

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



DISEÑO DE DE UN SISTEMA DE MEJORA PRODUCTIVA
MEDIANTE HERRAMIENTAS DE LA MANUFACTURA
ESBELTA EN LA CURTIEMBRE REMO E.U.

Proyecto de grado para la obtención al título de Ingeniero Industrial

POR: CAROLINA BAUTISTA FLORES

TUTOR: ING. AHMED AMUSQUIVAR CABALLERO

LA PAZ – BOLIVIA

2020



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA**



LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

Tesis de grado:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEJORA PRODUCTIVA
MEDIANTE HERRAMIENTAS DE LA MANUFACTURA
ESBELTA EN LA CURTIEMBRE REMO E.U.

Presentada por: Univ. Bautista Flores Carolina

Para optar al grado académico de *Licenciada en Ingeniería Industrial*

Nota numeral:.....

Nota literal:.....

Ha sido:.....

Director de la carrera de Ingeniería Industrial:

Ing. M. Sc. Franz Zenteno Benitez

Tutor: Ing. Ahmed Amusquivar
Caballero

Tribunal: Ing. Felix Orellana
Sánchez

Tribunal: Ing. Gustavo Martinic
Vásquez

Tribunal: Ing. Abad Aguilar
Mamani

Tribunal: Ing. Dennis Bustillos
Tarqui



DEDICATORIA

A mis padres quienes me apoyaron y a mis hermanos
por su comprensión y compañía.



AGRADECIMIENTOS

Al Lic. Rodolfo Guiarachi Pacheco por brindarme la información necesaria y el apoyo en el desarrollo de este proyecto.

A la empresa REMO E.U. por permitirme el paso dentro de sus instalaciones y desarrollar el presente proyecto de grado.

Al ing. Ahmed Amusquivar Caballero por el apoyo constante y la paciencia durante el desarrollo y la realización de este proyecto

A la Universidad Mayor De San Andrés y su facultad de Ingeniería por darme la oportunidad de seguir adelante con mi vida profesional.



TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	1
CAPITULO I GENERALIDADES	2
1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	2
1.1.1. ANTECEDENTES.....	2
1.1.2. ORGANIGRAMA.....	3
1.1.3. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	3
1.1.4. PERSONAL TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO	3
1.2. INFORMACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	4
1.2.1. FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN	5
1.2.2. DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO	6
1.2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS E INSUMOS.....	7
1.2.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN	8
1.2.5. CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS	12
1.2.6. MAPA DE PROCESO PRODUCTIVO POR ÁREAS DE TRABAJO	13
1.3. ACUMULACIÓN DE LOS DESECHOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN	14
CAPITULO II ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA.....	15
2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
2.1.1. DIAGRAMA CAUSA – EFECTO.....	15
2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	18
2.2.1. ANÁLISIS FODA	18
2.3. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE LOS PROBLEMAS.....	21
2.3.1. DIAGRAMA DE PARETTO	21
2.4. SOLUCIONES ALTERNATIVAS	25
2.5. TOMA DE DECISIONES	25
2.6. PLAN DE ACCIÓN	26
CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	27
3.1. PROBLEMÁTICA	27
3.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	27
3.2. JUSTIFICACIÓN.....	27
3.2.1. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA	27
3.2.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICO-SOCIAL	27
3.2.3. JUSTIFICACIÓN METODOLOGÍA.....	27
3.2.4. JUSTIFICACIÓN LEGAL.....	28



3.3.	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	28
3.4.	OBJETIVOS	28
3.4.1.	OBJETIVO GENERAL	28
3.4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
3.5.	HIPÓTESIS	29
3.6.	METODOLOGÍA.....	29
3.6.1.	MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	29
3.6.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	29
3.6.3.	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	29
CAPITULO IV MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL		30
4.1.	LA MANUFACTURA ESBELTA	30
4.1.1.	LOS TRES NIVELES DE LA MANUFACTURA ESBELTA.....	32
4.2.	MAPA DE VALOR	34
4.2.1.	VALOR.....	34
4.2.2.	MAPEO DE FLUJO DE VALOR (VSM).....	35
4.2.3.	DEMANDA	36
4.3.	HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA	37
4.3.1.	FLUJO CONTINUO	37
4.3.2.	METODOLOGÍA DE LAS 5S	37
4.3.3.	BALANCEO DE LÍNEA.....	39
4.3.4.	CÉLULAS DE MANUFACTURA.....	39
4.3.5.	TRABAJO ESTANDARIZADO	40
4.3.6.	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.....	40
4.3.7.	JUSTO A TIEMPO.....	42
4.3.8.	KAIZEN	43
4.3.9.	SISTEMA PULL.....	44
4.3.10.	HEIJUNKA.....	44
4.3.11.	KANBAN	45
4.4.	INGENIERÍA DE MÉTODOS	45
4.4.1.	PRODUCTIVIDAD	46
4.4.2.	DIAGRAMA DE PARETTO	46
4.4.3.	DIAGRAMAS DE REGISTRO	47
4.4.4.	ESTUDIO DE TIEMPOS.....	48
CAPITULO V DISEÑO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA MANUFACTURA ESBELTA.....		50



5.1.	DIAGRAMAS DE REGISTRO	50
5.1.1.	CURSOGRAMA SINÓPTICO DEL PROCESO ACTUAL	50
5.1.2.	CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO ACTUAL	53
5.1.3.	DIAGRAMA DE RECORRIDO	59
5.2.	PRIMER NIVEL: DEMANDA	61
5.2.1.	DETERMINACIÓN DEL INVENTARIO BUFFER.....	61
5.2.2.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA.....	62
5.2.3.	DETERMINACIÓN DEL TAKT TIME	62
5.2.4.	MAPEO DE LA CADENA DE VALOR ACTUAL	64
5.2.5.	MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA PRODUCTIVIDAD.....	72
5.3.	SEGUNDO NIVEL: FLUJO CONTINUO	78
5.3.1.	JUSTO A TIEMPO.....	79
5.3.2.	ESTUDIO DE TIEMPOS.....	79
5.3.3.	BALANCEO DE LÍNEA.....	97
5.3.4.	REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN LA CURTIEMBRE	104
5.3.5.	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	106
5.3.6.	METODOLOGÍA DE LAS 5S	110
5.4.	TERCER NIVEL: NIVELACIÓN.....	117
5.4.1.	HEIJUNKA: NIVELACIÓN DE CARGA	117
5.4.2.	SUPERMERCADO	117
5.4.3.	KANBAN.....	119
5.4.4.	CAJA HEIJUNKA.....	120
5.4.5.	DETERMINACIÓN DE MEDIBLES DE NIVELACIÓN PARA LA EVALUACIÓN	121
CAPITULO VI MÉTODO PROPUESTO		122
6.1.	MAPEO DE LA CADENA DE VALOR FUTURA.....	122
6.2.	MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA PRODUCTIVIDAD CON LA PROPUESTA.....	127
6.3.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	133
CAPITULO VII ANÁLISIS FINANCIERO		134
7.1.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL MÉTODO PROPUESTO	134
7.2.	ANÁLISIS DEL METODO PROPUESTO	150
CAPITULO VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		155
8.1.	CONCLUSIONES.....	155
8.2.	RECOMENDACIONES	156
BIBLIOGRAFÍA.....		157



ANEXO A	159
ANEXO B	165
ANEXO C	172
ANEXO D	178

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1- 1 FICHA TÉCNICO DE LA CURTIEMBRE	3
TABLA 1- 2 PERSONAL TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO	4
TABLA 1- 3 DISTRIBUCIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN	4
TABLA 1- 4 EQUIPO EN PLANTA: FULON	6
TABLA 1- 5 DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA EN PLANTA DE PRODUCCION	7
TABLA 1- 6 DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS TERMINADOS.....	12
TABLA 1- 7 DISTRIBUCIÓN DE CONSTRUCCIÓN POR ÁREAS	13
TABLA 2- 1 ANÁLISIS FODA DE LA CRUTIEMBRE REMO E.U.....	18
TABLA 2- 2 DIAGRAMA DE LA MATRIZ.....	20
TABLA 2- 3 IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS.....	21
TABLA 2- 4 PONDERACIÓN DE CRITERIOS.....	22
TABLA 2- 5 EVALUACIÓN DE CAUSAS.....	22
TABLA 2- 6 TABLA DEL DIAGRAMA DE PARETTO.....	23
TABLA 4- 1 LOS NIVELES DE APLICACIÓN DE MANUFACTURA ESBELTA.....	33
TABLA 4- 2 IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LAS 5S	38
TABLA 5- 1 CURSOGRAMA ANALÍTICO DE LA CURTIEMBRE	53
TABLA 5- 2 CANTIDAD DE MAQUINARIA EN PLANTA DE PRODUCCIÓN.....	60
TABLA 5- 3 INVENTARIO BUFFER	61
TABLA 5- 4 VENTA ANUAL DE LA EMPRESA	62
TABLA 5- 5 RESIDUOS SOLIDOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN	64
TABLA 5- 6 DATOS DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO ACTUAL	68
TABLA 5- 7 CANTIDAD ANUAL VENDIDA EN 2019	74
TABLA 5- 8 CANTIDAD ACTUAL DE MATERIA PRIMA UTILIZADA	74
TABLA 5- 9 MANO DE OBRA ACTUAL UTILIZADA	75
TABLA 5- 10 COSTOS DE PRODUCCIÓN ACTUAL	75



TABLA 5- 11 COSTO ANUAL DE MAQUINARIA ACTUAL UTILIZADA	76
TABLA 5- 12 INDICE DE PRODUCTIVIDAD GLOBAL	77
TABLA 5- 13 ÍNDICES DE LA PRODUCTIVIDAD ACTUAL.....	78
TABLA 5- 14 TIEMPO DE OBSERVACIÓN: DESCARNADO	84
TABLA 5- 15 TIEMPO DE OBSERVACIÓN: DIVIDIDO.....	86
TABLA 5- 16 TIEMPO DE OBSERVACIÓN: ESCURRIDO	87
TABLA 5- 18 TIEMPO DE OBSERVACIÓN: SECADO EN SECOTERMA	89
TABLA 5- 17 TIEMPO DE OBSERVACIÓN: REBAJADO	90
TABLA 5- 19 TIEMPO DE OBSERVACIÓN: TESADO	92
TABLA 5- 20 TIEMPO DE OBSERVACIÓN: FELPEADO	93
TABLA 5- 21 TIEMPO DE OBSERVACIÓN: GRABADO	94
TABLA 5- 22 TIEMPO DE OBSERVACIÓN: PLANCHADO.....	95
TABLA 5- 23 RESUMEN DE TIEMPO ESTÁNDAR.....	96
TABLA 5- 24 DATOS DE LA PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN	98
TABLA 5- 25 PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	101
TABLA 5- 26 BALANCEO DE LÍNEA	102
TABLA 5- 27 PROPUESTA DE MAQUINARIA EN PLANTA DE PRODUCCIÓN	104
TABLA 5- 28 PROPUESTA DE LA DISTRIBUCIÓN DE CONSTRUCCIÓN POR ÁREAS.....	105
TABLA 5- 29 PLANIFICACIÓN DE REUNIONES DEL TPM	108
TABLA 5- 30 MAQUINARIA CON TARJETA ROJA	111
TABLA 5- 31 TABLA DE RESPONSABILIDADES PARA LA LIMPIEZA	113
TABLA 5- 32 PLANIFICACIÓN DE REUNIONES SOBRE LAS 5S.....	114
TABLA 5- 33 CUESTIONARIO DE LAS 5 "S".....	115
TABLA 5- 34 DETERMINACIÓN DEL SUPERMERCADO	118
TABLA 6- 1 DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS ACTUAL Y PROPUESTO	122
TABLA 6- 2 MAQUINARIA ACTUAL Y PROPUESTA	123
TABLA 6- 3 DATOS DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO FUTURO	124
TABLA 6- 4 CANTIDAD ANUAL DEMANDADA EN EL 2020.....	128
TABLA 6- 5 PROPUESTA DE CANTIDAD DE MATERIA PRIMA UTILIZADA 2020	128
TABLA 6- 6 MANO DE OBRA PROPUESTA UTILIZADA 2020	129
TABLA 6- 7 COSTO ANUAL DE CANTIDAD DE MAQUINARIA PROPUESTA	130
TABLA 6- 8 PROPUESTA DE COSTOS DE PRODUCCIÓN 2020	131
TABLA 6- 9 INDICE DE PRODUCTIVIDAD GLOBAL CON LA PROPUESTA.....	132



TABLA 6- 10 ÍNDICES DE LA PRODUCTIVIDAD PROPUESTA 2020	133
TABLA 7- 1 VENTAS HISTORICAS ANUALES 2010 - 2019	134
TABLA 7- 2 MODELOS DE TENDENCIA	135
TABLA 7- 3 DETERMINACION DE INFLACION DEL PRECIO AL CONSUMIDOR	136
TABLA 7- 4 PRONOSTICO DE DEMANDA ANUAL 2020-2024	137
TABLA 7- 5 INDICADOR DE INFLACION HISTORICA EN BOLIVIA	138
TABLA 7- 6 COSTOS DE MATERIA PRIMA E INSUMOS (2020-2024)	139
TABLA 7- 7 COSTOS DE FABRICACION (2020-2024)	140
TABLA 7- 8 INFLACIÓN DE LA RENUMERACION MEDIA	140
TABLA 7- 9 COSTOS DE FABRICACION (2020-2024)	141
TABLA 7- 10 VALOR RESIDUAL AL FINAL DEL 2024	141
TABLA 7- 11 ADQUISICION DE FULONES NUEVOS	142
TABLA 7- 12 MONTO DE TRASLADO Y REDISTRIBUCION DE MAQUINARIA	143
TABLA 7- 13 CANTIDAD DE INVERSION	144
TABLA 7- 14 PROPORCIÓN DE ESTRUCTURA DE CAPITAL	144
TABLA 7- 15 DATOS PARA CALCULAR LA WACC	145
TABLA 7- 16 FLUJO DE FONDOS PARA UN PROYECTO PURO	146
TABLA 7- 17 CUADRO DE AMORTIZACION	148
TABLA 7- 18 FLUJO DE FONDOS PARA UN PROYECTO FINANCIADO	149
TABLA 7- 19 COMPARACION CUANTITATIVA DE LA MEJORA PLANTEADA	150
TABLA 7- 20 ÍNDICES DE LA PRODUCTIVIDAD ACTUAL Y PROPUESTO	151
TABLA 7- 21 TIEMPO DE PRODUCCION POR LOTE ACTUAL Y PROPUESTO	152
TABLA 7- 22 COMPARACION DE PROYECTO	154

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1- 1 DIAGRAMA DEL PROCESO DE CURTIDO	5
FIGURA 2- 1 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO	16
FIGURA 2- 2 DIAGRAMA DE PARETTO	24
FIGURA 2- 3 PLANTA DE PRODUCCIÓN SIN ORDEN	25
FIGURA 4- 1 PRINCIPIO DE REDUCCIÓN DE COSTOS	31
FIGURA 4- 2 PRINCIPIOS DE LA MANUFACTURA ESBELTA	32



FIGURA 4- 3 LOS TRES NIVELES DE LA MANUFACTURA ESBELTA.....	33
FIGURA 5- 1 CURSOGRAMA SINÓPTICO DE LA CURTIEMBRE	51
FIGURA 5- 2 MAPEO DE LA CADENA DE VALOR ACTUAL	69
FIGURA 5- 3 TIEMPOS POR PROCESO	71
FIGURA 5- 4 OPERACIÓN: DESCARNADO DE PIELES	83
FIGURA 5- 5 OPERACIÓN: DIVIDIDO DE PIELES	85
FIGURA 5- 6 TIEMPO DE CICLO POR OPERACIÓN	99
FIGURA 5- 7 TIEMPO DE LOS OPERARIOS POR OPERACIÓN	100
FIGURA 5- 8 TARJETA ROJA DE MAQUINARIA	112
FIGURA 5- 9 DISEÑO DE LAS TARJETAS KANBAN	119
FIGURA 5- 10 DISEÑO DE LA CAJA HEIJUNKA	120
FIGURA 6- 1 MAPEO DE LA CADENA DE VALOR FUTURO	125
FIGURA 7- 1 VENTAS ANUALES VS PRECIO DE VENTA.....	135
FIGURA 7- 2 TIEMPO ACTUAL DE CICLO TOTAL DE PRODUCCION	152
FIGURA 7- 3 TIEMPO DE CICLO TOTAL DE PRODUCCION CON LA PROPUESTA	153

ANEXO A

FIGURA 1- 2 ORGANIGRAMA DE LA CURTIEMBRE	160
FIGURA 1- 3 FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN	161
TABLA 1- 8 MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	163
FIGURA 1- 4 DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LA PLANTA.....	164

ANEXO B

TABLA 2- 7 PRE-DIAGNOSTICO DE "REMO E.U."	166
FIGURA 2- 4 CLASIFICACIÓN DE PIELES FRESCAS.....	169
FIGURA 2- 5 MAQUINARIA SIN USO EN LA CURTIEMBRE	169
FIGURA 2- 6 ESPACIO SIN USO EN LA CURTIEMBRE	170
FIGURA 2- 7 INVENTARIO DE PIEL SALADA	170
FIGURA 2- 8 INVENTARIO ENTRE PROCESO	171
FIGURA 2- 9 INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO.....	171



ANEXO C

FIGURA 5- 11 DIAGRAMA DE RECORRIDO DE LA CURTIEMBRE	173
FIGURA 5- 12 REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA CON LA PROPUESTA	175
TABLA 5- 35 MEDIBLES DE HEIJUNKA	177

ANEXO D

FIGURA 7- 4 DATOS DE MAQUINARIA DEL PROVEEDOR	179
FIGURA 7- 5 FULON PEQUEÑO Y DE ACABADO PROPUESTO	181
FIGURA 7- 6 COSTO DEL INTERES DE PRESTAMO	181
FIGURA 7- 7 MONTOS DEL PRESTAMO BANCARIO	182
FIGURA 7- 8 REQUISITOS DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DE LA EMPRESA	182
TABLA 6- 11 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	183



RESUMEN

El objetivo del presente proyecto es diseñar un sistema de mejora productiva basándose en el pensamiento esbelto mediante herramientas de la Manufactura Esbelta, para una curtiembre en la ciudad de El Alto. Se realizó un diagnóstico de los problemas que se tiene en los procesos de producción, como desperdicios y la causa de la baja productividad mediante observación directa en planta de producción hacia los métodos de trabajo y operarios encargados de los procesos productivos, de esta forma se generó información primaria.

Además se realizó un estudio de tiempos para realizar una planificación productiva que vaya de acuerdo al ritmo de pedido del cliente y para asignar la cantidad de operarios requeridos en cada estación de trabajo, luego se desarrolló un sistema de flujo continuo que conlleva a la producción con un sistema jalar mediante la aplicación del kanban y la implementación de un supermercado de productos terminados junto con una caja heijunka que permite la flexibilidad que se requiere para ser una empresa competitiva que responda a la variabilidad de la demanda del cliente.

Se realizó una redistribución de planta para la maquinaria y estaciones de trabajo acorde al planteamiento del diseño de mejora productiva, también se reduce el lote de producción que conlleva a la reducción de otros desperdicios como inventarios entre procesos y espera de materiales en estaciones de trabajo. Con la herramienta adecuada de la manufactura esbelta se atacó cada desperdicio indetificado para una mejora productiva.

Los resultados obtenidos con el planteamiento del diseño del proyecto son la disminución de espacio utilizado y con la nueva distribución de planta se genera reducción de costos y de transporte, además de un aumento de productividad de los recursos utilizados y de manera global para el sistema de producción, con lo cual se genera menos trabajo en relación a los operarios, y se entrega los productos terminados en un menor tiempo, al final de este proyecto con las propuestas planteadas se realiza un análisis financiero para evaluar la factibilidad del proyecto.

Palabras Clave: Diseño, Producción, Desperdicios, Manufactura Esbelta, Productividad.



SUMARY

The objective of this project is to design a system of productive improvement based on slender thinking through tools of Slender Manufacturing, for a tannery in the city of El Alto. A diagnosis was made of the problems that occur in the production processes, such as waste and the cause of low productivity through direct observation in the production plant towards the work methods and operators in charge of the production processes, in this way it was generated Primary information.

In addition, a study of times was carried out to carry out a productive planning that goes according to the customer's order rhythm and to allocate the number of operators required in each workstation, then a continuous flow system was developed that leads to production with a pull system through the application of the kanban and the implementation of a supermarket of finished products together with a heijunka box that allows the flexibility that is required to be a competitive company that responds to the variability of customer demand.

A plant redistribution for machinery and work stations was carried out according to the design of the productive improvement design, the production lot is also reduced, which leads to the reduction of other waste such as inventories between processes and waiting for materials in work stations.

With the appropriate tool of slender manufacturing, every unspecified waste was attacked for a productive improvement.

The results obtained with the project design approach are the decrease in space used and with the new distribution of the plant, costs and transport are reduced, as well as an increase in the productivity of the resources used and in a global way for the system of production, with which less work is generated in relation to the operators, and the finished products are delivered in a shorter time, at the end of this project with the proposed proposals a financial analysis is carried out to evaluate the feasibility of the project.

Keywords: Design: Production, Waste, Lean Manufacturing, Productivity.



INTRODUCCION

El proyecto que se expone trata sobre la optimización de tiempos de proceso y reducción de costos en el proceso productivo de la curtiembre “REMO E.U.”, se pretende eliminar las perdidas por demoras e ineficiencias en los procesos, se plantea buscar la manera continua de la perfección y una mejora en todo el sistema productivo de la curtiembre, identificando los puntos donde exista cuellos de botella, inventarios innecesarios, tiempos improductivos, defectos en los productos en proceso o productos terminados, transporte innecesario, sobreproceso y sobreproducción de productos para posteriormente actuar sobre estos desperdicios ya mencionados.

Con un diagnóstico de la curtiembre y un mapeo de la cadena de valor se identificarán los tipos de desperdicio que existe en el proceso de producción y los puntos donde se encuentran estos desperdicios, una vez identificados estos desperdicios se reducirá o eliminará los mismos mediante la utilización de las herramientas de mejora continua de la filosofía de Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing), creando de esta forma un Flujo Continuo sobre el proceso productivo.

El proyecto va enfocado a la reducción y minimización de desperdicios y costos debido a que las empresas del mismo rubro entran en competitividad en cuanto a precio y calidad de sus productos, debido a esto se plantea realizar este proyecto y mostrar una mejora demostrable de forma cuántica en relación a los costos de producción y tiempos de entrega así como la flexibilidad de productos y menos recursos utilizados en el sistema productivo.

Este proyecto contribuirá a reducir los desperdicios, los inventarios y costos de producción mejorando la eficiencia del sistema productivo de la organización.

La exitosa implementación de la Manufactura Esbelta sería la clave para una ventaja competitiva de la empresa, y proporcionaría una herramienta más para mantenerse en un mercado que exige calidad, entrega más rápida a más bajo costo y en la cantidad requerida



CAPITULO I GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

1.1.1. ANTECEDENTES

Curtiembre “REMO E. U.”, es una empresa manufacturera que se dedica al curtido de cuero vacuno, está ubicada en el departamento de La Paz, ciudad de El Alto Av. Estructurante N° 220, Zona Pucarani.

La etapa de ciclo de vida en la que se desarrolla actualmente la empresa “REMO E. U.”, es la de introducción, debido a que la empresa inicio sus actividades en agosto de 2018, la curtiembre cuenta con un área de 6800 m² para producción y administración.

La estructura organizacional de la empresa está formada por el departamento de administración, producción y finanzas, el personal de la empresa se distribuye de la siguiente manera: once operarios en mano de obra directa, dos personas en administración y dos personas en finanzas, siendo un total de 15 personas en personal.

Se adquirió la planta con maquinaria y equipo instalado con una capacidad para producir aproximadamente 12.000 piezas (mable y napa) por año. Debido a la demanda actualmente en la empresa se tiene un producción máxima de 850 piezas promedio por mes, las pieles terminadas en napa, mable y wet blue se venden por pieza y una pieza tiene en promedio un tamaño de 30 pie².

Se tiene el producto estrella mable y los productos secundarios son wet blue¹ y napa², el cuero napa es el producto con mas alta calidad que se produce en la empresa, las piezas napa y mable se producen en una variedad de colores que son el café, negro y guindo, mientras el wet blue se vende a otras empresas que se encargan de procesarlos para confección.

¹ Wet blue: son cueros curtidos al cromo con un alto contenido de agua y sin ningún tratamiento posterior. (<http://www.mcbfoot.com/a/1/cuero-wet-blue-drops-splits/lang/es>)

² Napa: Cuero napa es el término común para referirse al cuero liso curtido a cromo, especialmente suave y procedente de todo tipo de animales y para todos los usos. (<http://tauroquimica.com/que-es-el-cuero-napa/>)



1.1.2. ORGANIGRAMA

La estructura organizacional de la empresa está formada por el departamento de administración, departamento de finanzas y departamento de producción.

Se muestra el organigrama (vease FIGURA 1-2, ANEXO A) que constituye la empresa “REMO E.U.”

Los departamentos que constituyen el organigrama se describen de la siguiente manera:

- a) Departamento de administración: Se encarga de los trabajos administrativos de la empresa, como ser: atención al cliente, compras, ventas, almacén y registro de todos los datos al sistema. En este departamento se clasifica y se conserva todos los documentos de la empresa en el periodo, siendo utilizado en el departamento de finanzas.
- b) Departamento de finanzas: En este departamento se encuentra personal de contabilidad, que se encargan de elaborar los balances financieros para la toma de decisiones.
- c) Departamento de producción: En este departamento se encargan de la planta y control de producción, se analiza los métodos utilizados en la producción, la materia prima utilizada, control de inventarios y calidad en el proceso.

1.1.3. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

TABLA 1- 1
FICHA TÉCNICO DE LA CURTIEMBRE

Nombre De La Empresa	CURTIEMBRE “REMO E.U.”
Sector Industrial	Curtido de cuero
Dirección	Urbanización Pucarani Manzano 7 N° 220 El Alto
Departamento	La Paz
Contacto	Lic. Rodolfo Guarachi
Teléfono	2850106

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de Producción.

1.1.4. PERSONAL TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO

Se cuenta con un total de 15 personas constituyendo la mano de obra directa e indirecta, en la siguiente tabla se muestra la información de la mano de obra directa e indirecta.



TABLA 1- 2
PERSONAL TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO

PERSONAL	CANTIDAD
Técnico	11
Administrativo	4
Total	15

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de Producción.

La curtiembre cuenta con once operarios que pertenecen a la mano de obra directa y que trabajan un turno por día, los trabajadores pueden operar en todas las actividades el proceso de producción, adaptándose en cualquier operación de acuerdo a la que se requiera en ese momento para cumplir con un pedido, también se cuenta con cuatro personas que pertenecen a la mano de obra indirecta.

1.2. INFORMACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

En el proceso de producción se tienen los costos que se incurren en la curtiembre y se distribuyen como se muestra en la tabla a continuación.

TABLA 1- 3
DISTRIBUCIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE COSTOS
Materiales	37%
Mano de obra	41 %
Gastos indirectos	12%
Otros	10%

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de Producción

Los principales productos químicos utilizados son:

En RIBERA: Bactericidas, ácido sulfúrico, ácido acético, sal de cromo enmascarada, sal de cromo basificante, formiato de sodio, extracto tanino vegetal, sales de aluminio, sales de zirconio, sales de hierro, agua.

