.

3.4 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.

El diseño de instalaciones de manufacturas se refiere a la organización de las instalaciones físicas de la compañía con el fin de promover el uso eficiente de sus recursos, como personal, equipo, materiales y energía; incluye la ubicación de la planta y el diseño del inmueble, la distribución de planta y el manejo de materiales²⁹. La distribución en planta consiste en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participen en el proceso productivo, el principal objetivo es que ésta disposición de elementos sea eficiente y se realice de forma tal, que contribuya satisfactoriamente a la consecución de los fines fijados por la empresa³⁰, el manejo de materiales se define sencillamente como mover el material. Una distribución de planta adecuada proporciona beneficios a la empresa que se traduce en un aumento de la eficiencia y por lo tanto de la competitividad.

Método SLP (SystematicLayoutPlanning): El método SLP, es una forma organizada para realizar la planeación de una distribución y ésta constituida por cuatro fases, en una serie de procedimientos y símbolos convencionales para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la

²⁹MEYERS, Fred E; MATHHEW, P, Stephens. Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. 3ª edición. Pearson Education.

³⁰ DE LA FUENTE, David; FERNANDEZ, Isabel. Distribución en la planta. Asturias: Universidad de oviedo

mencionada planeación, la ilustración 10 muestra el método SPL. Según la bibliografía consultada en Meyers³¹, de la fuente³² y Garavito³³ se puede definir los pasos que se desarrollan en este método del SPL, esta técnica consiste primero en conocer todos los datos sobre: producto, cantidades, proceso y recorrido y hace uso de las siguientes herramientas:

- Datos básicos de entrada:** Diagramas de proceso, representación gráfica, ordenada y simplificada de las operaciones que se llevan a cabo, sin tener en cuenta distancia ni espacios reales.

- Diagrama multiproducto:** Herramienta que permite obtener de forma conjunta para varios productos una visión de sus procesos.

- Matriz origen-destino:** Filas y columnas corresponden a las distintas secciones existentes en la empresa y en cuyas casillas, aparece el producto o productos que proviniendo del departamento señalado por la fila, tienen como destino.

- Tabla de relaciones:** En ella se especifican las relaciones de proximidad entre una actividad o área y el resto, utilizando las siguientes valoraciones de proximidad:

A: absolutamente necesario

E: especialmente importante

I: importante

O: ordinario

U: sin importancia

X: indeseable

- Diagrama de relación de espacios:** mediante este diagrama se visualizan las posiciones relativas de unas áreas frente a otras.

- Necesidades de espacio:** mediante la utilización de normas estándar de espacio.

³¹MEYERS, Op., cit p

³² DE LA FUENTE. Op.,cit p

³³GARAVITO, Edwin. Presentación distribución de plantas. Universidad Industrial de Santander disponible en: http://gavilan.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura1/pdfs/p3_Plantas.pdf

•**Diagrama de relación de espacios:** se obtiene a partir del diagrama de relación de espacios, obteniendo una aproximación real del espacio definitivo, teniendo en cuenta todos los factores y limitaciones técnicas.

3.5 SIMULACIÓN

“La simulación consiste en construir un recurso experimental que simule el sistema en algunos aspectos importantes”³⁴; es decir se basa en el diseño de un modelo experimental que hace que actúe de manera similar a como lo haría en la vida real, para este caso en la manera de comportarse un sistema productivo. De una forma general, en la tabla 2 se reconocen las etapas para el desarrollo de un proyecto de simulación.³⁵

Generalidades de PROMODEL®, “Es una herramienta de simulación que permite diseñar modelos dinámicos de procesos de manufactura involucrando los recursos utilizados y los eventos e interacciones que se presentan típicamente en estos procesos”³⁶, el paradigma de estaciones, entidades, procesamiento, llegadas y recursos se ajustan a Promodel, permitiendo que usando este paradigma cualquier sistema pueda ser modelado.

- **ESTACIONES:** Representan lugares fijos en el sistema, las entidades son llevadas a estas para cualquier actividad o toma de decisiones.
- **ENTIDADES:** Cualquier cosa que el modelo proceso.
- **PROCESAMIENTO:** describe las operaciones que tiene lugar en cada una de las estaciones.

³⁴ GARAVITO H; Edwin; ARENAS D; Piedad. Simulación de procesos de manufactura. Teoría de simulación, manual básico de Promodel y talleres de entrenamiento. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanaga.2008

³⁵ibid, p3

³⁶ibid., p17

LLEGADAS: Cada vez que una entidad es introducida en el sistema, se le conoce como llegada.

Tabla 2: Etapas de la Simulación.

ETAPA	DESCRIPCIÓN
Definición del problema objetivos del estudio	Define el problema que se pretende estudiar y el planteamiento de los objetivos
Formulación y planeación del modelo	Elaboración de una estructura conceptual del modelo, incluyendo los principales eventos y elementos
Recolección de datos	Identificar, recoger y analizar los datos necesarios para el modelo
Desarrollo del modelo	Construcción del modelo de simulación partiendo del modelo conceptual y de los datos. Definición de los elementos y la interrelación entre estos
Verificación	Ejecución de la simulación controlando su funcionamiento y verificando sus resultados.
Validación	Asegurar que este refleja el funcionamiento del sistema real que se está estudiando
Experimentación	Una vez determinado el tiempo que debe simularse para que el modelo alcance un estado estable, se inicia con la simulación.
Análisis y presentación de resultados	Registro detallado de todo el proceso, analizando tendencias y recomendando mejoras o soluciones

Fuente: Garavito y Arenas

4. CADENA DE VALOR EN INDUSTRIAS LAVCO LTDA.

4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CADENA DE VALOR.

El concepto de cadena de valor busca conocer e identificar los procesos que representan una ventaja competitiva y las que al contrario no agregan valor, de manera general y considerando los niveles mega y macro de la empresa, se describe la cadena de valor de industrias Lavco Ltda.

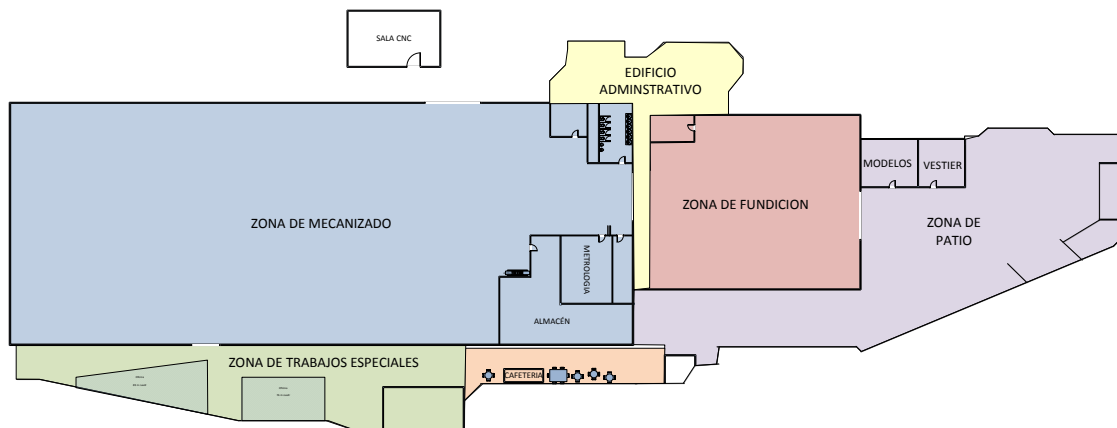
• **Operaciones:** Las operaciones identificadas en la empresa son: procesos de dirección, procesos misionales y procesos de apoyo. A continuación se describe de manera general la interacción de los procesos:

El proceso inicia con la necesidad del cliente, él cual es la persona que requiere los productos fabricados por LAVCO Ltda., donde por medio de una solicitud de cotización, define los aspectos tanto técnicos como comerciales y concreta la solicitud del pedido, asimismo Lavco que se desempeña como productor y comercializador de los productos requeridos, da inicio a su proceso, este inicia en el departamento comercial que se encarga de identificar y desarrollar oportunidades de negocio y a su vez realizar las cotizaciones.. El proceso continua con la digitación del pedido en SIIGO, en el C.D.S se realizan solicitudes de compra de materia prima e insumos, estas solicitudes de compra son enviadas por los responsables de cada área al departamento de abastecimiento y logística quien aprueba los pedidos, y selecciona los proveedores con base a las base de datos que se dispone actualmente; luego continua: la solicitud de producción, la cual se le hace entrega directa a cada uno de los coordinadores de mecanizado y fundición, para que estos programen sus actividades, cuando los productos programados finalizan el proceso de producción entran al C.D.S donde el producto es embalado y empacados para ser despachado a su destino.

•**Infraestructura:** La empresa cuenta con una extensión aproximada de 2000 m² donde está el área administrativa y la planta de producción, aquí se encuentran dispuestas las máquinas necesarias para el proceso productivo, la zona de producto terminado, el almacén, el laboratorio de metrología y las oficinas de los coordinadores de producción. El sistema de información con que cuenta la empresa es un software contable y administrativo llamado SIIGO, el cual permite un control de las operaciones relacionadas con compras, gestión de tesorería, presupuesto, activos fijos, cuantas por pagar, inventario, ventas y nómina. En la ilustración 5, se muestra un plano general de la empresa, donde se identifican las áreas pertenecientes a la empresa.

•**Desarrollo tecnológico:** Junto con la actualización del sistema de calidad, se ha permitido que la innovación y mejoramiento permitan a la empresa mantenerse en un desarrollo tecnológico, esta fase principalmente se ha caracterizado por la adquisición de nuevas máquinas CNC, para el proceso de mecanizado.

Ilustración 5. Plano general de Lavco



Fuente: Autora

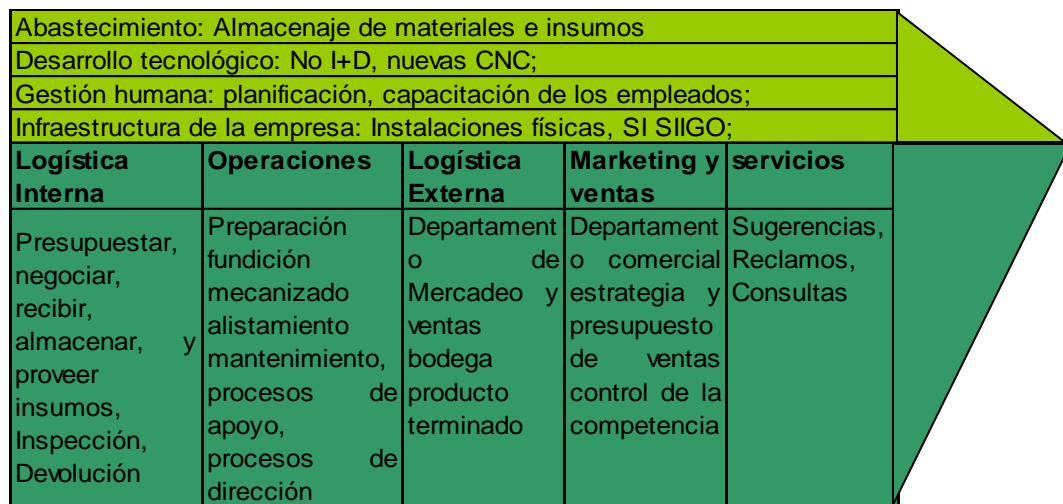
•**Gestión humana:** La división de recursos humanos, es la encargada de seleccionar y contratar el personal de acuerdo a los perfiles establecido en el

manual de funciones, a su vez se cuenta con un cronograma de formación y entrenamiento.

•**Marketing y ventas:** Lavco tiene formulada su política de ventas, también tiene en un control constante a su competencia (presentación, calidad, precio, servicio), con la cual se comparan con el propósito de mejorar las falencias que se encuentren.

Con base en los ítems mencionados anteriormente, que describen el desarrollo de las actividades de la organización que generan valor para el cliente final, en la ilustración 6. Se muestra la cadena de valor de Industrias Lavco.

Ilustración 6. Cadena de valor



Fuente: Autora

5. DIAGNOSTICO GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO.

Con el objetivo de determinar de manera clara, los problemas en Industrias Lavco Ltda., se llevó a cabo el uso de herramientas tanto cualitativas y cuantitativas que permitieran hacer un diagnóstico específico de la empresa.

Como etapa de inicio se usó la matriz DOFA, (Anexo 6) para analizar la situación actual de la empresa, esta herramienta empleó información proporcionada luego de una lluvia de ideas por la alta gerencia de Industrias Lavco³⁷ y finalizó con la construcción de la matriz básica de diagnóstico, con base en esta matriz se evidencian los aspectos en los que se quiere analizar el problema, los cuales se exponen en la matriz como debilidades y se focalizan principalmente en el sistema productivo.

5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO.

Para realizar la descripción del proceso productivo se utilizó principalmente la observación directa, junto con entrevistas al personal de la planta, entre los que se incluye el coordinador de mecanizado, coordinador de fundición, control volante, jefe y director de control de calidad, director de mantenimiento, director y asistente comercial, director de abastecimiento y logística, auxiliar de contabilidad y director de recursos humanos.

5.1.1 Etapas del proceso. La fabricación de camisas centrifugadas para todo tipo de motores del sector automotriz e industrial y barras centrifugadas para asientos de válvulas, está compuesto principalmente por dos operaciones

³⁷ ENTREVISTA con Olga Vesga, Gerente General y Rose Mary Vesga, Gerente comercial de Industrias Lavco. Bucaramanga Julio de 2012

fundición y mecanizado, cada una de las cuales está compuesta por nueve etapas, la observación del proceso permitió identificar dichas etapas, las cuales a continuación se describen de manera general.

•**Recepción y preparación materia prima:** La materia prima principal para la elaboración de los productos es la chatarra gris, junto con otros insumos como: arena, caolín, grafito, piedra caliza, carbón coque, todos estos materiales tiene lugar en un patio al lado de la planta de fundición, allí se elaboran los conos y se revisten las cucharas y calderos, como también se clasifica, parte y pesan las cantidades de material para cargar el horno.

•**Fundición:** Luego de la preparación de cargas, y el arreglo de las piqueras y el escoriador, se procede a la fundición en los hornos cubilotes previamente alistados, actualmente Lavco cuenta con tres tipos de estos hornos, pero solo tiene en funcionamiento dos, el hierro fundido es transportado y vertido en las coquillas previamente montadas y revestidas de la pintura refractaria en las centrifugadoras por medio de las cucharas, luego el operario encargado retira el blanco de fundición y se deja enfriar en el piso de la planta de la planta para al día siguiente ser movido al patio de mecanizado.

•**Mecanizado:** Los blancos de fundición, se consideran la materia prima para la planta de mecanizado, allí se encuentran la sección de corte, diámetro interior, diámetro exterior, rectificado, bruñido, lavado y empaque; la planta se encuentra dividida en la línea automotriz y la línea industrial.

•**Corte:** En la sección de corte se cuenta con tres tornos paralelos con mandril para la línea automotriz, cada una con capacidad de corte medida en diámetro exterior diferente; y con un torno paralelo con copa para la línea industrial. Allí se cortan y se despuntan las piezas, y se busca darle la longitud final.

•**Diámetro interior:** En la sección de diámetro interior, se cuenta con doce máquinas, las cuales son asignados de acuerdo a la línea que del producto (seca, diesel, bujes, Renault, ceja o grandes motores). La operación consiste en pulir la superficie interna, dejándola lisa.

•**Diámetro exterior:** En la sección de diámetro exterior, hay disponibles cuatro máquinas, que al igual que en la sección anterior descrita, se distribuyen por líneas de producto. En esta sección se desbasta y se alisa la superficie externa, dejándola lista para el rectificado final.

•**Bruñido, fresado, y biselado:** Existen líneas de productos, que requieren de la operación de bruñido (rectificado diámetro interior, alisando y mejorando la superficie) fresado (remoción de material) y biselado (proceso preparatorio para soldar en línea Renault); dichas máquinas se encuentran distribuidas dentro de la planta de mecanizado.

•**Inspección de calidad:** La inspección de calidad, está a cargo del operario que ocupa el cargo de control volante, el cual pasa por todos los centros de trabajo, recogiendo los productos que se han identificado como defectuosos, para posteriormente registrar y analizar el porcentaje de producto no conforme (PNC).

•**Lavado protección y empaque:** Como último paso en la planta de mecanizado está la operación de lavado, protección y empaque, donde se alista el producto terminado para finalmente ser despachado a su destino.

5.1.2 Diagramas de análisis general: Se realizaron los diagramas de flujo del proceso de cada uno de los productos de la línea de camisas automotrices, estos se encuentran en el anexo 7, estos diagramas muestran la secuencia de las operaciones, inspecciones, esperas, transportes y almacenamientos realizados

para la obtención del producto final. La elaboración de dichos diagramas permitió encontrar actividades que no agregan valor al producto, por ejemplo en todos los procesos existen tiempos de esperas que generan inventario de producto en proceso, asimismo y por medio del diagrama de recorrido (anexo 8), el cual se construyó con base en un plano de la empresa y como instrumento de medición un distanciómetro, el objetivo de este diagrama es mostrar la forma en que los recursos están distribuidos en la planta, al igual que el flujo que se sigue para la elaboración de cada producto de la línea automotriz. Con base en este diagrama se identificó que los centros de trabajo tienen una distribución por proceso y se evidenció las largas trayectorias de transporte que se realizan en las operaciones, causadas principalmente por la distribución actual de planta y por la adquisición de nuevas máquinas.

5.1.3 Indicadores actuales: La empresa cuenta con una serie de indicadores establecidos como norma para el sistema de gestión de calidad, se hizo uso de esta información del año 2011, con el objetivo de evaluar aspectos relacionados con el sistema productivo, de estos indicadores se analizaron los que están relacionados con el desempeño operativo de la empresa en el último año, ya que otros indicadores están más enfocados en el departamento de comercial, ventas y recursos humanos.

Control de inventario: Busca controlar el monto de inventario de materia prima y suministros y simultáneamente garantizar la rotación de las compras ejecutadas, para el año 2011 se registraron los siguientes datos.

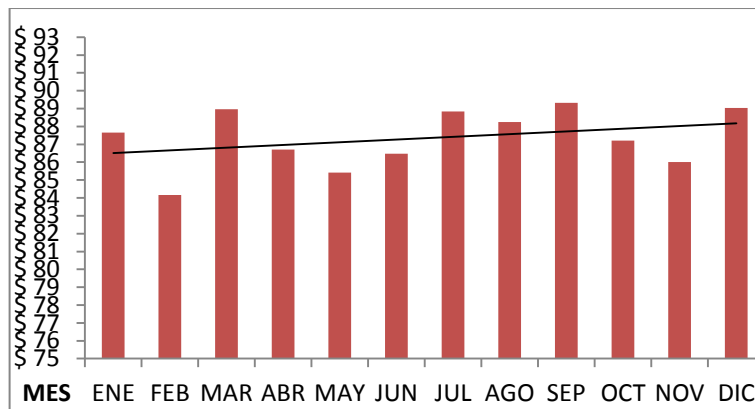
En la ilustración 7, se muestra que el indicador tiene una tendencia alcista, lo que refleja que no existen parámetros establecidos para el manejo de los inventarios de materia prima e insumos, la calificación del desempeño en promedio del año 2011 es de 80%.

Tabla 3: Indicador control de inventarios.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
\$ 87.663.845	\$ 84.161.523	\$ 88.956.001	\$ 86.707.777	\$ 85.413.685	\$ 86.478.521
40%	80%	80%	80%	40%	80%
Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
\$ 88.841.785	\$ 88.252.145	\$ 89.328.170	\$ 87.205.871	\$ 86.005.287	\$ 89.029.570
40%	80%	80%	80%	40%	80%

Fuente: SGC Industrias Lavco.

Ilustración 7: Indicador control de inventarios.



Fuente: SGC Industrias Lavco.

- **Satisfacción del cliente:** Mide directamente la gestión realizada por los procesos del SGC para lograr mayor satisfacción del cliente.

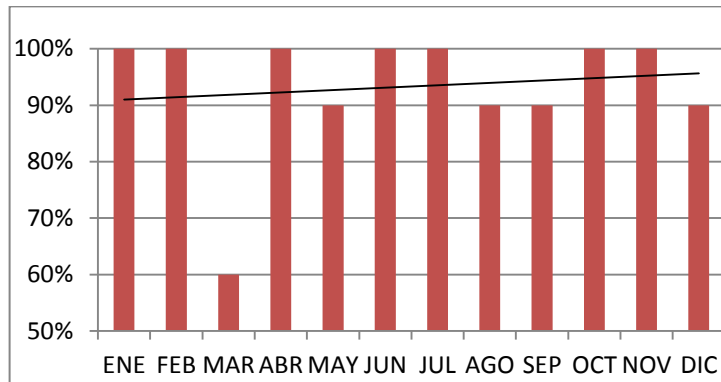
Tabla 4: Indicador satisfacción del cliente.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Desempeño	100%	100%	60%	100%	90%	100%
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Desempeño	100%	90%	90%	100%	100%	90%

Fuente: SGC Industrias Lavco.

Si bien el gráfico del indicador (ilustración 8) tiene una calificación promedio del desempeño del 93.3%, se evidencian meses en los cuales la percepción del cliente sobre el desempeño de la organización ha sido bajo.

Ilustración 8: Indicador satisfacción del cliente.



Fuente: SGC Industrias Lavco.

- **Porcentaje No conformes (PNC):** Monitorear el incumplimiento de especificaciones de la producción por mecanizado y por fundición y su porcentaje con relación a la producción total (conformes y no conformes).

Tabla 5: Indicador PNC

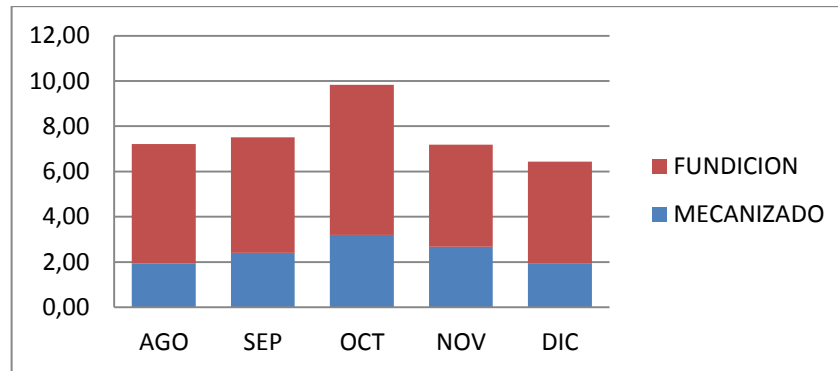
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Mecanizado	1,93	2,41	3,21	2,68	1,92	1,93
Fundición	5,27	5,10	6,63	4,51	4,52	5,27

Fuente: SGC Industrias Lavco.

Asociando este indicador con el de satisfacción de cliente se puede deducir que una causa del bajo desempeño de éste, es el producto no conforme que le llega al cliente, el presente indicador (ilustración 9) muestra que el proceso que es mayor generador de PNC es fundición y que en mecanizado el indicador presenta una tendencia estable con un desempeño medio, lo que se traduce en que no hay

proyectos efectivos de mejoras que apunten a la disminución del producto no conforme.

Ilustración 9: Indicador producto no conforme PNC.



Fuente: SGC Industrias Lavco.

5.2 SELECCIÓN DE LA LÍNEA REPRESENTATIVA.

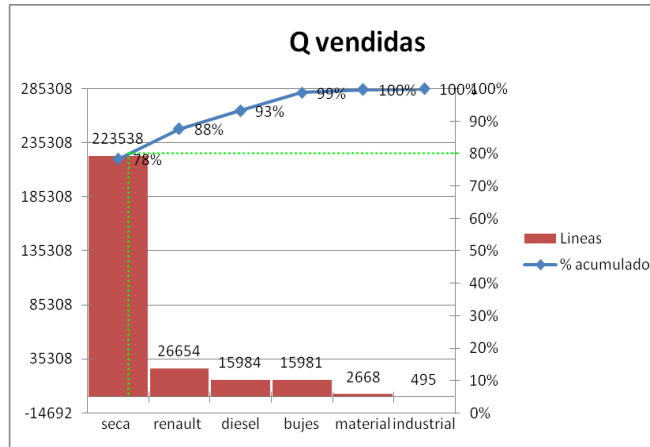
Debido a que la empresa tiene varias líneas de producto, el proyecto se debe focalizar en las líneas representativas del proceso productivo, por tal razón se recolectaron las cifras de ventas del año 2011, se elaboró una matriz cliente producto y se hizo un análisis de Pareto para determinar los productos más demandados y a partir de esto realizar el estudio sobre esta línea. Los resultados obtenidos para la totalidad de los productos asociados con los clientes pueden verse en el anexo 9. De la ilustración 10. Diagrama de Pareto de ventas se evidencia que la línea más representativa es la línea de camisas seca ya que representa más del 80% del total de ventas de la empresa.

5.3 DIAGNÓSTICO 5S'S.

Se llevó a cabo a partir de una evaluación hecha a través de una planilla de verificación (anexo 10). La información resultante de la plantilla, permitió hacer un

diagnóstico de la situación actual de la planta en cuanto al estado y cumplimiento de las 5S's, los resultados se encuentran en la tabla No 6.

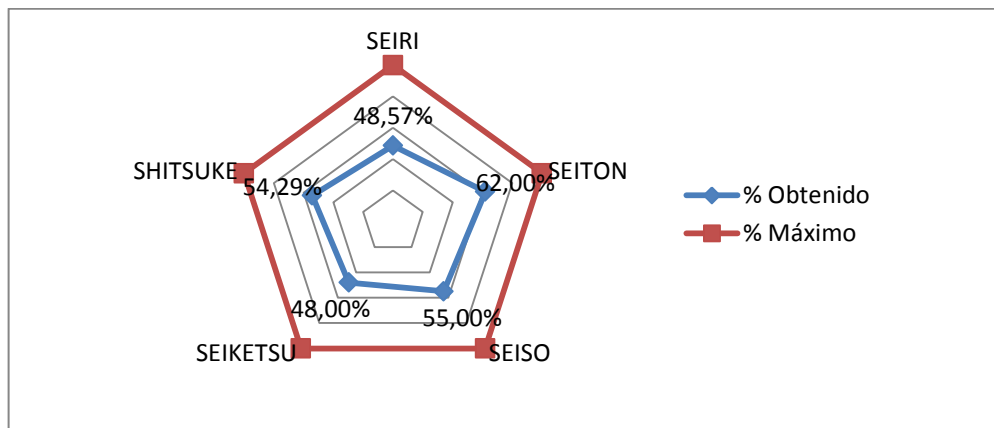
Ilustración 10: Diagrama de Pareto.



Fuente: Departamento comercial, ventas 2011.

Con base en los resultados obtenidos de la evaluación se construyó un diagrama de red (ilustración 11), que muestra un índice de cumplimiento de 51.57%, es decir en términos generales se puede observar que la estandarización, junto con la clasificación y la limpieza arrojan los resultados más bajos al interior de la planta.

Ilustración 11: Diagrama de red 5S's



Fuente: Lista de chequeo 5S's.

Tabla 6: Diagnóstico general 5S's

Diagnóstico	
SEIRI	Se identificaron las máquinas de vital importancia, se observó máquina y herramientas obsoletas ocupando espacio.
	La planta no se mantiene aseada, se encontraron elementos totalmente ajenos al proceso dentro de lugares cerca de centros de trabajo.
	Los materiales se encuentran sobre el piso sin ubicación definida, a su vez el piso de la planta de mecanizado tiene obstáculos que impiden el movimiento libre
SEITON	En los centros de trabajo no existe un lugar ni un orden específico para las herramientas.
	La mayoría de herramientas están en bancos de trabajo desorganizados.
	Aunque la planta tiene las líneas de distribución de planta, ya no son tan visibles y no siempre se respeta el orden que se ha establecido.
SEISO	Falta aseo en los pisos y pasillos.
	La empresa cuenta con un sitio en donde se recolectan y se clasifican los residuos.
SEIKETSU	Se encuentran operarios que no usan la dotación suministrada.
	No existen jornadas de orden y aseo a toda la empresa.
	No hay control de cómo se dejó y como se encontró el puesto de trabajo.
	No se evidenció mantenimiento autónomo por parte del operario encargado de la máquina.
SHEIKETSU	No se evidenció una disciplina de orden y aseo en los trabajadores.
	El personal es puntual y cumplidor de sus obligaciones sin embargo el clima laboral no es el mejor.
	Falta estandarización de los puestos de trabajo, así como orden y aseo dentro de éste y en toda la planta.

Fuente: Elaboración Propia

5.4 Value stream mapping.

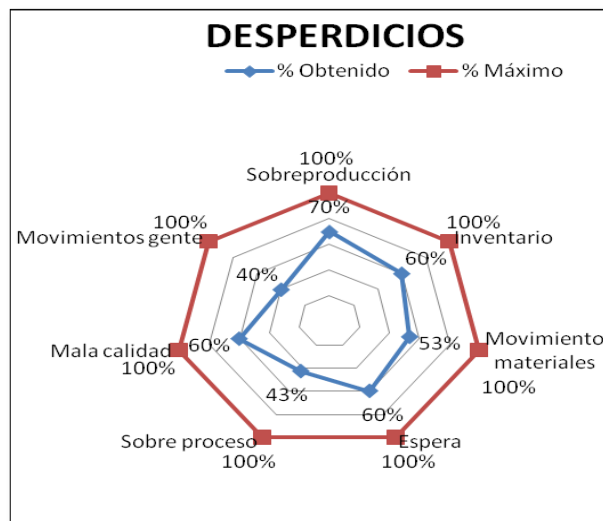
5.4.1 Estado inicial: Para la realización del VSM de la camisa seca (anexo 11), se realizó una jornada con las personas que coordinan los procesos en la fabricación del producto y se decidió que el VSM, sería de nivel macro es decir no se incluye el nivel de desarrollo de los clientes ni proveedores, y si considera las etapas desde que llega la materia prima hasta que se despacha al cliente, luego se socializo en que consiste la metodología y los símbolos que se usan y finalmente se diseñó el mapa del estado actual para focalizar como fluye el valor. El VSM permitió diagnosticar la situación actual de la empresa y detectar los problemas y desperdicios vinculados a los procesos; los que principalmente se identificaron fueron los inventarios entre operaciones y el sobre proceso en toda la cadena de valor pues se encontró cruces de información tanto electrónica como física que hacían que la programación de los recursos fuera dispendiosa y poco eficiente. Los lead time para la línea de camisas seca corresponden a 30 días, los cuales comparados con los tiempos de procesamiento 45.25 min son demasiados altos.

5.5 DIAGNÓSTICO DE DESPERDICIOS.

Con el fin de identificar los desperdicios existentes y aplicar medidas correctivas, se realizó éste diagnóstico tomando como base teórica “los siete tipos de desperdicios”. Mediante una lista de chequeo (anexo 12) se evaluó cada uno de los desperdicios en las diferentes secciones de la planta. En el diagrama de red (ilustración 12) se presenta el porcentaje de cada una de las fuentes de desperdicios, que se obtiene a partir de la lista de chequeo, donde se evidencia que los principales desperdicios en el sistema productivo es debido a la ejecución por parte de los operarios de movimientos que no son necesarios para la operación con un 40%, seguido con un 43% el desarrollar pasos innecesarios para producir los productos y finalmente otro desperdicio relevante identificado es el de

transporte (53%) que se refiere a mover el material más de lo necesario y el cual está asociado con el indicador de movimiento de gente. Asimismo se identificaron otros desperdicios de menor magnitud como: producir más de lo necesario, producir partes defectuosa y/o tratar de reprocesarlas, tiempos perdidos causados por la espera entre operaciones o durante el proceso y acumular productos y/o materiales en cualquier parte del proceso. Con el objetivo de visualizar el estado actual de la planta se construyó el diagrama de causa y efecto (anexo 13) definiendo el conjunto de dichas causas como pérdidas del proceso productivo, estas causas son definidas a partir de las actividades que no agregan valor al producto.

Ilustración 12: Diagrama de red desperdicios.



Fuente: Lista de chequeo 7 desperdicios.

5.6 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La producción de camisas para el sector automotriz en Industrias Lavco Ltda., ha presentado falencias que impiden el ideal funcionamiento de los procesos involucrados en la manufactura de los productos, por tal motivo la gerencia

consciente de estas necesidades ha gestionado proyectos que apunten al mejoramiento de los procesos al interior de esta.

Con base en el diagnóstico anterior de Industrias Lavco, se identifican los problemas en la línea de producción, que merecen de un debido análisis para poder plantear soluciones, entre estos se puede señalar, la falta de estandarización de sus procesos productivos al no existir documentación que contemple instructivos para capacitar sobre métodos, operaciones y actividades necesarias para la ejecución de un proceso, asimismo el desarrollo de actividades que no agregan valor, el excesivo tiempo de entrega de los productos a los clientes comparado con su tiempo de procesamiento, el inadecuado diseño en la distribución de los equipos y recursos de producción, junto con una incorrecta e imprecisa manera de programación de estos; ocasionan a la empresa altos costos de producción, baja productividad, producto no conforme y varios tipos de desperdicios.

6. ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO.

6.1 PLAN ESTRATÉGICO.

6.1.1 Análisis del plan estratégico: Aunque la empresa ha implementado algunos pasos para la planeación estratégica, se considera que se ha quedado en la etapa inicial, o sea en la formulación de la estrategia es decir ha elaborado la misión, la visión, sus valores corporativos, pero no ha planteado claramente las estrategias a implementar ni tampoco se ha definido un sistema para evaluarlas, de esta manera aunque la empresa no tiene altamente definido su plan estratégico si cuenta con varios elementos que permiten identificar cual es la perspectiva estratégica que ésta quiere adoptar, pero se hace necesario el uso de herramientas como una matriz DOFA, una matriz ANSOFF, que contribuyan a una definición clara de la perspectiva estratégica de la empresa.

- **Direccionamiento estratégico:** Los objetivos que se plantean no superan un horizonte de dos años, el diagnóstico estratégico se considera aceptable sin embargo en la misión no se evidencia claramente el significado de valor, es decir la elaboración de un producto con buena calidad y buen precio y la visión solo se ha actualizado mas no se ha planteado de nuevo considerando los cambios que han ocurrido.

- **Formulación estratégica:** La matriz DOFA, se encuentra en el anexo 14, de la cual se definen los objetivos estratégicos de la organización; y en el anexo 15 se consigna la matriz ANSOFF, o producto mercado que relaciona el producto y el mercado con el fin de crear una propuesta de valor.

6.1.2 Perspectiva estratégica: Después de desarrollar las anteriores herramientas, se puede definir la perspectiva estratégica de Industrias Lavco, la

cual está enfocada en el mejoramiento continuo de los procesos, la adquisición de nueva tecnología, la preocupación de generar un impacto social y ambiental en el desarrollo de sus labores y la implementación de certificaciones por medio de las cuales espera ser reconocida; estos factores se consideran claves para la consecución de su meta de expansión tanto a nivel nacional como internacional.

6.2 DIAGNÓSTICO DETALLADO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE CAMISA SECA.

FUNDICIÓN.

- Se programa la colada con base en el resumen de las solicitudes de producción recibidas que el auxiliar de bodega envía al responsable de la programación de fundición, sin considerar la programación actual y digitando la misma información en diferentes documentos.
- Se seleccionan las coquillas requeridas para cada referencia y se montan en las centrifugadoras, el inventario de coquillas se encuentra tanto dentro como fuera de la planta de fundición y no se encuentran ordenadas ni por referencias ni por nivel de utilización.
- La preparación de la carga la cual se hace con materiales metálicos, ferro-aleantes y no metálicos, no se encuentra establecida en relación al tamaño de esta respecto al diámetro de cada horno cubilote, lo que genera bajo rendimiento de fusión en estos; la carga se sube por medio de una plataforma que funciona con poleas operadas manualmente.
- La mezcla para el revestimiento de las cucharas, calderos y teteras, no se encuentra establecida, lo cual hace que el revestimiento final tenga diferente desempeño a lo largo del día de fundición.
- La pintura refractaria se vierte en los tanques de comprensión, sin embargo dentro del tanque no se sabe el estado en que se encuentra ésta, provocando variabilidad en la uniformidad de la mezcla que recubre la coquilla. La cantidad de los

ingredientes y la forma de preparar la pintura, influyen en la consistencia de la mezcla, si es demasiada espesa demora la extracción de las piezas coladas y si es muy líquida no cumple las propiedades refractarias y los tubos presentan poros o dureza.

- En el sangrado que se hace para verter el hierro fundido en los calderos y transportarlos hacia las coquillas, no se controla la cantidad a verter lo que influye en la variación del diámetro interior de los tubos colados y a su vez representa un riesgo para los operarios.
- Las primeras coladas se usan para calentar las coquillas, los blancos de fundición que salen de estas son llevados al patio de chatarra, un gran porcentaje de este producto es eliminado debido a su alta dureza y porosidad.
- El tiempo de centrifugado del blanco de fundición se realiza mediante ensayo y error hasta que se extrae y se lleva a la zona de enfriamiento, este proceso es a criterio del operario generando una gran variabilidad en el proceso.
- Los tubos son transportados hasta el patio de mecanizado por lotes, allí se verifican cualitativa y cuantitativamente los tubos recibidos, gastando tiempo del operario volante pues los inspecciona dos veces, y también debido al tamaño de los grandes lotes presentan un manejo dispendioso de las referencias hacia la planta de mecanizado.

MECANIZADO.

- Una vez la fundición ha terminado, se procede a programar el trabajo en la sección de mecanizado, dicha programación se hace a criterio del coordinador de mecanizado, el cual con base en la información de comercial, donde se describen las referencias de las camisas, asigna grandes lotes de trabajo a cada máquina según la operación, sin embargo una vez ya en planta el producto, los operarios pueden cambiar su programación por el de otra máquina.
- Con base en la programación de mecanizado el operario que es auxiliar de mecanizado se encarga de reunir las referencias y cantidades indicadas, para moverlas por medio de un carro de tracción humana, y entregarlas a la primera

operación que es el corte. Este proceso de transporte es dispendioso y demorado, pues implica organizar los lotes provenientes de fundición en pirámides, después mover el tubo uno a uno, hasta llenar el carro e ir y dejarlos en el centro de trabajo.

- Cada uno de los diferentes centros de trabajo, tienen una limitación de operación según las especificaciones dimensionales de la pieza a mecanizar, sin embargo estas especificaciones de las máquinas no son visibles para los operarios los que causa que algunos de ellos trabajen piezas en tornos que no son los adecuados provocando rechazos y reprocesos en la pieza.

CORTE Y DESPUNTE.

- Cada torno cuenta con una mesa de trabajo en donde guardan sus herramientas y sus dotaciones de seguridad industrial, sin embargo las herramientas no cuentan con una disposición fija y se encuentran desorganizadas.

- El operario inicialmente corta el tubo por la mitad y después lo despunta, buscando la longitud requerida en la pieza, el mismo operario es el encargado de tomar la pieza, mecanizarla y dejarla en el piso, sobre el banco del torno se encuentran las herramientas que él usa, algunas piezas del lote en proceso y también piezas clasificadas como PNC, generando desorden e inseguridad en el centro de trabajo.

DIÁMETRO INTERIOR.

- La operación consiste en desbastar la superficie interna, operación que se realiza en varias pasadas dependiendo de las condiciones del material o herramienta de corte y de la experiencia del operario, lo que causa que la variabilidad no sea controlada por operación sino que dependa del operario que la realice.

- Cada torno cuenta con un recipiente donde se almacena la viruta que estos desprenden, estas canecas no abarcan la totalidad del torno y no son de fácil manipulación, lo que causa que el centro de trabajo este sucio durante toda la jornada, solamente los operarios limpian su centro de trabajo los días sábados, ya que por la tarde una persona es la encargada de inspeccionar el estado de las máquinas.

- En estas máquinas cada operario cuenta con un kit de herramientas, el cual es el mismo del operario que lo utiliza en el otro turno, cada operario guarda con candado su kit, esto implica una duplicación de recursos para el mismo torno. Las herramientas se encuentran sobre el banco de la máquina, así como también se encuentra material en proceso en este mismo sitio generando desorden y falta de control sobre los instrumentos que deben permanecer en este centro de trabajo.
- Se presentan tiempos de ciclo excesivos, debido a que en la celda se trabajan con piezas de diferentes especificaciones, por lo tanto mientras el operario está realizando una actividad en una máquina, en la otra máquina que ya ha terminado se continua con la operación.

DIÁMETRO EXTERIOR.

- En esta operación existen cuatro máquinas cada una con un operario, al igual que en los centros de trabajo descritos anteriormente, el operario volante mientras esté disponible les lleva los lotes, de lo contrario ellos mismos son los encargados de ir y llevar las piezas una a una, luego de que se haya mecanizado la pieza se dejan en pilas amontonadas de lote en proceso, lo que causa desorden dentro de la planta debido al excesivo movimiento de gente, como inseguridad ya que no se encuentra definido ni el lugar para dejar los lotes ni la máxima cantidad que pueden mantener.
- La operación desbasta y alisa la superficie externa, dejándola del diámetro externo requerido para el proceso de rectificado, esta operación trabaja con una tolerancia la cual no siempre se cumple ni se controla causando que la operación siguiente trabaje mas de lo necesario y realice varios ajustes durante la jornada, junto a las máquinas hay bancos de trabajo donde se guardan insertos y demás herramientas las cuales no tiene un orden específico.
- Se observa al operario esperando a que la máquina ejecute su trabajo sin que este esté realizando otra actividad, con frecuencia se observa al operario, calibrando las mordazas y ajustando las pinzas para evitar defectos en las camisas, lo anterior debido a que no se tiene claro las funciones y el momento de realizarlas.

- Aunque se cuenta con dos CNC, estas solo se utilizan para trabajar la línea Renault, en ocasiones especiales cuando el lote de procesamiento esta retardado colabora, sin embargo se gasta bastante tiempo en el transporte pues éstas se encuentran fuera de la planta de mecanizado.
- Entre los pasillos donde se encuentran los tornos, existe una gran cantidad de material tanto de entrada como de salida de los centros de trabajo impidiendo el transporte libre y pudiendo generar daños al lote en proceso, las camisas que el operario identifica como defectuosas las deja al lado del centro de trabajo sin un lugar definido, para que después el volante de calidad las recoja.

RECTIFICADO.

- La última operación de mecanizado es el rectificado, donde se cuentan con dos rectificadoras los operarios son los encargados de coger las piezas una a una y subirlas hasta una mesa cerca de la rectificadora causando excesos de movimiento por parte de la gente, asimismo este a veces solo se concentra en la operación misma de la máquina, abandonado revisar el nivel de refrigerante o de asear el puesto de trabajo.
- Estas rectificadoras necesitan de un refrigerante el cual se reutiliza y se almacena en un recipiente que tiene fugas, por tal razón esta sección se encuentra con líquido en el piso.
- Las herramientas que usan las tienen en la mesa cerca de la máquina, pero no están ordenadas, es uno de los procesos con más acumulación de inventario de producto en proceso, se pueden observar literalmente pirámides de camisas.
- El número de pasadas por las que se tiene que pasar la camisa entre los cepillos de la máquina varia, pues la tolerancia con la que vienen de diámetro exterior no siempre es la misma.

LAVADO, PROTECCIÓN Y EMPAQUE.

- A medida que se va rectificando el operario de LPYE es el encargado de ir hasta la rectificadora y llevar la pieza hasta su centro de trabajo, debido a que no se cuenta

con una definición clara de los lotes, frecuentemente se presentan mezclas entre estos lo que causa que los operarios vuelvan a medir para volver a clasificar el lote.

- Esta sección cuenta con mesas largas que forman un cuadrado, una parte es para lavar con los químicos especiales, esta sección se ve con líquidos sobre el piso y las otras mesas son para empacar, las cuales se encuentran desordenadas y sucias.
- El operario es el encargado de consolidar los pedidos, considerando las condiciones de empaque ya establecidas, luego de que el producto ya se encuentra en cajas, se mueve por medio del montacargas a la zona de almacenamiento, donde otro operario forra y protege el embalaje en general, la zona de empaque no se encuentra fija lo que causa las cajas ocupen los pasillos de la planta de mecanizado causando congestión en estos.

6.2.1 Documentación actual del proceso. Al evaluar la información disponible referente al proceso, se identificó que si bien existen formatos para programar y controlar la producción no hay establecidos documentos que permitan estandarizar y controlar las operaciones. En el anexo 16 se presentan los formatos, en seguida se presenta el análisis de los documentos de soporte.

- **Informe de producción fundición:** el trámite de este documento está a cargo del auxiliar de fundición, el cual se diligencia con base en el resultado de la inspección y el conteo de los tubos fundidos, al evaluar su contenido se detectó que no se incluye la información correspondiente al tipo de línea que corresponde cada referencia.

- **Programación interna de producción de fundición:** es preparado por el auxiliar de fundición él cual documenta las actividades de verificación a realizar el día de preparación, dónde de acuerdo a la referencia a colar se define la coquilla y la tapa a emplear.

- **Programación y control de mecanizado:** el coordinador de mecanizado programa las actividades de esta sección, para realizar esta programación el

coordinador cuenta con las directrices que pueda recibir tanto de la dirección de producción como de la dirección del proceso comercial, al analizar este formato se encontró que aunque se usa la información proveniente de fundición se vuelve a digitar la referencia programada y se omiten las especificaciones de diámetro interior, diámetro exterior y longitud; también se identificó que no se consignan los tiempos de proceso que genera cada orden es decir la fecha en que entra al patio de mecanizado, a la sección de mecanizado y al CDS, esto con el fin de contribuir al control de los días de inventario en proceso tanto en patio como en mecanizado y el cálculo del lead time.

- **Registro de entrega a las líneas de trabajo:** Todos los Registros de entregas a líneas de trabajo, son distribuidos a los operarios encargados de iniciar las actividades de mecanizado de las piezas programadas (corte), estas actividades se establecen de acuerdo a la experiencia del coordinador y a las exigencias de la producción, este formato es el que acompaña cada lote de producto programado en la planta de mecanizado, aunque en el formato se identifica la cantidad de PNC, no se especifica cual es la causa sino que solo se le asigna si fue un error de fundición o de mecanizado.

- **Reporte individual de producción:** La evolución de cada una de las referencias y cantidades programadas se hace diariamente revisando los reportes individuales de producción, estos se entregan al auxiliar de mecanizado de turno o al coordinador de mecanizado al finalizar la jornada de trabajo, aun así no se utiliza toda la información consignada en este formato tal es el caso de las horas trabajadas y horas extras, en cambio sí se duplica con información del formato de registro de entrega a las líneas de trabajo, es decir en este formato se tiene que volver a diligenciar la cantidad de PNC y adicionalmente identificar la causa de rechazo, asimismo no se verifica que la información consignada coincida con el movimiento del inventario físico en planta.

- **Planos:** son documentos donde se encuentran todas las especificaciones técnicas de las piezas que componen los productos, se consideran de guía para los operarios, sin embargo el diseño de los mismos a veces contribuye de manera

contraria a su objetivo, esto debido a que en la empresa se manejan las dimensiones tanto en milímetros como en pulgadas, y tiene un trato diferente con el cliente principal, es decir, mientras que para las piezas del cliente principal al operario se le da la medida final que éste debe hacer en su operación, en las de los otros clientes, los operarios deben sumarle unas tolerancias a las medidas que aparecen consignadas en el registro de entregas a la línea de trabajo, y también deben convertir las pulgadas en milímetros, operación que no siempre se hace y genera confusión, estos planos son realizados o por el cliente en el caso de Melling (cliente principal), los cuales acompañan la hoja de registro de entregas de línea; o elaborados por la dirección del SIG y se encuentran en un archivo digital o en el estante de la oficina, sin posibilidades de acceso a los operarios.

6.3 ANÁLISIS DE CAPACIDAD.

El análisis de capacidad se usa cuando se necesita realizar proyecciones de producción o pronósticos de comportamiento ante situaciones críticas de demanda, necesidades a futuro en cuanto a recursos (personal, máquinas). La capacidad instalada hace referencia al nivel de producción que el sistema en conjunto lograría trabajando al máximo de la capacidad de su recurso restrictivo en un periodo determinado de tiempo al que podría llegar la empresa, además sirve como herramienta en la toma de decisiones como podrían ser la ampliación en la cantidad de recursos o el mejoramiento de los mismos. El análisis de capacidad se realiza teniendo en cuenta los productos más representativos los cuales fueron determinados mediante el análisis Pareto y con base en el estado actual en cuanto a distribución física y procesos, en este numeral se definirá la capacidad de producción instalada en la línea de camisas seca en la sección de mecanizado a partir de los tiempos de producción actuales.

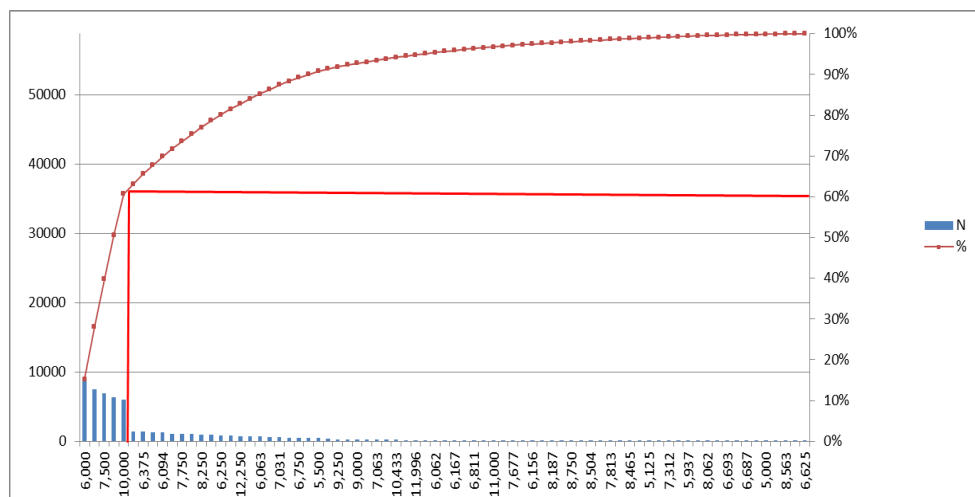
6.3.1 Estudio de tiempos. Con el objetivo de determinar los tiempos tipo y poder analizar la capacidad instalada, se realiza el estudio de los tiempos de producción actuales de la línea de camisa seca, es importante aclarar que el tiempo de procesamiento de este producto varía según la longitud especialmente en la operación de diámetro interior, con el objetivo de identificar la participación de dicha especificación en la producción de esta línea, se recopila la información de las referencias producidas a lo largo de 25 coladas, realizando un Pareto para analizar esta información(ilustración 13). Los resultados de este análisis indican que los productos sobre los que se debe realizar el análisis de tiempos son:

Tabla 7. Longitud de camisas

LÍNEA DE CAMISA SECA	
Longitud (pulgadas)	Relevancia
6,000	15%
7,000	13%
7,500	12%
8,000	11%
10,000	10%
TOTAL	61%

Fuente: Registro coladas.

Ilustración 13. Pareto longitud.



Fuente: Autora.

Con base en la experiencia del coordinador de mecanizado, según el cual los tiempos de procesamiento de las camisas con las anteriores especificaciones son similares, se decide agrupar las camisas de longitud entre 6"-7", 7"-8", y mayores a 10". De esta manera se realiza el estudio de tiempos para la línea de camisas seca, en la tabla 8, se observa el resumen del tiempo tipo para cada operación, el análisis y metodología aplicada en este estudio se puede observar en el anexo 17, los respectivos tiempos de alistamiento de cada máquina se pueden observar en el anexo 18

Tabla 8. Resumen de tiempos tipo.

PROCESO	6"-7"	6-7" CNC	7"-8"	7-8" 010	>10"
Corte	45,47	45,47	46,84	46,84	46,92
Despunte	50,22	50,22	59,76	59,76	59,11
Diámetro interior	175,12	175,12	257,98	-	272,95
Diámetro interior desbaste 1	-	-	-	98,02	-
Diámetro interior desbaste 2	-	-	-	105,04	-
Longitud total	49,53	0,00	52,86	52,86	59,58
Diámetro exterior	147,64	21,51	153,20	153,20	157,81
Rectificado	32,24	32,24	27,77	27,77	35,19
Lavado, protección y empaque	31,75	31,75	31,75	31,75	31,75
TOTAL	531,99	356,32	630,15	575,23	663,31

Fuente: Estudio de tiempos.

La anterior tabla se elaboró considerando las siguientes observaciones.

- Aunque la operación de corte y despunte se realiza en la misma máquina, se decidió separar las operaciones ya que el operario siempre realiza primero la operación de cortar todo el lote de tubos y luego volver a tomar las piezas para realizar el despunte, en este cambio no se requiere de tiempos de alistamiento.
- El proceso de longitud total no se realiza para todas las piezas, sino que es exclusivamente para el cliente Melling.
- En la referencia de camisa seca con longitud entre 6" y 7" se observan dos tiempos diferentes, uno con la utilización de los tornos convencionales y otra con la máquina de control numérico computarizado (CNC), debido a que en algunas ocasiones estos

puestos de trabajo contribuyen en las operaciones de diámetro exterior y longitud total en la producción de camisas seca para MELLING, para determinar el tiempo de ciclo del proceso, los datos usados fueron los suministrados por la máquina.

- Debido a que la máquina M010, es un mandrinadora de dos husillos a cada lado, que realiza un primer desbaste en un lado y en el otro el desbaste final, los tiempos que se tomaron fueron de acuerdo a la longitud máxima que puede operar este centro de trabajo
- Los tiempos de rectificado, lavado, protección y empaque, son los tiempos requeridos para que una camisa sea mecanizada hasta obtener la medida final requerida y esté completamente terminada, para la optimización de estas operaciones se utilizan lotes de productos.

6.3.2 Análisis de capacidad instalada. Para el análisis de la capacidad instalada se tiene en cuenta el tiempo real productivo de la jornada laboral, el estudio de tiempos de los procesos que intervienen en la fabricación del producto mencionado en el ítem anterior y sus respectivos tiempos de alistamiento.

Lavco Ltda., tiene una jornada laboral de lunes a sábado en un horario de 6:00 am a 2:30 pm, cuando es necesario para algunos centros de trabajo se adicionan jornadas laborales nocturnas. Los operarios toman 15 minutos de descanso en la mañana, 15 minutos de almuerzo y 15 minutos para el aseo al final del turno, es decir el tiempo de producción diariamente es de 465 minutos, debido a que las máquinas no solo trabajan con esta línea, se estableció el porcentaje de máquinas utilizadas según el proceso, para tal fin se tomó como referencia las hojas de trazabilidad de los últimos 4 meses, En el anexo 19 se puede observar la información considerada para obtener el porcentaje y la cantidad de recursos utilizadas en cada operación para la línea de camisas seca, el cual se puede observar en la tabla 9, este proceso se omite para los recursos de las operaciones de longitud total y rectificado exterior, debido a que estos centros de trabajo se utilizan siempre para esta línea.

Tabla 9. Porcentaje utilización máquinas

OPERACIÓN	% U.M	R. disponibles	R. utilizados
Corte	0,76	3	2
Diámetro interior	0,52	7	4
Diámetro exterior	0,86	5	4
CNC	0,59	2	1
Longitud total		1	1
Rectificado		2	2

Fuente: Registro hojas de trazabilidad.

En la tablas 10 a la 13 se muestran las unidades diarias máximas producidas, teniendo en cuenta, un flujo de trabajo dedicado a cada referencia según la longitud de camisas seca durante la jornada laboral. El tiempo real de producción es el resultado del tiempo de producción diaria (465 min) menos el tiempo de alistamiento de cada máquina. Para el área de fundición se sabe que la rata de Fusión en todos los hornos es de 10-12 cargas por horas, y que en el horno grande equivale a 1100 kg/hora, en el mediano a 1000 kg/hora y en el pequeño 900 kg/hora y que por centrifuga se sacan 40 tubos en la jornada.

6.3.3 Análisis de capacidad utilizada. Para este análisis se realizan diferentes pronósticos de demanda, las cuales representan diferentes escenarios a los que podría enfrentarse la empresa en escenario pesimista, optimista y normal, el objetivo de este análisis busca determinar cuáles serían los recursos que restringirían la capacidad de atender la demanda pronosticada. Los escenarios para la demanda baja, media y alta, se realizan con base en información suministrada del departamento de comercial del año 2011 para la línea de camisas secas (tabla 14), los tiempos de ciclo que se utilizaron fueron de las camisas seca entre longitud 6" y 7", debido a que es de las referencias elegidas la más representativa, en el anexo 20 se puede observar el comportamiento de la línea de camisas seca en los diferentes escenarios de demanda.

Tabla 10: Capacidad instalada para la producción de camisa seca entre longitud 6"-7".

PROCESO	Tiempo tipo	Recursos	sg	und/min	und/hora	min		min	und/turno
Ref 6-7			Tiempo Ciclo/camisa	capacidad		t. producción	t. alistamiento	t real	Capacidad
corte	45,47	2,00	22,74	2,64	158,33	465,00	30,00	435,00	1148
despunte	50,22	2,00	25,11	2,39	143,37	465,00	30,00	435,00	1039
diámetro interior	175,12	4,00	43,78	1,37	82,23	465,00	45,00	420,00	576
longitud total	49,53	1,00	49,53	1,21	72,68	465,00	20,00	445,00	539
diámetro exterior	147,64	4,00	36,91	1,63	97,53	465,00	30,00	435,00	707
rectificado	32,24	2,00	16,12	3,72	223,30	465,00	60,00	405,00	1507
lpye	31,75	1,00	31,75	1,89	113,39	465,00	20,00	445,00	841
R. cuello botella					R. restrictivo				

Fuente: Autora

Tabla 11. Capacidad instalada para la producción de camisa seca entre longitud 6"-7" usando las CNC

PROCESO	Tiempo tipo	Recursos	sg	und/min	und/hora	min		min	und/turno
6-7 CNC			Tiempo Ciclo/camisa	capacidad		t. producción	t. alistamiento	t real	Capacidad
corte	45,47	2,00	22,74	2,64	158,33	465,00	30,00	435,00	1148
despunte	50,22	2,00	25,11	2,39	143,37	465,00	30,00	435,00	1039
diámetro interior	175,12	4,00	43,78	1,37	82,23	465,00	45,00	420,00	576
diámetro exterior y lt CNC	21,51	1,00	21,51	2,79	167,35	465,00	30,00	435,00	1213
rectificado	32,24	2,00	16,12	3,72	223,30	465,00	60,00	405,00	1507
lpye	31,75	4,00	7,94	7,56	453,54	465,00	0,00	465,00	3515
R. cuello botella					R. restrictivo				

Fuente: Autora

Tabla 12. Capacidad instalada para la producción de camisa seca entre longitud 7"-8".

PROCESO	Tiempo tipo	Recursos	sg	und/min	und/hora	min		min	und/turno
7-8 celda			Tiempo Ciclo/camisa	capacidad		t. producción	t. alistamiento	t real	Capacidad
corte	46,84	2,00	23,42	2,56	153,73	465,00	30,00	435,00	1115
despunte	59,76	2,00	29,88	2,01	120,49	465,00	30,00	435,00	874
diámetro interior	257,98	4,00	64,49	0,93	55,82	465,00	45,00	420,00	391
longitud total	52,86	1	52,86	1,14	68,10	465,00	20,00	445,00	505
diámetro exterior	153,20	4,00	38,30	1,57	94,00	465,00	30,00	435,00	681
rectificado	27,77	2	13,89	4,32	259,26	465,00	60,00	405,00	1750
lpye	31,75	4	7,94	7,56	453,54	465,00	20,00	445,00	3364
R. cuello botella					R. restrictivo				

Fuente: Autora

Tabla 13. Capacidad instalada para la producción de camisa seca de longitud 10"

PROCESO	Tiempo tipo	Recursos	sg	und/min	und/hora	min		min	und/turno
10			Tiempo Ciclo/camisa	capacidad		t. producción	t. alistamiento	t real	Capacidad
corte	46,92	2,00	23,46	2,56	153,44	465,00	30,00	435,00	1112
despunte	59,11	2,00	29,55	2,03	121,81	465,00	30,00	435,00	883
diametro interior	272,95	4,00	68,24	0,88	52,76	465,00	45,00	420,00	369
longitud total	59,58	1	59,58	1,01	60,42	465,00	20,00	445,00	448
diámetro exterior	157,81	4,00	39,45	1,52	91,25	465,00	30,00	435,00	662
rectificado	35,19	2	17,60	3,41	204,58	465,00	60,00	405,00	1381
lpye	31,75	4	7,94	7,56	453,54	465,00	20,00	445,00	3364
R. cuello botella					R. restrictivo				

Fuente: Autora

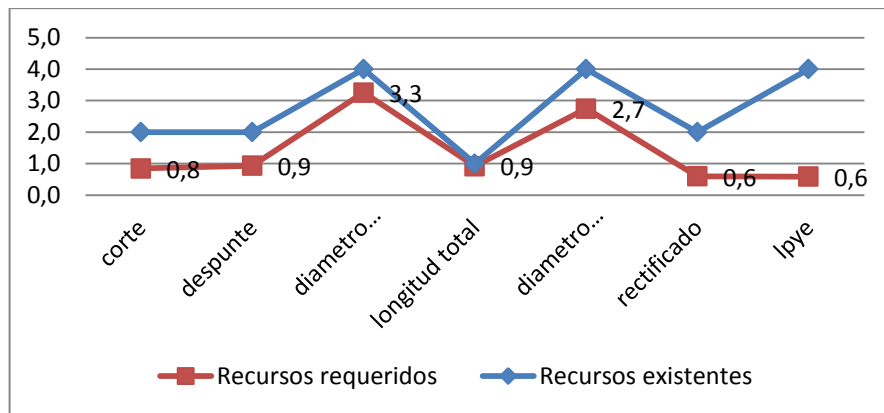
Tabla 14. Demanda camisa seca.

Producto		Demanda baja	Demanda media	Demanda alta
Camisa seca	Mes	15323	18628	21750
	Día	511	621	725

Fuente: Departamento comercial Lavco.

A continuación se presenta la comparación entre la capacidad requerida y necesaria para los diferentes escenarios de demanda planteados.

Ilustración 14. Capacidad necesaria demanda mínima

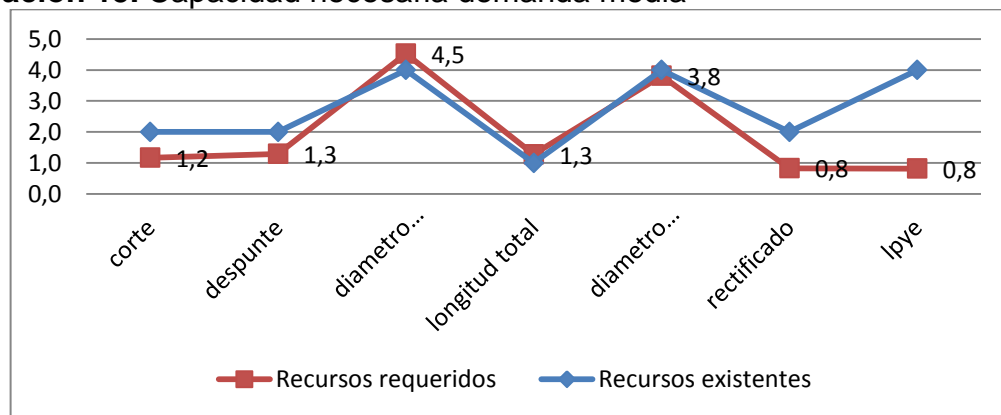


Fuente: Autora

Como se puede observar en la ilustración 14, las operaciones en condiciones de demanda mínima tienen capacidad suficiente para afrontar este escenario, sin embargo operaciones como corte y despunte, rectificado, lavado protección y empaque generan subutilización de los recursos. En el escenario de demanda media (ilustración 15) la operación cuello botella es diámetro interior y los recursos restrictivos son longitud total y diámetro exterior pues en dado caso que la demanda aumentara estas operaciones también se convertirían en cuello botella, para las demás operaciones se puede observar que estas cuentan con la capacidad para responder a dicha demanda. En la ilustración 16, se puede observar que en condiciones de demanda alta, las operaciones de diámetro interior, longitud total y diámetro exterior no cuentan con la capacidad suficiente para responder a las

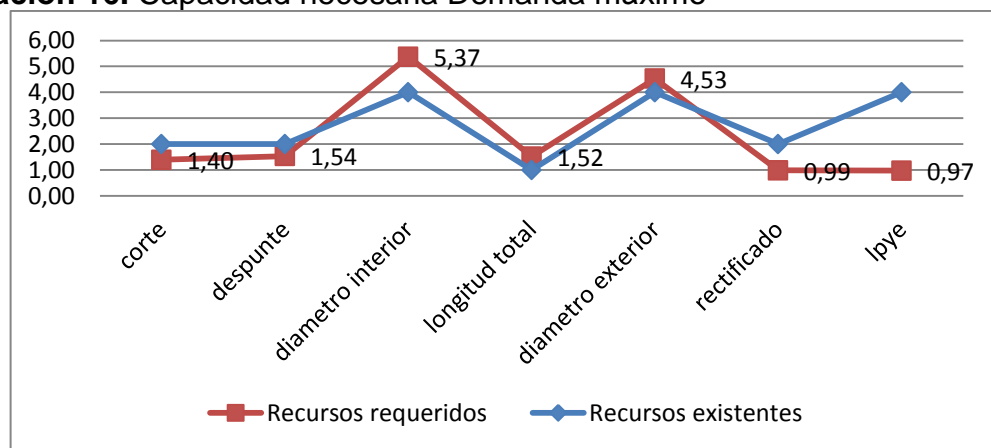
exigencias de este escenario, asimismo la operación de corte muestra criticidad si la demanda llegara a aumentar un poco más. Con base en lo anterior se puede afirmar que la operación cuello botella es diámetro interior ya que tiene poca capacidad de respuesta ante escenarios de demanda media y alta, asimismo la operación de longitud total podría considerarse como recurso cuello de botella sin embargo no se hará debido a que es una operación que no en todas las piezas se efectúa, también se concluye que la operación de diámetro exterior es restrictiva pero con mayor capacidad de respuesta ante los escenarios planteados.

Ilustración 15. Capacidad necesaria demanda media



Fuente: Autora

Ilustración 16. Capacidad necesaria Demanda máximo



Fuente: Autora.

6.4 AMEF.

A través de un análisis de modo y efectos de falla, se busca identificar por medio de evaluaciones cuantitativas las deficiencias más relevantes en los procesos, es importante aclarar que el uso de esta herramienta no se hace con el fin del ámbito de mantenimiento es decir su propósito principal no es establecer controles que eviten la ocurrencia de defectos sino que su fin es identificar las causas de las ocurrencias para después clasificarlas según el tipo de desperdicio. El procedimiento realizado para la elaboración del AMEF se puede observar en el anexo 21.

6.5 ANÁLISIS DE DESPERDICIOS EN LA LÍNEA DE CAMISA SECA EN INDUSTRIAS LAVCO LTDA.

Con base en el conocimiento y observación de los procesos productivos, es necesario identificar los problemas ocasionados por los desperdicios generados en cada una de las etapas del proceso de la línea de producción, para tal fin se observó el proceso de fundición y el de mecanizado, involucrando a todo el personal que intervienen en estos, siendo éstos los que definieron las dificultades, su impacto y frecuencia, este diagnóstico se complementó con los desperdicios que se encontraron por medio de la lista de chequeo, la elaboración del VSM actual y el AMEF, con base en las herramientas anteriores a continuación se describe la caracterización definitiva de los desperdicios encontrados, que se enumeran en cada uno de los siguientes apartados.

- **Transporte o movimiento de materiales:** se observó que no existe un buen sistema de manejo de materiales lo que causa desorden entre los operarios y en el flujo de la producción tanto en fundición como en mecanizado, esto debido a que existe gran cantidad de desplazamientos innecesarios por parte del producto en proceso entre las diferentes estaciones de trabajo dentro de la planta de mecanizado generado por la inadecuada distribución de las máquinas, la falta de demarcación de lugares y la no asignación fija de espacios para almacenar las

coquillas, dificultan el flujo del recorrido del proceso y hace que todo se encuentre en permanente desorden; de igual manera se presentan movimientos por parte del operario para traer herramientas, instrumentos de medición y mover el material a procesar, asimismo la empresa cuenta con un volante que por medio de un carro de tracción humana es el encargado de pasar las camisas del patio a la sección de corte, también de mover el material de la sección de diámetro interior a las CNC, generando congestión y pérdida de tiempo ya que dicho medio de transporte no es el más adecuado, igualmente hay operarios de limpieza general, los cuales son encargados de vaciar en el patio la viruta resultante de los procesos.

- **Movimientos gente:** este está asociado al movimiento de materiales, pues parte del tiempo de operarios está dedicado al transporte del producto dentro de la planta lo que hace que el operador camine demasiado con cargas pesadas, asimismo para el proceso en cada centro de trabajo los operarios se agachan constantemente para levantar las camisas a la máquina, además tienen materiales alejados y desorganizados fuera del centro de trabajo, es decir los puestos de trabajo no están diseñados ergonómicamente.

- **Sobreproducción:** aunque no se procesan más artículos que en la cantidad requerida por el cliente final, esto si ocurre en la planta de fundición debido a la naturaleza del proceso, asimismo también se produce en mayores cantidades debido a los tiempos de puesta a punto en los centros de trabajo los cuales son largos y hacen necesario que las máquinas trabajen con grandes lotes, estos factores generan costos superiores para la empresa ya que requieren de espacio adicional en la planta, como materiales, recursos y transportes adicionales en uso.

- **Inventario:** con base en lo observado en la planta se concluye que el inventario de producto terminado no es común ya que trabajan bajo pedido, sin embargo el de materia prima y sobre todo el de producto en proceso es el de mayor nivel, ya que se ve acumulado entre centros de trabajo de mecanizado, formando

literalmente pirámides de camisas en proceso, a su vez este material es colocado cerca al puesto de trabajo invadiendo pasillos e impidiendo el libre recorrido por éstos. Con base en los datos históricos de las coladas 2065 hasta la 2089 del presente año, se encontró que en promedio el inventario de camisas acumuladas en el patio de mecanizado es de 5 días y dentro de la planta de mecanizado en promedio es 7,5 días debido a que el flujo del trabajo no es continuo, causando altos costos de oportunidad para la empresa y a su vez siendo vulnerables a ser afectados por la corrosión, el deterioro y la obsolescencia.

- **Esperas:** causado principalmente por: los tiempos de preparación ya que tiene que hacer varios ajustes a la máquina y a las herramientas con las que ésta trabaja, los tiempos de reparaciones, debido a que la mayoría de las veces se le hace mantenimiento a la máquina cuando el operario identifica alguna anomalía generando paros en la producción de ese centro de trabajo; los tiempos de espera de instrucciones de los coordinadores para los siguientes pasos de los procesos ante eventualidades. También se observó operarios esperando que la máquina termine su tiempo de ciclo.

- **Defectos:** actualmente la empresa está renovando el sistema de calidad, sin embargo se encuentran fallas lo que evidencia que existen oportunidades de mejora, el mayor generador de desperdicio de material ocurre en la primera jornada de fundición, pues los tubos fundidos son rechazados por dureza y en mecanizado la principal causa de defectos es la incorrecta toma de medidas para mecanizar la camisa. El re-trabajo del producto es ocasionado primordialmente por la dureza ya que este defecto solo se pudo observar cuando se mecaniza la pieza haciendo perder tiempo y recursos; aunque en cada operación se hace una inspección visual, se sigue encontrando PNC al final del proceso; asimismo no se hace un control sobre los límites de las tolerancias de cada proceso, generando una variabilidad en el producto final.

- **Proceso:** la excesiva inspección y conteo de un puesto de trabajo a otro, junto a esto la utilización de herramientas inapropiadas como insertos de segunda, falta de mantenimiento preventivo en las pinzas, instrumentos de medición inexactos, se considera sobreproceso, también se observó al operario ocupando tiempo en procedimientos innecesarios como volver a contar, o ajustar con mayor frecuencia la máquina, asimismo el uso ineficiente del espacio y la inadecuado distribución de los equipos ocasiona mayor congestión y desorden dentro de la planta.

La información recolectada fue organizada y se encuentra disponible en el anexo 22 en donde se registraron los desperdicios y sus posibles causas en el proceso productivo. Posteriormente y con el fin de validar los datos obtenidos se llevó un proceso de verificación con el coordinador de mecanizado, coordinador de fundición y director de SGI.

6.6 PROPUESTAS DE MEJORA AL SISTEMA PRODUCTIVO CON BASE EN MANUFACTURA ESBELTA.

En esta sección se realiza un análisis de las herramientas de manufactura esbelta a utilizar en la eliminación de los desperdicios encontrados. Cada herramienta tiene un objetivo en el funcionamiento general de un sistema de producción flexible, basándose en las características y beneficios de dichas herramientas se establece cuales se usarán en industrias Lavco.

6.6.1 Asignación de herramientas a utilizar. Contando con la identificación de desperdicios encontrados en el proceso productivo de camisas en Lavco, se procede a fijar los criterios bajo los cuales serán evaluados dichos desperdicios, lo cual tiene como fin, asignarles a estos una calificación que permitan identificar las herramientas de manufactura esbelta a utilizar en cada uno de estos con el propósito de eliminarlos. Para la evaluación de los desperdicios, se han definido

características fundamentales de cada una de las herramientas de manufactura esbelta que se vieron en el marco teórico, las cuales permiten ponderar la relación existente entre el desperdicio identificado y la característica que la herramienta ofrece para solucionarlo.

En el anexo 23 se encuentra cada herramienta junto con sus principios esenciales. Cada una de los beneficios de estas herramientas, recibirá una calificación que estará entre 0 y 10 puntos, (cero la mínima calificación y diez la máxima); de acuerdo a la relación existente entre el desperdicio y la característica con que la herramienta cuenta para solucionar el mismo, asimismo se define que todos los objetivos de las herramientas tendrán el mismo peso porcentual en la calificación total de cada una de estas; es decir la aplicación del instrumento a un desperdicio tendrá como calificación mínima cero y como máxima treinta puntos en cada herramienta, la calificación detallada de cada factor puede consultarse en el anexo 24, con base en esos resultados, se decidió que aquellas herramientas que obtengan una calificación mayor o igual a 18³⁸ puntos serán consideradas como las que generarán mayor impacto para eliminación del desperdicio identificado.

Con base en la calificación anterior, se tiene que las herramientas de manufactura esbelta a utilizar en cada uno de los desperdicios identificados son los que se muestran a continuación en la tabla 15; considerando que la implementación de estas herramientas se complementan entre si y aportan un elemento fundamental a todo el sistema productivo, se puede concluir que al usar una herramienta no solo se contribuirá a la eliminación del desperdicio con el que se relacionó en la tabla sino que también tendrá impacto sobre otros desperdicios del proceso.

³⁸ Establecido por el autor de proyecto

Tabla 15. Herramientas a utilizar

DESPERDICIO	HERRAMIENTA A UTILIZAR
Sobreproducción	
Procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente.	JIT
existen máquinas que hacen obligatorio el trabajo por lotes	SMED
Inventario	
Mantener o comprar MP innecesarias	JIT/ Kanban
Inventario en proceso	Balanceo de línea/ Kanban
Inventario producto terminado	JIT/ Kanban
Movimiento materiales	
Mover trabajo en proceso de un lado al otro	Kaizen/ Kanban
Existen desplazamientos constantes a otros lugares para traer herramientas o materiales	5S's/ Trabajo estandarizado
la ubicación de las maquinas dificulta el flujo del recorrido de los productos	Kaizen
Espera	
Operarios esperando por información	Trabajo estandarizado
Operarios esperando por materiales para la producción	Balanceo de línea/ JIT/ Kanban
Esperas por averías de máquinas	5S's/ SMED/ Jidoka
operarios esperando que la máquina trabaje	Balanceo de línea
Sobre proceso	
Procedimientos innecesarios para procesar	Trabajo estandarizado/ SMED
utilizar herramientas o equipos inapropiados	Trabajo estandarizado/ SMED/ Jidoka
utilización del espacio ineficiente	5S's/ Kaizen
Trabajo que no agrega valor (inspección, calibración, medición)	Jidoka
re-procesos de materiales	Jidoka
Mala calidad	
No repetición o corrección de procesos/ No re-trabajo en productos no conformes o devueltos	5S's/ Jidoka/ Gerencia visual
productos defectuosos	Jidoka/ Gerencia visual
Movimientos gente	
movimiento innecesario del operario	5S's/ Kaizen

Fuente: Autora.

6.7 IMPLEMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA

Luego del diagnóstico y análisis inicial, se procede a describir en este capítulo las actividades realizadas para la implementación de las herramientas de manufactura esbelta encaminadas a la eliminación de desperdicios, las cuales fueron elegidas en el numeral anterior. A continuación se presenta el propósito de la herramienta, los objetivos de esta y la metodología usada para su implementación

6.7.1 Kaizen.

Propuesta: Establecer la metodología Kaizen para generar un cambio radical en la cultura organizacional de modo tal que todas las personas que forman parte de la organización contribuyan al mejoramiento continuo de ésta.

Objetivos:

- Aplicar la metodología Kaizen a las herramientas de manufactura esbelta a implementar en el piso productivo de la planta.
- Contribuir al mejoramiento continuo de la empresa, por medio del trabajo en conjunto de todas las personas en la empresa.
- Poner a disposición de los empleados las herramientas y el apoyo para realizar mejoras en el ámbito de sus procesos.

Metodología.

Etapa 1: Jornada de sensibilización: para obtener un gran impacto y garantizar que se mantenga en el tiempo se hizo una reunión con los líderes del proceso, donde se les expuso sobre la metodología Kaizen, en que consiste, para que sirve, cuando se usa y las ventajas luego se dieron a conocer las reglas de Kaizen y los tipos de despilfarro, ya que el objetivo de este programa es que se usen herramientas para la disminución de estos, la presentación y la asistencia de capacitación se encuentran en el anexo 25.

Etapa 2: Implementación, una vez definido el programa Kaizen se realizó el lanzamiento de este, por medio de folletos y anuncios de cartelera (anexo 26) donde se hizo mención del interés en la participación de cada uno de los empleados en estas jornadas, es importante aclarar que las etapas del Kaizen se desarrollan durante la implementación de las herramientas de manufactura esbelta, las cuales si bien se implementan en toda la empresa es importante resaltar que actualmente en los aspectos relacionados con fundición se están desarrollando proyectos de mejora con practicantes de ingeniería metalúrgica y mecánica, en los que se busca implementar un sistema de calentamiento de la coquillería a gas con el objetivo de disminuir el porcentaje de tubos de fundición con dureza y porosidad, también se están diseñando nuevos tanques para el almacenamiento de la pintura, los cuales permiten una mezcla homogénea y conservación de la densidad de la mezcla durante todo el proceso de colado, en otro proyecto se está evaluando la factibilidad de diseñar un mecanismo de expulsión de la coquilla determinando previamente el tiempo óptimo que debe durar la centrifugación. Para la implementación de todas estas mejoras se le propone a la gerencia seguir con la metodología Kaizen para contar con el apoyo de los operarios y garantizar el éxito de estos proyectos.

Etapa 3: Seguimiento y evaluación de resultados, la implementación de la cultura kaizen fue de gran aprovechamiento para garantizar la colaboración de los empleados en la implementación de las herramientas en el sistema productivo, y también contribuyó al mejoramiento del clima organizacional pues se eliminaron barreras de comunicación y se fomentó la participación de todos los empleados.

6.7.2 5S's.

Propuesta: Mejorar las condiciones de las zonas de trabajo, en busca de un funcionamiento más eficiente y seguro que facilite la organización, limpieza y

estandarización de los puestos de trabajo de todos los empleados en industrias Lavco Ltda.

Objetivos:

- Implementar jornadas de orden y aseo en todos los centros de trabajo, con el fin de conseguir centros de trabajo libres de material innecesario, limpios y ordenados para lograr un desarrollo de actividades eficiente.
- Desarrollar y fomentar en todos los empleados un pensamiento de mejora continua y excelencia.
- Mejorar la seguridad y la salud en los empleados de la empresa.
- Optimizar los recursos necesarios para la producción y mejorar la calidad de la producción.

Metodología.

Etapas 1: Análisis y diagnóstico de la situación actual: Para dar comienzo a la ejecución del programa de 5S's, fue necesario la realización de un diagnóstico, el cual se llevó a cabo a partir de una evaluación hecha a través de una planilla de verificación, este diagnóstico inicial se encuentra en el numeral 5.3 del presente libro. La información resultante de la plantilla, permitió hacer un diagnóstico de la situación actual de la planta en cuanto al cumplimiento de las 5S's, esto debido a que un programa de 5S's se había implementado previamente en la empresa. Los resultados de este diagnóstico serán utilizados para compararlo con los resultados que se obtengan luego de su implementación, con el fin de evidenciar las mejoras alcanzadas e identificar las principales fallas. El análisis detallado de la situación actual se encuentra en el anexo 27.

Etapas 2: Diseño del programa de 5S's: El programa de 5S's permite la formación de hábitos de limpieza y orden entre los trabajadores de la empresa, al utilizar esta técnica, se está enfocando en la implementación de las 5s's para mantener el lugar de trabajo limpio, ordenado y solamente con lo necesario,

además se estandariza lo que hacen los trabajadores de todas las áreas y promueve la disciplina y nuevos métodos de trabajo que permitan mejorar los resultados esperados en la empresa. En industrias Lavco se planteó la necesidad de comprometer a todo el personal a realizar labores que contribuyan a mantener un ambiente de trabajo seguro y armonioso, por medio de la implementación del programa de 5S's se busca mejorar los niveles de orden y limpieza, asimismo identificar oportunidades de mejora que minimicen tiempos de búsqueda, cantidad de desplazamientos, reducir riesgos de accidentalidad entre otros beneficios. El programa se denominará "CINCO HORMIGUITAS", con el objeto de ser utilizada como una expresión de fácil recordación a todo el personal, asimismo como una característica del entorno natural en que la empresa se encuentra.

Grupo de trabajo para el programa: Con el fin de conformar el comité del programa 5S's, se eligió previamente con la Gerente, las personas que integrarán el grupo de trabajo, las cuales serán de todas las áreas de la empresa, estas fueron: jefe de compras, auxiliar de contabilidad, auxiliar de comercial, directora recursos humanos, directora SIG, operario de fundición, operario de CNC, operario de mecanizado automotriz y un operario de mecanizado industrial, este equipo será el encargado de la implementación y continuación del programa de 5S's, el grupo se reunirá periódicamente y trabajarán en las diferentes estrategias del presente programa, haciéndose responsables de los objetivos propuestos y de dar seguimiento a las actividades que lo requieran. La constancia de conformación y las funciones generales de este grupo de trabajo que será el mismo comité se encuentran en el anexo28. En la reunión que se realizó el día de la conformación del comité, se usaron medios visuales y para dar inicio a todos los asistentes se les entrego un plegable con información básica y sencilla sobre el programa "5 hormiguitas" (ver anexo29). Una vez socializada la información, se dio espacio al debate y se aclararon dudas, como también se definió las herramientas a usar para la ejecución de la jornada de implementación en la línea piloto, a su vez se asignó un responsable para cada actividad.

Etapa 3: Lanzamiento y divulgación del programa: Una vez obtenido el compromiso de la dirección para implantar el programa de 5S's y conformado el comité, se debe conseguir que todo el personal de la línea piloto que se eligió (camisa seca) conozca sobre el programa y se comprometa con éste, esto con el fin de que después se extienda a todas las áreas de la empresa. Para este paso fue necesario hacer uso de las carteleras existentes en cada sección de la planta, colocando afiches alusivos al programa donde brevemente se explicó en que consiste el programa y cuáles son sus beneficios, además a los operarios de cada uno de los centros de trabajo se les comunicó del lanzamiento del programa, en qué consistía este y se solucionaron inquietudes. Asimismo y previamente a la jornada de la implementación de las tres primeras eses, se realizó una en la sala de conferencias, donde se convocó a los operarios de la línea piloto y también a los del área de mantenimiento, dicha reunión tuvo como objetivos recordar los objetivos del programa, fundamentos teóricos de las tres primeras eses y las ventajas de su implementación y también se explicó cada una de las herramientas y pasos a seguir para su implementación el día de la jornada. Posteriormente se aclararon dudas y se dio espacio para las opiniones. (Anexo 30. lista de asistencia, presentación, fotos)

Etapa 4: Implementación del programa: Una vez terminada la etapa de lanzamiento y difusión del programa se dio paso a la implementación de las tres primeras S en la planta.

• **Implementación de la primera ese: clasificar.** El propósito de clasificar significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios, por eso el primer paso consiste en identificar los elementos innecesarios, usando tarjetas rojas, el proceso consiste en colocar una tarjeta previamente elaborada a los elementos clasificados como innecesarios, los cuales se deben eliminar o reubicar. Estas tarjetas se distribuyeron entre los operarios y se concedió un tiempo de 30 minutos para que se evaluara el sitio de trabajo y se

colocarán las tarjetas, luego de pasado el tiempo planeado se recogieron los elementos a los que se les ha colocado la tarjeta y se movieron a la zona 5S's. Una vez terminada la jornada el comité se reunió para evaluar cada una de las tarjetas y decidir qué hacer con esos elementos, algunos fueron reubicados y otros se eliminaron.

Ilustración 17. Implementación de clasificar.



Fuente: Autora

• **Implementación de la segunda hormiguita: ordenar.** Para la implementación de esta ese, se utilizó el resultado obtenido en la planilla general, sin embargo fue necesario la elaboración de una planilla de acuerdo a las características de la planta (anexo 31), con el fin de recoger información sobre los mecanismos existentes para mantener el orden hasta ese momento, y para proponer las mejoras encaminadas en la implementación de esta ese. El formato de la planilla de verificación que se usó para este diagnóstico, se utilizará como una lista de chequeo para realizar el control periódico que permita: revisar y recomendar estrategias con el fin de mantener esta ese, el comité será el encargado de diligenciar y analizar la información de esta planilla.

Como siguiente paso para la implementación del orden, se llevó acabo la organización de los centros de trabajo, haciendo uso de control visual (definir un nombre, código o color para cada cosa), y decidiendo donde guardar las cosas considerando su frecuencia de uso y acomodándolas de tal manera que faciliten la

localización de manera rápida y sencilla. Para esta jornada se dio un tiempo de hora y media para que cada trabajador organizara su puesto de trabajo y se dio inicio a una retroalimentación para proponer mejoras con base a los requerimientos de cada puesto de trabajo.

• **Implementación de la tercera hormiguita: limpiar.** Se pretende incentivar la actitud de limpieza del sitio de trabajo y la conservación de la clasificación y el orden de los elementos, para la implementación de esta ese se llevó a cabo una serie de pasos: primero, limpieza profunda, luego de la jornada de orden en los centros de trabajo se siguió con la limpieza en estos, donde además de limpiar el polvo y la suciedad en general, también se realizó una limpieza exhaustiva especialmente sobre cada máquina. Las actividades que se realizaron fueron: limpieza de la suciedad, desechos, oxido, polvo de todas las superficies. Se eliminó toda la viruta, se desengraso las maquinas, se retiró el polvo de cajones, armarios, ventanas, guarda equipos entre otras.

Ilustración 18. Limpieza en centros de trabajo.



Fuente: Autora.

Como segunda paso fue la limpieza general, donde se realizó la limpieza en los pasillos, el almacén, la bodega y la planta en general, esta jornada de limpieza ayuda a obtener un estándar de la forma como deben estar la planta

permanentemente y también de motivar a todo el personal en el proceso de implantación del programa de la 5ss.

Ilustración 19. Limpieza zonas comunes.



Fuente: Autora

- **Implementación de la cuarta hormiguita: estandarizar.** en esta etapa se tiende a conservar lo que se ha logrado aplicando estándares a la práctica de las tres primeras eses, para esta ese, se realizó una exposición al personal de la línea piloto por parte del comité, donde se mostraron los beneficios alcanzados gracias a la implementación de las 3 primeras eses, se crearon mecanismos de control para realizar el seguimiento al programa: la ficha 5ss para cada centro de trabajo y la lista de control de auditoría para el estado de las 5S's. En el anexo 33 está la ficha para cada uno de los centros de trabajo, en el mismo formato se encuentra una lista de control de auditorías con el fin de realizar auditorías mensuales por parte del comité a los puestos de trabajo.

- **Implementación de la quinta hormiguita: disciplina.** la práctica de la disciplina pretende lograr el hábito de respetar y usar correctamente los estándares ya establecidos, se mide por medio del cumplimiento de los compromiso adquiridos, debido a que el compromiso de todos es fundamental para la implementación de esta ese, se desarrolló una reunión con la dirección de la empresa y el comité,

donde se dejaron establecidas las bases para darle continuidad al programa en todas las áreas de la empresa,

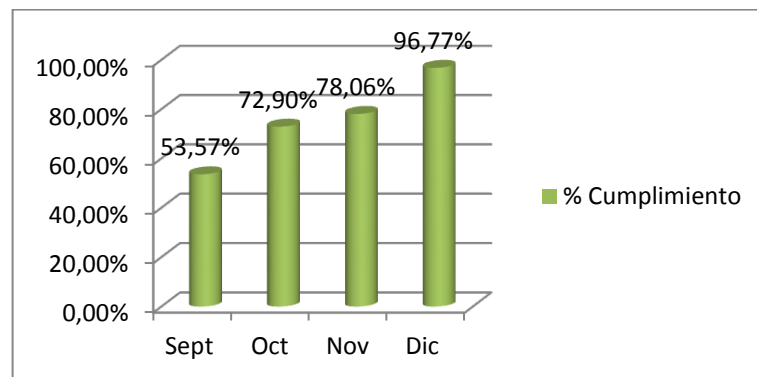
Etapas 5: Evaluación y seguimiento. Una vez terminado las etapas para la implementación del programa, se evaluaron los resultados con base en los mecanismos de control previamente diseñados, se recopilaron datos durante los 3 meses siguientes a su implementación, en la tabla 16 se muestran los resultados obtenidos en la auditorias (anexo 34)

Tabla 16. Resultado auditoria programa 5S's

	SEIRI	SEITON	SEISO	SEIKETSU	SHITSUKE	TOTAL
Sept	48,57%	62,00%	55,00%	48,00%	54,29%	53,57%
Oct	68,57%	72,00%	65,00%	68,00%	65,71%	72,90%
Nov	71,43%	80,00%	70,00%	68,00%	71,43%	78,06%
Dic	91,43%	96,00%	95,00%	84,00%	85,71%	96,77%

Fuente: Auditorias programa 5S's

Ilustración 20. Control de cumplimiento del programa 5S's



Fuente: Auditorias programa 5S's

Con base en la ilustración 20, se puede concluir que una vez implementada el programa de 5ss, el porcentaje de cumplimiento total del programa tuvo un comportamiento ascendente durante los meses evaluados, sin embargo se presentaron aspectos restrictivos tales como:

- Debido a que los operarios tienen que cumplir con un mínimo de producción, el afán de terminar rápido su labor, dificulta durante y al final de la jornada que sus centros de trabajo estén limpios y ordenados.
- Clima organizacional desfavorable causado principalmente por el descontento de los operarios respecto a las condiciones de trabajo, por tal motivo los operarios no siempre disponían del tiempo para la realización de las jornadas del programa.
- Falta de compromiso a nivel de mandos medios, es decir los coordinadores del proceso no se involucraban constantemente en las actividades desarrolladas pues se encontraban realizando otras labores.
- No se pudo encontrar fácilmente entre los operarios, líderes del programa que velaran por su cumplimiento e inspiraran el entusiasmo con el cumplimiento y ejecución de las actividades encaminadas a la implementación de las eses.

Durante el proceso de implementación se consiguió:

- Disminución de tiempos de operación, ya que los operarios encontraban con más facilidad las herramientas para la realización de su trabajo.
- Eliminación de más de 60 kilos de chatarra, la cual fue vendida después y se usó aproximadamente 40 kilos como materia prima para la fundición

Ilustración 21. Resultado programa 5S's



Fuente: Autora.

- Se consiguieron mejoras locativas como arreglo de pisos, paredes, goteras y demarcación de zonas.
- Se delimitó el espacio donde se ubican las coquillas de acuerdo a su tamaño, haciendo más fácil el control de éstas.
- Se acondicionaron las mesas de trabajo con el fin de mantener ordenada la herramienta y también se movieron más cerca a los centros de trabajo respectivos
- Contribuyó al mejoramiento del ambiente de trabajo pues permitió una mejor comunicación y bienestar de los operarios, pues las ideas que surgieron de ellos fueron las que se usaron para las actividades realizadas.
- Se colocaron señales indicadoras cerca a cada una de las operaciones.

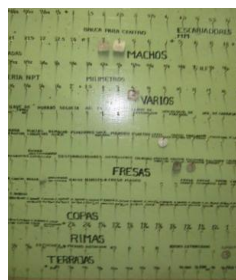
Ilustración 22. Señalización centros de trabajo



Fuente: Autora

- Clasificación de herramientas según su nivel de uso dentro del centro de trabajo y para cada operación del proceso. (ilustración 23)

Ilustración 23. Clasificación herramientas.



Fuente: Autora.

- Se estandarizó la distribución de los centros de trabajo generando mayor orden y comodidad para los operarios (ilustración 24)

Ilustración 24. Distribución centros de trabajo



Fuente: Autora

6.7.3 SMED.

Propuesta: Por medio de esta técnica se busca disminuir el tiempo que no agrega valor al proceso debido al cambio de herramientas necesario para cambiar de un tipo de producto a otro.

Objetivos:

- Reducir el tiempo de preparación y convertirlo en tiempo productivo.
- Reducir el tamaño de lotes de producción.
- Optimizar los cambios, contribuyendo al logro de la flexibilidad en el sistema.

Metodología

Etapa 1: Diagnóstico de la operación: Se realizó un diagnóstico detallado de las operaciones de preparación, puesta a punto y desmontaje del recurso cuello botella, esta operación es realizada por tornos que tienen como particularidad la utilización de varias herramientas e instrumentos de medición, lo cual hace que el tiempo de ejecución para estas actividades sean una cifra considerable, con el fin de cumplir esta etapa se realizó una toma de tiempos, y varias entrevistas con los operarios y coordinadores. Con base en lo anterior se encontró que:

- Cada operario tiene su propio método de trabajo.
- El montaje es realizado por la persona que ejecutará la operación.
- La calibración de los instrumentos de medición son hechos por los operarios, y eventualmente recurren al laboratorio de metrología y los tiempos varían dependiendo de la referencia a trabajar
- Dependiendo de la referencia se elige la fresa, asimismo dependiendo de estas también se cambian las barras, las cuales se encuentran dispuestas en un estante a 2.4 metros de las máquinas.
- El método para colocar los insertos es a prueba y a error, ya que se hace uso de calzas para graduar el nivel, lo que hace que se gaste tiempo colocándolas y quitándolas hasta lograr el ajuste requerido.
- La mesa de trabajo esta distante a la máquina.
- En el momento de la preparación se presentan varias búsquedas de herramientas debido a que no se traen junto a la máquinas todas las herramientas necesarias y a medida que se necesitan se van buscando y trayendo.
- El tiempo de ciclo de la máquina depende de la longitud de la pieza a mecanizar, por lo tanto este valor es variable
- Existencia de operaciones de apoyo que no son propias de la puesta a punto o del montaje y desmontaje.

Para la implementación de esta herramienta, se realizó una jornada de capacitación con los involucrados es decir los operarios de los tornos de diámetro interior y auxiliares de mantenimiento, que a su vez conformarían el grupo de trabajo para la implementación de ésta metodología, este entrenamiento se basó en dar a conocer la importancia de la reducción de los tiempos de montaje en todo el sistema productivo recalcando el resultado en el aumento de productividad y en la flexibilidad del sistema productivo, luego se realizó una identificación de todas las actividades involucradas en la operación de alistamiento de la máquina, y como resultado de la reunión se elaboró el diagrama de flujo del proceso de alistamiento (anexo 35)

Etapa 2: Separación de elementos internos y externos: Consiste en clasificar las actividades internas y externas, con base en la información recolectada en la etapa 1, para tal fin se realizó un cuadro (anexo 36) donde para cada elemento de la operación se identifica si la máquina esta parada o no, se determina si la operación es interna o externa y se registra el tiempo de duración (tabla 17)

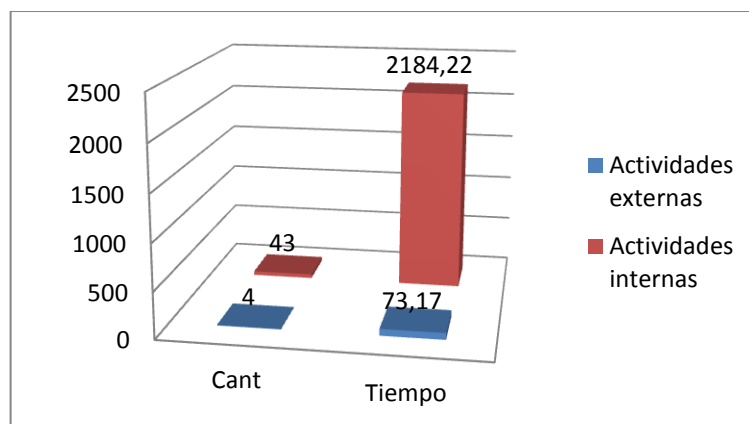
Tabla 17. Actividades internas y externas

	Cant	Tiempo
Actividades externas	4	73,17
Actividades internas	43	2184,22
Total	47	2257,39

Fuente: Diagrama de flujo alistamiento

Según la ilustración 25, se encontró que el 91% de las actividades se realiza mientras la máquina esta parada es decir se ejecutan como actividades internas, mientras que solo un 9% se realizan con la máquina operando, con base en lo anterior se puede concluir que el proceso de puesta punto, montaje y desmontaje en su mayoría están utilizando tiempo improductivo tanto para la máquina como para el proceso, es decir esta operación está compuesta principalmente por el desarrollo de actividades de tipo internas.

Ilustración 25. Actividades internas vs externas

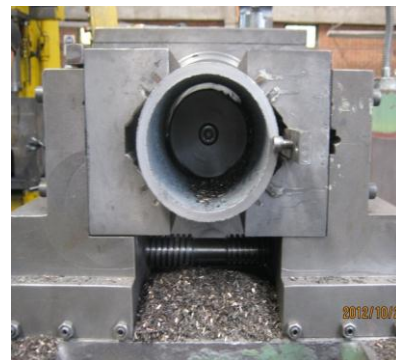


Fuente: Diagrama de flujo alistamiento

Etapa 3: Conversión elementos internos en externos: Consiste en convertir actividades internas en externas, observando y analizando las funciones y propósitos de cada operación, considerando los resultados de la primera y segunda etapa y con base en el diagrama de flujo se redefinen las actividades que erróneamente se están considerando como internas y eliminando las no necesarias. Con el objetivo de cumplir el propósito de esta etapa, se implementan las siguientes acciones de mejora.

- Se realiza una reparación del estante donde se colocan las fresas, y se redefine la ubicación de éstas de acuerdo a su tamaño, al hacer esta adecuación se puede ir en busca de esta herramienta cuando la máquina está en funcionamiento.
- Se estandarizó que antes de parar la máquina todos los operarios deben ir por los productos a mecanizar, asimismo también se estableció que solamente deben ir una vez a la mesa de trabajo y llevar de una vez todo lo que se necesita para el lote que se procesara en seguida.
- Se realiza una mejora a los dispositivos del diámetro interior (ilustración 26), a cargo del departamento de mantenimiento, este consiste en agilizar y controlar el proceso de ajuste del centro de la camisa, con este dispositivo se eliminan los tiempos de ajuste de los tornillos.

Ilustración 26. Dispositivo diámetro interior



Fuente: Departamento de mantenimiento

- Se identificó que los insertos nuevos que se utilizaban se afilaban para quitarle el brillo que el inserto dejaba a la camisa ya que los operarios suponían que esta característica en la pieza no era aceptable para el cliente, después de comentarle la anterior situación al departamento de comercial, donde se encontró que esas consideraciones eran erróneas se decidió que los insertos nuevos no se afilen, con lo cual se aumentó la cantidad de piezas que se procesa por inserto, y asimismo se movió la máquina afiladora cerca de la sección de las máquinas, eliminando la distancia de transporte.
- Se establece una metodología para realizar las actividades de calibración de los instrumentos, para que antes de empezar el proceso del siguiente lote el operario avise por medio de un timbre instalado en la sección al auxiliar del laboratorio de metrología, para que éste se dirija al centro de trabajo, recoja el instrumento de medición y lo calibre con las condiciones necesarias dentro del laboratorio y luego lo lleve de nuevo, así se garantiza primero que el instrumento esta calibrado y que el operario solo realice las actividades inherentes al proceso.
- Se redistribuyeron las mesas de trabajo para que estas queden cerca al centro de trabajo.

En el anexo 37 se muestra la conversión de los elementos y los tiempos para cada operación, que se obtuvieron al implementar las mejoras mencionadas anteriormente, las cuales contribuyeron al logro de eliminar 8 actividades y de pasar de 43 a 29 actividades internas disminuyendo las operaciones que se hacen con la máquina inactiva y también se pasó de 4 a 10 actividades externas.

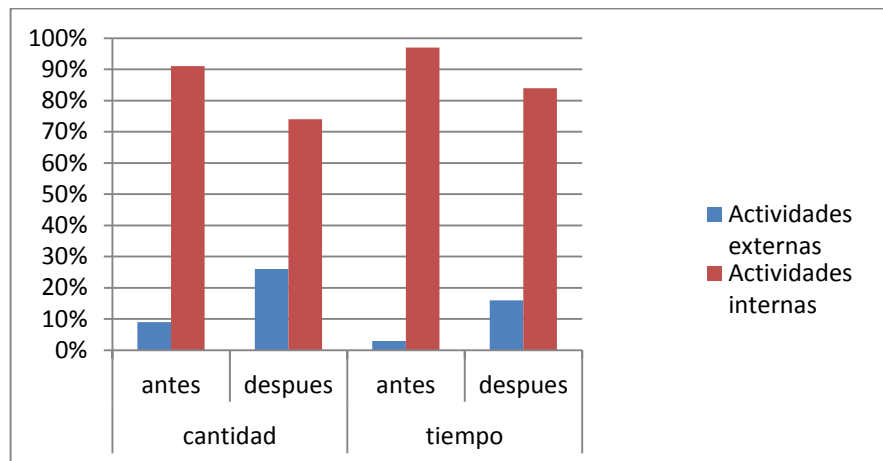
En la tabla 18 se muestra el resultado de la conversión de los elementos y en el grafico (ilustración 27) la comparación de los porcentajes de contribución de cada uno de los elementos internos y externos tanto en cantidad como en tiempo antes y después de las mejoras.

Tabla 18. Conversión operaciones

	Cantidad		Tiempo	
	Antes	Después	Antes	Después
Actividades externas	9%	26%	3%	16%
Actividades internas	91%	74%	97%	84%

Fuente: Autora

Ilustración 27. Conversión operaciones



Fuente: Autora

Etapa 4: Mejoramiento de los elementos: con el objetivo de estandarizar y dar a conocer las mejoras implementadas en la etapa anterior se socializa con los operarios de diámetro interior las nuevas actividades que se desarrollan en la puesta a punto, asimismo se diseña el formato de one point lessons, en donde se estandariza la manera de hacer la operaciones de alistamiento, este formato se puede ver en el anexo 38.

6.7.4 Balanceo de línea.

Propuesta Para que el flujo ocurra dentro de los procesos que agregan valor, los operarios deben ser capaces de producir dentro del takt time, el balanceo de línea

es un proceso a través del cual con el tiempo se van distribuyendo los elementos del trabajo para que alcancen el takt time

Objetivos:

- Optimizar el uso del personal.
- Elaborar el grafico yamazumi, el cual es una representación de la carga de trabajo de cada operario y su comparación con el takt time.

Metodología

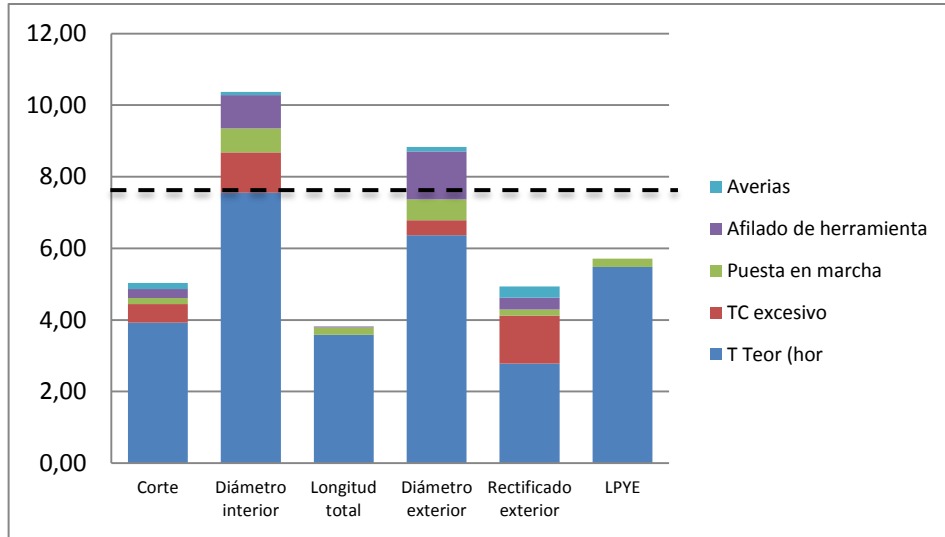
Eta**pa 1 Elaboración de Yamazumi**, se determina el tiempo planificado de producción y tiempo de ciclo de la operación, estos tiempo se determinaron en el capítulo de análisis de capacidad del presente libro de donde se sabe que el tiempo planificado de producción es de 465 minutos, el tiempo de ciclo total es de 531.99 segundos y el volumen de producción de 621 und/ dia, luego se obtienen los tiempos de perdidas los cuales se determinaron con base en la observación, registros del departamento de mantenimiento, entrevista a los operarios y coordinador de mecanizado, se presenta en la tabla 19 los tiempos que se tuvieron en cuenta para la elaboración del diagrama Yamazumi (ilustración 28). En el anexo 39 se encuentran el procedimiento para su elaboración.

Tabla 19. Tiempos Yamazumi

	T Teorico	TC excesivo	Puesta en marcha	Afilado de herramienta	Averias
Corte	T	0,53	0,17	0,25	0,17
Diámetro interior	7,55	1,13	0,67	0,93	0,08
Longitud total	3,59	0,00	0,20	0,03	0,00
Diámetro exterior	6,37	0,42	0,58	1,34	0,13
Rectificado exterior	2,78	1,34	0,17	0,33	0,31
LPYE	5,48	0,00	0,23	0,00	0,00

Fuente: Toma de tiempos de actividades

Ilustración 28. Yamazumi



Fuente: Tiempos yamazumi

Etapla 2: Cálculo del takt time: éste se obtiene dividiendo el tiempo disponible con el que se cuenta entre la demanda del cliente, este resultado nos indica el tiempo máximo que el operador debe procesar la pieza ante de pasarla a la siguiente operación. Como siguiente paso se realiza el grafico de balanceo de operadores donde se visualiza el takt time contra el tiempo de ciclo. (ilustración 29)

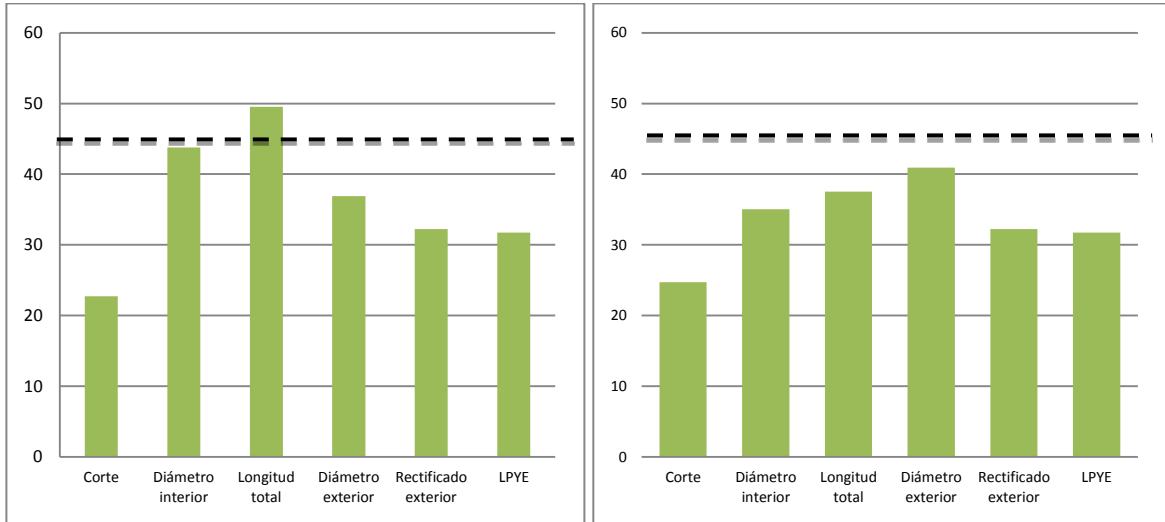
$$Takt\ time = \frac{465 \frac{min}{día}}{621 \frac{und}{día}} = 0.749 \frac{min}{und} = 44.9 \frac{seg}{und}$$

Tabla 20. Takt time y tiempo de ciclo, sin balance

Operación	Tiempo ciclo	Takt time	Operación	Tiempo ciclo	Takt time
Corte	22.74	44,9	Diámetro exterior	36.91	44,9
Diámetro interior	43.78	44,9	Rectificado	32,24	44,9
Longitud total	49,53	44,9	LPYE	31,75	44,9

Fuente: Estudio de tiempos

Ilustración 29. Gráfica balanceo de operadores



Fuente: Registro tiempos tabla 20 y 21.

Etap 3: Balance, Al analizar tanto la figura 1 del yamazumi como la 2 balanceo de operadores, se observa que las actividades están desbalanceadas, debido a que la operación de longitud total no siempre se realiza se propone que se pueda combinar esta operación con la diámetro exterior para lograr un balance entre estas, esto también debido que estas operaciones son consecutivas y las máquinas se encuentran cerca una de la otra, y para la operación de diámetro interior se propone programar un tiempo diferente de jornada o asignar otra máquina que realice esta operación para que no esté tan cerca al takt time y poder balancearlas con las demás.

Tabla 21. Takt time y tiempo de ciclo, con balance.

Operación	Tiempo ciclo	Takt time	Operación	Tiempo o ciclo	Takt time
Corte	24,74	44,9	Diámetro exterior	40,91	44,9
Diámetro interior	35,02	44,9	Rectificado	32,24	44,9
Longitud total	37,53	44,9	LPYE	31,75	44,9

Fuente: Autora

6.7.5 Trabajo estandarizado.

Propuesta: documentar y estandarizar los métodos de trabajo para la línea de camisa seca que permita facilitar la supervisión del cumplimiento del estándar y a su vez contribuir a la capacitación de los nuevos trabajadores y en general al mejoramiento del desempeño de sus tareas.

Objetivos:

- Realizar una caracterización de cada centro de trabajo.
- Realizar los one point lessons³⁹, de soluciones a los defectos de calidad y de conocimiento básico sobre operaciones de alistamiento.
- Apoyar al control visual del proceso y preservar el know how inherente a cada operación.

Metodología.

Etapas 1: Estudio del proceso, se tomaron fotos y videos acerca de cada uno de los procesos que se desarrollan en la producción de camisas seca con el objetivo de ser analizados detalladamente, también se tuvo una reunión con la gerencia y los coordinadores del proceso que permitió identificar los aspectos que estos consideraban eran importantes establecer en los estándares.

Etapas 2: Elaboración de estándares, considerado las etapas anteriores y con la colaboración de los operarios, se realizaron los instructivos de caracterización de los centros de trabajo y las OPL (one point lesson). Las características a nivel general que se tuvieron en cuenta para la caracterización fue la descripción de la máquina con base en el manual de mantenimiento, se describieron las operaciones que esta realiza y la documentación que es o se necesita para el proceso, asimismo se enlistan las herramientas e instrumentos de medición

³⁹ Lección puntual documento gráfico utilizado para transmitir conocimientos, registrar mejoras o soluciones de problemas aplicadas a las máquinas y al proceso

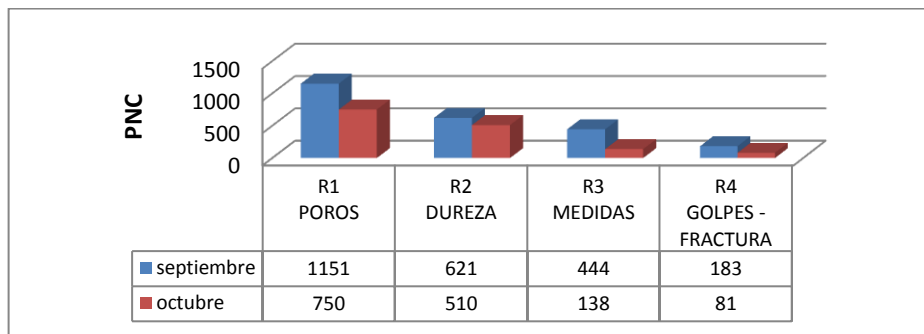
necesarios, que se deben encontrar en ese centro de trabajo, asimismo se describen concretamente las actividades que el operario debe realizar para garantizar el buen funcionamiento de la máquina, y también se describen los aspectos relacionados con la seguridad, es decir la identificación y descripción de los peligros y las medidas preventivas que se usan. Respecto a las OPL, se identificó los defectos de acuerdo a la operación y por medio de imágenes y con una breve descripción se puntualiza la causa del defecto y la manera de corregirlo, asimismo se explica la manera de realizar las operaciones de alistamiento y se establecen estándares para la preparación de la mezcla de revestimiento y de la pintura refractaria. En el anexo 40 se muestran las caracterizaciones de los centro de trabajo y en el anexo 41, las opl por operación, de igual manera se desarrollan estándares de trabajo para la preparación de carga del horno cubilote anexo 42.

Etapa 3: Entrega y socialización de estándares, habiendo realizado, terminado y aprobado los estándares, estos fueron presentados a los operarios donde se determinó que efectivamente estos eran los métodos más eficientes; luego las caracterizaciones de cada centro de trabajo fueron ubicados en cada máquina de manera tal que fueran visibles, y las OPL, se ubicaron cerca a cada sección con el objetivo de que estuvieran cerca a los operarios que hacen el proceso.

Etapa 4: Evaluación de resultados: luego de implementados estos estándares se evaluó semanalmente y por un mes los defectos generados en cada centro de trabajo y se compararon con el estado inicial en que se encontraba la etapa de estandarización, como se puede observar en la ilustración 30, se evidencia una disminución en el número de producto no conforme, este resultado es obtenido con base en la comunicación y entrenamiento a todos los operarios sobre las acciones a realizar para identificar y eliminar las causas generadoras de defectos, también se contribuyó a mejorar el mantenimiento autónomo de las máquinas, pues con base en las acciones generales que el operario debe efectuar y debe tener en cuenta, se reportó un incremento en las solicitudes de mantenimiento las

cuales pasaron de 55 en el mes de septiembre a 125 en octubre, esta información fue suministrada por el departamento de mantenimiento y puede ser vista en el anexo 43, los resultados mencionados anteriormente son producto de la eliminación de actividades que no agregaban valor a la operación así como la ventaja de realizar siempre un único método eficiente. También empezó la actualización de los planos todos con medidas en milímetros, esta tarea fue asignada al laboratorio de metrología.

Ilustración 30. PNC antes y después.



Fuente: Registro producto no conforme

6.7.6 JIT.

Propuesta: Reducir o eliminar las actividades que no agregan valor, buscando producir el mínimo número de unidades en las menores cantidades.

Objetivos:

- Implementar un enfoque de calidad en la fuente en todo el proceso.
- No producir más piezas de lo necesario y reducir las pérdidas por defectos.
- No generar exceso de inventario entre operaciones.

Metodología

Etaapa 1: Capacitar sobre la filosofía jit; esta fase contempla la intervención de los empleados a los cuales se les debe proporcionar los conceptos básicos de jit y la manera de aplicarse en el proceso, la capacitación referente a jit (anexo 44)

Etapa 2: Identificación de restricciones del sistema: si bien jit es una herramienta cuya implementación tomará tiempo, entonces con el objetivo de cumplir el propósito de esta herramienta, se ha determinado que jit debe ser aplicado a todas las operaciones del proceso productivo, este alcance no contempla las actividades de compras y distribución.

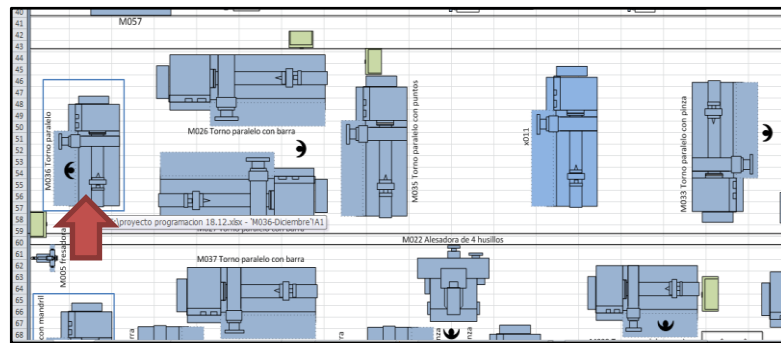
Etapa 3: Implementación, como se vio en el marco teórico, esta filosofía incluye el concepto de calidad en la fuente y de un sistema pull, para la aplicación de estos conceptos se presenta la implementación de Jidoka y Kanban respectivamente. Por otro lado y con el objetivo de contribuir a la eliminación de desperdicios se proponen las siguientes mejoras:

- **Programación de la producción:** para poder lograr un sistema unificado de producción se llevó a cabo una reunión con la gerente de la empresa, en donde se le mostró las deficiencias de tener tres programadoras para la producción, se le planteó la propuesta de centralizar esta función a cargo de una sola persona sugiriendo al coordinador de mecanizado, reduciendo de esta manera el flujo de información e integrando los procesos, a continuación se describe la nueva metodología propuesta para el proceso de programación la cual está en proceso de implementación, pues la gerencia lo consideró como un proyecto a mediano plazo, ya que requiere de la integración de todas las líneas de productos, en el anexo 45 se observa la propuesta de la herramienta ofimática.

Luego de que el departamento de comercial recibe los pedidos, el consolidado de estos es enviado al coordinador de mecanizado quien por medio del formato de programación que actualmente se maneja programa las cantidades de cada referencia, esta orden es enviada a fundición y se empieza la producción, mientras tanto como el coordinador de mecanizado ya sabe las referencias y las cantidades que se están fundiendo y que estarán disponibles el día siguiente, procede a realizar la programación para mecanizado, para tal fin se diseñó una

herramienta en Excel, donde se muestra el plano general de la planta con hipervínculos para cada una de las máquinas de la línea de camisa seca (ilustración 31), en una plantilla se muestran las restricciones de operación de cada máquina, su capacidad instalada, y el cálculo del tamaño de los Kanban, asimismo esta herramienta evalúa la productividad de cada centro de trabajo, el porcentaje de defectos y la eficiencia con la que se cumplió la programación. (ilustración 32).

Ilustración 31. Plano de la planta con hipervínculos



Fuente: Planilla Excel programación

Ilustración 32. Programación e indicadores centros de trabajo



Fuente: Planilla Excel programación

• **Inventario producto en proceso:** con el objetivo de que el uso de los tubos provenientes de fundición se haga en forma FIFO, se decide usar pintura sobre

estos y registrar en la hoja de trazabilidad dicho color, de esta manera la materia prima para el proceso de mecanizado puede ser utilizada de acuerdo al principio FIFO y se elimina la posibilidad de que el operario volante elija un lote con especificaciones similares ocasionando incumplimiento a la programación, también se decide crear un formato para el control de lotes de tubos de fundición que no se han programado (anexo 46), pues se evidenció coladas de más de tres meses de fundidas aun en el patio y que por no saber con lo que se contaba, se seguían programando para fundición estas mismas referencias. Para medir el impacto de estas mejoras se volvió a tomar el dato de 4 coladas luego de su implementación y se evidenció la disminución del inventario que se encuentra en el patio de mecanizado el cual paso de 5 días a 3 días.

Ilustración 33. Tubos pintados según colada



Fuente: Autora

6.7.7 Kanban.

Propósito: Integrar los procesos corte, diámetro interior, diámetro exterior, rectificado y LPE, de tal forma que los materiales lleguen en el tiempo y en la cantidad requerida a cada etapa del proceso de la elaboración de las camisas automotrices de la línea seca.

Objetivos:

- Mantener identificado el producto a lo largo de todo el proceso.
- Identificar y controlar los niveles de inventario de producto en proceso.
- Contribuir al logro de la eliminación de la sobreproducción .

Metodología

Etapa 1: Capacitación, esta etapa se llevó junto con la etapa inicial de la metodología JIT, donde se explican los conceptos de kanban, sus características, reglas y beneficios.

Etapa 2: Planeación del kanban, se determina que el coordinador de mecanizado será el responsable de determinar el tamaño de los lotes en el momento en que está realizando la programación de la producción de acuerdo al tamaño del kanban contenedor, no se usaran tarjetas pues ya se cuenta con las hojas de trazabilidad que nos permiten la identificación del producto, a su vez se hace uso de los carros transportadores como los kanban contenedor

Ilustración 34. Kanban contenedor



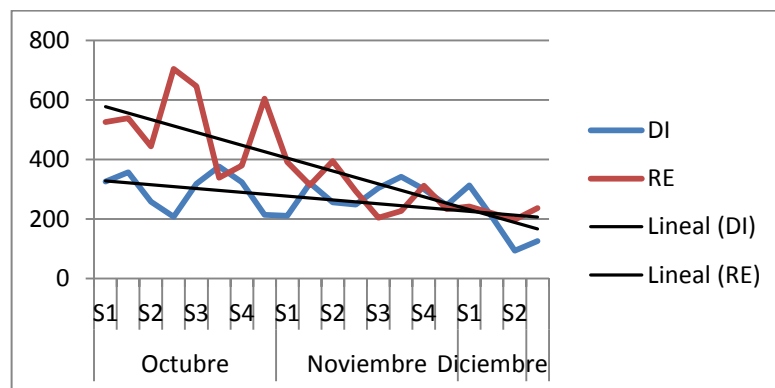
Fuente: Autora

Etapa 3: Implementación del kanban: inicialmente el Kanban se implementó por centros de trabajos pilotos, es decir no se trabajó en todos los centros de trabajo que conforman la línea de camisas seca sino solo en una máquina de cada operación, así el flujo del proceso es el siguiente: cuando el operario del centro de trabajo posterior utiliza las piezas del contenedor (carro transportador) libera el Kanban de transporte, el cual es visible para el operario volante pues el carro está vacío, el operario volante con el contenedor vacío se dirige al proceso anterior en donde deja el contenedor vacío y elige otro, el contenedor vacío que llega a este centro de trabajo funciona como el kanban de producción pues este centro de

trabajo inicia la fabricación de las piezas retiradas y así el proceso continúa hasta la última operación, en el anexo 47 se muestra el diagrama donde se esquematiza el funcionamiento de esta herramienta.

Etapa 4: Seguimiento de kanban: al inicio de la implementación de esta herramienta se presentó mucha inseguridad por parte de los operarios acerca del funcionamiento del sistema, ya que se tendían a mover los lotes sin el carro transportador o se presentaba incertidumbre sobre que lotes procesar primero, con el objetivo de asegurar el éxito de esta herramienta se organizaron visitas continuas a estos centros de trabajo en donde se resolvían dudas y se reiteraban los beneficios de la herramienta, con el objetivo de monitorear los logros alcanzados se calculó la cantidad promedio de producto en proceso en los sitios de almacenamiento de los centros de trabajo de diámetro interior y rectificado ya que representaban visualmente los sitios de mayor acumulación de este inventario, para tal fin se diseñó el formato que puede ser visto en el anexo 48, los datos que se registraron corresponden a dos días a la semana durante 1 mes antes de la implementación y luego de dos días a la semana durante mes y medio durante la implementación, la cantidad de piezas que aparecían en la hoja de trazabilidad de los lotes de producto en proceso fueron los datos que se tomaron para el cálculo,

Ilustración 35. Control inventario en proceso



Fuente: Registro cantidad producto en proceso

Como se observa en la ilustración 35 se muestra en ambos casos una disminución del inventario de producto en proceso. Por medio de la implementación de esta herramienta, también se consiguió hacer más ágil el proceso de suministro de los tubos de fundición a la planta de mecanizado pues ya no se movía en grandes cantidades sino en las que el tamaño del contenedor definía.

6.7.8 Jidoka.

Propuesta: Verificar durante el proceso con el fin de detectar y corregir defectos de la producción, evitando la elaboración de producto no conforme y asegurando la calidad del proceso mismo.

Objetivos:

- Detectar defectos de los productos en el proceso.
- No permitir el paso de producto defectuoso a la operación siguiente.
- Definir y unificar los parámetros óptimos de calidad en las diferentes operaciones del proceso.

Metodología

Etapas 1: Detectar los defectos, debido a que los defectos de fundición en este momento en la empresa se están solucionando con proyectos de mejora de máquinas, se tratarán los defectos de mecanizado referentes a los errores por las especificaciones dimensionales de las camisas, en donde se encontró que los principales errores corresponde a la sección de diámetro exterior referente a conicidad y ovalidad, pues actualmente los operarios solo inspeccionan las medidas de la pieza, pero no se controlan estas especificaciones.

Etapas 2: Desarrollo de instrumentos y procedimientos que faciliten la detección de anomalías en el proceso; con el fin de cumplir el objetivo de esta herramienta: evitar que productos defectuosos avancen en el proceso y

considerando las restricciones del sistema es decir que las máquinas son de operación manual, se diseñó un instrumento que luego de que la pieza ha sido mecanizada en este centro de trabajo se verifica por medio de un reloj comparador la existencia de cono y ovalo, a su vez se diseñó un cuadro donde se encuentran las especificaciones con sus respectivas tolerancias de cada centro de trabajo.(anexo 49)

Ilustración 36. Jidoka diámetro exterior



Fuente: Autora

Etapas 3: Seguimiento Jidoka; el instrumento de medición fue entregado a dos centros de trabajo de diámetro exterior durante dos semanas tiempo que se designó para evaluarlo, luego de este tiempo se habló con los operarios para saber cómo les había parecido el nuevo instrumento y que ventajas o desventajas este presentaba, ellos manifestaron que era rápido, de fácil manejo y que les ayudaba controlar los parámetros de cono y ovalo y a su vez realizar ajustes a la máquina para evitar la producción de PNC, también se habló con los de rectificado pues es el proceso siguiente y se encontró que el número de pasadas de la camisas por la rectificadora ya no variaba y se determinó que en promedio se necesitaban de 3 pasadas, lo anterior debido a que se estaban cumpliendo las tolerancias establecidas en los centros de trabajo.

6.7.9 Gerencia visual.

Propuesta: Actuar sobre los procesos en tiempo real y evaluar las mejoras implementadas.

Objetivos:

- Crear un sistema de indicadores de desempeño para las herramientas implementadas.
- Desplegar la información de los indicadores a diferentes niveles de la empresa.