En RECURTIDO: Sales de cromo, sales de aluminio, sales de zirconio, tanino vegetal, resina acrílica, bicarbonato de aonina, formiato vegetal, colorante acido, colorante básico, colorante complejo-metálico, aceite crudo, tensoactivos no ionico, oleos sulfatados, oleos



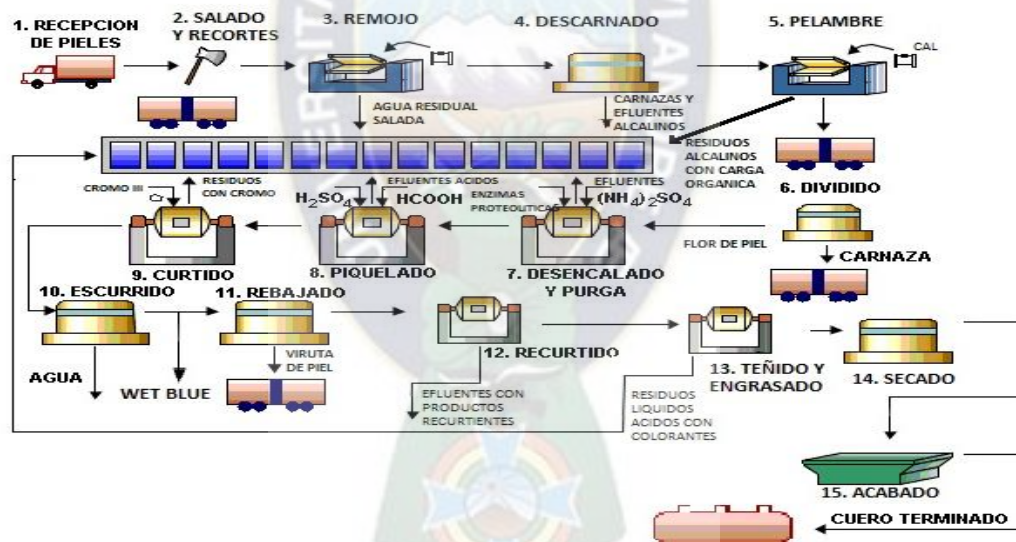
sulfonados, parafinas clorados, alcohol graso sulfatado, parafina sulfoclorado, oleo mineral y agua.

En el ACABADO: Colorante complejo-metalico, ligantes naturales (caféina y albumina), ligante acrílico, ligante butadienico, ligante poliuretanicos, copolimeros de acidos acrílicos y metálicos, ceras, agua, jabón orgánico (thiner, alcohol), penetrantes.

1.2.1. FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

El diagrama de flujo del proceso de producción se representa en una imagen resumida y clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso, desde el area de ribera hasta el area de acabado, como se muestra en la figura a continuación.

FIGURA 1-1
DIAGRAMA DEL PROCESO DE CURTIDO



Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de Producción.

En este diagrama del proceso se mostro las operaciones en las cuales se genera aguas residuales y las operaciones de las cuales se generan desechos organicos para entender mejor el proceso que se describirá detalladamnete mas adelante.

El flujo de proceso de produccion se divide en cuatro áreas, en el área de ribera se encuentran las operaciones en las que se usa grandes cantidades de agua, el área de curtido es donde el cuero ya no puede entrar al estado de putrefacción, posteriormente viene el área



de recurtido o semiacabado que prepara la piel para el acabado, finalmente se pasa al área acabado en el que se muestran las operaciones finales para la piel.

El flujo del proceso es una representación gráfica de la secuencia de operaciones para el curtido de pieles en la curtiembre “REMO E.U.”, incluye la información de insumos para cada operación (vease FIGURA 1-3, ANEXO A).

1.2.2. DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO

En el proceso de producción, la maquinaria y equipo que ayudan para realizar el proceso de transformación son fulones, descarnadoras hidráulicas, rebajadoras, planchas de secado y divididoras. En la planta puede clasificarse la maquinaria utilizada para operaciones por lotes y maquinaria para operaciones por unidades o grupos pequeños de partidas.

a) Maquinaria para procesos por lote o partida: se utiliza fulones, se describe las operaciones en las que se utilizan los fulones para el proceso de producción.

Cada fulon cuenta con una estructura cilíndrica de madera con motor, se dispone de 18 fulones en la curtiembre, en cada operación la cantidad de fulones que se usa varía de acuerdo a la operación que se va a realizar, como se detalla en la tabla a continuación.

TABLA 1- 4
EQUIPO EN PLANTA: FULON

OPERACIÓN	CANTIDAD
Preremajo	2
Remojo	2
Pelambre	2
Curtido	2
Piquelado	2
Purgado	2
Recurtido	2
Teñido	2
Engrasado	2
Abatanado	3
Ablandado	3

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de Producción.



b) Maquinaria para operaciones en serie o por unidad: permite operaciones con capacidad de una pieza por procedimiento que no supera la docena por producción.

En la tabla a continuación se muestran 24 maquinas para diferentes funciones y departamentos de producción.

TABLA 1- 5
DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA EN PLANTA DE PRODUCCION

N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	OPERACIÓN
1	Descarnadora	2	Descarnado
2	Divididora	2	Dividido
3	Escurridora	1	Escurrido
4	Rebajadora	5	Rebajado
5	Planchas de secado	6	Secado
6	Togging	2	Estirado
7	Grabadora	2	Grabado
8	Planchadora de acabado	2	Planchado
9	Medidora	2	Medido

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de Producción.

El mantenimiento de la maquinaria y equipo de la curtiembre no son preventivos, es decir que si existe un fallo en la maquinaria se debe parar la producción.

1.2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

La materia prima que se utiliza para la producción es piel fresca de cuero vacuno altioplánico, cuyos proveedores para la empresa son pequeños productores de la ciudad de La Paz y El Alto, los insumos ya sean químicos o agentes naturales que se utilizan para el proceso de producción se obtienen de las siguientes empresas, laboratorios y casas importadoras: CORIMEX, (BAYER), Y QUIMICA INDUSTRIAL.

La descripción se divide en materia prima e insumos (vease TABLA 1-8, ANEXO A), todos los proveedores tienen un contrato con la empresa para el aprovechamiento en un tiempo determinado y en las cantidades requeridas.

En razón de que el proceso de curtido utiliza elemento químicos, que también son precursores para sustancias ilegales, se solicita periódicamente algunos trámites



respectivos, esto en visión de no enfrentarse a cualquier serie de problemas con instituciones de control.

La materia prima para la curtiembre es pieles frescas de reces faenadas en la ciudad de La Paz y El Alto, la empresa trabaja con cueros del altiplano debido a los estándares de calidad que han logrado garantizar con el cuidado de las pieles evitando cortes innecesarios en la superficie útil de la misma, en cambio las pieles de ciudades cálidas presentan rayones, marcas de fuego, daños por verrugas o cicatrices por picaduras de garrapatas, este cuero no es favorable debido a que los orificios al final del cuero curtido son considerado cuero defectuoso.

1.2.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

El proceso de producción de curtido de cuero tiene tres áreas, que son: el área de húmedos, el área de secado y el área de acabados. El proceso de producción consiste de las siguientes operaciones:

a) REVISIÓN, PESADO Y CLASIFICACIÓN DE PIELES. Las pieles son revisadas por los trabajadores, pesando las pieles ya que el precio es por kilo, se procede a su clasificación considerando dos factores, que son defectos y tamaño de piel.

b) RECORTE DE COLAS Y SALADO DE PIELES. Las pieles que son recibidas se apilan en un almacén para que se escurra la sangre que contienen las pieles en un inicio, luego se procede al recorte de partes correspondientes al cuello, la cola y las extremidades para posteriormente salar el cuero.

c) RIVERA. El proceso de rivera llamada también húmeda, se denomina así por la gran cantidad de agua que se usa en las operaciones, en esta etapa la piel es preparada para ser curtida, este proceso comprende las siguientes operaciones:

Preremajo. En el preremajo se cargan las pieles saladas al fulon con agua para lavarlas de la sal que se quedó en las pieles de la anterior operación.

Remojo. El remojo es la primera operación de la fabricación, su función es restablecer el nivel de hidratación de la piel y empezar su limpieza y preparación para el curtido. Esta



operación se realiza en un tambor manteniendo las pieles remojadas, logrando el hinchamiento de la piel y eliminando la suciedad provocada por sangre, barro y otros.

Descarnado. Es el proceso de eliminar los restos de carne, grasa y tejido adiposo adherido a la parte interna de la piel para dejarla limpia y homogénea, esta operación se realiza en una maquina descarnadora constituida por cuchillas lo que permite eliminar la grasa y restos de carne, mientras se hace el cortado de partes dañadas en los costados de la piel.

Pelambre. A la llegada de esta operación las pieles contienen menos suciedad y lo que se pretende es dar el hinchamiento adecuado requerido para las pieles. El pelambrado consiste en tratar la piel de tal manera que el pelo y las grasas que aun quedaron después del descarnado sean extraídos totalmente, dejando limpio el lado de la flor. Es muy importante que los insumos químicos sean añadidos en la medida exacta ya que cualquier falta o exceso podrían ocasionar daños irreversibles en las pieles tratadas.

Dividido. El dividido es la operación en la cual se regula el grosor de las pieles mediante el corte horizontal, dando lugar a dos capas de cuero. Esta operación se realiza en la maquina divididora de donde se obtiene la flor con un grosor de 2,5 mm y la fibra cerraje o carnaza con un grosor de 3,5 mm.

d) CURTIDO

Desencalado. Es el proceso donde se lava la piel para eliminar la cal absorbida por la piel durante el baño de pelambre y reducir el hinchamiento alcalino de la piel. Se realiza para evitar posibles interferencias en las etapas posteriores del curtido.

Purgado. Esta operación se realiza en el mismo baño del desencalado a una temperatura de 36 °C a 38°C, se elimina las bacterias, impurezas y algunas proteínas con enzimas proteolíticas³, para el aflojamiento de las fibras de colágeno, además de producir limpieza de los poros de la piel, lo que se traduce en lisura de la misma y le confiere elasticidad.

³ Enzimas proteolíticas: Son sustancias también conocidas como peptidasas, proteasas o proteínas, producidas por el estómago y el páncreas y responsables de participar en el proceso de digestión, la división celular, coagulación de la sangre y reciclaje de proteínas, entre otros procesos. Sin embargo, no solo los animales poseen este tipo de enzimas, ya que las plantas también dependen de este tipo de sustancias para su correcto crecimiento, desarrollo y defensa en contra de insectos. (<https://www.entrenamiento.com/salud/guia-enzimas-proteoliticas/>)



Piquelado. Este proceso comprende la preparación química de la piel para el proceso de curtido, el piquelado es una operación en la que podemos obtener piel ya limpia. Este proceso se realiza en un baño, a este baño se añaden disolventes orgánicos de gran efecto desengrasante, ácido sulfúrico y ácido fórmico que ayuda a que la fibra se abra, se añade también sal en un 60% del peso ayudando al hinchamiento de la piel y agua, controlando que el Valor de PH sea de 12 a 13.

Curtido. El curtido es un proceso que frena la descomposición o degradación de la piel y le confiere al cuero un color azul. Se utiliza el método de curtido al cromo porque es el que mantiene un nivel de calidad constante y uniforme en comparación a los otros métodos, esta operación se realiza en los tambores añadiendo el 7% de cromo (cromo +3) en relación al peso, la distribución deseada es cuando toda la piel esta azul.

Clasificado de pieles. Después del curtido se clasifica las pieles del lado flor para destinarlas a las operaciones siguientes de acuerdo a la planificación de producción, ya sea para mable o napa.

Ecurrido y cortado. Terminando la operación de curtido se coloca el cuero sobre unos caballetes para evitar la formación de manchas de cromo, luego se lo debe dejar en reposo por 24 horas logrando una reducción de humedad del 30%, pasado ese tiempo el cuero curtido se coloca las pieles en la maquina escurridora para reducir aún más la humedad, esta operación se la debe realizar en un ambiente fresco y no exponerlo al sol.

Clasificado de Wet Blue. En esta operación se clasifica los cueros Wet blue del lado serraje como producto final.

e) **RECURTIDO.** Después del curtido se realizan operaciones mecánicas que le dan un espesor específico y homogéneo al cuero, estas operaciones son:

Rebajado. En este proceso el cuero es raspado hasta conseguir una espesura uniforme, el grueso del rebajado determina el grueso final de los distintos tipos de cuero, después del rebajado ya no se hace ningún ajuste en relación al grosor.

Recurtido. Esta operación posibilita a los recurtientes una penetración en el corte del cuero, como desprendimiento de flor. El recurtido es para completar el curtido o darle



características finales al cuero que no son obtenibles con una sola curtación convencional, un cuero más lleno, con mejor resistencia al agua, mayor blandura o para favorecer la igualación en la etapa de teñido. Se realiza en fulones, conteniendo el baño aluminio, cromo y resinas, con la finalidad de obtener una uniformidad en el grosor de la piel, ganar superficie y menor soltura de flor, con esto se produce impermeabilidad al cuero, mejora sus propiedades y produce alisamiento en las partes granuladas.

Engrasado. En las operaciones previas al curtido del cuero se eliminan la mayor parte de los aceites naturales de la piel y cualquiera sea el tratamiento previo que se le dé a la piel, el cuero no tiene suficientes lubricantes como para impedir que se seque. El cuero curtido es entonces duro, poco flexible y no agradable al tacto, en general el engrase es el último paso para darle al cuero la cantidad de humedad necesaria que requiere.

Teñido. El teñido consiste en conferirle al cuero una determinada coloración, el teñido puede ser superficialmente, en parte del espesor o en todo el espesor, para mejorar su apariencia se realizan en tambores añadiendo colorantes.

Secado en secoterma. Al llegar a esta operación, las pieles se las coloca en las planchas de secado a una temperatura de 90°C, debido a que cuando se descargan del teñido de los fulones estos tienen un porcentaje de humedad

Secado al ambiente. Las pieles que salen de las planchas son secadas al aire libre hasta reducir completamente su humedad, ya que el secado aéreo es el más recomendado pero es el más tiempo conlleva realizarlo.

f) ACABADO. El acabado es el proceso donde se le da al cuero su apariencia final, con el acabado podemos conferirle al cuero ciertas características tales como: coloración, tacto, solidez al color, brillo, textura, grabado, duración, elegancia e intensidad y otras características de acuerdo al resultado que se desee lograr. Esta es la etapa final y comprende las siguientes operaciones:

Abatanado. El abatanado es una operación que consiste en romper la adhesión entre las fibras, cuando las pieles están completamente secas se las coloca en los tambores, en esta operación el cuero adquiere más flexibilidad y blandura.



Tesado. Después de abatanado el cuero sale arrugado y comprimido, entonces se realiza el tesado en el toggling, que consiste en estirar el cuero con marcos metálicos, se sujeta mediante ganchos especiales con chapas acomodando las piezas.

Felpado. En esta operación se coloca una capa de pigmento a cada pieza, para lograr un aspecto de engomado, luego las piezas son apiladas sobre un caballete.

Grabado o estampado. Se coloca una lonja de cuero mable en medio de la plancha de grabado y se procede a estampar la pieza. Las planchas de la maquina se encuentran a una temperatura de 120 °C, a una presión determinada y con un tiempo por cada estampado.

Ablandado. Después las piezas tienen un aspecto acartonado, por eso se las vuelve a colocar en los fulones para lograr la suavidad que es una característica del cuero deseable.

Planchado. Finalmente las piezas de cuero son planchadas y mandadas al almacén de producto terminado. La presión, temperatura y velocidad a la que será utilizada esta máquina dependerá del uso destinado del cuero.

Medido y Clasificado de pieles. Se realiza la clasificación y verificación de especificaciones, se toma una muestra patrón que contiene las especificaciones que el cliente pidió en el momento de la negociación. Las pieles terminadas en napa y wet blue se venden por pieza y mientras las piezas mable se venden por lonja.

1.2.5. CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS

El producto principal es cuero mable, el producto secundario es cuero curtido wet blue y napa, para cada uno de estos productos el precio de venta varía de acuerdo al producto, como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 1- 6
DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS TERMINADOS

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	PRECIO DE VENTA
Wet blue	Azul húmedo con serraje	0,25 \$/Pie ²
Cuero napa	Cuero de flor de la piel	15 Bs/Pie ²
Cuero mable	Cuero de flor corregido	12 Bs/Pie ²

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de Producción.



El cuero napa que tiene menos espesor que el mable, los cueros napa tiene la característica de ser más flexibles y más suaves que el mable. Las pieles en estado de wet blue y napa se venden por pieza, mientras las mable se venden por lonja. Una pieza tiene un tamaño en promedio de 30 pie² y una lonja tiene en promedio un tamaño de 15 pie².

1.2.6. MAPA DE PROCESO PRODUCTIVO POR ÁREAS DE TRABAJO

La curtiembre tiene un terreno con un área total de 6800 m², cuenta con instalaciones para cada proceso y operación, el área total de la curtiembre se distribuye como se muestra en la tabla a continuación:

TABLA 1- 7
DISTRIBUCIÓN DE CONSTRUCCIÓN POR ÁREAS

DESCRIPCIÓN	ÁREA (m2)
Administración	174,56
Producción y servicios	3 750,90
Área no utilizada	1 921,53
Área verde	952,93
TOTAL	6 800,00

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de Producción.

La distribución de planta de la empresa “REMO E.U.” comprende el área de producción, servicios básicos e instalaciones complementarias, las cuales se describen a continuación:

- a) Área de producción: para el proceso de producción la empresa cuenta con dos galpones amplios. Uno de los galpones comprende el área de húmedos, en el cual se realiza operación de salado y ribera, otro de los galpones comprende el área de secado y acabado, donde se tiene también el almacén de productos terminados.
- b) Servicios básicos: Para el personal de mano de obra directa la empresa dispone de tres baños y ocho duchas, y para la mano de obra indirecta cuenta con dos baños.

Las instalaciones complementarias son energía eléctrica, agua y gas natural y se describen a continuación.

- i. Energía eléctrica. La empresa que suministra la energía eléctrica a la curtiembre “REMO E.U.” es DELAPAZ, las instalaciones de la empresa están adaptadas para un suministro trifásico.



- ii. Agua. La empresa utiliza para el proceso de producción agua potable, suministrado por la Empresa Publica Social de Agua y Saneamiento (EPSAS), la empresa también cuenta con un pozo de agua.
- iii. Gas natural. El gas natural es recepcionado desde la fuente que se transporta a través de gasoductos hasta el lugar indicado. Durante el proceso se utiliza para el funcionamiento de los calderos, montacargas entre otros.

La distribución actual de planta que se muestra en el Layout de empresa REMO E.U. (vease FIGURA 1-4, ANEXO A), se observa que los espacios entre operaciones son amplios y se tiene exceso de maquinaria instalada por estación de trabajo, también se observa que en el área verde se tienen espacios no utilizados, conllevando a la existencia de transporte innecesario de los operarios.

1.3. ACUMULACIÓN DE LOS DESECHOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

En la curtiembre “REMO E.U.” se generan desperdicios en las diferentes operaciones y son los siguientes:

- a) Efluentes Básicos: Los efluentes básicos son los que se generan en la operación de pelambre, estos efluentes contienen materia orgánica e inorgánica, como ser grasas suspendidas, sulfuro de sodio e hidróxido de calcio.
- b) Efluentes Ácidos: Estos efluentes ácidos provienen del piquelado y curtido, los efluentes que salen de estas operaciones contienen restos de cromo, sales y agentes recurtientes, siendo el cromo el químico más contaminante.
- c) Residuos Sólidos: Los residuos sólidos que se generan contienen lodos, estos residuos son los que salen de las aguas de los fulones, también salen residuos sólidos de la descarnadora y la divididora.

Los efluentes son previamente tratados antes de ser echados al alcantarillado, los residuos sólidos y lodos generados se retienen por medio de rejillas colocadas en las canaletas, de esa manera se disminuye el agua que contienen para después mandarlos al relleno sanitario y los desperdicios industriales que no son eliminados mecánicamente no deben acumularse, se depositan en recipientes adecuados para su posterior eliminación.



CAPITULO II ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA

2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Para la identificación del problema se efectúa un pre-diagnóstico, propuesto por la UNATIs⁴, el cual es usado para presentar una visión general de la situación actual en la empresa sobre aspectos importantes de la organización, así como una idea actual de desarrollo de la curtiembre, como resultado de este pre-diagnóstico (vease TABLA 2-7, ANEXO B) podemos decir que la empresa REMO E.U. tiene como causas de la baja productividad: falta de planificación de producción, falta de administración de procesos y de recursos, exceso espacio y exceso de maquinaria para la cantidad de demanda actual en la empresa.

Ante la necesidad de incrementar la productividad y reducir los tiempos de producción debido a los altos inventarios entre proceso y producto terminado, se plantea realizar un diagnóstico para determinar los problemas y sus causas para posteriormente plantear soluciones.

La elaboración del diagnóstico analiza la situación actual de la empresa en torno al problema que se debe solucionar, durante este análisis se determinará el camino para llegar a cumplir los objetivos planteados.

El diagnóstico partirá de un Diagrama causa-efecto, para determinar posteriormente la matriz FODA y el Diagrama de Pareto, que son herramientas de análisis y solución de problemas, llegando a identificar las causas y descripción del problema.

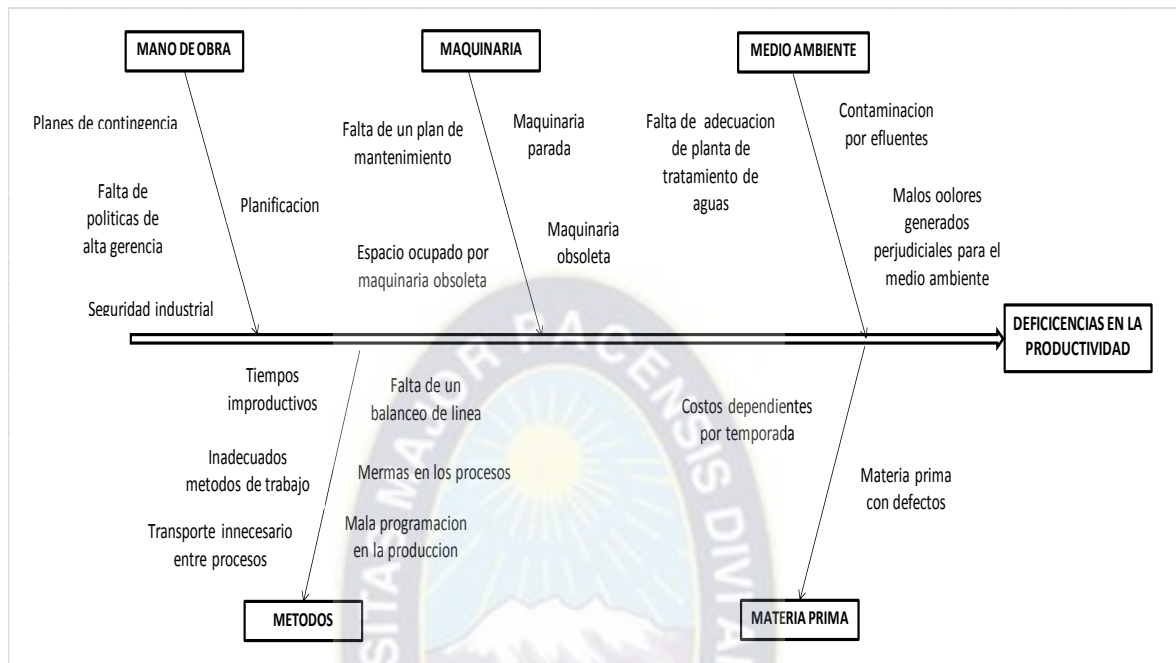
2.1.1. DIAGRAMA CAUSA – EFECTO

El Diagrama causa-efecto es una forma de organizar y representar las causas de los problemas para buscar las soluciones óptimas y acordes. Se realiza un análisis de los recursos con los que cuenta la empresa, para determinar e identificar las causas que generan el problema, como se muestra en la figura a continuación:

⁴ UNATIs Unidades Nacionales de Asistencia Técnica Industrial “Diagnóstico de Competitividad”



FIGURA 2- 1
DIAGRAMA CAUSA-EFECTO



Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de Producción.

Con el Diagrama causa-efecto se observan las causas de los problemas que ocasionan la deficiencia en la productividad.

En la mano de obra se observa que se tiene problemas en la planificación de actividades para los operarios, ya que cuando llega las pieles frescas de los proveedores, tres de los operarios dejan parado el trabajo que se encontraban realizando previamente para descargar, revisar las pieles y pesar las pieles teniendo como mínimo un peso de 11 kilos para aceptar una piel (vease FIGURA 2-4, ANEXO B). Una vez que se tienen las pieles clasificadas los operarios deben realizar el salado de manera inmediata de las pieles para que se pueda conservar sin que llegue a podrirse.

Cuando ya se ha llegado a la cantidad de lote a procesar, las pieles saladas en pila de 50 unidades, están en ese estado esperando entre dos días a dos semanas antes de ser llevado a la siguiente operación que es el remojo, este inventario es considerado un desperdicio clasificado como espera de material de trabajo.

En cuanto a la maquinaria en la curtiembre se destaca la existencia de maquinaria sin uso que se encuentra parada. La maquinaria que no se utiliza se debe a que la curtiembre



REMO E.U. adquirió la planta de producción de una empresa que cerró su producción, dicha empresa producía en cantidades aproximadas de 5000 pieles al mes, mismas ventas que fueron bajando por diferentes problemas siendo causantes de su cierre. La curtiembre REMO E.U. produce alrededor de 850 piezas entre mable y napa como máximo al mes, por lo cual se deja suficiente espacio y maquinaria sin utilizar (vease FIGURA 2-5, ANEXO B), se observa que de los fulones disponibles en planta solo se utiliza la cantidad necesaria para cubrir la producción actual. Estos desperdicios generan gastos innecesarios, generando también pérdidas de tiempo por el transporte entre operaciones.

Se concluye que el espacio con que cuenta la empresa es excesivo para la producción actual, por lo tanto se identifica el desperdicio de transporte innecesario de operarios y de material entre proceso (vease FIGURA 2-6, ANEXO B)

Por otra parte, la curtiembre no cuenta con un plan de producción que permita designar cantidades y especificaciones de productos a procesar en planta de producción, tampoco cuenta con un sistema adecuado de inventarios por la misma falta de planificación de producción, lo que genera inventarios de productos entre proceso y producto terminado, (vease FIGURA 2-7, ANEXO B)

En el proceso de producción existen varias estaciones de trabajo con inventarios en espera (vease FIGURA 2-8, ANEXO B) se tiene las pieles apiladas después de la operación de escurrido que esperan la siguiente operación de recurtido, esta espera es considerada desperdicio de espera de material en proceso.

El inventario en producto terminado (vease FIGURA 2-9, ANEXO B) se encuentra en estado de wet blue en espera a ser vendidas, siendo un desperdicio identificado como inventario de producto terminado.

Finalmente, para identificar los métodos de trabajo en el proceso actual se deben realizar diagramas de registro como ser el cursograma analítico y cursograma sinóptico del proceso productivo en la curtiembre.



2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Se identificó la falta de un plan de producción y la existencia de desperdicios como: espera, inventarios entre proceso, inventario de producto final, transporte innecesario y la falta de una óptima asignación de operarios en las estaciones de trabajo. Se observa también el exceso de maquinaria para la cantidad de producción y el espacio entre operaciones innecesarias en planta de producción.

Se realizará un análisis FODA para determinar las estrategias con las que se va a trabajar.

2.2.1. ANÁLISIS FODA

Con las consideraciones que se tiene en el Diagrama causa-efecto, se puede obtener el análisis FODA de la curtiembre, que nos permite conocer de manera real los problemas que enfrenta la curtiembre y así buscar la solución de problemas.