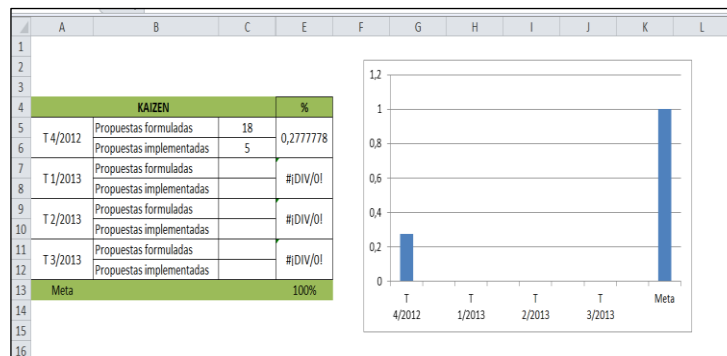
Metodología.

Etapas 1. Diseño de indicadores, se complementó el actual sistema de indicadores de gestión con el objetivo de que los nuevos indicadores permitan medir y controlar la productividad la eficiencia y la eficacia del proceso y también que permitan medir y evaluar el desarrollo de las mejoras implementadas y su contribución al sistema, para poder cumplir con este propósito se realizó una ficha técnica de cada indicador con el objetivo, forma de cálculo, frecuencia anexo 50.

Etapas 2. Cálculo del indicador. Para los indicadores de gestión se tuvo en cuenta un periodo de 3 meses que inició el 18 de septiembre al 18 de diciembre de 2012 y para los indicadores de desempeño de las mejoras se midieron antes y después de su implementación, la mayoría de estos se encuentran en la descripción del seguimiento a la herramienta de manufactura esbelta implementada.

- **5S's:** la evolución de este indicador fue explicada en el capítulo, el objetivo es darle continuidad al programa, los resultados fueron tomados de acuerdo a los datos arrojados por la auditoría del programa que fue desarrollada en Excel.
- **Kaizen:** la gerencia lleva el registro de todas las propuestas que se formulan ya sean por los mismos empleados, por practicantes o por consultores, se consultó esta información de los últimos tres meses del año, con el fin de evaluar el cumplimiento de estas propuestas,

Ilustración 37. Indicador kaizen



Fuente: Registro de propuestas

Para los indicadores del proceso, se diseñó una plantilla en Excel la cual compila tres tipos de entrada, en una hoja se ingresan los datos correspondientes a las áreas de mecanizado y fundición sobre la producción, el producto no conforme, la unidades reprocesadas y las horas trabajadas respectivamente (ilustración 38), otra hoja contiene el resumen del promedio de indicadores mensuales con los datos históricos y la meta propuesta y en otra hoja se encuentran los gráficos que permiten conocer la situación de los indicadores en el tiempo y como están respecto a la meta (ilustración 39)

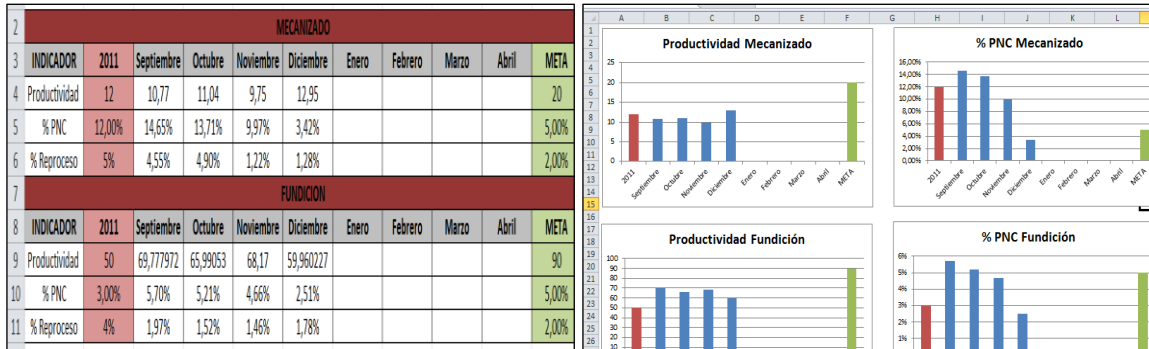
Etap 3. Sistema de indicadores, con el propósito de desplegar estos indicadores a todos los niveles de la empresa para establecerlos como el método más eficaz para suministrar información de una manera clara y con la finalidad de que comprendan las condiciones actuales respecto a las metas establecidas que se deben cumplir y para motivar al personal al logro de los objetivos gerenciales se creó una cartelera para la gerencia visual de los indicadores donde se les presenta a los trabajadores el resultado de estos, como consecuencia de esta herramienta se contribuyó al aumento de la participación y propuestas de mejora de los empleados por el logro de los objetivos.

Ilustración 38. Plantillas para el cálculo de indicadores

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC		
1	Dia	1	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL		
2	MECANIZADO																														
3	Producción (Camisas)	3473	1266	1091	2916	3782	2899	1081	931	3208	2455	3309	2964	2297	2264	1192	1019	3173	4126	3669	3102	3175	1474	1751	2895	1926	2083	1863	65384		
4	PNC	81	102	103	8	15	38	92	45	125	68	14	57	69	38	105	14	81	63	82	50	143	25	138	33	95	36	18	1738		
5	Reprocesadas	150	0	0	0	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	147	0	0	0	0	400	0	0	0	0	0	0	0	755		
6	No. Operarios	28	27	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	27	28	22	22	22	22	22	21	22	22	22	22	22,78	
7	Horas extras	32	0	0	0	42	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	134		
8	Total horas hombre	256	216	176	176	218	176	176	176	196	176	176	176	176	176	176	176	216	264	176	176	176	176	168	176	176	176	176	5054		
9	FUNDICION																														
10	Producción (Kg fundido)	10521	0	12458	0	8540	0	11588	0	12445	0	9523	0	10209	0	9878	0	11255	0	12320	0	8786	0	9452	0	10214	0	11883	149072		
11	Producción (tubos)	2031	0	2513	0	2003	0	1773	0	2536	0	1588	0	2517	0	1652	0	2472	0	2664	0	1475	0	1750	0	2154	0	2847	29975		
12	PNC	36	0	108	0	77	0	19	0	56	0	49	0	65	0	51	0	70	0	72	0	21	0	14	0	62	0	28	728		
13	Reprocesadas	45	0	43	0	37	0	51	0	59	0	42	0	42	0	53	0	55	0	52	0	45	0	43	0	57	0	54	678		
14	No. Operarios	22	0	22	0	22	0	22	0	22	0	22	0	22	0	22	0	22	0	22	0	22	0	22	0	22	0	22	11,40740741		
15	Horas extras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
16	Total horas hombre	176	0	176	0	176	0	176	0	176	0	176	0	176	0	176	0	176	0	176	0	176	0	176	0	176	0	176	2464		

Fuente: Autora

Ilustración 39. Plantilla resumen y gerencia visual indicadores



Fuente: Autora

6.8 ESTADO FUTURO.

En el anexo 51 se encuentra el VSM futuro luego del proceso de implementación de las herramientas de manufactura esbelta, en este se muestra la disminución del lead time, pues se disminuyeron o eliminaron principalmente los inventarios entre proceso, lo que generó un disminución de 34.98 días a 22 días, lo cual representa un mejoramiento del 37.1%.

7. SIMULACIÓN.

7.1 Propuesta de distribución de planta.

- **Datos básicos de entrada:** Haciendo uso del conocimiento de los procesos que se desarrollan en la empresa junto con la elaboración de los diagramas de flujo, diagramas de recorrido y los tiempos por centros de trabajo se obtuvieron los datos de cantidad, producto y ruta.

- **Gráfico de relaciones:** el objetivo de este grafico es mostrar la interacción existente y determinar la intensidad de flujo de las operaciones, esta grafico se elabora con base en una escala (tabla 22) que permite medir la importancia de las relaciones que existen entre las diferentes actividades, este gráfico se muestra en la ilustración.40.

Tabla 22. Prioridad y razón de relaciones.

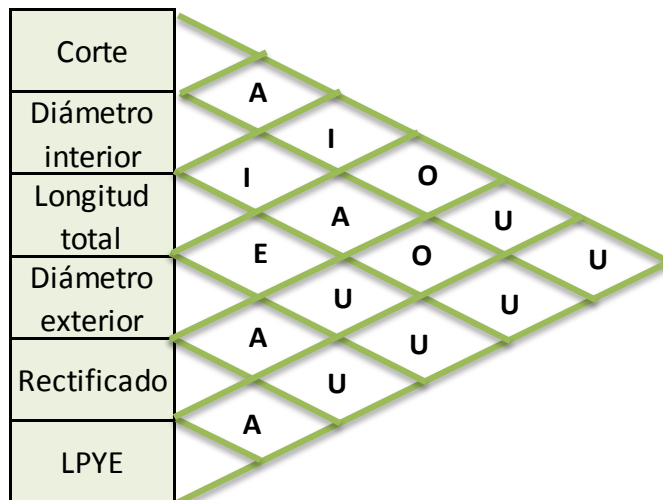
Cód.	Prioridad	Valor	Símbolo	Cód.	Razón
A	Absolutamente necesaria	4		1	Cantidad de flujo de material
E	Especialmente importante	3		2	Necesidad de contacto personal
I	Importante	2		3	Contacto frecuente
O	Ordinario	1		4	Supervisión de personal
U	No importante	0		5	Uso compartido de personal
X	Indeseable	-1			

Fuente: Meyers⁴⁰.

⁴⁰ Meyers, Fred, Op Cit p.

También se elabora una tabla de relaciones para los servicios o actividades que no hacen parte de flujo de materiales, en este caso se incluye la sección del almacén junto con las demás operaciones del flujo dada la importancia que este tiene con todos los centros de trabajo, en la tabla 23 se muestran las relaciones junto con las razones de proximidad que se consideraron.

Ilustración 40. Gráfico de relaciones.



Fuente: Autora.

Tabla 23. Relaciones de actividades

	Corte	Diámetro interior	Longitud total	Diámetro exterior	Rectificado	LPYE
Almacén	I(1)	E(1)	I(1)	E(1-3)	I(1)	I(1)
Corte		A(1)	I(1)	O	U	U
Diámetro interior			I(1)	A(1-3)	O	U
Longitud total				E(1-5)	U	U
Diámetro exterior					A(1)	U
Rectificado						A(1-5)
LPYE						

Fuente: Autora

- **Diagrama de relación de actividades**, una vez identificadas las relaciones entre los centros de trabajo se elabora el diagrama de relaciones (anexo 52) en este no se evidencian necesidades de relación indeseable, lo que permite hacer más flexibles las propuestas de diseño, este diagrama fue revisado y aprobado por el coordinador de mecanizado.

- **Plano de la distribución propuesta**, con base en lo anterior, se desarrolló la propuesta de distribución la cual estuvo fundamentada bajo la filosofía de manufactura esbelta y tipo de distribución por celdas en las que se intenta combinar el diseño por producto y por proceso para aprovechar la ventaja que ofrece cada uno de ellos, el diseño de la propuesta de la nueva distribución de planta busco cumplir con los espacios mínimos requeridos entre los centros de trabajo considerando las limitaciones de la infraestructura existentes, esta propuesta se puede ver en el anexo 53. A continuación se enuncian tanto las ventajas como las desventajas de la propuesta de distribución.

Ventajas:

- La adaptación y ubicación del almacén en el primer piso de la planta permite una disminución tanto de transportes como de tiempo en general para todos los empleados de la empresa, pues se eliminó la distancia de ir hasta el segundo nivel en la planta (7.5 m)
- Con esta distribución hay un ahorro de 50.05% en la distancia total recorrida en el proceso. En el anexo 54, se encuentra la matriz de distancias y en la tabla 24 el resumen del total de la distancia recorrida entre centros de trabajo.
- Reducción del inventario en proceso
- Facilita el manejo de Kanban entre todos los procesos y contribuye al flujo continuo del proceso
- Mejoramiento del bienestar de los operarios
- Aprovechamiento eficiente del espacio, pues al hacer la redistribución de las máquinas que se encuentran dentro de la planta, se logra liberación de espacio

para entrar las CNC, que encuentran fuera de la planta y se puede asignar trabajo a estas con mayor frecuencia.

Tabla 24. Distancias entre centros de trabajo

Ruta	Distancia (actual)	Distancia (Propuesta)
Corte – Diámetro interior	185.31 m	118.21 m
Diámetro interior – diámetro exterior	1071.81	421.9 m
Diámetro exterior - Rectificado	238.32	198.7 m
Rectificado - LPYE	15.62	15.62
Total	1511.06	754.43

Fuente: Matriz de distancias.

Desventajas: Se requiere contar con tiempo extra para realizar los movimientos de las máquinas, ya que no se puede parar la producción.

Actividades requeridas para la propuesta, para implementar la propuesta diseñada se deben realizar previamente una serie de actividades las cuales se enumeran a continuación.

- Adecuación del piso, cubriendo totalmente las instalaciones que se encuentran en el piso y dejando espacios que se pueda abrir y cerrar para cuando se necesite de adecuaciones o mantenimiento., y nuevas mesas de trabajo
- Mover el equipo obsoleto, máquina X010 hacia la zona de especiales ya que este equipo es una máquina que no cumple ninguna función dentro de la planta.
- Adecuación de las conexiones eléctricas (adaptar la conexión existente de la máquina que se sacó de la planta para las máquinas M022 y M024).
- Mover el estante de fresas cerca a las máquinas de diámetro interior y las pinzas a la zona de diámetro exterior.
- Instalar las conexiones eléctricas y de un punto de aire comprimido para las CNC. y sistema de ventilación para el sistema eléctrico de estas, para evitar deterioro de estas causadas por el polvillo de los demás tornos de la planta.

- Adecuación de conexión eléctrica para la celda de bujes que se movió donde antes estaba el torno de mantenimiento.
- Abrir una puerta al actual C.D.S, realizar una división para encerrar el área del almacén e instalación del computador de almacén

7.2 SIMULACIÓN.

7.2.1 Definición del problema: Con el fin de dar solución a los problemas identificados en el diagnóstico, se busca determinar la mejor combinación de los factores productivos que permitan el mejoramiento del tiempo de flujo, disminuir el transporte por parte de los operarios y reducir el nivel de inventario en proceso.

7.2.2 Definición del objetivo: evaluar con base en medidas de desempeño el comportamiento del sistema actual versus el sistema propuesto en la línea de camisas secas.

7.2.3 Formulación y planeación del modelo.

- **Definición del modelo:** el modelo de simulación actual, servirá para estudiar parámetros como el tiempo de ciclo, producto terminado, con las cuales con las cuales se podrán tomar decisiones que permitan mejorar la productividad del sistema.

- **Alcance:** el alcance está delimitado por el proceso productivo en el área de mecanizado de la línea de camisas secas, producto que corresponde al 80% de la producción dentro del modelo se definen tiempo de operación para las estaciones de corte, despunte, diámetro interior, diámetro exterior, rectificado, lavado

protección y empaque, con base en los datos obtenidos en el estudio de tiempo realizado en el capítulo 6.3.1; de acuerdo a al nivel de confianza considerado en este estudio, el grado de exactitud de simulación es del 95% aplicado al intervalo de confianza de los tiempos de proceso. El modelo inicia en el proceso de corte y termina con el producto empaçado.

- **Recolección de datos.** Para el modelo de simulación de este proyecto, se desarrolló previamente el diagnóstico de la situación actual. Para determinar la distribución que mejor se ajusta a los datos recopilados en el estudio de tiempos, se utilizó la herramienta de Promodel Stat Fit, en el anexo 55 se explica el método y se define la distribución para las operaciones. Para el desarrollo de los modelos se tiene en cuenta que la línea tiene un tiempo total disponible de 2790 minutos a la semana, dividiendo el total de tiempo disponible sobre los días se tienen los tiempos de alistamiento los cuales se deben realizar cada 27900 segundos.

7.2.4 Desarrollo del modelo. Para dar inicio al proceso de modelado se usaron los planos elaborados en Microsoft Visio, posteriormente se determinaron las entidades, estaciones, y entradas utilizadas en la simulación del modelo. En el anexo 56, se muestran las características definidas para cada modelo.

Entidades: Las entidades empleadas en la simulación corresponden al tubo proveniente de fundición, a la camisa y a la camisa terminada.

Estaciones: Las estaciones del modelo se definieron de acuerdo a los centros de trabajo involucrados en el proceso, a su vez también se crearon estaciones ficticias (pisos) después de cada una de las estaciones para el almacenamiento de producto en proceso; para cada estación se especifica la capacidad, cantidad, el tipo de estadísticas a obtener y las reglas de entrada y salida de los productos.

Atributos: Se definieron dos atributos llamados hora de llegada y hora de salida para capturar las llegadas y salidas de las entidades en el sistema, con las cuales se calcula el tiempo de ciclo.

Llegadas: En el modelo se definió un tipo de llegadas por el arribo de la entidad que alimenta el sistema productivo es decir la estación de patio de materia prima, en este caso los tubos de fundición.

Variables: Son apoyos definidos para representar valores importantes de parámetros claves para la decisión que se va a tomar, en este modelo se crearon las variables de inventario en proceso en cada piso y el total del sistema.

Arrays: Vectores utilizados para almacenar el tiempo de entrada de las entidades del sistema, estos vectores se exportan a un archivo de Excel.

Redes de transporte y recursos: Se hizo uso del diagrama de recorrido para determinar las redes, en total se crearon 5 redes cada una asignada a un recurso físico, los recursos definidos son empleados para hacer operaciones en los centros de trabajo y en algunos casos transportan material entre las estaciones.

7.2.5 Verificación y validación del modelo: Esta etapa verifica si el modelo de simulación es una representación lo más exacta posible del sistema real, para validar el modelo de simulación se realizaron 10 réplicas, donde el dato a comparar es la cantidad total de producto terminado en el recurso restrictivo (diámetro interior) durante una jornada laboral, con la cantidad total producida definida en el análisis de capacidad instalada, luego se calcula la media y la desviación estándar para así crear un intervalo de confianza según la ecuación, los resultados de las réplicas se encuentran en la tabla 25.

$$\bar{x} \pm Z_{\alpha/2} \times \frac{s}{\sqrt{n}}; \quad \text{Dónde:}$$

\bar{x} = promedio de la muestra

s = desviación estandar

n = total de replicas

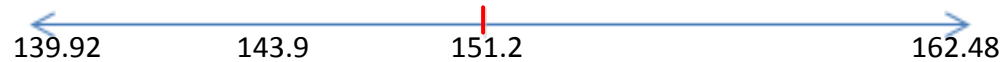
$Z_{\alpha/2}$ = valor obtenido de la distribución normal para el α deseado

Tabla 25. Número total de producto terminado en cada replica

Replica	Total P.T	Replica	Total P.T
1	159	6	171
2	144	7	147
3	150	8	171
4	160	9	142
5	129	10	139
Media		151,2	
Desviación		13,8226867	

Fuente: Simulación Promodel

Con un intervalo de confianza del 95% se obtiene el siguiente intervalo,



Al compararlo con la capacidad de la operación de diámetro interior que es 146 camisas al día, se observa que este valor se encuentra dentro del intervalo de confianza y se concluye que el modelo es válido.

7.2.6 Simulación de modelos: El tiempo de simulación para los modelos es de un mes, se modela el estado inicial de la empresa el que contaba con grandes distancias y el estado con base en la nueva distribución de planta donde además de la reducción de distancias se opera la CNC en el diámetro exterior en dos turnos a la jornada que para efecto del modelo se creó una estación denominada diámetro exterior_CNC, la operación de longitud total se elimina pues en el mismo CNC se realiza y se modela una llegada al piso del cuello botella, el cual representa un supermercado que tiene un inventario contralado para la operación de diámetro exterior, en el anexo 57 se encuentran los modelos de simulación. Una vez hecha la simulación se contrasta el número total de piezas, que

representan la capacidad mensual, el tiempo de ciclo, inventario en proceso, los porcentajes de operación y el porcentaje de tiempo por paros, los resultados se pueden ver en la tabla 26.

Tabla 26. Parámetros de comparación entre los modelos

Modelo	1	2	Variación	
Capacidad	3504	4706	34.3%	
Tiempo ciclo	3962,52	372.6	90.6%	
WIP Total	70896	51094	27.93%	

Estación	% utilización		% down	
	1	2	1	2
Corte	76.4	90.6	6.45	4.30
Diámetro interior	79.4	87	9.27	5.15
Longitud total	5.13	-	4.12	-
Diámetro exterior	70.90	-	6.18	-
Diámetro exterior_CNC		13.26		2.06
Rectificado	15.2	25.87	12.37	6.18
LPYE	15.15			

Fuente: Simulación Promodel

Con base en los resultados anteriores se puede concluir que el modelo propuesto (2), aumenta la capacidad del sistema debido a la redistribución propuesta y al nuevo sistema pull, asimismo el modelo aumenta los porcentajes de utilización de las estaciones y en el caso específico de la CNC, es importante aclarar que esta máquina trabaja con otras líneas por lo tanto el resto del porcentaje de utilización sería designado para estas otras operaciones, los porcentaje de parada disminuyen debido al SMED, el cual contribuyo a disminuir tiempos de alistamiento, también el trabajo en proceso disminuye pues se definió una capacidad para los pisos los cuales simulaban el kanban con una capacidad de 50 y el tiempo de ciclo disminuyo considerablemente debido a la existencia de un flujo de piezas más continuo.

8. CONCLUSIONES

El uso de herramientas de análisis de procesos: diagrama de recorrido y diagrama de flujo, el análisis de indicadores, la matriz DOFA, las listas de chequeo y el VSM, fueron fundamentales ya que permitieron diagnosticar y conocer en detalle el funcionamiento del proceso productivo.

Con base en el diagnóstico se determinó, cuál era la línea más representativa en la producción total de la empresa y para esta se realizó un estudio de tiempos, con el objetivo de determinar la capacidad instalada, identificando a la operación de diámetro interior como el recurso restrictivo; de igual forma de presentarse algún incremento de demanda, continuaría siendo este recurso el cuello de botella y le seguiría la operación de diámetro exterior.

La elaboración de la cadena de valor VSM, AMEF y el análisis de los documentos fueron fundamentales ya que permitieron identificar todas las actividades en el proceso y analizar las causas de los desperdicios, para los cuales se diseñaron e implementaron las propuestas de mejora con base en manufactura esbelta para la eliminación de despilfarros.

El acompañamiento de la herramienta kaizen en la implementación de las demás herramientas de manufactura esbelta permitió la consecución de los logros de cada una de estas apoyados en la colaboración y participación de todos los empleados.

Se implementó el programa de las 5Ss el cual tuvo una variación del 44,64% respecto a su estado inicial, permitiendo optimizar el tiempo de operación, mantener el orden y limpieza dentro de las áreas de trabajo y mejorar la

seguridad, contribuyendo a la eliminación de desperdicios como los tiempos en búsqueda de herramientas y la identificación de riesgos por falta de señalización.

El balanceo de la línea permitió que los tiempos ciclo de cada una de las operaciones estuviera por debajo de 44,9 segundos tiempo que corresponde al takt time, la elaboración de los estándares contribuyo a la disminución de PNC en un 38,36% y un aumento de solicitudes de mantenimiento preventivo de 56% durante el periodo evaluado.

La metodología de la herramienta SMED en el recurso cuello de botella disminuyo los tiempos de preparación en un 28,09%, el sistema kanban facilito el traslado de piezas entre operaciones, haciendo esta actividad más eficiente y controlada, se evidenció una disminución de inventario y un ahorro de desplazamientos.

Se logró la estandarización del proceso productivo por medio de la documentación y caracterización de los centros de trabajo, por medio de los cuales se mejoró la confiabilidad de la información y permitió la supervisión continua del cumplimiento de los estándares.

La implementación de las herramientas de manufactura esbelta logró la disminución del lead time en un 37,1 %.

Se diseñó en Excel, la propuesta de la herramienta ofimática para realizar la programación de la producción, la cual determina los kanban según el lote de producción, además muestra la capacidad y las restricciones de operación de cada máquina y calcula los indicadores asociados a cada centro de trabajo.

Se actualizó el plano de la planta física, se analizaron los desplazamientos junto con sus respectivas distancias y se diseñó una propuesta de redistribución de la planta con el objetivo de mejorar el flujo de los productos dentro del proceso,

reducir el número de transportes y el inventario en proceso; la distribución actual y la propuesta de la planta, fueron modeladas en el software Promodel, con el fin de comparar los dos sistemas y conocer el impacto de las mejoras.

Se replantearon los indicadores de gestión los cuales permiten ejercer control en el proceso, así como los procedimientos para su recolección y análisis de los mismos por medio del diseño de una plantilla en Excel para el registro de estos, que por medio de la gerencia visual los desplegaba a los diferentes pisos de la planta para darlos a conocer a los involucrados y tomar acciones para su mejoramiento.

Con base en los resultados obtenidos luego de la implementación de las herramientas de manufactura esbelta se demuestra que esta filosofía es aplicable a todo tipo de organización y permite la consecución de procesos de producción flexibles, también es una buena alternativa para que las empresas sean competitivas, pues reduce las actividades que no agregan valor permitiendo organizaciones más flexibles ante los cambios, asimismo capacitar, comunicar e involucrar a las personas, permite que estos asuman un compromiso activo dentro del proceso de implementación, pues a lo largo de todas las capacitaciones y reuniones aumentaron las sugerencias y la participación de igual manera es necesario la inclusión y el apoyo de los directivos de la organización, de esta manera las mejoras permitieron aprovechar las oportunidades con que la empresa contaba y reducir los efectos de las amenazas y debilidades.

9. RECOMENDACIONES.

Realizar seguimiento y continuidad a las mejoras implementadas con el fin de garantizar un mejoramiento significativo y continuo en el tiempo, de igual manera desplegar las herramientas de manufactura esbelta a las demás líneas de producción.

En la planeación estratégica se recomienda plantear claramente las estrategias a implementar y definir un sistema para evaluarlas, así como actualizar su misión y visión para darla a conocer a todos los empleados, buscando el compromiso de ellos con ésta.

Realizar auditorías periódicas sobre los estándares establecidos, con el objetivo de actualizar la información contenida en estos documentos.

Seguir fortaleciendo la cultura organizacional en la empresa, es necesario desarrollar programas de incentivos o de reconocimiento social con el objetivo de mejorar el sentido de pertenencia con la empresa y asimismo aumentar el rendimiento y la eficiencia de los trabajadores.

Se recomienda que periódicamente los indicadores sean evaluados, junto con sus posibles causas para que las decisiones que se tomen sean proactivas y apoyadas con la colaboración de los empleados que pertenecen a los diferentes procesos.

Se recomienda buscar a un profesional en programación que con base en el prototipo de la herramienta de programación, lo sistematice; involucrando a todas las líneas y que permita la única digitación del documento, con el fin de que los datos se lleven a las diferentes plantillas para el cálculo de indicadores.

El proceso es capaz de simplificarse, desarrollando inversiones en nuevos equipos como la CNC que realiza las operaciones de corte, diámetro interior y diámetro exterior, la cual elimina los recursos restrictivos y aumenta la productividad y la calidad, se recomienda evaluar financieramente la viabilidad de la inversión tecnológica.

10. BIBLIOGRAFÍA.

ALONSO, Ángel. Conceptos de organización industrial. Barcelona: MarcomboS.A, 1998

CHASE, B Richard; JACOBS, F Robert; AQUILANO, Nicholas J. Administración de operaciones: producción y cadena de suministros. 12ª edición. México: McGrawHill.2009

ESPERON, Enrique. Mapeo de procesos para sugerir mejoras en una empresa del ramo llantero. Cholula pueblo, México.2004.

FRED, R David. Conceptos de administración estratégica. 9ª Edición, México: Pearson educación, 2003

GARAVITO H; Edwin; ARENAS D; Piedad. Simulación de procesos de manufactura. Teoría de simulación, manual básico de Promodel y talleres de entrenamiento. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanaga.2008

GARAVITO, Edwin. Presentación distribución de plantas http://gavilan.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura1/pdfs/p3_Plantas.pdf

INDUSTRIAS LAVCO LTDA. <http://www.lavco.com.co/>

LEANROOTS. Diagrama Yamazumi: <<http://www.leanroots.com/yamazumi.html>>

MEYERS, Fred E; MATHHEW, P, Stephens. Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. 3ª edición. Pearson Education.

MINTZBERG Henry; BRIAN, James; VOYER, Jhon. El proceso estratégico: Conceptos, contextos y casos Edición breve. México, Pearson educación, 1997.

Oficina Internacional del trabajo, Introducción al estudio del trabajo, editorial OIT, edición 2, Ginebra ,1973.

ORTIZ, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Bucaramanga: Publicaciones UIS. 1999

PORTER, Michael. Estrategia competitiva: técnicas para el análisis de los sectores Industriales y de la competencia. 5ª Edición, México: CECSA 1987.

SERNA, Humberto. Gerencia estratégica, planeación y gestión: teoría y metodología. 7ª edición Bogota: 3R Editores, 2000..

SERRANO, Ibon .análisis de la aplicabilidad de la técnica valuestreammapping en el rediseño de sistemas productivos. Cataluña, 2007

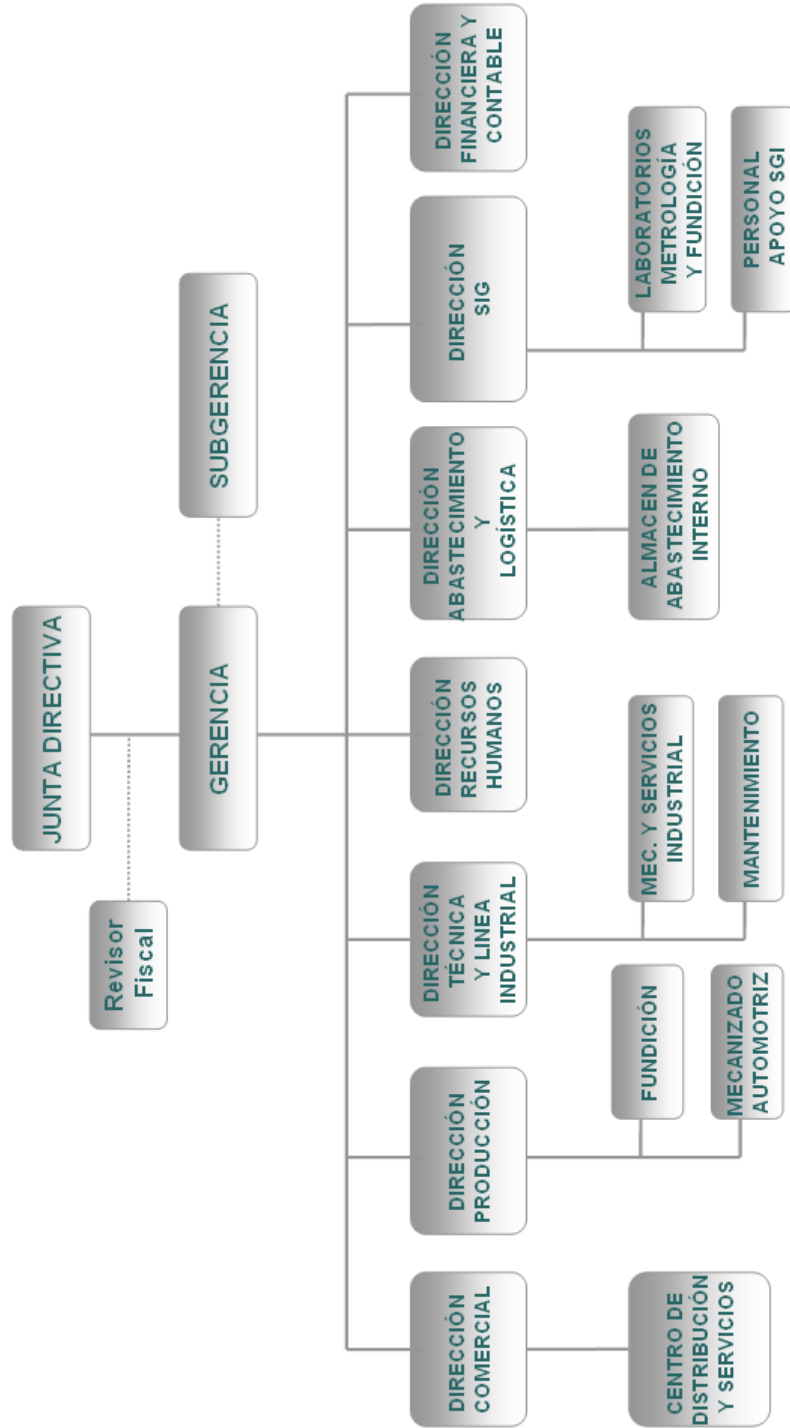
SULE, Dileep. Instalaciones de manufactura: ubicación, planeación y diseño. 2ª edición. México: Thomson Paraninfo. 2001

VILLASEÑOR Alberto. Manual de lean manufacturing. México: Limusa-Wiley, 2007

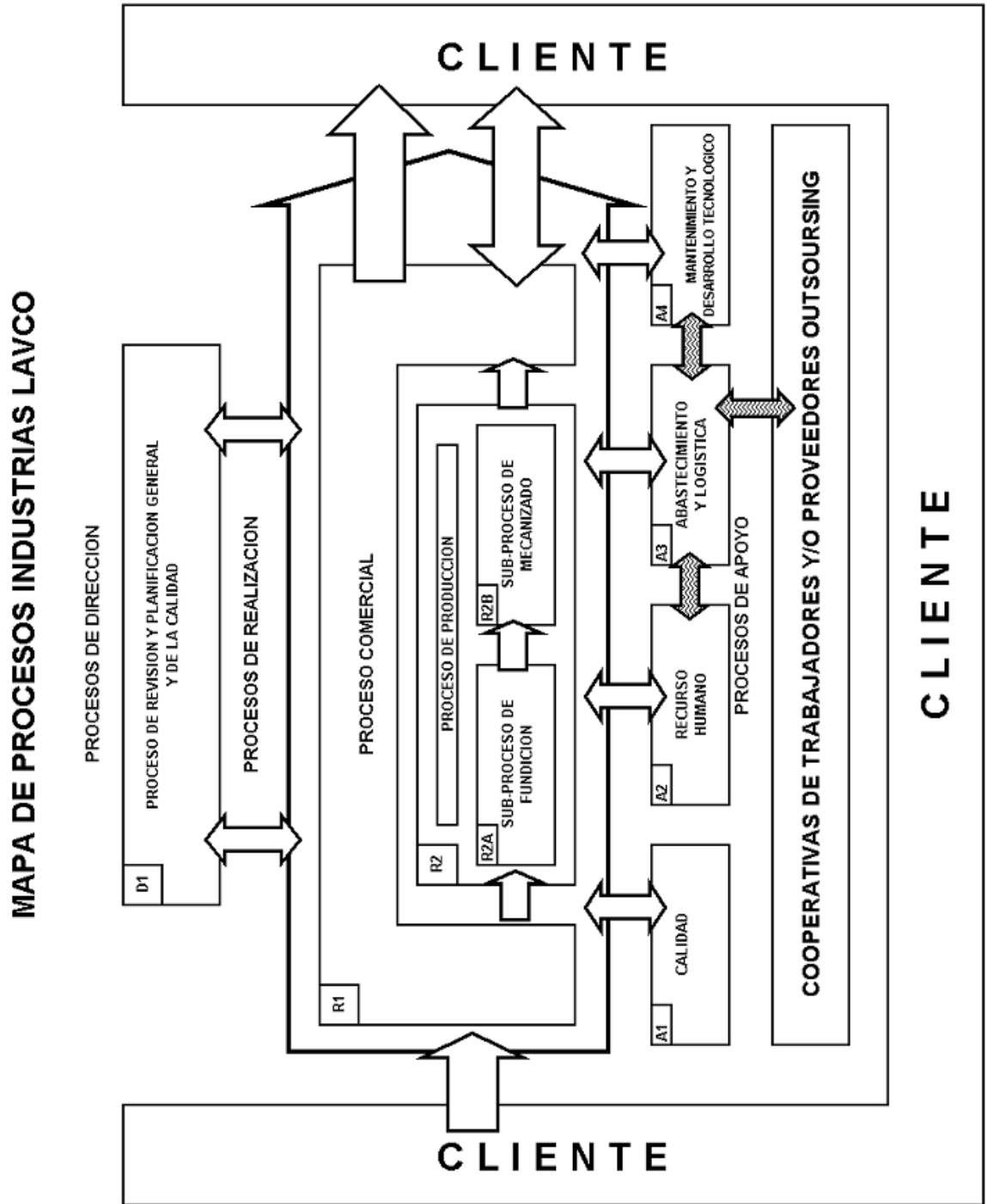
VILLASEÑOR, Alberto. Conceptos y reglas de lean manufacturing. México: Limusa-Wiley, 2007

ORGANIGRAMA INDUSTRIAS LAVCO LTDA.

ANEXO 1. ORGANIGRAMA.



ANEXO 2. MAPA DE PROCESOS.



ANEXO 3. MATERIA PRIMA.

Materia Prima	Función
Arena sílice refractaria 20-40	Revestimiento calderos piqueras
Arena sílice refractaria 100-20	Refractario pintura
Arena sílice refractaria 40-70	Arena de molde o fabricación de pieza
Arylon liquido transparente y denso	Ingrediente del material refractario como humectante y dispersante
Bentonita activada	Aglutinante para la fabricación de material refractario
Caliza	Fundente del proceso de fundición en cubilote
Caolín	Agente cementante de ladrillos refractarios y fabricación de los tapones en las piqueras de los hornos
Caolín polvo	Refractario para revestimiento de cucharas
Carbón coque	Combustible del proceso de fundición
Cobre	Fundición especial camisas Allen
Dextrina	Aditivo de arenas de moldeo para dar resistencia y desmoldar
Espato flúor	Fundente para licuar la escoria
Ferrocromo ferroaleación	En obtención de productos especiales
Ferromanganeso	Ferroaleante al cargar en todas las fundiciones
Ferromolibdeno	Ferroaleación en obtención de productos especiales
Ferróníquel:	Ferroaleación en obtención de productos especiales
Ferro silicio en polvo y en piedra	Inoculante directamente en la cuchara del metal liquido; piedra: ferroaleante a cargar el horno es gratificante
Grafito	Moldeo y limpieza de bebederos
Grafito gris o chatarra de hierro gris	Se utiliza para ser fundido en horno de cubilote en promedio 76 ton para una jornada de fundición
Ladrillo refractario	Revestido horno

ANEXO 4. MÁQUINARIA.

MECANIZADO	
NOMBRE DE EQUIPO	CÓDIGO
Bruñidora neumática	M001
Bruñidora hidráulica	M002
Bruñidora electro neumática	M003
Bruñidora neumática	M004
Esmeril de corte	M005
Fresadora lateral Renault	M007
Puente grúa eléctrico	M008
Mandrinadora hidráulica de 2 husillos	M009
Mandrinadora hidráulica de 4 husillos	M010
Mandrinadora múltiple	M011
Mesa de marcación, lavado, protección e identificación	M012
Pulidor de superficies planas tipo árbol	M015
Pulidora radial de pastillas	M016
Rectificadora sin centros de 12"	M017
Rectificadora sin centros de 5"	M018
Rectificadora vertical de 4 husillos	M019
Taladro de biselado	M020
Taladro de biselado	M021
Alesadora de 4 husillos	M022
Tanques de fosfatado	M023
Torno paralelo universal con barra	M024
Torno paralelo universal con barra	M025
Torno paralelo universal con barra	M026
Torno paralelo universal con barra	M027
Torno paralelo universal con pinza	M028
Torno paralelo con copa	M029
Torno paralelo universal	M030
Torno paralelo universal con pinza y copiador	M031
Torno paralelo universal con copiador y pinza	M032
Torno paralelo universal con pinza	M033
Torno paralelo universal con pinza	M034
Torno paralelo universal con puntos	M035
Torno paralelo universal	M036

Torno paralelo universal con barra	M037
Torno paralelo con pinza	M038
Torno paralelo con pinza	M039
Torno paralelo con mandril automático	M040
Torno paralelo universal con mandril	M041
Torno paralelo con mandril	M042
Torno paralelo universal con copa	M043
Etiquetadora electro-neumática	M044
Bascula electrónica	M045
Compresor	M046
Torno paralelo universal con copiador	M047
Torno paralelo universal	M050
Interruptor horario para mecanizado	M051
ESTIBADOR HIDRÁULICO (nuevo)	M052
ESTIBADOR HIDRÁULICO (viejo)	M053
CNC doosan lynx 300	M054
Grúa de fosfatado	M055
FUNDICIÓN	
NOMBRE DE EQUIPO	CÓDIGO
Bomba apagachispas	F001
Bomba de agua fundición	F002
Centrifugadora independiente	F005
Centrifugadora independiente	F006
Centrifugadora independiente	F007
Centrifugadora independiente	F008
Centrifugadora independiente (allen)	F009
Centrifugadora independiente (especiales)	F010
Centrifugadora independiente (especiales)	F011
Centrifugadora independiente	F012
Centrifugadora independiente	F013
Centrifugadora independiente	F014
Centrifugadora independiente	F015
Centrifugadora independiente	F016
Centrifugadora independiente	F017
Centrifugadora independiente	F018
Centrifugadora independiente	F019
Horno cubilote 1	F020
Horno cubilote 2	F021

Hornillo de carbón	F023
Tanque mezclador e inyector	F024
Tanque mezclador e inyector de pintura	F025
Tanque inyector pequeño 1	F026
Turbina horno	F027
Turbina horno	F028
Turbina enfriamiento cooper	F029
Turbina enfriamiento coquillas	F030
Elevador de material (malacate)	F031
Grúa de partir hierro	F032
Mezclador de arena	F033
Tanque mezclador de pintura	F034
Mezclador de arena de paletas	F035
Molino de bolas	F036
Molino de martillos	F037
Trituradora de piedra	F038
Esmeril	F042
BÁSCULA MECÁNICA (del patio de fundición)	F044
Centrifugadora especiales	F045
Grúa diferencial	F046
Centrifugadora individual	F047
Centrifugadora individual	F048
Centrifugadora individual	F049
Centrifugadora individual	F050
Centrifugadora individual	F051
Centrifugadora individual	F052
Centrifugadora individual	F053
Centrifugadora individual	F054
Centrifugadora individual	F055
Centrifugadora individual	F056
Centrifugadora individual	F057
Centrifugadora individual	F058
Bascula electrónica (pro 1500)	F059
Carro para transporte de material fundido	F062
Tanque mezclador e inyector mediano	F064
Horno para fundir bronce y aluminio	F065
Centrifugadora nueva (proyecto unal)	F066
Centrifugadora de tapas coquillas	F067

Centrifugadora independiente	F068
Centrifugadora independiente	F069
Bascula mecánica p-500fc	F070
Horno cubilote 3	F071
MANTENIMIENTO	
NOMBRE DE EQUIPO	CÓDIGO
Equipo de soldadura autógena	X001
Equipo de soldadura eléctrica	X002
Esmeril	X003
Fresadora universal	X004
Limadora	X005
Prensa hidráulica	X006
Segueta mecánica	X007
Taladro radial	X008
Taladro. Árbol	X009
Torno paralelo con copa	X010
Torno paralelo con copa	X011
Cizalla para lamina	X012

ANEXO 5. PROVEEDORES.

PROVEEDOR		CHATARRA DE HIERRO GRIS
Vicente gómez gualdrón	Yuleisa osorio herrera	
Recuperadora de metales ferroinof s.a	Pedro antonio rueda	
Luz stella sanabria gonzález	Jose antonio cubillos moreno	
Jesús antonio botero páez	Excedentes reciclables m.a.g e.u	
Astrid marina sayago alzamora	Depósito el metal y el imán	
Diego albert chaverra	Pedro nel osorio	
Harold osfaldo bohórquez casadiegos	Víctor hugo pinilla / depósito samario	
María fernanda barón gonzález	Luis antonio garcía lópez	
Segundo bonifacio ortiz	Elvia vargas	
Distribuidora reciclable los andes y reyes y cia s.c.a	Depósito remetal 1 / pablo santos pinzón	
Elías forero díaz	Rodríguez jose dolores	
OTRAS MATERIAS PRIMAS		
Arenas y minerales rwk ltda	Unicor s.a	
Colombiana de resinas s.a	Hermelinda bayona rojas	
Bentonitas colombianas ltda	Ramón pedraza	
Mifrán y cia ltda	Quintal s.a	
Industrial de accesorios ltda	Inferex s.a	
Falteco ltda	Insumos metalúrgicos ltda	
Luis alberto higuera	Felix juaquin castellanos	
Jonathan paolo hernández	Samuel vargas espinel	
Luis antonio rincón almario	Omar lozada	
C.i metales nuevo milenio		

ANEXO 6. MATRIZ DOFA.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>God-will</p> <p>SGC; compromiso con la calidad del producto</p> <p>Personal conocedor del proceso</p> <p>Buena imagen ante sus clientes</p> <p>Infraestructura</p> <p>Control y búsqueda de mejora continua</p> <p>Sistema contable y administrativo SIIGO</p> <p>Reconocida a nivel regional en el sector metalmecánica</p> <p>Alto nivel de compromiso de la alta dirección</p> <p>Compromiso de trabajar en gestión de la innovación y tecnología</p> <p>Política salarial, valoración de cargos, flexibilidad en contratación, proceso de selección e inducción bien definido</p>	<p>Puestos de trabajo, desorganizados, falta de estandarización.</p> <p>Se evidencia despilfarro</p> <p>Clima organizacional, especialmente en fundición</p> <p>Capacidad no determinada</p> <p>Herramientas y/o maquinarias en fundición</p> <p>No hay gestión financiera</p> <p>Sistema de información para la planeación en programación</p> <p>Equipos de costoso mantenimiento</p> <p>Procesos operativos costosos y demorados</p> <p>Distribución de planta ineficiente</p>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<p>Expansión de distribución a nivel nacional</p> <p>Capacitaciones</p> <p>Innovación en el diseño del proceso y del producto</p> <p>Nuevas tecnologías</p> <p>Margen de crecimiento del mercado automotriz a nivel nacional es grande.</p> <p>Penetración de mercados extranjeros</p>	<p>Nuevos competidores internacionales que competirán con calidad y precio</p> <p>Cambios en las necesidades y expectativas de clientes</p> <p>Disponibilidad y costo materias primas.</p> <p>Entrada en vigencia del TLC</p> <p>Altos costos tributarios e impositivos nacionales locales.</p> <p>Los cambios de tecnología que promueven motores cada vez menos reparables.</p>

ANEXO 7. DIAGRAMAS DE OPERACIONES.

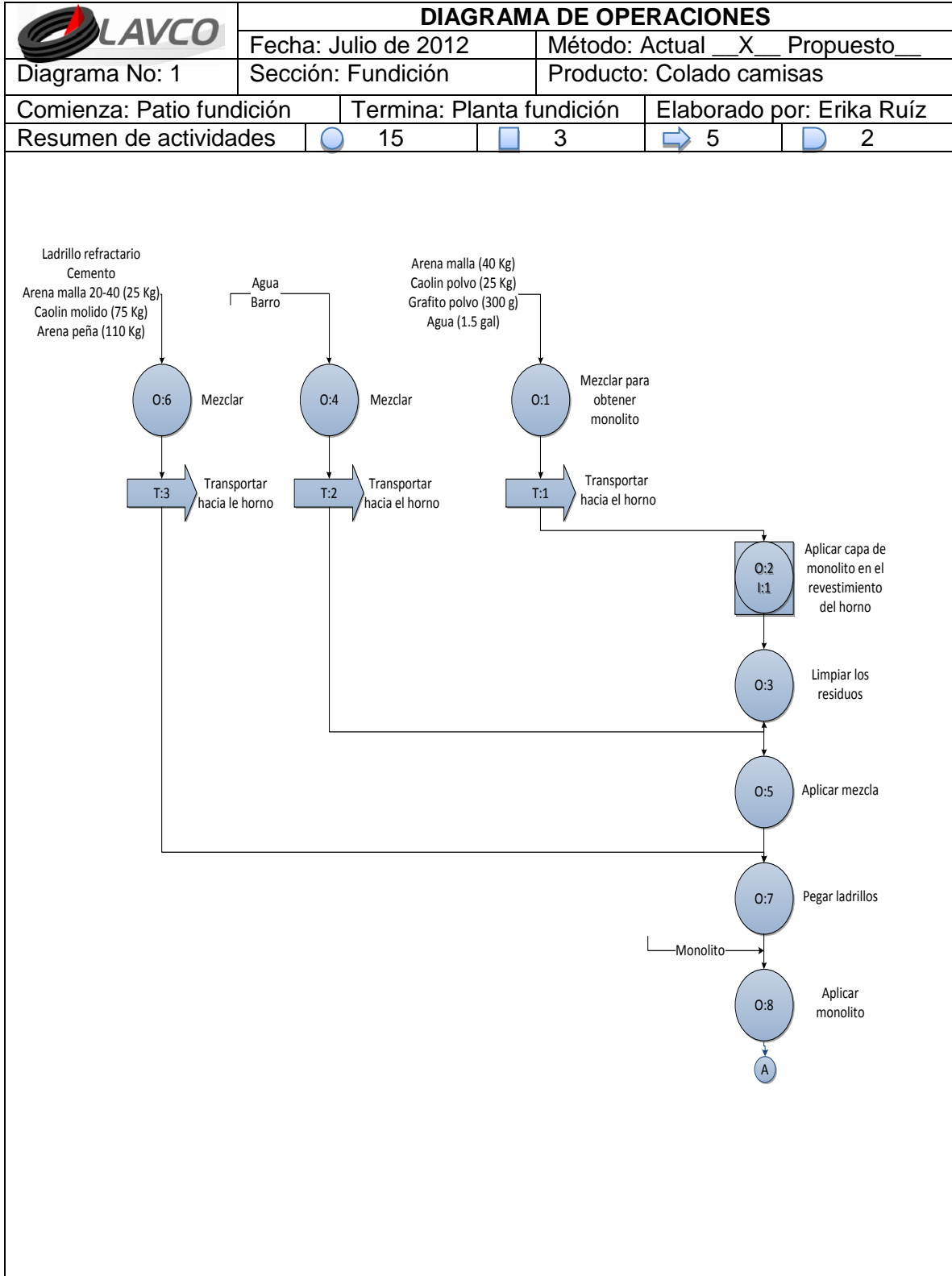
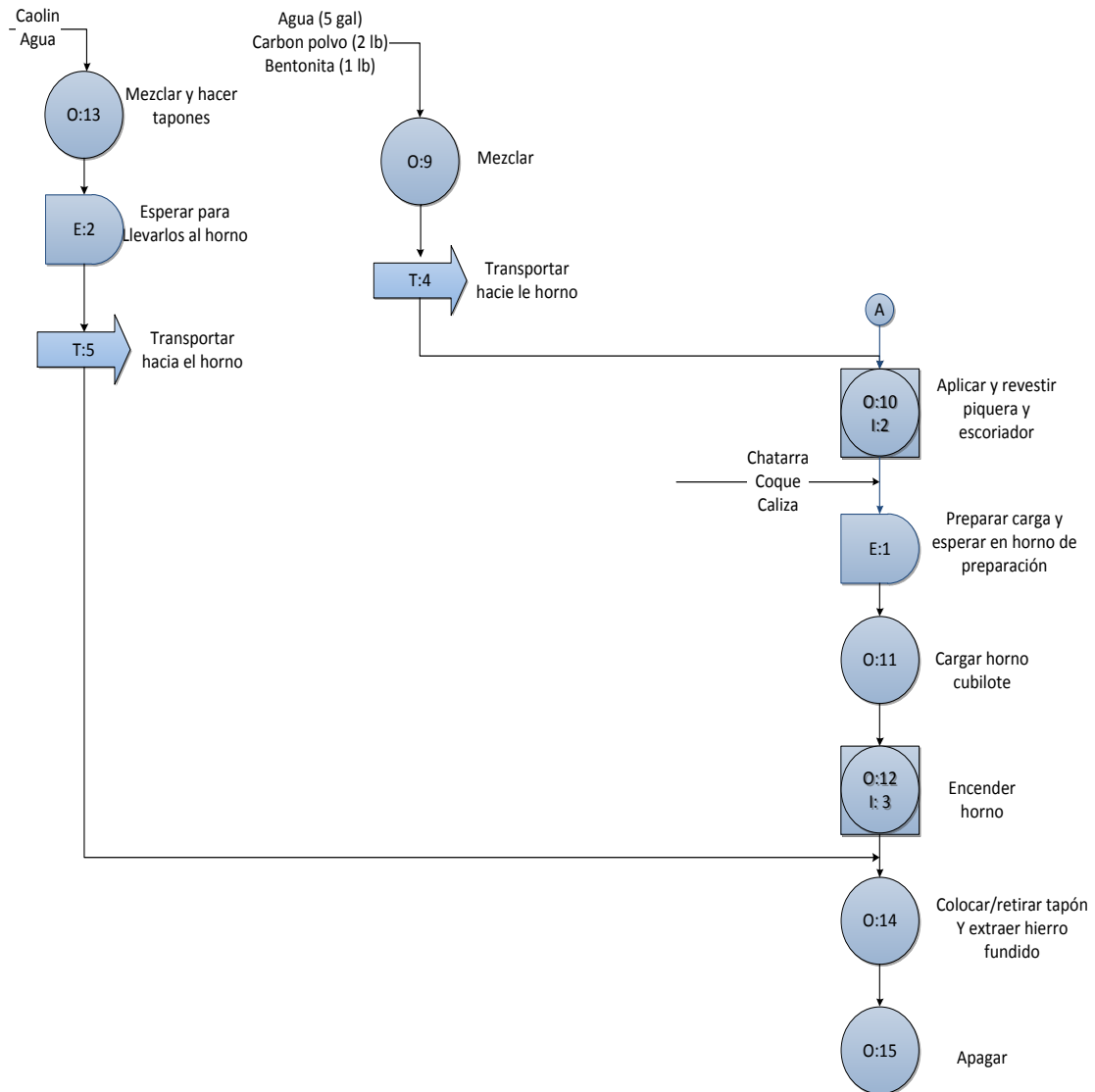
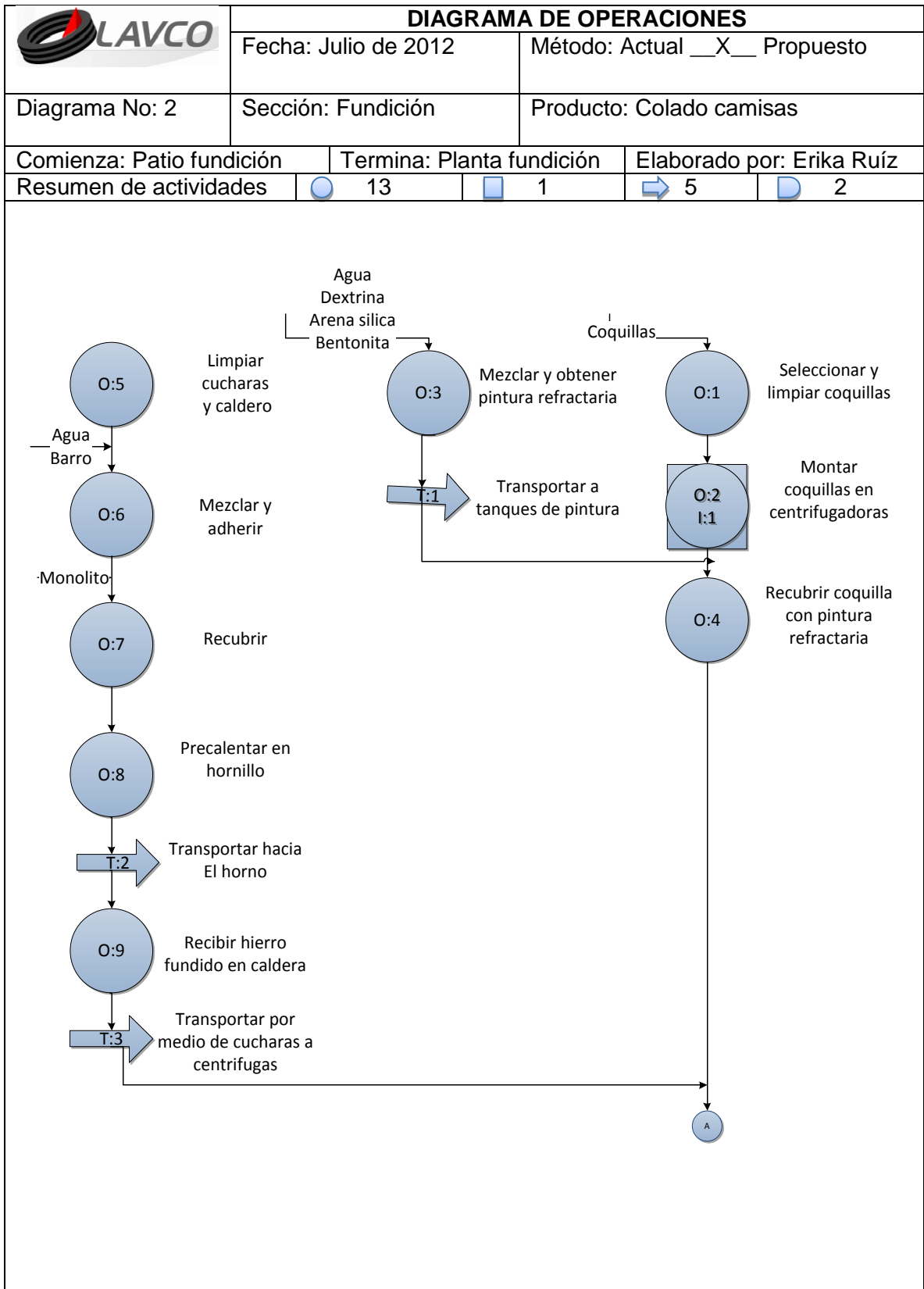
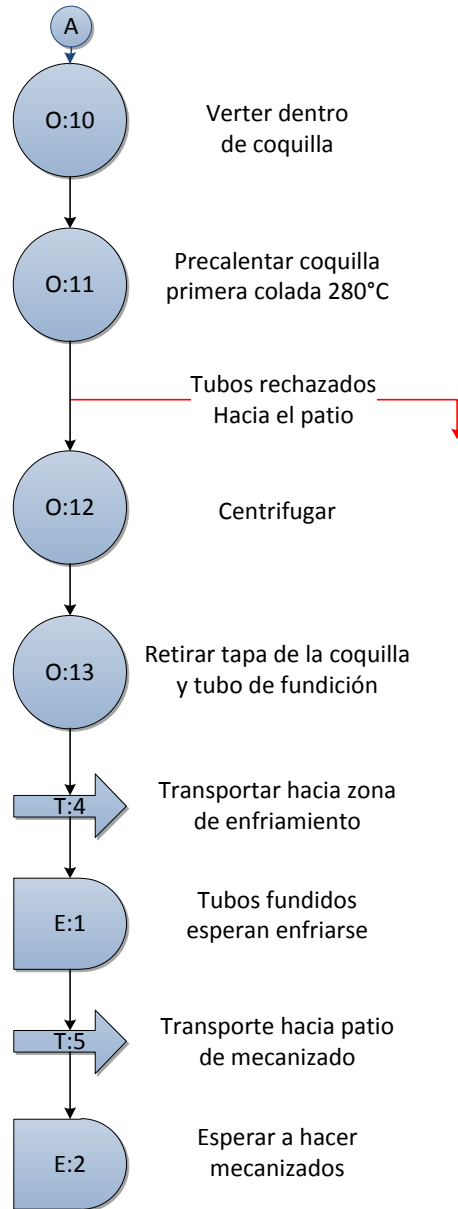


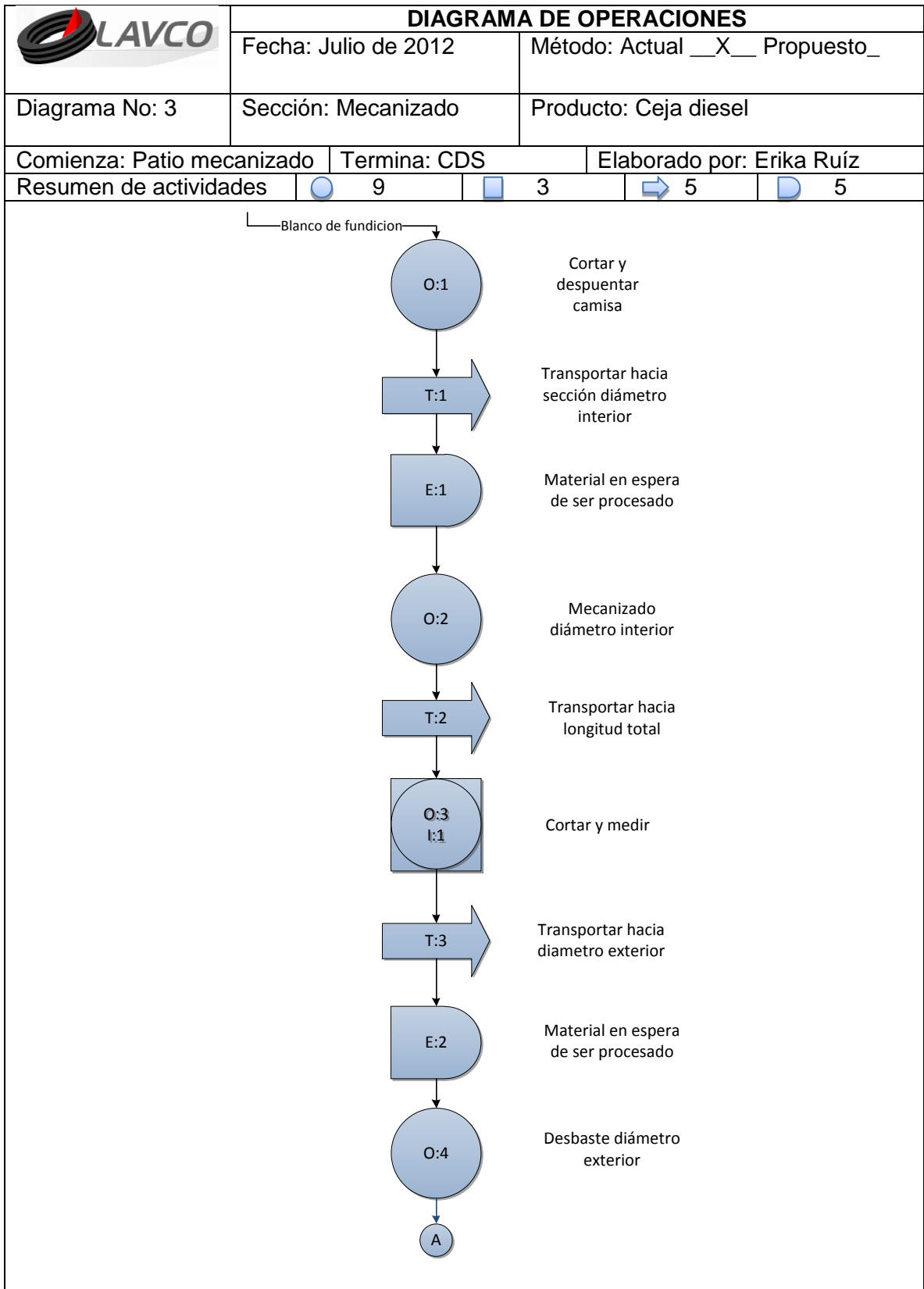


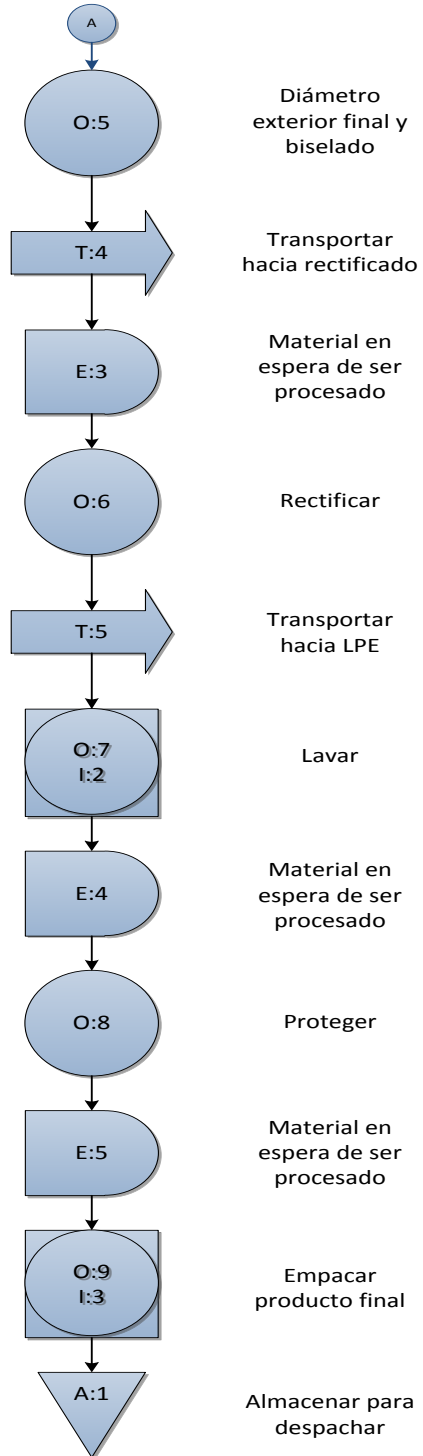
DIAGRAMA DE OPERACIONES

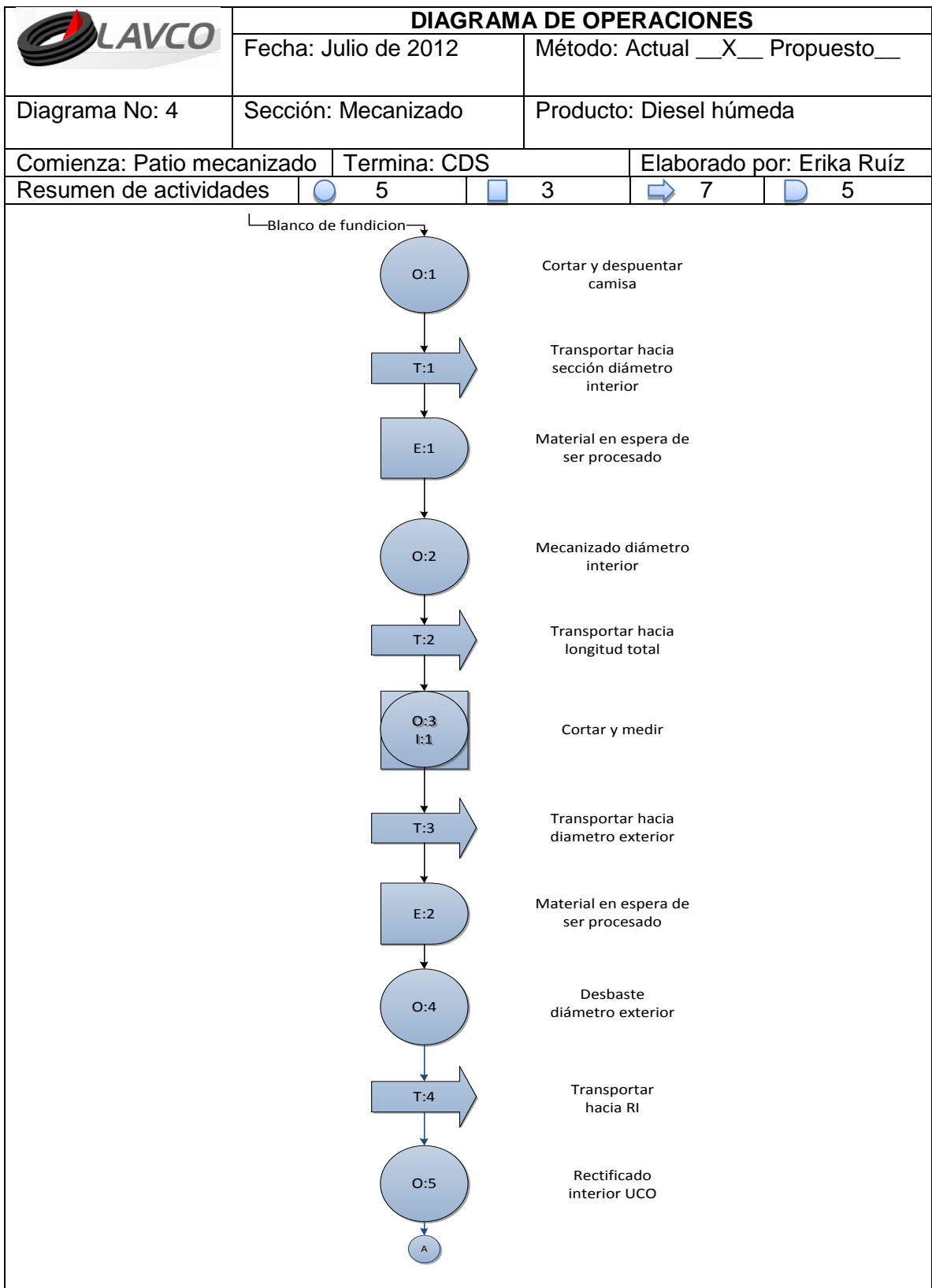


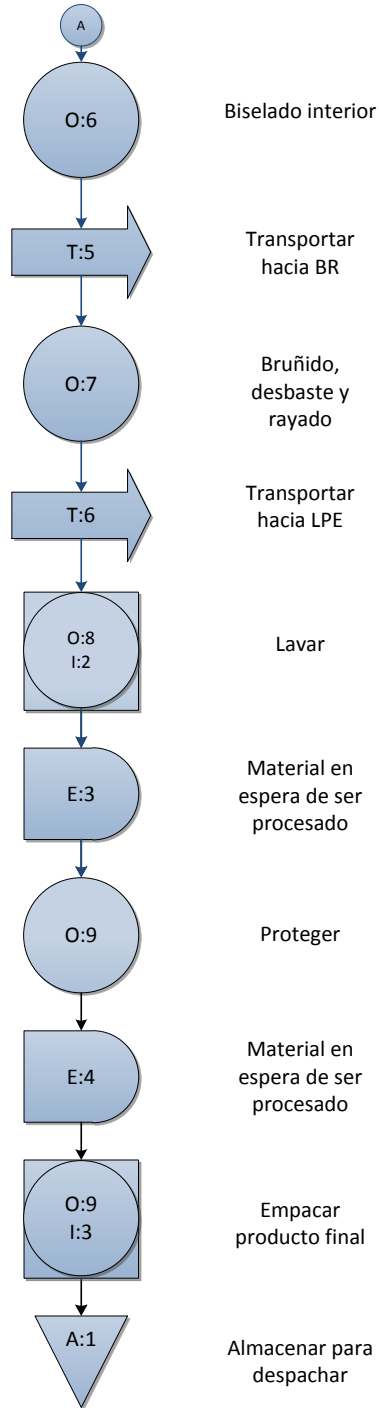


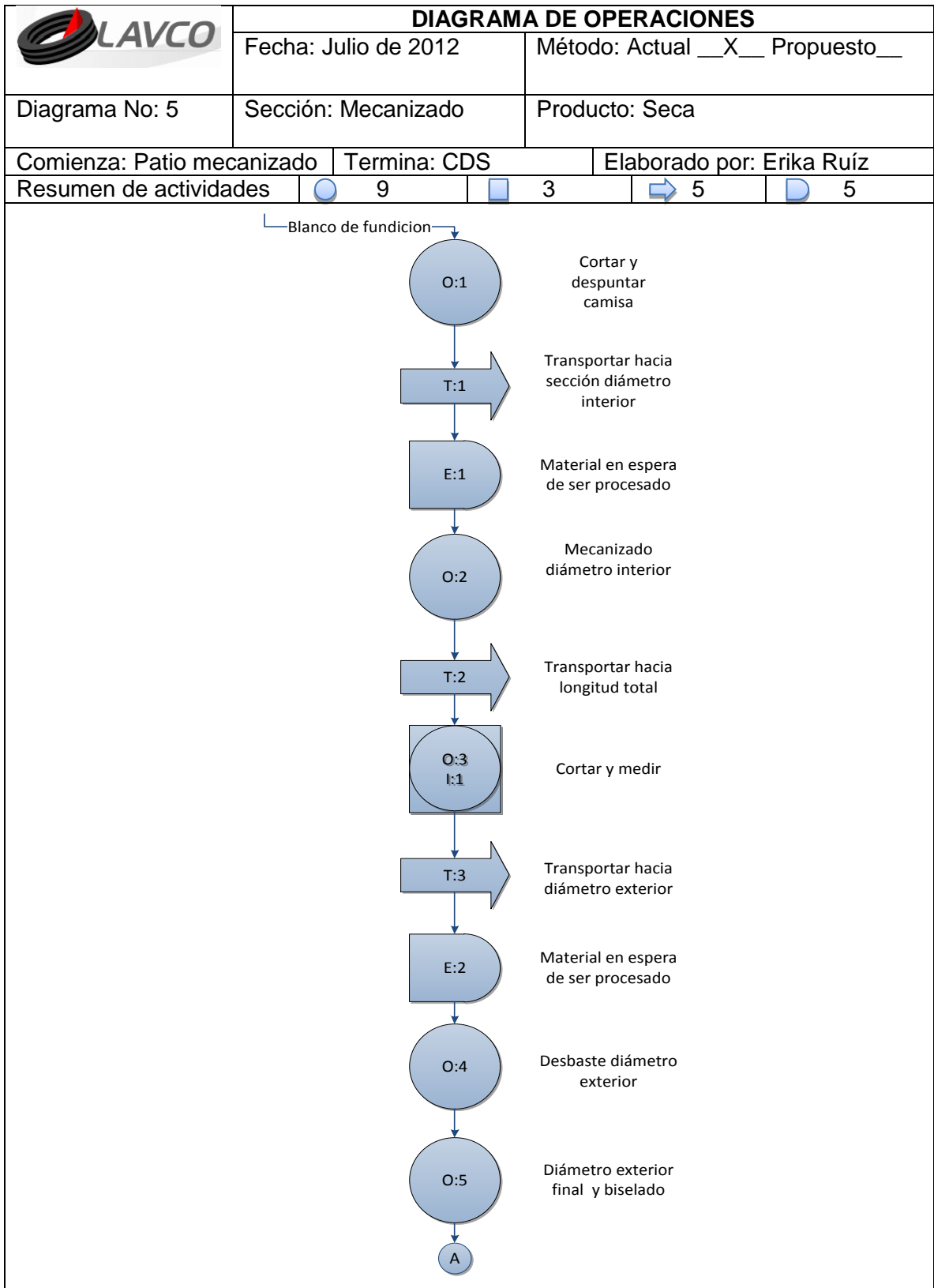


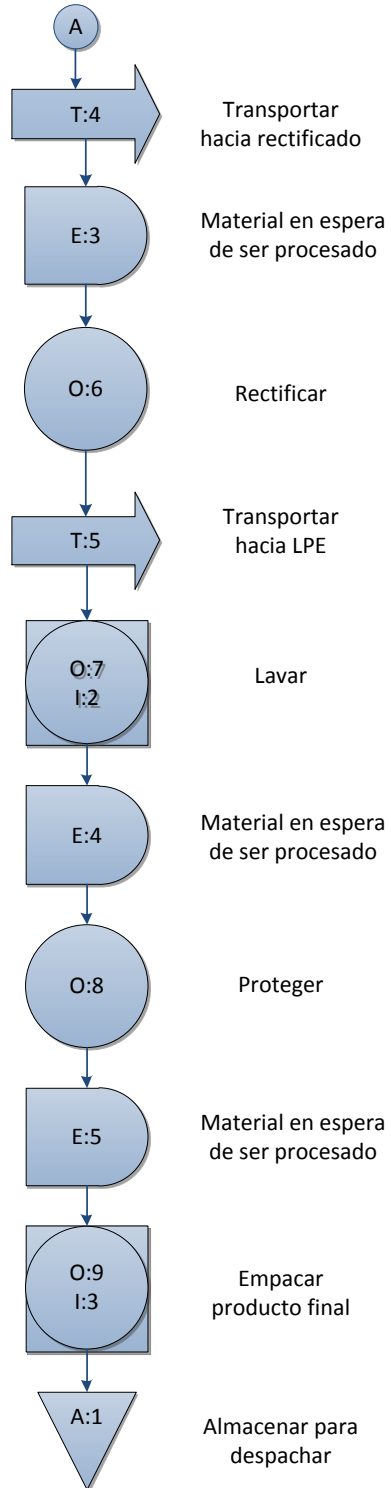


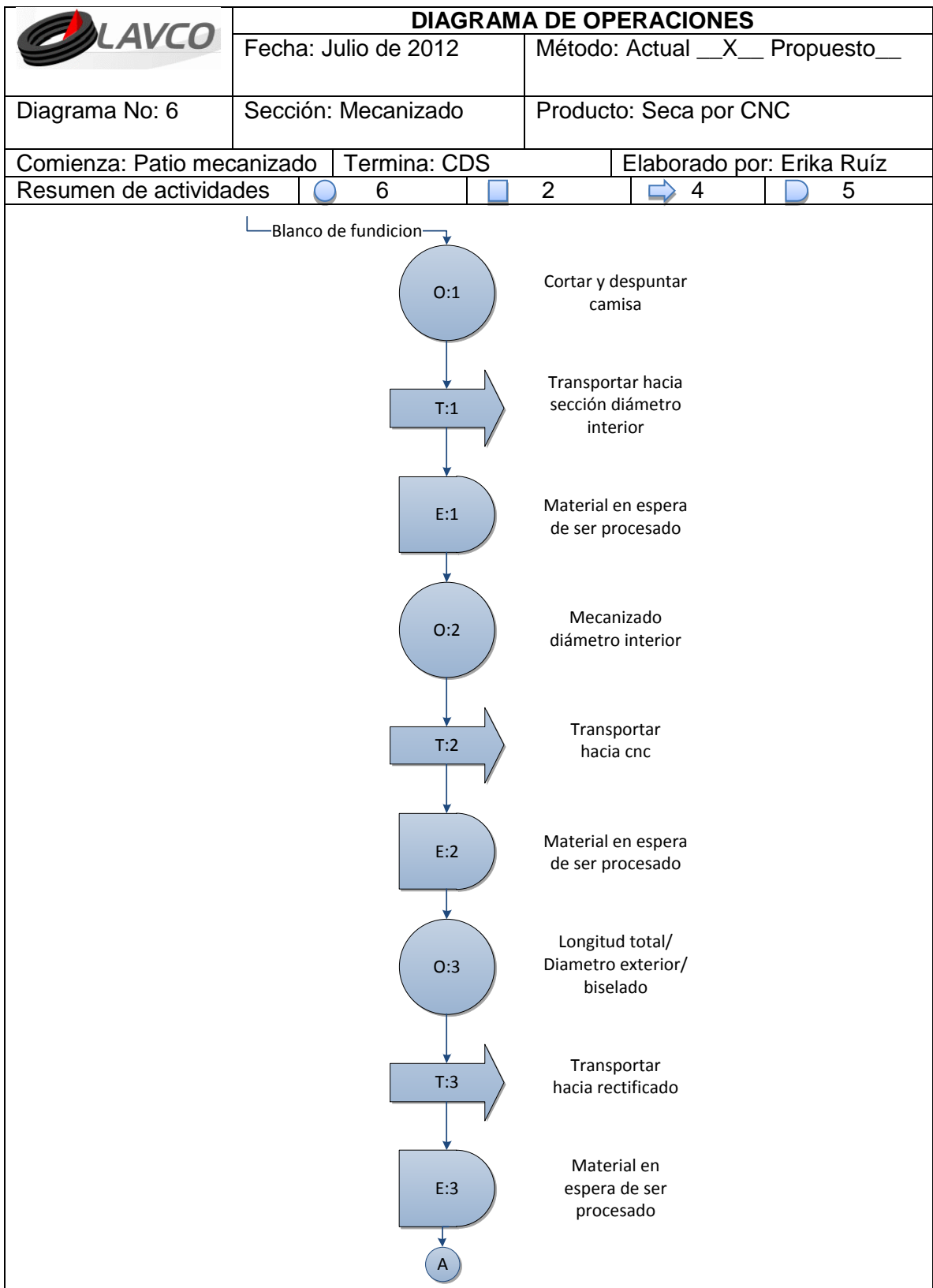


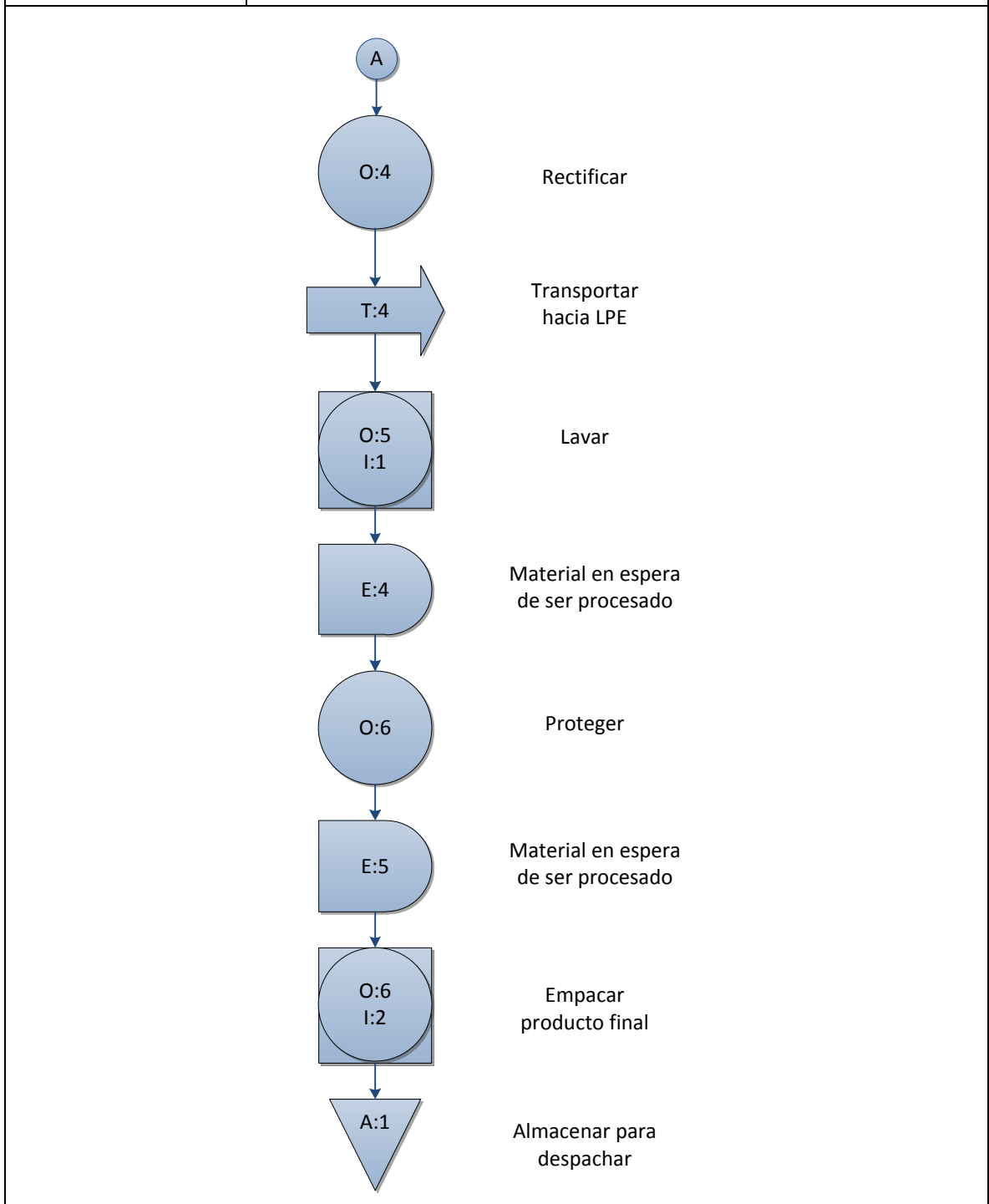












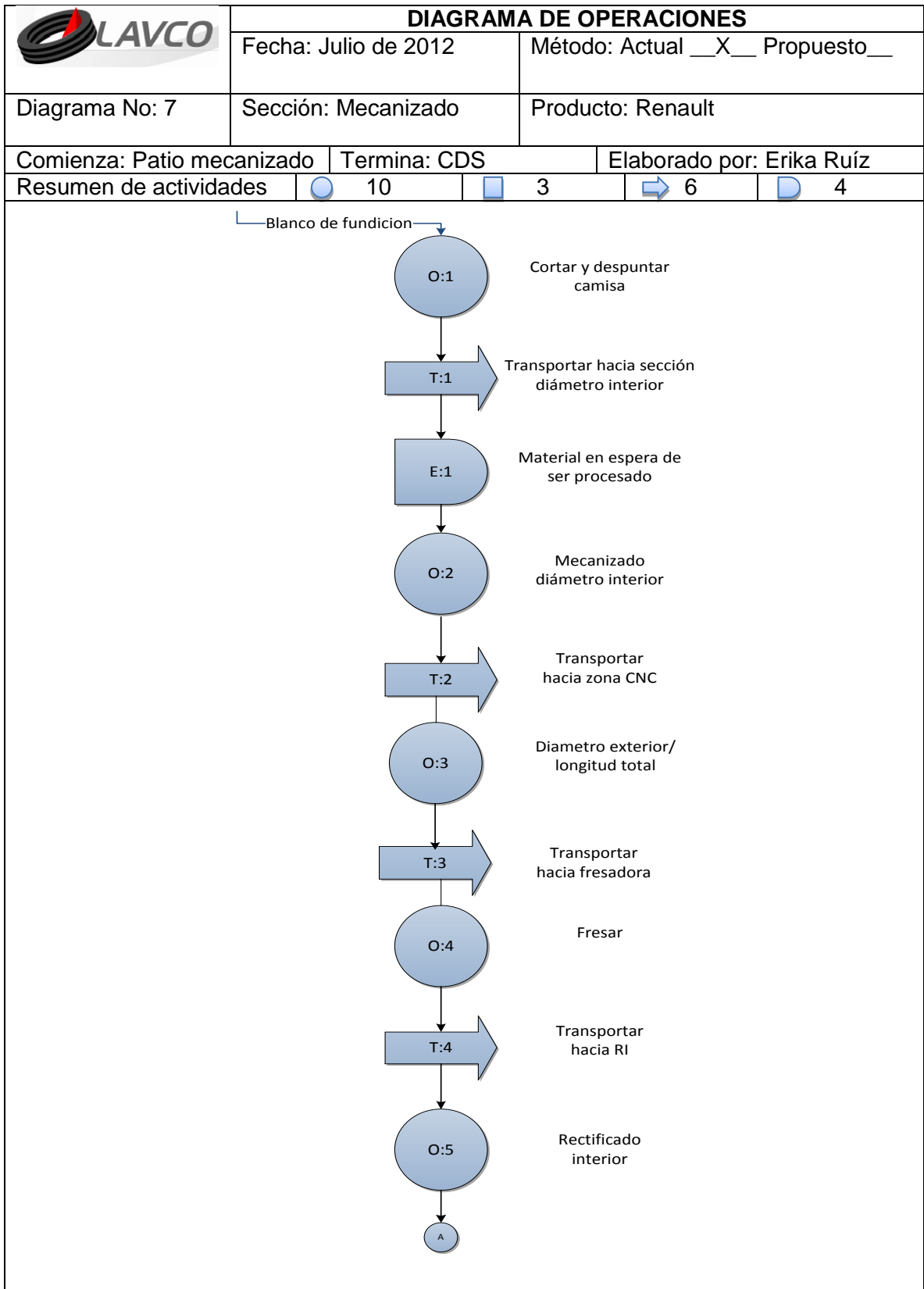
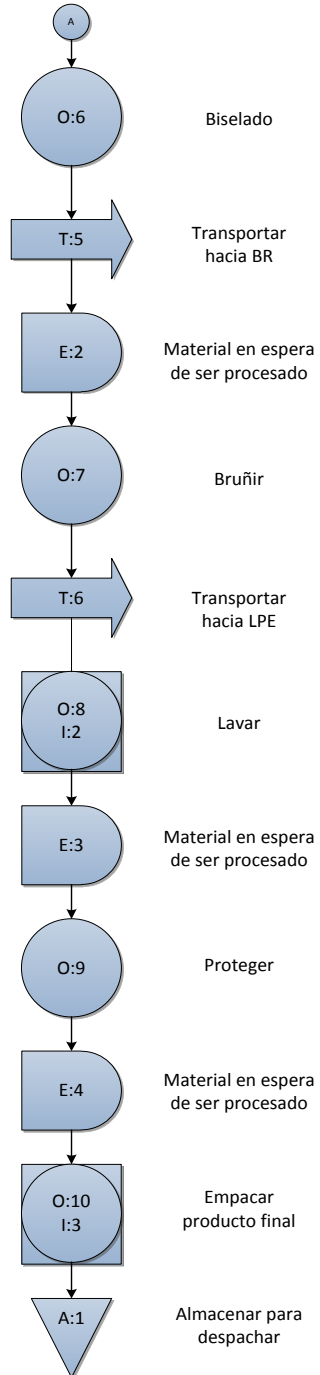
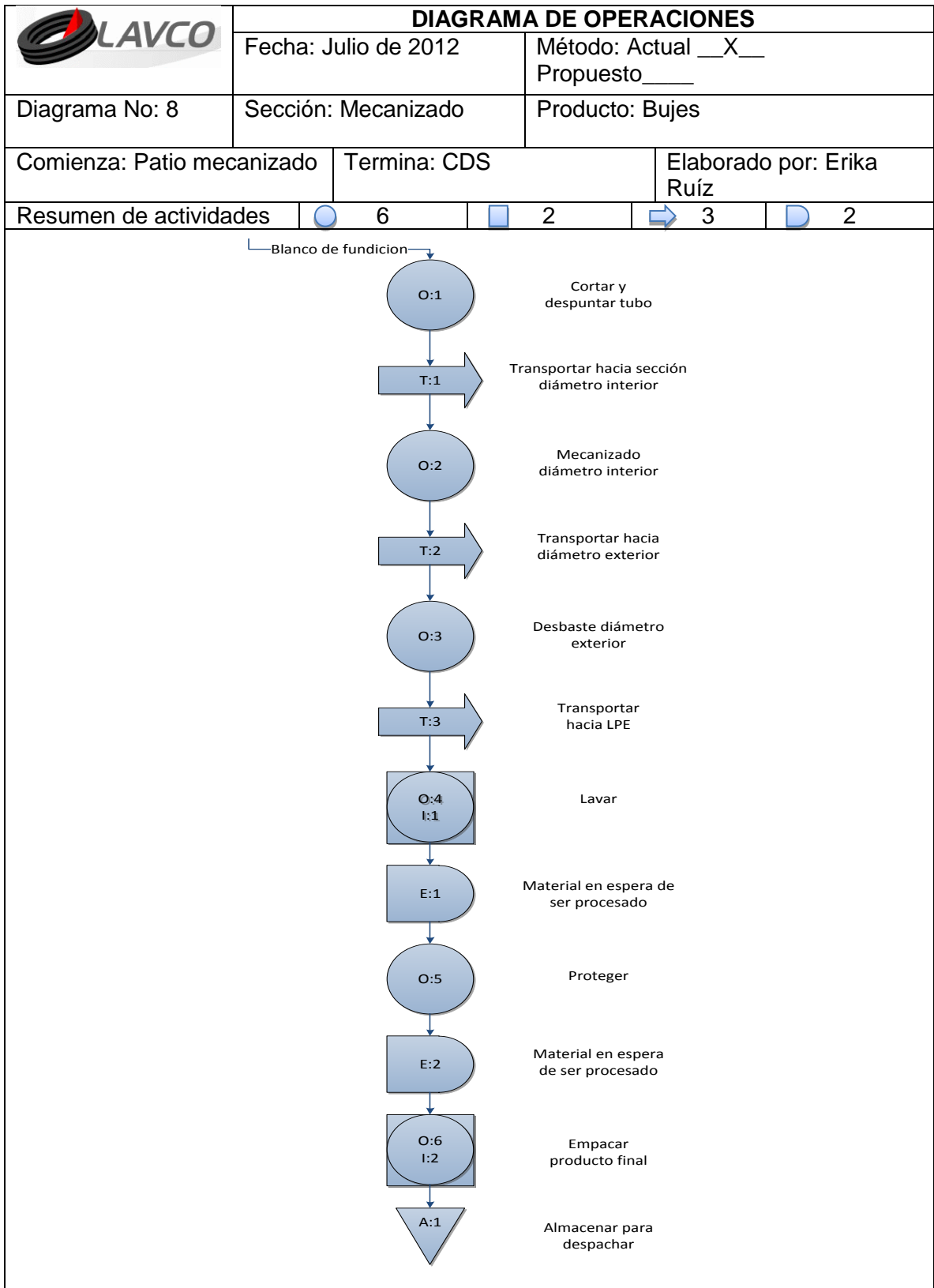


DIAGRAMA DE OPERACIONES





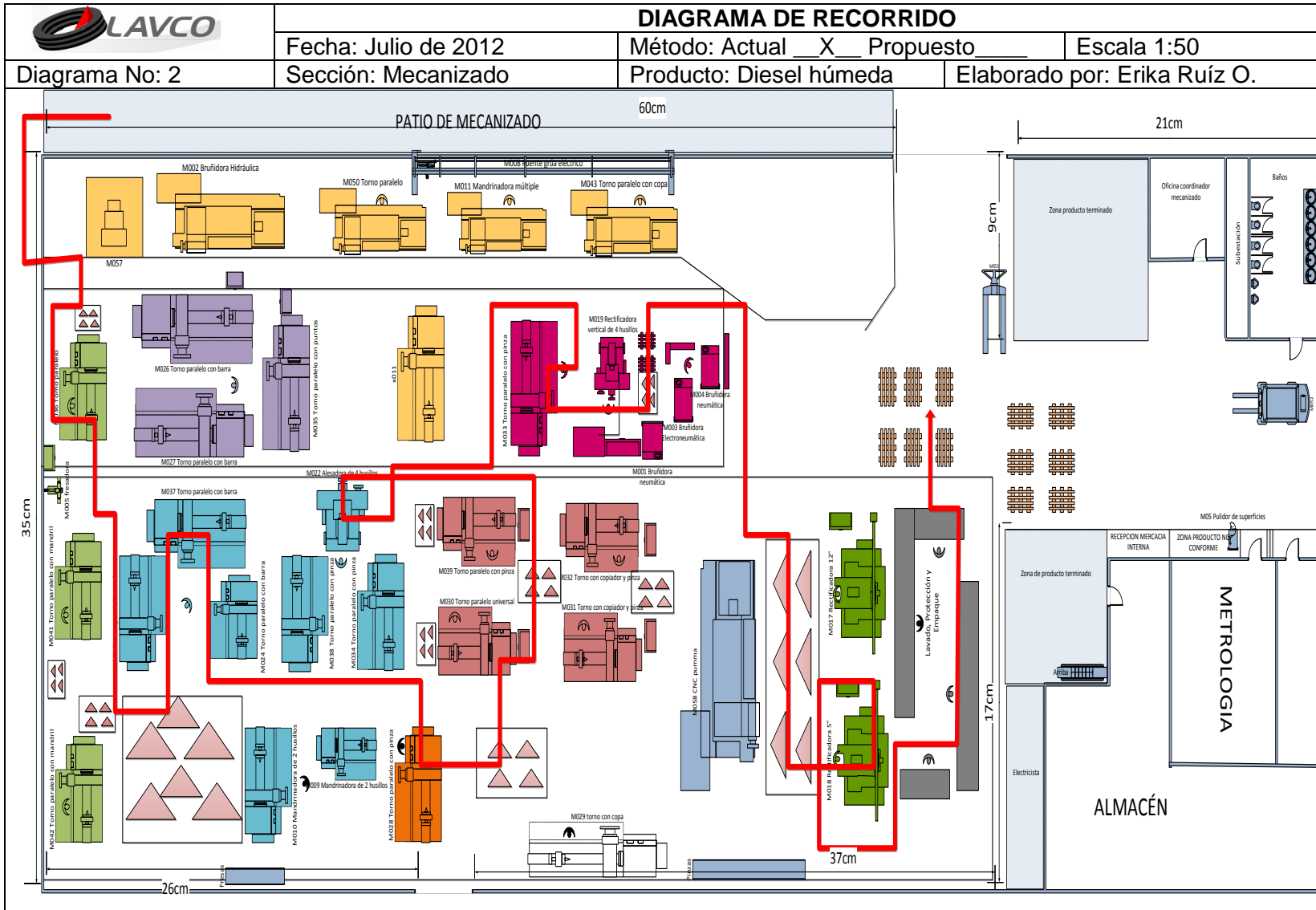




DIAGRAMA DE RECORRIDO

Fecha: Julio de 2012

Método: Actual X Propuesto

Escala 1:50

Diagrama No: 3

Sección: Mecanizado

Producto: Seca

Elaborado por: Erika Ruíz O.



ANEXO 9: MATRIZ CLIENTE/ PRODUCTO.

		PRODUCTOS											
		SECA		BUJES		RENAULT		DIESEL		MATERIAL EN BRUTO		Industrial/ servicios	
Cifras año 2011		Q	COP\$	Q	COP\$	Q	COP\$	Q	COP\$	Q	COP\$	Q	COP\$
CLIENTES													
EUU	Melling	118.655,00	1.360.008.126,75							2.446,00	170.052.944,77		
	Marathon Diesel McBee							110,00	4.211.134,40				
Ecuador	Suremotors	12.326,00	114.605.856,98	2.003,00	21.863.921,69			4.104,00	41.721.151,56				
	Manuel Antonio Salinas	5.100,00	54.401.558,25					200,00	3.072.294,00				
	Luis Cedeño	6.021,00	56.996.729,98	444,00	4.737.702,15								
	Roberto Mosquera	10.676,00	110.948.427,44	450,00	5.770.194,30				480,00	8.566.694,40			
	La casa del cigüeñal	1.889,00	20.989.057,01	260,00	2.794.497,65				480,00	7.882.080,94			
El salvador	Resal	6.253,00	59.426.463,48	595,00	6.964.988,19				2.797,00	39.269.757,45			
	Rectificados Francis	2.793,00	31.167.308,54	27,00	369.634,55			1.338,00	21.122.750,00				
	Repuestos Baron	940,00	12.102.378,64	135,00	1.490.558,16				254,00	4.092.524,28			
	Autorepuestos El castaño	341,00	3.700.927,23	50,00	577.916,82				560,00	8.685.986,40			
Venezuela	Partes automotrices	10.993,00	126.297.236,80	745,00	12.746.596,62				250,00	6.316.332,00			
Guatemala	Pineda Marroquin Truckparts							291,00	13.945.557,17				
	Grupo Cuyán	11.954,00	110.663.475,80	997,00	8.567.659,61				300,00	3.568.310,97			
	Reconstruccion Wolff	488,00	6.476.265,60	110,00	1.188.096,00								
Rep. Dominicana	Reconst. Del norte	966,00	9.408.152,56										
	Talleres R Y C	3.010,00	30.390.969,26					674,00	9.429.452,86				
Costa Rica	La Casa del Piston	5.404,00	51.501.402,24										
	Importaciones GM	624,00	7.060.621,10					879,00	11.675.423,53				
	Larsson			800,00	9.274.907,60					210,00	2.659.716,15		
Honduras	Guido	3.006,00	31.893.000,06	259,00	2.556.112,50				747,00	9.233.170,41			
	Roman Motiño	2.066,00	24.410.024,02	376,00	4.256.118,16				176,00	2.019.802,42			
	Prometal			700,00	7.735.346,46								
	Griffin			850,00	8.390.496,00								
Puerto Rico	Repuestos Velásquez	134,00	1.421.350,00	90,00	1.143.318,75				843,00	12.598.632,50			
	AGM Tools	1.510,00	18.959.080,00										
Nicaragua	Mer Distributors	655,00	8.649.775,01										
	El Triunfo	983,00	11.748.053,46	304,00	4.056.120,00				322,00	4.556.196,90			
Curacao	Machine Shop Gabriela	69,00	856.912,77										
	Norman Provence	652,00	6.796.720,92					120,00	1.213.547,02				
Perú	Otto & Diesel			850,00	7.917.559,10								
TOTAL EXPORTACIONES		207.508,00	2.270.879.873,90	10.045,00	112.401.744,31	-	-	14.925,00	213.180.799,21	2.656,00	172.712.660,92	-	-

		PRODUCTOS									
		SECA		BUJES		RENAULT		DIESEL		MATERIAL EN BRUTO	
Cifras año 2011		Q	COP\$	Q	COP\$	Q	COP\$	Q	COP\$	Q	COP\$
CLIENTES											
NACIONAL	Omniparts					16.357,00	179.927.000,00				
	Auto Oriente					6.189,00	74.110.000,00				
	Betty Gómez	3.423,00	42.944.180,00	1.139,00	13.513.099,00	28,00	557.200,00	52,00	547.000,00		
	Ma Margarita Hoyos	1.125,00	13.879.443,00	1.287,00	21.172.668,00			751,00	21.324.760,00		
	CPA Motors	5.329,00	53.806.904,00			20,00	360.000,00				
	GLR Comercial					3.190,00	38.171.000,00				
	Guia y Valvulas			1.909,00	29.600.750,00						
	Jose German Alfons	1.006,00	9.155.568,00	179,00	925.091,00						
	Jacinto Bocanegra	1.274,00	16.663.740,00	43,00	671.242,00						
	Andrés Romero Cda	1.183,00	16.817.994,00	450,00	7.109.426,00						
	Pistones y Camisas	303,00	4.201.346,00	332,00	5.387.800,00			120,00	4.200.000,00		
	Rect. De Motores S	36,00	434.520,00	46,00	605.800,00						
	Rect Barranquilla	412,00	1.738.239,00	16,00	47.680,00						
	Carbones del Cerrejón	12,00	330.000,00								
	Sánchez	318,00	3.972.400,00	29,00	440.700,00					1,00	31.500,00
	Reestructura Cor	237,00	3.604.620,00	59,00	837.100,00						
	UT Mecanizados									10,00	14.337.000,00
	Rectificadora Alema	24,00	284.000,00	10,00	156.200,00						
	Rep. Dimaber			238,00	3.597.432,00						
	Rect, Motores Mani	206,00	2.875.757,00	68,00	1.166.260,00						
	Rectificadora Motor	619,00	8.391.834,00	58,00	924.796,00						
	Distribuciones Carlos Navas					810,00	14.095.000,00				
	Montaño y Gutierrez							136,00	5.165.000,00		
	Freddy López					60,00	1.020.000,00				
	Talleres Wersin									1,00	1.365.000,00
	Rivero Repuestos	63,00	859.660,00	5,00	77.000,00						
	Fergon			68,00	1.302.300,00						
El Cigüeñal	417,00	5.824.776,00									
Caucho Repuestos	43,00	848.236,00									
TOTAL NACIONAL	16.030,00	186.633.217,00	5.936,00	87.535.344,00	26.654,00	308.240.200,00	1.059,00	31.236.760,00	12,00	15.733.500,00	

ANEXO 10: LISTA DE CHEQUEO 5S'S.

Diagnóstico Inicial 5S's	Sección:	Mecanizado				
SELECCIONAR						
	1	2	3	4	5	
Encuentra los elementos necesarios en el lugar de trabajo			X			
No hay productos obsoletos mezclados en la producción actual			X			
No hay papeles, cables, desechos tirados en el piso, detrás de las máquinas o encima de ellas		X				
No hay materiales o herramientas sobre el piso		X				
Hay huecos suciedad y pisos que inciten al desorden y la apatía	X					
No se encuentran herramientas/máquinas dañadas en los lugares de trabajo			X			
No existe material apilado obstaculizando el paso			X			
TOTAL SEIRI	17/35					

Diagnóstico Inicial 5S's	Sección:	Mecanizado				
ORDEN						
	1	2	3	4	5	
Es fácil encontrar herramientas, materiales e insumos a la hora de su utilización		X				
Los lugares de trabajo están claramente señalizados		X				
No hay operarios recorriendo la planta buscando cosas			X			
Se encuentran organizadas las pertinencias de los empleados				X		
Las herramientas tienen un sitio de almacenamiento			X			
Existe un sitio de almacenamiento de los desechos del proyecto				X		
Existe control sobre los materiales y herramientas utilizadas en el proceso				X		
Es fácil el acceso a los extintores			X			
Las herramientas necesarias están adecuadamente colocadas y ordenadas		X				
Ruidos de planta controlados, en donde no afecten la salud de los trabajadores ni alteren la atención del personal responsable de control				X		
TOTAL SEITON	31/50					

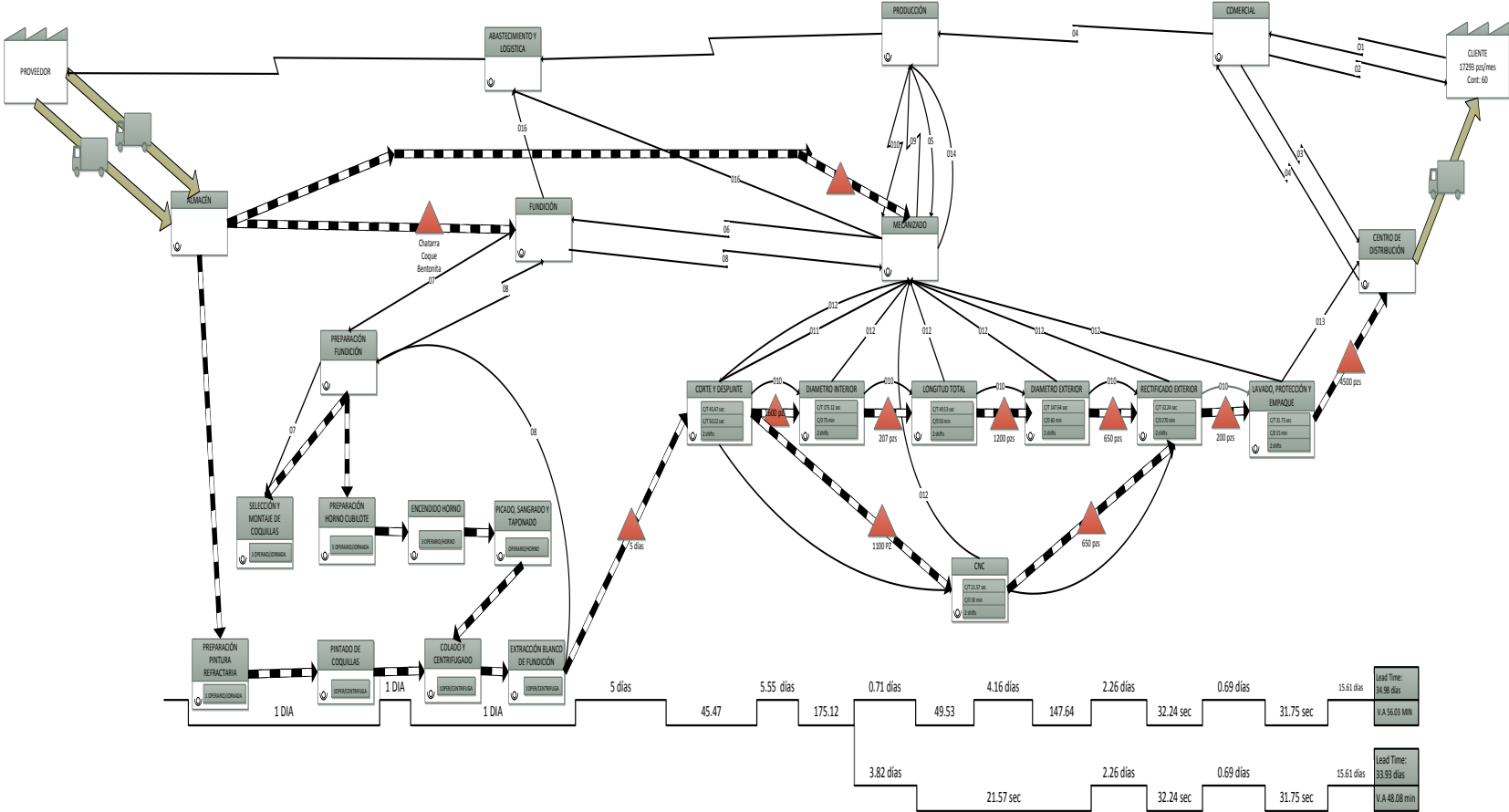
Diagnóstico Inicial 5S's	Sección:		Mecanizado		
LIMPIEZA					
	1	2	3	4	5
El piso y los pasillos se encuentran aseados		X			
Las máquinas tienen un buen mantenimiento de limpieza				X	
No se percibe agua u otros líquidos regados en el piso		X			
Todas las boquillas de las máquinas se encuentran completamente libres y limpias			X		
TOTAL SEISO	11/20				

Diagnóstico Inicial 5S's	Sección:		Mecanizado		
X					
	1	2	3	4	5
El personal usa dotación aportada por la empresa			X		
La iluminación, calor, ruido, polvo o vibración en los puestos de trabajo es adecuado		X			
Existen canecas suficientes para la basura			X		
Hay jornadas de orden y aseo		X			
Se respetan las áreas de trabajo		X			
TOTAL SEIKETSU	12/25				

Diagnóstico Inicial 5S's	Sección:		Mecanizado		
DISCIPLINA					
	1	2	3	4	5
Las personas hacen limpieza sin que se les recuerde		X			
El personal de la planta cuenta con uniformes y elementos de protección personal				X	
Existe un programa periódico para el mantenimiento de las máquinas			X		
El personal llega a tiempo a su trabajo				X	
Se respetan las áreas de trabajo		X			
Se percibe en el personal interés por mantener las áreas limpias y ordenadas		X			
Se nota cordialidad en las relaciones laborales entre trabajadores y jefes		X			
TOTAL SHITSUKE	19/35				

ANEXO 11 VALUE STREAM MAPPING INICIAL.

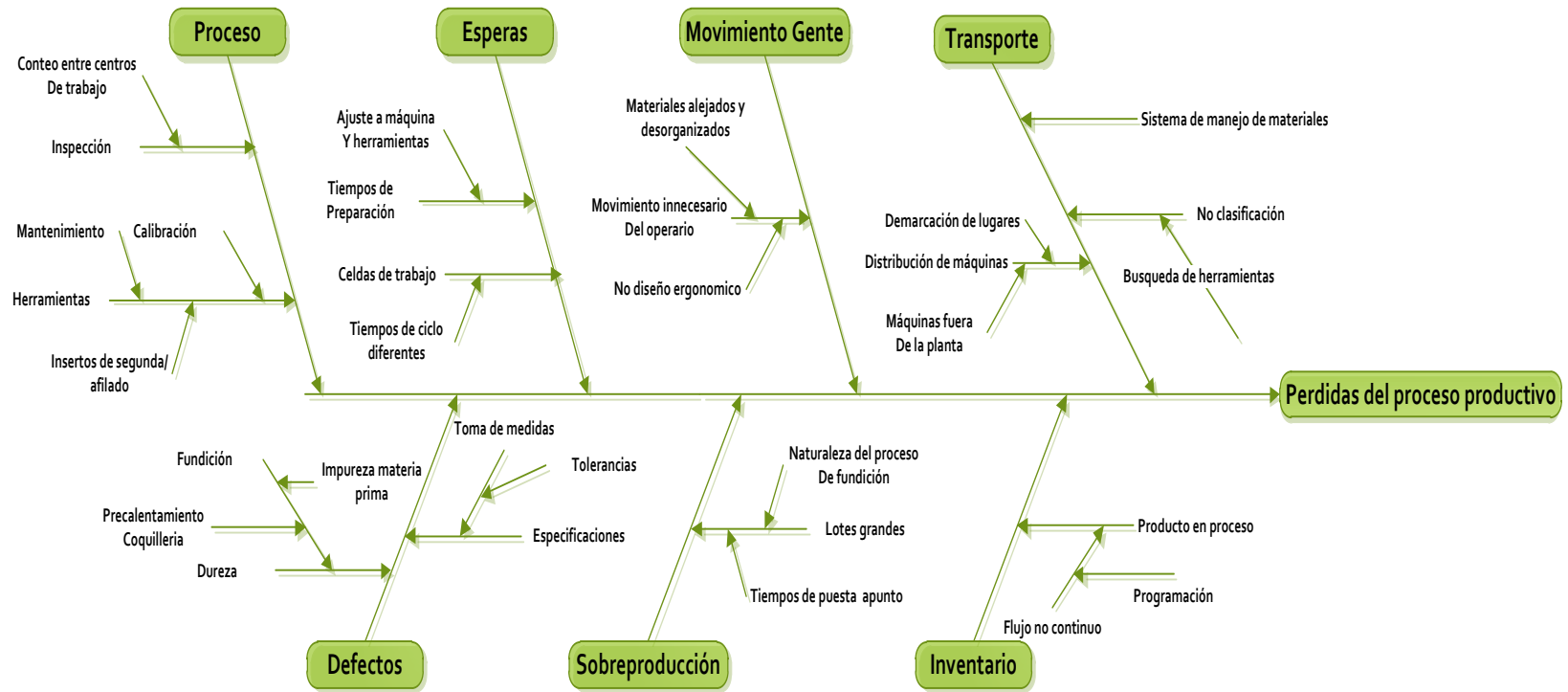
Para el cálculo de los días en inventario se tomaron los datos de las hojas de trazabilidad durante 4 meses, donde se promediaron los días en inventario que duraban las referencias tanto en patio como en cada operación de mecanizado.



ANEXO 12. LISTA DE CHEQUEO DESPERDICIOS.

7 TIPOS DE DESPERDICIO	5	4	3	2	1
1.Mayor grado de cumplimiento					
5. Menor grado de cumplimiento					
Sobreproducción	7/10				
Procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente.			X		
existen máquinas que hacen obligatorio el trabajo por lotes		X			
Inventario	9/15				
Mantener o comprar MP innecesarias			X		
Inventario en proceso				X	
Inventario producto terminado		X			
Movimiento materiales	8/15				
Mover trabajo en proceso de un lado al otro					X
Existen desplazamientos constantes a otros lugares para traer herramientas o materiales		X			
la ubicación de las maquinas dificulta el flujo del recorrido de los productos			X		
Espera	12/20				
Operarios esperando por información			X		
Operarios esperando por materiales para la producción			X		
Esperas por averías de máquinas			X		
operarios esperando que la máquina trabaje			X		
Sobre proceso	15/35				
Procedimientos innecesarios para procesar			X		
utilizar herramientas o equipos inapropiados				X	
utilización del espacio ineficiente				X	
Trabajo que no agrega valor (inspección)				X	
tiempos de calibración y medición				X	
re-procesos de materiales			X		
digitación de información			X		
Mala calidad	9/15				
No repetición o corrección de procesos				X	
productos defectuosos			X		
No re-trabajo en productos no conformes o devueltos		X			
Movimientos gente	2/5				
movimiento innecesario del operario				X	

ANEXO 13. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO.



ANEXO 14.DESARROLLO MATRIZ DOFA.

MATRIZ DOFA	FORTALEZAS	DEBILIDADES
		God-will SGC; compromiso con la calidad del producto personal conocedor del proceso buena imagen ante sus clientes Infraestructura Control y búsqueda de mejora continua Sistema contable y administrativo SIIGO Windows Reconocida a nivel regional en el sector metalmecánica Toma de decisiones rapida y àgil Compromiso de trabajar en gestion de la innovacion y tecnologia Alto nivel de compromiso de la alta dirección política salarial, valoración de cargos, flexibilidad en contratación, proceso de selección e inducción bien definido
OPORTUNIDADES		
Expansión de distribución a nivel nacional Capacitaciones Innovación en el diseño del proceso y del producto Nuevas tecnologías Margen de crecimiento del mercado automotriz a nivel Penetración de mercados extranjeros	E1. Fomentar una cultura organizacional en todos los departamentos E2. Realizar capacitaciones continuamente E3. Invertir en nuevas tecnologías y SI para hacer mas eficiente el proceso E4. Estandarizar labores para mejorar el desempeño E5. Fomentar en el trabajador un mayor sentido de pertenencia por medio de planes de trabajo con ellos.	E1. Desarrollar 5S's y jornadas Kaizen E2. Realizar estudio de tiempos para determinar la capacidad de cada centro de trabajo y de la planta E3. Invertir en un SI; que integre a todos los departamentos E4. Mejorar y diseñar nuevas herramientas que le permitan al operario desempeñar mejor su oficio E5. Desarrollar gerencia visual E6. Implemetar TPM E7. Propuesta de nueva distribución de planta
AMENAZAS		
Nuevos competidores internacionales que competirán con calidad y precio Cambios en las necesidades y expectativas de clientes Disponibilidad y costo materias primas. Entrada en vigencia del TLC Altos costos tributarios e impositivos nacionales locales. Los cambios de tecnología que promueven motores cada vez menos reparables.	E1. Fortalecer las relaciones con los clientes actuales y buscar unos nuevos E2. Monitorear al cliente para poder ser flexibles y estar preparados ante cualquier cambio E3. Buscar capacitaciones que permitan aprovechar el TLC y minimizar riesgos	E1. Aprovechar el TLC; para mejorar las tecnologías E2. Ampliar la gama de productos y conseguir nuevos

ANEXO 15. MATRIZ ANSOFF.

	PRODUCTO	
	Existente	Nuevo
Existente	<p>Buscar la manera de que por medio de la publicidad otras empresas del sector conozcan a LAVCO, a sus productos y servicios</p> <p>Crear un programa de fidelización con los clientes actuales, para que estos aumenten sus compras</p> <p>Desarrollar estrategias para el aumento de ventas; por medio de un Pareto identificar los pocos vitales</p> <p>Ofrecer precios competitivos en los segmentos de mayor volumen</p> <p>Aprovechar la certificación de calidad, para entrar en nuevas plazas</p>	<p>Ampliar tanto el portafolio de producto como el de servicios</p> <p>Existe la posibilidad de incluir nuevas líneas de productos vía comercialización de los mismos, así como de desarrollar algunas otras líneas directamente producidas en el futuro, diferentes al hierro gris.</p>
Nuevo	<p>Realizar alianzas y nuevos contratos con empresas del sector metalmecánica, pero en diferentes puntos tanto a nivel nacional como internacional</p> <p>Desarrollar nuevos canales de venta</p>	<p>Desarrollar nuevos productos que requieran de un proceso similar al que actualmente se desarrolla</p>



BLOQUE 1 CENTRIFUGAS INDIVIDUALES

F050	F058
F049	F057
F048	F056
F047	F055

COLADA:-----

ZONA DE MOLDEO

FECHA:-----

ZONA CENTRIFUGAS DE CARRETAS ESPECIALES

F059
F011

BLOQUE 2 CENTRIFUGAS INDIVIDUALES

F005	F054
F006	F053
F007	F052
F008	F051

F010

F009

F066

BLOQUE 3 CENTRIFUGAS INDIVIDUALES

F015	F019
F014	F018
F013	F017
F012	F016

ELABORÓ: _____

FECHA: _____

Referencia a colar
Coquilla y tapa a emplear
Producción esperada



0000

UPC-P.TZ-02 Rev. 2

FECHA			OPERACIÓN	OPERARIO	MAQUINA	TOTAL RECIBIDAS	TOTAL PROCESADAS	RECHAZADAS		TOTAL ENTREGADAS	COLADA
AA	MM	DD						MEC	FUN		
											LÍNEA
											LOTE
INFORMACIÓN TÉCNICA DEL PRODUCTO											
							TOTAL	T	T	TOTAL	DIÁM. INTERIOR FINAL
								TOTAL			D R B
											DIÁM. EXTERIOR FINAL
											D R
							TOTAL	T	T	TOTAL	LONGITUD TOTAL FINAL
								TOTAL			C R
REFERENCIA COMERCIAL											
							TOTAL	T	T	TOTAL	PLANO ANEXO
								TOTAL			SI NO
ORDEN DE PEDIDO											
							TOTAL	T	T	TOTAL	OBSERVACIONES
								TOTAL			
							TOTAL	T	T	TOTAL	
								TOTAL			
							TOTAL	T	T	TOTAL	
								TOTAL			

REGISTRO DE ENTREGAS A LÍNEAS DE TRABAJO

LAVCO Liderazgo metalmeccánico										OME-P-CS-01-01		REV.3	
A	M	D	JORNADA		MAQUINA	OPERARIO	HORAS TRABAJADAS						
			INICIO				HORAS EXTRAS						
			FINAL				TIPO DE HORAS EXTRAS						
LINEA	OPERACION		ORDEN DE PEDIDO	REFERENCIA	CANT	TOTAL OK	PIEZAS RECHAZADAS				COLADA		
							R1	R2	R3	R4			
OBSERVACIONES:						REVISION DE NIVELES							
						CARRO NORTON <input type="checkbox"/>							
						CARRO TRANSVERSAL <input type="checkbox"/>							
						ALMACENAMIENTO HIDRAULICO <input type="checkbox"/>							
						OTROS <input type="checkbox"/>							
						FIRMA DEL OPERARIO							

REPORTE INDIVIDUAL DE PRODUCCION DEPARTAMENTO DE MECANIZADO

ANEXO. 17 ESTUDIO DE TIEMPOS

A continuación se explica la metodología empleada para la realización del estudio de tiempos y la determinación de los tiempos tipo. El estudio de tiempos se realiza por medio de la técnica de toma de tiempo por cronómetros de vuelta a cero, iniciando con una premuestra de 10 tiempos para cada una de las longitudes establecida de la camisa seca, para luego calcular el tamaño de la muestra óptimo, haciendo uso de la ecuación.

$$N = \frac{(S * t_{\frac{\alpha}{2}, n-1})^2}{e^2};$$

S: valor de la desviación estándar

T: valor de la t de student

A: valor del nivel de confianza

N: valor de la premuestra

e: margen de error deseado (unidad de tiempo)

El estudio se realizó con un nivel de confianza del 95% y un margen de error entre 1% y 5% con respecto a la media encontrada. Se midieron los tiempos de procesos de todas las operaciones, debido a que en todas las operaciones siempre intervienen los operarios, luego de tomados estos tiempos se procede a realizar la valoración de cada tiempo tomado, esta valoración se hace de acuerdo al ritmo de producción que tiene el operario cuando se está analizando el problema por medio de la escala porcentual⁴¹, donde si el ritmo es lento se le asigna un valor menor a 100%, si el ritmo es normal se asigna un valor igual a 100%, y si el ritmo es rápido se asigna un valor mayor a 100%, obteniendo el tiempo normalizado por medio de la ecuación 5

⁴¹ Ortiz página 146

$$\text{Tiempo normalizado} = \text{Valoración} \times \text{Tiempo observado}$$

Una vez tabulados los tiempos observados y calculado el tiempo normalizado se procede a asignar suplementos según las particularidades de cada centro de trabajo con base en la tabla de suplementos la OIT para luego calcular el tiempo asignado a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo asignado} = \text{Tiempo normalizado} \times (1 + \% \text{ Suplementos})$$

	Hombres	Mujeres
1. Suplementos constantes		
Suplementos por necesidades personales	5	7
Suplementos base por fatiga	4	4
2. Suplementos variables		
Suplementos por trabajar de pie	2	4
Suplementos por postura anormal		
Ligeramente incomoda	0	1
- Incomoda (inclinado)	2	3
- Muy incómoda (echado, estirado)	7	7
Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar). Peso levantado por kilogramo		
- 2.5	0	1
- 5	1	2
- 7.5	2	3
- 10	3	4
- 12.5	4	6
- 15	5	8
- 17.5	7	10
- 20	9	13
- 22.5	11	16
- 25	13	20
- 30	17	-
- 33.5	22	-
Mala iluminación		
- Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0
- Bastante por debajo	2	2
- Absolutamente insuficiente	5	5
Condiciones atmosféricas (calor y humedad), índice de enfriamiento en el termómetro húmedo – suplemento Kata (mcal/cm²/s)		
- 16	0	0

- 14	0	0
- 12	0	0
- 10	3	3
- 8	10	10
- 6	21	21
- 5	31	31
- 4	45	45
- 3	64	64
- 2	100	100
Concentración intensa		
- Trabajos de cierta precisión	0	0
- Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
- Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Ruido		
- Continuo	0	0
- Intermitente y fuerte	2	2
- Intermitente y muy fuerte	5	5
- Estridente y fuerte	5	5
Tensión mental		
- Proceso bastante complejo	1	1
- Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
- Muy complejo	8	8
Monotonía		
- Trabajo algo monótono	0	0
- Trabajo bastante monótono	1	1
- Trabajo muy monótono	4	4
Tedio		
- Trabajo algo aburrido	0	0
- Trabajo aburrido	2	1
- Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: OIT

Por último se asigna un suplemento de contingencia que hace referencia a eventos que ocurren de manera esporádica y que ocasionan retrasos en la programación de la producción como paros presentados en las máquinas, calibración, corte de energía entre otras, para calcular este porcentaje se tomó en consideración la experiencia del jefe de mantenimiento ya que no se llevan registros de los tiempos de paradas presentes en la jornada de trabajo, obteniendo un porcentaje de contingencia para las máquinas de 3%, con este valor se procede a hallar el tiempo tipo de los procesos con base en la ecuación

$$Tiempo\ tipo = \frac{Tiempo\ asignado}{(1 - \%Contingencia)}$$

A continuación se enumera cada proceso de la línea de camisa seca para las referencias de longitudes comprendidas entre 6"-7", 7"-8" y 10", en cada una de estas se muestran las tablas de premuestra, muestra, suplementos asignados y resumen de tiempos

CAMISA SECA CON LONGITUD ENTRE 6" Y 7" }

1. Corte

Premuestra corte 6"-7"

Referencia	Seca 4 x 6 3/8			No. Máquina: M 041				Operación: Corte		
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Seg)	42,83	42,28	39,47	48,12	38,76	43,06	44,39	41,53	39,96	38,11
media	41,85									
desviacion	3,004598143									
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student	2,262	error	5	
N					9,2					

Muestra corte 6"-7"

Formato de recolección de datos de tiempo				
Operación: Corte		Operario: Jhon Uribe		Fecha: 12/10/12
Ref 4X6 3/8		No Máquina: M041;224 rpm		Analista: Erika Ruíz
C	ELEMENTOS	VALORACION (%)	T.OBSERVADO	T.NORMALIZADO
c1	Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	100%	14,390	14,39
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	17,64	17,64
	Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	90%	8,2	7,38
c2	Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	100%	14,190	14,19
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	95%	18,17	17,26
	Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	90%	8,43	7,59
c3	Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	90%	15,83	14,25
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	17,16	17,16
	Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la	90%	9,31	8,38

	otra pieza			
c4	Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	100%	14,28	14,28
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	17,52	17,52
	Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	75%	11,29	8,47
c5	Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	90%	15,66	14,09
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	17,44	17,44
	Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	90%	8,48	7,63
c6	Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	100%	14,13	14,13
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	17,92	17,92
	Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	80%	10,01	8,01
c7	Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	100%	14,43	14,43
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	17,25	17,25
	Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	70%	11,95	8,37
c8	Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	80%	19,07	15,26
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	17,25	17,25
	Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	90%	9,58	8,62
c9	Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	80%	17,94	14,35
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	17,58	17,58
	Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	80%	10,16	8,13

Suplementos asignados

ELEMENTOS CORTE	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el flexometro	5	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	11
Desde que activa automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	11
Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9

Resumen tiempos corte camisa seca 6"-7"

CORTE	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignando	Tiempo tipo
Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el flexometro	14,37	11	1	15,96	16,45
Desde que activa automático hasta que lo apaga	17,45	11	1	19,37	19,96
Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	8,06	9	1	8,79	9,06
TOTAL					45,47