Con el análisis FODA, se identifica los factores internos y los factores externos de la empresa, este análisis nos muestra detalles de las fortalezas y debilidades, así como las oportunidades y amenazas, para determinar estrategias que puedan confrontar las debilidades y amenazas con las fortalezas y oportunidades, como se muestra en la tabla a continuación.

TABLA 2- 1
ANÁLISIS FODA DE LA CRUTIENTRE REMO E.U.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
El almacenamiento de materia prima es adecuado	La curtiembre cuenta con una planta de tratamiento de aguas que no está adaptada a su capacidad de producción actual.
La curtiembre conoce su capacidad de producción	La curtiembre tiene un espacio ocupado por maquinaria que no se utiliza debido a la producción actual
La empresa mantiene un manejo de archivos de datos óptimo	No existe un programa de producción con base en tiempos de duración de las operaciones
La dirección define un formato general para reportes que indique el tipo de datos necesarios para la toma de decisiones	No existen programas de control de los desechos
La ubicación geográfica es adecuada para el abastecimiento de las materias primas la mano de obra y la distribución del producto terminado	La contaminación potencial generada en grandes niveles de producción sería perjudicial en un alto grado para el medio ambiente.
Los productos son de alta calidad y reconocidos por los clientes por esa característica	



<p>El terreno que posee la curtiembre es amplio</p> <p>Existen puntos de control definidos a lo largo del proceso para la inspección</p> <p>En la cantidad de producción actual de la curtiembre los niveles son aceptados por parte de la alcaldía Epsas de desechos sólidos y líquidos generados en la producción de cuero.</p>	<p>No existe una buena disposición de planta</p> <p>La ubicación geográfica de la planta es inadecuada según el reglamento RASIM por ser una zona que ya está poblada.</p> <p>Tiempos improductivos en los procesos</p> <p>Inventarios innecesarios entre procesos</p> <p>Transporte entre procesos que genera grandes pérdidas de tiempo</p> <p>No se cuenta con un plan de producción debido a que no se tiene una previsión de las ventas que vaya acorde a un modelo que explique las diferentes características de la demanda de producto terminado</p> <p>El área de producción no mantiene un orden de trabajo</p> <p>No existe un balanceo de línea</p> <p>No se cuenta con información de tiempos estandarizados en los procesos</p> <p>No existe Flujo Continuo en la producción</p> <p>No existe flexibilidad y adaptabilidad en el sistema productivo.</p>
---	--

OPORTUNIDADES

Apertura de parques industriales en el país

Apoyo hacia la industria de curtiembre en el ministerio de desarrollo con información de producción limpia

Apoyo de la gobernación a la industria de curtiembres con apertura de planta de tratamiento de aguas en los parques industriales del país

Revisión de parte de la alcaldía y Epsas a empresas que contaminan sin ningún tipo de control

AMENAZAS

Legislación medio ambiental rigurosa para los desechos sólidos y líquidos

Impuestos elevados para la importación de productos caros para producción limpia

Importación de productos del mismo rubro a menos costo del país de china

Control a empresas ubicadas en zonas que no son aptas para el tipo de producción.

Problemas y quejas de vecinos alrededor de la curtiembre por la contaminación y malos olores.

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de Producción.

El objetivo del análisis FODA es eliminar o reducir las amenazas y debilidades, como también alcanzar las oportunidades ya determinadas para la empresa con las estrategias que se planteen. Las estrategias planteadas se muestran a continuación:

- a) Diseño de mejora de la productividad
- b) Crear una nueva línea con los desechos sólidos de la producción



- c) Adaptar la ubicación de la curtiembre de acuerdo al grado de contaminación
- d) Aplicación de herramientas de la manufactura esbelta
- e) Adaptar la planta de tratamiento de aguas con que cuenta la curtiembre para la capacidad actual de la curtiembre

Con las estrategias planteadas a partir del análisis FODA, se evaluará cada una de ellas a través del diagrama de la matriz para identificar las que tienen menor costo, menor tiempo de preparación e impacto más alto entre las estrategias planteadas, como se observa a continuación.

TABLA 2- 2
DIAGRAMA DE LA MATRIZ

ESTRATEGIAS	COSTO ECONOMICO	TIEMPO	IMPACTO POSITIVO ESPERADO	TOTAL
Diseño de mejora de la productividad	5	6	9	20
Adaptar la ubicación de la curtiembre de acuerdo al grado de contaminación	3	4	10	17
Aplicación de herramientas de la manufactura esbelta	8	6	9	23
Crear una nueva línea con los desechos sólidos de la producción	3	4	7	14
Adaptar la planta de tratamiento de aguas para la capacidad actual de la curtiembre	1	2	8	11

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de Producción.

Esta evaluación que se efectúa con ayuda del diagrama de matriz usa tres criterios de evaluación que son: costo económico, tiempo para la preparación e impacto positivo esperado.

El cuadro fue elaborado en coordinación con gerencia de producción de la curtiembre y el puntaje que se asigna a cada criterio de evaluación relacionado con cada una de las estrategias ya planteadas está enfocado a subsanar las deficiencias de la productividad.

De acuerdo al Diagrama de matriz, se identifican dos estrategias con mayor puntaje que son Aplicación de las herramientas de la manufactura esbelta y Diseño de mejora de la productividad; siendo estas las optimas a realizarse.



2.3. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE LOS PROBLEMAS

El bajo nivel de productividad tiene como consecuencia tiempos de entrega y costos elevados, y las causas son desperdicios que se generan en los procesos, como: transporte, espera e inventarios en diferentes estaciones. Con un diagrama de Pareto se va determinar las causas en las cuales se va enfocar las herramientas de la manufactura esbelta.

2.3.1. DIAGRAMA DE PARETTO

En el Diagrama de Pareto se muestra el 80% de los problemas que son provocados por el 20% de las causas. Según el Diagrama De Pareto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema. El diagrama de pareto esta basado en la ley 80-20 o de los pocos vitales y muchos tirviales, si se puede cuantificar su efecto son pocos factores que explica la mayor parte del efecto, lo que permite focalizar los esfuerzos en esas causas principales. (Marcosende, 2014).

Para realizar el Diagrama de Pareto primero se identifican las causas que limitan el éxito de las estrategias, para esto se somete las estrategias a un torbellino de ideas, en el cual participa además el jefe de producción y el gerente general de la curtiembre. A continuación en la tabla se muestran cinco causas que limitan el éxito de cada una de las estrategias que obtuvieron mayor puntaje en el diagrama de matriz.

TABLA 2- 3
IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS

ESTRATEGIAS	1. Diseño de mejora de la productividad	2. Aplicación de herramientas de la manufactura esbelta
CAUSA 1	1-1. Diseño de un nuevo método de proceso de producción que se adapte a la curtiembre	1-2. Realizar un plan de producción de acuerdo a la demanda
CAUSA 2	2-1. Producción de pieles por categorías.	2-2. Crear Flujo Continuo para la producción
CAUSA 3	3-1. Capacitación de los operarios	3-2. Aplicación de poka yoke
CAUSA 4	4-1. Aplicación de flujo de una pieza	4-2. Aplicación de células de manufactura
CAUSA 5	5-1. Aplicación de Kanban	5-2. Aplicación de Takt time

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de Producción y Gerencia general.



Ahora, se determina los criterios de evaluación y se define su peso como se muestra en la tabla a continuación:

TABLA 2- 4
PONDERACIÓN DE CRITERIOS

Nº	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	PESO (1 a 10)
1	Reducción de costos	8
2	Reducción de desperdicios	7
4	Reducción del impacto ambiental	6

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de Producción y Gerencia general

Los criterios de evaluación están orientados a la contribución del incremento de la productividad y las estrategias fueron asignadas en coordinación con gerencia de producción. Por otro lado el peso otorgado a cada criterio, tiene en cuenta exclusivamente su relación con el objetivo del proyecto.

La reducción de costos tiene mayor puntaje porque es importante para la empresa bajar los costos de producción generados por los desperdicios que se desea reducir o eliminar.

Posteriormente, se evalúa las causas que limitan el éxito de las estrategias en función de los criterios planteados. El puntaje que se asigna a cada causa en relación con los criterios de evaluación está enfocado al objetivo del proyecto, la evaluación de las causas que limitan el éxito de las estrategias se muestra en la tabla a continuación.

TABLA 2- 5
EVALUACIÓN DE CAUSAS

CAUSAS	PUNTAJE 1	PESO 1	PUNTAJE 2	PESO 2	PUNTAJE 3	PESO 3	TOTAL
1-1	10	8	9	7	10	6	203
1-2	1	8	1	7	1	6	21
2-1	1	8	2	7	2	6	34
2-2	9	8	9	7	7	6	177
3-1	0	8	1	7	0	6	7
3-2	1	8	2	7	0	6	22
4-1	1	8	1	7	0	9	13
4-2	0	8	1	7	0	6	7
5-1	0	8	1	7	1	6	15
5-2	0	8	1	7	0	6	7

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de Producción y Gerencia general.



Para calcular la evaluación numérica de la causas se suma la multiplicación de cada puntaje con el peso que se asignó a cada criterio, teniendo los datos del total numérico ponderado a cada causa se grafica el Diagrama de Pareto.

Para esto se ordena las causas de mayor a menor puntaje, donde se muestra el porcentaje que representa cada causa con respecto a la suma total del puntaje y el porcentaje acumulativo de las causas ya ordenadas, como se detalla en la tabla a continuación:

TABLA 2- 6
TABLA DEL DIAGRAMA DE PARETTO

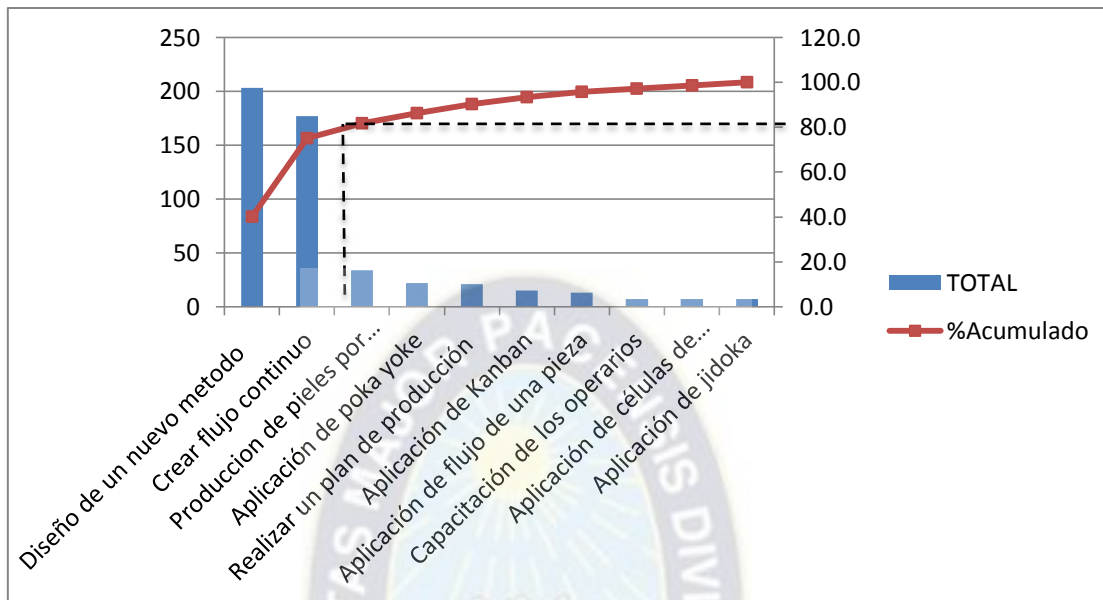
CAUSAS	TOTAL	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE AUMULADO (%)
Diseño de un nuevo metodo	203	40,1	40,1
Crear flujo continuo	177	35,0	75,1
Produccion de pieles por categorias	34	6,7	81,8
Aplicación de poka yoke	22	4,3	86,1
Realizar un plan de producción	21	4,2	90,3
Aplicación de Kanban	15	3,0	93,3
Aplicación de flujo de una pieza	13	2,6	95,8
Capacitación de los operarios	7	1,4	97,2
Aplicación de células de manufactura	7	1,4	98,6
Aplicación de jidoka	7	1,4	100,0
	506	100,0	

Fuente: Elaboración propia en base a información de la tabla 2-5.

Los puntajes y porcentajes acumulados que representa cada causa con respecto al puntaje total se representa en un Diagrama de Pareto, como se muestra en la figura a continuación.



FIGURA 2- 2
DIAGRAMA DE PARETTO



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la tabla del diagrama de pareto.

El análisis del diagrama nos permite ver que las causas “vitales” que son el Diseño un nuevo método de proceso de producción que se adapte a la curtiembre y Crear flujo continuo para la producción. Estas causas explican un 75,1 % de las limitantes al éxito de las estrategias, quedando un 24,9 % restante de las 8 causas “triviales”; concentrando los esfuerzos de mejora solo en las causas vitales podríamos eliminar el 75% de los problemas que son las causas limitantes a las estrategias que conllevan al objetivo del proyecto.

Con el diseño de un nuevo método de proceso de producción que se adapte a la curtiembre se pretende analizar todas las operaciones y cambiar los metodos de algunas operaciones de manera que disminuya los desperdicios de las actividades o de forma que se genere valor en todo el proceso conllevando al aumento de la productividad, para esto se realizará un estudio de trabajo, con un estudio de tiempos y de movimientos para las operaciones en las que interviene el operador.

Para crear flujo continuo se hará uso de las herramientas de la manufactura esbelta que se adapten al caso específico de la curtiembre, para determinar las herramientas adecuadas de la manufactura esbelta se analizará los problemas mostrados en el Diagrama Causa-Efecto.



2.4. SOLUCIONES ALTERNATIVAS

El diagnóstico que se hizo a la curtiembre “REMO E.U.”, mostro las causas limitantes del problema y las estrategias que se van a realizar para la mejora del sistema productivo, teniendo las siguientes sugerencias de soluciones alternativas.

- a) Diseñar un sistema de mejora productiva mediante herramientas de la Manufactura Esbelta.
- b) Realizar una redistribución de los procesos que se adapte a la empresa “REMO E. U.”
- c) Diseñar un plan de producción de acuerdo a la cantidad y características específicas que demanda el cliente.

2.5. TOMA DE DECISIONES

La toma de decisiones se basa en las soluciones alternativas y de acuerdo a las causas de la baja productividad. Para diseñar un sistema de mejora productiva se observa que en planta de producción existen áreas donde la estandarización de orden y limpieza nos son los más adecuados para tener un buen ambiente de producción, como se muestra en la figura a continuación:

FIGURA 2- 3
PLANTA DE PRODUCCIÓN SIN ORDEN



Fuente: Fotos tomadas en planta de producción.



El espacio de trabajo sin orden y sin limpieza puede generar un mal ambiente que sea cansador para los operarios, por lo que se plantea la metodología de las 5S.

También se observó que existen horarios en que hay operarios sin trabajo, los operarios pueden desempeñarse en todas las áreas y actividades por lo cual se plantea un balanceo de línea y un plan de producción de vaya de acuerdo a la demanda del cliente.

Para identificar los puntos donde hay inventario y tiempos improductivos se propone realizar un mapeo de la cadena de valor, identificando los desperdicios en cada operación para disminuirlos o eliminarlos con las herramientas adecuadas de la Manufactura Esbelta.

Las actividades que se plantean en este proyecto para incrementar los niveles de productividad buscando la mejora en la empresa “REMO E.U.”, están enfocadas a las necesidades que enfrenta actualmente la empresa y a las dificultades que se tiene para producir con menor costo y en el menor tiempo posible.

2.6. PLAN DE ACCIÓN

En función a la problemática planteada se toma como plan de acción, la realización de este proyecto, puesto que está dirigido a aumentar la productividad de la empresa así mismo llegar a la etapa de crecimiento, desde la perspectiva de la ingeniería industrial y la Manufactura Esbelta.

El plan de acción que se plantea es el siguiente:

- a) Identificar las herramientas de la manufactura esbelta para atacar los desperdicios
- b) Elaboración del estudio de tiempos
- c) Elaboración el mapeo de cadena de Valor
- d) Diseño del Layout
- e) Diseño de redistribución de la planta
- f) Elaboración del análisis financiero mediante la evaluación económica del proyecto.

Con la aplicación de herramientas de la Manufactura Esbelta se buscará que los procesos sean realizados en menor tiempo y con menor costo, para de esta manera aumentar la productividad y reducir los desperdicios que se identifiquen en los procesos.



CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. PROBLEMÁTICA

3.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la empresa se manifiestan problemas a nivel de producción, los tiempos de algunos procesos son una limitante para el cumplimiento de entrega de pedidos a los clientes, por esta misma razón no se cumple con la variedad de pedidos en cuanto a color de producto terminado, por otro lado la producción es secuencial provocando mayor tiempo de entrega, es decir se espera terminar un lote en un proceso para continuar con el siguiente proceso, generando grandes desperdicios en toda la cadena de producción.

3.2. JUSTIFICACIÓN

3.2.1. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA

El proyecto que se realiza pretende mejorar la productividad, basándose en la eliminación de desperdicios y actividades que no agreguen valor al producto.

Debido a que mejorar la productividad hoy en día es un asunto de vital importancia en especial en las PYMES, en busca de ser competitivas en el mercado.

3.2.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICO-SOCIAL

Se tomaron en cuenta las herramientas de Manufactura Esbelta por enfocarse en la relación con el cliente y sus necesidades, ya que son ellos los que asignan el valor al producto que consumen, así mismo incentivan la calidad. La principal consecuencia de aplicar las herramientas de la Manufactura Esbelta es la mejora del sistema productivo, reducción del tiempo de entrega y reducción de los costos de producción.

3.2.3. JUSTIFICACIÓN METODOLOGÍA

En el desarrollo se va aplicar el método científico para llevar adelante la investigación de campo en el desarrollo del proyecto que tiene como base la filosofía de Manufactura Esbelta.



3.2.4. JUSTIFICACIÓN LEGAL

Para la relevancia del proyecto, se acudirá a leyes relacionadas a derechos de autor, para el caso de libros impresos o virtuales, el proyecto se sustentará en normativa nacional e internacional.

3.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Identificado y descrito el planteamiento del problema, se genera las preguntas de investigación, que representan orientado hacia las respuestas que se buscan:

¿Cómo mejorar la productividad mediante herramientas de la Manufactura Esbelta en la curtiembre REMO E.U.?

3.4. OBJETIVOS

3.4.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de mejora productiva mediante herramientas de la Manufactura Esbelta en la curtiembre para reducir costos, reducir tiempos de producción y aumentar la productividad global de la empresa.

3.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer los tipos de desperdicios en busca de la mejora productiva en la condición actual de la empresa mediante un diagnóstico.
- Identificar las herramientas de la Manufactura Esbelta, utilizando las adecuadas según el diagnóstico que genere la empresa.
- Diseñar la aplicación de mejora productiva en los procesos con las herramientas identificadas de Manufactura Esbelta que se identifiquen para generar un aumento de la productividad en 15 % en un tiempo de seis meses.
- Realizar un análisis financiero, mostrando los beneficios al aplicar la metodología de Manufactura Esbelta en la empresa REMO E. U. mediante los costos e inversión para la mejora productiva que se planteen.



3.5. HIPÓTESIS

La implementación del diseño de un sistema de mejora productiva mediante herramientas de la manufactura esbelta influye en el aumento de productividad global en los procesos de producción de la curtiembre REMO E.U.

3.6. METODOLOGÍA

3.6.1. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es descriptiva y de campo, ya que se busca describir situaciones y eventos que buscan especificar, mediante la observación sobre como ocurren las circunstancias de las labores, además de tiempos y trabajo de los operarios.

Para la base del desarrollo de la propuesta se debe recolectar los datos y la información en los procesos de la curtiembre “REMO E.U.”, que es donde ocurren los fenómenos a estudiar, por lo tanto estos serán la base de la propuesta que se plantee.

3.6.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para el desarrollo de la propuesta de mejora productiva se toma a la población de operarios y personal de administración dentro de la curtiembre, así como la información sobre la producción.

El personal dentro de la curtiembre es tomado como la muestra, es decir es la población, debido a que la población es pequeña y no es necesario sacar una muestra en representación en cuanto al personal.

3.6.3. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Se recolectará información primaria, es decir se tomará datos por observación directa sobre los procesos productivos de la curtiembre, así como también de los datos de costos de producción, tiempos de producción, ventas, cantidad de maquinaria, materia prima e insumos utilizados en los procesos de producción dentro de la curtiembre.



CAPITULO IV MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

4.1. LA MANUFACTURA ESBELTA

Concretamente el origen de la Manufactura Esbelta se remonta a la iniciativa que tuvo Toyota en relación a implementar un sistema de producción donde quiso incorporar un enfoque de trabajo que generó la base del conocido Toyota Way. Principalmente se pudo plantear como una respuesta de las ansias de competitividad que tuvo la firma japonesa Toyota en relación con el éxito del sistema de producción de automóviles FPS (Ford Production System). El sistema FPS se basaba en el Tylorismo. El sistema Tylor se basa en la planeación y ejecución separada de la producción orientada a establecer ciclos más cortos de operaciones, dando lugar a la producción en masa, cuyo objetivo era generalizar el método aparentemente más eficaz para producir eliminando tiempos y movimientos, interrupciones y disfunciones en los puestos de trabajo (Rajadell & Sánchez, 2010).

Después de la Segunda Guerra Mundial se produjo una gran expansión de las organizaciones de producción en masa, por lo que empiezan a cambiar los requerimientos del mercado, aumenta la competencia, los precios descienden y las exigencias de rapidez en la entrega y calidad del producto por parte del cliente crecen, (Rajadell Carreras & Sanchez García, 2011). Las compañías de automoción japonesas se plantean cambios en los sistemas de producción derivados de la necesidad de atender mercados más pequeños y con una mayor variedad de vehículos, es así que el concepto de “Lean Manufacturing” nace bajo el nombre de “Sistema de Producción Toyota”.

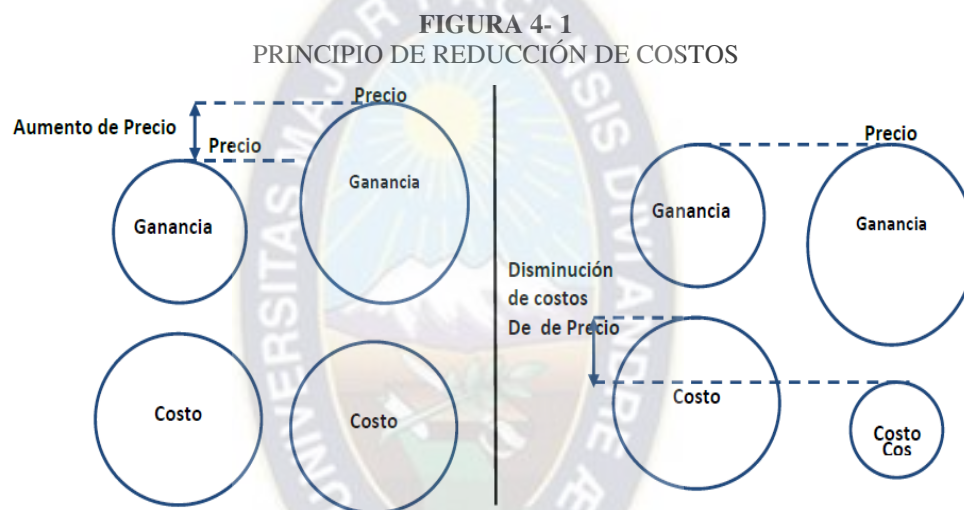
El propósito de la nueva forma de trabajar es eliminar todos los elementos innecesarios en el área de producción para alcanzar reducción de costes, cumpliendo con los requerimientos de los clientes, (Reséndiz Olguín, 2009).

Toyota también recogió el enfoque de dos tipos de cliente, cliente externo y cliente interno que propuso Deming, esto significa que dentro de la línea de producción cada operario debería tratarse como cliente, esto es darle exactamente lo que necesita en el tiempo requerido y en la cantidad exacta. Esa es la base del justo a tiempo.



El principio de reducción de costos se basa en que el cliente ejerce presión sobre el mercado y las empresas en inducir a una reducción de costos y de tiempos de entrega manteniendo o superando la calidad. En un enfoque tradicional, esta reducción de costos se lograba a través de un incremento en el precio final de venta, el camino que se rige hoy en día para reducir los costos y mejorar las ganancias es eliminando los desperdicios.

En la figura se muestra la comparación del pensamiento tradicional con el pensamiento Lean.



Fuente: Pensamiento tradicional Vs Pensamiento Lean, (Arce Rodríguez, 2017)

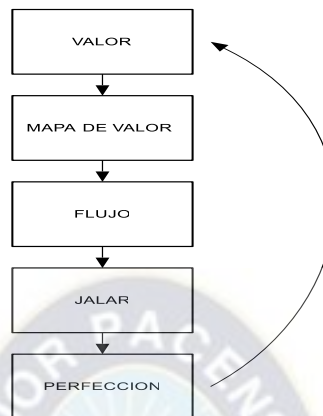
Este sistema organiza y administra el desarrollo, la operación, proveedores y relaciones con los clientes de los productos, requiere menos esfuerzo de la gente, menos espacio, menos capital y menos tiempo para hacer productos con menos defectos y eliminar los desperdicios, permitiendo aumentar la satisfacción de los clientes y tener un mayor margen de utilidad.

Para el desarrollo de la Manufactura Esbelta en las organizaciones se debe tener presente los cinco principios del pensamiento esbelto (Rajadell & Sánchez, 2010).

Estos principios representan un ciclo como muestra la figura:



FIGURA 4-2
PRINCIPIOS DE LA MANUFACTURA ESBELTA



Fuente: Elaboración propia en base a datos de (Rajadell Carreras & Sanchez García, 2011).

La descripción de estos principios son, (Peñaflor Zurita, 2012):

- a) Definir el valor para el cliente. Definir el valor desde el punto de vista del cliente
- b) Identificar el flujo de valor. Identificar tu corriente de valor, aquellos desperdicios que no agreguen valor al proceso o producto, algunos de estos desperdicios son inevitables y otros son eliminados al tiempo que se identifican.
- c) Crea flujo, el proceso de la empresa debe fluir de una manera suave y directa, en cada paso debe agregar valor, desde la materia prima hasta el consumidor final del producto o servicio.
- d) Jalar desde el consumidor final, una vez realizado el flujo, las organizaciones deben ser capaces de producir de acuerdo con las necesidades y deseos de los clientes.
- e) Perseguir la perfección, cuando la organización es consciente de los cuatro primeros principios, se desarrolla una eficiencia siempre que sea posible. (Render & Heizer, 1996).

4.1.1. LOS TRES NIVELES DE LA MANUFACTURA ESBELTA

En líneas generales la Manufactura Esbelta es un largo camino, como se muestra en figura, se puede agrupar en tres niveles los cuales son: Demanda del cliente, Flujo Continuo y nivelación.



FIGURA 4-3
LOS TRES NIVELES DE LA MANUFACTURA ESBELTA



Fuente: Elaboración en base al manual del lean manufacturing.

A continuación se describe el concepto de cada una de ellas y posteriormente se muestran las herramientas que componen cada pilar, de acuerdo a (Villaseñor & Galindo, 2007).

- a) Demanda del cliente. Se trata de entender las necesidades que tiene el cliente, además de tener en cuenta las características de calidad, tiempos de entrega y precio.
- b) Flujo Continuo. El tener un flujo continuo permitirá que los clientes internos y externos reciban los productos indicados, en el tiempo y en la cantidad correcta.
- c) Nivelación. Busca distribuir uniformemente el trabajo, reduciendo el inventario, lo que permitirá a los clientes pedir ordenes en la cantidad y variación deseada.

Las herramientas que tiene cada uno de los niveles se describe en la siguiente tabla:

TABLA 4-1
LOS NIVELES DE APLICACIÓN DE MANUFACTURA ESBELTA

DEMANDA	FLUJO CONTINUO	NIVELACIÓN
Mapa del proceso VSM	5S	Medibles de Lean
Takt Time	Balanceo de línea	Retiro constante
Pitch	Celulas de manufactura	Heijunka
Takt image	Trabajo estandarizado	Caka Heijunka
Buffer inventory	Flujo Continuo	El runner
Inventario de seguridad	Jidoka	Kanban
Supermercado	Mantenimiento autónomo	
Andon	TPM	
Fixed position system	Cambios rapidos SMED	
	One piece flow	
	Justo a tiempo	
	Sistemas kanban	
	FIFO	
	Administración visual	
	Poka-yoke	
	Kaizen	

Fuente: Elaboración propia en base a datos del punto 4.1.1.



4.2. MAPA DE VALOR

4.2.1. VALOR

El valor es todo aquello que el consumidor aprecia de un producto y es creado por el productor, así entre más valor tenga un determinado producto más deseable será este para los consumidores. (Womack & Jones, 2003).

Después de conocer qué es lo que agrega valor al producto o servicio, podemos pasar a ver qué es el desperdicio. Los desperdicios son aquellas actividades desarrolladas que no agregan valor para el cliente, ya sea este interno o externo. Han sido clasificados dentro de siete grandes grupos descritos a continuación. (Liker, The Toyota way, 2004):

- 1) Sobreproducción: la producción de artículos sin que exista una colocación previa de pedido que active la demanda.
- 2) Esperas: tiempos que representan una inactividad para los recursos utilizados en la transformación.
- 3) Transportes: desplazamiento de piezas, materiales, producto en proceso y producto terminado bien sea hacia las bodegas o entre los procesos.
- 4) Sobre procesamiento: o procesar incorrectamente son el desarrollo de operaciones innecesarias, ya sea que produzcan piezas defectuosas o calidad que supere a los estándares.
- 5) Exceso de inventarios: obsolescencia, daños en los artículos y tiempos de procesamiento más largos.
- 6) Movimientos innecesarios: aquellos movimientos inútiles que generan una pérdida de tiempo para el colaborador.
- 7) Defectos: piezas defectuosas que requieran de un reproceso para cumplir con los estándares de calidad.
- 8) Talento humano: es la pérdida de ideas, habilidades, creatividad, mejoras y oportunidades de aprendizaje por no comprometer o escuchar a los empleados”



Para poder tener una visión clara de las actividades que crean y no crean valor dentro de un proceso es de suma importancia identificar el flujo o la cadena de valor (Value Stream).

4.2.2. MAPEO DE FLUJO DE VALOR (VSM)

Antes de iniciar un proceso de Lean Manufacturing, es necesario identificar la cadena de valor mediante la elaboración del value stream map (VSM), para ello hay que definir qué es una cadena de valor. Una cadena de valor son aquellas operaciones que aportan valor, es decir que transforman productos de las mismas familias y son necesarias para ofrecerle al cliente un producto desde el diseño, hasta la producción y envío (Socconini, 2008).

Identificar la cadena de valor del producto nos permitirá identificar cuales actividades añaden valor y cuáles no, y de esta manera podremos aplicar las herramientas de mejora adecuadas. El mapeo de la cadena de valor mediante diagramas de flujo de proceso permite la identificación de los requerimientos de información y materiales necesarios en cada etapa del proyecto, así como la forma en que se transmite el trabajo ejecutado de una etapa a otra.

Una vez que se tiene claro el concepto de cadena de valor continuaremos plasmando en papel la situación actual del proceso productivo, identificando todas las actividades que ocurren a lo largo de un flujo de valor para un producto o familia de productos, tomando en cuenta todas las comunicaciones e informaciones relativas al proceso, (Rajadell Carreras & Sanchez García, 2011).

El mapeo de flujo de valor es una herramienta gráfica que tiene por objetivo detectar desperdicios presentes en un proceso desde el proveedor hasta el cliente de forma clara y sencilla, para incrementar la eficiencia del proceso en estudio mediante la identificación de actividades que no agreguen valor al negocio.

Se describe el procedimiento a seguir para realizar un VSM de la siguiente manera.

- a) Identificar la familia de producto y formar el equipo
- b) Diagrama del Estado Actual
- c) Elaboración del Diagrama del estado futuro



En función del concepto de valor, las actividades que integran un proceso de producción se pueden clasificar de la siguiente manera

- a) Actividades que agregan valor al proceso
- b) Actividades que no agregan valor al proceso pero son inevitables
- c) Actividades que no agregan valor al proceso y pueden ser reducidas o eliminadas,

4.2.3. DEMANDA

La demanda del cliente se identifica a través de las características que se calcula mediante los siguientes datos que se describen a continuación.

- a) Takt Time: takt time es el ritmo en que los productos deben ser completados o finalizados para satisfacer las necesidades de la demanda, (Ohno, 1988), el cliente es quien marca el ritmo. Producir con el Takt Time significa que los ritmos de producción y de ventas están sincronizados, que es una de las metas de Lean Manufacturing. En caso de que el volumen aumente o disminuya, el Takt Time debe ser ajustado para que la demanda y la producción estén sincronizadas. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2004)
- b) Pitch: El Pitch es un lote controlado, es muy común que la dinámica de producción maneje pequeños lotes, no necesariamente productos individuales, debido al manejo dentro de la línea de producción o bien por criterios de empaque y embalaje que priman, por tanto el pitch es una cantidad de producto generada por unidad de tiempo, en base al takt time que se requiere para que los paquetes de unidades puedan realizarse dentro del proceso.
- c) Inventario Buffer: La preocupación permanente por responder de manera ágil a lo que demanda el cliente origina muchas veces la decisión de producir Inventario Buffer, este busca satisfacer al cliente cuando incrementa la demanda repentinamente y el proceso no es capaz de alcanzar el Takt Time requerido.
- d) Inventario de Seguridad: El Inventario de Seguridad busca responder a la necesidad de paliar deficiencias internas al proceso, como ser fallas de calidad y fallas de maquinaria para alcanzar la demanda.



- e) Supermercado: Este concepto que se relaciona principalmente con los productos terminados, tiene que ver con la “disponibilidad oportuna” que debe ofrecer el modelo de proceso productivo para poner a disposición del cliente el producto terminado, también la idea se aplica entre operaciones del proceso a nivel de clientes internos, donde se permita que el proceso se autorregule bajo un sistema Pull a partir de sus proveedores internos.

4.3. HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA

4.3.1. FLUJO CONTINUO

El Flujo Continuo se puede resumir como sigue: “mover uno, hacer uno o “mover un pequeño lote, hacer un pequeño lote. Entender el flujo continuo es crítico para la Manufactura Esbelta y para asegurarse de que las operaciones nunca harán más de lo que se haya demandado. De esta forma, nunca se producirá más de lo que el cliente pida, (Villaseñor & Galindo, 2007). El procesamiento con Flujo Continuo implica producir o transportar productos de acuerdo don tres principios clave:

- a) Solamente lo que se necesita.
- b) Justo cuando se necesita.
- c) En la cantidad exacta que se necesita.

Se producirá una pieza o pequeño lote solamente después de que sea movida o jalada una pieza o un pequeño lote. A esto también se le llama sistema de producción Jalar, jalar la producción es más rápido que trabajar por lotes o “empujar” la producción.

4.3.2. METODOLOGÍA DE LAS 5S

Las 5´S es una filosofía de trabajo en oficinas que consiste en desarrollar las actividades de orden y limpieza y a su vez de detección de anomalías en todos los ámbitos del trabajo, (Villaseñor & Galindo, 2007), tiene como objetivo principal mantener un lugar de trabajo de alto desempeño a través de los pilares del orden, limpieza y disciplina, para ello tiene cinco pasos: Selección, Orden, Limpieza, Estandarización y Sostenimiento, que en su



traducción al Japonés son, Seiri, Seiton, Seiso, Shitsuke y Seiketsu, de ahí el nombre de la herramienta.

A continuación se presenta la tabla que muestra de forma general el significado, el objetivo y las actividades que implican cada uno de los pasos que conforma esta metodología.

TABLA 4- 2
IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LAS 5S

NOMBRE	SIGNIFICADO	OBJETIVO	ACTIVIDADES
Seiri Clasificación	Distinguir lo innecesario de lo necesario para trabajar productivamente	Establecer un criterio y aplicarlo al eliminar lo innecesario. Practicar la estratificación para establecer prioridades. Ser capaz de manejar problemas de desorden y suciedad.	Eliminar todas las cosas innecesarias y removerlas del área de trabajo. Aprovechar los lugares que se despejan. Determinar el destino final de todas las cosas que se retiren del entorno laboral
Seiton Organización	Consiste en ordenar diversos artículos que se poseen, de modo que estén disponibles para su uso en cualquier momento.	Tener un área de trabajo que refleje orden y limpieza. Tener una distribución de planta eficiente. Se incrementa la productividad eliminando desperdicio al tratar de localizar las cosas.	Emplear un almacenamiento funcional. Ordenar artículos por claves alfanuméricas o numéricas. Determinar lugares de almacenamiento por periodos.
Seiso Limpieza	Significa quitar la suciedad de todo lo que conforme la estación de trabajo	Lograr el grado de limpieza adecuado a las necesidades. Lograr un nivel de cero mugres y suciedad. Contribuir en la prevención de fallas en equipos. Mantener siempre condiciones adecuadas de aseo e higiene	Limpiar e inspeccionar equipo, utensilios, comedores, vestidores, casilleros, sanitarios, etcétera. Integrar la limpieza en las tareas diarias. Asignar tiempo para realizar la limpieza.
Shitsuke Disciplina	Es el apego a un conjunto de leyes o reglamentos que rigen a una comunidad, empresa o a nuestra propia vida. Orden y control personal.	Convertir en hábito el cumplimiento apropiado de los procedimientos de operación	Establecer procedimientos estándares de operación. Facilitar condiciones para que cada empleado ponga en práctica lo aprendido. Establecer un sistema de control visual. Corregir cuando no se cumplan las reglas. Promoción de las S en toda la compañía.
Seiketsu Estandarización	Regularizar, normalizar o figurar especificaciones sobre algo, a través de normas, procedimientos o reglamentos.	Sincronizar los esfuerzos de todos y hacer que todos actúen al mismo tiempo, con el fin de lograr que los resultados de dichos esfuerzos sean perdurables	Establecer estándares visuales de tal forma que sean fáciles de seguir. Realizar evaluación con enfoque a la prevención. Establecer actividades que fortalezcan el cumplimiento de las cuatro primeras S.

Fuente: Implementación de las 5S por (Villaseñor & Galindo, 2007).



Las 5's son consideradas como una de las técnicas más sencillas y eficientes pero que realmente requiere de mucha dedicación y compromiso por parte de todos los colaboradores que tengan cualquier tipo de relación con la sección de trabajo.

4.3.3. BALANCEO DE LÍNEA

El balanceo de línea inicia con el análisis del estado actual del proceso, donde la mejor herramienta para esta actividad es la gráfica de balanceo de operadores (Operador Balance Chart), esta es una representación de los elementos de trabajo, el tiempo requerido y los operadores de cada estación, (Rajadell Carreras & Sanchez García, 2011), que se usa para mostrar las oportunidades de mejora visualizando cada tiempo de operación en relación con el Takt Time y el tiempo de ciclo total.

Los pasos para crear una gráfica del balanceo de operadores son los siguientes:

- a) Determinar el tiempo de ciclo actual y los elementos de trabajo asignados.
- b) Crear una gráfica de barras que represente los tiempos de las operaciones, las compare y de una mejor representación de las condiciones.
- c) Para determinar el número de operadores se necesita dividir el tiempo de ciclo total del producto entre el Takt Time.

4.3.4. CÉLULAS DE MANUFACTURA

La manufactura celular tiene por objetivo la reducción del tiempo destinado a transporte del nivel de inventario entre procesos y lograr el balanceo adecuado, sigue el concepto de Flujo Continuo, bajo el movimiento de pieza a pieza, con esta distribución la organización se adquiere flexibilidad para responder de mejor manera a su demanda.

Una distribución celular tiene como característica principal la disposición de estaciones de trabajo de forma secuencial, reduciendo desperdicios de transporte y movimientos innecesarios. A menudo se trata de reemplazar máquinas grandes con máquinas más pequeñas que le proporcionen flexibilidad a la célula de trabajo. Este tipo de distribución tuvo como base el concepto de tecnología de grupos, lo cual básicamente explica la



intención de colocación de procesos secuenciales de forma continua de tal forma que una célula cumpla con un proceso completo de fabricación

Algunas consideraciones que se debe tener en cuenta al momento de diseñar la célula de trabajo son las siguientes, primero, se admite duplicidad de máquinas en lugar de una máquina grande, segundo la carga de trabajo debe ser correctamente nivelada para optimizar el uso de recursos, el tercero indica que cada tiempo de ciclo no puede ser mayor al Takt Time establecido.

La célula de manufactura permite a la sección ventajas como la reducción de inventario en proceso pues busca la visualización clara del flujo de producto, además minimiza el espacio requerido al reducir el inventario el proceso y al reacomodar máquinas y puestos de trabajo. Adicionalmente agiliza el movimiento de materiales, ya sea materia prima o producto en proceso por el espacio que libera y la reducción de inventarios.

4.3.5. TRABAJO ESTANDARIZADO

Base fundamental conjuntamente con 5's sobre la cual se cimentarán las herramientas de aplicación Lean. Hernández y Vizán definen a los estándares como: Descripciones escritas y gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas más eficaces y fiables para una fábrica y nos proveen de conocimientos precisos sobre personas, máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y rápidamente.

Al hablar de estandarización en el trabajo, el objetivo es establecer de forma explícita el método óptimo con el que se debe realizar una operación, para que el resultado sea confiable y repetible, sin olvidar la seguridad, la calidad y el cumplimiento del Takt Time establecido.

4.3.6. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

El mantenimiento productivo total (TPM) asegura que la maquinaria en el piso de producción este disponible en todo momento para ser utilizada según lo requiera la producción programada, provocando que la producción no se detenga. Las tres metas del TPM:



- a) Maximizar la efectividad de cada pieza del equipo, conllevando la eficiencia global del equipo.
- b) Proveer un sistema de mantenimiento acorde al ciclo de vida de la maquinaria
- c) Involucrar a los departamentos el plan, en el diseño, en el uso y mantenimiento de la maquinaria.

El TPM se refiere a un grupo de actividades que requieren para su implementación del involucramiento de los operadores, de los departamentos de producción, mantenimiento e ingeniería de planta, conllevando a elevar la productividad, logrando cero accidentes, cero defectos y cero interrupciones.

El TPM en general consiste de seis actividades, las cuales son:

- a) Eliminación de seis grandes pérdidas, basándose en los proyectos por equipos organizados en producción, mantenimiento y los departamentos de ingeniería.

Las pérdidas que hay que eliminar son:

- i. Fallas por equipo, causados por defectos que necesitan reparación.
 - ii. Paros menores por interrupciones de la maquinaria con errores menores.
 - iii. Pérdida de velocidad, causado por la operación.
 - iv. Set-up y ajustes, causados por cambios en las operaciones o en inicios de corridas.
 - v. Reducción de la eficiencia, causado por materia prima que no se usa o rechazos.
 - vi. Defectos y retrabajos, provocados por productos fuera de especificaciones.
- b) Planeación de mantenimiento, realizada por el departamento de mantenimiento.

Para esto se necesita de un grupo de actividades que se requieren dentro del piso de producción y se pueden dividir en cuatro fases:

- i. Reducir la variabilidad de las partes
- ii. Maximizar la vida de las partes



- iii. Renovar las partes deterioradas periódicamente
 - iv. Predeterminar la vida de las partes
- c) Mantenimiento autónomo, es el trabajo hecho por el departamento de producción, con los siete pasos del mantenimiento autónomo los cuales son:
- i. Limpiar e inspeccionar la maquinaria
 - ii. Eliminar o disminuir las fuentes de contaminación
 - iii. Lubricar los componentes y establecer estándares de limpieza y lubricación
 - iv. Realizar inspecciones generales programadas
 - v. Realizar inspecciones autónomas
 - vi. Establecer una administración y control visual en los lugares de trabajo
 - vii. Implementar una administración autónoma de la maquinaria
- d) Ingeniería preventiva, realizada por el departamento de ingeniería de la planta, buscando eliminar las causas de los problemas que se presentan en el periodo de lanzamiento de una nueva línea de producción, se tiene que cuidar la administración del equipo involucrando a la ingeniería ya que se pretende eliminar problemas causados por los atributos de la maquinaria, para esto se analizan factores tales como la rentabilidad, operación, economía y mantenimiento.
- e) Diseño de productos, el diseño es un punto importante para el TPM, y debido a las áreas que se les olvida lo complicado que es fabricar productos, se provocan grandes problemas.
- f) Educación y práctica, es un punto que da soporte a las cinco primeras actividades, por este motivo es necesario un buen programa de entrenamiento para las áreas involucradas del programa.

4.3.7. JUSTO A TIEMPO

Filosofía Industrial de eliminación de todo lo que implique desperdicio en el proceso de producción, desde las compras hasta la distribución (Tapping Don, 2003)



Componentes básicos:

- a) Equilibrio, sincronización y flujo.
- b) Calidad: “Hacerlo bien la primera vez”
- c) Participación de los empleados.
- d) Inventarios al mínimo.

En un sistema Just-in-Time, el despilfarro se define como cualquier actividad que no aporta valor añadido para el cliente. Es el uso de recursos por encima del mínimo teórico necesario (mano de obra, equipos, tiempo, espacio, energía).

Pueden ser despilfarros el exceso de existencias, los plazos de preparación, la inspección, el movimiento de materiales, las transacciones o los rechazos.

En esencia, cualquier recurso que no intervenga activamente en un proceso que añada valor se encuentra en estado de despilfarros, (Alonso García, 1998).

La finalidad del método JIT es mejorar la capacidad de una empresa para responder económicamente al cambio. El JIT es un sistema para fabricar y suministrar mercancías que se necesiten, cuando se necesiten y en las cantidades exactamente necesitadas. Cuando el JIT se interna en las empresas, el despilfarro de las fábricas se elimina sistemáticamente.

4.3.8. KAIZEN

Es una palabra japonesa compuesta por dos palabras, una KAI que significa “cambio” y la otra ZEN que significa “bueno, mejor”, lo que implica que KAIZEN signifique “cambio para mejorar” y como dicho cambio para mejorar es algo que continuamente debe buscarse y realizarse, el significado termina siendo: “mejora continua”

La estrategia de Kaizen es la clave del éxito competitivo japonés. La metodología Kaizen tiene las siguientes metas fundamentales: cero inventarios, cero accidentes, cero paros de máquina, cero tiempos de entrega, cero desperdicios, cero defectos, para obtener y mantener una ventaja competitiva y aumentar ventas y utilidades.



4.3.9. SISTEMA PULL

Es un sistema de producción donde cada operación jala el material que necesita de la operación anterior. Consiste en producir sólo lo necesario, su meta óptima es: mover el material entre operaciones de uno por uno en la orientación "Pull" o de Jalar. El sistema de Jalar permite reducir inventario y por lo tanto, poner al descubierto los problemas, hacer sólo lo necesario facilitando el control, minimiza el inventario en proceso, maximiza la velocidad de retroalimentación, minimiza el tiempo de entrega y reduce el espacio. Esto ya no es un “sistema de producción” para fabricar el tipo de unidades necesarias, en el tiempo necesario y en las cantidades necesarias, mas bien es un concepto que debe adoptarse.

El sistema Jalar permite:

- a) Reducir inventario, y por lo tanto, poner al descubierto los problemas.
- b) Hacer sólo lo necesario facilitando el control.
- c) Minimiza el inventario en proceso.
- d) Maximiza la velocidad de retroalimentación.
- e) Minimiza el tiempo de entrega.
- f) Reduce el espacio.

Los sistemas empujar controlan la producción (al controlar el envío de órdenes) y miden el trabajo en proceso, mientras que los sistemas Jalar controlan el trabajo en proceso y miden la producción, (Castañeda Jimenez, 2008). Nada obstruye la visión de jalador: en contraste con el empujador, la persona o grupo que jala, no tiene frente a si al mismo objeto o sistema que trata de mover. El jalador puede evitar desperdicios: el empujador, como lleva lotes grandes, para que convenga el viaje, y no sabe si es o no el momento oportuno de empujar porque está colocado de atrás, no detecta tan fácilmente los problemas.

4.3.10. HEIJUNKA

La nivelación del plan de producción, tanto en volumen como en combinación de productos es un requisito necesario para el funcionamiento del sistema Justo a Tiempo y para la eliminación de desperdicios, (Liker, The Toyota way, 2004).



La idea es nivelar el programa de producción secuenciando los pedidos según un patrón repetitivo que haga que la producción diaria media sea similar entre los distintos días de la semana, de manera que se puedan realizar modificaciones en la producción que correspondan con los pedidos a largo plazo, amortiguando los cambios suavemente.

Esta herramienta es un elemento clave para lograr el flujo y la nivelación en la producción (Shingo, 1993), la cual hace posible cambiar la especificación de las máquinas en muy poco tiempo fabricando productos diferentes de manera consecutiva y utilizando la misma línea de montaje, donde los procesos están diseñados para permitir que los productos puedan ser cambiados fácilmente, produciendo lo que se necesita cuando se necesita.

4.3.11. KANBAN

Kanban es un herramienta de producción altamente efectiva y eficiente por medio de tarjetas, las cuales son usadas para que los trabajadores sepan qué están produciendo, qué características lleva, así como qué van a producir después, que características tendrá y como será transportado, (Shigeo, 1989).

Su significado en japonés es: “etiqueta de instrucción”, Su principal función es ser una orden de trabajo, es decir, un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de qué se va a producir, en que cantidad, mediante qué medios y cómo transportarlo.

Kanban cuenta con dos funciones principales: Control de la producción y mejora de procesos. En este sistema de producción, el proceso se conduce de tal forma que cada operación vaya jalando el producto necesario de la operación anterior, solamente a medida que lo necesite. La etiqueta Kanban se debe mover junto con el material, si se lleva a cabo correctamente se logrará la eliminación de la sobreproducción.

4.4. INGENIERÍA DE MÉTODOS

Se define como la técnica que genera cambios, minimizar desperdicios en la mano de obra, maquinaria materia prima o instalaciones y disposición de planta. Es útil para la consiguiente toma de decisiones en los planes de acción, en la ingeniería de métodos se tienen dos componentes que son el estudio de tiempos y el estudio de movimientos (Niebel & Freivalds, 2001).



La Ingeniería de métodos es una de las técnicas más importantes del Estudio del Trabajo, tiene como base el registro y examen crítico sistemático de la metodología existente que es utilizada para realizar un trabajo.

El objetivo del estudio de métodos es aplicar métodos más eficientes y simplificados que aumenten la productividad de un sistema productivo, el estudio de métodos se relaciona con la reducción de contenido y la investigación de tiempos improductivos asociados al método actual de trabajo de un sistema productivo.

Las herramientas de ingeniería de métodos que se usan para analizar la situación actual de un sistema productivo que llevan a la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta y el aumento de la productividad se detallan a continuación.

4.4.1. PRODUCTIVIDAD

La productividad es una de las formas de medida del desempeño del proceso, es el grado de rendimiento con el que se emplean los recursos, la productividad muestra los resultados logrados en relación con los recursos utilizados.

Lo que se desea para una mayor productividad es conseguir mayores logros con menos gasto o fatiga, los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas o piezas vendidas, mientras que los recursos utilizados se cuantifican por el número de operarios, horas trabajadas o uso de maquinaria.

El valor de la productividad de una temporada muestra una interpretación cuando se la compara con el valor de la productividad de otra temporada, se analiza la productividad para tomar medidas y así disminuir los costos de producción y los recursos utilizados que conllevarían a un aumento de la productividad.

4.4.2. DIAGRAMA DE PARETTO

El diagrama de Pareto es una forma gráfica que permite identificar los pocos elementos críticos en contraste con los muchos elementos menos importantes, con la gráfica de Pareto se pueden organizar defectos y problemas con el fin de enfocar las actividades para solucionar los problemas.



En el Diagrama de Pareto se muestra el 80% de los problemas que son provocados por el 20% de las causas. Si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema. Y esta basado en la ley 80-20 o de los pocos vitales y muchos triviales, si se puede cuantificar su efecto son pocos factores que explica la mayor parte del efecto, lo que permite focalizar los esfuerzos en esas causas principales.

4.4.3. DIAGRAMAS DE REGISTRO

Para la obtención del estudio de trabajo en general, del estudio de tiempos y movimientos que conllevan al aumento de la productividad se usa las herramientas de registro de información, se realiza con la esquematización gráfica de los procedimientos, operaciones y actividades de un proceso productivo, (García, 2005) .

Los diagramas de registro son el cursograma sinóptico, cursograma analítico y el diagrama de recorrido, que se describen a continuación:

El cursograma sinóptico es un diagrama de registro que se utiliza para comprender los pasos del proceso de producción, que es representado por dos símbolos: el símbolo de la operación y el símbolo de inspección; la operación es representado por un círculo y se usa cuando se cambian características físicas/químicas, cuando se recibe información o se realiza un cálculo, son actividades que generan valor agregado es decir son productivas; en cuanto a la inspección es representada por un cuadrado y se usa cuando se realiza un control o inspección a variables específicas ya establecidas para el proceso del producto.

También se puede usar un símbolo de un círculo dentro de un cuadrado para actividades combinadas de operación e inspección ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operador en un mismo espacio de trabajo.

El cursograma analítico es otro diagrama de registro que muestra la trayectoria del producto y del procedimiento señalado durante todo el proceso productivo, señalando los hechos mediante el símbolo que represente la acción.

Este cursograma registra las actividades de materia prima, insumos y operador que usa símbolos de operación, inspección, transporte, almacén, almacén intermedio y actividades



combinadas, se registrará también las distancias, los tiempos al realizar los diferentes procesos, las cantidades producidas en cada operación, todos indicando el número de lote que entra en un proceso; Todos estos datos se tomarán para un análisis en el que se decida eliminar o reducir actividades que no generan valor o que son un desperdicio.

La simbología utilizada en el cursograma analítico es: Operación, Actividades Combinadas e Inspección, también se usan los símbolos como el Transporte que indica movimiento de material, equipo u operario y es representado por una flecha hacia la derecha, Almacén que indica que se depositan materia prima o producto terminado y para representarlo se usa un símbolo en forma de D, Almacén intermedio o espera que indica la demora en los procedimientos como ser trabajo en suspenso entre operaciones consecuentes o interrupciones momentáneas, el almacén intermedio también es considerado como un almacén temporal; el transporte, la inspección, la demora y el almacenamiento no generen valor agregado al producto aunque son necesarios en muchos casos.

El diagrama de recorrido es una secuencia ordenada y con sentido de todas las operaciones, inspección, transporte y otras actividades del proceso productivo, con el diagrama de recorrido se facilita la identificación de los desperdicios y de reproceso, así como también se identifican y analizan el transporte excesivo entre puestos de trabajo, tiempos innecesarios y la deficiencia de la distribución de maquinaria en una planta de producción.

4.4.4. ESTUDIO DE TIEMPOS

Es una técnica de medición del trabajo que se utiliza para medir y registrar el tiempo y el ritmo que necesita un operario calificado a un rendimiento normal para realizar una actividad determinada, el estudio de tiempos permitiera incrementar la eficiencia del equipo y del personal.