2. Despunte

Premuestra despunte 6"-7"

Referencia	Seca 4 x 6 3/8			No. Máquina: M 041				Operación: Despunte		
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Seg)	44,76	44,62	44,13	46,19	44,25	47,25	43,27	45,58	42,88	45,25
media	44,82									
desviacion	1,314659229									
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student	2,262	error	1	
N					8,8					

Muestra despunte 6"-7"

Formato de recolección de datos de tiempo				
Operación: Despunte		Operario: Jhon Uribe		Fecha: 12/10/12
Ref 4X6 3/8		No Máquina: M041;224 rpm		Analista: Erika Ruíz
C	ELEMENTOS	VALORACION (%)	T.OBSERVADO	T.NORMALIZADO
c1	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	100%	12,530	12,53
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	21,39	21,39
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	120%	6,28	7,54
c2	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	100%	12,590	12,59
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	24,82	24,82
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	100%	7,82	7,82
c3	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	105%	11,59	12,17
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	21,2	21,20
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	100%	7,82	7,82

c4	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	100%	12,12	12,12
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	19,56	19,56
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	120%	10,24	12,29
c5	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	95%	13,1	12,45
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	24,38	24,38
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	120%	9,34	11,21
c6	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	100%	12,47	12,47
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	21,33	21,33
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	120%	9,51	11,41
c7	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	90%	14,34	12,91
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	20,02	20,02
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	120%	9,27	11,12
c8	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	95%	13,02	12,37
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	21,45	21,45
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	120%	9,88	11,86
c9	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	90%	14,48	13,03
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	19,55	19,55
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	120%	8,63	10,36

Suplementos asignados

ELEMENTOS DESPUNTE	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	5	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	11
Desde que activa automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	11
Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9

Resumen tiempos despunte camisa seca 6"-7"

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignando	Tiempo tipo
Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	12,57	11	1	13,95	14,38
Desde que activa automático hasta que lo apaga	21,33	11	1	23,67	24,40
Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	10,18	9	1	11,09	11,44
TOTAL					50,22

3. Longitud total

Premuestra longitud total 6"-7"

Referencia	Seca 4290x4510x6750			No. Máquina: M 028				Operación: Long Total		
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Seg)	48,20	49,28	47,37	48,55	50,48	47,33	49,47	48,46	52,23	49,66
media	49,10									
desviacion	1,484438165									
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student		2,262	error	1
N					11,3					

Muestra longitud total 6"-7"

Formato de recolección de datos de tiempo				
Operación: Longitud total		Operario: Jedisson		Fecha: 12/10/12
Ref 3782X4003X6875		No Máquina: M028;160 rpm		Analista: Erika Ruíz
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	T.OBSERVADO	T.NORMALIZADO
c1	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	120%	10,410	12,49
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,76	25,76
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	110%	7,47	8,22
c2	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	100%	12,910	12,91
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,19	25,19
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	100%	8,88	8,88
c3	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	80%	15,360	12,29
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,72	25,72
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	90%	9,81	8,83

c4	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	85%	14,580	12,39
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	23,47	23,47
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	95%	9,43	8,96
c5	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	100%	12,630	12,63
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,4	25,40
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	90%	9,79	8,81
c6	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	90%	13,930	12,54
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	26,56	26,56
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	90%	9,5	8,55
c7	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	95%	13,070	12,42
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,66	25,66
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	95%	9,2	8,74
c8	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	100%	12,110	12,11
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	27,87	27,87
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	85%	10,7	9,10
c9	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	100%	12,210	12,21
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,1	25,10
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	95%	9,01	8,56
c10	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	95%	13,030	12,38
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,69	25,69
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	90%	10,13	9,12
c11	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	90%	13,530	12,18
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	26,17	26,17
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	80%	11,84	9,47
c12	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	120%	10,760	12,91
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	26,16	26,16
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	90%	10,21	9,19

Suplementos asignados

ELEMENTOS LONGITUD TOTAL	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	5	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	11
Desde que activa automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	11
Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9

Resumen tiempo longitud total camisa seca 6"-7"

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignando	Tiempo tipo
Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	11,50	11	1	12,76	13,16
Desde que activa automático hasta que lo apaga	23,75	11	1	26,36	27,18
Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	8,19	9	1	8,92	9,20
TOTAL					49,53

4. Diámetro interior

Premuestra diámetro interior 6"-7"

Referencia	Seca 3386 x 7			No. Máquina: M 024				Operación: Diam Int		
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Seg)	157,88	155,63	155,85	163,04	167,02	153,3	158,3	161,59	153,52	154,89
media	158,10									
desviacion	4,493481204									
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student	2,262	error	5	
	N				20,7					

Muestra diámetro interior 6"-7"

Formato de recolección de datos de tiempo						
Operación: Diámetro interior		Operario: Franklin Bautista		Fecha: 12/10/12		
Ref: 4010X4230X6750		No Máquina: M024;160 rpm		Analista: Erika Ruíz		
C	ELEMENTOS			VALORACIÓN (%)	T.OBSERVADO	T.NORMALIZADO
C1	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la			100%	11,630	11,63

	maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa			
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	127,85	127,85
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	12,53	12,53
c2	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	11,690	11,69
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	130,85	130,85
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	12,35	12,35
c3	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	90%	12,53	11,28
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	128,56	128,56
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	11,03	11,03
c4	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	11,15	11,15
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	130,7	130,70
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	90%	12,59	11,33
c5	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	12,56	12,56
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	128,9	128,90
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	80%	14,51	11,61
c6	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	11,9	11,90
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	129,54	129,54
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	90%	12,25	11,03
c7	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	12,45	12,45
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	130,38	130,38
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	110%	10,85	11,94

c8	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	11,3	11,30
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	130	130,00
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	90%	13,21	11,89
c9	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	110%	11,06	12,17
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	128,82	128,82
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	95%	12,59	11,96
c10	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	110%	10,54	11,59
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	130,85	130,85
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	95%	12,44	11,82
c11	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	120%	9,94	11,93
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	129,77	129,77
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	90%	13,02	11,72
c12	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	90%	13,43	12,09
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	132,67	132,67
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	11,59	11,59
c13	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	110%	10,85	11,94
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	127,37	127,37
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	12,2	12,20
c14	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	110%	10,26	11,29
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	127,93	127,93
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia	110%	10,41	11,45

	viruta			
C1 5	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	90%	13,07	11,76
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	129,36	129,36
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	110%	10,01	11,01
C1 6	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	110%	10,35	11,39
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	130,58	130,58
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	11,78	11,78
C1 7	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	11,62	11,62
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	130,57	130,57
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	10,58	10,58
C1 8	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	11,35	11,35
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	130,84	130,84
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	10,74	10,74
C1 9	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	12,03	12,03
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	130,74	130,74
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	11,65	11,65
C2 0	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	10,95	10,95
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	131,58	131,58
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	10,98	10,98
C2 1	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	11,57	11,57
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	131,47	131,47
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada	95%	12,59	11,96

	hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta			
--	---	--	--	--

Suplementos asignados

ELEMENTOS DIMETRO INTERIOR	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	5	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	11
Desde que activa automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	11
Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9

Resumen tiempo diámetro interior camisa seca 6"-7"

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignando	Tiempo tipo
Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	11,70	11	1	12,98	13,38
Desde que activa automático hasta que lo apaga	129,97	11	1	144,26	148,73
Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	11,58	9	1	12,62	13,01
TOTAL					175,12

5. Diámetro exterior

5.1 CNC

Premuestra diámetro exterior CNC 6"-7"

Referencia	Seca 3238x3458x7000			No. Máquina: CNC				Operación:Diam Ext CNC		
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Seg)	19,63	17,95	21,27	18,54	20,21	18,65	19,96	18,89	20,02	18,52
media	19,36									
desviacion	1,018170473									
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student		2,262	error	1
N					5,3					

Muestra diámetro exterior CNC 6"-7"

Formato de recolección de datos de tiempo				
Operación: Diámetro exterior		Operario: Juan Rueda		Fecha: 12/10/12
Ref 3238X3458X7000		No Máquina: CNC		Analista: Erika Ruíz
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	T.OBSERVADO	T.NORMALIZADO
c1	Desde que toma pieza del piso hasta que la monta y ajusta en la pinza de la CNC	85%	8,900	7,57
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	2,56	2,56
	Desde que retira pieza y usa refrigerante hasta que la deja sobre la mesa	100%	8,93	8,93
c2	Desde que toma pieza del piso hasta que la monta y ajusta en la pinza de la CNC	100%	7,870	7,87
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	2,56	2,56
	Desde que retira pieza y usa refrigerante hasta que la deja sobre la mesa	100%	8,23	8,23
c3	Desde que toma pieza del piso hasta que la monta y ajusta en la pinza de la CNC	100%	7,98	7,98
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	2,56	2,56
	Desde que retira pieza y usa refrigerante hasta que la deja sobre la mesa	100%	8,66	8,66
c4	Desde que toma pieza del piso hasta que la monta y ajusta en la pinza de la CNC	100%	7,85	7,85
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	2,56	2,56
	Desde que retira pieza y usa refrigerante hasta que la deja sobre la mesa	100%	8,65	8,65
c5	Desde que toma pieza del piso hasta que la monta y ajusta en la pinza de la CNC	100%	7,98	7,98
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	2,56	2,56

	Desde que retira pieza y usa refrigerante hasta que la deja sobre la mesa	100%	8,25	8,25
--	---	------	------	------

Suplementos asignados

ELEMENTOS DIAMETRO EXTERIOR CNC	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que toma pieza del piso hasta que la monta y ajusta en la pinza de la CNC	5	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	11
Desde que activa automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	11
Desde que retira pieza y usa refrigerante hasta que la deja sobre la mesa	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9

Resumen tiempo diámetro exterior CNC camisa seca 6"-7"

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignando	Tiempo tipo
Desde que toma pieza del piso hasta que la monta y ajusta en la pinza de la CNC	7,85	11	1	8,71	8,98
Desde que activa automático hasta que lo apaga	2,56	11	1	2,84	2,93
Desde que retira pieza y usa refrigerante hasta que la deja sobre la mesa	8,54	9	1	9,31	9,60
TOTAL					21,51

5.2 Diámetro exterior

Premuestra diámetro exterior 6"-7"

Referencia	Seca 3782x4003x6875						No. Máquina: M 038		Operación: Diam Ext		
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
(Seg)	142,36	144,61	141,55	145,57	148,30	142,73	141,53	136,88	145,74	141,72	
media	143,10										
desviacion	3,136439772										
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student		2,262	error	3	
	N					16,8					

Muestra diámetro exterior 6"-7"

Formato de recolección de datos de tiempo				
Operación: Diámetro exterior		Operario: Gerson Rey		Fecha: 12/10/12
Ref 3782X4003X6875		No Máquina: M038; 160 rpm		Analista: Erika Ruíz
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	T.OBSERVADO	T.NORMALIZADO
c1	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	100%	21,990	21,99
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	61,27	61,27
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	120%	18,27	21,92
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	100%	15,810	15,81
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	13,28	13,28
c2	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	85%	25,370	21,56
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	63,22	63,22
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	90%	24,16	21,74
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	100%	16,990	16,99
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	13,29	13,29
c3	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	75%	39,630	29,72
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	60,33	60,33
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	90%	24,35	21,92
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	100%	15,800	15,8
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	13,33	13,33
c4	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	110%	18,760	20,64
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	60,14	60,14
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	100%	20,2	20,20
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	100%	15,720	15,72
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	110%	12,55	13,805
c5	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	100%	22,610	22,61
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	62,3	62,30
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende	90%	23,05	20,75

	automático hasta que lo apaga			
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	90%	17,630	15,867
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	13,3	13,3
c6	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	100%	23,200	23,20
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	61,25	61,25
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	90%	24,250	21,83
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	100%	16,58	16,58
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	13,690	13,69
c7	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	100%	22,980	22,98
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	60,85	60,85
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	90%	24,23	21,81
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	90%	17,100	15,39
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	13,29	13,29
c8	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	90%	24,650	22,19
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	64,21	64,21
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	90%	22,96	20,66
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	100%	15,680	15,68
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	12,95	12,95
c9	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	110%	21,630	23,79
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	60,58	60,58
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	100%	24,23	24,23
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	90%	16,580	14,922
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	12,98	12,98
c10	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	100%	21,980	21,98
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	62,65	62,65
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	100%	23,54	23,54
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	90%	18,240	16,416

	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	13,58	13,58
C1 1	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	90%	24,630	22,17
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	61,52	61,52
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	90%	24,52	22,07
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	90%	17,850	16,065
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	12,98	12,98
	C1 2	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	100%	24,120
Desde que activa automático hasta que lo apaga		100%	62,12	62,12
Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga		100%	23,45	23,45
Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga		100%	16,980	16,98
Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno		100%	12,52	12,52
C1 3	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	100%	21,520	21,52
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	60,54	60,54
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	90%	24,1	21,69
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	90%	18,080	16,272
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	12,56	12,56
C1 4	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	110%	19,540	21,49
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	62,54	62,54
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	100%	24,52	24,52
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	90%	17,210	15,489
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	12,58	12,58
C1 5	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	90%	25,650	23,09
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	69,52	69,52
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	85%	24,74	21,03
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	90%	18,200	16,38
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	12,58	12,58
C1	Desde que toma pieza de carro móvil del torno	100%	22,520	22,52

6	hasta que la ajusta en la maquina			
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	60,21	60,21
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	100%	23,69	23,69
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	90%	18,200	16,38
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	12,67	12,67
C1 7	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	100%	21,240	21,24
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	60,29	60,29
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	100%	22,61	22,61
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	100%	17,220	17,22
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	13,32	13,32

Suplementos asignados

ELEMENTOS DIAMETRO EXTERIOR	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	5	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	11
Desde que activa automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	11
Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	2	2	1	1	0	13
Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	2	2	1	1	0	13
Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9

Resumen tiempo diámetro exterior camisa seca 6"-7"

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignando	Tiempo tipo
Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	21,49	11	1	23,85	24,59
Desde que activa automático hasta que lo apaga	58,53	11	1	64,97	66,98
Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	20,98	13	1	23,71	24,44
Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	15,22	13	1	17,20	17,73
Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	12,37	9	1	13,49	13,90
TOTAL					147,64

6. Rectificado

Premuestra rectificado 6"-7"

Referencia	Seca 6 - 7			No. Máquina: M 018				Operación: Rectificado		
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Seg)	332,78	331,56	330,15	333,25	335,85					
media	332,72									
desviacion	2,12319806									
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student		2,262	error	5
N					4,6					

Muestra rectificado 6"-7"

formato de recolección de datos de tiempo						
Operación: Rectificado exterior			Operario: Jhon Delgado			Fecha: 12/10/2012
Referencia: 4010x4230x6750			No Máquina: M018; 950r.p.m			Analista: Erika Tatiana Ruiz
CICLO	ELEMENTOS	No de piezas en el lote	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO		TIEMPO NORMALIZADO
				lote	pieza	
C1	Desde que toma lote de piezas y las lleva a la mesa de trabajo hasta que diamanta piedra	12	100%	53,2	4,43	4,43
	Desde que toma pieza la pasa por piedras rectificadoras hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	58	4,83	4,83
	Desde que toma pieza y la pasa por segunda vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		110%	50,52	4,21	4,63
	Desde que toma pieza y la pasa por tercera vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		95%	56,42	4,70	4,47
	Desde que toma pieza y la pasa por cuarta vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	53,62	4,47	4,47
	Desde que toma la pieza, la mide y la clasifica para volver a rectificar hasta que las deja sobre la mesa de trabajo		100%	58	4,83	4,83
C2	Desde que toma lote de piezas y las lleva a la mesa de trabajo hasta que diamanta piedra	25	100%	114,3	4,57	4,57
	Desde que toma pieza la pasa por piedras rectificadoras hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	117,8	4,71	4,71
	Desde que toma pieza y la pasa por segunda vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	116,2	4,65	4,65
	Desde que toma pieza y la pasa por tercera vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	102,7	4,11	4,11
	Desde que toma pieza y la pasa por cuarta vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	115,2	4,61	4,61
	Desde que toma la pieza, la mide y la clasifica para volver a rectificar hasta que las deja sobre la mesa de trabajo		90%	126,3	5,05	4,55
C3	Desde que toma lote de piezas y las lleva a la mesa de trabajo hasta que diamanta piedra	30	100%	136,3	4,54	4,54
	Desde que toma pieza la pasa por piedras rectificadoras hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	137,6	4,59	4,59
	Desde que toma pieza y la pasa por segunda vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	132,1	4,40	4,40
	Desde que toma pieza y la pasa por tercera vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	133,2	4,44	4,44
	Desde que toma pieza y la pasa por cuarta vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	139,5	4,65	4,65
	Desde que toma la pieza, la mide y la clasifica para volver a rectificar hasta que las deja sobre la mesa de trabajo		100%	142,1	4,74	4,74
C4	Desde que toma lote de piezas y las lleva a la mesa de trabajo hasta que diamanta piedra	23	100%	103,3	4,49	4,49
	Desde que toma pieza la pasa por piedras rectificadoras hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	106,3	4,62	4,62
	Desde que toma pieza y la pasa por segunda vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		105%	98,52	4,28	4,50
	Desde que toma pieza y la pasa por tercera vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	99,52	4,33	4,33
	Desde que toma pieza y la pasa por cuarta vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		95%	112,2	4,88	4,63
	Desde que toma la pieza, la mide y la clasifica para volver a rectificar hasta que las deja sobre la mesa de trabajo		100%	113,5	4,94	4,94

Suplementos asignados

ELEMENTOS RECTIFICADO	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que toma lote de piezas y las lleva a la mesa de trabajo hasta que diamanta piedra	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9
Desde que toma pieza la pasa por piedras rectificadoras hasta que la deja en mesa de trabajo	5	2	2	0	0	0	2	2	1	1	0	15
Desde que toma pieza y la pasa por segunda vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo	5	2	2	0	0	0	2	2	1	1	0	15
Desde que toma pieza y la pasa por tercera vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo	5	2	2	0	0	0	2	2	1	1	0	15
Desde que toma pieza y la pasa por cuarta vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo	5	2	2	0	0	0	2	2	1	1	0	15
Desde que toma la pieza, la mide y la clasifica para volver a rectificar hasta que las deja sobre la mesa de trabajo	5	2	2	0	0	0	2	2	1	1	0	15

Resumen tiempo rectificado camisa seca 6"-7"

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignando	Tiempo tipo
Desde que toma lote de piezas y las lleva a la mesa de trabajo hasta que diamanta piedra	4,51	9	1	4,92	5,07
Desde que toma pieza la pasa por piedras rectificadoras hasta que la deja en mesa de trabajo	4,69	15	1	5,39	5,56
Desde que toma pieza y la pasa por segunda vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo	4,55	15	1	5,23	5,39
Desde que toma pieza y la pasa por tercera vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo	4,34	15	1	4,99	5,14
Desde que toma pieza y la pasa por cuarta vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo	4,59	15	1	5,28	5,44
Desde que toma la pieza, la mide y la clasifica para volver a rectificar hasta que las deja sobre la mesa de trabajo	4,76	15	1	5,48	5,65
TOTAL					32,24

7. LPYE

Premuestra

Referencia	Seca 6 - 7			No. Máquina: M018				Operación:lpye		
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Seg)	1237,80	1240,25	1238,89	1237,80	1234,92					
media	1237,93									
desviacion	1,962006626									
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student		2,262	error	5
N					3,939273516					

Muestra

formato de recolección de datos de tiempo						
Operación: Lavado, protección y empaque						Fecha: 12/10/2012
Referencia: 4010x4230x6750						Analista: Erika Tatiana Ru
CICLO	ELEMENTOS	No de piezas en el lote	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO		TIEMPO NORMALIZADO
				lote	pieza	
C1	Desde que trae las piezas de rectificado hasta que las deja y organiza en la mesa de marcado	12	100%	41,79	3,48	3,48
	Desde que arregla el sello y marca las piezas hasta que limpia los excesos de químico		100%	25,87	2,16	2,16
	Desde que toma piezas de mesa de marcado hasta que las lleva a la mesa de lavado		100%	10,37	0,86	0,86
	Desde que lava la pieza hasta que las pone a escurrir		100%	106,21	8,85	8,85
	Desde que toma pieza de mesa de lavado hasta que las lleva a la mesa de protección		100%	12,80	1,07	1,07
	Desde que protege las piezas con molibarma Y sp400 hasta que las deja secar		100%	24,18	2,02	2,02
	Desde que toma pieza de mesa de protección hasta que las lleva a la mesa de empaque		100%	11,88	0,99	0,99
	Desde que toma la pieza y realiza inspección visual, hasta que las deja al lado de la mesa		100%	99,13	8,26	8,26
	Desde que pega la etiqueta en la pieza hasta que la lleva a los carros transportadores		100%	6,15	0,51	0,51
C2	Desde que trae las piezas de rectificado hasta que las deja y organiza en la mesa de marcado	25	100%	89,75	3,59	3,59
	Desde que arregla el sello y marca las piezas hasta que limpia los excesos de químico		100%	73,25	2,93	2,93
	Desde que toma piezas de mesa de marcado hasta que las lleva a la mesa de lavado		100%	22,50	0,90	0,90
	Desde que lava la pieza hasta que las pone a escurrir		100%	230,25	9,21	9,21
	Desde que toma pieza de mesa de lavado hasta que las lleva a la mesa de protección		100%	27,50	1,10	1,10
	Desde que protege las piezas con molibarma Y sp400 hasta que las deja secar		100%	44,75	1,79	1,79
	Desde que toma pieza de mesa de protección hasta que las lleva a la mesa de empaque		100%	18,00	0,72	0,72
	Desde que toma la pieza y realiza inspección visual, hasta que las deja al lado de la mesa		100%	210,50	8,42	8,42
	Desde que pega la etiqueta en la pieza hasta que la lleva a los carros transportadores		100%	15,25	0,61	0,61

C3	Desde que trae las piezas de rectificado hasta que las deja y organiza en la mesa de marcado	30	100%	82,50	2,75	2,75
	Desde que arregla el sello y marca las piezas hasta que limpia los excesos de químico		100%	65,70	2,19	2,19
	Desde que toma piezas de mesa de marcado hasta que las lleva a la mesa de lavado		100%	22,50	0,75	0,75
	Desde que lava la pieza hasta que las pone a escurrir		100%	262,80	8,76	8,76
	Desde que toma pieza de mesa de lavado hasta que las lleva a la mesa de protección		100%	24,90	0,83	0,83
	Desde que protege las piezas con molibarma Y sp400 hasta que las deja secar		100%	43,20	1,44	1,44
	Desde que toma pieza de mesa de protección hasta que las lleva a la mesa de empaque		100%	30,90	1,03	1,03
	Desde que toma la pieza y realiza inspección visual, hasta que las deja al lado de la mesa		100%	266,70	8,89	8,89
	Desde que pega la etiqueta en la pieza hasta que la lleva a los carros transportadores		100%	22,50	0,75	0,75
C4	Desde que trae las piezas de rectificado hasta que las deja y organiza en la mesa de marcado	23	100%	63,71	2,77	2,77
	Desde que arregla el sello y marca las piezas hasta que limpia los excesos de químico		100%	54,51	2,37	2,37
	Desde que toma piezas de mesa de marcado hasta que las lleva a la mesa de lavado		100%	13,11	0,57	0,57
	Desde que lava la pieza hasta que las pone a escurrir		100%	204,01	8,87	8,87
	Desde que toma pieza de mesa de lavado hasta que las lleva a la mesa de protección		100%	29,21	1,27	1,27
	Desde que protege las piezas con molibarma Y sp400 hasta que las deja secar		100%	28,29	1,23	1,23
	Desde que toma pieza de mesa de protección hasta que las lleva a la mesa de empaque		100%	31,97	1,39	1,39
	Desde que toma la pieza y realiza inspección visual, hasta que las deja al lado de la mesa		100%	198,95	8,65	8,65
	Desde que pega la etiqueta en la pieza hasta que la lleva a los carros transportadores		100%	21,62	0,94	0,94

Suplementos asignados.

ELEMENTOS LPYE	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que trae las piezas de rectificado hasta que las deja y organiza en la mesa de marcado	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9
Desde que arregla el sello y marca las piezas hasta que limpia los excesos de químico	5	2	0	0	0	1	0	0	1	1	0	10
Desde que toma piezas de mesa de marcado hasta que las lleva a la mesa de lavado	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9
Desde que lava la pieza hasta que las pone a escurrir	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9
Desde que toma pieza de mesa de lavado hasta que las lleva a la mesa de protección	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9
Desde que protege las piezas con molibarma Y sp400 hasta que las deja secar	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9
Desde que toma pieza de mesa de protección hasta que las lleva a la mesa de empaque	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9
Desde que toma la pieza y realiza inspección visual, hasta que las deja al lado de la mesa	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9
Desde que pega la etiqueta en la pieza hasta que la lleva a los carros transportadores	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9

Resumen tiempo LPYE

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignando	Tiempo tipo
Desde que trae las piezas de rectificado hasta que las deja y organiza en la mesa de marcado	3,15	9	1	3,43	3,54
Desde que arregla el sello y marca las piezas hasta que limpia los excesos de químico	2,41	10	1	2,65	2,73
Desde que toma piezas de mesa de marcado hasta que las lleva a la mesa de lavado	0,77	9	1	0,84	0,87
Desde que lava la pieza hasta que las pone a escurrir	8,92	9	1	9,73	10,03
Desde que toma pieza de mesa de lavado hasta que las lleva a la mesa de protección	1,07	9	1	1,16	1,20
Desde que protege las piezas con molibarma Y sp400 hasta que las deja secar	1,62	9	1	1,76	1,82
Desde que toma pieza de mesa de protección hasta que las lleva a la mesa de empaque	1,03	9	1	1,13	1,16
Desde que toma la pieza y realiza inspección visual, hasta que las deja al lado de la mesa	8,56	9	1	9,33	9,61
Desde que pega la etiqueta en la pieza hasta que la lleva a los carros transportadores	0,70	9	1	0,77	0,79
TOTAL					31,75

CAMISAS LONGITUD ENTRE 7"-8"

1. Corte

Premuestra corte 7"-8".

Referencia	Seca 3751x3971x7875			No. Máquina: M 041				Operación: Corte		
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Seg)	47,98	48,52	48,81	45,63	43,06	44,39	45,53	45,96	46,11	50,99
media	46,70									
desviacion	2,352354849									
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student	2,262	error	5	
	N				5,7					

Muestra corte 7"-8"

Formato de recolección de datos de tiempo				
Operación: Corte		Operario: Isnardo Corzo		Fecha: 12/10/12
Ref 3689X3909X7750		No Máquina: M041;224 rpm		Analista: Erika Ruíz
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	T.OBSERVADO	T.NORMALIZADO
c1	Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	100%	14,390	14,39
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	26,41	26,41
	Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	100%	7,12	7,12
c2	Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	100%	14,450	14,45
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,12	25,12
	Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	100%	7,45	7,45
c3	Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	100%	14,58	14,58
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,8	25,80
	Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	100%	7,53	7,53
c4	Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	90%	15,77	14,19
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,99	25,99
	Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	100%	7,47	7,47
c5	Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	90%	15,82	14,24
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	26,31	26,31
	Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	100%	7,51	7,51
c6	Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	100%	14,6	14,60
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	26,52	26,52
	Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	100%	7,63	7,63

Suplementos asignados

ELEMENTOS CORTE	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el flexometro	5	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	11
Desde que activa automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	11
Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9

Resumen tiempo corte camisa seca 7"-8"

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignando	Tiempo tipo
Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el flexometro	12,35	11	1	13,71	14,13
Desde que activa automático hasta que lo apaga	22,31	11	1	24,76	25,53
Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	6,39	9	1	6,96	7,18
TOTAL					46,84

2. Despunte

Premuestra despunte 7"-8"

Referencia	Seca 3751x3971x7875			No. Máquina: M 041				Operación: Despunte		
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Seg)	49,76	50,62	50,13	47,79	52,85	51,69	49,90	51,55	49,14	53,24
media	50,67									
desviacion	1,684142383									
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student	2,262	error	2	
	N				7,3					

Muestra despunte 7"-8"

Formato de recolección de datos de tiempo				
Operación: Despunte		Operario: Jhon Uribe		Fecha: 12/10/12
Ref 4X6 3/8		No Máquina: M041;224 rpm		Analista: Erika Ruíz
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	T.OBSERVADO	T.NORMALIZADO
c1	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	120%	10,700	12,84
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	29,87	29,87
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	110%	8,82	9,70
c2	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	90%	13,840	12,46
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	29,09	29,09
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	100%	13,59	13,59
c3	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	85%	15,69	13,34
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	28,65	28,65
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	110%	11,55	12,71

c4	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	90%	14,25	12,83
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,02	25,02
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	110%	10,65	11,72
c5	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	90%	15,42	13,88
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	27,91	27,91
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	100%	12,19	12,19
c6	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	90%	14,26	12,83
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,02	25,02
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	100%	12,09	12,09
c7	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	90%	13,92	12,53
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	28,01	28,01
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	110%	9,79	10,77

Suplementos asignados

ELEMENTOS DESPUNTE	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	5	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	11
Desde que activa automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	11
Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9

Resumen tiempo despunte camisa seca 7"-8"

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignando	Tiempo tipo
Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	12,96	11	1	14,38	14,83
Desde que activa automático hasta que lo apaga	27,65	11	1	30,69	31,64
Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	11,82	9	1	12,89	13,29
TOTAL					59,76

3. Longitud total

Premuestra longitud total 7"-8"

Referencia	Seca 2 3/4 x 6			No. Máquina: M 028				Operación: Long Total		
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Seg)	49,50	49,28	48,58	49,53	51,95	49,10	51,26	48,95	51,60	52,15
media	50,19									
desviacion	1,379605419									
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student	2,262	error	2	
N					4,9					

Muestra longitud total 7"-8"

Formato de recolección de datos de tiempo				
Operación: Longitud total		Operario: Jedisson		Fecha: 12/10/12
Ref		No Máquina: M028;160 rpm		Analista: Erika Ruíz
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	T.OBSERVADO	T.NORMALIZADO
c1	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	120%	10,410	12,49
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,76	25,76
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	110%	7,47	8,22
c2	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	100%	12,910	12,91
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	23,19	23,19
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	100%	8,88	8,88
c3	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	90%	15,36	13,82

	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,72	25,72
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	90%	9,81	8,83
c4	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	90%	14,58	13,12
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	23,47	23,47
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	90%	9,43	8,49
c5	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	100%	12,63	12,63
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,4	25,40
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	90%	9,79	8,811

Suplementos asignados

ELEMENTOS LONGITUD TOTAL	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	5	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	11
Desde que activa automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	11
Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9

Resumen tiempo longitud total camisa seca 7"-8"

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignando	Tiempo tipo
Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	13,00	11	1	14,43	14,87
Desde que activa automático hasta que lo apaga	24,71	11	1	27,43	28,27
Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	8,64	9	1	9,42	9,71
TOTAL					52,86

4. Diámetro interior

4.1 Diámetro interior en máquina M010, operación: desbaste 1.

Premuestra diámetro interior 7"-8"

Referencia	Seca 4370x4590x8500			No. Máquina: M 010			Operación: Diam Int			
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Seg)	260,25	259,84	264,21	263,88	259,54	261,60	259,45	260,98	263,12	259,45
media	261,23									
desviacion	1,878526609									
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student	2,262	error	3	
N					6,0					

Muestra diámetro interior 7"-8"

Formato de recolección de datos de tiempo				
Operación: DI Desbaste 1		Operario: Jedisson		Fecha: 12/10/12
Ref 2720x3003x7500		No Máquina: M010;		Analista: Erika Ruíz
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	T.OBSERVADO	T.NORMALIZADO
c1	Desde que abre prensa para sacar las dos piezas terminadas de los husillos hasta que monta pieza en los otros dos husillos	100%	25,580	12,79
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	139,64	69,82
c2	Desde que abre prensa para sacar las dos piezas terminadas de los husillos hasta que monta pieza en los otros dos husillos	100%	24,300	12,15
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	134,13	67,07
c3	Desde que abre prensa para sacar las dos piezas terminadas de los husillos hasta que monta pieza en los otros dos husillos	110%	22,21	12,22
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	138,14	69,07
c4	Desde que abre prensa para sacar las dos piezas terminadas de los husillos hasta que monta pieza en los otros dos husillos	110%	22,28	12,25
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	133,56	66,78
c5	Desde que abre prensa para sacar las dos piezas terminadas de los husillos hasta que monta pieza en los otros dos husillos	100%	25,42	12,71
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	132,61	66,31
c6	Desde que abre prensa para sacar las dos piezas terminadas de los husillos hasta que monta pieza en los otros dos husillos	120%	18,53	11,12
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	123,89	61,95

Suplementos asignados

ELEMENTOS DI DESBASTE 1	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que abre prensa para sacar las dos piezas terminadas de los husillos hasta que monta pieza en los otros dos husillos	5	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	11
Desde que activa automatico hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	11

Resumen tiempo diámetro interior en M010 camisa seca 7"-8"

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignado	Tiempo tipo
Desde que abre prensa para sacar las dos piezas terminadas de los husillos hasta que monta pieza en los otros dos husillos	12,21	11	1	13,55	13,97
Desde que activa automatico hasta que lo apaga	66,83	22	1	81,53	84,06
TOTAL					98,02

4.2 Diámetro interior en máquina M010, operación: desbaste 2.

Muestra diámetro interior 7"-8"

Formato de recolección de datos de tiempo				
Operación: DI Desbaste final		Operario: Jedisson		Fecha: 12/10/12
Ref 2720x3003x7500		No Máquina: M010;		Analista: Erika Ruíz
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	T.OBSERVADO	T.NORMALIZADO
c1	Desde que abre prensa para sacar las dos piezas terminadas de los husillos hasta que monta pieza en los otros dos husillos	80%	25,670	10,27
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	143,34	71,67
c2	Desde que abre prensa para sacar las dos piezas terminadas de los husillos hasta que monta pieza en los otros dos husillos	110%	17,990	9,89
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	150,13	75,07
c3	Desde que abre prensa para sacar las dos piezas terminadas de los husillos hasta que monta pieza	100%	20,17	10,09

	en los otros dos husillos			
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	153,15	76,58
c4	Desde que abre prensa para sacar las dos piezas terminadas de los husillos hasta que monta pieza en los otros dos husillos	100%	20,06	10,03
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	155,02	77,51
c5	Desde que abre prensa para sacar las dos piezas terminadas de los husillos hasta que monta pieza en los otros dos husillos	80%	28,5	11,40
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	142,49	71,25
c6	Desde que abre prensa para sacar las dos piezas terminadas de los husillos hasta que monta pieza en los otros dos husillos	110%	18,77	10,32
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	145,21	72,61

Suplementos asignados.

ELEMENTOS DI DESBASTE FINAL	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que abre prensa para sacar las dos piezas terminadas de los husillos hasta que monta pieza en los otros dos husillos	5	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	11
Desde que activa automatico hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	11

Resumen tiempo diámetro interior M010 camisa seca 7"-8"

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignando	Tiempo tipo
Desde que abre prensa para sacar las dos piezas terminadas de los husillos hasta que monta pieza en los otros dos husillos	10,33	11	1	11,47	11,82
Desde que activa automatico hasta que lo apaga	74,11	22	1	90,42	93,21
TOTAL					105,04

4.3 Diámetro interior operación convencional

Premuestra diámetro interior 7"-8"

Referencia	Seca 3095x3315x8125			No. Máquina: M 025				Operación: Diam Int		
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Seg)	220,25	219,84	224,21	223,88	219,54	221,60	219,45	220,98	223,12	219,45
media	221,23									
desviacion	1,878526609									
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student		2,262	error	2
N					9,0					

Muestra diámetro interior 7"-8"

Formato de recolección de datos de tiempo				
Operación: Diámetro interior		Operario: Franklin Bautista		Fecha: 12/10/12
Ref: 4010X4230X6750		No Máquina: M024;160 rpm		Analista: Erika Ruíz
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	T.OBSERVADO	T.NORMALIZADO
c1	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	90%	14,990	13,49
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	203,05	203,05
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	85%	11,81	10,04
c2	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	95%	14,780	14,04
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	105%	194,01	203,71
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	8,57	8,57
c3	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	110%	10,95	12,05
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	203,23	203,23
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	9,84	9,84
c4	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	80%	18	14,40
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	200,39	200,39
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	9,84	9,84
c5	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	14,95	14,95
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	203,63	203,63

	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	8,59	8,59
c6	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	95%	15,22	14,46
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	202,36	202,36
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	9,2	9,20
c7	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	14,2	14,20
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	203,24	203,24
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	9,21	9,21
c8	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	13,98	13,98
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	199,84	199,84
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	8,62	8,62
c9	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	14,52	14,52
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	202,57	202,57
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	8,43	8,43

Suplementos asignados

ELEMENTOS DIAMETRO INTERIOR	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	5	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	11
Desde que activa automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	11
Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9

Resumen tiempo diámetro interior camisa seca 7"-8"

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignado	Tiempo tipo
Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	14,01	11	1	15,55	16,03
Desde que activa automático hasta que lo apaga	202,45	11	1	224,72	231,67
Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	9,15	9	1	9,97	10,28
TOTAL					257,98

5. Diámetro exterior

Premuestra diámetro exterior 7"-8"

Referencia	Seca 3657x3878x7562			No. Máquina: M 030				Operación:Diam Ext		
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Seg)	132,15	132,86	135,39	133,92	134,82	132,43	131,25	133,61	131,74	129,52
media	132,77									
desviacion	1,749186795									
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student	2,262	error	2	
	N				7,8					

Muestra diámetro exterior 7"-8"

Formato de recolección de datos de tiempo				
Operación: Diámetro exterior		Operario: Gerson Rey		Fecha: 12/10/12
Ref 3782X4003X6875		No Máquina: M038; 160 rpm		Analista: Erika Ruíz
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	T.OBSERVADO	T.NORMALIZADO
c1	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	100%	18,820	18,82
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	60,76	60,76
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	110%	21,33	23,46
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	110%	13,430	14,773
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	80%	22,2	17,76
c2	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	100%	19,840	19,84

	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	58,36	58,36
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	100%	28,33	28,33
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	100%	14,520	14,52
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	18,92	18,92
c3	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	100%	18,200	18,20
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	58,99	58,99
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	110%	21,7	23,87
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	100%	14,390	14,39
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	120%	12,87	15,444
c4	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	90%	21,590	19,43
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	58,48	58,48
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	100%	23,59	23,59
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	100%	15,330	15,33
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	15,02	15,02
c5	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	100%	19,590	19,59
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	58,75	58,75
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	100%	23,31	23,31
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	100%	16,830	16,83
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	14,13	14,13
c6	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	100%	18,950	18,95
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	59,84	59,84
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	110%	21,950	24,15
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	100%	14,25	14,25
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	15,910	15,91
c7	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	100%	19,150	19,15
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	58,75	58,75
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	100%	21,9	21,90

	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	100%	15,380	15,38
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	13,14	13,14
c8	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	100%	18,620	18,62
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	57,69	57,69
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	90%	28,39	25,55
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	100%	14,530	14,53
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	18,95	18,95

Suplementos asignados.

ELEMENTOS DIAMETRO EXTERIOR	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	5	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	11
Desde que activa automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	11
Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	2	2	1	1	0	13
Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	2	2	1	1	0	13
Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9

Resumen tiempo diámetro exterior camisa seca 7"-8"

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignando	Tiempo tipo
Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	19,08	11	1	21,17	21,83
Desde que activa automático hasta que lo apaga	58,95	11	1	65,44	67,46
Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	24,27	13	1	27,42	28,27
Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	15,00	13	1	16,95	17,47
Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	16,16	9	1	17,61	18,16
TOTAL					153,20

6. Rectificado

Premuestra rectificado 7"-8"

Referencia	Seca 7"-8"			No. Máquina: M 018				Operación:Rectificado		
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Seg)	221,52	223,52	224,93	226,98	222,58					
media	223,91									
desviacion	2,127106015									
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student		2,262	error	5
N					4,6					

Muestra rectificado 7"-8"

formato de recoleccion de datos de tiempo						
Operación: Rectificado exterior			Operario: Jorge Hernandez			Fecha: 12/10/2012
Referencia:64 x 70.05 x 8			No Máquina: M018; 950r.p.m			Analista: Erika Tatiana Rufi
CICLO	ELEMENTOS	No de piezas en el lote	VALORACION (%)	TIEMPO OBSERVADO		TIEMPO NORMALIZADO
				lote	pieza	
1	desde que toma lote de piezas y las lleva a la mesa de trabajo hasta que diamanta piedra	43	100%	49,95	1,16	1,16
	desde que toma pieza la pasa por piedras rectificadoras hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	207,6	4,83	4,83
	desde que toma pieza y la pasa por segunda vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		110%	188,5	4,38	4,82
	desde que toma pieza y la pasa por tercera vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		110%	187,6	4,36	4,80
	desde que toma pieza y la pasa por cuarta vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	165,6	3,85	3,85
	desde que toma la pieza, la mide y la clasifica para volver a rectificar hasta que las deja sobre la mesa de trabajo		100%	158,3	3,68	3,68
2	desde que toma lote de piezas y las lleva a la mesa de trabajo hasta que diamanta piedra	30	90%	39,23	1,31	1,18
	desde que toma pieza la pasa por piedras rectificadoras hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	152,5	5,08	5,08
	desde que toma pieza y la pasa por segunda vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	149,5	4,98	4,98
	desde que toma pieza y la pasa por tercera vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	148,6	4,95	4,95
	desde que toma pieza y la pasa por cuarta vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	112,4	3,75	3,75
	desde que toma la pieza, la mide y la clasifica para volver a rectificar hasta que las deja sobre la mesa de trabajo		100%	114,3	3,81	3,81
3	desde que toma lote de piezas y las lleva a la mesa de trabajo hasta que diamanta piedra	40	100%	51,39	1,28	1,28
	desde que toma pieza la pasa por piedras rectificadoras hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	199,6	4,99	4,99
	desde que toma pieza y la pasa por segunda vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	197,3	4,93	4,93
	desde que toma pieza y la pasa por tercera vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	195,2	4,88	4,88
	desde que toma pieza y la pasa por cuarta vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	159,6	3,99	3,99
	desde que toma la pieza, la mide y la clasifica para volver a rectificar hasta que las deja sobre la mesa de trabajo		100%	159,2	3,98	3,98
4	desde que toma lote de piezas y las lleva a la mesa de trabajo hasta que diamanta piedra	35	90%	59,74	1,71	1,54
	desde que toma pieza la pasa por piedras rectificadoras hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	174,4	4,98	4,98
	desde que toma pieza y la pasa por segunda vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	173,7	4,96	4,96
	desde que toma pieza y la pasa por tercera vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	172,2	4,92	4,92
	desde que toma pieza y la pasa por cuarta vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	120,5	3,44	3,44
	desde que toma la pieza, la mide y la clasifica para volver a rectificar hasta que las deja sobre la mesa de trabajo		100%	111	3,17	3,17

Suplementos asignados.

ELEMENTOS RECTIFICADO	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que toma lote de piezas y las lleva a la mesa de trabajo	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9
Desde que toma pieza la pasa por piedras rectificadoras hasta que la deja en mesa de trabajo	5	2	2	0	0	0	2	2	1	1	0	15
Desde que toma pieza y la pasa por segunda vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo	5	2	2	0	0	0	2	2	1	1	0	15
Desde que toma pieza y la pasa por tercera vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo	5	2	2	0	0	0	2	2	1	1	0	15
Desde que toma pieza y la pasa por cuarta vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo	5	2	2	0	0	0	2	2	1	1	0	15
Desde que toma la pieza, la mide y la clasifica para volver a rectificar hasta que las deja sobre la mesa de trabajo	5	2	2	0	0	0	2	2	1	1	0	15

Resumen tiempo rectificado camisa seca 7"-8"

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignando	Tiempo tipo
Desde que toma lote de piezas y las lleva a la mesa de trabajo hasta que diamanta piedra	1,29	9	1	1,41	1,45
Desde que toma pieza la pasa por piedras rectificadoras hasta que la deja en mesa de trabajo	4,97	15	1	5,72	5,89
Desde que toma pieza y la pasa por segunda vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo	4,93	15	1	5,66	5,84
Desde que toma pieza y la pasa por tercera vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo	4,89	15	1	5,62	5,80
Desde que toma pieza y la pasa por cuarta vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo	3,76	15	1	4,32	4,45
Desde que toma la pieza, la mide y la clasifica para volver a rectificar hasta que las deja sobre la mesa de trabajo	3,66	15	1	4,21	4,34
TOTAL					27,77

CAMISAS DE LONGITUD MAYOR A10"

1. Corte

Premuestra corte 10"

Referencia	Seca 4033x4315x10250			No. Máquina: M 041				Operación: Corte		
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Seg)	38,26	40,56	38,11	39,67	38,29	40,49	39,44	39,61	39,04	38,54
media	39,20									
desviacion	0,901929413									
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student	2,262	error	1	
N					4,2					

Muestra corte 10"

Formato de recolección de datos de tiempo				
Operación: Corte		Operario: Isnardo Corzo		Fecha: 12/10/12
Ref 3689X3909X7750		No Máquina: M041;224 rpm		Analista: Erika Ruíz
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	T.OBSERVADO	T.NORMALIZADO
c1	Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	100%	9,250	9,25
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	26,51	26,51
	Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	110%	6,48	7,13
c2	Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	100%	7,920	7,92
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,84	25,84
	Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	100%	6,84	6,84
c3	Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	90%	8,57	7,71
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	26,28	26,28
	Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	90%	6,14	5,53
c4	Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	100%	9,22	9,22
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,91	25,91
	Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	90%	7,06	6,35

Suplementos asignados.

ELEMENTOS CORTE	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el flexometro	5	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	11
Desde que activa automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	11
Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9

Resumen tiempo corte camisa seca 10"

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignado	Tiempo tipo
Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el flexometro	8,53	11	1	9,46	9,76
Desde que activa automático hasta que lo apaga	26,14	11	1	29,01	29,91
Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	6,46	9	1	7,04	7,26
TOTAL					46,92

2. Despunte

Premuestra despunte 10"

Referencia	Seca 4033x4315x10250			No. Máquina: M 041				Operación: Despunte		
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Seg)	42,13	41,88	42,56	41,87	45,21	43,87	42,08	45,58	48,21	47,52
media	44,09									
desviacion	2,410562175									
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student	2,262	error	3	
N					9,9					

Muestra despunte 10"

Formato de recolección de datos de tiempo						
Operación: Despunte		Operario: Jhon Uribe		Fecha: 12/10/12		
Ref 4X6 3/8		No Máquina: M041;224 rpm		Analista: Erika Ruíz		
C	ELEMENTOS			VALORACIÓN (%)	T.OBSERVADO	T.NORMALIZADO
c1	Desde que toma la pieza de la bancada del torno			90%	23,290	20,96

	hasta que la ajusta en las mordazas			
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	28,27	28,27
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	80%	10,54	8,43
c2	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	100%	16,570	16,57
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,77	25,77
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	120%	10,87	13,04
c3	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	100%	19,04	19,04
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	27,03	27,03
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	100%	8,02	8,02
c4	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	110%	19,11	21,02
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	27,63	27,63
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	110%	9,2	10,12
c5	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	100%	22,68	22,68
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	26,63	26,63
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	120%	10,05	12,06
c6	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	80%	22,52	18,02
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	26,2	26,20
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	100%	11,25	11,25
c7	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	100%	18,52	18,52
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,32	25,32
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	100%	11,52	11,52
c7	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	100%	18,61	18,61
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	23,78	23,78
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	100%	12,93	12,93
c7	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	100%	16,38	16,38
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,36	25,36
	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	110%	12,39	13,63
c7	Desde que toma la pieza de la bancada del torno hasta que la ajusta en las mordazas	100%	22,15	22,15
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	28,19	28,19

	Desde que detiene copa y mordaza y la deja en la bancada hasta coger la otra pieza	100%	11,08	11,08
--	--	------	-------	-------

Suplementos asignados.

ELEMENTOS DESPUNTE	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	5	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	11
Desde que activa automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	11
Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9

Resumen tiempo despunte camisa seca 10”

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignando	Tiempo tipo
Desde que toma la pieza, la coloca en la mordaza hasta que la mide con el fléxometro	17,63	11	1	19,57	20,18
Desde que activa automático hasta que lo apaga	24,02	11	1	26,66	27,48
Desde que detiene copa y mordaza, hasta coger la otra pieza	10,19	9	1	11,11	11,45
TOTAL					59,11

3. Longitud total

Premuestra longitud total 10”

Referencia	Seca 3 3/16 X 10 1/4			No. Máquina: M 028				Operación: Long Total		
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Seg)	51,26	49,63	52,38	51,95	52,14	51,34	51,26	52,16	51,84	52,53
media	51,65									
desviacion	0,844214954									
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student		2,262	error	1
	N					3,6				

Muestra longitud total 10"

Formato de recolección de datos de tiempo				
Operación: Longitud total		Operario: Jedisson		Fecha: 12/10/12
Ref		No Máquina: M028;160 rpm		Analista: Erika Ruíz
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	T.OBSERVADO	T.NORMALIZADO
c1	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	110%	13,240	14,56
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	28,95	28,95
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	100%	8,91	8,91
c2	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	100%	14,440	14,44
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	29,33	29,33
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	100%	8,71	8,71
c3	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	100%	14,38	14,38
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	29,84	29,84
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	100%	9,31	9,31
c4	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	100%	14,78	14,78
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	25,59	25,59
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	100%	9,58	9,58
c5	Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	100%	15,48	15,48
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	27,58	27,58
	Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	100%	9,71	9,71

Suplementos asignados.

ELEMENTOS LONGITUD TOTAL	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	5	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	11
Desde que activa automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	11
Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9

Resumen tiempo longitud total camisa seca 10"

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignando	Tiempo tipo
Desde que toma pieza hasta que la monta y ajusta en pinza	14,73	11	1	16,35	16,85
Desde que activa automático hasta que lo apaga	28,26	11	1	31,37	32,34
Desde que retira pieza hasta que la deja sobre bancada	9,24	9	1	10,08	10,39
TOTAL					59,58

4. Diámetro interior.

Premuestra diámetro interior 10"

Referencia	Seca 3782x4003x10250			No. Máquina: M 025				Operación: Diam Int		
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Seg)	221,25	219,88	216,25	218,78	217,58	218,65	221,52	216,58	218,66	215,12
media	218,43									
desviacion	2,099740989									
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student		2,262	error	3
N					7,5					

Muestra longitud total 10"

Formato de recolección de datos de tiempo				
Operación: Diámetro interior		Operario: Franklin Bautista		Fecha: 12/10/12
Ref: 4010X4230X6750		No Máquina: M024;160 rpm		Analista: Erika Ruíz
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	T.OBSERVADO	T.NORMALIZADO
c1	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	12,680	12,68
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	205,63	205,63
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	23,37	23,37
c2	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	13,250	13,25
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	206,67	206,67
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia	100%	23,24	23,24

	viruta			
c3	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	12,05	12,05
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	204,7	204,70
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	120%	11,16	13,39
c4	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	12,69	12,69
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	205,57	205,57
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	23,15	23,15
c5	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	13,3	13,30
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	204,72	204,72
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	120%	15,27	18,32
c6	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	12,97	12,97
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	204,23	204,23
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	110%	18,96	20,86
c7	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	11,15	11,15
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	203,99	203,99
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	23,1	23,10
c8	Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	100%	12,57	12,57
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	206,81	206,81
	Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	100%	22,78	22,78

Suplementos asignados.

ELEMENTOS DIAMETRO INTERIOR	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	5	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	11
Desde que activa automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	11
Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9

Resumen tiempo diámetro interior camisa seca 10"

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignando	Tiempo tipo
Desde que toma pieza de bancada y la ajusta en la maquina hasta que coloca laina, y acerca a la fresa	12,58	11	1	13,97	14,40
Desde que activa automático hasta que lo apaga	205,29	11	1	227,87	234,92
Desde que retira pieza y la deja sobre bancada hasta que retrocede dispositivo centrante y limpia viruta	21,03	9	1	22,92	23,63
TOTAL					272,95

5. Diámetro exterior

Premuestra diámetro exterior 10"

Referencia	Seca 4220X4440X12250			No. Máquina: M 030				Operación:Diam Ext			
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
(Seg)	138,42	142,12	141,55	143,21	140,88	140,22	138,56	139,54	143,25	139,49	
media	140,72										
desviacion	1,775957957										
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student		2,262	error		3
N					5,4						

Muestra diámetro exterior 10"

Formato de recolección de datos de tiempo				
Operación: Diámetro exterior		Operario: Gerson Rey		Fecha: 12/10/12
Ref 3782X4003X6875		No Máquina: M038; 160 rpm		Analista: Erika Ruíz
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	T.OBSERVADO	T.NORMALIZADO
c1	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	90%	27,640	24,88
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	77,25	77,25
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	90%	41,41	37,27
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	110%	10,840	11,924
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	12,99	12,99
c2	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	120%	28,250	33,90
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	75,94	75,94
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	100%	28,93	28,93
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	90%	13,440	12,096
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	14,45	14,45
c3	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	100%	26,120	26,12
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	79,56	79,56
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	100%	25,79	25,79
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	100%	15,630	15,63
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	13,34	13,34
c4	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	90%	27,800	25,02
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	75,2	75,20
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	100%	28,04	28,04
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	100%	12,450	12,45
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	13,04	13,04
c5	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	110%	29,210	32,13
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	77,21	77,21

	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	100%	27,16	27,16
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	100%	11,060	11,06
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	11,71	11,71
C6	Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	100%	30,290	30,29
	Desde que activa automático hasta que lo apaga	100%	78,55	78,55
	Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	80%	31,590	25,27
	Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	100%	12,52	12,52
	Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	100%	12,540	12,54

Suplementos asignados

ELEMENTOS DIAMETRO EXTERIOR	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	5	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	11
Desde que activa automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	11
Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	2	2	1	1	0	13
Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	5	2	0	0	0	0	2	2	1	1	0	13
Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9

Resumen tiempo diámetro exterior camisa seca 10"

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignando	Tiempo tipo
Desde que toma pieza de carro móvil del torno hasta que la ajusta en la maquina	24,62	11	1	27,33	28,17
Desde que activa automático hasta que lo apaga	66,24	11	1	73,53	75,81
Desde que cuadra diales para desbaste y enciende automático hasta que lo apaga	24,64	13	1	27,84	28,70
Desde que cuadra diales para bisel y enciende automático hasta que lo apaga	10,81	13	1	12,22	12,59
Desde que saca pieza hasta que descarga en carro móvil del torno	11,15	9	1	12,16	12,53
TOTAL					157,81

6. Rectificado

Premuestra rectificado 10"

Referencia	Seca 4220X4440X12250						No. Máquina: M 017		Operación:Rectificado		
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
(Seg)	273,24	272,69	271,85	269,32	274,62						
media	272,34										
desviacion	1,967950711										
nivel de confianza	95%	grados de libertad			9	t de student	2,262	error	5		
N					4,0						

Muestra rectificado 10"

formato de recoleccion de datos de tiempo						
Operación: Rectificado exterior			Operario: Jorge Hernandez			Fecha: 12/10/2012
Referencia: >10"			No Máquina: M017; 950 rpm			Analista: Erika Tatiana Rufi
CICLO	ELEMENTOS	No de piezas en el lote	VALORACION (%)	TIEMPO OBSERVADO		TIEMPO NORMALIZADO
				lote	pieza	
C1	desde que toma lote de piezas y las lleva a la mesa de trabajo hasta que diamanta piedra	20	100%	87,84	4,39	4,39
	desde que toma pieza la pasa por piedras rectificadoras hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	126,3	6,32	6,32
	desde que toma pieza y la pasa por segunda vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	90	4,50	4,50
	desde que toma pieza y la pasa por tercera vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		90%	106,5	5,32	4,79
	desde que toma pieza y la pasa por cuarta vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		90%	119,1	5,96	5,36
	desde que toma la pieza, la mide y la clasifica para volver a rectificar hasta que las deja sobre la mesa de trabajo		110%	112,9	5,64	6,21
C2	desde que toma lote de piezas y las lleva a la mesa de trabajo hasta que diamanta piedra	25	120%	89,99	3,60	4,32
	desde que toma pieza la pasa por piedras rectificadoras hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	100,4	4,02	4,02
	desde que toma pieza y la pasa por segunda vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	111	4,44	4,44
	desde que toma pieza y la pasa por tercera vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	108,9	4,36	4,36
	desde que toma pieza y la pasa por cuarta vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		110%	119,9	4,80	5,28
	desde que toma la pieza, la mide y la clasifica para volver a rectificar hasta que las deja sobre la mesa de trabajo		100%	178,6	7,14	7,14
C3	desde que toma lote de piezas y las lleva a la mesa de trabajo hasta que diamanta piedra	20	100%	89,32	4,47	4,47
	desde que toma pieza la pasa por piedras rectificadoras hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	107,2	5,36	5,36
	desde que toma pieza y la pasa por segunda vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		90%	101,7	5,09	4,58
	desde que toma pieza y la pasa por tercera vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	107,5	5,37	5,37
	desde que toma pieza y la pasa por cuarta vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	105,2	5,26	5,26
	desde que toma la pieza, la mide y la clasifica para volver a rectificar hasta que las deja sobre la mesa de trabajo		120%	86,37	4,32	5,18
C4	desde que toma lote de piezas y las lleva a la mesa de trabajo hasta que diamanta piedra	25	100%	102,5	4,10	4,10
	desde que toma pieza la pasa por piedras rectificadoras hasta que la deja en mesa de trabajo		100%	112,7	4,51	4,51
	desde que toma pieza y la pasa por segunda vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		110%	108,4	4,33	4,77
	desde que toma pieza y la pasa por tercera vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		110%	103,7	4,15	4,56
	desde que toma pieza y la pasa por cuarta vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo		120%	110,3	4,41	5,29
	desde que toma la pieza, la mide y la clasifica para volver a rectificar hasta que las deja sobre la mesa de trabajo		110%	115,2	4,61	5,07

Suplementos asignados

ELEMENTOS RECTIFICADO	Nec. Personales	De pie	Postura anormal	Fuerza muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
Desde que toma lote de piezas y las lleva a la mesa de trabajo hasta que diamanta piedra	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9
Desde que toma pieza la pasa por piedras rectificadoras hasta que la deja en mesa de trabajo	5	2	2	0	0	0	2	2	1	1	0	15
Desde que toma pieza y la pasa por segunda vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo	5	2	2	0	0	0	2	2	1	1	0	15
Desde que toma pieza y la pasa por tercera vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo	5	2	2	0	0	0	2	2	1	1	0	15
Desde que toma pieza y la pasa por cuarta vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo	5	2	2	0	0	0	2	2	1	1	0	15
Desde que toma la pieza, la mide y la clasifica para volver a rectificar hasta que las deja sobre la mesa de trabajo	5	2	2	0	0	0	2	2	1	1	0	15

Resumen tiempo rectificado camisa seca 10"

ELEMENTOS	Tiempo normalizado promedio	suplementos	No veces en un ciclo	Tiempo asignando	Tiempo tipo
Desde que toma lote de piezas y las lleva a la mesa de trabajo hasta que diamanta piedra	4,32	9	1	4,71	4,85
Desde que toma pieza la pasa por piedras rectificadoras hasta que la deja en mesa de trabajo	5,05	15	1	5,81	5,99
Desde que toma pieza y la pasa por segunda vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo	4,57	15	1	5,26	5,42
Desde que toma pieza y la pasa por tercera vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo	4,77	15	1	5,49	5,66
Desde que toma pieza y la pasa por cuarta vez en la rectificadora hasta que la deja en mesa de trabajo	5,30	15	1	6,09	6,28
Desde que toma la pieza, la mide y la clasifica para volver a rectificar hasta que las deja sobre la mesa de trabajo	5,90	15	1	6,79	7,00
TOTAL					35,19

ANEXO 18.TIEMPOS DE ALISTAMIENTO

Con base en la información contenida en el manual de mantenimiento, se recopilan los tiempos de alistamiento de cada una de las máquinas de la línea de camisas seca y se promedian los tiempos de las máquinas que realizan la misma operación, para obtener los tiempos promedio de alistamiento por operación, los cuales se muestran en la tabla

OPERACIÓN	TIEMPO ALISTAMIENTO (Min)
Corte y despunte	30
Diámetro interior	45
Longitud total	30
Diámetro exterior	30
Rectificado exterior	60
Lavado, protección y empaque	20

ANEXO 19. PORCENTAJE UTILIZACIÓN MÁQUINARIA

En las tablas que se muestran a continuación, se encuentra la información de las hojas de trazabilidad de 4 meses, de las cuales se extrajo la cantidad de piezas y el porcentaje de camisa seca que realizó cada máquina, asimismo también se muestra el porcentaje que cada máquina dedica para las demás líneas de productos que se fabrican en la empresa. En las dos últimas columnas se encuentra el promedio de cada operación por porcentaje y por producción, En la última tabla se encuentra en resumen el porcentaje promedio de utilización de cada máquina, el número de máquinas de cada centro de trabajo y por último el total de máquinas para cada operación para la línea de camisas seca

JUNIO		SECA %	No	CEJA DIESEL	DIESECA	RENAULT	BUJES	Promedio % línea seca	Promedio producción línea seca
Corte y despunte	M040	0,87	180,31	0,04	0,02	0,08	0,00	0,86	264,94
	M041	0,95	351,23	0,05	0,00	0,00	0,00		
	M042	0,75	263,27	0,02	0,02	0,01	0,20		
DI	M010	0,55	103,27	0,22	0,12	0,11	0,00	0,59	188,23
	M009	0,58	50,77	0,37	0,04	0,01	0,00		
	C1	0,59	444,35	0,34	0,05	0,03	0,00		
	C2	0,64	154,54	0,19	0,17	0,00	0,00		
DE	M028	0,84	267,46	0,10	0,06	0,01	0,00	0,89	158,86
	M031	0,94	145,38	0,03	0,03	0,00	0,00		
	M030	0,87	64,62	0,13	0,00	0,00	0,00		
	M039	0,90	133,35	0,09	0,01	0,00	0,00		
	M032	0,92	183,50	0,08	0,00	0,00	0,00		
CNC	M054	0,67	118,65	0,17	0,00	0,16	0,00	0,75	133,98
	M055	0,84	149,31	0,05	0,00	0,12	0,00		

JULIO		SECA %	No	CEJA DIESEL	DIESECA	RENAULT	BUJES	Promedio % línea seca	Promedio producción línea seca
Corte y despunte	M040	0,62	116,41	0,03	0,02	0,34	0,00	0,74688812	285,218391
	M041	0,81	312,48	0,19	0,00	0,00	0,00		
	M042	0,81	426,76	0,02	0,01	0,00	0,16		
DI	M010	0,42	72,24	0,09	0,14	0,34	0,02	0,52107491	208,189655
	M009	0,50	123,72	0,31	0,16	0,03	0,00		
	C1	0,54	437,52	0,34	0,09	0,03	0,00		
	C2	0,63	199,28	0,27	0,08	0,02	0,00		
DE	M028	0,42	75,55	0,16	0,21	0,10	0,11	0,79945893	135,57931
	M031	0,86	153,76	0,02	0,02	0,03	0,07		
	M030	0,78	69,31	0,08	0,04	0,06	0,03		
	M039	1,00	201,76	0,00	0,00	0,00	0,00		
	M032	0,93	177,52	0,00	0,03	0,00	0,03		
CNC	M054	0,49	130,48	0,45	0,00	0,06	0,00	0,40657945	98,3448276
	M055	0,32	66,21	0,00	0,00	0,68	0,00		

AGOSTO		SECA %	No	CEJA DIESEL	DIESECA	RENAULT	BUJES	Promedio % línea seca	Promedio producción línea seca
Corte y despunte	M040	0,56	128,47	0,04	0,00	0,21	0,20	0,68409508	237,266667
	M041	0,84	398,37	0,11	0,00	0,02	0,03		
	M042	0,65	184,97	0,13	0,02	0,07	0,13		
DI	M010	0,50	45,67	0,03	0,08	0,38	0,02	0,55404382	166,3
	M009	0,58	34,60	0,20	0,04	0,14	0,05		
	C1	0,60	437,43	0,26	0,10	0,01	0,03		
	C2	0,54	147,50	0,18	0,19	0,08	0,00		
DE	M028	0,89	311,50	0,01	0,07	0,00	0,03	0,87449944	154,606667
	M031	0,90	122,47	0,05	0,05	0,00	0,00		

	M030	0,85	75,07	0,02	0,06	0,00	0,06		
	M039	0,89	156,87	0,03	0,03	0,00	0,04		
	M032	0,83	107,13	0,09	0,02	0,00	0,06		
CNC	M054	0,41	88,77	0,48	0,00	0,11	0,00	0,52392029	121
	M055	0,64	153,23	0,01	0,03	0,32	0,00		

SEPTIEMBRE		SECA %	No	CEJA DIESEL	DIESECA	RENAULT	BUJES	Promedio % línea seca	Promedio producción línea seca
Corte y despunte	M040	0,55	157,67	0,03	0,00	0,21	0,22	0,74066012	259,377778
	M041	0,87	297,70	0,02	0,01	0,10	0,00		
	M042	0,81	322,77	0,04	0,04	0,00	0,11		
DI	M010	0,12	101,30	0,21	0,17	0,49	0,00	0,43356355	200,491667
	M009	0,54	76,17	0,20	0,23	0,02	0,01		
	C1	0,48	398,23	0,24	0,26	0,02	0,00		
	C2	0,59	226,27	0,24	0,13	0,03	0,00		
DE	M028	0,80	272,23	0,10	0,08	0,01	0,00	0,86353913	139,273333
	M031	0,76	86,27	0,20	0,04	0,01	0,00		
	M030	0,88	57,63	0,08	0,04	0,00	0,00		
	M039	0,97	167,93	0,00	0,03	0,00	0,00		
	M032	0,91	112,30	0,01	0,08	0,00	0,00		
CNC	M054	0,86	216,17	0,06	0,00	0,07	0,00	0,69422598	151,966667
	M055	0,53	87,77	0,02	0,00	0,46	0,00		

Operación	C.T.	Promedio %	Cant	Cant * %	Máq.
Corte y despunte	M040	0,65	1,00	0,65	2
	M041	0,87	1,00	0,87	
	M042	0,75	1,00	0,75	
DI	M010	0,40	1,00	0,40	4
	M009	0,55	1,00	0,55	
	C1	0,55	3,00	1,65	
	C2	0,60	2,00	1,20	
DE	M028	0,74	1,00	0,74	4
	M031	0,86	1,00	0,86	
	M030	0,85	1,00	0,85	
	M039	0,94	1,00	0,94	
	M032	0,90	1,00	0,90	
CNC	M054	0,61	1,00	0,61	1
	M055	0,58	1,00	0,58	

ANEXO 20. CAPACIDAD DEMANDA.