Los requerimientos para realizar un estudio de tiempos son:

- a) Los operarios deben estar familiarizados con la operación a estudiar
- b) El método de trabajo debe estar estandarizado antes del iniciar el estudio
- c) Las maquinarias de las operaciones a estudiar deben estar en condiciones normales



El estudio de tiempos contempla las siguientes etapas:

- a) Obtener y registrar toda información acerca de la actividad, del operario y de las condiciones que influyen en el proceso
- b) Determinar un tamaño de muestra
- c) Medir el tiempo con un instrumento apropiado y registrar el tiempo utilizado por el operario para llevar a cabo un procedimiento ya determinado
- d) Convertir los tiempos observados en tiempos estándar y determinar el tiempo del suplemento que se debe añadir al tiempo estándar de cada operación.

El tiempo que se va registrar de cada operación ya seleccionada son los tiempos en que se tarda para realizar cada ciclo para una unidad y consta del tiempo de maquinado y actividades externas.

Un estudio de tiempos se debe realizar cuando se detecta demoras, inventarios entre proceso causadas por una operación lenta o por cuellos de botella en el proceso.

La fijación de un estudio de tiempos también se realiza para implementar una herramienta que requiera los tiempos estándares de cada operación.



CAPITULO V DISEÑO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA MANUFACTURA ESBELTA

En este capítulo se examinará y se realizara un análisis de la demanda del cliente, se determinara la capacidad de los equipos, tiempos de operación y métodos de trabajo con datos obtenidos en planta de producción.

Para determinar la demanda y las herramientas de la Manufactura Esbelta a utilizar, se utilizará los diagramas de registro, que muestran los detalles de la situación actual en los procesos productivos.

A continuación se detallan los diagramas de registro y los cálculos correspondientes para determinar la demanda del cliente.

5.1. DIAGRAMAS DE REGISTRO

5.1.1. CURSOGRAMA SINÓPTICO DEL PROCESO ACTUAL

El cursograma sinóptico de la curtiembre “REMO E.U.” comprende el proceso de producción, desde la llegada de materia prima hasta el producto terminado en almacén, para mostrar una imagen clara de toda la secuencia de operaciones y actividades dentro del proceso productivo.

Se muestra las actividades desde la llegada de pieles frescas hasta la operación de dividido en donde se tiene el lado de la flor y el lado del serraje, con el serraje se produce hasta wet blue para venderla en ese estado a otras empresas que la usan para producir gamuzon o oscaría para maletas, y con la flor se realizan las operaciones que llevan al acabado para que después del tesado se clasifiquen las pieles de acuerdo a la textura.

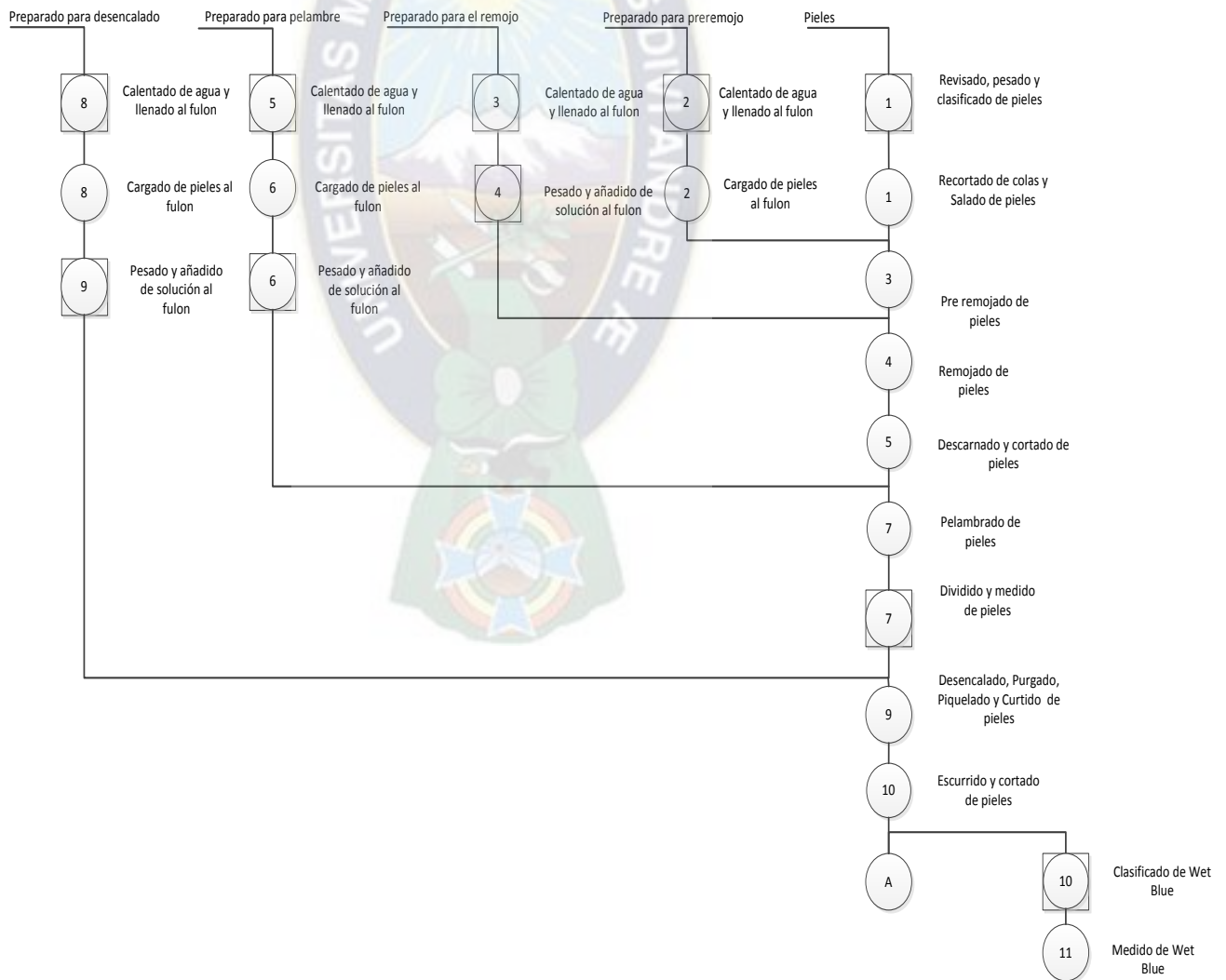
Tambien se muestra como el proceso se divide en dos, una para las pieles que no presentan defectos terminando en cuero napa y las que tienen algunos defectos se terminan en cuero mable que son cueros grabados a los cuales se les da un recubrimiento extra para tapar los defectos que se denomina grabado. El cuero destinado a mable se corta en dos antes del grabado teniendo así las llamadas lonjas, finalmente tanto como las lonjas de cuero mable y napa pasan a ser medidos para determinar el tamaño y venderla por pie cuadrado.



En las operaciones de ribera se muestra que previamente a las operaciones en las que se usan los fulones se realiza el calentamiento de agua para llenar los fulones y luego cargar los fulones con las pieles, el calentamiento de agua es una operación combinada ya que se verifica que el agua llegue a las temperaturas que se requiere en las diferentes operaciones, como se detalla en el cursograma sinoptico a continuación:

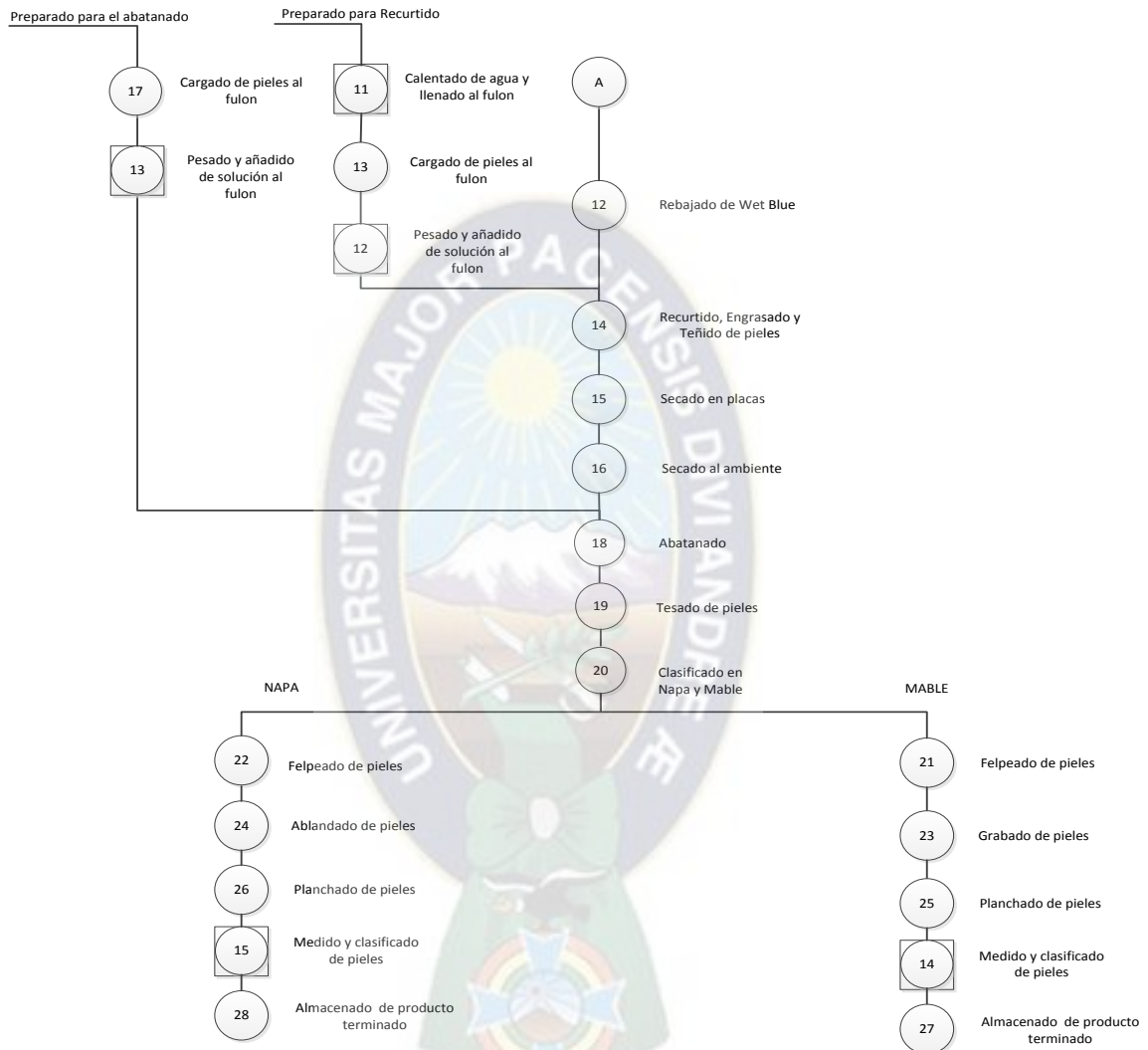
FIGURA 5- 1
CURSOGRAMA SINÓPTICO DE LA CURTIEMBRE

Departamento: Producción
Método: Actual
Elaborado por: Carolina Bautista
Hoja: 1/2





Departamento: Producción
 Método: Actual
 Elaborado por: Carolina Bautista
 Hoja: 2/2



Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.

El resumen del cursograma sinóptico se muestra a continuación.

Resumen	Símbolo	Nº
Operación	○	28
Operación y control	◻	15
Control	□	0
Total		44



En esta representación gráfica se muestra la secuencia de todas las operaciones, teniendo 28 operaciones y 15 operaciones combinadas por operación e inspección.

5.1.2. CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO ACTUAL

En el cursograma analítico se muestra una tabla con todas las operaciones que muestran los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que se encuentran durante el proceso, con estos datos se realizará un análisis de mejora que considera el tiempo necesario y la distancia recorrida necesaria para el producto terminado.

El cursograma analítico muestra el tiempo que agrega valor al producto terminado con las que estas señaladas como operación, las operaciones señaladas como transporte, inspección, demora y almacenamiento no generan valor al producto, como se muestra en la tabla a continuación:

TABLA 5- 1
CURSOGRAMA ANALÍTICO DE LA CURTIEMBRE

Cursograma Analítico					Material					
Actividad: Elaboración de cuero					Resumen					
Operaciones: Todas las operaciones					Actividad	Actual	Propuesto			
					Operación ○	38				
Método: Actual					Transporte ⇨	19				
					Demora D	12				
Elaborado por: Carolina Bautista					Inspección □	30				
					Almacenamiento ▽	3				
Aprobado por: Jefe de producción					Distancia (m)	13826				
					Tiempo (horas)	409				
Nº	Descripción	Cantidad (Pielés)	Distancia (m)	Tiempo (horas)	Símbolo				Observaciones	
					○	⇨	D	□	▽	
1	Trasladado de pieles al área húmeda	260	317	1,2		●				En camioneta
2	Revisado, pesado y clasificado de pieles	260		4,9				●		Por unidad
3	Espera de las pieles frescas	260		1			●			
4	Recortado de colas y salado de pieles	260	5490	34	●					Por unidad
5	Espera de pieles saladas	260		48				●		Variado
6	Llevado de pieles al Preremajo	260	250	0,6		●				En montacargas
7	Calentado de agua y llenado al Fulon	260	270	3,5				●		Verificando



8	Cargado de pieles saladas al Fulon	260		1	●					Por unidad
9	Preremojado de pieles	260		36	●					Dejado en noche
10	Descargado de agua del Fulon	260		1	●					
11	Calentado de agua y llenado al Fulon	260	270	3,5					●	Verificando
12	Pesado y añadido de solución al Fulon	260	230	0,4					●	Verificando
13	Remojado de pieles	260		24	●					Se deja en noche
14	Descargado de pieles del Remojo	260		2	●					
15	Llevado de pieles al descarne	260	139	0,6		●				En montacargas
16	Espera antes del descarnado	260		1					●	
17	Preparado de la descarnadora	260		0,25					●	Encendido
18	Descarnado de pieles	260		8	●					Por unidad
19	Llevado de pieles al pelambre	260	240	0,6		●				El montacargas
20	Calentado de agua y llenado al Fulon	260	270	3,5					●	Verificando
21	Cargado de pieles al Fulon	260		1	●					Por unidad
22	Pesado y añadido de solución al Fulon	260	230	0,4					●	Verificando
23	Pelambrado de pieles	260		18	●					Dejado de noche
24	Descargado de pieles del pelambre	260		2	●					
25	Llevado de pieles al dividido	260	240	0,6		●				En montacargas
26	Espera antes del dividido	260		0,5					●	
27	Preparado de la Divididora	260		0,3					●	Afilado
28	Dividido de pieles	260		7,5	●					Por unidad
29	Llevado de pieles al desencalado	260	240	0,6		●				En montacargas
30	Espera antes del desencalado	260		0,5					●	Verificando
31	Calentado de agua y llenado al Fulon	260	270	3,5					●	Verificando
32	Cargado de pieles al Fulon	260		1	●					Por unidad
33	Pesado y añadido de solución al Fulon	260	230	0,4					●	Verificando
34	Desencalado de pieles	260		1,5	●					
35	Preparado para el purgado	260		0,1					●	
36	Pesado y añadido de solución	260	230	0,4					●	Verificando
37	Purgado de pieles	260		2	●					
38	Pesado y añadido de solución	260	230	0,4					●	Verificando
39	Piquelado de pieles	260		1	●					
40	Espera después del piquelado	260		3					●	
41	Pesado y añadido de solución para curtir	260	230	0,4					●	Verificando



42	Curtido de pieles	260		10	●					
43	Descargado de pieles del curtido	260		2	●					
44	Llevado de pieles al caballete	260	250	0,5	●					En montacargas
45	Extendido y cortado para reposo	260		24	●					En pila
46	Preparado de la escurridora	260		0,15	●					
47	Ecurrido de pieles	260		5	●					Por unidad
48	Medido y clasificado de Wet Blue	260		5	●					Por unidad
49	Preparado de la rebajadora	260		0,2	●					
50	Interrupción del rebajado	260		1,2	●					Por recibir M°P°
51	Rebajado de pieles	260		8	●					Por unidad
52	Llevado de pieles al Recurtido	260	280	0,5	●					Montacargas
53	Preparado para el Recurtido	260		0,1	●					
54	Calentado de agua y llenado al Fulon	260	270	3,5	●					Verificando
55	Cargado de pieles al Fulon	260		1	●					Por unidad
56	Pesado y añadido de solución al Fulon	260	230	0,5	●					Verificando
57	Recurtido de pieles	260		7	●					
58	Pesado y añadido para engrase y teñido	260	230	0,2	●					Verificando
59	Teñido y engrasado de pieles	260		7	●					
60	Descargado de pieles del teñido	260		1	●					Por unidad
61	Llevado de pieles al área de secado	260	280	1	●					Caminando
62	Secado de pieles en placas	260		13	●					Por unidad
63	Llevado de pieles al patio	260	580	4,3	●					Caminando
64	Secado de pieles al ambiente	260		4	●					Por unidad
65	Llevado de pieles al acabado	260	830	4,3	●					En carritos
66	Espera antes del abatanado	260		0,5	●					
67	Preparado para el abatanado	260		0,3	●					
68	Cargado de pieles al Fulon	260		1	●					
69	Abatanado de pieles	260		8	●					
70	Descargado de pieles del abatanado	260		1	●					
71	Llevado de pieles al tesado	260	220	0,6	●					En carrito
72	Toggledo de pieles	260		8	●					Dos por placa
73	Calentado de Toggling para el tesado	260		0,5	●					
74	Desclavado de pieles del Toggling	260		8	●					Por unidad
75	Espera	260		0,5	●					



76	Clasificado de pieles pintadas	260		2						En napa y mable
77	Llevado de pieles al felpeado	260	130	0,5						En carrito
78	Preparado para el felpeado	260		0,1						
79	Felpeado de pieles	260		7						Por unidad
80	Espera	260		1						
81	Llevado de pieles al grabado	260	120	0,5						En carrito
82	Preparado para el grabado	260		0,1						
83	Grabado de pieles	260		7						Por lonja
84	Llevado de pieles al ablandado	260	120	0,5						En carrito
85	Preparado para el abatanado	260	60	0,4						
86	Cargado de pieles al Fulon	260		1						
87	Ablandado de pieles	260		8						
88	Llevado de pieles al planchado	260	180	0,5						En carrito
89	Preparado para el planchado	260		0,2						
90	Planchado de pieles	260		8						Por unidad
91	Llevado de pieles al medido	260	70	0,5						En carrito
92	Medido recortado y clasificado de pieles	260		6						En pie ²
93	Almacenado de producto terminado	260	160	6						Por lonjas
TOTAL		260	13069	344						

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.

Se maneja un lote de 260 pieles, es decir se espera acumular ese tamaño de lote de los proveedores para iniciar el proceso de producción, los proveedores tiene contrato por año y se elige al proveedor de acuerdo al precio concordado por ambas partes.

Para la producción de un lote de 260 pieles se recorre una distancia aproximada de 13.069 metros y un tiempo de 344 horas que son aproximadamente ocho semanas, este tiempo es calculado cuando no se tiene pedidos, para poder almacenarlo en el producto terminado esperando al cliente, ya que se trabaja con un sistema de empuje, el tiempo varía de acuerdo a la demanda, es decir, cuando se tiene un pedido urgente se toma la cantidad de pieles saladas que requiere el cliente, así el tiempo de producción podría llegar a dos semanas.

Otro de los motivos por el cual el tiempo de producción es largo, es por la maquinaria que sufre paros repentinos. En la curtiembre existen operaciones en las que se detiene la producción debido a la maquinaria que deja de funcionar, perdiendo desde medio día hasta



una semana de trabajo, cuando una de las maquinas deja de operar se contacta con el técnico, con el cual no se tiene un contrato de trabajo directo por lo cual demora en llegar a la empresa y solucionar el problema.

La materia prima para la producción de cuero son pieles altioplánicas, los proveedores lo venden por kilo y en una cantidad de aproximadamente 45 pieles, dos veces por semana.

A la llegada de las pieles frescas dos operarios interrumpen sus actividades para proceder a pesar y clasificar las pieles de acuerdo a su tamaño para salarlas en una pila de máximo 50 pieles, las pieles de 15 a 20 kilos se salan en una pila y las pieles de 20 a 25 kilos en otra pila. Debido a las largas distancias que se tienen en la curtiembre, las pieles saladas son llevadas en un montacargas con capacidad de 2.000 kilos al preremajo, en el preremajo se pueden dejar las pieles dentro del Fulon rotando durante la noche así como en el Remojo, después se descargan y se dejan escurrir para pasarlas al descarnado. En la curtiembre se utilizan dos fulones para el preremajo y remojo, los fulones que se usan tienen una capacidad de 1.700 y 3.300 kilos, que unidos cargan un aproximado de 260 pieles.

Para llevar las pieles al descarnado también se usa el montacargas, para el pelambre se vuelve a usar los dos fulones que se usaron en el preremajo y remojo, usando el mismo montacargas para transportarlas y luego llevarlas al dividido.

El dividido se realiza por unidad hasta acabar el lote apilando las pieles en unos cajones donde son transportados al curtido y posterior escurrido.

Después del escurrido las pieles destinadas al acabado en napa o mable se llevan al rebajado en montacargas para el posterior recurtido, algunas operaciones que se realizan en el fulon se las puede dejar por la noche para aprovechar ese tiempo por el requerimiento del cliente en cuanto a tiempo.

Después del recurtido se lleva en montacargas las pieles al secado en placas, para posteriormente llevar las pieles al secado en el ambiente y extenderlas en el piso.

Al área de acabado las pieles las llevan los operarios en los hombros y en las siguientes operaciones del área de acabado se usan carritos para transportarlas entre operaciones, en el área de acabado se realizan las operaciones por unidad y hasta terminar el lote para pasar a



las siguientes operaciones, es decir se tiene un proceso de forma secuencial, ya que se espera terminar un lote en un proceso para seguir con el siguiente proceso.

Finalmente se miden las pieles para venderlas por pie², en donde se verifica que las pieles cumplan con los requisitos de calidad y del cliente.

En el cursograma analítico se señaló las actividades que no generan valor como transporte, espera, almacenamiento, inventario de producto terminado aunque sean necesarias en muchos casos, en estos desperdicios se va enfocar las herramientas de la Manufactura Esbelta, para eliminarlas o disminuirlas, solo las actividades señaladas como operaciones son las que generan valor.

Con ayuda del cursograma analítico realizado se puede identificar los siguientes desperdicios que existen en todo el proceso:

- Espera, en diferentes operaciones se tiene espera de productos entre proceso por la espera un lote del proceso anterior y por la falta de operarios al momento de realizar las actividades, es decir no existe un Balanceo de línea que vaya acorde a la cantidad demandada del cliente y a un plan de producción.
- Transporte, Se observa que existe pérdida de tiempo en el transporte debido a que las estaciones de trabajo se encuentran alejadas unas de las otras, así como el almacén de productos químicos que se encuentran a gran distancia de los fulones.
- Inventario, Se observan inventarios entre procesos y en producto terminado esperando un cliente, ya que se tiene producción de acuerdo al empuje es decir que no se tiene una planificación de la producción de acuerdo a la demanda del cliente.

Los desperdicios identificados se van a analizar detalladamente para realizar el mapeo de la cadena de valor y posteriormente plantear los cambios en el proceso.

Las herramientas identificadas según desperdicios y análisis del cursograma analítico son:

- Balanceo de línea en los operarios, debido a los paros en producción e interrupciones causadas por actividades necesarias para cumplir con el pedido repentino de un cliente.



- Planificación de la producción que vaya de acuerdo a la demanda y siguiendo un flujo continuo de productos, para esto se va realizar un análisis de ingeniería de métodos con el mapeo de la cadena de valor y las herramientas de la manufactura esbelta.
- Existen maquinas que sufren paros repentinos con más frecuencia y para tenerlas en buen estado se plantea la implementación de Mantenimiento Productivo Total, que es una de las herramientas de manufactura esbelta.

5.1.3. DIAGRAMA DE RECORRIDO

En el diagrama de recorrido se describe de manera gráfica el procedimiento de las operaciones dentro de la planta, desde del área de ribera, curtido, recurtido y acabado, mostrando las posibles mejoras en la distribución de maquinaria y el recorrido de las pieles por todo el proceso para llegar al producto terminado, (vease FIGURA 5-11, ANEXO C).

Con el diagrama de recorrido se identificó problemas como una distribución de maquinaria inadecuada, exceso de maquinaria y espacio sin uso.

En el diagrama de recorrido se muestran las distancias innecesarias recorridas para el transporte de material entre procesos y entre áreas de trabajo, el revisado de pieles esta al fondo del área de producción, y los procesos que siguen están desordenados, es decir no existe secuencia en los procesos, además las operaciones que se realiza en el área de ribera no se puede operar cerca del área de acabado ya que la humedad alteraría el estado de las pieles en estado de acabado.

Los lotes de producción son grandes ya que se adaptaron de acuerdo a la capacidad de los fulones que están destinados a la producción, tambien se observa que se trabaja en departamentos y no en una sola área de producción, debido al daño que provocaría la humedad en la maquinaria de acabado y secado, por esta razón no es óptimo implementar células de manufactura, por lo que se plantea una redistribución de planta que minimice tiempos y espacios.

Ya que en la planta existe maquinaria instalada sin uso, debido a la baja cantidad de la demanda del cliente, se detalla la cantidad de maquinaria en planta, la cantidad de



maquinaria actual utilizada y la maquinaria sin uso en planta de producción, como se observa en la tabla a continuación.

TABLA 5- 2
CANTIDAD DE MAQUINARIA EN PLANTA DE PRODUCCIÓN

Nº	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD INSTALADA	CANTIDAD ACTUAL UTILIZADA	CANTIDAD SIN USO
1	Descarnadora	2	1	1
2	Divididora	2	1	1
3	Escurreidora	1	1	0
4	Rebajadora	5	1	4
5	Planchas de secado	6	5	1
6	Togling	2	1	1
7	Grabadora	2	1	1
8	Planchadora de acabado	2	1	1
9	Medidora	2	1	1
10	Fulon molinete	6	2	3
11	Fulon grande	6	4	2
12	Fulon pequeño	3	0	4
13	Fulon de acabado	3	3	0

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.

Debido al desperdicio en transporte por el espacio ocupado con maquinaria sin uso y el espacio entre operaciones que se recorre de manera innecesaria, se plantea:

- Redistribución de planta que se adapte a la capacidad de producción actual es decir, en un espacio reducido en comparación con el espacio actual en planta.
- La Metodología de las 5S, una de las herramientas de la Manufactura Esbelta con la que se va solucionar el exceso de maquinaria en planta de producción.
- Mantenimiento total productivo, para solucionar los paros repentinos en la maquinaria que genera paros de tiempos muchas veces prolongados generando incumplimiento de tiempos de entrega.

Para atacar los desperdicios con las herramientas de la Manufactura Esbelta ya identificadas se va determinar las necesidades del cliente.



La aplicación de las herramientas de la Manufactura Esbelta se pueden agrupar en niveles, estos niveles ayudan a entender las necesidades que tiene el cliente sobre el producto, en cuanto a características específicas y tiempos de entrega.

5.2. PRIMER NIVEL: DEMANDA

Las herramientas y cálculos que se usan para determinar la demanda del cliente se describen en los siguientes puntos, con estos se pretende entender las necesidades del cliente en el producto, el precio que los clientes están dispuestos a pagar por el producto y las características de calidad así como el tiempo de entrega que requiere el cliente.