Con base en los tiempos de ciclo de la línea de camisas seca entre longitud 6" y 7" y los escenarios de las posibles demandas, se calcula el tiempo requerido por cada operación que interviene en el proceso, los recursos requeridos se hallan en función de la siguiente ecuación y considerando como tiempo disponible los 465 min al día que se trabaja. La operación subrayada con rojo es la que se considera cuello de botella.

$$\text{Recursos requeridos} = \frac{\text{Tiempo requerido}}{\text{tiempo disponible}}$$

Capacidad necesaria mes demanda media

Operación	Tiempo requerido	Recursos requeridos	Recursos existentes	Tiempo Ciclo
Corte	32765,1	1,2	2,0	45,47
Despunte	36183,9	1,3	2,0	50,22
Diámetro interior	126177,1	4,5	4,0	175,12
Longitud total	35688,7	1,3	1,0	49,53
Diámetro exterior	106379,2	3,8	4,0	147,64
Rectificado	23232,4	0,8	2,0	32,24
Lpye	22876,3	0,8	4,0	31,75

Capacidad necesaria mes demanda máxima

Operación	Tiempo requerido	Recursos requeridos	Recursos existentes	Tiempo Ciclo
Corte	38920,6	1,40	2,0	45,47
Despunte	42981,7	1,54	2,0	50,22
Diámetro interior	149881,7	5,37	4,0	175,12
Longitud total	42393,4	1,52	1,0	49,53
Diámetro exterior	126364,4	4,53	4,0	147,64
Rectificado	27597,0	0,99	2,0	32,24
Lpye	27174,0	0,97	4,0	31,75

Capacidad necesaria mes demanda mínima

Operación	Tiempo requerido	Recursos requeridos	Recursos existentes	Tiempo Ciclo
Corte	23595,6	0,8	2,0	45,47
Despunte	26057,7	0,9	2,0	50,22
Diámetro interior	90865,9	3,3	4,0	175,12
Longitud total	25701,1	0,9	1,0	49,53
Diámetro exterior	76608,5	2,7	4,0	147,64
Rectificado	16730,7	0,6	2,0	32,24
Lpye	16474,3	0,6	4,0	31,75

ANEXO 21. AMEF.

El procedimiento para la elaboración del AMEF, se puede ver en la tabla

Formato	Descripción
Proceso	Registrar el nombre del proceso u operación sobre el cual se está haciendo el análisis.
Función	Dar una descripción breve de la función del proceso analizado, anotando las principales etapas del proceso
Modo de falla potencial	Manera en que el proceso podría potencialmente fallar en el cumplimiento de requerimientos
Efecto de falla	Suponiendo que la falla ha ocurrido, en esta etapa se deben describir todos los efectos potenciales de los modos de falla señalados en el paso previo
Severidad	La severidad de los efectos potenciales de falla se evalúa en una escala del 1 al 10 y representa la gravedad de la falla para el cliente o para una operación posterior
Causa potencial de falla	Hacer una lista de todas las posibles causas para cada modo potencial de falla. Entendiendo como causa de falla a la manera como podría ocurrir la falla.
Ocurrencia	frecuencia con la que se espera ocurra la falla debido a cada una de las causas potenciales listadas
Controles actuales	hacer una lista de los controles actuales del proceso
Detección	con una escala del 1 al 10, estimar la probabilidad de que los controles, detecten la falla
Nivel de prioridad de riesgo (NPR)	Producto de los rangos de severidad, ocurrencia y detección $NPR = (S) \times (O) \times (D)$
Acciones recomendadas	Descripción de las acciones correctivas recomendadas para los NPR.

Criterios de evaluación sugeridos para la severidad del efecto

EFECTO	EFECTO EN EL CLIENTE/ MANUFACTURA		CALIFICACIÓN
SEVERIDAD			
Peligroso sin aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental, sin aviso	Puede exponer al peligro al operador (maquina) sin aviso	10
Peligroso con aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental, con aviso	Puede exponer al peligro al operador (maquina) con aviso	9
Muy alto	El producto es inoperable (perdida de la función primaria)	El 100% del producto puede tener que ser desechado	8
Alto	El producto es operable pero con un reducido nivel de desempeño. Cliente muy insatisfecho	El producto tiene que ser seleccionado y una parte desechada o reparada en un tiempo y costo muy alto	7
Moderado	Producto operable pero cliente insatisfecho	Una parte del producto puede tener que ser desechado, sin selección o reparado con un costo y un tiempo muy alto	6
Bajo	Producto operable a niveles de desempeño bajos	El 100% del producto puede tener que ser retrabajado o reparado fuera de línea	5
Muy bajo	No se cumple con el ajuste, acabado. Defecto notado por el 75% de los clientes	El producto puede tener que ser seleccionado, sin desecho y una parte retrabajada	4
Menor	No se cumple con el ajuste, acabado. Defecto notado por el 50% de los clientes	El producto puede tener que ser retrabajada, sin desecho, en línea pero fuera de la estación	3
Muy menor	No se cumple con el ajuste, acabado. Defecto notado por clientes muy críticos	Ligero inconveniente para la operación u operador, sin efecto	2
Ninguno	Sin efecto perceptible		1

Criterios de evaluación sugeridos para la ocurrencia

OCURRENCIA		
Remota	Falla improbable. No existe fallas asociadas con este proceso o con un producto casi idéntico	1
Muy poca	Solo fallas aisladas asociadas con este proceso o con un procesos casi idéntico	2
Poca	Fallas aisladas con procesos similares	3
Moderada	Este procesos o uno similar ha tenido fallas ocasionales	4
Alta	Este proceso o uno similar han fallado a menudo	5
Muy alta	La falla es casi inevitable	6

Criterios de evaluación sugeridos para la detección.

DETECCIÓN		
Alta	El defecto es una característica funcionalmente obvia	1
Medianamente alta	Es muy probable detectar la falla. El defecto es una característica obvia	2
Baja	El defecto es una característica fácilmente identificable	6
Muy baja	No es fácil detectar la falla por métodos usuales o pruebas manuales	9
Improbable	La característica no se puede rechazar fácilmente en el proceso	10

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA POTENCIAL										
Nombre de la pieza o proceso: CAMISA			Área responsable: MECANIZADO					Fecha: 25 de junio de 2012		
Descripción del proceso		modo de falla potencial	efecto de falla	severidad	causa potencial de falla	ocurrencia	controles actuales	detección	NPR	Acciones recomendadas
Identificación	Función									
Corte y Despunte	Dar la longitud requerida por el cliente, inicialmente se corta el tubo por la mitad y después se despunta el extremo	Corte incorrecto	El lote que se procesa queda incompleto, trabajo pendiente en otros CT, Retrabajo de la pieza, Mayor tiempo de operación	5	medición inexacta, conversión medidas	5	Fluxómetro	2	50	Definir y cumplir calibración de herramientas, mejorar la puesta a punto
					Herramienta dañada	2	verificación herramientas	6	60	
					Dureza	8	Defecto	2	80	
					cuadre de maquina, velocidad incorrecta	2	mantenimiento máquina	2	20	
Diámetro Interior	Una vez establecida la longitud, se pule la superficie interna	Desbaste incorrecto	PNC, Exceso de trabajo, mayor tiempo de operación, mayor numero de pasadas, baja eficiencia, mayor variabilidad, alexometro.	7	Material grueso	7	Defecto	2	98	Comprar insertos de mejor calidad, calibrar continuamente el alexometro (mantenerlo limpio)
					Insertos	6	Cambio de inserto cuando se identifique mala operación entre 50-60	2	84	
					Medición inexacta	5	Calibración por parte del operario del alexometro	6	210	
					Cuadre de maquina, velocidad incorrecta	7		2	98	
					Poros y Dureza	8	Defecto Fundición	2	112	

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA POTENCIAL										
Nombre de la pieza o proceso: CAMISA			Área responsable: MECANIZADO					Fecha: 25 de junio de 2012		
Descripción del proceso		modo de falla potencial	efecto de falla	severidad	causa potencial de falla	ocurrencia	controles actuales	detección	NPR	Acciones recomendadas
Identificación	Función									
Diámetro Exterior	Desbaste y alisado de la superficie externa, preparación de la pieza para rectificad exterior	Desbaste incorrecto	Mayor tiempo de operación, Pieza con defectos (cono), baja eficiencia, fractura de la pieza	6	Poros y Dureza	8	Defecto Fundición	2	96	Elaborar bitácoras en los CT, que les permita controlar el proceso y conocer las causas
					Golpes y fractura	6		2	72	
					Desgaste de la herramienta de corte (conicidad)	4	Cambio de herramienta	2	48	
					Cuadre de maquina (ajuste contrapunto/ovalidad)	7		2	84	
					Medición inexacta (mala lectura del plano)	5	Calibración micrómetro	6	180	
Rectificado exterior	Dejar la pieza con el diámetro final, cumpliendo especificaciones, y superficie externa totalmente	Rectificado incorrecto	inconformidad del cliente, PNC.	8	Tolerancias grandes de los CT antecesores	8	micrómetro	6	384	Replantear las tolerancias limites en cada uno de los centros de trabajo
					Falla maquina	1	mantenimiento máquina	1	8	
CNC	Diámetro exterior	Desbaste incorrecto	eficiencia reducida.	6	Desgaste herramientas	8	Defecto Fundición	2	96	
					Daño por manejo	2		2	24	
					Sobrecalentamiento	2		2	24	
					Velocidad incorrecta	2		2	24	

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA POTENCIAL										
Nombre de la pieza o proceso: CAMISA			Área responsable: MECANIZADO					Fecha: 25 de junio de 2012		
Descripción del proceso		modo de falla potencial	efecto de falla	severidad	causa potencial de falla	ocurrencia	controles actuales	detección	NPR	Acciones recomendadas
Identificación	Función									
Preparación pintura	Revestir la coquilla con material refractario	Mezclador	Grumos en la mezcla, dependiendo del espesor influye en la extracción de las piezas coladas	5	No funciona como refractario, causa problemas cuando se retira la camisa	4	Procedimiento mezcla	9	180	Nuevo mezclador
Revestido de cucharas y calderos	Proteger la lamina de los recipientes.	Mezcla no compacta	Recipientes deteriorados, accidentes a los operarios, recipientes con mugre, causan poros	8	Materia prima deficiente	1	Análisis de materia prima	1	8	Proveedores garantizados
					Mezcla incorrecta	1	Mismo operario	1	8	Comunicar Know-how
Preparación de cargas	Dejar listo para el día de fundición	Cargas mal preparadas	Se desborda el hierro fundido causando deterioro en el horno y peligro a los operarios	9	Los ladrillos no se colocaron apropiadamente	2	Supervisión de la cama del horno	1	18	Definir parámetro para la elaboración de la cama
					Horno en mal estado	1		1	9	controlar proceso periódicamente

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA POTENCIAL										
Nombre de la pieza o proceso: CAMISA		Área responsable: MECANIZADO					Fecha: 25 de junio de 2012			
Descripción del proceso		modo de falla potencial	efecto de falla	severidad	causa potencial de falla	ocurrencia	controles actuales	detección	NPR	Acciones recomendadas
Identificación	Función									
Coquillas montadas	Garantizar funcionamiento centrifuga	Selección equivocada	Se monta una coquilla con dimensiones diferentes a las que se requiere, o la coquilla no esta en optimas condiciones	4	Lectura de las requerimientos	2	Señalización coquillas por referencia	6	48	Ubicación homogénea para las coquillas
					Almacenamiento y mantenimiento coquillas	3	Reparación de coquillas, supervisión previa	2	24	Fijar mantenimiento preventivo para las coquillas
Revisión del estado de las toberas, piquera y escoriador	Permitir la adecuada circulación de aire, para lograr combustión, controlar el flujo de salida del hierro fundido, y verificar la salida de escoria	Revisión inadecuada	Accidentes dentro de la planta, perdida de hierro fundido, baja calidad del hierro fundido	6	Confianza en el proceso	1		2	12	

ANEXO 22. DESPERDICIOS Y CAUSAS.

7 tipos de desperdicio	5	4	3	2	1	CAUSA
1. Mayor grado de cumplimiento 5. Menor grado de cumplimiento						
Sobreproducción	7/10					
Procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente.			X			Debido a la naturaleza del proceso de fundición se hacen más piezas que las que se mecanizan en la planta
Existen máquinas que hacen obligatorio el trabajo por lotes		X				Debido a tiempos de puesta a punto largos, se programa la producción por lotes
Inventario	9/15					
Mantener o comprar materia prima innecesarias			X			Todo la materia prima e insumos se usan sin embargo las cantidades en la que la mayoría se compran se hace en grandes cantidades por condiciones de proveedor
Inventario en proceso				X		Causado por los grandes lotes que se procesan
						La programación no se hace con base en la capacidad de cada centro, sino a criterio del coordinador y según la prioridad del pedido
						La naturaleza del proceso de fundición, hace que se mantenga en patio grandes cantidades de producto en proceso
Inventario producto terminado		X				Se programa bajo pedido, los que se acumulan son en espera de completar el pedido
Movimiento materiales	8/15					
Mover trabajo en proceso de un lado al otro					X	Se cuenta con un operario volante el cual es el encargado de llevar las camisas hacia la planta de mecanizado y entre centros de trabajo
						Las CNC, se encuentran fuera de la planta de mecanizado
Existen desplazamientos constantes a otros lugares para traer herramientas o materiales		X				El almacén se encuentra lejos de la planta de mecanizado
						Se cuenta con operarios de limpieza general. Los cuales son los encargados de botar la viruta resultante de los procesos
						Algunos operarios, comparten herramientas por lo que deben ir a otros centros de trabajos a buscarla

La ubicación de las maquinas dificulta el flujo del recorrido de los productos			X		Aunque la mayoría de los centros de trabajo están próximos, la distribución presenta dificultad de movimiento tanto de los operarios como de los productos
					Las coquillas no tiene un lugar fijo, ocupando espacio en la planta de fundición
					No está limitado las zonas de cada centro de trabajo, ni la zona de producto terminado/defectuoso
Espera				12/20	
Operarios esperando por información			X		Si se presenta una eventualidad el operario tiene que esperar la orden de los coordinadores.
Operarios esperando por materiales para la producción			X		Cuando el operario del proceso anterior, tiene una gran cantidad de camisas a procesar y el volante no se encuentra disponible, el operario de la operación siguiente espera la ayuda de alguno de los anteriores para mover el material y empezar a procesarlo
Esperas por averías de máquinas					Solo se le hace mantenimiento preventivo a las que son consideradas como criticas
			X		Actualmente solo 13 máquinas tienen un cronograma preventivo, a las demás se les realiza un chequeo, sin embargo se presentan paros no programados en la producción
					Se necesita esperar por la ayuda o bien de los operarios de mantenimiento o sino por el coordinador de mecanizado, mientras se arregla la máquina
Operarios esperando que la máquina trabaje			X		Especialmente se observa en la sección de diámetro exterior que el operario se sienta a esperar que la máquina mecanice la pieza
Sobre proceso				15/35	
Procedimientos innecesarios para procesar					No se conoce la capacidad instalada ni utilizada de los centros de trabajo
			X		El operario ocupa tiempo removiendo la viruta de su centro de trabajo
					Los operarios realizan modificaciones a las herramientas, maquinaria o instrumentos de medición, sin embargo no se estandarizan estos nuevos procesos ni se implementan en otros centros de trabajo

Utilizar herramientas o equipos inapropiados				X	Los insertos con los que se trabajan son de segunda, lo que hace aumentar la frecuencia del cambio de estos.
					Las pinzas no tienen un mantenimiento preventivo, el diamante que actualmente usan requiere de mayor frecuencia en su cambio y disminuye la calidad de la operación
					En la operación de diámetro exterior, el instrumento de medición solo mide un punto de la camisa, sin evidenciar problemas de cono u ovalo en ésta
					No se aprovecha toda la información que se registra en los formatos que actualmente llevan
Utilización del espacio ineficiente				X	La distribución actual no permite aprovechar de manera óptima el espacio, generando grandes distancias de recorrido y acumulación de inventario en proceso
					Existe una máquina que no se está usando y se encuentra ocupando espacio y siendo generadora de desorden y desaseo
					Las condiciones del piso de la planta actualmente tiene desniveles y obstáculos
					Los centros de trabajo se encuentran desordenados y sucios; las mesas de trabajo de cada uno de estos están desajustadas y en mal estado
Trabajo que no agrega valor (inspección)				X	En todos los centros de trabajo se realiza inspección sobre el producto
Tiempos de calibración y medición				X	Ajuste de mordazas, medición antes durante y después de mecanizar la pieza
Re-procesos de materiales			X		La porosidad y la dureza en la camisas, hacen que el mismo proceso se tenga que hacer más veces
Digitación de información			X		Duplicación de recursos y documentos electrónicos.
Mala calidad					9/15
No repetición o corrección de procesos				X	Dependiendo de la dureza de la pieza, la operación se tiene que realizar más veces
Productos defectuosos			X		Las mordazas de las máquinas se desajustan produciendo defectos en la mecanización de las piezas

						No se manejan tolerancias limites en las operaciones
						El mezclador del refractario no funciona correctamente causando problemas al momento de retirar la camisa de la centrifugadora
						La materia prima para fundición, hace que la dureza aumente en las camisas
No re-trabajo en productos no conformes o devueltos		X				Si se mecanizó mal el lote de piezas, se informa al coordinador quien decide si se deja para reprocesar como otra referencias o si se usan como chatarra para volver a fundir
Movimientos gente					2/5	
Movimiento innecesario del operario						El operario transporta carga pesada por medio de carros de tracción
						Los operarios repiten movimientos (agacharse) para tomar y dejar las piezas
					X	Los centros de trabajo no tienen un diseño ergonómico adecuado para las operaciones que allí se realizan
						Algunos centros de trabajo cuentan con mesas de trabajo que se encuentran lejos de estos

ANEXO 23. PRINCIPIOS DE LAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA.

HERRAMIENTA	BENEFICIOS
5S's	Mayores niveles de seguridad. Mayor aseguramiento de la calidad. Tiempos de respuesta más cortos
Trabajo estandarizado	Reducción de variabilidad. Referencia para actividades de mejora. Documentar el proceso actual para todos los turnos
Balanceo de línea	Procesos con tiempos mínimos. Optimalización del uso de personal. Aumento de productividad
Kaizen	Reducción de inventarios. Mejoramiento en los diseños. Cambio cultural en la organización
JIT	Calidad en la fuente (reduce las pérdidas de material, ahorro en costos de producción, identificación de cuellos de botella), Sistema de halar (reducción de los plazos de fabricación). Aumenta la rotación del inventario (menor espacio de almacenamiento)
Kanban	Identificación de materiales. Información de producción entre los procesos. Control de niveles de inventario
SMED	Reducir tiempo de preparación. Convertir operaciones internas en externas. Flexibilidad
Jidoka	Verificación de calidad integrada al proceso. Definición de parámetros óptimos de calidad Mecanismos para detectar anomalías en el sistema
Gerencia visual	Sistema de Indicadores. Mejora el clima organizacional (se eliminan barreras interdepartamentales)

ANEXO 24 CALIFICACIÓN DETALLADA DE LAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA.

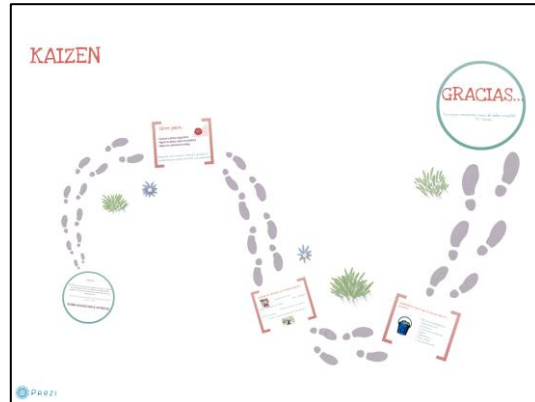
	5S's			Trabajo estandarizado			Balanceo de línea			Kaizen			JIT		Kanban			SMED			Jidoka			Gerencia visual			
	Mayores niveles de seguridad	Aseguramiento de la calidad	Tiempos de respuesta cortos	Reducción de variabilidad	Referencia para actividades de mejora	Documentar el proceso actual	Procesos con tiempos mínimos	Optimización del uso de personal	Aumento de productividad	Reducción de inventarios	Mejoramiento en los diseños	Cambio cultural en la organización	Calidad en la fuente	Sistema de halar	Aumenta la rotación inventario	Identificación de materiales	Información de producción	Control de niveles de inventario	Reducir tiempo de preparación	oper. internas vs externas	Flexibilidad	Verificación de calidad en proceso	Definición de parámetros calidad	detectar anomalías en el sistema	Sistema de Indicadores	Bitácoras	Mejora el clima organizacional
Sobreproducción																											
Procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente.	0	0	0	4	2	0	0	5	2	9	0	0	2	9	7	0	9	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
existen máquinas que hacen obligatorio el trabajo por lotes	0	0	0	0	0	0	6	8	0	10	0	0	0	0	0	5	0	10	0	8	0	0	0	0	0	0	0
Inventario																											
Mantener o comprar MP innecesarias	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	3	4	10	9	9	0	9	0	0	0	0	0	0	3	0	3	
Inventario en proceso	0	0	0	0	0	0	8	8	9	9	0	0	4	10	8	9	9	3	0	2	0	0	0	0	9	3	
Inventario producto terminado	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	5	9	9	9	10	9	0	0	0	0	0	0	5	0	4	
Movimiento materiales																											
Mover trabajo en proceso de un lado al otro	6	3	0	0	4	0	2	6	6	4	9	5	3	9	4	10	9	6	0	0	3	0	0	0	0	4	
Existen desplazamientos constantes a otros lugares para traer herramientas o materiales	8	7	3	5	6	8	4	6	6	0	9	6	0	7	6	10	4	3	7	0	4	0	4	0	0	4	
la ubicación de las maquinas dificulta el flujo del recorrido de los productos	8	8	0	0	5	3	0	8	7	3	10	5	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

	5S's			Trabajo estandarizado			Balanceo de línea			Kaizen			JIT			Kanban			SMED			Jidoka			Gerencia visual		
	Mayores niveles de seguridad	Aseguramiento de la calidad	Tiempos de respuesta cortos	Reducción de variabilidad	Referencia para actividades de mejora	Documentar el proceso actual	Procesos con tiempos mínimos	Optimización del uso de personal	Aumento de productividad	Reducción de inventarios	Mejoramiento en los diseños	Cambio cultural en la organización	Calidad en la fuente	Sistema de halar	Aumenta la rotación inventario	Identificación de materiales	Información de producción	Control de niveles de inventario	Reducir tiempo de preparación	oper. internas vs externas	Flexibilidad	Verificación de calidad en proceso	Definición de parámetros calidad	detectar anomalías en el sistema	Sistema de Indicadores	Bitácoras	Mejora el clima organizacional
Espera																											
Operarios esperando por información	0	7	6	5	6	7	0	4	5	0	0	8	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Operarios esperando por materiales para la producción	0	0	0	0	0	0	7	7	8	0	0	2	4	10	4	10	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	
Esperas por averías de máquinas	8	8	2	4	5	3	0	0	8	0	0	5	4	0	0	0	0	9	9	5	7	4	10	0	0	0	
operarios esperando que la máquina trabaje	0	0	4	3	0	7	7	9	9	0	0	0	0	8	0	0	8	0	3	0	0	0	0	0	0	3	
Sobre proceso																											
Procedimientos innecesarios para procesar	4	3	3	10	9	10	3	2	4	0	8	4	0	0	0	9	0	3	4	5	8	7	0	0	0	0	
utilizar herramientas o equipos inapropiados	6	4	0	9	6	7	1	2	4	0	10	3	0	0	0	0	0	10	9	4	9	9	0	0	0	0	
utilización del espacio ineficiente	10	8	0	0	0	0	0	8	7	2	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Trabajo que no agrega valor (inspección, calibración, medición)	0	0	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	7	0	0	0	0	10	10	10	4	5	0	
re-procesos de materiales	3	8	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0	6	0	0	0	0	9	10	10	0	0	0	
Mala calidad																											
No repetición o corrección de procesos/ No re-trabajo en productos no conformes o devueltos	3	8	3	4	4	2	4	5	5	0	0	4	10	0	0	0	0	0	3	0	0	10	8	6	4	7	2
productos defectuosos	4	9	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	8	0	0	10	8	4	9	9	1
Movimientos gente																											
movimiento innecesario del operario	9	2	7	7	2	0	4	4	3	0	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

A partir de este resultado se obtiene la calificación general de cada herramienta, la cual se muestra en la siguiente tabla.

	5S's	Trabajo estandarizado	Balaceo de línea	Kaizen	JIT	Kanban	SMED	Jidoka	Gerencia visual
Sobreproducción									
Procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente.	0	6	7	9	18	9	0	0	3
Existen máquinas que hacen obligatorio el trabajo por lotes	0	0	14	10	0	5	18	0	0
Inventario									
Mantener o comprar MP innecesarias	0	0	0	13	23	18	0	0	6
Inventario en proceso	0	0	25	9	14	26	5	0	12
Inventario producto terminado	0	0	0	6	23	28	0	0	9
Movimiento materiales									
Mover trabajo en proceso de un lado al otro	9	4	14	18	16	25	3	0	4
Existen desplazamientos constantes a otros lugares para traer herramientas o materiales	18	19	16	15	13	17	11	4	4
La ubicación de las maquinas dificulta el flujo del recorrido de los productos	16	8	15	18	0	6	0	0	0
Espera									
Operarios esperando por información	13	18	9	8	0	7	0	0	4
Operarios esperando por materiales para la producción	0	0	22	2	18	24	0	0	0
Esperas por averías de máquinas	18	12	8	5	4	0	23	21	0
Operarios esperando que la máquina trabaje	4	10	25	0	8	8	3	0	3
Sobre proceso									
Procedimientos innecesarios para procesar	10	29	9	12	0	9	12	15	0
Utilizar herramientas o equipos inapropiados	10	22	7	13	0	0	23	18	0
Utilización del espacio ineficiente	18	0	15	18	0	0	0	0	0
Trabajo que no agrega valor (inspección, calibración, medición)	4	8	0	0	8	7	0	30	9
Re-procesos de materiales	11	8	0	0	11	6	0	29	0
Mala calidad									
No repetición o corrección de procesos/ No re-trabajo en productos no conformes o devueltos	14	10	14	4	10	0	3	24	13
Productos defectuosos	13	6	0	0	10	0	8	22	19
Movimientos gente									
Movimiento innecesario del operario	18	9	11	18	0	0	0	0	0

ANEXO 25. CAPACITACIÓN KAIZEN.



¿QUE ES?

El Kaizen es un sistema de mejora continua e integral que comprende todos los elementos, componentes, procesos, actividades, productos e individuos de una organización.

Cadena de acciones realizadas por equipos de trabajo su objetivo será:

MEJORAR LOS RESULTADOS DE LOS PROCESOS

Sirve para...

- Encontrar y eliminar desperdicios
- Mejorar la calidad y reducir la variabilidad
- Mejorar las condiciones de trabajo

Requiere: una mejora continua, gradual y consistente por parte de todos los empleados.

¿Cuándo se utilizan los eventos kaizen?

- Distribución de áreas
- Orden y limpieza
- Existe un problema de calidad
- Tiempo de entrega a los clientes
- Gastos de operación
- Reducir tiempo de preparación de las máquinas

REGLAS DEL KAIZEN

1. Mantener una mente abierta al cambio
2. Tener una actitud positiva
3. Opinar
4. Crear un ambiente de cordialidad
5. Practicar el respeto mutuo
6. Tratar a los demás como quiere ser tratado
7. Una persona, no posición/rango
8. Ninguna pregunta es tonta
9. Trabajar de manera mas inteligente
10. Entender los procesos difíciles

DESPERDICIO: todo lo que no agrega valor al producto

7 TIPOS DE DESPERDICIO:

- Sobreproducción
- Inventario
- Movimiento materiales
- Espera
- Sobreproceso
- Mala calidad
- Movimiento gente

GRACIAS...

"La mayor satisfacción viene del deber cumplido"
(V. Cosme)

ANEXO 26. FOLLETO KAIZEN.

DESPERDICIO

Es todo lo que no agrega valor al producto y son:

- Sobreproducción
- Inventario
- Movimiento materiales
- Espera
- Sobreproceso
- Mala calidad
- Movimiento gente





Elaborado por:
Erika Tatiana Ruiz


KAIZEN

改善

El principal efecto del Kaizen es mejorar las habilidades de los trabajadores y como efecto colateral trabajan con mas ganas

KAIZEN

El Kaizen es un sistema de mejora continua e integral que comprende todos los elementos, componentes, procesos, actividades, productos e individuos de una organización.




El sistema Kaizen de mejora continua tiene como uno de sus pilares fundamentales la lucha continua en la eliminación de desperdicios. Adoptar el kaizen es asumir la cultura de mejoramiento continuo que se centra en la eliminación de los desperdicios y en los despilfarros de los sistemas productivos

“Todo proceso de cambio debe comenzar con una decisión y debe ser progresivo en el tiempo, Título secundario”

¿Cuándo se utilizan los eventos Kaizen?


Distribución de áreas
Existe un problema de calidad
Orden y limpieza
Tiempo de entrega a los clientes
Gastos de operación
Reducir tiempo de preparación

“Significa un mejoramiento continuo que involucra a todos por igual”



REGLAS DEL KAIZEN

1. Mantener una mente abierta al cambio
2. Tener una actitud positiva
3. Opinar
4. Crear un ambiente de cordialidad
5. Practicar el respeto mutuo
6. Tratar a los demás como quiere ser tratado
7. Una persona, no posición
8. Ninguna pregunta es tonta
9. Trabajar de manera mas inteligente
10. Entender los procesos difíciles



ANEXO 27 ANÁLISIS 5S's.

SEIRI (CLASIFICACIÓN), del cumplimiento de esta se evidenció:

- Presencia de cajas vacías en los centros de trabajo y en los pasillos de la planta.
- Las mesas de herramientas contienen otros elementos como piezas o accesorios no organizados.
- Existe un estante con piezas dentro de la planta, el cual está en correcto estado y señalado.
- La bodega se encuentra en buen estado, con un clasificación clara de los estantes.
- El almacén cuenta con estantes donde se encuentran organizados e identificados los elementos que se encuentran en estos.
- La materia prima (Especialmente los bultos de insumos de fundición) no cuenta con un lugar fijo y es apilada de manera incorrecta.
- Se identificaron las máquinas de vital importancia tanto en fundición como en mecanizado, se observó máquinas y herramientas obsoletas ocupando espacio, así como la no definición de un lugar fijo para las herramientas.
- La planta no se mantiene totalmente aseada, se encontraron elementos ajenos al proceso dentro de lugares cerca de centros de trabajo.
- Los materiales se encuentran sobre el piso sin ubicación definida, a su vez el piso de la planta de mecanizado tiene obstáculos (cableado eléctrico, plataformas de madera, entre otros) que impiden el movimiento libre tanto de materiales como de operarios

Ilustración 41. Sitios de trabajo estado inicial



Fuente: Autora

ORDEN (SEITON)

- Es común ver que las herramientas permanezcan sobre las mesas y bancos de trabajo, mezcladas con objetos innecesarios, mostrando desorden e incomodidad en el centro de trabajo

- El producto en proceso se encuentra identificado con la hoja de trazabilidad que se abre al entrar en la planta, pero se encuentran ubicados en diferentes lugares cerca del centro de trabajo.
- Los operarios dejan botellas y empaques de bebidas y comidas en la planta
- Existen y se encuentran claramente señalados los extintores
- El almacén, dispone todas las herramientas, accesorios y utensilios en estantes
- Se observa frecuentemente a los operarios recorriendo la planta con material
- No existen dispositivos herramientas de control visual que permitan identificar fallas en la máquina, o fallas en el procesamiento del producto.
- En los centros de trabajo no existe un lugar ni un orden específico para las herramientas
- aunque la planta tiene las líneas de demarcación de planta, ya no son tan visibles y ante la reubicación de máquinas no se han actualizado las demarcaciones
- El piso de la planta se encuentran en mal estado con huecos y desniveles

Ilustración 42. Evidencia del estado de la segunda ese





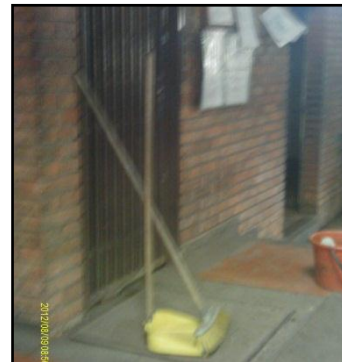
Fuente: Autora

LIMPIEZA (SEITON)

- En general los pasillos y áreas comunes de la planta, se encuentran limpios permanentemente ya que son sometidos a aseo diario por parte de la persona encargada del aseo general.
- El piso de la planta tiene desperdicios (viruta metálica) de las máquinas y líquidos (aceite soluble, agua) en la zona de rectificado y lavado protección y empaque.
- Los elementos de aseo se encuentran lejos de los centros de trabajo
- La viruta es botada al lado de la planta para ser posteriormente vendida
- La escoria es transportada por carretillas y arrojada al final del lote de la empresa, punto cercano a los centros de trabajo (molino y revestido calderos – cucharas) que se encuentran afuera del sección de fundición.
- No existen suficientes canecas para arrojar basura que los operarios puedan generar
- Los bancos de trabajo, armarios y estantes se encuentran sucios y con exceso de polvo y grasa

- Se recolecta la viruta, pero no todos los centros de trabajo tiene el recipiente estándar (Carro transportador),
- Falta aseo en los piso y pasillos, se encuentra agua, aceite derramado en el piso
- La empresa cuenta con un sitio en donde se recolectan y se clasifican los residuos

Ilustración 43. Estado limpieza planta general



Fuente: Autora

SEIKETSU

- Algunos operarios usan adecuadamente la dotación suministrada por la empresa
- Existe señalización de seguridad industrial en algunas zonas de la planta, sin embargo se encuentran deterioradas.

- Existe respeto por las zonas demarcadas, sin embargo el cambio de máquinas, y el deterioro de la pintura no permiten que se identifiquen bien las zonas, a su vez cuando existe exceso de material, el producto es ubicado en diferentes espacios de la planta
- Las condiciones de iluminación no son muy buenas, pues las bombillas están sucias, y a un alto nivel sobre los puestos de trabajo, tampoco se aprovecha la luz natural, ocasionando que la planta tenga una apariencia oscura
- No se realiza un mantenimiento preventivo a las máquinas, existen listas de chequeo, y para las máquinas críticas se ha establecido un cronograma de revisión.
- El piso esta agrietado, y también desnivelado por las instalaciones eléctricas
- No existen jornadas de orden y aseo a toda la empresa, sin embargo diariamente estas funciones son realizadas por el personal de oficios varios y una vez a la semana el responsable de cada máquina realiza la limpieza de su centro de trabajo.
- No hay control de cómo se dejó y como se encontró el puesto de trabajo.
- No se evidenció mantenimiento autónomo por parte del operario encargado de la maquina

Ilustración 44. Estado cuarta ese en la planta



Fuente: Autora

SHITSUKE

- No se evidencio una disciplina de orden y aseo en los trabajadores.
- El personal es puntual y cumplidor de sus obligaciones sin embargo el clima laboral no es el mejor dado por la resistencia a los cambios e inconformidades entre las partes.
- Falta compromiso por parte de algunos operarios en el mantenimiento de un puesto limpio
- Falta estandarización de los puestos de trabajo, así como orden y aseo dentro de este y en toda la planta

Ilustración 45. Estandarización centros de trabajo



Fuente: Autora

ANEXO 28. FUNCIONES COMITÉ 5S's.

Las funciones generales del grupo de trabajo del programa 5s's, que será el mismo comité son:

- Divulgar y comunicar las funciones y responsabilidades de dicho grupo a todas las áreas de la planta.
- Orientar y colaborar con la ejecución de jornadas o programas dirigidos a la seguridad, el aseo de la planta.
- Establecer controles que permitan garantizar el éxito del programa 5S'S.
- Realizar seguimiento y control al programa, y estandarizar procesos.

Como funciones específicas el comité tendrá:

- Evaluar las áreas de trabajo.
- Divulgar los conceptos del programa 5 hormiguitas, asimismo promover todas las estrategias de éste.
- Diligenciar los formatos y gráficos que se usan en el programa.
- Analizar los resultados, haciéndole seguimiento a las causas.
- Elaborar y publicar indicadores, carteleras y mensajes de información concerniente al programa.
- Evaluar el estado del cumplimiento del programa.
- Identificar posibles problemas que se presente en el desarrollo del proyecto para actuar sobre las causas.
- Escuchar y tener en cuenta las opiniones o inquietudes al personal respecto al problema

ANEXO 29.FOLLETO 5S's.

Cuarta: Estandarizar

FORMAR UN HABITO: Permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras "s"

¿CÓMO?

- * Mantener el estado de limpieza alcanzado con las tres primeras hormiguitas
- * Compartir la información a todo el personal
- * Uso de estándares para verificar cumplimiento
- * Usar símbolos, colores o letrero para mantener el control visual



BENEFICIOS

- * Facilita el mantenimiento
- * Se mantiene por escrito como lograrlo
- * Mejora la comunicación
- * Asegurar que nuestros productos sean de calidad consistente

Quinta: Disciplina

CONVERTIR EN HABITO, el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados



IMPLICA:

- *Respeto de normas y estándares
- * Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de la organización

BENEFICIOS

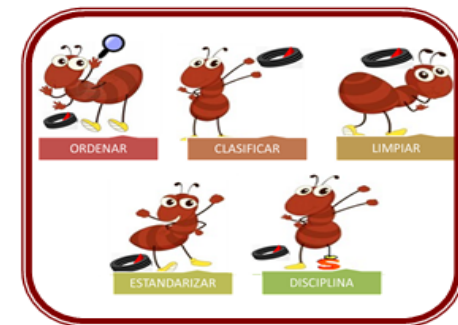
- *La moral en el trabajo se incrementa
- * La persona comprometida demuestra persistencia en el logro de los objetivos



Elaborado por: Erika Tatiana Ruiz O.

PROGRAMA 5S's "LAS CINCO HORMIGUITAS"

El programa de 5S's permite la formación de hábitos de limpieza y orden entre los trabajadores de la empresa, al utilizar esta técnica, se esta enfocando en la implementación de las 5s's para mantener el lugar de trabajo limpio, ordenado y solamente con lo necesario, además se estandariza lo que hacen los trabajadores de todas las áreas y promueve la disciplina y nuevos métodos de trabajo que permitan mejorar los resultados esperados en la empresa



Las 5 hormiguitas son:

Primera: clasificar

ELIMINA LO INNECESARIO: separar y retirar los elementos innecesarios en el lugar de trabajo.

¿CÓMO?

- * Separar lo necesario de lo innecesario
- * clasificar lo necesario
- * mantener lo necesario y eliminar lo excesivo
- * separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza

BENEFICIOS:

- * Mejor distribución de los recursos
- * Se descartan artículos obsoletos
- * Liberar espacio útil
- * Reducción de inventarios
- * Eliminación de desperdicios



Segunda: ordenar

ORDENAR LO NECESARIO: organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar fácilmente.

¿CÓMO?

- * Determinar un lugar específico para cada uno de los elementos necesarios
- * Determinar cuantos de cada elemento van a ser almacenado
- * Organizar los elementos de manera sencilla

BENEFICIOS:

- * Eliminar tiempos de búsqueda
- * Velocidad de respuesta
- * Mejorar la seguridad
- * Minimizar errores
- * Eliminación de pérdidas por errores

UN LUGAR PARA CADA COSA Y CADA COSA EN SU LUGAR



Tercera: limpiar

LIMPIA TU AREA DE TRABAJO: Significa eliminar el polvo y suciedad de los elementos de mi lugar de trabajo; desde desempolvar y barrer hasta limpiar e inspeccionar las máquinas y equipos, identificando las fuentes de suciedad.

UN SITIO SUCIO Y DESORDENADO; ES UN LUGAR INSEGURO QUE PUEDE PROVOCAR UN ACCIDENTE Y AFECTAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO.

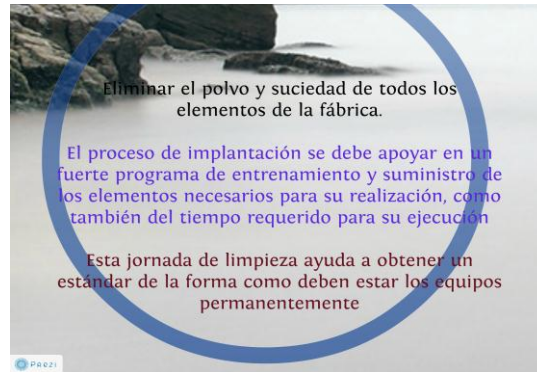
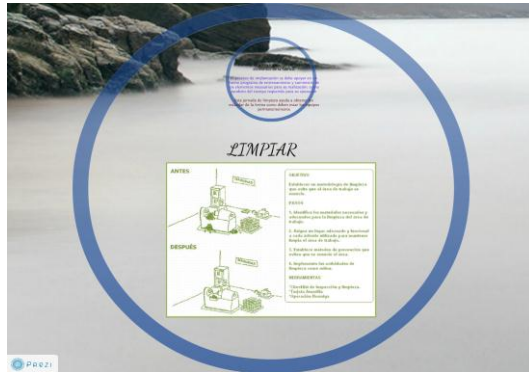


¿CÓMO?

- * Eliminar tierra, polvo, aceite, chatarra y otros elementos
- * Mantener el lugar de trabajo en buenas condiciones y limpiarlo constantemente
- * Adoptar la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo

BENEFICIOS:

- * Tomar acciones correctivas inmediatas
- * Evitar accidentes y enfermedades
- * Disminuir reparaciones costosas
- * Prolongar la vida útil de los equipos
- * Mejorar el bienestar físico y mental de los trabajadores



ANEXO 31.LISTA DE CHEQUEO ORDEN.

	SI	NO	☺	☹	OBSERVACIONES
Tablero de herramientas	X			X	Existe solo en el almacén que está ubicado en el segundo nivel de la planta
Identificación de herramientas por nombre/código		x			Solo se encuentran ubicados en el tablero, o cajón pero no hay una identificación
Organización de herramientas por tamaño	x			x	No cuenta con plantillas de colores para su clasificación
Las coquillas tienen un lugar fijo	x			x	
La materia prima esta almacenada ordenadamente		X			No toda la materia prima tiene un lugar fijo
Los materiales/insumos están identificados	x			x	Solo los materiales/insumos que están en el almacén se encuentran identificados por nombre
Acumulación de producto en proceso	x			x	Hay bastante inventario y se encuentra apilado
Disposición producto terminado	x		x		
El producto terminado está identificado por nombre	x		x		
Disposición del producto defectuoso	x		x		
Letreros indicadores de peligro	x			x	Faltan, y los que están hay unos en mal estado
Letreros indicadores de zonas		x			
Señalización en conexiones eléctricas	x			x	Están en mal estado
Delimitación de puestos de trabajo	x			x	Pintura desgasta y nueva ubicación de puestos de trabajo
Canecas de aseo	x			x	Faltan dentro de la planta
Señalización indicadora de utensilios de aseo		x			
Señalización de sustancias peligrosas		x			
Señalización de peligro en las maquinas		x			

Con el diagnóstico realizado se observó que en la planta se usan métodos que ayudan a mantener el orden dentro de esta, tales como:

- Señales indicadoras de peligro y de recomendaciones cerca de los centros de trabajo y entrada a la planta, sin embargo faltan señales que indiquen la presencia de sustancias peligrosas, de seguridad, de utensilios de aseo, de flujo de transporte.
- La pintura amarilla con la que se delimitan los puestos de trabajo esta desgastada y en otros casos se utiliza carboncillo blanco, y existen maquinas fuera de la delimitación.
- Algunas herramientas están ubicadas en el almacén, lejos de la planta; cuenta con un tablero y estantes para la disposición de estos, sin embargo no se clasifican por tamaño (plantilla de contorno). En los puestos de trabajo se cuenta con cajas de herramientas, que están desorganizadas y no permiten la ubicación ordenada de las herramientas
- Las redes de electricidad y cableado se encuentran en el piso, y las tapas que lo protegen se encuentran desniveladas, no hay señalización clara de las conexiones eléctricas y las maquinas no cuentan con señalización de peligro.



**AUDITORIA PROGRAMA
5s's**

Objetivo: Realizar auditorias mensuales a los puestos de trabajo utilizando la lista de chequeo y el diagrama de red

Responsable:


fecha:


Diagnostico Inicial 5S's	Sección	Mecanizado				
LIMPIEZA		1	2	3	4	5
El piso y los pasillos se encuentran aseados						
Las máquinas tienen un buen mantenimiento de limpieza						
No se percibe agua u otros líquidos regados en el piso						
Todas las boquillas de las máquinas se encuentran completamente libres y limpias						
TOTAL SEISO		0%				

Diagnostico Inicial 5S's	Sección	Mecanizado				
DISCIPLINA		1	2	3	4	5
Las personas hacen limpieza sin que se les recuerde						
El personal de la planta cuenta con uniformes y elementos de protección personal						
Existe un programa periódico para el mantenimiento de las máquinas						
El personal llega a tiempo a su trabajo						
Se respetan las áreas de trabajo						
Se percibe en el personal interés por mantener las áreas limpias y ordenadas						
Se nota cordialidad en las relaciones laborales entre trabajadores y jefes						
TOTAL SHITSUKE		0%				

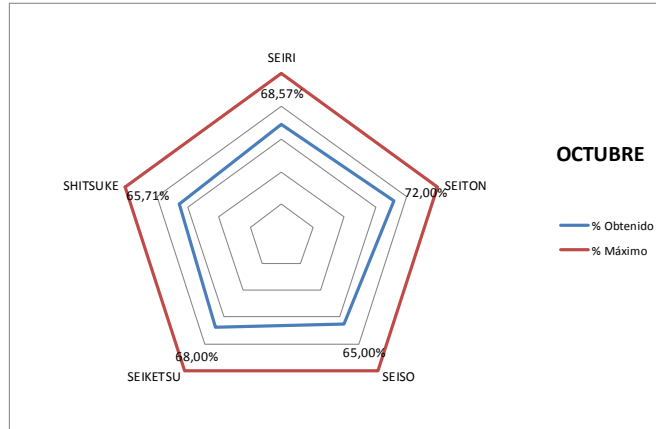
Diagnostico Inicial 5S's	Sección	Mecanizado				
X		1	2	3	4	5
El personal usa dotación aportada por la empresa						
La iluminación, calor, ruido, polvo o vibración en los puestos de trabajo es adecuado						
Existen canecas suficientes para la basura						
Hay jornadas de orden y aseo						
Se respetan las áreas de trabajo						
TOTAL SEIKETSU		0%				


ANEXO 34. RESULTADOS AUDITORIA 5S's.

		AUDITORIA PROGRAMA 5s's		Objetivo: Realizar auditorias mensuales a los puestos de trabajo utilizando la lista de chequeo y el diagrama de red								
Responsable: Ing. Maria elena mantilla y Practicante Tatiana Ruiz			fecha: 15 de Octubre									
Diagnostico Inicial 5S's		Sección		Diagnostico Inicial 5S's		Sección						
SELECCIONAR		1	2	3	4	5	ORDEN					
Encuentra los elementos necesarios en el lugar de trabajo				0	4		Es fácil encontrar herramientas, materiales e insumos a la hora de su utilización				3	
No hay productos obsoletos mezclados en la producción actual				3			Los lugares de trabajo están claramente señalizados				3	
No hay papeles, cables, desechos tirados en el piso, detrás de las máquinas o encima de ellas					4		No hay operarios recorriendo la planta buscando cosas				3	
No hay materiales o herramientas sobre el piso				3			Se encuentran organizadas las pertinencias de los empleados				4	
Hay huecos suciedad y pisos que inciten al desorden y la apatía				3			Las herramientas tienen un sitio de almacenamiento				3	
No se encuentran herramientas/máquinas dañadas en los lugares de trabajo					4		Existe un sitio de almacenamiento de los desechos del proyecto				4	
No existe material apilado obstaculizando el paso				3			Existe control sobre los materiales y herramientas utilizadas en el proceso				4	
TOTAL SEIRI				69%			Es fácil el acceso a los extintores					5
							Las herramientas necesarias están adecuadamente colocadas y ordenadas				3	
							Ruidos de planta controlados, en donde no afecten la salud de los trabajadores ni alteren la atención del personal responsable de control					4
							TOTAL SEITON				72%	

		AUDITORIA PROGRAMA 5s's		Objetivo: Realizar auditorias mensuales a los puestos de trabajo utilizando la lista de chequeo y el diagrama de red								
Responsable: Ing. Maria elena mantilla y Practicante Tatiana Ruiz			fecha: 15 de Octubre									
Diagnostico Inicial 5S's		Sección		Diagnostico Inicial 5S's		Sección						
LIMPIEZA		1	2	3	4	5	DISCIPLINA					
El piso y los pasillos se encuentran aseados				3			Las personas hacen limpieza sin que se les recuerde				3	
Las máquinas tienen un buen mantenimiento de limpieza					4		El personal de la planta cuenta con uniformes y elementos de protección personal				4	
No se percibe agua u otros líquidos regados en el piso			2				Existe un programa periódico para el mantenimiento de las máquinas				3	
Todas las boquillas de las máquinas se encuentran completamente libres y limpias				0	4		El personal llega a tiempo a su trabajo				4	
TOTAL SEISO				65%			Se respetan las áreas de trabajo				3	
							Se percibe en el personal interés por mantener las áreas limpias y ordenadas				3	
							Se nota cordialidad en las relaciones laborales entre trabajadores y jefes				3	
							TOTAL SHITSUKE				66%	
Diagnostico Inicial 5S's		Sección		Diagnostico Inicial 5S's		Sección						
X		1	2	3	4	5	SEIKETSU					
El personal usa dotación aportada por la empresa				3			El personal usa dotación aportada por la empresa				3	
La iluminación, calor, ruido, polvo o vibración en los puestos de trabajo es adecuado				3			Existen canecas suficientes para la basura				4	
Existen canecas suficientes para la basura					4		Hay jornadas de orden y aseo				4	
Hay jornadas de orden y aseo					3		Se respetan las áreas de trabajo				3	
TOTAL SEIKETSU				68%								

SEIRI	68,57%	100%
SEITON	72,00%	100%
SEISO	65,00%	100%
SEIKETSU	68,00%	100%
SHITSUKE	65,71%	100%



 AUDITORIA PROGRAMA 5s's		Objetivo: Realizar auditorias mensuales a los puestos de trabajo utilizando la lista de chequeo y el diagrama de red				
Responsable: Ing. Maria elena mantilla y Practicante Tatiana Ruiz		fecha: 22 de noviembre				
Diagnostico Inicial 5S's		Diagnostico Inicial 5S's				
SELECCIONAR		ORDEN				
	Sección	1	2	3	4	5
Encuentra los elementos necesarios en el lugar de trabajo					4	
No hay productos obsoletos mezclados en la producción actual				3		
No hay papeles, cables, desechos tirados en el piso, detrás de las máquinas o encima de ellas					4	
No hay materiales o herramientas sobre el piso					4	
Hay huecos suciedad y pisos que inciten al desorden y la apatía				3		
No se encuentran herramientas/máquinas dañadas en los lugares de trabajo					4	
No existe material apilado obstaculizando el paso				3		
TOTAL SEIRI					71%	
Es fácil encontrar herramientas, materiales e insumos a la hora de su utilización				3		
Los lugares de trabajo están claramente señalizados					4	
No hay operarios recorriendo la planta buscando cosas					4	
Se encuentran organizadas las pertinencias de los empleados					4	
Las herramientas tienen un sitio de almacenamiento					4	
Existe un sitio de almacenamiento de los desechos del proyecto					4	
Existe control sobre los materiales y herramientas utilizadas en el proceso					4	
Es fácil el acceso a los extintores						5
Las herramientas necesarias están adecuadamente colocadas y ordenadas					4	
Ruidos de planta controlados, en donde no afecten la salud de los trabajadores ni alteren la atención del personal responsable de control						4
TOTAL SEITON					80%	



AUDITORIA PROGRAMA 5s's

Objetivo: Realizar auditorias mensuales a los puestos de trabajo utilizando la lista de chequeo y el diagrama de red

Responsable: Ing. Maria elena mantilla y Practicante Tatiana Ruiz

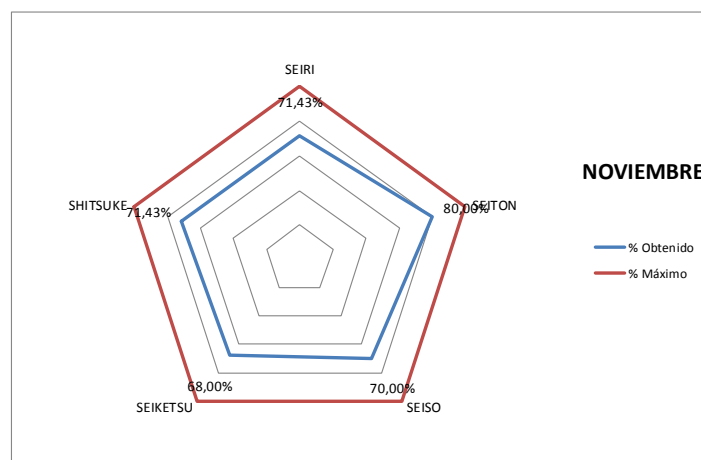
fecha: 22 de noviembre

Diagnostico Inicial 5S's	Sección Mecanizado				
LIMPIEZA	1	2	3	4	5
El piso y los pasillos se encuentran aseados			3		
Las máquinas tienen un buen mantenimiento de limpieza				4	
No se percibe agua u otros líquidos regados en el piso			3		
Todas las boquillas de las máquinas se encuentran completamente libres y limpias				4	
TOTAL SEISO	70%				

Diagnostico Inicial 5S's	Sección Mecanizado				
DISCIPLINA	1	2	3	4	5
Las personas hacen limpieza sin que se les recuerde			3		
El personal de la planta cuenta con uniformes y elementos de protección personal				4	
Existe un programa periódico para el mantenimiento de las máquinas				4	
El personal llega a tiempo a su trabajo				4	
Se respetan las áreas de trabajo			3		
Se percibe en el personal interés por mantener las áreas limpias y ordenadas				4	
Se nota cordialidad en las relaciones laborales entre trabajadores y jefes			3		
TOTAL SHITSUKE	71%				

Diagnostico Inicial 5S's	Sección Mecanizado				
X	1	2	3	4	5
El personal usa dotación aportada por la empresa			3		
La iluminación, calor, ruido, polvo o vibración en los puestos de trabajo es adecuado			3		
Existen canecas suficientes para la basura				4	
Hay jornadas de orden y aseo				4	
Se respetan las áreas de trabajo			3		
TOTAL SEIKETSU	68%				

SEIRI	71,43%	100%
SEITON	80,00%	100%
SEISO	70,00%	100%
SEIKETSU	68,00%	100%
SHITSUKE	71,43%	100%





AUDITORIA PROGRAMA 5s's

Objetivo: Realizar auditorias mensuales a los puestos de trabajo utilizando la lista de chequeo y el diagrama de red

Responsable: Ing. María elena mantilla y Practicante Tatiana Ruiz

fecha: 13 de diciembre

Diagnostico Inicial 5S's	Sección				
SELECCIONAR	1	2	3	4	5
Encuentra los elementos necesarios en el lugar de trabajo					5
No hay productos obsoletos mezclados en la producción actual				4	
No hay papeles, cables, desechos tirados en el piso, detrás de las máquinas o encima de ellas					5
No hay materiales o herramientas sobre el piso					5
Hay huecos suciedad y pisos que inciten al desorden y la apatía				4	
No se encuentran herramientas/máquinas dañadas en los lugares de trabajo					5
No existe material apilado obstaculizando el paso				4	
TOTAL SEIRI	91%				

Diagnostico Inicial 5S's	Sección				
ORDEN	1	2	3	4	5
Es fácil encontrar herramientas, materiales e insumos a la hora de su utilización					5
Los lugares de trabajo están claramente señalizados					5
No hay operarios recorriendo la planta buscando cosas					5
Se encuentran organizadas las pertinencias de los empleados					5
Las herramientas tienen un sitio de almacenamiento					5
Existe un sitio de almacenamiento de los desechos del proyecto					5
Existe control sobre los materiales y herramientas utilizadas en el proceso				4	
Es fácil el acceso a los extintores					5
Las herramientas necesarias están adecuadamente colocadas y ordenadas					5
Ruidos de planta controlados, en donde no afecten la salud de los trabajadores ni alteren la atención del personal responsable de control				4	
TOTAL SEITON	96%				



AUDITORIA PROGRAMA 5s's

Objetivo: Realizar auditorias mensuales a los puestos de trabajo utilizando la lista de chequeo y el diagrama de red

Responsable: Ing. María elena mantilla y Practicante Tatiana Ruiz

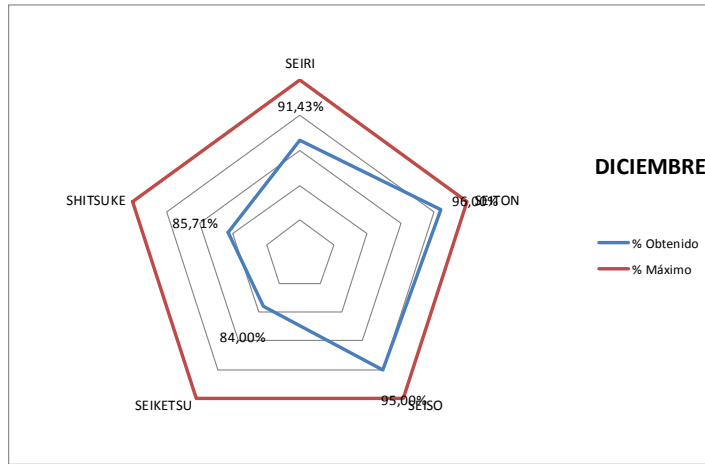
fecha: 13 de diciembre

Diagnostico Inicial 5S's	Sección Mecanizado				
LIMPIEZA	1	2	3	4	5
El piso y los pasillos se encuentran aseados					5
Las máquinas tienen un buen mantenimiento de limpieza					5
No se percibe agua u otros líquidos regados en el piso				4	
Todas las boquillas de las máquinas se encuentran completamente libres y limpias					5
TOTAL SEISO	95%				

Diagnostico Inicial 5S's	Sección Mecanizado				
DISCIPLINA	1	2	3	4	5
Las personas hacen limpieza sin que se les recuerde				4	
El personal de la planta cuenta con uniformes y elementos de protección personal					5
Existe un programa periódico para el mantenimiento de las máquinas				4	
El personal llega a tiempo a su trabajo					5
Se respetan las áreas de trabajo				4	
Se percibe en el personal interés por mantener las áreas limpias y ordenadas				4	
Se nota cordialidad en las relaciones laborales entre trabajadores y jefes				4	
TOTAL SHITSUKE	86%				

Diagnostico Inicial 5S's	Sección Mecanizado				
X	1	2	3	4	5
El personal usa dotación aportada por la empresa				4	
La iluminación, calor, ruido, polvo o vibración en los puestos de trabajo es adecuado			3		
Existen canecas suficientes para la basura					5
Hay jornadas de orden y aseo					5
Se respetan las áreas de trabajo				4	
TOTAL SEIKETSU	84%				

SEIRI	91,43%	100%
SEITON	96,00%	100%
SEISO	95,00%	100%
SEIKETSU	84,00%	100%
SHITSUKE	85,71%	100%



ANEXO 35. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ALISTAMIENTO.

	Elemento	Tiempo		X (m)
1	Ir a lote de producto a mecanizar	21,57	○ → □ ▽ D	1,8
2	Mirar especificaciones en la hoja de trazabilidad	4,74	● → □ ▽ D	
3	Coger piezas en la mano	8,47	● → □ ▽ D	
4	Llevar piezas a la máquina	38,39	○ → □ ▽ D	1,8
5	Llevar alexómetro a mesa de trabajo	29,57	○ → □ ▽ D	1,3
6	Calibrar alexómetro	187,69	● → □ ▽ D	
7	Volver a la máquina	28,75	○ → □ ▽ D	1,3
8	Ir al estante de fresas	16,07	○ → □ ▽ D	1,2
9	Buscar fresa para la referencia	35,59	● → □ ▽ D	
10	Llevar fresa a torno	25,48	○ → □ ▽ D	2,4
11	Desmontar fresa	49,87	● → □ ▽ D	
12	Ir al estante de fresas	19,02	○ → □ ▽ D	2,4
13	Ubicar fresa en estante	32,14	● → □ ▽ D	
14	Volver a la máquina	32,38	○ → □ ▽ D	2,4
15	Montar fresa en barra del torno	98,54	● → □ ▽ D	
16	Ir a la mesa de trabajo	30,14	○ → □ ▽ D	4,8
17	Buscar las herramientas para la operación	48,97	● → □ ▽ D	
18	Volver con la herramientas a la máquina	45,21	○ → □ ▽ D	4,8
19	Ir a la mesa de trabajo	35,47	○ → □ ▽ D	4,8
20	Buscar insertos para la fresa	39,16	● → □ ▽ D	
21	Ir a la máquina afiladora	68,41	○ → □ ▽ D	37,8
22	Afilar herramientas de corte (insertos)	75,49	● → □ ▽ D	
23	Volver a la máquina	70,28	○ → □ ▽ D	37,8

24	Aflojar y retirar los insertos	32,54	●	➡	□	▽	D	
25	dejar insertos en la bancada del torno	5,48	●	➡	□	▽	D	
26	Limpiar portainsertos	9,12	●	➡	□	▽	D	
27	Cambiar punta de inserto o todo el inserto	6,21	●	➡	□	▽	D	
28	Cortar y colocar calzas en los portainsertos	48,21	●	➡	□	▽	D	
29	Ir a mesa de trabajo	39,54	○	➡	□	▽	D	4,8
30	Buscar aceite	14,28	●	➡	□	▽	D	
31	Volver a la máquina	41,29	○	➡	□	▽	D	4,8
32	Aplicar aceite en tornillos de portainsertos	13,76	●	➡	□	▽	D	
33	apretar y golpear con mazo el inserto	29,67	●	➡	□	▽	D	
34	Limar insertos	5,21	●	➡	□	▽	D	
35	Medir con calibrador el diámetro de la fresa e insertos	57,2	●	➡	□	▽	D	
36	Usar comparador y graduar altura de insertos	74,52	●	➡	□	▽	D	
37	Verificar medidas de ajuste	42,31	○	➡	■	▽	D	
38	Realizar ajustes	340,18	●	➡	□	▽	D	
39	Ajustar tornillos para el centre.	120,52	●	➡	□	▽	D	
40	Medir con el comparador	62,14	●	➡	□	▽	D	
41	Realizar ajustes	102,64	●	➡	□	▽	D	
42	Verificar especificaciones de con calibrador	42,18	○	➡	■	▽	D	
43	Verificar especificaciones de la pieza con alexómetro	31,24	○	➡	■	▽	D	
44	colocar camisa dentro de prensa	39,19	●	➡	□	▽	D	
45	Ajustar prensa con llave	24,28	●	➡	□	▽	D	
46	Mover carro transversal acercándolo a la fresa	15,94	●	➡	□	▽	D	
47	Soltar prensa y retirar pieza	18,34	●	➡	□	▽	D	

ANEXO 36. CLASIFICACIÓN OPERACIÓN INTERNA Y EXTERNA.

	Elemento	Máquina		Operación		Tiempo		Distancia
		Activa	Inactiva	Interna	Externa	Interna	Externa	
1	Ir a lote de producto a mecanizar	x			x		21,57	1,8
2	Mirar especificaciones en la hoja de trazabilidad	x			x		4,74	
3	Coger piezas en la mano	x			x		8,47	
4	Llevar piezas a la máquina	x			x		38,39	1,8
5	Llevar alexómetro a mesa de trabajo		x	x			29,57	1,3
6	Calibrar alexómetro		x	x			187,69	
7	Volver a la máquina		x	x			28,75	1,3
8	Ir al estante de fresas		x	x			16,07	1,2
9	Buscar fresa para la referencia		x	x			35,59	
10	Llevar fresa a torno		x	x			25,48	2,4
11	Desmontar fresa		x	x			49,87	
12	Ir al estante de fresas		x	x			19,02	2,4
13	Ubicar fresa en estante		x	x			32,14	
14	Volver a la máquina		x	x			32,38	2,4
15	Montar fresa en barra del torno		x	x			98,54	
16	Ir a la mesa de trabajo		x	x			30,14	4,8
17	Buscar las herramientas para la operación		x	x			48,97	
18	Volver con la herramientas a la máquina		x	x			45,21	4,8
19	Ir a la mesa de trabajo		x	x			35,47	4,8
20	Buscar insertos para la fresa		x	x			39,16	
21	Ir a la máquina afiladora		x	x			68,41	37,8
22	Afilar herramientas de corte (insertos)		x	x			75,49	
23	Volver a la máquina		x	x			70,28	37,8
24	Aflojar y retirar los insertos		x	x			32,54	

25	dejar insertos en la bancada del torno		x	x		5,48		
26	Limpiar portainsertos		x	x		9,12		
27	Cambiar punta de inserto o todo el inserto		x	x		6,21		
28	Cortar y colocar calzas en los portainsertos		x	x		48,21		
29	Ir a mesa de trabajo		x	x		39,54		4,8
30	Buscar aceite		x	x		14,28		
31	Volver a la máquina		x	x		41,29		4,8
32	Aplicar aceite en tornillos de portainsertos		x	x		13,76		
33	apretar y golpear con mazo el inserto		x	x		29,67		
34	Limar insertos		x	x		5,21		
35	Medir con calibrador el diámetro de la fresa e insertos		x	x		57,2		
36	Usar comparador y graduar altura de insertos		x	x		74,52		
37	Verificar medidas de ajuste		x	x		42,31		
38	Realizar ajustes		x	x		340,18		
39	Ajustar dispositivo autocentrante		x	x		120,52		
40	Medir con el comparador		x	x		62,14		
41	Realizar ajustes		x	x		102,64		
42	Verificar especificaciones de la pieza con calibrador		x	x		42,18		
43	Verificar especificaciones de la pieza con alexómetro		x	x		31,24		
44	colocar camisa dentro de prensa		x	x		39,19		
45	Ajustar prensa con llave		x	x		24,28		
46	Mover carro transversal acercándolo a la fresa		x	x		15,94		
47	Soltar prensa y retirar pieza		x	x		18,34		

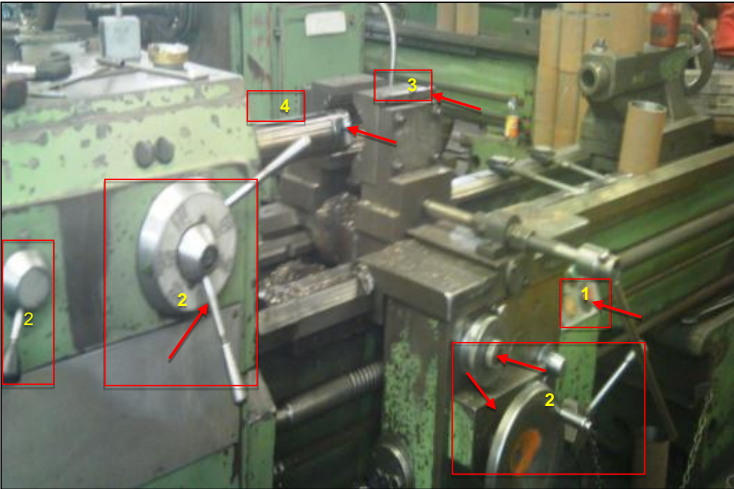



ANEXO 37. CONVERSIÓN DE OPERACIONES.

Los elementos subrayados de color rojo fueron aquellos que se eliminaron, los de azul aquellos en los cuales por las mejoras se redujeron o los tiempos o las distancias y los de morado fueron las operaciones que se convirtieron en externas

	Elemento	Máquina		Operación		Tiempo		Distancia
		Activa	Inactiva	Interna	Externa	Interna	Externa	
1	Ir a lote de producto a mecanizar	x			x		21,57	1,8
2	Mirar especificaciones en la hoja de trazabilidad	x			x		4,74	
3	Coger piezas en la mano	x			x		8,47	
4	Llevar piezas a la máquina	x			x		38,39	1,8
5	Llevar alexómetro a mesa de trabajo							
6	Calibrar alexómetro							
7	Volver a la máquina							
8	Ir al estante de fresas	x			x		16,07	0,5
9	Buscar fresa para la referencia	x			x		35,59	
10	Llevar fresa a torno	x			x		25,48	0,5
11	Desmontar fresa		x	x		49,87		
12	Ir al estante de fresas		x	x		19,02		0,5
13	Ubicar fresa en estante		x	x		32,14		
14	Volver a la máquina		x	x		32,38		0,5
15	Montar fresa en barra del torno		x	x		98,54		
16	Ir a la mesa de trabajo	x			x		30,14	1
17	Buscar las herramientas, insertos y aceite para la operación	x			x		48,97	
18	Volver con la herramientas a la máquina	x			x		45,21	1
19	Ir a la mesa de trabajo							
20	Buscar insertos para la fresa							
21	Ir a la máquina afiladora		x	x		68,41		4,8
22	Afilar herramientas de corte (insertos)		x	x		75,49		
23	Volver a la máquina		x	x		70,28		4,8
24	Aflojar y retirar los insertos		x	x		32,54		
25	dejar insertos en la bancada del torno		x	x		5,48		

26	Limpiar portainsertos		x	x		9,12		
27	Cambiar punta de inserto o todo el inserto		x	x		6,21		
28	Cortar y colocar calzas en los portainsertos		x	x		48,21		
29	Ir a mesa de trabajo							
30	Buscar aceite							
31	Volver a la máquina							
32	Aplicar aceite en tornillos de portainsertos		x	x		13,76		
33	apretar y golpear con mazo el inserto		x	x		29,67		
34	Limar insertos		x	x		5,21		
35	Medir con calibrador el diámetro de la fresa e insertos		x	x		57,2		
36	Usar comparador y graduar altura de insertos		x	x		74,52		
37	Verificar medidas de ajuste		x	x		42,31		
38	Realizar ajustes		x	x		340,18		
39	Ajustar tornillos para el centre.							
39	Ajustar dispositivo autocentrante		x	x		41,23		
40	Medir con el comparador		x	x		62,14		
41	Realizar ajustes		x	x		102,64		
42	Verificar especificaciones de la pieza con calibrador		x	x		42,18		
43	Verificar especificaciones de la pieza con alexómetro		x	x		31,24		
44	colocar camisa dentro de prensa		x	x		39,19		
45	Ajustar prensa con llave		x	x		24,28		
46	Mover carro transversal acercándolo a la fresa		x	x		15,94		
47	Soltar prensa y retirar pieza		x	x		18,34		

ANEXO 38. OPL ALISTAMIENTO DIÁMETRO INTERIOR.



ONE - POINT LESSON							
Línea	Seca	Operación	Diámetro exterior	Tema	OPL Conocimiento básico	Fecha:	Pág. 1 de 1
		Elaboró		Aprobó		Revisó	Rev. No
Alistamiento Operación							
						<ol style="list-style-type: none"> 1. Accionar el interruptor principal, encender el equipo y verificar que este lubricando correctamente, 2. Verificar la correcta operación de todas las funciones del equipo como cluth. Caja principal, avance manual, avance rápido, avance automático del carro longitudinal en las dos direcciones. 3. Mantener las plaquetas (portainsertos) en buen estado. 4. Limpiar los conos de las fresas y de la barra antes de montar las fresas. y limpiar los conos de la barra porta fresas y del husillo antes de montar la barra. 5. Utilizar pastillas del radio adecuado según el diámetro a maquinar. 	
							
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">TOLERANCIA: ± 0.1 mm</div>							
Registro capacitación	Instructor		Trainees				



ANEXO 39 YAMAZUMI.

Con base en la información de que la demanda diaria promedio es de 621 unidades en primera instancia se obtiene el tiempo planificado de producción el cual es de 465 min al día, luego se calcula el tiempo de ciclo al que debe funcionar la máquina y se registra el tiempo de pérdidas.

T TEORICO	t planificado		T Teor (hor)	TC excesivo	Puesta en marcha	Afilado de herramienta	Averias
28239,7168	7,75	Corte	3,92	0,53	0,17	0,25	0,17
108750,146	7,75	Diámetro interior	7,55	1,13	0,67	0,93	0,08
12919,0095	7,75	Longitud total	3,59	0,00	0,20	0,03	0,00
91686,6018	7,75	Diámetro exterior	6,37	0,42	0,58	1,34	0,13
20023,6704	7,75	Rectificado exterior	2,78	1,34	0,17	0,33	0,31
19716,75	7,75	LPYE	5,48	0,00	0,23	0,00	0,00

ANEXO 40. CARACTERIZACIÓN CENTROS DE TRABAJO.

		CARACTERIZACIÓN CENTROS DE TRABAJO MECANIZADO	
Nombre de la máquina		M036; Corte y despunte	
		Descripción	
		Torno paralelo universal, con lubricación forzada en la caja principal por una bomba de pistón, caja de avances por goteo y la caja del carro por baño de aceite.	
		Operaciones que realiza	
		Dar la longitud requerida por el cliente, inicialmente se corta el tubo por la mitad y después se despunta el extremo	
		Documentación	
		Registro de entregas a línea de trabajo, Reporte individual de producción, planos de piezas a procesar; Registro de rechazos	
Herramientas	Mazo	Llave Bristol 3/16	
	Llave cuadrante para torreta	Flexometro	
	Brocha	Portaherramienta de corte completo	
	Cuchilla de corte	Marcador	
Instrumento de medición	Flexometro	Pie de rey	
Actividades	No dejar que las mordazas trabajen sin pastillas		
	Centrar el tubo con un mazo de caucho		
	La pastilla de corte debe estar lo mas perpendicular posible al tubo		
	Hacer los cambios de velocidad, con el husillo totalmente quieto		
	Aplicar grasa con grafito a la tortillería de los porta herramientas		
	Verificar el nivel de aceite (ISO tp 32) en la caja del carro longitudinal, debe estar a 3/4 del nivel de la mirilla		
	Verificar el nivel de aceite (ISO tp 32) en la caja del carro longitudinal, debe estar a 3/4 del nivel de la mirilla		
	Verificar el nivel de aceite (ISO tp 32) en la caja del carro longitudinal, debe estar a 3/4 del nivel de la mirilla		
s e g u r i d a d	Identificación de peligros	Riesgos: Físicos; Químicos; Ergonómicos, Psicosociales.	
	Descripción riesgo	Ruido, Vibraciones, Material particulado, Ergonomía, Cansancio, Fatiga,	
	Medidas preventivas	Elementos de protección.	

		CARACTERIZACIÓN CENTROS DE TRABAJO MECANIZADO	
Nombre de la máquina		M041; Corte y despunte	
		Descripción Torno paralelo universal, con lubricación forzada en la caja principal por una bomba de pistón, caja de avances por goteo y la caja del carro por baño de aceite.	
		Operaciones que realiza Dar la longitud requerida por el cliente, inicialmente se corta el tubo por la mitad y después se despunta el extremo	
		Documentación Registro de entregas a línea de trabajo, Reporte individual de producción, planos de piezas a procesar; Registro de rechazos	
Herramientas	Mazo	Llave Bristol 3/16	
	Marcador	Flexometro	
	Brocha	Portaherramienta de corte completo	
	Cuchilla de corte	Bomba de aire	
	Llave fija de 32-36		
Instrumento de medición	Flexometro	Pie de rey	
Actividades	No dejar que las mordazas trabajen sin pastillas		
	Centrar el tubo con un mazo de caucho		
	La pastilla de corte debe estar lo mas perpendicular posible al tubo		
	Hacer los cambios de velocidad, con el husillo totalmente quieto		
	Aplicar grasa con grafito a la tortillería de los porta herramientas		
	Verificar el nivel de aceite (ISO tp 32) de la caja Norton, debe estar a 3/4 de la altura de la mirilla		
	Verificar el nivel de aceite (ISO tp 32) en la caja principal del husillo, debe estar a 3/4 del nivel de la mirilla		
Verificar el nivel de aceite (ISO tp 32) en la caja del carro longitudinal, debe estar a 3/4 del nivel de la mirilla			
S e g u r i d a d	Identificación de peligros	Riesgos: Físicos; Químicos; Ergonómicos, Psicosociales.	
	Descripción riesgo	Ruido, Vibraciones, Material particulado, Ergonomía, Cansancio, Fatiga,	
	Medidas preventivas	Elementos de protección.	

		CARACTERIZACIÓN CENTROS DE TRABAJO MECANIZADO	
Nombre de la máquina		M042; Corte y despunte	
		Descripción	
		Este equipo es un torno paralelo universal, con lubricación forzada en la caja principal por bomba de pistón, caja de avances por goteo y la caja del carro por baño de aceite.	
		Operaciones que realiza	
		Dar la longitud requerida por el cliente, inicialmente se corta el tubo por la mitad y después se despunta el extremo	
		Documentación	
		Registro de entregas a línea de trabajo, Reporte individual de producción, planos de piezas a procesar; Registro de rechazos	
Herramientas	Mazo	Llave Bristol 3/16	
	Brocha	Aceitera	
	Flexometro	Llave cuadrante de 3/4	
Instrumento de medición	Flexometro	Pie de rey	
Actividades	No dejar que las mordazas trabajen sin pastillas		
	Centrar el tubo con un mazo de caucho		
	La pastilla de corte debe estar lo mas perpendicular posible al tubo		
	Hacer los cambios de velocidad, con el husillo totalmente quieto		
	Aplicar grasa con grafito a la tortillería de los porta herramientas		
	Verificar el nivel de aceite (ISO tp 32) de la caja Norton, debe estar a 3/4 de la altura de la mirilla		
	Verificar el nivel de aceite (ISO tp 32) en la caja principal del husillo, debe estar a 3/4 del nivel de la mirilla		
Verificar el nivel de aceite (ISO tp 32) en la caja del carro longitudinal, debe estar a 3/4 del nivel de la mirilla			
s e g u r i d a d	Identificación de peligros	Riesgos: Físicos; Químicos; Ergonómicos, Psicosociales.	
	Descripción riesgo	Ruido, Vibraciones, Material particulado, Ergonomía, Cansancio, Fatiga,	
	Medidas preventivas	Elementos de protección.	

		CARACTERIZACIÓN CENTROS DE TRABAJO MECANIZADO	
Nombre de la máquina		M009; Diámetro Interior	
		Descripción	
		Esta es una máquina para el máquinado interior de camisas, con dos husillos a cada lado, trabaja en las dos direcciones y con un sistema para la sujeción de las camisas de forma hidroneumática	
		Operaciones que realiza	
		Desbaste y alisado de la superficie interna de la camisa, según requerimientos del cliente	
		Documentación	
		Registro de entregas a línea de trabajo, Reporte individual de producción, planos de piezas a procesar; Registro de rechazos	
Herramientas	Llave Bristol 3/16	Llave Bristol 3/8	
	Mazo	Brocha	
	Llave Bristol 5/16	Llave Bristol 1/4	
Instrumento de medición	Alezo metro	Pie de rey	
	Micrometros		
Actividades		Verificar nivel de aceite en la caja de la bomba, debe estar a 3/4 de la altura de la mirilla	
S e g u r i d a d	Identificación de peligros	Riesgos: Físicos; Químicos; Ergonómicos, Psicosociales.	
	Descripción riesgo	Ruido, Material particulado, Ergonomía, Cansancio, Fatiga, Quemaduras	
	Medidas preventivas	Elementos de protección.	

		CARACTERIZACIÓN CENTROS DE TRABAJO MECANIZADO	
Nombre de la máquina		M010; Diámetro Interior	
		Descripción	
		Esta es una máquina para el maquinado interior de camisas, con dos husillos a cada lado, trabaja en las dos direcciones y con un sistema para la sujeción de las camisas de forma hidroneumática	
		Operaciones que realiza	
		Desbaste y alisado de la superficie interna de la camisa, según requerimientos del cliente	
		Documentación	
		Registro de entregas a línea de trabajo, Reporte individual de producción, planos de piezas a procesar; Registro de rechazos	
Herramientas	Mazo	Brocha	
	Llave Bristol 3/8	Llave Bristol 1/4	
	Llave Bristol 5/32	Llave Bristol 3/16	
	Marcador	Llave mixta de 1/2	
Instrumento de medición	Alezo metro	Pie de rey	
	Micrometros		
Actividades	No alejarse demasiado de la máquina cuando esta este trabajando		
	Verificar el nivel de aceite (ISO tp 32) en la caja de la bomba, debe estar a 3/4 de la altura de la mirilla		
	Verificar el nivel de valvulita en los cuatro husillos, quitando el tapón lateral		
S e g u r i d a d	Identificación de peligros	Riesgos: Físicos; Químicos; Ergonómicos, Psicosociales.	
	Descripción riesgo	Ruido, Material particulado, Ergonomía, Cansancio, Fatiga, Quemaduras	
	Medidas preventivas	Elementos de protección.	



		CARACTERIZACIÓN CENTROS DE TRABAJO MECANIZADO	
Nombre de la máquina		M034; Diámetro Interior	
		Descripción	
		Este equipo es un torno paralelo universal, con lubricación forzada con una bomba de engranajes para la caja principal y caja de avances, en la caja del carro se encuentra una bomba de pistón para lubricación interna, carro transversal y bancadas	
		Operaciones que realiza	
		Desbaste y alisado de la superficie interna de la camisa, según requerimientos del cliente	
		Documentación	
		Registro de entregas a línea de trabajo, Reporte individual de producción, planos de piezas a procesar; Registro de rechazos	
Herramientas	Llave Bristol 5/32	Llave Bristol 3/8	
	Mazo	Brocha	
	Marcador	Llave Bristol 1/4	
Instrumento de medición	Alezo metro	Pie de rey	
	Micrometros		
Actividades	Aplicar grasa con grafito a la tortillería de los porta herramientas y el peine		
	Mantener las plaquetas en buen estado.		
	Tener cuidado de no tocar el porta herramientas		
	Hacer los cambios de velocidad, con el husillo totalmente quieto		
	Verificar el nivel de aceite de la caja de avance del carro longitudinal, debe estar a 3/4 de la altura de la mirilla (Aceite ISO TP 32)		
	Verificar el nivel de aceite de la caja de avance del carro longitudinal, debe estar a 3/4 de la altura de la mirilla (Aceite ISO TP 32)		
S e g u r i d a d	Identificación de peligros	Riesgos: Físicos; Químicos; Ergonómicos, Psicosociales.	
	Descripción riesgo	Ruido, Material particulado, Ergonomía, Cansancio, Fatiga, Quemaduras	
	Medidas preventivas	Elementos de protección.	

		CARACTERIZACIÓN CENTROS DE TRABAJO MECANIZADO	
Nombre de la máquina		M037; Diámetro Interior	
		Descripción	
		Este equipo es un torno paralelo universal, con lubricación forzada en la caja principal por una bomba de engranajes, caja de avances y caja del carro por una bomba de leva- pistón y baño de aceite.	
		Operaciones que realiza	
		Desbaste y alisado de la superficie interna de la camisa, según requerimientos del cliente	
		Documentación	
		Registro de entregas a línea de trabajo, Reporte individual de producción, planos de piezas a procesar; Registro de rechazos	
Herramientas	Brocha	Llave mixta 32-36	
	Llave mixta 27-30	Válvula hechiza 1/4	
	Aceitera	Llave Bristol 3/8	
	Llave Bristol 5/16	Llave Bristol 3/16	
	Llave Bristol 1/4	Llave Bristol 5/32	
	Mazo		
Instrumento de medición	Alezo metro	Pie de rey	
	Micrometros		
Actividades	Aplicar grasa con grafito a la tortillería de los porta herramientas y el peine.		
	Mantener las plaquetas en buen estado		
	Tener cuidado de no tocar el porta herramientas		
	Hacer los cambios de velocidad, con el husillo totalmente quieto		
	Verificar el nivel de aceite (ISO tp 32) en la caja principal del husillo, debe estar a 3/4 del nivel de la mirilla		
	Verificar el nivel de aceite (ISO tp 32) en la caja principal del husillo, debe estar a 3/4 del nivel de la mirilla		
	Verificar el nivel de aceite (ISO tp 32) en la caja del carro longitudinal, debe estar a 3/4 del nivel de la mirilla		
S e g u r i d a d	Identificación de peligros	Riesgos: Físicos; Químicos; Ergonómicos, Psicosociales.	
	Descripción riesgo	Ruido, Material particulado, Ergonomía, Cansancio, Fatiga, Quemaduras	
	Medidas preventivas	Elementos de protección.	

		CARACTERIZACIÓN CENTROS DE TRABAJO MECANIZADO	
Nombre de la máquina		M038; Diámetro Interior	
		Descripción	
		Este equipo es un torno paralelo universal, con lubricación forzada en la caja principal por una moto bomba para la caja de avances y caja principal y con una bomba de leva- pistón para la caja del carro y bancada	
		Operaciones que realiza	
		Desbaste y alisado de la superficie interna de la camisa, según requerimientos del cliente	
		Documentación	
		Registro de entregas a línea de trabajo, Reporte individual de producción, planos de piezas a procesar; Registro de rechazos	
Herramientas	Mazo		Llave Bristol 3/8
	Llave Bristol 5/32		Llave Bristol 1/4
	Brocha		Marcador
Instrumento de medición	Alezo metro		Pie de rey
	Micrometros		
Actividades	Aplicar grasa con grafito a la tortillería de los porta herramientas y el peine		
	Mantener las plaquetas en buen estado.		
	Tener cuidado de no tocar el porta herramientas,		
	Hacer los cambios de velocidad, con el husillo totalmente quieto		
	Verificar el nivel de aceite de la unidad que lubrica la caja principal y caja Norton, debe estar a 3/4 de la altura de la mirilla (Aceite ISO TP 32)		
	Verificar el nivel de aceite de la caja de avance del carro longitudinal, debe estar a 3/4 de la altura de la mirilla (Aceite ISO TP 32)		
S e g u r i d a d	Identificación de peligros	Riesgos: Físicos; Químicos; Ergonómicos, Psicosociales.	
	Descripción riesgo	Ruido, Material particulado, Ergonomía, Cansancio, Fatiga, Quemaduras	
	Medidas preventivas	Elementos de protección.	

		CARACTERIZACIÓN CENTROS DE TRABAJO MECANIZADO	
Nombre de la maquina		M028; Diámetro exterior y Longitud total	
		Descripción	
		Este equipo es un torno paralelo universal, con lubricación forzada con una bomba de engranajes para la caja principal y caja de avances, en la caja del carro se encuentra una bomba de pistón para lubricación interna, carro transversal y bancadas	
		Operaciones que realiza	
		desbaste y alisado de la superficie externa, preparación de la pieza para rectificado exterior	
		Documentación	
		Registro de entregas a línea de trabajo, Reporte individual de producción, planos de piezas a procesar; Registro de rechazos	
Herramientas	Llave Bristol 3/8	Llave Bristol 5/32	
	Llave Bristol 3/16	Llave mixta de 1 1/16	
	Llave Bristol 3mm	Marcador	
	Brocha		
Instrumento de medición	Micrometros	Pie de rey	
	Galga de biseles		
Actividades	Aplicar grasa con grafito a la tortillería de los porta herramientas y el peine,		
	Mantener las plaquetas en buen estado.		
	Diligenciar la ficha de control de piezas maquinadas por pinzas		
	Tener cuidado de no tocar el porta herramientas		
	Hacer los cambios de velocidad, con el husillo totalmente quieto		
	Verificar el nivel de aceite de la unidad que lubrica la caja principal y caja norton, debe estar a 3/4 de la altura de la mirilla (Aceite ISO TP 32)		
	Verificar el nivel de aceite de la caja de avance del carro longitudinal, debe estar a 3/4 de la altura de la mirilla (Aceite ISO TP 32)		
	Cuando se deje de usar la pinza esta debe estar con las cuchillas cerradas para evitar daños en la misma.		
	Hacer limpieza del husillo y del cono de la pinza		
	Evitar golpes en la pinza, para prevenir daños y desajustes		
	Dejar cerca el contra punto a la hora de retirar la pinza, para evitar que esta golpee en la bancada de la maquina		
	No maniobrar una pinza, si se percibe que no está funcionando bien.		
Limpiar la pinza y dejarla en la estantería al finalizar la jornada laboral			
S e g u r i d a d	Identificación de peligros	Riesgos: Físicos; Químicos; Ergonómicos, Psicosociales.	
	Descripción riesgo	Ruido, Material particulado, Ergonomía, Cansancio, Fatiga, Quemaduras	
	Medidas preventivas	Elementos de protección.	

		CARACTERIZACIÓN CENTROS DE TRABAJO MECANIZADO	
Nombre de la máquina		M030; Diámetro exterior	
		Descripción	
		Este equipo es un torno paralelo universal, con lubricación forzada con una bomba de engranajes para la caja principal y caja de avances, en la caja del carro se encuentra una bomba de pistón para lubricación interna, carro transversal y bancadas	
		Operaciones que realiza	
		desbaste y alisado de la superficie externa, preparación de la pieza para rectificado exterior	
		Documentación	
		Registro de entregas a línea de trabajo, Reporte individual de producción, planos de piezas a procesar; Registro de rechazos	
Herramientas	Brocha	Llave mixta de 3/4	
	Mazo	Llave mixta de 1 1/16	
	Llave cuadrante de 3/4	Llave Bristol 5/16	
	Llave Bristol 5/32	Marcador	
Instrumento de medición	Micrometros	Pie de rey	
	Galga de biseles		
		Aplicar grasa con grafito a la tortillería de los porta herramientas y el peine,	
		Mantener las plaquetas en buen estado.	
		Tener cuidado de no tocar el porta herramientas	
		Hacer los cambios de velocidad, con el husillo totalmente quieto	
		Verificar el nivel de aceite de la caja de avance del carro longitudinal, debe estar a 3/4 de la altura de la mirilla (Aceite ISO TP 32)	
		Verificar el nivel de aceite de la unidad que lubrica la caja principal y caja norton, debe estar a 3/4 de la altura de la mirilla (Aceite ISO TP 32)	
S e g u r i d a d	Identificación de peligros	Riesgos: Físicos; Químicos; Ergonómicos, Psicosociales.	
	Descripción riesgo	Ruido, Material particulado, Ergonomía, Cansancio, Fatiga, Quemaduras	
	Medidas preventivas	Elementos de protección.	

		CARACTERIZACIÓN CENTROS DE TRABAJO MECANIZADO	
Nombre de la maquina		M031; Diámetro exterior	
		Descripción	
		Este equipo es un torno paralelo universal, con lubricación forzada en la caja principal por una bomba de engranajes, caja de avances y caja del carro por una bomba de leva- pistón y baño de aceite	
		Operaciones que realiza	
		desbaste y alisado de la superficie externa, preparación de la pieza para rectificado exterior	
		Documentación	
		Registro de entregas a línea de trabajo, Reporte individual de producción, planos de piezas a procesar; Registro de rechazos	
Herramientas	Llave Bristol 1/4	Brocha; Mazo	
	Llave Bristol 5/32	Llave mixta 1 1/16	
	Llave Bristol 7/16	Llave mixta de 5/8	
	Llave Bristol 5/16	Bomba de aire	
	Llave Bristol 3/8	Válvula hechiza 1/4	
	Llave Bristol 3/16	Válvula hechiza 5/16	
	Llave Bristol 10mm	Válvula hechiza 3/16	
	Biseladores	Marcador	
Instrumento de medición	Micrometros	Pie de rey	
	Galga de biseles		
Actividades	Aplicar grasa con grafito a la tortillería de los porta herramientas y el peine,		
	Mantener las plaquetas en buen estado.		
	Diligenciar la ficha de control de piezas maquinadas por pinzas		
	Tener cuidado de no tocar el porta herramientas		
	Hacer los cambios de velocidad, con el husillo totalmente quieto		
	Verificar el nivel de aceite (ISO tp 32) de la caja Norton, de la caja principal del husillo y en la caja del carro longitudinal debe estar a 3/4 de la altura de la mirilla		
	Cuando se deje de usar la pinza esta debe estar con las cuchillas cerradas para evitar daños en la misma.		
	Hacer limpieza del husillo y del cono de la pinza		
	Evitar golpes en la pinza, para prevenir daños y desajustes		
	Dejar cerca el contra punto a la hora de retirar la pinza, para evitar que esta golpee en la bancada de la maquina		
No maniobrar una pinza, si se percibe que no está funcionando bien.			
Limpiar la pinza y dejarla en la estantería al finalizar la jornada laboral			
S e g u r i d a d	Identificación de peligros	Riesgos: Físicos; Químicos; Ergonómicos, Psicosociales.	
	Descripción riesgo	Ruido, Material particulado, Ergonomía, Cansancio, Fatiga, Quemaduras	
	Medidas preventivas	Elementos de protección.	


		CARACTERIZACIÓN CENTROS DE TRABAJO MECANIZADO	
Nombre de la máquina		M032; Diámetro exterior	
		Descripción	
		Este equipo es un torno paralelo universal, con lubricación forzada en la caja principal por una bomba de engranajes, caja de avances y caja del carro por una bomba de leva- pistón y baño de aceite.	
		Operaciones que realiza	
		Desbaste y alisado de la superficie externa, preparación de la pieza para rectificado exterior	
		Documentación	
		Registro de entregas a línea de trabajo, Reporte individual de producción, planos de piezas a procesar; Registro de rechazos	
Herramientas	Brocha	Llave mixta de 3/4	
	Mazo	Llave mixta de 5/8	
	Llave mixta de 1 1/16	Llave cuadrante de 3/4;	
	Aceitera	Llave cuadrante de tensores	
	Biseladores	Lima plana	
	Válvulas hechiza 1/4;	Llave Bristol 1/4; Llave Bristol 5/16	
	Válvulas hechiza 3/16	Llave Bristol 5/32; Llave Bristol 5mm	
Válvulas hechiza 5/16	Marcadores		
Instrumento medición	Micrometros	Pie de rey	Galga de biseles
Actividades	Aplicar grasa con grafito a la tortillería de los porta herramientas y el peine,		
	Mantener las plaquetas en buen estado.		
	Diligenciar la ficha de control de piezas maquinadas por pinzas		
	Tener cuidado de no tocar el porta herramientas		
	Hacer los cambios de velocidad, con el husillo totalmente quieto		
	Verificar el nivel de aceite (ISO tp 32) de la caja norton, en la caja principal del		
	Cuando se deje de usar la pinza esta debe estar con las cuchillas cerradas		
	Hacer limpieza del husillo y del cono de la pinza		
	Evitar golpes en la pinza, para prevenir daños y desajustes		
	Dejar cerca el contra punto a la hora de retirar la pinza, para evitar que esta		
	No maniobrar una pinza, si se percibe que no está funcionando bien.		
	Evitar golpear, limpiar la pinza y dejarla en la estantería al finalizar la jornada		
Realizar actividades contempladas en el manual de operación y de mantenimiento.			
S e g u r i d a d	Identificación.	Riesgos: Físicos; Químicos; Carga física, Seguridad Psicosociales.	
	Descripción.	Ruido, Vibración, Material particulado, Movimientos repetitivos y de pie, caída de objetos, Quemaduras, Cansancio, Fatiga.	
	Medidas preventivas.	Elementos de protección, señalización, portaviruta, guardas de seguridad, pantallas protectoras.	

		CARACTERIZACIÓN CENTROS DE TRABAJO MECANIZADO	
Nombre de la maquina		M039; Diámetro exterior	
		Descripción	
		Este equipo es un torno paralelo universal, con lubricación forzada en la caja principal por una moto bomba para la caja de avances y caja principal y con una bomba de leva- pistón para la caja del carro y bancada	
		Operaciones que realiza	
		desbaste y alisado de la superficie externa, preparación de la pieza para rectificado exterior	
		Documentación	
		Registro de entregas a línea de trabajo, Reporte individual de producción, planos de piezas a procesar; Registro de rechazos	
Herramientas	Brocha	Llave Bristol 12mm	
	Mazo	Llave Bristol 5mm	
	Llave cuadrante para tensor	Llave Bristol 1/4	
	Válvulas hechiza 1/4	Llave Bristol 5/16	
	Válvulas hechiza 3/16	Llave Bristol 5/32	
	Válvulas hechiza 5/16	Llave mixta de 3/4;	
	Bomba de aire	Llave mixta de 5/8	
	Biseladores	Portaherramientas de exterior cuadrados	
Porta cerámica	Aceitera; Marcadores		
Instrumento de medición	Micrometros	Pie de rey	
	Galga de biseles		
Actividades	Aplicar grasa con grafito a la tortillería de los porta herramientas y el peine,		
	Mantener las plaquetas en buen estado.		
	Diligenciar la ficha de control de piezas maquinadas por pinzas		
	Tener cuidado de no tocar el porta herramientas		
	Hacer los cambios de velocidad, con el husillo totalmente quieto		
	Verificar el nivel de aceite de la unidad que lubrica la caja principal, caja norton y carro longitudinal debe estar a 3/4 de la altura de la mirilla (Aceite ISO TP 32)		
	Cuando se deje de usar la pinza esta debe estar con las cuchillas cerradas para evitar daños en la misma.		
	Hacer limpieza del husillo y del cono de la pinza		
	Evitar golpes en la pinza, para prevenir daños y desajustes		
	Dejar cerca el contra punto a la hora de retirar la pinza, para evitar que esta golpee en la bancada de la maquina		
No maniobrar una pinza, si se percibe que no está funcionando bien.			
Limpiar la pinza y dejarla en la estantería al finalizar la jornada laboral			
S e g u r i d a d	Identificación de peligros	Riesgos: Físicos; Químicos; Ergonómicos, Psicosociales.	
	Descripción riesg	Ruido, Material particulado, Ergonomía, Cansancio, Fatiga, Quemaduras	
	Medidas preventivas	Elementos de protección.	

		CARACTERIZACIÓN CENTROS DE TRABAJO MECANIZADO	
Nombre de la máquina		M017; Rectificado exterior	
		Descripción	
		Este equipo es una rectificadora sin centros de 12" para camisa seca, la cual es arrastrada de la parte delantera de la reglilla a la parte trasera, por la piedra conductora, al mismo tiempo es desbastada por la piedra rectificadora y refrigerada por aceite soluble o taladrina	
		Operaciones que realiza	
		dejar la pieza con el diámetro final, cumpliendo especificaciones.	
		Documentación	
		Registro de entregas a línea de trabajo, Reporte individual de producción, planos de piezas a procesar; Registro de rechazos	
Herramientas	Llave Bristol 3/16	Destornillador de pala	
	Llave Bristol 5/32	Llave mixta de 24mm	
	Llave Bristol 8mm	Llave mixta de 1/2	
	Llave mixta de 3/16		
Instrumento de medición	Micrometros	Guitarra de medición	
Actividades	Revisar el estado diamante que quede en la posición correcta.		
	Revisar y pedir que se limpie constantemente el barro y la taladrina sacada por el imán		
	Al salir a descansos se debe dejar apagada la piedra conductora, la bomba hidráulica de los diamantes y la bomba de la taladrina.		
	Verificar el nivel de aceite del tanque de la unidad principal, debe estar a 3/4 de la altura de la mirilla (Aceite Morlina10)		
	Verificar el nivel de aceite del tanque de lubricación de bancada, debe estar a 3/4 de la altura de la mirilla (Aceite ISO TP 32)		
	Verificar el nivel de aceite del husillo del la piedra conductora, debe estar a 3/4 de la altura de la mirilla (Aceite ISO TP 32)		
S e g u r i d a d	Identificación de peligros	Riesgos: Físicos; Químicos; Ergonómicos, Psicosociales.	
	Descripción riesgo	Ruido, Material particulado, Ergonomía, Cansancio, Fatiga, Quemaduras, Humos, Vapores	
	Medidas preventivas	Elementos de protección.	

		CARACTERIZACIÓN CENTROS DE TRABAJO MECANIZADO	
Nombre de la máquina		M018; Rectificado exterior	
		Descripción	
		Este equipo es una rectificadora sin centros de 5" para camisa seca, la cual es arrastrada de la parte delantera de la regilla a la parte trasera, por la piedra conductora, al mismo tiempo es desbastada por la piedra rectificadora y refrigerada por aceite soluble o taladrina	
		Operaciones que realiza	
		dejar la pieza con el diámetro final, cumpliendo especificaciones	
		Documentación	
		Registro de entregas a línea de trabajo, Reporte individual de producción, planos de piezas a procesar; Registro de rechazos	
Herramientas	Mazo	Llave mixta de 11	
	Llave Bristol 1/4	Aceitera	
	Llave Bristol 10mm	Destornillador de pala grande	
	Llave Bristol 5/32		
Instrumento de medición	Micrometros	Guitarra de medición	
Actividades	Revisar el estado diamante que quede en la posición correcta		
	Revisar y pedir que se limpie constantemente el barro y la taladrina sacada por el imáns		
	Al salir a descansos se debe dejar apagada la piedra conductora, la bomba hidráulica de los diamantes y la bomba de la taladrina.		
	Verificar el nivel de aceite (ISO tp 32) de la bancada, que se encuentra en el tanque de la unidad, debe estar a 3/4 de la altura de la mirilla		
	Verificar el nivel de aceite (ISO tp 32) en la mirilla posterior de la piedra conductora		
	Verificar el nivel de aceite (ISO tp 32) de la unidad hidráulica, husillos, piedra rectificadora y sistemas de control de diamantes		
S e g u r i d a d	Identificación de peligros	Riesgos: Físicos; Químicos; Ergonómicos, Psicosociales.	
	Descripción riesgo	Ruido, Material particulado, Ergonomía, Cansancio, Fatiga, Quemaduras, Humos, Vapores	
	Medidas preventivas	Elementos de protección.	

		CARACTERIZACIÓN CENTROS DE TRABAJO MECANIZADO	
Nombre de la máquina		M012; Lavado, protección y empaque	
		Descripción	
		Este es un equipo diseñado para la realización de la última etapa del proceso de fabricación, consta de dos rodillos con papel parafinado, transparente y membretado, para empaquetar las camisas según sea la especificación.	
		Operaciones que realiza	
		Verificar la ausencia de defectos, lavar, proteger y empaquetar camisas.	
		Documentación	
		Registro de entregas a línea de trabajo, Reporte individual de producción, planos de piezas a procesar; Registro de rechazos.	
Herramientas	Mobilarma	Papel parafinado sin logo y con logo lavco	
	Neutralizador etch-o-matic	Esténcil	
	Mobilarma		
Instrumento de medición	Micrometros	Guitarra de medición	
Actividades	Mantener la mesa de trabajo, libre de excesos de humedad y grasas.		
	Verificar la viscosidad de la mezcla anticorrosiva por lo menos dos veces en un turno de 8 horas.		
S e g u r i d a d	Identificación de peligros	Riesgos: Físicos; Químicos; Ergonómicos, Psicosociales.	
	Descripción riesgo	Ruido, Material particulado, Ergonomía, Cansancio, Fatiga, Quemaduras, Humos, Vapores, Incendios, Quemaduras	
	Medidas preventivas	Elementos de protección.	

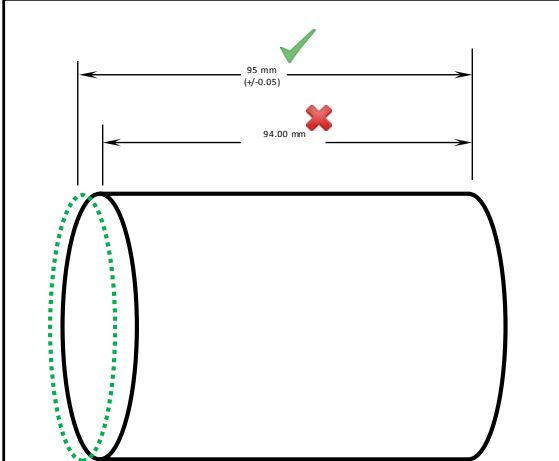
		CARACTERIZACIÓN CENTROS DE TRABAJO MECANIZADO	
Nombre de la máquina		F021; Horno cubilote	
		Descripción	
		Estos hornos fueron diseñados y fabricados bajo las características de la empresa; Estos son de 48 cms de diámetro y de 52 cms respectivamente incluido el revestimiento	
		Operaciones que realiza	
		Hacer fundición de hierros colados.	
		Documentación	
		Programación interna de producción fundición, Informe de producción de fundición, Lista de chequeo de fundición, Balance del cubilote	
Herramientas		Cucharas	Pala
		Calderos	Varillas
Actividades		Control de marcha del cubilote	
S e g u r i d a d	Identificación de peligros	Riesgos: Físicos, Químico	
	Descripción riesgo	Altas temperaturas, Altura, Atrapamientos, Material particulado, Incendios, Quemaduras, Humos, Gases, Lesión osteomuscular	
	Medidas preventivas	Elementos de protección.	

		CARACTERIZACIÓN CENTROS DE TRABAJO MECANIZADO	
Nombre de la máquina		Centrifugas	
		Descripción	
		Estos equipos son diseñados y fabricados por Industrias Lavco, las individuales están montados en una base metálica anclada al piso, sobre las cuales se monta el husillo en L y un motor eléctrico montado sobre esta y acoplado con el husillo por un sistema de correas en "V". la otra centrifuga esta sobre un eje y rodamiento axial, sobre la cual se encuentran montados 12 husillos para sostener las casquillas	
		Operaciones que realiza	
		centrifugado de los tubos de fundición gris	
		Documentación	
		Programación interna de producción fundición, Informe de producción de fundición, Lista de chequeo de fundición.	
Herramientas		Pinzas	Llaves de copa
		Brocha	Válvula
Instrumento de medición		Calibrador	
Actividades		Antes de operar se debe comprobar su lubricación, en cada una de las chumaceras la existencia de valvulita y grasa en los acoples de los ejes	
s e g u r i d a d	Identificación de peligros	Riesgos: Físicos, Químico, Psicosocial	
	Descripción riesgo	Altas temperaturas, Fatiga, Cansancio, Atrapamientos, Material particulado, Incendios, Quemaduras, Humos, Gases, Lesión osteomuscular	
	Medidas preventivas	Elementos de protección.	

ANEXO 41 OPL DE LAS OPERACIONES.

ONE - POINT LESSON							
Línea	Seca	Operación	Diámetro Interior	Tema	OPL Ejemplo corrección de defectos	Fecha:	Pág. 1 de 1
		Elaboró		Aprobó		Revisó	Rev. No
		Tatiana Ruiz Orjuela		María elena mantilla		Olga Vesga	

LONGITUD TOTAL

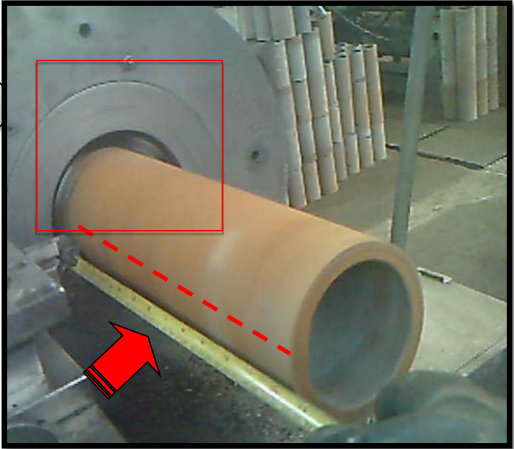


Rechazada por especificaciones (Longitud total)

Medida con el flexometro: Verificar que el flexometro tome la medida hasta el tope

Si el material es grande: Y el cuerpo se pega al madril, evitando que el flexometro entre bien, comprobar medidas del tubo.

Calzas: Utilizarlas para diferentes medidas ???

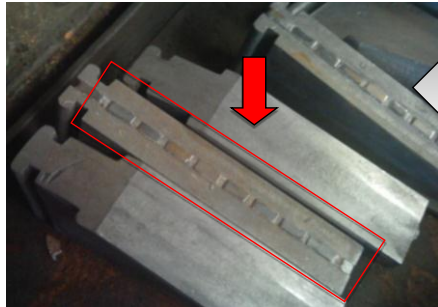


	Instructor	Trainees
Registro capacitación		

ONE - POINT LESSON

Línea	Seca	Operación	Diámetro Interior	Tema	OPL Ejemplo corrección de defectos	Fecha:	Pág. 1 de 1
	Elaboró			Aprobó		Revisó	Rev. No
	Tatiana Ruíz Orjuela			María elena mantilla		Olga Vesga	

PUESTA A PUNTO

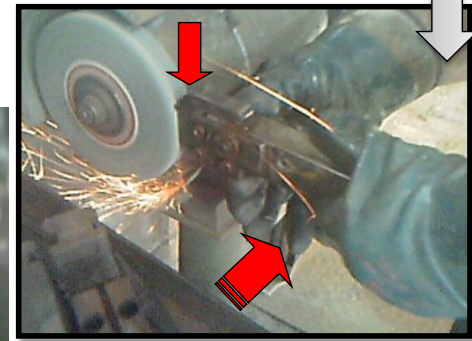


Mordazas: No dejar que las mordazas trabajen sin pastillas, diligenciar solicitud de mantenimiento para el cambio de pastillas.

Uña para pastilla: Verificar que este apretandola uniformemente.



Afilado: no tocar las platinas nuevas con el esmeril, preferiblemente quitar las pastillas y utilizar los diferentes largos de platinas según el estado a lo largo de la pastilla.



Centrar: el tubo con un mazo de caucho.



Pastilla: La pastilla de corte debe estar lo mas perpendicular posible al tubo.

Ubicación pieza: No cortar la pieza por el lado duro, aprovechar las secciones donde no lo esta.

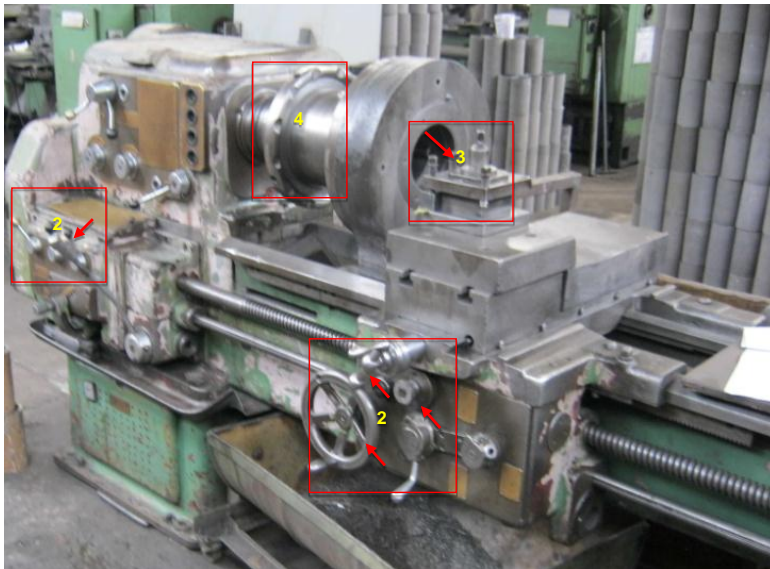


	Instructor	Trainees	
Registro capacitación			

ONE - POINT LESSON

Línea	Seca	Operación	Diámetro Interior	Tema	OPL Conocimiento básico	Fecha:		Pág. 1 de 1
Elaboró		Aprobó			Revisó		Rev. No	
Tatiana Ruíz Orjuela		María elena mantilla			Olga Vesga			

ALISTAMIENTO OPERACIÓN



1. Accionar el interruptor principal, encender el equipo y verificar que este lubricando correctamente.

2. Verificar la correcta operación de todas las funciones del equipo como cluth. Caja principal, avance manual, avance rápido, avance automático del carro longitudinal en las dos direcciones.

3. Ajustar tornillos de la barra porta fresas o tornillo tensor de la barra.

4. Dar buen uso a los porta herramientas de corte, colocar tornillos de la misma rosca y no dejar oxidar el porta herramientas.

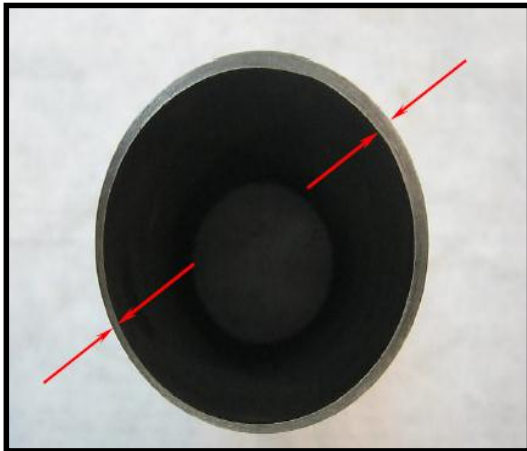
TOLERANCIA: + 1/8"

	Instructor	Trainees
Registro capacitación		

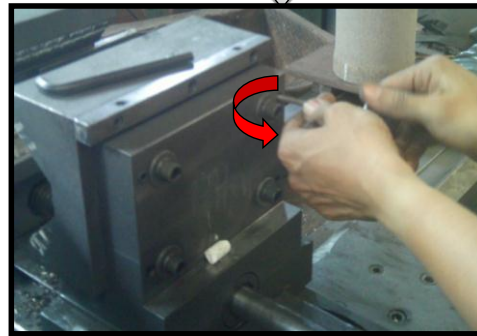
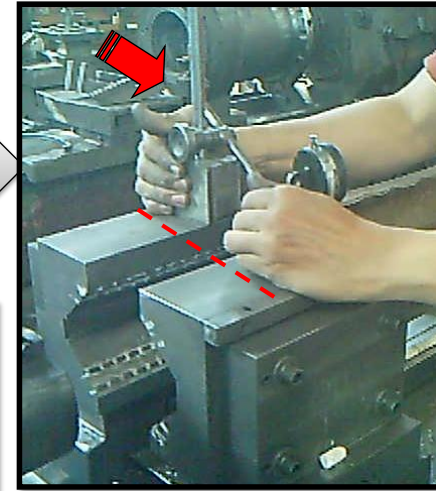
ONE - POINT LESSON

Línea	Seca	Operación	Diámetro Interior	Tema	OPL Ejemplo corrección de defectos	Fecha:	Pág. 1 de 1
		Elaboró		Aprobó		Revisó	Rev. No
		Tatiana Ruíz Orjuela		María elena mantilla		Olga Vesga	

DESCENTRE



Ajuste de mordazas/ prensa: Ajustar el dispositivo autocentrante e ir verificando que las mordazas se encuentren al mismo nivel midiendo con el comparador



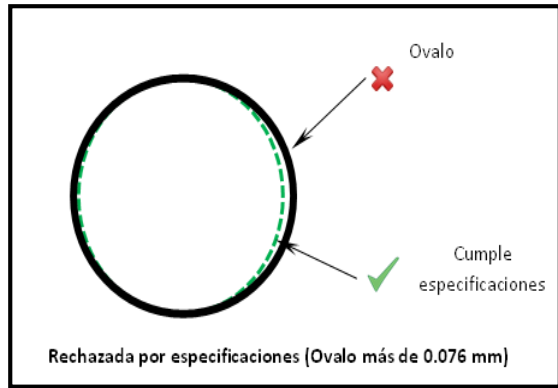
Tratar de corregir defecto: Mecanizar la pieza, colocando el tubo por donde esta mas grueso en la parte mas baja de las mordazas

	Instructor	Trainees
Registro capacitación		

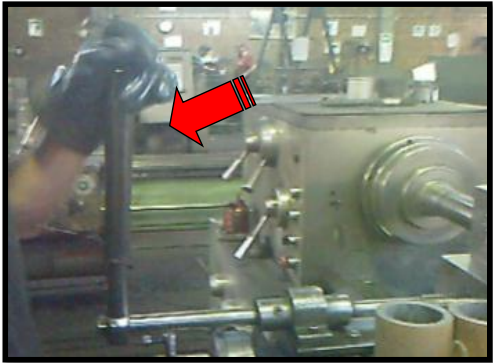
ONE - POINT LESSON

Línea	Seca	Operación	Diámetro Interior	Tema	OPL Ejemplo corrección de defectos	Fecha:	Pág. 1 de 1
Elaboró		Aprobó			Revisó		Rev. No
Tatiana Ruíz Orjuela		María elena mantilla			Olga Vesga		

ÓVALO



Prensa: Verificar ajuste de palanca y compresión de mordazas



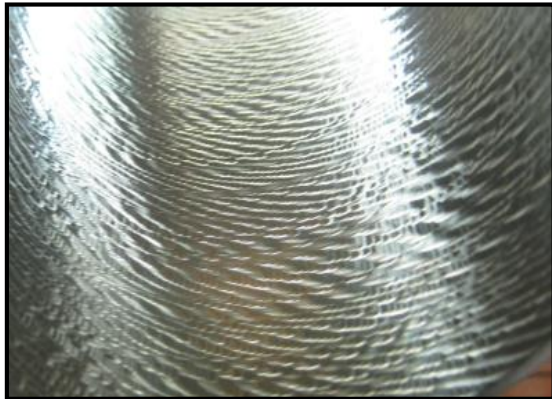
Pastilla quemada: Cambiar la punta del inserto, hasta que se hayan usado todas las puntas, otras opciones afilarlo o cambiarlo del todo, asimismo verificar la altura de las mismas

	Instructor	Trainees	
Registro capacitación			

ONE - POINT LESSON

Línea	Seca	Operación	Diámetro Interior	Tema	OPL Ejemplo corrección de defectos	Fecha:	Pág. 1 de 1
		Elaboró		Aprobó		Revisó	Rev. No
		Tatiana Ruíz Orjuela		María elena mantilla		Olga Vesga	

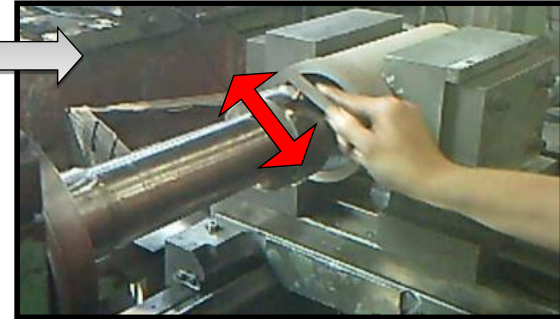
VIBRADO



Avance: Entre más avance más rayado, entonces ajustarlo de acuerdo a la pieza a mecanizar (table)

Pastilla quemada: Cambiar la punta del inserto, hasta que se hayan usado todas las puntas, afilarlo o cambiarlo del todo.

Husillo de la máquina: Causado por el desgaste del mismo, informar a coordinador de mecanizado, para enviar solicitud a mantenimiento



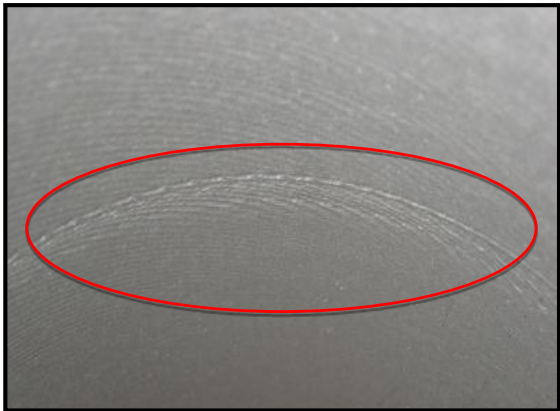
Nivel pastillas: Verificar que la máquina no vibre, si lo hace, ajustar el nivel entre pastillas (limar, colocar - quitar calzas, golpear) y luego verificar con el comparador.

	Instructor	Trainees
Registro capacitación		

ONE - POINT LESSON

Línea	Seca	Operación	Diámetro Interior	Tema	OPL Ejemplo corrección de defectos	Fecha:		Pág. 1 de 1
	Elaboró			Aprobó		Revisó		Rev. No
	Tatiana Ruíz Orjuela			María elena mantilla		Olga Vesga		

RAYADO



Corte de energía: Marcar la pieza por R5, registrar el PNC en reporte diario.

Desajuste prensa: Desgaste de la máquina, esta se gira, notificar a coordinador de mecanizado para enviar solicitud a mantenimiento.

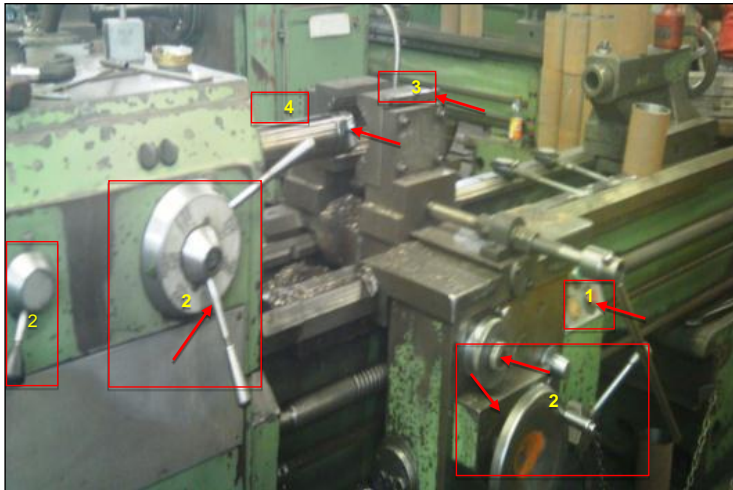


Registro capacitación	Instructor	Trainees	

ONE - POINT LESSON

Línea	Seca	Operación	Diámetro exterior	Tema	OPL Conocimiento básico	Fecha:	Pág. 1 de 1
Elaboró		Aprobó			Revisó		Rev. No
Tatiana Ruíz Orjuela		María elena mantilla			Olga Vesga		

Alistamiento Operación



1. Accionar el interruptor principal, encender el equipo y verificar que este lubricando correctamente,
2. Verificar la correcta operación de todas las funciones del equipo como clutch. Caja principal, avance manual, avance rápido, avance automático del carro longitudinal en las dos direcciones.
3. Mantener las plaquetas (portainsertos) en buen estado.
4. Limpiar los conos de las fresas y de la barra antes de montar las fresas. y limpiar los conos de la barra porta fresas y del husillo antes de montar la barra.
5. Utilizar pastillas del radio adecuado según el diámetro a maquinar.

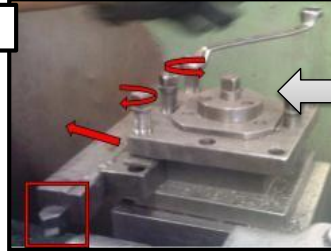
TOLERANCIA: ± 0.1 mm

	Instructor	Trainees	
Registro capacitación			

ONE - POINT LESSON

Línea	Seca	Operación	Diámetro exterior	Tema	OPL Ejemplo corrección de defectos	Fecha:	Pág. 1 de 1
		Elaboró Tatiana Ruíz Orjuela		Aprobó María elena mantilla		Revisó Olga Vesga	Rev. No

Rallas y buril incrustado en el exterior



Desnivel entre buriles: Soltar tornillo que asegura tapa de la torreta, sacar portaherramientas, graduar buril y apretar nuevamente el tornillo



Corte de energía: Marcar la pieza por R5, registrar el PNC en reporte diario.

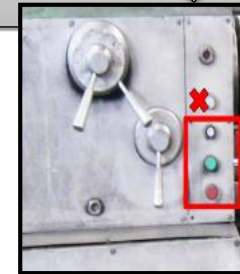


Error humano: Mayor concentración en la operación.

Parada de automático: Revisar material, Ajustar máquina, operar y medir. Si el automático no anda más, notificar al coordinador de mecanizado para solicitar arreglo a mantenimiento.