Se va determinar la cantidad que demanda el cliente usando la referencia de la cantidad vendida en el 2019, la cantidad a producir es la demandada más un inventario buffer por mes.

5.2.1. DETERMINACIÓN DEL INVENTARIO BUFFER

El inventario buffer ayuda a alcanzar el pedido y satisfacer al cliente cuando la demanda se incrementa repentinamente, el cálculo del inventario buffer se basa en datos históricos, y los datos en los que se basará el cálculo del inventario buffer son ventas de los últimos meses, se calcula por un producto a la vez y se determina tomando las ventas con el volumen más alto de producción de los últimos cuatro meses y restando el promedio de ventas de esos mismos cuatro meses, como se detalla en la siguiente tabla.

TABLA 5- 3
INVENTARIO BUFFER

MES	WET BLUE (pieza)	NAPA (pieza)	MABLE (pieza)
Mayo	436	131	305
Junio	428	128	300
Julio	438	131	307
Agosto	443	133	310
PROMEDIO	436	131	305
INVENTARIO BUFFER	7	2	5

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia General.



El inventario buffer es de siete piezas wet blue, dos piezas de napa y cinco piezas de mable. Las pieles de napa, mable y wet blue se venden por pieza y una pieza tiene en promedio un tamaño de 30 pie².

5.2.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

Se va determinar la demanda del cliente para la obtención del Takt time; en la empresa se venden tres productos que son: cuero en estado wet blue, cuero napa y mable, cada piel que llega del proveedor se divide en dos, el serraje se usa para wet blue y la flor se usa para producir napa y mable dependiendo de la calidad de la piel, el 70% de las pieles en estado de flor son destinadas al cuero en mable y el 30% se destina a cuero en napa, es decir:

1 Piel = 1 wet blue (pieza serraje) + 0,7 mable(pieza flor mable) + 0,3 napa(pieza flor napa)

1 Piel = 2 piezas (serraje + flor)

A continuación se tiene los datos de ventas por año, estas ventas contemplan cuero terminado en estado wet blue, cuero napa y cuero mable.

TABLA 5- 4
VENTA ANUAL DE LA EMPRESA

N°	TIPO DE PRODUCTO	UNIDAD	VENTAS POR AÑO	VENTAS POR MES	DEMANDA POR MES
1	Wet blue	Pieza serraje	5.136	428	435
2	Napa	Pieza flor	1.541	128	130
3	Mable	Pieza flor	3.595	300	304
TOTAL			10.272	856	870

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia General.

A las ventas por mes se le debe sumar el inventario buffer y con esos datos se obtiene la cantidad demandada por mes que es la que se debe producir para cumplir con el pedido del cliente. Con la demanda por mes de cada producto se realiza el cálculo del Takt time.

5.2.3. DETERMINACIÓN DEL TAKT TIME

Con el cálculo del Takt time se determina el ritmo con el que el cliente está demandando el producto, la empresa debe producir al mismo ritmo del Takt time con el fin de satisfacer al cliente en el tiempo requerido, una de las metas de la Manufactura Esbelta es que el ritmo



de producción y las ventas estén sincronizadas. Para el cálculo del Takt time se usará la siguiente relación:

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo disponible de trabajo por turno} * \text{Uptime}}{\text{Demanda del cliente por turno}}$$

Calculo del tiempo disponible por turno:

Debido a que los operarios empiezan sus actividades a las 8:00 a.m. y terminan a 18:00 p.m. solo hay un turno por día y el tiempo de los operarios en la empresa es de 10 horas.

tiempo de producción disponible: 10 horas = 600 minutos

hora del te de los operarios = -20 minutos

hora del almuerzo = -60 minutos

tiempo para el TPM y las 5'S = -30 minutos

cambios de ropa de los operarios = -10 minutos

Se calcula que el tiempo disponible de trabajo por día es 480 minutos por día.

tiempo disponible por turno: 480 minutos/día

Calculo de la demanda del cliente por turno:

Para obtener la demanda del cliente por turno primero se va a calcular la demanda del cliente con los días que se trabajan por mes, teniendo en cuenta que en la empresa los operarios trabajan de lunes a viernes.

Demanda del cliente por mes: 870 piezas por mes

$$870 \frac{\text{piezas}}{\text{mes}} * \frac{1 \text{ mes}}{21 \text{ días}} = 41,43 \frac{\text{piezas}}{\text{día}}$$

Cálculo de Up time:

$$\text{Uptime: } \frac{t \text{ disponible por turno} - t \text{ de mantenimiento correctivo}}{\text{tiempo disponible por turno}} = \frac{480 - 15}{480} * 100 = 96,88 \%$$

Calculo del Takt time:

$$\text{Takt time} = \frac{480 \text{ minutos/ día} * 0,9688}{41,43 \text{ piezas/día}} = 11,22 \text{ minutos/pieza}$$



El cálculo del Takt time indica que para satisfacer la demanda del cliente se debe producir a un ritmo de 11.22 minutos por pieza.

5.2.4. MAPEO DE LA CADENA DE VALOR ACTUAL

El mapa de valor contiene todas las actividades, las que agregan valor (TVA) y las que no agregan valor (TNVA) consideradas como desperdicio, también se observan las actividades que no agregan valor pero que son necesarias (TNNVA) requeridas para producir un producto, desde la materia prima hasta llegar a las manos del cliente, además identifica todos los pasos del proceso.

Las pieles frescas que llegan de los proveedores tienen un peso promedio aproximado de 19 kilos, las cuales se procede a salarlas, usando un saco de sal de 45 kilos para cuatro pieles, obteniendo las pieles saladas como materia prima de la producción.

En un análisis de balance de materia y el análisis de las mermas se tiene que por tonelada de piel vacuna salado-húmedo que tienen un peso promedio 28 Kg por piel, se producen aproximadamente 260 kilos de flor cuero terminado, y 200 kilogramos de serraje terminado en estado de wet blue, originándose además los siguientes residuos sólidos en el proceso de fabricación, como se detalla en la siguiente tabla.

TABLA 5- 5
RESIDUOS SOLIDOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

TIPO	DESCRIPCIÓN	PESO (Kg)
Solidos no curtidos	Carnazas	200
	Recortes de piel apelambrada	170
Solidos curtidos	Virutas de cromo	60
	Descarnes de wet blue	40
	Recortes de wet blue	20
	Polvo esmerilado	12
	Recortes de cuero semi-terminado	38

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de Producción.

Del tratamiento físico, químico y biológico de los efluentes líquidos que son aproximadamente 40 m³ por tonelada de materia prima, se originan 400 kg de barros de los cuales 32% son sólidos orgánicos producidos en el área de ribera.



El balance nos indica que en estado wet blue en promedio se pueden valorizar 200 Kg de producto terminado.

Puede observarse residuos considerando en el estado en que se originan, que solo se convierte en producto terminado el 18,2 % en cuero mable y el 7,8 % en cuero napa y un 20% en cuero en estado wet blue por cada 1.000 kg de piel vacuna en estado salado.

La curtiembre tiene productos que pasan por los mismos procesos y que utilizan las mismas maquinas, por estas razones se tiene una sola familia de productos (Producto – Ruta), que siguen la misma ruta en su proceso de producción.

La información que se debe calcular para cada uno de los procesos en el mapeo de la cadena de valor son:

- Tiempo de ciclo (T/C) = tiempo para producir una unidad o un lote, según lo requiera el proceso o la programación de producción, este tiempo genera tiempo de valor agregado TVA
- Inventario (I) = la cantidad de materia prima, producto en proceso y terminado que se encuentra esperando en planta de producción
- Takt time= el takt time se va calcular en horas por piel debido a las unidades para el mapeo de la cadena de valor, el cálculo se muestra a continuación:

$$\text{Takt time} = 11,22 \frac{\text{minutos}}{\text{pieza}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} * \frac{2 \text{ pieza}}{1 \text{ pieles}} = 0,374 \frac{\text{horas}}{\text{piel}}$$

- Tiempo de inventario = es el tiempo que los inventarios entre proceso permanecen esperando para ser procesados, el tiempo de inventario (TNVA) es la relación entre el inventario y el Takt time, como se muestra a continuación:

$$\text{TNVA} = \text{Inventario} * \text{Takt time} * \frac{\text{dia}}{\text{tiempo disponible} * \text{Uptime}}$$

- Tiempo de cambio de formato o Setup (C/O) = es el lapso de tiempo ocurrido desde cuando se termina la producción de la última pieza correcta de un producto y se empieza la primer pieza correcta de un producto con diferentes características del



producto anterior o el tiempo que se necesita para que las maquinas estén listas y en óptimas condiciones para comenzar cada proceso, este tiempo no genera valor pero es necesario para los procesos, el setup es el TNNVA

- Número de operadores por estación de trabajo (MO) = número de personas que se necesitan para realizar una operación
- Merma (M) = cantidad de producto sobrante o que se desperdicia en cada operación
- Tiempo de entrega (lead time) = periodo que mide desde la realización de un pedido hasta la entrega del pedido al cliente, es la suma de los tiempos de ciclo de todas las operaciones
- Unidades por ciclo (U/C) = son las unidades que se producen por lote o por cantidad de acuerdo a la programación de producción
- Tiempo por unidad (CTU) = es la relación del tiempo de ciclo y las unidades por ciclo, su cálculo es:

$$CTU = \frac{\text{Tiempo de ciclo}}{\text{Unidades por ciclo}}$$

- Capacidad de producción por proceso (C) = es la capacidad de producción que tiene cada proceso durante un día, tomando el tiempo disponible y el Uptime, su cálculo es:

$$\text{Capacidad (C)} = \frac{\text{Tiempo disponible por turno} * \text{Uptime}}{CTU}$$

- Setup loss (S) = es el tiempo de Setup calculado para la unidad de producto para cada proceso de producción.

$$\text{Setup loss (S)} = \frac{CTU * C/O}{\text{Tiempo disponible} * \text{Uptime} - C/O}$$

- CTU real = es el tiempo en que se produce cada unidad de producto, se calcula sumando el tiempo en que se produce una unidad de producto y el tiempo que se



necesita para que las maquinas estén listas por cada unidad y en óptimas condiciones para comenzar cada proceso, su cálculo es:

$$CTU \text{ real} = CTU * \text{Setup loss}$$

Al desenchalado, purgado, piquelado y curtido que se realizan sin cambios de fulon, al cual se denominara como un solo proceso de curtido por ser el proceso principal, asi como el recurtido, engrasado y teñido que se realiza durante un solo proceso se denominara recurtido.

Se detalla los datos de las operaciones del proceso productivo, los datos de las mermas, los tiempos de ciclo y tiempos de setup que fueron obtenidas mediante información del gerente de producción en planta, mientras que los inventarios entre procesos y las unidades de piel por ciclo fueron recolectados por observación directa en planta de producción.

Se tienen 22 operaciones en el proceso productivo y se realiza una tabla con todos los datos descritos anteriormente para cada operación, como se observa en la tabla a continuación, esta tabla permitirá la posterior grafica del mapeo de la cadena de valor actual, que mediante los datos de dicho mapeo se permita un análisis de los tiempos y desperdicios.

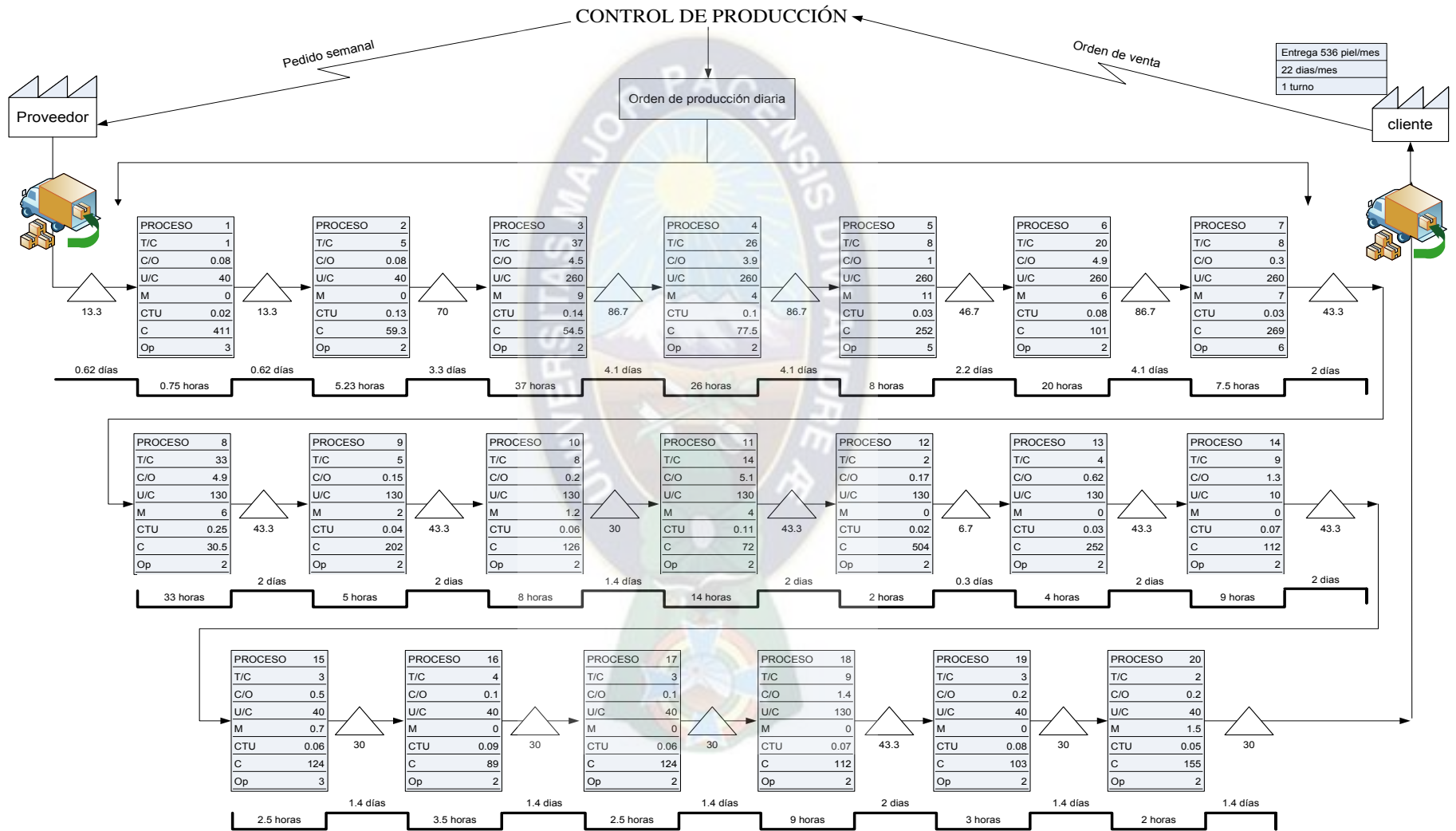
TABLA 5- 6
DATOS DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO ACTUAL

OPERACIÓN	Revisado, pesado y clasificado	Recorte y salado	Preremoyo	Remoyo	Descarnado	Pelambre	Dividido	Curtido	Escurrido	Rebajado	Recurtido	Secado en secoterma	Secado natural	Abatanado	Tesado	Felpeado	Grabado	Ablandado	Planchado	Medido y clasificado
MO	3	2	2	2	5	2	6	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2
T/C (horas)	0.75	5.23	37	26	8	20	7.5	33	5	8	14	2	4	9	2.5	3.5	2.5	9	3	2
C/O (horas)	0.08	0.08	2.3	1.9	1	2.4	0.3	2.4	0.15	0.2	2.6	0.17	0.62	1.3	0.5	0.1	0.1	1.4	0.2	0.2
I (piel)	40	210	260	260	140	260	130	130	130	90	130	20	130	130	90	90	90	130	90	90
U/C (piel)	40	40	260	260	260	260	260	130	130	130	130	130	130	130	40	40	40	130	40	40
M %	0	0	9	4	11	6	7	6	2	1.2	4	0	0	0	0.7	0	0	0	0	1.5
CTU (hora/piel)	0.02	0.13	0.14	0.1	0.03	0.08	0.03	0.25	0.04	0.06	0.11	0.02	0.03	0.07	0.06	0.09	0.06	0.07	0.08	0.05
TNVA (día)	0.62	3.27	4.05	4.05	2.18	4.05	2.03	2.03	2.03	1.4	2.03	0.31	2.03	2.03	1.4	1.4	1.4	2.03	1.4	1.4
C (piel/día)	411	59.3	54.5	77.5	252	101	269	30.5	202	126	72	504	252	112	124	88.6	124	112	103	155
S (hora)	0	0	0.06	0.03	0	0.03	0	0.11	0	0	0.05	0	0	0.01	0	0	0	0.02	0	0
CTUreal (hora/piel)	0.02	0.13	0.2	0.13	0.04	0.11	0.03	0.37	0.04	0.06	0.16	0.02	0.03	0.08	0.07	0.09	0.06	0.08	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.

El mapeo de la cadena valor del estado actual se muestra en la siguiente figura:

FIGURA 5-2
MAPEO DE LA CADENA DE VALOR ACTUAL



Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.



La entrega de los proveedores a la empresa es dos veces por semana en una cantidad promedio de 45 pieles por cada entrega, la producción espera acumular 260 pieles para empezar a producir un lote para pasar al inventario de producto terminado y esperar el pedido del cliente, es decir que se empuja la producción hacia el cliente.

Del mapeo de la cadena de valor actual se puede identificar los siguientes datos:

Lead Time = 68,9 días

TVA = 25,2 días

TNVA = 41,1 días

TNNVA = 2,5 días

%(VA) = 36,6 %

%(NNVA) = 3,6 %

%(NVA) = 59,7 %

Takt time = 0,374 horas/piel

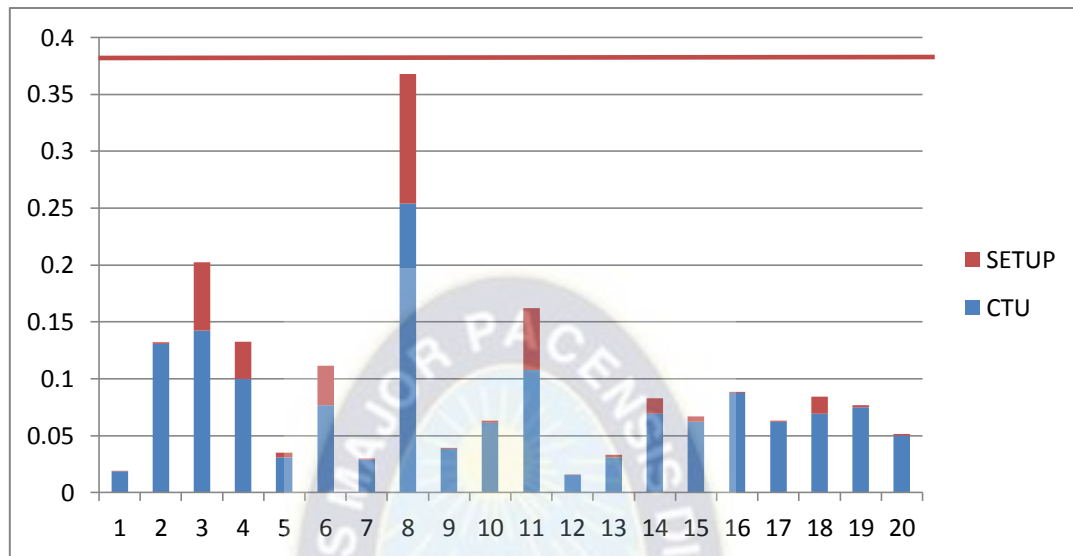
El Lead Time es 68,9 días; el tiempo de valor agregado es 25,2 días y el tiempo de actividades que no agregan valor pero que son necesarias, es decir el tiempo de setup es de 2,5 días. El tiempo de ciclo de cada operación comprende las actividades que agregan valor y las actividades que no agregan valor pero que si son necesarias, mientras el mayor tiempo que se representa en el mapeo de la cadena de valor es el tiempo de valor no agregado (59,7 %), es decir el tiempo que los productos pasan en inventario entre procesos o inventario final, tiempos de espera y tiempo de transporte por tener un espacio en exceso para el tamaño de producción actual.

El setup afecta la capacidad de la planta, ese tiempo debe ser tomado en cuenta para calcular el tiempo que toma producir una unidad de piel.

El tiempo de ciclo para cada piel más el tiempo de setup para procesar una piel es el CTU real de cada proceso de producción, a continuación en la siguiente figura se comparan el CTU real y el Takt time por cada proceso productivo.



FIGURA 5-3
TIEMPOS POR PROCESO



Fuente: Elaboración propia en base a información de la FIGURA 5-2.

En la figura se muestra el tiempo de producción de cada una de las operaciones que es el CTU real, comparando cada una de ellas con el Takt time 0,374 horas/piel, el proceso de curtido es el que toma más tiempo 0,368 horas por piel, pero este valor se encuentra por debajo del Takt time, lo que hace que se tenga capacidad para cumplir con la demanda del cliente. También se muestra que el tiempo por unidad de producción de todos los procesos, están por debajo del Takt time, se debe a que se tiene una capacidad para producir más unidades al día, pero no se usa toda la capacidad de la planta debido a la baja producción.

La cantidad de los operarios es suficiente para cubrir la baja producción y los operarios trabajan en diferentes actividades durante la jornada laboral, por esta razón se interrumpe los procesos dejándolos en pausa y generando inventarios entre procesos debido a la necesidad de realizar otras actividades necesarias en el momento.

De acuerdo a los diagramas de registros vistos anteriormente se puede verificar que existen tres tipos de desperdicios en todo el proceso de producción que son: tiempos de inventario entre procesos e inventario final, tiempo de espera y transporte innecesario. Estos desperdicios que representan el 59,7% se consideran el mayor tiempo en el mapeo de la cadena de valor que es el tiempo de valor no agregado, considerando estos desperdicios



identificados y el porcentaje que representa en el tiempo de entrega de producto final, se plantean las siguientes herramientas para un flujo continuo en el proceso productivo:

1. Balanceo de línea en producción
2. Redistribución de maquinaria en planta que se adapte a la producción
3. Diseño de la Metodología 5´S
4. Mantenimiento total productivo
5. Plan de producción de acuerdo al ritmo y características de pedido del cliente

Se planteará mapeo de la cadena de valor futuro con las mejoras de las herramientas de la Manufactura Esbelta para aumentar la productividad de la empresa, por lo cual se va realizar un diseño de planificación de la producción que vaya acorde al Takt time y el Pitch requeridos en la empresa por el cliente.

5.2.5. MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA PRODUCTIVIDAD

La productividad es la relación de los productos obtenidos y los recursos utilizados, se va determinar la productividad en los procesos mediante el índice global de la productividad, la suma de los índices de la productividad de los recursos utilizados, multiplicados por los costos ponderados de cada recurso da como resultado el índice global de la productividad.

Las formulas para el cálculo del índice de la productividad de cada uno de los recursos utilizados y el índice global de la productividad se detalla a continuación:

$$\text{Índice de la productividad de materia prima: } \Pi_{MP} = \frac{Q_V}{Q_{MP}}$$

$$\text{Índice de la productividad de mano de obra: } \Pi_{MO} = \frac{Q_V}{Q_{MO}}$$

$$\text{Índice de la productividad de energía eléctrica: } \Pi_E = \frac{Q_V}{Q_E}$$

$$\text{Índice de la productividad de capital: } \Pi_K = \frac{Q_V}{Q_K}$$

$$\text{Índice de la productividad de servicios básicos: } \Pi_S = \frac{Q_V}{Q_S}$$

$$IGP = (P_{MP} * \Pi_{MP}) + (P_{MO} * \Pi_{MO}) + (P_E * \Pi_E) + (P_K * \Pi_K) + (P_S * \Pi_S)$$



Donde:

Q_V = valor de la cantidad anual de productos vendidos

Q_{MP} = valor de la cantidad anual de materia prima utilizada

Q_{MO} = valor de la cantidad anual de mano de obra utilizada

Q_E = valor de la cantidad anual de energía eléctrica utilizada

Q_K = valor de la cantidad anual de capital utilizada

Q_S = valor de la cantidad anual de servicios básicos utilizados

Se determinara la productividad de la empresa para el presente año 2019, para esto el cálculo de las ventas y los recursos utilizados serán anuales.

Con los datos de precio de venta por pie² mostrados en la TABLA 1-6 se determina el precio de venta por pieza de napa, mable y wet blue, en los siguientes calculos se toma en cuenta que las pieles terminadas en napa, mable y wet blue se venden por pieza y una pieza tiene en promedio un tamaño de 30 pie², el calculo de precio de venta de cada pieza se muestra a continuación:

$$\text{Wet Blue: } 0.25 \frac{\$}{\text{pie}^2} * 6.96 \frac{\text{Bs}}{\$} * 30 \frac{\text{pie}^2}{\text{pieza}} = 52,2 \frac{\text{Bs}}{\text{pieza}}$$

$$\text{Napa: } 15 \frac{\text{Bs}}{\text{pie}^2} * 30 \frac{\text{pie}^2}{\text{pieza}} = 450 \frac{\text{Bs}}{\text{pieza}}$$

$$\text{Mable: } 12 \frac{\text{Bs}}{\text{pie}^2} * 30 \frac{\text{pie}^2}{\text{pieza}} = 360 \frac{\text{Bs}}{\text{pieza}}$$

Con los datos anteriores se determina el total de ventas anual de piezas.

Para los siguientes calculos como la cantidad anual vendida y los calculos de cantidad de recursos utilizados en la producción que son materia prima e inusmos, se toma en cuenta los datos de la cantidad de venta anual de cada tipo de pieza de TABLA 5-4, como se detalla en las siguientes tablas a continuación:



TABLA 5- 7
CANTIDAD ANUAL VENDIDA EN 2019

PRODUCTO	UNIDAD	CANTIDAD VENDIDA	PRECIO DE VENTA (Bs/pieza)	INGRESO (Bs/año)
Wet blue	Pieza	5.136,0	52,2	268.099,2
Napa	Pieza	1.540,8	450,0	693.360,0
Mable	Pieza	3.595,2	360,0	1.294.272,0
CANTIDAD TOTAL DE INGRESOS				2.255.731,2

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de producción.

A las pieles vendidas en estado wet blue no se le atribuyen costos de recurtido ni de acabado por tanto son vendidas a un precio menor que las pieles napa y mable. Las pieles que son destinadas a napa no tienen defectos, mientras que las pieles con algunos defectos son destinadas a mable y por esta razón tienen un precio menor en comparación con las pieles napa. La cantidad anual calculada de ingresos es de Bs. 2.255.731,2

En la siguiente tabla se muestra la cantidad y el costo de los insumos y la materia prima, como se detalla a continuación:

TABLA 5- 8
CANTIDAD ACTUAL DE MATERIA PRIMA UTILIZADA

CANTIDAD (Piel)	MATERIA PRIMA	UNIDAD	FACTOR (kg/piel)	CANTIDAD EMPLEADA (kg)	COSTO UNITARIO (Bs/kg)	COSTO TOTAL (Bs/año)
5.136	Piel	Kilo	19,2	98.611	4,0	394.444,8
5.136	Sal	Kilo	11,3	57.780	0,4	23.112,0
5.136	Insumos	Kilo	3,0	15.408	22,0	338.976,0
COSTO TOTAL DE MATERIA PRIMA						756.532,8

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de producción.

Los costos que se detallan dando un costo total de Bs. 756.532,8 para la materia prima muestran piel altiplánica y sal que se usa para cada piel, esta sal es comprada en sacos por 45 kilos donde cada saco de sal es utilizado para cuatro pieles y la cantidad aproximada es de 11,3 kilos de sal por cada piel, una vez que la piel es salada va perdiendo una cantidad de agua.

Los costos para la mano de obra se detallan en la tabla a continuación:



TABLA 5- 9
MANO DE OBRA ACTUAL UTILIZADA

DESCRIPCIÓN	SUELDO (Bs/mes)	CARGA SOCIAL 16,71% (Bs/mes)	BENEFICIOS D/I (Bs/mes)	SUELDO (Bs/mes)	SUELDO (Bs/año)	CANTIDAD	SUELDO TOTAL (Bs/año)
Operario	2.105	352	702	3.158	37.901	8	303.207,6
Operario	2.500	418	833	3.751	45.013	3	135.039,0
Personal administrativo	4.500	752	1.500	6.752	81.023	2	162.046,8
Personal de gerencia	7.000	1.170	2.333	10.503	126.036	2	252.072,8
TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA							852.366,2

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de producción.

Al sueldo por cada operario y por mes se le suma la carga social de 16,71% y los beneficios sociales que son: aguinaldo, prima anual, prevvion y vacaciones, de estos beneficios dos son directos y dos indirectos, estos beneficios representan 33.33% del sueldo por cada mes, como se detallo en la tabla anterior. En la empresa trabajan 11 operarios y 4 administrativos que perciben sueldos diferentes, la cantidad total calculada de sueldos de mano de obra utilizada para la producción por año es de Bs. 852.366,2.

Los costos de energía eléctrica y servicios básicos utilizados anualmente se detallan en la tabla a continuación.

TABLA 5- 10
COSTOS DE PRODUCCIÓN ACTUAL

ENERGÍA UTILIZADA	COSTO (Bs/mes)	COSTO (Bs/año)
Energía eléctrica	11.000,0	132.000,0
TOTAL COSTO DE ENERGÍA		132.000,0
DETALLE SERVICIO	COSTO (Bs/mes)	COSTO (Bs/año)
Agua	2.000,0	24.000,0
Gas	850,0	10.200,0
TOTAL COSTO DE SERVICIOS		34.200,0

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de producción.

Se muestran que el costo anual en energía eléctrica es de Bs. 132.000,0 y el de servicios básicos como el agua y gas utilizados en la producción tiene un costo anual de Bs. 34.200.



Los costos que se describen en la tabla a continuación, muestran la cantidad de costos en maquinaria que se calcula mediante la depreciación anual de todas las maquinas instaladas en la empresa, es decir que las maquinas en uso y sin uso serán tomadas en cuenta ya que se encuentran en planta de producción generando costos.

TABLA 5- 11
COSTO ANUAL DE MAQUINARIA ACTUAL UTILIZADA

DETALLE	CANTIDAD	C.U.	COSTO TOTAL	VIDA ÚTIL (años)	DEPRECIACIÓN (Bs/año)
Descarnadora	2	180.000	360.000	5	24.000,0
Divididora	2	180.000	360.000	5	24.000,0
Escurreidora	1	156.000	156.000	5	10.400,0
Rebajadora	5	180.000	900.000	5	60.000,0
Planchas de secado	6	50.000	300.000	5	20.000,0
Togging	2	120.000	240.000	5	16.000,0
Grabadora	2	130.000	260.000	5	17.333,3
Planchadora de acabado	2	72.000	144.000	5	9.600,0
Medidora	2	80.000	160.000	5	10.666,7
Fulon molinete	6	70.000	420.000	5	28.000,0
Fulon grande	6	60.000	360.000	5	24.000,0
Fulon pequeño	3	40.000	120.000	5	8.000,0
Fulon de acabado	3	40.000	120.000	5	8.000,0
TOTAL COSTO DE CAPITAL			3.900.000		260.000,0

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de producción.

Se tiene un costo total de Bs. 260.000,0 por el costo de la depreciación de la cantidad maquinaria instalada en planta de producción. La depreciación es calculada de forma lineal, se toma en cuenta que la maquinaria y los fulones tienen una vida útil de cinco años cuando se adquirieron y se toma la depreciación por hora, teniendo en cuenta que en la empresa se trabaja solo un turno por día.

Con la cantidad de cada recurso determinado se calcula los índices de productividad de cada uno de estos recursos y el índice global de la productividad mediante las formulas ya mencionadas que relacionan la cantidad anual de ventas con los costos de cada recurso, como se detallan en los calculos a continuación:



$$\text{Índice de la productividad de materia prima: } \Pi_{MP} = \frac{Q_V}{Q_{MP}} = \frac{2.255.731,2}{756.532,8} = 2,98$$

$$\text{Índice de la productividad de mano de obra: } \Pi_{MO} = \frac{Q_V}{Q_{MO}} = \frac{2.255.731,2}{852.366,2} = 2,65$$

$$\text{Índice de la productividad de energía eléctrica: } \Pi_E = \frac{Q_V}{Q_E} = \frac{2.255.731,2}{132.000,0} = 17,09$$

$$\text{Índice de la productividad de capital: } \Pi_K = \frac{Q_V}{Q_K} = \frac{2.255.731,2}{260.000,0} = 8,68$$

$$\text{Índice de la productividad de servicios básicos: } \Pi_S = \frac{Q_V}{Q_S} = \frac{2.255.731,2}{34.200,0} = 65,96$$

Para el cálculo del índice global de productividad se calcula la ponderación de costos de cada recurso como se muestra en la tabla a continuación:

TABLA 5- 12
INDICE DE PRODUCTIVIDAD GLOBAL

RECURSO UTILIZADO	COSTO DE RECURSO	PORCENTAJE DE COSTO (P _i)	PONDERACION DE COSTOS (Π _i)	PONDERACION POR PRODUCTIVIDAD (P _i * Π _i)
Materia prima	756.532,8	0,37	2,98	1,11
Mano de obra	852.366,2	0,42	2,65	1,10
Energía	132.000,0	0,06	17,09	1,11
Capital	260.000,0	0,13	8,68	1,10
Servicio	34.200,0	0,02	65,96	1,10
SUMA	2.035.098,9			5,54

Fuente: Elaboración propia en base a información de tabla 5-8, tabla 5-9, tabla 5-10, tabla 5-11

$$IGP = (P_{MP} * \Pi_{MP}) + (P_{MO} * \Pi_{MO}) + (P_E * \Pi_E) + (P_K * \Pi_K) + (P_S * \Pi_S)$$

$$IGP = 5,54$$

A continuación en la siguiente tabla se muestra un resumen de los costos anuales de cada recurso, las ventas anuales, los índices de productividad de cada recurso y la productividad global calculada para el año 2019.



TABLA 5- 13
ÍNDICES DE LA PRODUCTIVIDAD ACTUAL

DETALLE	MONTO (Bs)
Total costo de materia prima	756.532,8
Total costo de mano de obra	852.366,2
Total costo de capital	260.000,0
Total costo de energía	132.000,0
Total costo de servicios	34.200,0
TOTAL DE COSTOS	2.035.098,0
INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD	
DETALLE	VALOR
Productividad de materia prima	2,98
Productividad de mano de obra	2,65
Productividad del capital	8,68
Productividad de la energía	17,09
Productividad de los servicios	65,96
ÍNDICE GLOBAL DE PRODUCTIVIDAD	5,54

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de producción.

Los índices de productividad calculados indican que por cada unidad de mano de obra utilizada se obtiene Bs. 2,65; por cada unidad de materia prima utilizada se obtiene Bs. 2,98; por cada unidad de capital utilizada se obtiene Bs 8,68; por cada unidad de energía utilizada se obtiene Bs 17,09 y que por cada unidad de servicios básicos utilizados se obtiene Bs. 65,96 de beneficio.

El índice global de la productividad es 5,54 es un índice que más adelante se va comparar para demostrar de forma cuantitativa la mejora que se plantee para elevar la productividad.

5.3. SEGUNDO NIVEL: FLUJO CONTINUO

Después de haber determinado la demanda, se requiere trabajar en el flujo con el fin de recibir las partes concretas en el tiempo indicado y en las cantidades requeridas dentro del proceso de producción, el flujo continuo se resume en hacer solo uno o en pequeños lotes, también implica que solamente se produzca lo que se necesita, justo cuando se lo necesita y en la cantidad exacta que se necesita según el cliente.



5.3.1. JUSTO A TIEMPO

El JIT es un conjunto de principios, herramientas y técnicas que permiten producir y entregar los productos en pequeñas cantidades con tiempos de entrega cortos, para satisfacer las necesidades del cliente. Con las herramientas de la manufactura esbelta planteadas se pretende alcanzar los tres elementos básicos del JIT que son:

- El flujo continuo, el cual fue se atribuye a la redistribución de planta y la implementación de las 5S y el TPM
- La determinación del Takt time y el Pitch que genera la reducción de lote, el cual conlleva a la reducción del tiempo de producción, reducción o eliminación de tiempos de espera y disminución de costos en inventarios entre procesos e inventarios finales innecesarios.
- El sistema jalar que se plantea con ayuda de la implementación del Kanban y el Heijunka en el proceso productivo

Un sistema justo a tiempo tiene dos componentes clave que son la implementación del Kanban y el Hijunka para que la carga de producción sea nivelada.

Para empezar a generar flujo continuo en los procesos sin interrupciones o esperas durante todo el proceso, se debe realizar un estudio de tiempos que permita determinar una planificación de la producción y una planeación en el Balanceo de línea para así lograr disminuir los tiempos muertos, tiempos de espera por parte de los operarios, inventarios finales innecesarios e inventarios entre procesos.

5.3.2. ESTUDIO DE TIEMPOS

Para la aplicación del flujo continuo en el proceso es indispensable conocer el tiempo de ciclo, tiempo estándar y tiempo de setup que necesita cada operación para ser procesada.

En los procesos se observa que se tiene actividades que se realizan en los fulones y estas actividades tienen un tiempo definido según el procedimiento requerido, por esta razón se realiza el estudio de tiempos solo a las operaciones que usan las maquinas donde intervienen los operarios y en las que se requiere una estandarización de tiempos.



Las operaciones que serán sometidas al estudio de tiempos son las siguientes:

1. Descarnado
2. Dividido
3. Escurrido
4. Rebajado
5. Secado en Secoterma
6. Tesado
7. Felpeado
8. Grabado
9. Planchado

En los tiempos observados es necesario tomar en cuenta una valoración técnica del ritmo de trabajo, y así obtener el tiempo normal de cada operación, ya que las observaciones deben hacerse en un operario que realice el trabajo a un ritmo normal, es decir al ritmo de un operario competente, en el caso de la planta se tiene la siguiente descripción basada en la tabla de Westinghouse⁵ a continuación:

Habilidad C2 0,03

Esfuerzo C1 0,05

Condiciones C 0,02

Consistencia B 0,03

La valoración del ritmo de trabajo para el estudio de tiempo es de 0,13

⁵ El sistema de calificación Westinghouse, es de los métodos más completos y utilizados por la mayor parte de los analistas en los estudios de tiempos. En este método se utilizan cuatro factores para calificar al operario, a los cuales se les ha asignado un valor numérico a cada factor los cuales son: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

<http://lawebdelingenieroindustrial.blogspot.com/2016/08/estudio-de-tiempos-valoracion-del-ritmo.html>



Para determinar el tiempo estándar se debe tomar en cuenta el tiempo de suplementos que contempla tiempos por fatiga, tiempos por necesidades personales y tiempos por demoras causadas por elementos extraños inevitables.

El tiempo de suplementos para necesidades básicas y descansos que son aproximadamente 40 minutos por día representan un 8% de la jornada laboral, de igual modo según (Kanawaty G. , 2001) argumenta un 4% por fatiga, sumando estos tiempos se obtiene que el tiempo de suplemento para la empresa es de 12 %, para el tiempo estándar se debe considerar el tiempo de suplemento en el tiempo normal.

El porcentaje de tiempos suplementarios es de 0,12

El tiempo estándar de cada operación es un promedio de todas las observaciones tomando en cuenta el ritmo de valoración y el tiempo de suplemento.

Se debe definir el número de observaciones que se van a tomar para el estudio de tiempos, el tiempo es una variable cualitativa por lo tanto el número de observaciones se calcula con la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{Nz^2\sigma^2}{(N-1)E^2 + z^2\sigma^2}$$

Los datos para el tamaño de muestra son:

N = Tamaño de la población

Z = Estadístico de distribución normal

E = Error esperado

σ = Desviación estándar

En planta de producción se empieza la producción cuando ya se ha acumulado un lote de 260 pieles, por lo tanto ese es el tamaño de la población.

El error de precisión que se va a tomar para los tiempos cronometrados es de tres segundos, mientras el nivel de confianza con el que se va a trabajar es del 95%, por ende el estadístico de prueba de la distribución normal es de 1,96.



La desviación estándar es la mayor distancia aproximada que se tiene entre las observaciones con el tiempo promedio de cada una de las operaciones, mediante la observación entre unidades operadas se observó una variación de aproximadamente 7,5 segundos, por lo tanto esa es la desviación estándar para el cálculo del tamaño de muestra. Se toma el mismo tamaño de muestra para todas las operaciones, ya que todas las operaciones que se van a someter a estudio de tiempos tienen la misma variación aproximada entre tiempos de unidades operadas y se tiene el mismo tamaño de lote hasta finalizar el proceso.

El cálculo del tamaño de muestra es:

$$n = \frac{260 * 1,96^2 * 7,5^2}{(260 - 1) * 3^2 + 1,96^2 * 7,5^2} = 22 \text{ observaciones}$$

Una vez definido el tamaño de muestra para las operaciones que se van a someter al estudio de tiempos, se debe empezar el cronometraje, se va usar el tiempo observado (TO), el tiempo observado es la diferencia en los tiempos entre lecturas sucesivas del cronómetro, y el procedimiento que se va seguir es el cronometraje acumulativo que contempla tiempos continuos, funciona de modo ininterrumpido durante todas las observaciones, desde la primera observación hasta la última observación por cada actividad, al final de cada elemento se apunta el tiempo del cronómetro (TC) y los tiempos observados de cada operación (TO) que se obtiene restando la siguiente operación:

$$TO = TC_n - TC_{n-1}$$

Este método del cronometraje acumulativo asegura el registro de todo el tiempo en el que el trabajo está sometido a observación, ya que se incluyen retrasos y elementos extraños, este método es utilizado debido a que se adapta mejor a la medición y registro de tiempos de operación que sean cortos. Los datos de tiempos se muestran a continuación para cada operación ya determinada, en donde los tiempos cronometrados y observados de las tablas se encuentran en segundos.

DESCARNADO.- El desarmado de pieles es realizado en la máquina descarnadora, en esta operación intervienen cinco operarios, dos operarios pasan el cuero por la descarnadora y la



tienden en un tablero, una vez que la piel está en el tablero los otros tres operarios cortan las partes que son consideradas como desecho y ponen la piel ya descarnada en un cajón de madera que esperara hasta acabar todo el lote y transportarla con el montacargas hasta la siguiente operación. Se asigna cinco operarios para realizar el descarnado sin interrupción aprovechando que las cuchillas de la descarnadora están funcionando, de esta manera los dos operarios encargados del descarnado no se detienen en el cortado y continúan con el descarnado en la siguiente piel, como se observa en la figura a continuación.

FIGURA 5- 4
OPERACIÓN: DESCARNADO DE PIELES



Fuente: Foto en tomadas en planta de producción.

Los datos se observan en la siguiente tabla y contemplan los siguientes tiempos:

TO₁: tiempo de dos operarios para descarnar una piel

TO₂: tiempo del cortado de pieles después del descarnado realizado por los tres operarios

TE: tiempo de espera para el cortado

TO₃: tiempo total para el descarnado completo de cada piel



TABLA 5- 14
TIEMPO DE OBSERVACIÓN: DESCARNADO

DESCARNADO						
Nº	TC1	TO1	TC2	TO2	TE	TO3
1	0 : 59	59	0 : 00	0	59	97
2	1 : 59	60	1 : 37	38	22	97
3	2 : 54	55	2 : 36	37	18	88
4	3 : 46	52	3 : 27	33	19	86
5	4 : 49	63	4 : 20	34	29	93
6	5 : 52	63	5 : 19	30	33	95
7	6 : 43	51	6 : 24	32	19	83
8	7 : 32	49	7 : 15	32	17	82
9	8 : 24	52	8 : 05	33	19	82
10	9 : 18	54	8 : 54	30	24	86
11	10 : 19	61	9 : 50	32	29	95
12	11 : 10	51	10 : 53	34	17	93
13	12 : 05	55	11 : 52	42	13	82
14	13 : 02	57	12 : 32	27	30	90
15	13 : 58	56	13 : 35	33	23	96
16	14 : 51	53	14 : 38	40	13	89
17	15 : 45	54	15 : 27	36	18	95
18	16 : 48	63	16 : 26	41	22	97
19	17 : 35	47	17 : 22	34	13	84
20	18 : 31	56	18 : 12	37	19	90
21	19 : 32	61	19 : 05	34	27	92
22	20 : 25	53	20 : 03	31	22	92
Promedio		56	21 : 04	39		
				35	23	90

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.

El tiempo de descarnado de cada piel realizada por dos operarios es de 56 segundos en promedio, mientras el tiempo de espera por los tres operarios es de 23 segundos en promedio, el tiempo promedio del cortado de pieles es de 35 segundos, mientras que el tiempo desde que se empieza a descarnar una piel hasta que terminan de cortarla y apilarla es de 90 segundos en promedio, y finalmente el tiempo de setup que es el preparado donde se afila los cuchillos de la descarnadora para empezar la operación es de 15 minutos.

Se observa que el tiempo del descarnado es mayor al tiempo del cortado por lo que existe un tiempo de espera por parte de los tres operarios encargados del cortado, el tiempo de



espera para realizar el cortado a la siguiente piel que sale de la descarnadora es de 23 segundos en promedio.

Debido a que el tiempo de cortado de cada piel es de 35 segundos y el tiempo de espera es de 23 segundos para cortar la siguiente piel, uno de los tres operarios está encargado de cortar una parte pequeña de la piel, lo que genera que ese operario espere más tiempo para la siguiente piel comparando al tiempo de espera de los otros dos operarios de cortado, por lo tanto se propone que se reduzca a dos la cantidad de operarios que cortan la piel, de esta manera se tendría el mismo tiempo de dividido y cortado por cada piel con menos recursos de mano de obra utilizado.

DIVIDIDO. - El dividido de pieles es realizado en la maquina divididora, en esta operación intervienen seis operarios, donde dos operarios pasan las pieles por la divididora mientras cuatro operarios jalan la piel que sale de la divididora separada en dos, el serraje y la flor que son apiladas por separado, dos operarios apilan el serraje mientras la flor es medida y apilada por los otros dos operarios. Se asigna seis operarios para realizar el dividido sin interrupción aprovechando que las cuchillas de la divididora están funcionando, de esta manera los dos operarios del dividido no se detienen en el apilado y medido del serraje como se observa en la figura:

FIGURA 5- 5
OPERACIÓN: DIVIDIDO DE PIELES



Fuente: Foto en tomadas en planta de producción.



Los datos observados se detallan en la siguiente tabla a continuación.

TABLA 5- 15
TIEMPO DE OBSERVACIÓN: DIVIDIDO

DIVIDIDO		
N°	TC	TO
1	0 : 27	27
2	1 : 05	38
3	1 : 35	30
4	2 : 01	26
5	2 : 36	35
6	3 : 13	37
7	3 : 49	36
8	4 : 19	30
9	4 : 56	37
10	5 : 37	41
11	6 : 09	32
12	6 : 48	39
13	7 : 21	33
14	7 : 53	32
15	8 : 32	39
16	9 : 00	28
17	9 : 30	30
18	10 : 01	31
19	10 : 37	36
20	11 : 14	37
21	11 : 48	34
22	12 : 21	33
Promedio (segundos)		34

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.

El tiempo de dividido de cada piel realizada por los operarios es de 34 segundos en promedio y el tiempo de setup que es el preparado donde se afila los cuchillos de la divididora para empezar la operación es de 15 minutos, se observó que no existe diferencia de tiempo que sea significativa entre los operarios que realizan el dividido y los operarios que jalan las pieles divididas para apilarla y medirla, debido a esto solo se tomó un tiempo para cada piel.

Dos de los cuatro operarios que jalan las pieles miden el grosor y apilan el lado de la flor mientras otro operario apila el lado del serraje, quedando solo un operario esperando para jalar la siguiente piel, se observó que tres operarios pueden jalar toda la anchura de la piel



que sale dividida, por lo tanto se propone que en esta operación solo intervengan cinco operarios, donde dos operarios pasen la piel por la divididora, dos apilen la flor y uno apile el serraje, generando el mismo tiempo de ciclo con una menor cantidad de operarios.

ESCURRIDO.- El escurrido de pieles es realizado en la maquina escurridora, en esta operación intervienen dos operarios, en el escurrido dos operarios pasan las pieles por la escurridora y la apilan en un caballete para la siguiente operación.

Las observaciones se detallan en la tabla a continuacion.

TABLA 5- 16
TIEMPO DE OBSERVACIÓN: ESCURRIDO

ESCURRIDO		
N°	TC	TO
1	0 : 24	24
2	0 : 51	27
3	1 : 22	31
4	1 : 45	23
5	2 : 12	27
6	2 : 33	21
7	3 : 01	28
8	3 : 25	24
9	3 : 56	31
10	4 : 22	26
11	4 : 48	26
12	5 : 18	30
13	5 : 44	26
14	6 : 12	28
15	6 : 39	27
16	7 : 03	24
17	7 : 28	25
18	7 : 51	23
19	8 : 17	26
20	8 : 46	29
21	9 : 11	25
22	9 : 41	30
Promedio (segundos)		26

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.

De las observaciones, se obtiene que el tiempo de escurrido de cada piel realizada por los operarios es de 26 segundos en promedio, el tiempo de setup que es el preparado de la maquina escurridora donde se preparan los rodillos para empezar la operación es de 10



minutos y el tiempo que las pieles deben estar en reposo después del curtido es de 12 horas, por lo tanto el tiempo de setup total es de 12.17 horas.

SECADO EN SECOTERMA

En planta se cuenta con seis planchas de secado, de las cuales cinco están en buen funcionamiento para su uso adecuado, dos operarios se encargan de esta operación, los operarios tienden una piel sobre la primera plancha y bajan el agua con una espátula, proceden de la misma manera hasta tender las cinco pieles en las cinco planchas, esperan que la plancha haya actuado 10 minutos sobre la primera piel para retirarla y apilarla en un caballete, tienden la sexta piel en la primera plancha y retiran el agua con una espátula, retiran la segunda piel seca de la plancha y tienden la séptima piel en la segunda plancha, realizan el mismo procedimiento hasta la décima piel, donde esperan que haya pasado 10 minutos desde que la sexta piel fue tendida para retirarla de la plancha, siguen este mismo procedimiento para todas las pieles.

A una temperatura de 110 °C, el tiempo que la plancha debe actuar en las pieles es de 10 minutos, una vez que se tiene 25 pieles secas apiladas sobre el caballete, los operarios aprovechan el tiempo de espera y trasladan las pieles al secado natural, extendiendo las pieles en el patio, el secado natural varía entre tres a cuatro horas ya que depende del clima. Las planchas requieren 15 minutos para calentarse con agua del caldero, el tiempo para que el caldero llegue a 110 °C es de dos horas, es decir el tiempo de setup para el secado es de 2,25 horas.

Los datos contemplan los siguientes tiempos:

TO1; tiempo que los operarios necesitan para tender y bajar el agua con la espátula

TO2: tiempo de secado más el tiempo que los operario retiran la piel y la apilan en el caballete

TE: tiempo de espera para cada cinco pieles

TO3: tiempo total para secar cada piel.

Las observaciones de detallan en la siguiente tabla a continuación.



TABLA 5- 17
TIEMPO DE OBSERVACIÓN: SECADO EN SECOTERMA

SECADO EN SECOTERMA						
N°	TC1	TO1	TC2	TO2	TE	TO3
1	2 : 16	136	11 : 38	562		698
2	4 : 03	107	13 : 01	538		645
3	5 : 17	74	14 : 34	557		631
4	6 : 48	91	15 : 49	541		632
5	8 : 11	83	17 : 27	556	199	639
6	12 : 52	82	24 : 19	687		968
7	14 : 26	94	25 : 28	662		756
8	15 : 41	75	26 : 23	642		717
9	17 : 18	97	27 : 40	622		719
10	18 : 07	49	28 : 51	644	366	693
11	25 : 18	65	36 : 00	642		1073
12	26 : 12	54	37 : 12	660		714
13	27 : 30	78	38 : 26	656		734
14	28 : 43	73	39 : 28	645		718
15	29 : 48	65	40 : 34	646	364	711
16	37 : 04	72	48 : 09	665		1101
17	38 : 17	73	49 : 21	664		737
18	39 : 20	63	50 : 35	675		738
19	40 : 26	66	52 : 25	719		785
20	41 : 36	70	53 : 58	742	385	812
21	49 : 12	71	59 : 22	610		1066
22	50 : 26	74	60 : 50	624		698
Promedio (segundos)		78		635	329	772
Promedio (minutos)		1.3		10.6	5.5	12.9

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.

De acuerdo a las observaciones el tiempo de tender una piel sobre la plancha y bajar el agua sobrante con la espátula es de 1,3 minutos en promedio, el tiempo que actúa la plancha más el tiempo que los operarios retiran la piel de la plancha y la apilan en un caballete es de 10,6 minutos, el tiempo de espera de los operarios desde quitar el agua de cada cinco pieles hasta empezar a retirar una piel seca es de 5,5 minutos en promedio, y el tiempo que se necesita para que una piel sea tendida y planchada es de 12,9 minutos en promedio

REBAJADO.- El rebajado de pieles es realizado en la maquina rebajadora, en esta operación intervienen dos operarios que pasan las pieles por la rebajadora y apilar sobre un caballete las pieles ya rebajadas a un grosor determinado. El tiempo de escurrido de cada



piel es de 5,5 minutos en promedio y el tiempo de setup que es el afilado de las cuchillas de la rebajadora es de 15 minutos, el afilado se realiza cada cinco pieles, el tiempo que las pieles deben estar en reposo después del escurrido es de una hora, por lo tanto el tiempo de setup total es de una hora más 15 minutos.

Los datos de las observaciones contemplan los siguientes tiempos:

TO: tiempo que se rebaja cada piel

TE: tiempo que se espera para afilar la rebajadora y empezar a rebajar las siguientes pieles.

Los datos observados se detallan en la tabla a continuación.

TABLA 5- 18
TIEMPO DE OBSERVACIÓN: REBAJADO

REBAJADO			
Nº	TC	TO	TE
1	4 : 24	264	
2	9 : 04	280	
3	13 : 42	278	
4	20 : 18	396	
5	26 : 50	392	900
6	48 : 38	408	
7	53 : 53	315	
8	59 : 40	347	
9	65 : 41	361	
10	71 : 22	341	900
11	91 : 48	326	
12	97 : 18	330	
13	102 : 44	326	
14	108 : 12	328	
15	113 : 39	327	900
16	134 : 03	324	
17	140 : 28	385	
18	144 : 51	263	
19	150 : 17	326	
20	154 : 46	269	900
21	176 : 11	385	
22	180 : 41	270	
Promedio (segundos)		329	
Promedio (minutos)		5.5	

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.



La antigüedad de la maquina rebajadora provocan que el filo de las cuchillas no realicen la operación con una capacidad optima, otra de las razones es el grosor de algunas pieles que ocasionan que la maquina deba afilarse cada vez que pasan cinco unidades de piel por la rebajadora, si no se realiza este afilado se obtendrá el grosor deseado en mayor tiempo y con mayor esfuerzo de los operarios.