Desnivel entre buriles: Con la llave cuadrante de 3/4, nivelar la altura de los buriles a la misma distancia y profundidad

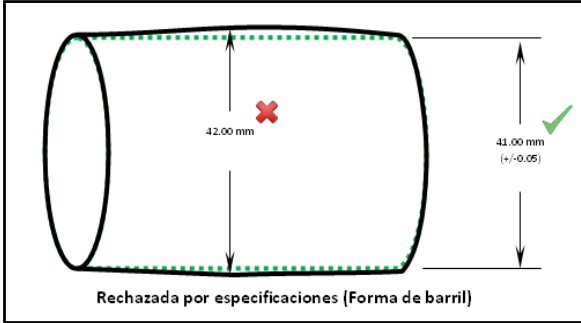


Registro capacitación	Instructor	Trainees	

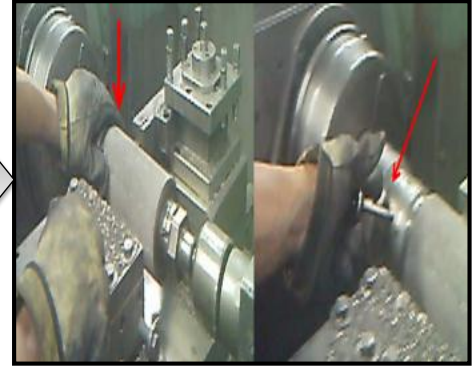
ONE - POINT LESSON

Línea	Seca	Operación	Diámetro exterior	Tema	OPL Ejemplo corrección de defectos	Fecha:	Pág. 1 de 1
	Elaboró			Aprobó		Revisó	Rev. No

PIEZA CONVEXA



Pinza descentrada: Ajustar sistema de sujeción de la pinza, verificar visualmente que la pinza sea la adecuada de acuerdo a la longitud y diámetro interior de la pieza, asegurar que la pinza esta sujetando adecuadamente la pieza, elegir la válvula correcta para introducirla en el orificio del trinquete de la pinza



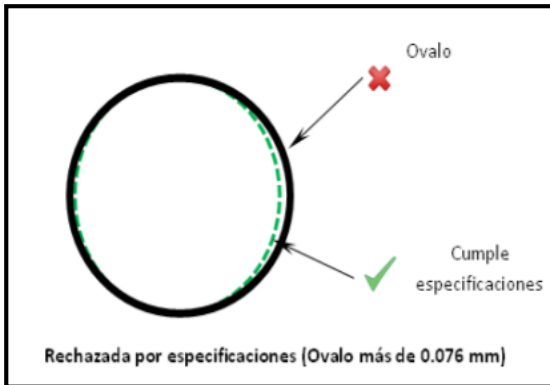
Material duro y causa desgaste de los insertos, cambiar la punta de éste, afilarlo o cambiarlo del todo.

	Instructor		Trainees	
Registro capacitación				

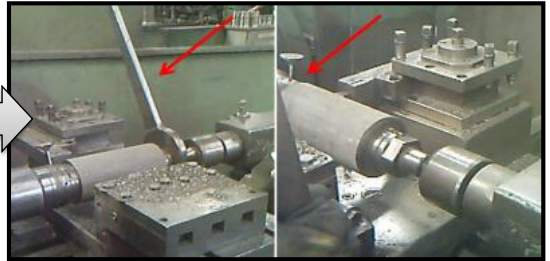
ONE - POINT LESSON

Línea	Seca	Operación	Diámetro exterior	Tema	OPL Ejemplo corrección de defectos	Fecha:	Pág. 1 de 1
	Elaboró			Aprobó		Revisó	Rev. No

ÓVALO



Pinza descentrada: Verificar que la pinza este sujetando adecuadamente la pieza, introducir la válvula en el orificio del trinquete de la pinza para abrirla y cerrarla solo con la llave golpeándola con el martillo de goma.



Desgaste de herramienta: Cambiar la punta del inserto, hasta que se hayan usado todas las puntas, afilarlo o cambiarlo del todo

Pared delgada y/o material grueso: Disminuir la profundidad de corte y aumentar en dos el número de pasadas con la herramienta si considera que la primera capa es mas gruesa, y tener el visto bueno del coordinador de mecanizado.

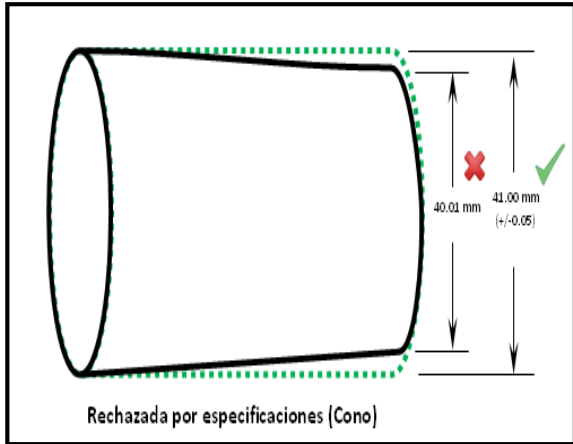


	Instructor	Trainees
Registro capacitación		

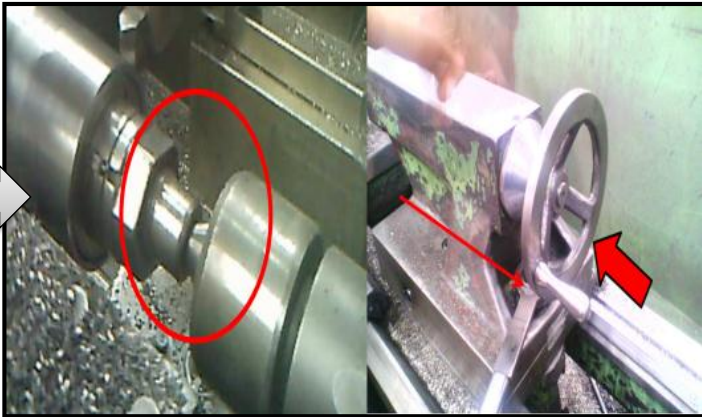
ONE - POINT LESSON

Línea	Seca	Operación	Diámetro exterior	Tema	OPL Ejemplo corrección de defectos	Fecha:	Pág. 1 de 1
	Elaboró			Aprobó		Revisó	Rev. No

CONO



Descuadre del punto:
 Ajustar pinza y contrapunto; Verificar que el volante del contrapunto este haciendo presión, usar punto para corregir cono.

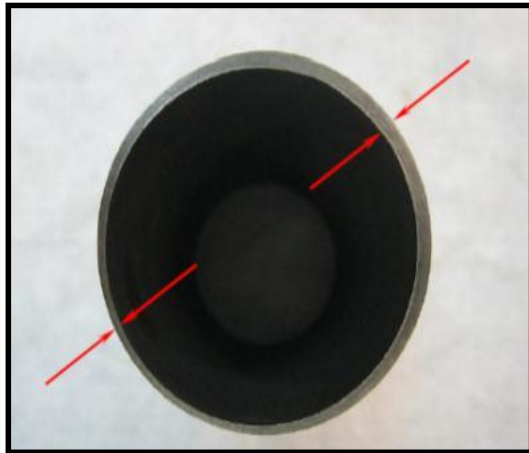


	Instructor	Trainees
Registro capacitación		

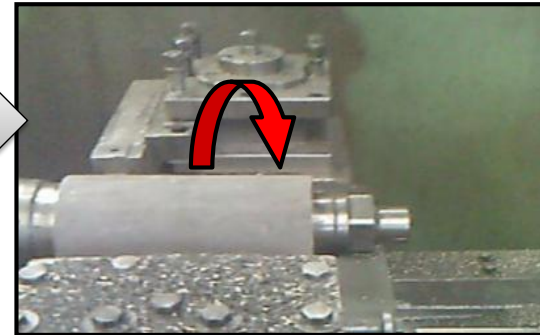
ONE - POINT LESSON

Línea	Seca	Operación	Diámetro exterior	Tema	OPL Ejemplo corrección de defectos	Fecha:	Pág. 1 de 1
	Elaboró			Aprobó		Revisó	Rev. No

DESCENTRE



Defecto de diametro interior: Se identifica el defecto cuando al montar la pieza ésta da "bote". Por medio del mecanizado exterior se corrige el defecto



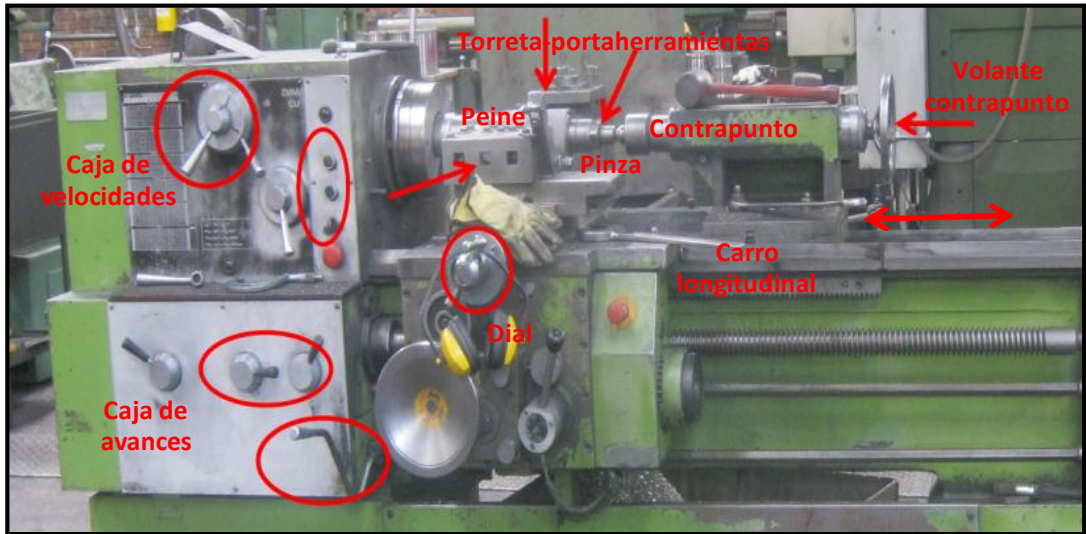
Pinza esta en mal estado, notificar al coordinador de mecanizado, para solicitar arreglo a mantenimiento.

	Instructor	Trainees
Registro capacitación		

ONE - POINT LESSON

Línea	Seca	Operación	Diámetro exterior	Tema	OPL Conocimiento básico	Fecha:	Pág. 1 de 1
	Elaboró			Aprobó		Revisó	Rev. No

Alistamiento Operación



- * Verificar la correcta operación de todas las funciones del equipo: clutch, caja principal, avance manual, avance rápido, avance automático del carro longitudinal en las dos direcciones.
- * Verificar la velocidad de husillo y avances según el diámetro a maquinar.
- * Ajustar dial, cuadrar nivel y profundidad al buril, centrar pinza, ajustar apertura y cierre de cuchillas
- * Verificar la altura de la cerámica respecto al contrapunto y comprobar que se encuentre bien ajustado, lo mismo se debe hacer para el peine
- * Cambio de instrumentos de medición a diario.

DIÁMETRO EXTERIOR = 2PARED + DIÁMETRO INTERIOR + TOLERANCIA

TOLERANCIA: min. 0,016" y máx. 0,018"

Registro capacitación	Instructor	Trainees	

RECTIFICADO

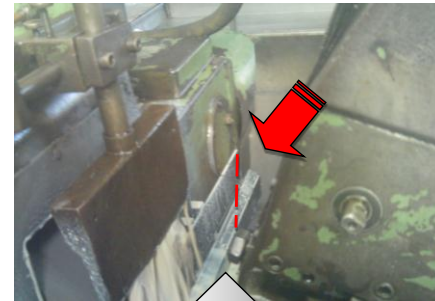
ONE - POINT LESSON

Línea	Seca	Operación	Diámetro Interior	Tema	OPL Conocimiento básico	Fecha:	Pág. 1 de 1
Elaboró		Aprobó		Revisó		Rev. No	
Tatiana Ruíz Orjuela		María elena mantilla		Olga Vesga			

RECTIFICADO



Presión del manómetro: ubicado en el husillo de la piedra conductora el cual debe ser de 1 Kg./cm²



Reglilla: verificar la altura de la reglilla de acuerdo al diámetro a trabajar.

Nivel tanque taladrina: el nivel debe estar como mínimo a 5 cm y máximo a 1 cm del borde

Cilindros: Verificar el movimiento de estos.



	Instructor	Trainees		
Registro capacitación				

ONE - POINT LESSON

Línea	Seca	Operación	Diámetro Interior	Tema	OPL Conocimiento básico	Fecha:	Pág. 1 de 1
	Elaboró			Aprobó		Revisó	Rev. No
	Tatiana Ruíz Orjuela			María elena mantilla		Olga Vesga	

ALISTAMIENTO OPERACIÓN




1. Lubricar la bancada superior e inferior moviendo los carros y bombeando con la perilla ubicada en la parte inferior derecha de la maquina
2. Verificar la presión en el manómetro y encender la maquina según las instrucciones de encendido.
3. Encender la piedra conductora y verificar su operación en las dos velocidades desbaste y rectificado..
4. Conectar la bomba para taladrina e imán y verificar la salida de la taladrina en las piedras y el diamante para la piedra rectificadora.
5. Revisar el estado diamante, POSICION???
6. Se rectifica la piedra 0.03" a 0.05" con avance rápido para desbaste y con avance lento para rectificado.

TOLERANCIA: + 0.0005"

Registro capacitación	Instructor	Trainees	

ANEXO 42 ESTÁNDAR BALANCE HORNOS.

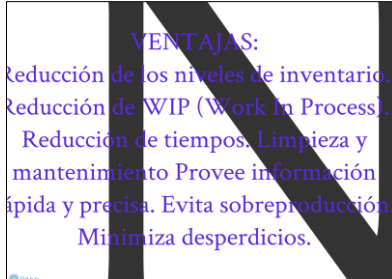
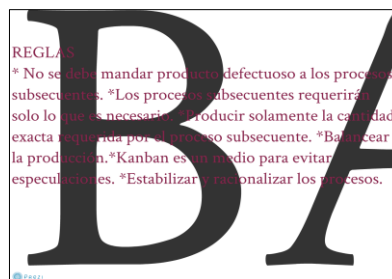
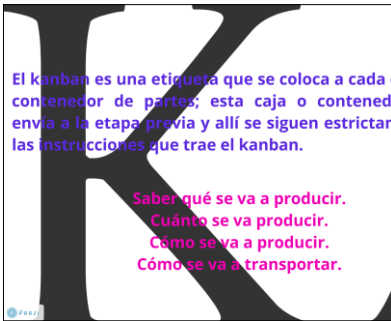
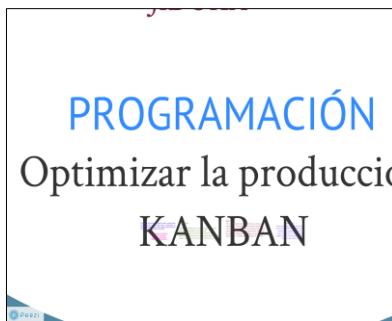
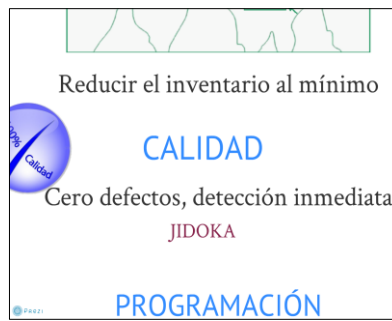
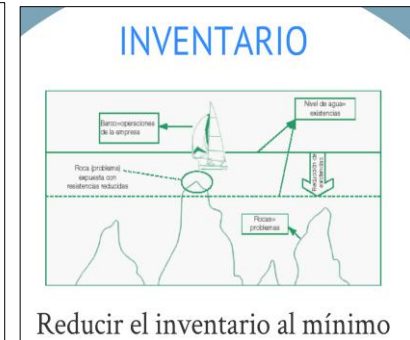
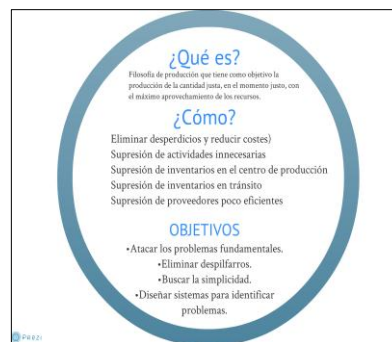
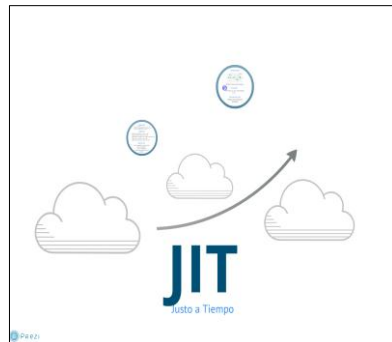
	BALANCE DE LOS HORNOS CUBILOTES
TAMAÑO DEL DIÁMETRO INTERIOR Y SU RELACIÓN CON EL TAMAÑO DE LAS CARGAS A RECIBIR	
Cada cubilote cumple con las mismas recomendaciones sobre el tamaño de las materias primas	
TAMAÑO DEL HIERRO:	1/3 diámetro interior
TAMAÑO DEL CARBON:	1/10 diámetro interior
TAMAÑO DE LA CALIZA:	1/3 tamaño del carbón
ESPECIFICACIONES	
HORNO F020	
Diámetro Interior:	70 cm
Rata de Fusión:	1100 Kg/Hora
Relación Hierro/ Coque:	08:01
Peso de la carga metal:	217 Kg
Peso del Coque:	27 Kg
Peso de la Caliza:	9 Kg
Aire:	Promedio 9 m ³ x kg.
HORNO F021	
Diámetro Interior:	59 cm
Rata de Fusión:	1000 Kg/Hora
Relación Hierro/ Coque:	08:01
Peso de la carga metal:	125 Kg
Peso del Coque:	20 Kg
Peso de la Caliza:	6,4 Kg
Aire:	Promedio 9 m ³ x kg.
HORNO F022	
Diámetro Interior:	58 cm
Rata de Fusión:	900 Kg/Hora
Relación Hierro/ Coque:	08:01
Peso de la carga metal:	115 Kg
Peso del Coque:	19 Kg
Peso de la Caliza:	6,3 Kg
Aire:	Promedio 9 m ³ x kg.

Solicitud mantenimiento octubre

no	y	IdSt	codi	fechair	elk	mi	hi	ru	fe	ttt	oy	re	pa	s	descripcion	fechaentreg	operariom
10	12	28515	O14	31/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	cambio de ruedas al carro de viruta	31/10/2012	Carlos villa
10	12	28516	003	31/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0 fab de 4 cadenas para los peros	31/10/2012	Carlos villa
10	12	28514	M010	30/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0 fabricar eje de arrastre y arreglar Øint de piñones	30/10/2012	salazar
10	12	28510	M022	30/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0 fabricacion de 4 buriles	30/10/2012	Carlos villa
10	12	28511	O14	30/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 limpieza de portaherramientas	30/10/2012	Navas
10	12	28464	M020	29/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0 arreglar tornillo de base de taladro	29/10/2012	Carlos villa
10	12	28554	F069	29/10/2012	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0 mtto y revision al sistema de transmision eje poleas valvulina	31/10/2012	Torres
10	12	28463	M039	29/10/2012	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 revision electrica del motor se dispara	29/10/2012	Pico
10	12	28296	F017	28/10/2012	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0 Revisar vibración en la máquina	28/10/2012	echevaria
10	12	28296	F017	28/10/2012	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0 Revisar vibración en la máquina	28/10/2012	Torres
10	12	28326	M042	28/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0 Arreglo mordazas mandril	03/11/2012	Navas
10	12	28329	005	28/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0 mtto a compresor pequeño mecanico	01/11/2012	Navas
10	12	28508	003	27/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0 colocar boquillas cdoblar tubos y barrilla de los quemadores	30/10/2012	Carlos villa
10	12	28461	M039	27/10/2012	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0 arregño de punto no corrige cono arrgo electrico se apaga	27/10/2012	salazar
10	12	28462	M017	27/10/2012	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 mtto a bomaba de la taladrina cambbo de empaques	27/10/2012	Pico
10	12	28458	M025	26/10/2012	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0 ajuste de husillo por vibracion	26/10/2012	Navas
10	12	28507	O14	26/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0 arreglar modelos para los autocentrantes	26/10/2012	Navas
10	12	28552	T016	26/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 mtto a compresor pequeño mecanico	26/10/2012	Pico
10	12	28551	T006	26/10/2012	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0 revision del motor electrico	30/10/2012	Pico
10	12	28459	M010	26/10/2012	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0 revisar la vibracion de l husillo 1	28/10/2012	Pico
10	12	28506	O14	25/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0 cambio de llantas carros recoge viruta	26/10/2012	Carlos villa
10	12	28079	003	25/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0 arreglar 4 carretillas	26/10/2012	Carlos villa
10	12	28457	M044	25/10/2012	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0 no arrastra etiquetas	25/10/2012	Pico
10	12	28369	M041	25/10/2012	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0 revision de maquina pro freno del husillo	25/10/2012	Navas
10	12	28455	M037	24/10/2012	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 revisar maquina no enciende	24/10/2012	Pico
10	12	28256	M040	24/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0 Fabricación de portaherramientas para corte - 5 unidades	29/10/2012	Navas
10	12	28453	M004	23/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0 Arreglar tapa de portacamisa Ø interior	23/10/2012	Navas
10	12	28504	F003	23/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0 Soldar tapa piquería	23/10/2012	Carlos villa
10	12	28454	M018	23/10/2012	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0 cambio de piedra rectificadora	24/10/2012	salazar
10	12	28448	F012	23/10/2012	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0 mtto a isistema de transmision revision del motor y cuchilla	26/10/2012	Torres
10	12	28447	M030	23/10/2012	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0 cambio de correa ref B823	23/10/2012	Pico
10	12	28077	F002	23/10/2012	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0 cambio de tubos rotos de la motobomab	23/10/2012	Pico
10	12	28505	F003	22/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0 Mantenimiento a ruedas carro soporte de manilas	23/10/2012	Carlos villa
10	12	28505	F003	22/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0 Mantenimiento a ruedas carro soporte de manilas	23/10/2012	Navas
10	12	28443	M002	22/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0 Mantenimiento a motores eléctricos	23/10/2012	Torres
10	12	28452	M038	22/10/2012	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0 revision de maquina no enciende	22/10/2012	Pico
10	12	28365	M035	21/10/2012	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0 Cambio de llantas del carro de viruta	24/10/2012	Carlos villa
10	12	28322	M025	21/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0 Arreglar dial (Dispositivo Central Camisas)	22/10/2012	Rodriguez
10	12	28442	F013	20/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0 cuchilla	22/10/2012	Torres
10	12	28442	F013	20/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0 cuchilla	22/10/2012	echevaria
10	12	28503	003	20/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0 hacer y roscar huecos a los quemadores	24/10/2012	Carlos villa
10	12	28502	F033	19/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0 Fabricación para revestir las cucharas	19/10/2012	Carlos villa
10	12	28441	F064	19/10/2012	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0 de aire	22/10/2012	salazar
10	12	28440	m058	19/10/2012	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0 mordazas	19/10/2012	Rodriguez
10	12	28359	M030	19/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0 Mantenimiento a punto giratorio	19/10/2012	salazar
10	12	28350	M007	18/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0 Extraer tornillo de prensa # 2	18/10/2012	Navas
10	12	28451	M033	18/10/2012	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 arreglo electrico bomaba de aceite	18/10/2012	Pico
10	12	27612	M031	18/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0 arglgo punto giratorio	18/10/2012	salazar
10	12	28431	F015	17/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0 cuchilla	17/10/2012	Torres
10	12	28431	F015	17/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0 cuchilla	17/10/2012	echevaria
10	12	28436	F056	17/10/2012	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0 Cambio de correas y ajuste de tornillo	17/10/2012	Torres
10	12	28436	F047	17/10/2012	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0 Cambio de correas y ajuste de tornillo	17/10/2012	Torres
10	12	28436	F048	17/10/2012	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0 Cambio de correas y ajuste de tornillo	17/10/2012	Torres
10	12	28436	F056	17/10/2012	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0 Cambio de correas y ajuste de tornillo	17/10/2012	echevaria
10	12	28436	F047	17/10/2012	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0 Cambio de correas y ajuste de tornillo	17/10/2012	echevaria
10	12	28436	F048	17/10/2012	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0 Cambio de correas y ajuste de tornillo	17/10/2012	echevaria
10	12	28439	F014	17/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0 cuchilla	19/10/2012	Torres
10	12	28439	F014	17/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0 cuchilla	19/10/2012	echevaria
10	12	28399	F003	17/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0 Cortar tubo inox para quemadores	19/10/2012	Carlos villa
10	12	28438	F049	17/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0 Cambio de correas	19/10/2012	Torres
10	12	28438	F050	17/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0 Cambio de correas	19/10/2012	Torres
10	12	28435	F033	17/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0 desajuste en ruedas de despalzamiento	29/10/2012	Torres
10	12	28433	F010	17/10/2012	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0 cambio de distribucionde carretas para troquel largo y mtto	18/10/2012	salazar
10	12	28437	M032	17/10/2012	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 revision de conexionelectrica a 110v	17/10/2012	Pico
10	12	28349	M009	16/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0 Soldar guarda para salida viruta	16/10/2012	Carlos villa
10	12	28398	M035	16/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0 Hacer mantenimiento a 3 puntos giratorios	16/10/2012	salazar
10	12	28272	M033	14/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0 Adaptación de guarda	17/10/2012	Rodriguez
10	12	28429	F009	13/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0 Mecanizado de polea conducida para aumentar RPM	13/10/2012	salazar
10	12	28397	F003	13/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0 Fabricación y adecuación de tetera	16/10/2012	Carlos villa
10	12	28315	M030	13/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0 rectificar puntos	13/10/2012	salazar
10	12	28345	M039	12/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0 limpieza de pinza 4 7/16a 4 5/8x9a10 se queda pegada	19/10/2012	salazar

10	12	28425	M017	12/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	Arreglo punta de diamante	12/10/2012	Rodriguez
10	12	28423	F015	12/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	ajuste	12/10/2012	Torres
10	12	28423	F014	12/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	ajuste	12/10/2012	Torres
10	12	28423	F013	12/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	ajuste	12/10/2012	Torres
10	12	28423	F012	12/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	ajuste	12/10/2012	Torres
10	12	28424	F019	12/10/2012	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	revisar tensión de la correa, revisar tornillo e ajuste	12/10/2012	Pico
10	12	28426	F019	12/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	motot.	13/10/2012	Torres
10	12	28426	F019	12/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	motot.	13/10/2012	echevaria
10	12	28346	M004	12/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Limpiar porta piedras urgente	13/10/2012	Torres
10	12	28343	M018	12/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Arreglo de tornillo de la conductora	12/10/2012	salazar
10	12	28422	F018	11/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	Limpieza de motor y cuchilla (Plan Choque)	11/10/2012	Torres
10	12	28422	F018	11/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	Limpieza de motor y cuchilla (Plan Choque)	11/10/2012	echevaria
10	12	28395	O14	11/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	hacer mantenimineto a pinza PAN tiene las cuchilla partidas	25/10/2012	salazar
10	12	28342	M031	10/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Arreglo buje poina biseles	10/10/2012	salazar
10	12	28393	M047	10/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	Fabricación de herramienta	10/10/2012	Rodriguez
10	12	28418	F075	10/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	ajuste	11/10/2012	Torres
10	12	28418	F075	10/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	ajuste	11/10/2012	echevaria
10	12	28394	F003	10/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	Fabricación de 30 quemadores para centrifugas	16/10/2012	Carlos villa
10	12	28420	M030	10/10/2012	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	revisar la maquina sde frena el carro solo	10/10/2012	Navas
10	12	28247	m058	10/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	fabricacion del carro de viruta	14/10/2012	Carlos villa
10	12	27741	M009	10/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	cambio de rodamientos	10/10/2012	salazar
10	12	28389	003	09/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	Cortar espárragos	09/10/2012	Carlos villa
10	12	28388	003	09/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	Manillar torcido o doblado	09/10/2012	Carlos villa
10	12	28391	M057	09/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Fabricar herramienta para máquinar piñones para la M057	09/10/2012	Rodriguez
10	12	28390	003	09/10/2012	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	Revisar piedra para el esmeril de fundición	09/10/2012	Rodriguez
06	12	27928	O14	09/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	tronzado.	20/10/2012	Navas
10	12	28338	M032	08/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	Fabricacion satrillo para viruta	08/10/2012	Carlos villa
10	12	28339	M024	08/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	Arreglo barra (muy grande)	09/10/2012	salazar
10	12	28387	006	08/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Fabricación de ganchos equipo nuevo lincon	08/10/2012	Carlos villa
10	12	28386	O14	08/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Colocar las tapas a carritos nuevos	08/10/2012	Carlos villa
10	12	28385	003	08/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Hacer tapa para bujes en hierro gris de 25x78x16	08/10/2012	Rodriguez
10	12	28408	003	06/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Fabricar soporte para colgar cucharas en muro de fundición	06/10/2012	Carlos villa
10	12	28400	F011	06/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Fabricar base para motor eléctrico	06/10/2012	Carlos villa
10	12	28415	005	06/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Fresado de camisa AJAX	09/10/2012	Navas
10	12	28384	X007	06/10/2012	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Fabricar tuerca para prensa de segueta mecánica	08/10/2012	Rodriguez
10	12	28413	F016	05/10/2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	momentos	06/10/2012	Torres
10	12	28300	M038	04/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	Adoptar latas y tanque para taladrina	04/10/2012	Carlos villa
10	12	28383-1	M047	04/10/2012	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	Revisar luneta movil	04/10/2012	Rodriguez
10	12	28411	M057	04/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Fabricar acople del pulidor - está torcido	05/10/2012	salazar
10	12	28411	M057	04/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Fabricar acople del pulidor - está torcido	05/10/2012	Navas
10	12	28409	M057	04/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	fabricar piñoneria o parrillas para valvuloreguladora de caudal	20/10/2012	Rodriguez
10	12	28407	O14	03/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Fabricación de tapa para trampa de grasas	05/10/2012	Carlos villa
10	12	28382	m058	03/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Fabricar aros para rectificar mordazas suplementarias	03/10/2012	Rodriguez
10	12	28074	003	03/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	Arreglar tijeras sacatubos	03/10/2012	Carlos villa
10	12	28121	M022	03/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Mantenimiento a husillos de la máquina	26/10/2012	Navas
10	12	27985	m029	03/10/2012	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	revisar contrapunto	03/10/2012	Navas
10	12	28403	T005	02/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	encamisado y rectificado de cigüeñal	03/10/2012	salazar
10	12	28336	M004	02/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	Fabricar pinza urgente para R9 1400 Ø int 75 800	03/10/2012	Rodriguez
10	12	28381	O11	02/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Fabricar pieza para cafetera	02/10/2012	Rodriguez
10	12	28404	T005	02/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	Fabricación de pistones en aluminio y rectificación de bases	09/10/2012	salazar
10	12	28402	F005	02/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Ø ext. 110 mm	11/10/2012	salazar
10	12	28402	F007	02/10/2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Ø ext. 110 mm	11/10/2012	salazar
10	12	28401	O14	02/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	Arreglar reja de bomba de fundición	18/10/2012	Carlos villa
10	12	28380	M054	01/10/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	Hacer mantenimientoa punto giratorio para camisas zilcer	01/10/2012	salazar

ANEXO 44.CAPACITACIÓN JIT.



ANEXO 45. PROPUESTA HERRAMIENTA DE PROGRAMACIÓN.

Microsoft Excel interface showing a production planning tool. The tool is divided into several sections:

- Diagrama de Planta (Plant Diagram):** A layout of a mechanical workshop (PATIO DE MECANIZADO) with various machines and storage areas (ALMACÉN, METROLOGIA).
- MÁQUINA M036 (Machine Details):**


LÍNEA				TAMANO	
Renaul	Seco	Diésel	Diésel/Húmeda	KAMAM	40
X	X		X		
RESTRICCIÓN				CAPACIDAD	
Polizas		Milímetros		INSTALADA	und/turno
D exterior	3" - 3.970		76.20 - 100.84		
Longitud					
- PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN DICIEMBRE 3 DE 2012 (Production Schedule):**

OPERARIO	REF.	LINEA	CANTIDAD PROGRAMADA	KAMAM	CLIENTE	COLADA	CANTIDAD PRODUIDA	RETRASOS							
								R1	R2	R3	R4	R5			
IGNACIO CORDO															
- MANO DE OBRA (Labor):**

Horas Jornada	8
Horas Extra	0
- INDICADORES DEL PROCESO (Process Indicators):**

Indicador	Real	Meta
Producción diaria		
- MÁQUINA M041/ DICIEMBRE 2012 (Machine Performance):**
 - Producción diaria:** Line graph showing daily production quantity over 17 days.
 - Eficiencia:** Line graph showing efficiency percentage over 17 days.
 - % PNC:** Bar chart showing percentage of non-conforming pieces over 17 days.
 - Productividad diaria:** Line graph showing daily productivity (Cm/m/h) over 17 days.

ANEXO 48. CONTROL INVENTARIO PRODUCTO EN PROCESO.

 LAVCO <small>Liderazgo metalmeccánico</small>		MES _____							
		Fecha _____		Fecha _____		Fecha _____		Fecha _____	
DIAMETRO INTERIOR M010	Cant								
RECTIFICADO M017	Cant								
		MES _____							
		Fecha _____		Fecha _____		Fecha _____		Fecha _____	
DIAMETRO INTERIOR M010	Cant								
RECTIFICADO M017	Cant								
		MES _____							
		Fecha _____		Fecha _____		Fecha _____		Fecha _____	
DIAMETRO INTERIOR M010	Cant								
RECTIFICADO M017	Cant								

ANEXO 49 TOLERANCIAS DE LAS OPERACIONES.

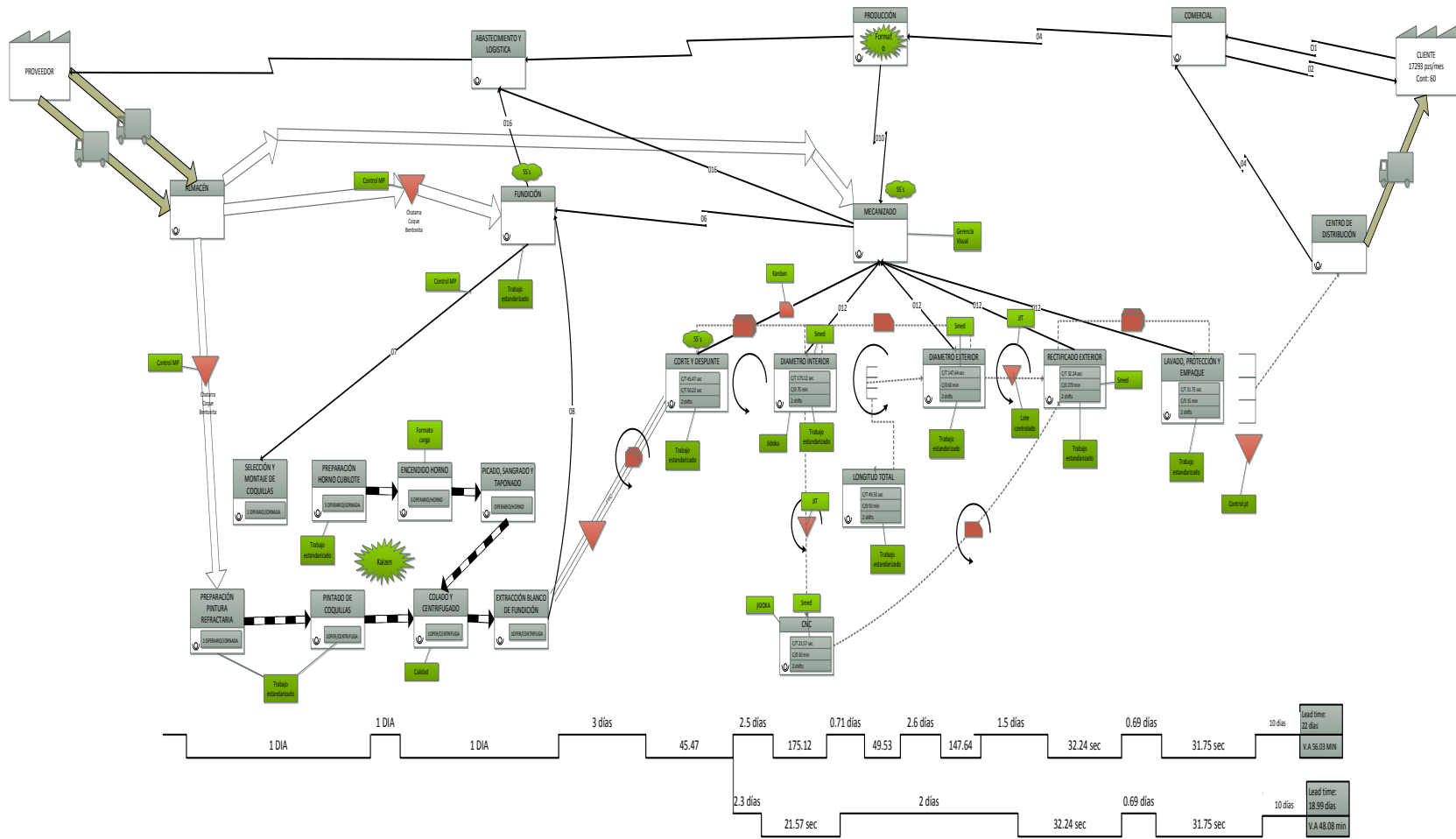
OPERACIÓN	ESPECIFICACIONES	TOLERANCIA
CORTE Y DESPUNTE	Longitud	± 3,175 mm
DIÁMETRO INTERIOR	Ovalo	0,076 mm
	Cono	0,076 mm
	Descentre	0,254 mm
	Diámetro interior	± 0,10 mm
DIÁMETRO EXTERIOR	Diámetro exterior =2Pared+DI+Tolerancia	min -0,41 mm máx. -0,46
	Ovalo	0,076 mm
	Cono	0,025 mm
	Descentre	0,101 mm
RECTIFICADO EXTERIOR	Diámetro exterior =2Pared+DI+Tolerancia	-0,0127 mm
	Ovalo	0,013 mm
	Cono	0,013 mm

ANEXO 50. FICHA INDICADORES.

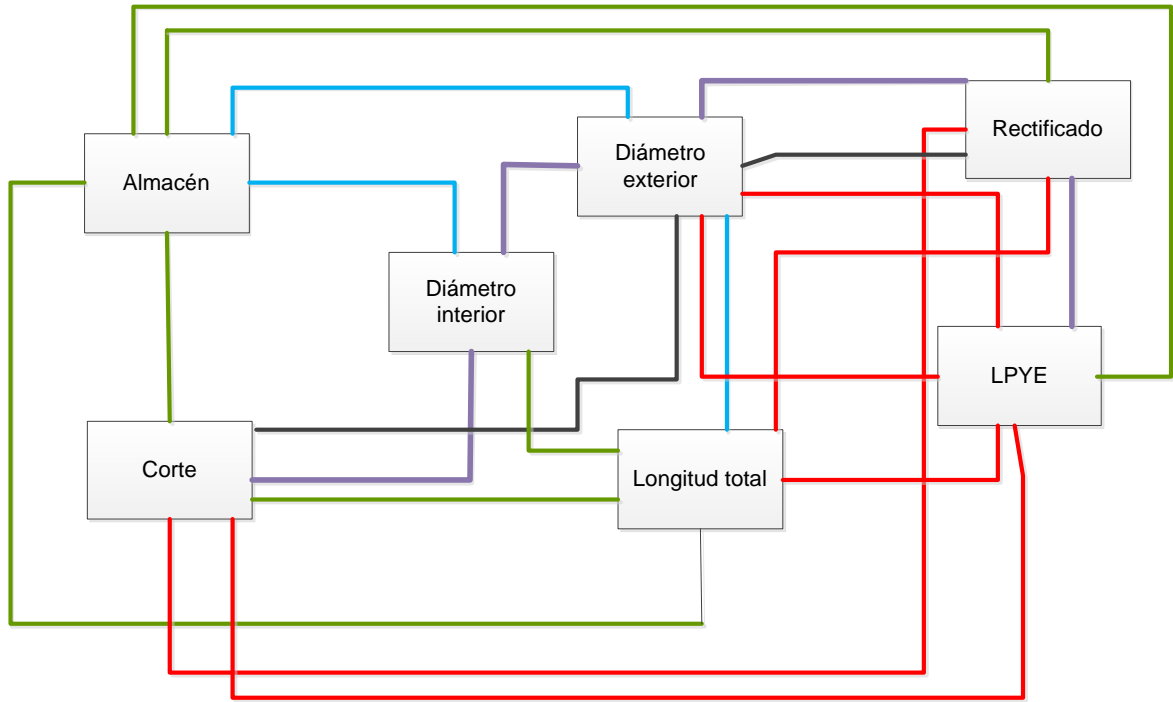
Indicador	Programa 5S's	Objetivo	Medir el nivel de cumplimiento del programa de 5S's		
Formula	$\frac{\% \text{ Final} - \% \text{ Inicial}}{\% \text{ Inicial}}$	Frecuencia	Mensual	unidad	%
Fuente de datos	Auditoria Programa 5S's	Responsable	Coordinadores de área		
Indicador	Kaizen	Objetivo	Medir el porcentaje de participación de los empleados de todas las áreas en los proyectos de mejora continua		
Formula	$\frac{\text{Propuestas ejecutadas}}{\text{Propuestas formuladas}}$	Frecuencia	Trimestral	unidad	%
Fuente de datos	Banco de proyectos de LAVCO	Responsable	Coordinador SIG		
Indicador	Productividad en mecanizado	Objetivo	Medir el nivel de eficiencia de los recursos usados en la producción		
Formula	$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas hombre}}$	Frecuencia	Mensual	unidad	%
Fuente de datos	Hoja de trazabilidad, registro de entrega individual	Responsable	Coordinador y auxiliar de mecanizado		
Indicador	Reproceso mecanizado	Objetivo	Medir el porcentaje total de piezas que deben ser reprocesadas por no cumplir con las especificaciones iniciales requeridas		
Formula	$\frac{\text{Unidades reprocesadas}}{\text{Unidades producidas}}$	Frecuencia	Mensual	unidad	%
Fuente de datos	Hoja de trazabilidad, registro de entrega individual	Responsable	Coordinador y auxiliar de mecanizado		

Indicador	Eficiencia en mecanizado	Objetivo	Medir el total de unidades producidas como un porcentaje de las unidades programadas.		
Formula	$\frac{\textit{Unidades producidas}}{\textit{Unidades programadas}}$	Frecuencia	Mensual	unidad	%
Fuente de datos	Hoja de trazabilidad, registro de jornada de fundición, programa de producción	Responsable	Coordinador y auxiliar de fundición		
Indicador	Productividad en fundición	Objetivo	Medir la cantidad de kilogramos de hierro fundidos en razón a la cantidad de horas de mano de obra		
Formula	$\frac{\textit{Kilogramos hierro fundido}}{\textit{Horas hombre}}$	Frecuencia	Mensual	unidad	%
Fuente de datos	Hoja de trazabilidad, registro de jornada de fundición	Responsable	Coordinador y auxiliar de fundición		
Indicador	Reproceso fundición	Objetivo	Medir el porcentaje total de piezas que deben ser fundidas de nuevo por no cumplir con los requerimientos de calidad		
Formula	$\frac{\textit{Unidades vueltas a fundir}}{\textit{Unidades fundidas}}$	Frecuencia	Mensual	unidad	%
Fuente de datos	Hoja de trazabilidad, registro de jornada de fundición	Responsable	Coordinador y auxiliar de fundición		
Indicador	Eficiencia en fundición	Objetivo	Medir el total de unidades fundidas como un porcentaje de las unidades programadas.		
Formula	$\frac{\textit{Unidades Fundidas}}{\textit{Unidades programadas}}$	Frecuencia	Mensual	unidad	%
Fuente de datos	Hoja de trazabilidad	Responsable	Coordinador/ auxiliar de fundición		

ANEXO 51. VALUE STREAM MAPPING ESTADO FUTURO



ANEXO 52. DIAGRAMA DE RELACIONES.



Cód.	Prioridad	Valor	Símbolo
A	Absolutamente necesaria	4	
E	Especialmente importante	3	
I	Importante	2	
O	Ordinario	1	
U	No importante	0	
X	Indeseable	-1	

ANEXO 53. PROPUESTA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.



ANEXO 54. MATRIZ DE DISTANCIAS

Distancias situación actual.

		M036	M041	M042	M025	M024	M037	M010	M038	M034	M009	M030	M039	M031	M032	M028	CNC O54	CNC O55	M018	M019	M012	Σ	X		
Corte y despunte	M036		0	0	8,5	9,9	2,8	14,2	13,5	15,6	14,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	185,31	8,82		
	M041	0		0	3,6	5,0	7,1	11,4	7,8	9,9	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
	M042	0	0		3,6	5,0	7,1	11,4	7,8	9,9	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
Diametro Interior	M025	0	0	0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	12,8	13,5	17,8	10,7	52,5	53,8	0,0	0,0	0,0	1071,81	21,87		
	M024	0	0	0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	10,7	11,4	15,6	9,2	49,8	51,5	0,0	0,0	0,0				
	M037	0	0	0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	12,8	13,5	17,8	10,7	49,8	51,5	0,0	0,0	0,0				
	M010	0	0	0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	4,3	9,9	8,5	12,1	6,4	57,2	59,4	0,0	0,0	0,0				
	M038	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	4,7	8,5	9,6	13,3	8,9	47,1	48,8	0,0	0,0	0,0				
	M034	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	4,2	8,0	8,2	12,2	7,4	45,5	46,9	0,0	0,0	0,0				
M009	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		4,5	7,6	7,4	11,4	6,8	56,7	57,9	0,0	0,0	0,0					
Diametro Exterior	M030	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,9	18,5	0,0	238,32	17,02		
	M039	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,9	18,5	0,0				
	M031	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	11,4	14,9	0,0				
	M032	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	11,4	14,9	0,0				
	M028	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	15,3	19,6	0,0				
	CNC O54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			22,8	17,8	0,0				
	CNC O55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			24,2	19,4	0,0				
Rectificado Exterior	M018	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	8,5	15,62	7,81		
	M019	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		7,1				
LPYE	M012	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		1511,06			

Distancias situación propuesta.

		M036	M041	M042	M025	M024	M037	M010	M038	M034	M009	M030	M039	M031	M032	M028	CNC O54	CNC O55	M018	M019	M012	Σ	X		
Corte y despunte	M036		0	0	8,52	8,00	2,84	8,50	1,45	1,39	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118,21	5,63		
	M041	0		0	1,50	8,50	1,45	7,50	7,00	5,00	4,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
	M042	0	0		3,55	11,25	5,50	1,25	7,81	10,50	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Diametro Interior	M025	0	0	0		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	5,50	10,50	3,00	12,50	9,70	11,20	0,00	0,00	0,00	421,90	8,61		
	M024	0	0	0	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,20	8,50	4,00	5,00	5,50	8,30	8,60	0,00	0,00	0,00				
	M037	0	0	0	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	7,50	5,90	2,15	9,85	9,20	10,45	0,00	0,00	0,00				
	M010	0	0	0	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	8,75	4,00	10,85	4,75	12,25	15,20	12,85	0,00	0,00	0,00				
	M038	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	6,25	10,90	7,35	7,50	6,75	13,95	16,20	0,00	0,00	0,00				
	M034	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	4,30	8,60	7,00	4,60	7,15	13,40	15,60	0,00	0,00	0,00				
Diametro Exterior	M009	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		9,65	5,20	12,50	5,90	15,30	15,70	13,40	0,00	0,00	0,00				
	M030	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,50	18,10	0,00	198,70	14,19		
	M039	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,20	15,30	0,00				
	M031	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	11,25	13,75	0,00				
	M032	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	15,20	19,20	0,00				
	M028	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	16,25	22,40	0,00				
	CNC O54	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			7,25	10,85	0,00				
CNC O55	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		8,60	8,85	0,00					
Rectificado Exterior	M018	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	8,52	15,62	7,81		
	M019	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		7,10				
LPYE	M012	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	754,43			

ANEXO 55.PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE.

En este anexo se determinan las distribuciones de probabilidad que mejor se ajustan a los datos tomados en el estudio de tiempos, se usó la herramienta de Promodel Stat Fit esta se usa para aquellos casos que se cuenta con una serie de datos discretos y se desea conocer los parámetros de las distribuciones de probabilidad que más se ajuste a ellos, el programa realiza tres tipos de prueba de bondad que son la Anderson- Derling, la Chi-Cuadrada, y la Kolmogorov-Smirnov, la cual en este caso esta última prueba es la que se usa porque es la única que se puede aplicar para muestras pequeñas. La prueba Kolmogorv-Smirnov se realiza para un nivel de significancia del 5%, la hipótesis que se maneja es la siguiente:

Ho: La distribución observada se ajusta a la distribución teórica

H1: La distribución observada no se ajusta a la distribución teórica

Los criterios para la toma de decisión entre la hipótesis son las siguientes:

- Aplicando el estadístico de prueba

$$\text{Si } K \sim S_{\text{Empirico}} \leq k \sim S_{\text{Teórico}}$$

No se rechaza la Ho

$$\text{Si } K \sim S_{\text{Empirico}} > k \sim S_{\text{Teórico}}$$

Se rechaza la Ho

- Comparando el nivel de significancia escogiendo con el P-valor obtenido

$$\text{Si } p - \text{valor} > 0.05$$

No se rechaza la Ho

$$\text{Si } p - \text{valor} \leq 0.05$$

Se rechaza la Ho

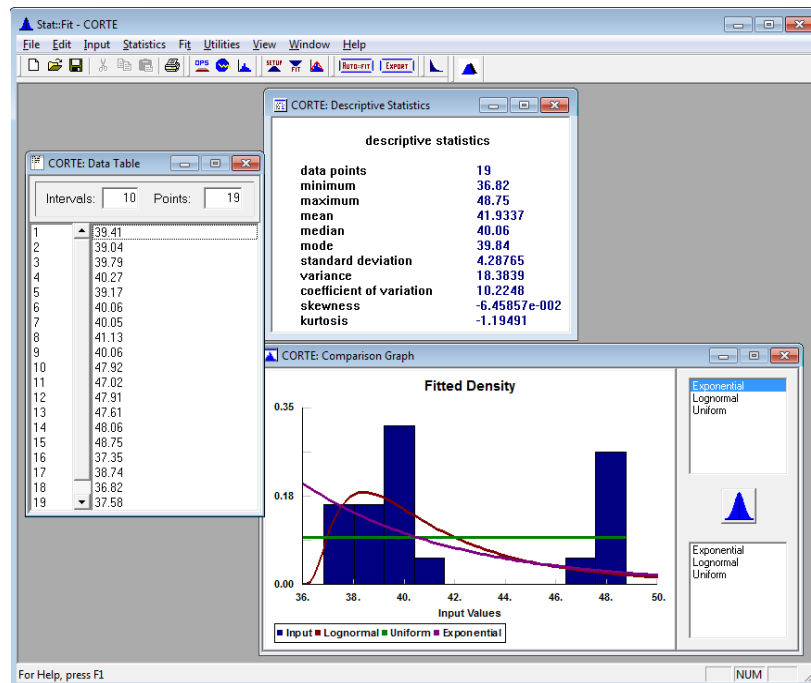
- Comparando el histograma con la gráfica de la distribución teórica que más se asemeje a la figura.

A continuación se muestran los resultados de las distribuciones de probabilidad seleccionadas para cada proceso de la línea de camisas seca, en donde se muestra el resultado de la prueba Kolmogorov-Smirnov, el resultado del p-valor y el histograma. Los datos que se tomaron para cada una de las operaciones corresponden al total de los datos del estudio de tiempos.

- Corte

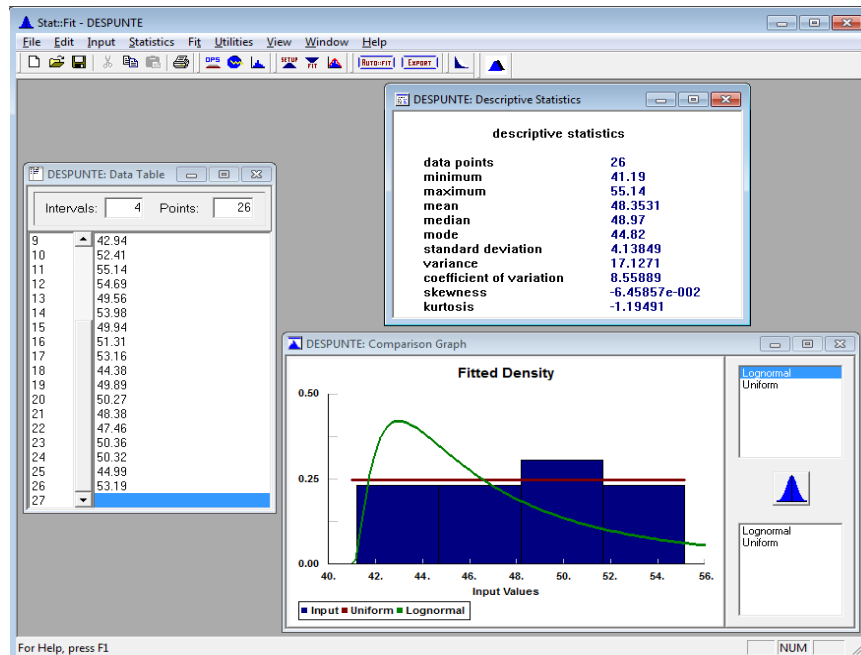
Distribución	$K \sim S$	$K \sim S_{(19,0.05)}$	P-valor	Resultado
Exponencial (36,5.93)	0.212	0.301	0.315	No se rechaza
Lognormal (36,1.5,0.787)	0.189	0.301	0.452	No se rechaza
Uniforme (36,48.8)	0.297	0.301	0.0561	No se rechaza

A pesar de que no se rechaza la hipótesis, al observar el histograma se evidencia que los datos arrojados no se ajustan a una distribución teórica, se decide utilizar una distribución empírica.



- Despunte

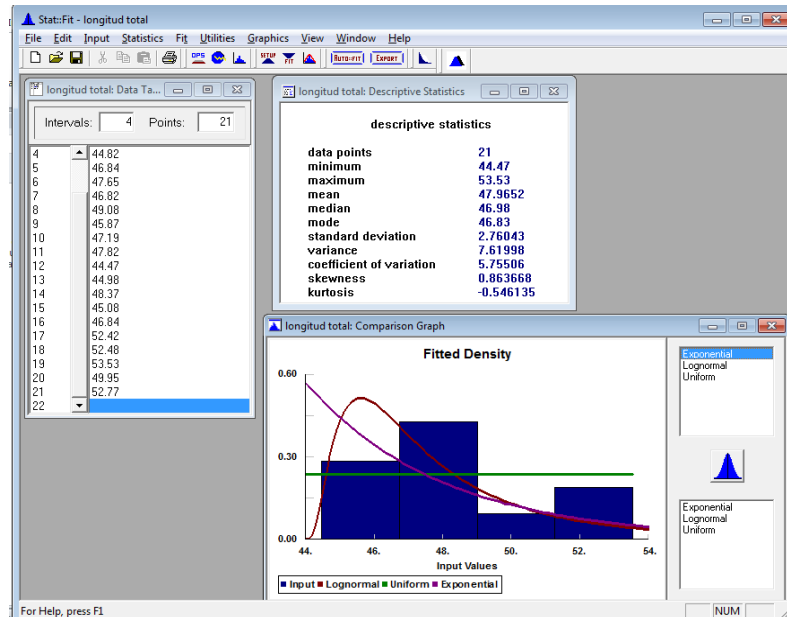
Distribución	$K \sim S$	$K \sim S_{(26,0.05)}$	P-valor	Resultado
Lognormal (41,1.7,1)	0.183	0.259	0.311	No se rechaza
Uniforme (41,55.1)	0.105	0.259	0.906	No se rechaza



- Longitud total

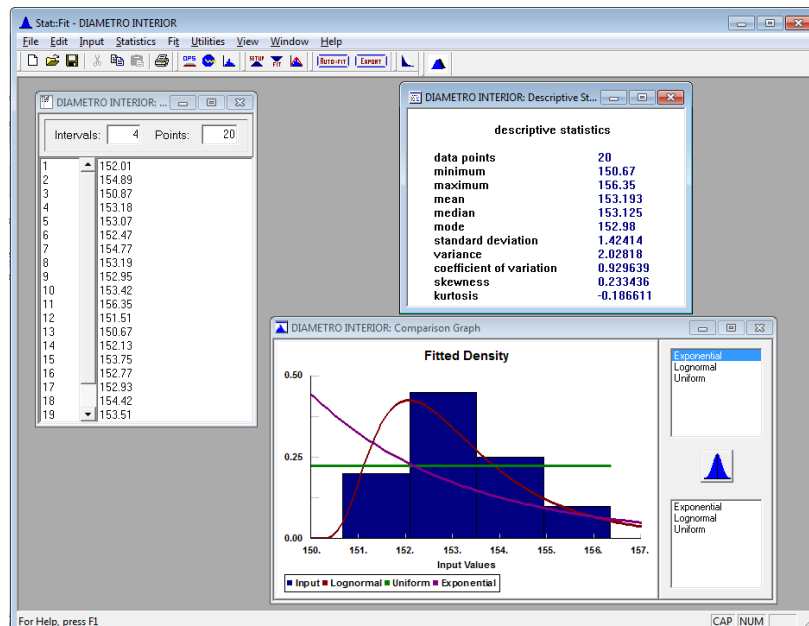
Distribución	$K \sim S$	$K \sim S_{(21,0.05)}$	P-valor	Resultado
Exponencial (44,3.97)	0.226	0.287	0.202	No se rechaza
Lognormal (44,1.11,0.796)	0.179	0.287	0.461	No se rechaza
Uniforme (44,53.5)	0.266	0.287	0.0845	No se rechaza

A pesar de que no se rechaza la hipótesis, al observar el histograma se evidencia que los datos arrojados no se ajustan a una distribución teórica, se decide utilizar una distribución empírica.



- Diámetro interior

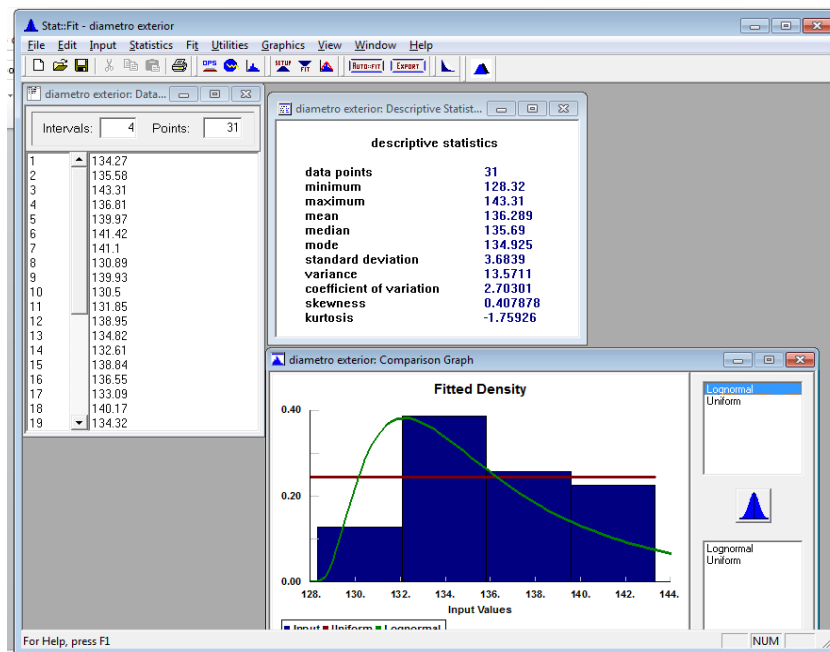
Distribución	$K \sim S$	$K \sim S_{(21,0.05)}$	P-valor	Resultado
Exponencial (150,3.24)	0.319	0.287	0.00211	se rechaza
Lognormal (150, 1.06, 0.543)	0.187	0.287	0.497	No se rechaza
Uniforme (150,156)	0.174	0.287	0.407	No se rechaza



- Diámetro exterior

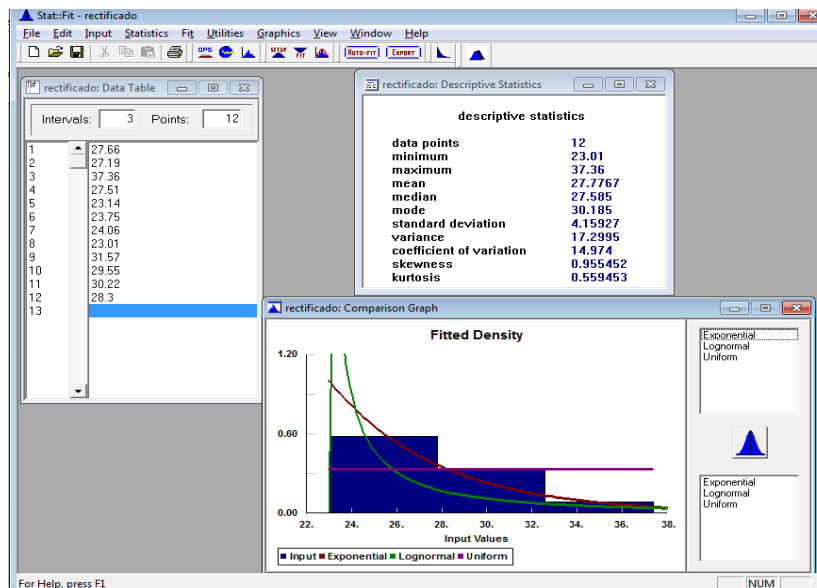
Distribución	$K \sim S$	$K \sim S_{(31,0.05)}$	P-valor	Resultado
Lognormal (128,1.98,0.718)	0.21	0.238	0.112	No se rechaza
Uniforme (128,143)	0.184	0.238	0.218	No se rechaza

A pesar de que no se rechaza la hipótesis, al observar el histograma se evidencia que los datos arrojados no se ajustan a una distribución teórica, se decide utilizar una distribución empírica.



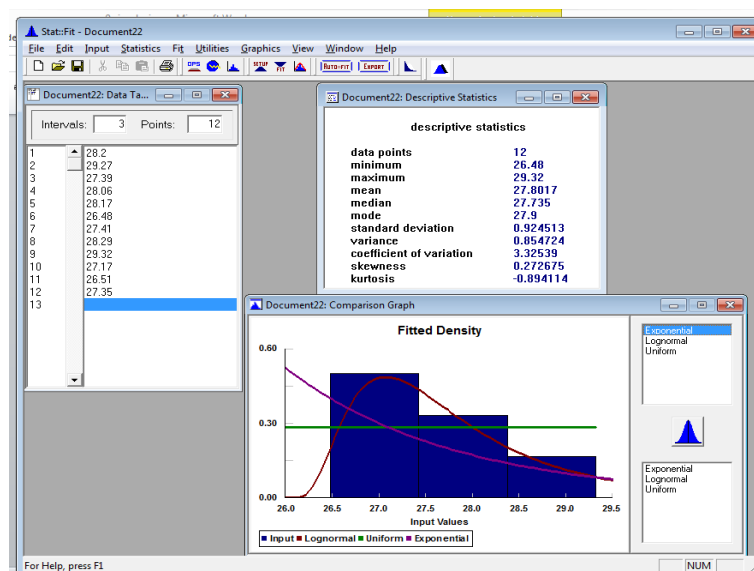
- Rectificado

Distribución	$K \sim S$	$K \sim S_{(12,0.05)}$	P-valor	Resultado
Exponencial(23,4.78)	0.251	0.375	0.375	No se rechaza
Lognormal (23,0.668,2.01)	0.315	0.375	0.148	No se rechaza
Uniforme(23,37.4)	0.331	0.375	0.114	No se rechaza



- Lavado, protección y empaque.

Distribución	$K \sim S$	$K \sim S(12, 0.05)$	P-valor	Resultado
Exponencial(26,1.8)	0.311	0.375	0.158	No se rechaza
Lognormal (26,0.435,0.601)	0.184	0.375	0.748	No se rechaza
Uniforme(26,29.3)	0.186	0.375	0.737	No se rechaza



ANEXO 56. CARACTERÍSTICAS MODELOS DE SIMULACIÓN

ANEXO 57. MODELOS DE SIMULACIÓN