TESADO.- El tesado de las pieles se realiza en el toggling, cada toggling tiene 20 paletas, tres operarios se encargan de sacar una paleta para clavar una piel a cada lado de la paleta y meter la paleta al toggling, al concluir con el clavado de 40 pieles, se calienta el toggling para que la piel sea tesada y desclavar las pieles para apilarlas en una base móvil, donde:

TO₁: tiempo de clavado de una piel en un lado de la paleta

TO₂: tiempo de desclavado y apilado de una piel de un lado de la paleta

Los datos observados se detallan en la tabla a continuación.



TABLA 5- 19
TIEMPO DE OBSERVACIÓN: TESADO

N°	TESADO			
	TC1	TO1	TC2	TO2
1	3 : 47	227	0 : 57	57
2	8 : 08	261	1 : 43	46
3	11 : 34	206	2 : 26	43
4	15 : 49	255	2 : 59	33
5	19 : 43	234	3 : 43	44
6	23 : 44	241	4 : 13	30
7	27 : 34	230	4 : 50	37
8	31 : 57	263	5 : 37	47
9	35 : 18	201	6 : 26	49
10	39 : 54	276	7 : 05	39
11	43 : 35	221	7 : 46	41
12	46 : 52	197	8 : 35	49
13	52 : 18	326	9 : 23	48
14	56 : 24	246	10 : 09	46
15	60 : 36	252	10 : 40	31
16	65 : 37	301	11 : 20	40
17	69 : 26	229	11 : 56	36
18	73 : 38	252	12 : 35	39
19	78 : 07	269	13 : 20	45
20	82 : 34	267	14 : 00	40
21	86 : 57	263	14 : 39	39
22	91 : 29	272	15 : 20	41
Promedio (segundos)		250		42
Promedio (minutos)		4.2		0.7

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.

En planta de producción existen dos toggling, cada una con 20 paletas, es decir que cada toggling puede tesar 40 pieles a la vez.

De acuerdo a las observaciones el tiempo de clavado de cada piel es de 4,2 minutos en promedio, se calienta el toggling durante 30 minutos para que las pieles sean tesadas y se procede al desclavado, el tiempo de desclavado de cada piel es de 42 segundos en promedio.

FELPEADO.- Para el felpeado se prepara un recipiente pintura que le da un engomado a la piel al pasarla, es realizado por dos operarios, tienden la piel en una superficie y cada uno carga una pequeña madera de pintura preparada en un mismo recipiente y la pasan por toda



la piel, cuando toda la piel fue felpeada la apilan en un caballete. Los datos observados se detallan en la tabla a continuación.

TABLA 5- 20
TIEMPO DE OBSERVACIÓN: FELPEADO

FELPEADO		
Nº	TC	TO
1	05 : 33	333
2	11 : 16	343
3	15 : 13	237
4	19 : 13	240
5	24 : 39	326
6	31 : 03	384
7	37 : 16	373
8	42 : 25	309
9	45 : 35	190
10	48 : 18	163
11	51 : 43	205
12	56 : 55	312
13	61 : 04	249
14	66 : 08	304
15	70 : 55	287
16	75 : 03	248
17	79 : 55	292
18	84 : 51	296
19	89 : 17	266
20	93 : 46	269
21	98 : 11	265
22	102 : 41	270
Promedio (segundos)		280
Promedio (minutos)		4.7

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.

De acuerdo a las observaciones el tiempo de felpeado para cada piel es de 4,7 minutos en promedio y el tiempo de preparado de la pintura hasta llegar al color deseado es de 10 minutos, ese es el tiempo de Setup para el felpeado.

GRABADO

Se graba las pieles que fueron destinadas a cuero mable, estas pieles tienen defectos que son cubiertos cuando se le da un grabado, para que las pieles sean grabadas se corta la piel en dos, siendo lonjas de piel mable, los dos operarios pasan la superficie de cada lonja por



la grabadora y luego la apilan en un caballete para la siguiente operación; Un operario empieza a pasar una lonja por la grabadora mientras el otro operario jala la piel del otro lado y la apila al caballete. Los datos observados se detallan en la tabla a continuación.

TABLA 5- 21
TIEMPO DE OBSERVACIÓN: GRABADO

GRABADO		
N°	TC	TO
1	02 : 05	125
2	03 : 33	88
3	05 : 35	122
4	07 : 50	135
5	09 : 40	110
6	11 : 12	92
7	12 : 10	58
8	13 : 41	91
9	15 : 30	109
10	16 : 53	83
11	18 : 20	87
12	20 : 20	120
13	22 : 07	107
14	24 : 08	121
15	26 : 46	158
16	28 : 30	104
17	30 : 04	94
18	31 : 52	108
19	33 : 14	82
20	34 : 38	84
21	36 : 22	104
22	38 : 01	99
Promedio (segundos)		104
Promedio (minutos)		1.7

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.

De acuerdo a las observaciones el tiempo desde que el primer operario pasa una lonja por la grabadora hasta que el segundo operario acomoda la lonja ya grabada en el caballete es de 1,7 minutos en promedio y el tiempo de Setup que es el encendido de la grabadora hasta que esté lista para la primera lonja es de 15 minutos. Esta operación es solo para las pieles mable, es para darle una textura extra que cubra los defectos.



PLANCHADO.- Para el planchado se asignó dos operarios, pasan la piel por la planchadora y luego la apilan en una base móvil.

Los datos observados se detallan en la tabla a continuación.

TABLA 5- 22
TIEMPO DE OBSERVACIÓN: PLANCHADO

PLANCHADO		
Nº	TC	TO
1	01 : 32	92
2	03 : 05	93
3	04 : 46	101
4	06 : 16	90
5	07 : 55	99
6	09 : 37	102
7	11 : 12	95
8	12 : 49	97
9	14 : 25	96
10	16 : 04	99
11	17 : 49	105
12	19 : 20	91
13	21 : 02	102
14	22 : 41	99
15	24 : 12	91
16	25 : 45	93
17	27 : 25	100
18	29 : 00	95
19	30 : 33	93
20	32 : 15	102
21	33 : 52	97
22	35 : 25	93
Promedio (segundos)		97
Promedio (minutos)		1.6

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.

De acuerdo a las observaciones el tiempo para el planchado de cada piel es de 1,6 minutos en promedio, el tiempo que se necesita para para que la planchadora se caliente es de 20 minutos, ese el tiempo de setup del planchado.

El tiempo estándar de las operaciones se resume en la tabla a continuación:

Donde:



TO= tiempo observado en unidades de segundos

TN= tiempo normal en unidades de segundos

TE = tiempo estándar en unidades de segundos

TS = tiempo de Setup en unidades de minutos

TABLA 5- 23
RESUMEN DE TIEMPO ESTÁNDAR

N°	OPERACIÓN	MATERIAL EN PROCESO	N° DE OPERARIOS	TO	TN	TE	TS
1	Descarnado	Piel	4	56	63	71	15
	Cortado	Piel		35	40	44	
2	Dividido	Piel	5	34	38	43	15
3	Escurrido	Pieza	2	26	29	33	730
4	Rebajado	Pieza	2	329	372	416	75
5	Secado	Pieza	2	78	88	99	135
	Espera y apilado	Pieza		635	718	804	
6	Tesado	Pieza	3	250	283	316	30
	Desclavado	Pieza		42	47	53	
7	Felpeado	Pieza	2	280	316	354	10
8	Grabado	Pieza	2	104	118	132	15
9	Planchado	Pieza	2	97	110	123	20

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.

El tiempo normal es el tiempo de observación multiplicado por el añadido de la valoración de ritmo cuyo valor es 0,12 y tiempo estándar es el tiempo normal multiplicado por un añadido de tiempo de suplemento, cuyo valor es de 0,13, el tiempo estándar es el que se va considerar para utilizar en las herramientas de mejora de la Manufactura Esbelta.

El estudio de tiempos se dividió algunas operaciones en actividades, esto debido a que se observó que se podía reducir el número de operarios como en el descarnado y dividido, en el siguiente punto se hará un análisis de todas las operaciones para reducir o eliminar los desperdicios de inventarios entre operaciones, asignando la cantidad adecuada de tareas para los operarios con un Balanceo de línea.



5.3.3. BALANCEO DE LÍNEA

En la producción de pieles curtidas se tiene una limitante al producir por unidad o por pequeños lotes de producto, esta limitante es los procesos de rivera en donde las pieles pasan por los fulones, donde las pieles rotan por horas dependiendo del proceso, la cantidad de pieles a procesar va de acuerdo a la capacidad de los fulones, en la curtiembre “REMO E.U.” se espera llegar alrededor de 5.000 kilos de piel que son aproximadamente 260 unidades para procesarlas en dos fulones, el fulon más grande dentro de la empresa puede procesar hasta 3.300 kilos y el fulon más pequeño puede procesar hasta 1.700 kilos, los procesos que se trabajan en los fulones abarcan hasta 24 horas de rotacion, es por esta cantidad de horas que se procesa en lotes grandes, realizar estas operaciones por unidad o por lotes pequeños generaría un gran costo de energía, agua y tiempo, por lo tanto se propone reducir el lote de producción de 5.000 kilos a 1.700 kilos, ya que el fulon más pequeño trabaja con esa capacidad de carga.

El tamaño promedio de pieles que contemplan 1.700 kilos es de 90 pieles, el lote que se propone es de 90 pieles por lote, y el cálculo del takt time para ese tamaño de lote es denominado Pitch, se determina a continuación:

$$\text{Pitch} = 90 \frac{\text{pieles}}{\text{lote}} * 11,24 \frac{\text{minutos}}{\text{pieza}} * \frac{2 \text{ pieza}}{1 \text{ piel}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} = 33,72 \frac{\text{horas}}{\text{lote}}$$

El cálculo del Pitch nos indica que el ritmo en que el cliente requiere un lote de 90 pieles es de 33,72 horas.

Para realizar un Balanceo de línea se debe tener flujo en los procesos, con ese propósito se va determinar el tiempo estándar y tiempo de setup, que sumados dan el tiempo de ciclo para un lote de 90 pieles en cada operación, el tiempo en cada operación para producir un lote no debe sobrepasar el Pitch, para esto se va tratar de eliminar tiempos de inventarios que no agregan valor o de actividades innecesarias ya determinadas anteriormente.

En la tabla a continuación se detalla los datos de el tiempo estándar, el tiempo de setup, el tiempo que intervienen los operarios en cada estación, el tamaño de lote que se trabaja en cada estación, la cantidad de operarios que se requiere en cada operación y también se va



determinar la cantidad de fulones y de maquinaria necesaria que se requiere para cada operación.

TABLA 5- 24
DATOS DE LA PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN

Operación	Personal N°	Tamaño de lote			Tiempo de lote (horas)	Tiempo setup (horas)	Tiempo para los operarios (horas)	Maquinaria necesaria	
		Piel	Pieza					Descripción	N°
			Napa	Mable					
Revisión, pesado y clasificado	2	90			1,51	0,17	1,68		
Recorte de colas y salado	2	90			2,67	0,08	2,75		
Preremajo	2	90			10,00	2,00	2,00	Fulon pequeño	1
Remojo	2	90			10,00	2,00	2,00	Fulon pequeño	1
Descarnado y cortado	4	90			1,79	0,25	2,04	Descarnadora	1
Pelambre	2	90			6,00	2,00	2,00	Fulon pequeño	1
Dividido y medido	5	90			1,08	0,25	1,33	Divididora	1
Curtido	2	90	27	63	14,00	2,00	2,00	Fulon nuevo	2
Escurrido y cortado	2	90	27	63	1,65	12,00	1,65	Escurridora	1
Rebajado de piezas	2		27	63	14,65	0,25	14,90	Rebajadora	1
Recurtido engrasado y teñido	2		27	63	18,00	2,00	2,00	Fulon nuevo	3
Secado en Secoterma	2		27	63	4,25	2,25	6,50	Planchas	5
Secado natural	1		27	63	4,00	1,00	1,00		
Abatanado	1		27	63	12,00	1,00	1,00	Fulon acabado	3
Tesado	3		27	63	10,73	0,08	10,81	Togging	1
Felpeado	2		27	63	8,85	0,17	9,02		
Grabado	2		54		1,98	0,25	2,23	Grabadora	1
Ablandado	1			63	12,00	1,00	1,00	Fulon acabado	2
Planchado	2			63	2,15	0,33	2,49	Planchadora	1
Medido y clasificado	2		27	63	1,50	0,08	1,58	Medidora	1

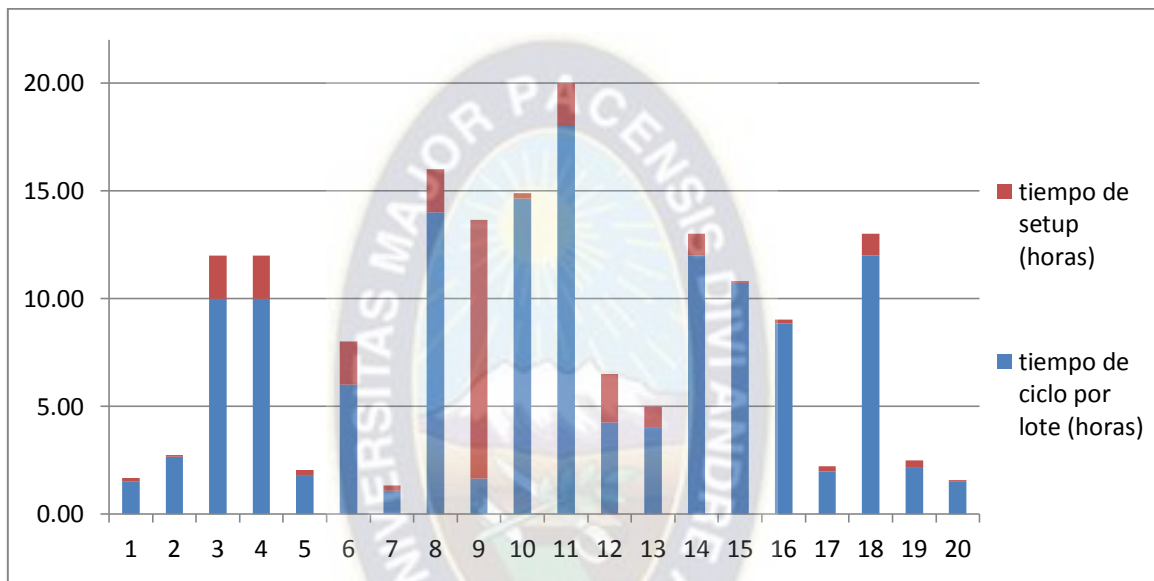
Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.

Las horas de los procesos de preremajo, remojo y pelambre fueron anotados restando el tiempo que las pieles rotan en los fulones durante la noche, es decir solo se anotó las horas en que las operaciones mencionadas se procesan durante el día.



A continuación se muestra el tiempo de ciclo de cada uno de los procesos, separando el tiempo estándar del tiempo setup mediante una gráfica que representa el tiempo requerido en cada estación, visualizando cada tiempo de operación para relacionarlo con el Pitch y el tiempo de ciclo total.

FIGURA 5- 6
TIEMPO DE CICLO POR OPERACIÓN

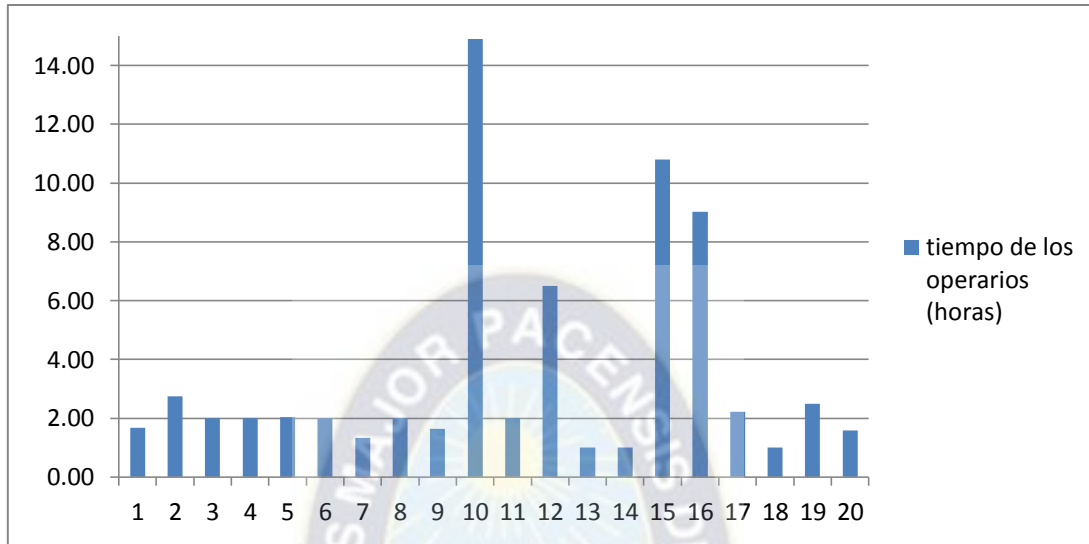


Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.

El tiempo de ciclo total es de 15 días, es lo que tarda un lote para que pase por todas las operaciones. La operación de escurrido cuenta con mayor tiempo de setup (12 horas) y la operación con mayor tiempo de ciclo es el recurtido (20 horas), pero se mantiene por debajo del Pitch que es 33,72 horas por lote. En las operaciones de preremajo, remajo, pelambre, curtido y recurtido se tiene que preparar los fulones para empezar el proceso, ese es el tiempo de setup en donde intervienen los operarios, el tiempo estándar de estas operaciones sucede mientras un solo operario controla el proceso durante el día, donde verifica la temperatura y añade químicos a los fulones según lo requiera su proceso. A continuación se muestra la gráfica del tiempo que los operarios intervienen en cada operación.



FIGURA 5- 7
TIEMPO DE LOS OPERARIOS POR OPERACIÓN



Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.

El tiempo que los trabajadores deben operar en todas estaciones es de 69,97 horas, con estos datos se va realizar un Balanceo de línea tomando en cuenta los tiempos estándar, tiempos de ciclo y los tiempos de los operarios por cada estación de trabajo.

A planta de producción llega de los proveedores pieles cada dos días, llegando a un lote de 90 pieles en cuatro días, que son 32 horas de trabajo, para el Balanceo de línea se tomará ese tiempo como meta de producción, la meta está debajo del Pitch de 33,72 horas y ninguna de las operaciones sobrepasa el tiempo de meta, cada 32 horas se dispondrá de un lote de producto terminado, y en los cuatro días se debe realizar todas las operaciones

A continuación se detalla las operaciones asignadas por día tomando en cuenta el tiempo de proceso de operaciones anteriores y la secuencia que se debe seguir para cada operación.



TABLA 5- 25
PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4
Revisado, pesado	Grabado	Escurrido	Descarnado
Salado y cortado	Remojo	Rebajado	Pelambre
Preremojo	Felpeado	Secado en secoterma	Tesado
Rebajado	Ablandado	Secado natural	Rebajado
Dividido		Abatanado	
Curtido		Planchado	
Recurtido		Medido y clasificado	
Felpeado			

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la FIGURA 5-6 y TABLA 5-8.

En planta de producción se cuenta con 11 operarios y debido a que en la mayoría de las operaciones se necesita de dos operarios, se asignara tipos de operarios: A, B, C, E, F y un operario D que se encarga de mover las pieles entre estaciones con el montacargas, esta asignación sirve para que no se asigne a los mismos operarios en tareas que se realizan de manera paralela.

En la tabla a continuación se detalla el Balanceo de línea, donde se muestran los operarios asignados para cada operación de acuerdo al tiempo de operación en cada estación de trabajo, todos los operarios de planta son polivalentes, es decir que todos los operarios están calificados para realizar cualquier tarea dentro del proceso de producción.



TABLA 5- 26
BALANCEO DE LÍNEA

DÍA	OPERACIÓN	TIEMPO NECESARIO (horas)	TIEMPO SOBRANTE /FALTANTE (horas)	CANTIDAD DE OPERARIOS	TIPO DE OPERARIO
1	Dividido	1,33	6,67	5	A, B, D
	Revisión pesado y clasificado	0,84	5,83	2	A
	Salado y cortado de pieles	1,375	4,45	2	A
	Preremojo	2	2,45	2	A
	Rebajado	0,55	1,9	2	A
	Curtido	2	4,67	2	B
	Recurtido	3	6	2	C
	Felpeado	9,02	-3,02	2	C
	Tesado	2,87	1,8	2	B
			3,8	1	D
2	Grabado	2,23	5,77	2	A
	Remojo	2	3,77	2	A
	Felpeado	3,02	4,98	2	C
	Ablandado	1	7	1	D
3	Escurrido	1,65	6,35	2	A
	Rebajado	14,9	-8,55	2	A
	Secado en Secoterma	6,5	1,5	2	C
	Secado natural	1	7	1	B
	Abatanado	1	7	1	B
	Planchado	2,49	4,51	2	B
	Medido y clasificado	1,58	2,93	2	B
4	Rebajado	8,55	-0,55	2	A
	Descarnado	2,04	5,96	4	B, C
	Pelambre	2	5	2	D
	Tesado	8,11	-2,15	4	B, C

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la FIGURA 5-6 y TABLA 5-8.

En la tabla se observó que hay días con tiempos sobrantes para los operarios del tipo A, B, C y D, además se observó que no se tuvo que usar el tiempo de los operarios del tipo E Y F, por lo tanto solo se necesitan siete operarios para cumplir con la demanda del cliente en el tiempo requerido.

Para el tesado el tiempo de ciclo con tres operarios es de 10,81 horas, pero se observó que en el día asignado para esta operación se dispone de cuatro operarios, por lo tanto el tesado



en su primer día lo van a realizar los cuatro operarios y el tiempo de ciclo adaptado para los cuatro operarios se detalla a continuación:

$$10,81 \times 3 = 32,43 \text{ horas para un solo operario}$$

$$32,43 / 4 = 8,11 \text{ horas para cuatro operarios}$$

El tiempo de ciclo con cuatro operarios para el tesado es de 8,11 horas.

En la tabla se observa que el tesado necesita de 2,15 horas más para ser procesado, pero según la asignación de operarios al día siguiente solo se cuenta con la disponibilidad de tres operarios, por lo tanto a continuación se va recalcular el tiempo de ciclo que necesita el tesado para ser terminado con tres operarios:

$$2,15 \times 4 = 8,6 \text{ horas para un solo operario}$$

$$8,6 / 3 = 2,87 \text{ horas para tres operarios}$$

Con estas correcciones en el tiempo de ciclo del tesado según la cantidad de operarios se realizó en la TABLA 5-25 el Balanceo de línea.

Se tomó en cuenta que el proceso con tiempo estándar del abatanado y ablandado se realizará por las noches ya que solo necesita que los operarios intervengan durante el tiempo de setup y no en el tiempo estándar de su proceso.

El proceso con tiempo de setup del escurrido también se realizara por la noche debido durante este proceso las pieles deben reposar sin intervención de los operarios.

La operación de curtido y recurtido se realiza durante dos días ya que los tiempos no se pueden realizar por las noches debido a que los operarios que controlan el proceso tendrían que quedarse más horas de trabajo lo que conllevaría a un aumento de costos en mano de obra, el tiempo de recurtido tiene 20 horas de ciclo, este tiempo sobrepasa dos días de trabajo pero se toma solo dos días de trabajo debido a que el tiempo que los operarios se encuentran en la empresa es de 10 horas por día, se resta los tiempos en que el operario no trabaja y así se llega a las ocho horas laborales, por lo tanto se concluye que el se puede realizar recurtido en solo dos días laborales.



5.3.4. REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN LA CURTIEMBRE

La capacidad de producción instalada de la planta es de 3.500 pieles por mes, se cuenta con un área de 6.800 m², pero de acuerdo a las ventas actuales en promedio de aproximadamente 850 pieles por mes, se plantea la cantidad de maquinaria de acuerdo a la demanda del cliente y al plan de producción, como se detalla en la tabla a continuación.

TABLA 5- 27
PROPUESTA DE MAQUINARIA EN PLANTA DE PRODUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD PROPUESTA
Descarnadora	1
Divididora	1
Escurreidora	1
Rebajadora	1
Planchas de secado	5
Toggling	1
Grabadora	1
Planchadora de acabado	1
Medidora	1
Fulon pequeño	3
Fulon pequeño nuevo	5
Fulon de acabado	3
Fulon de acabado nuevo	2

Fuente: Elaboración propia en base a datos recopilados de la TABLA 5-8.

Se plantea que para la producción se usen 13 máquinas y 13 fulones de distintos tamaños para tener flexibilidad en el proceso.

En planta de producción se cuenta con la cantidad de maquinaria requerida, también se cuenta con los Fulones pequeños requeridos: pero debido a la reducción de lote de producción y al planteamiento de realizar las actividades eliminando inventarios en espera se requiere adquirir cinco fulones pequeños para el curtido y el recurtido y dos fulones nuevos para el acabado.

Para la contribución de creación de flujo continuo en el proceso de producción lo más óptimo sería contar con células de manufactura, que trabaja con la unidad de producto, pero



en el caso de producción por lotes se va realizar el diseño de una nueva redistribución de planta, en donde se tomaran en cuenta algunos principios básicos para la planeación de un layout celular, los cuales no afecten a la producción por lotes, también se tomará en cuenta el tamaño de producción actual en comparación a la capacidad de producción de planta y la cantidad de maquinaria utilizada actualmente.

Los principios de la manufactura celular que se tomaran en cuenta se mencionan a continuación:

- Organizar los procesos secuencialmente
- El flujo debe ir en sentido contrario de las manecillas del reloj
- Ubicar la última operación cerca de la primera
- Crear las células en forma de U o C

Para el diseño de redistribución de planta se va dividir en área de húmedos, área de acabado y área de administración, ya que el área de húmedos debe ser separada de las demás áreas debido a que podría generar daños a la maquinaria y a las características deseadas de los productos en el área de acabados.

En la redistribución de planta se aplica los puntos y características ya mencionados, (vease FIGURA 5-12, ANEXO C). Gracias a este nuevo diseño se disminuye el tamaño del área de producción de acuerdo a la maquinaria utilizada y considerando el espacio no utilizado, los cambios en el tamaño de área se detallan a continuación:

TABLA 5- 28
PROPUESTA DE LA DISTRIBUCIÓN DE CONSTRUCCIÓN POR ÁREAS

DESCRIPCIÓN	ÁREA PROPUESTA (m2)
Administración	174,56
Producción y servicios	1.450,00
Área no utilizada	0,00
Área verde	480,00
Total	2.105,00

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.



El cambio en el tamaño en área de producción y servicios fue calculado por la cantidad de maquinaria y fulones que se puede instalar en planta de producción con un tamaño de aproximadamente 1.450 m², el cambio en el área verde fue calculado por la cantidad de un lote de pieles que puede ser extendida en un área suficiente para el secado natural.

Se plantea que el terreno de 6.800 m² con que cuenta la planta sea reducido a un espacio de 2.105 m², ya que mantener un espacio amplio innecesario genera costos, inventarios y transporte incensario.

5.3.5. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

En planta de producción no se cuenta con un mantenimiento preventivo para la maquinaria, la empresa cuenta con técnico sin contrato, cuando una maquina no funciona correctamente se contacta con el técnico, así las máquinas que sufren paros y defectos representan un problema en la creación de flujo continuo para el sistema productivo.

El técnico demora de tres horas a un día desde que se realiza la llamada hasta llegar a la planta y arreglar la máquina que está fallando, provocando costos innecesarios y pérdidas de tiempo que conllevan a la ampliación del tiempo total de producción de un lote de producto terminado.

El mantenimiento productivo total se enfoca en mantener en óptimas condiciones el equipo y que no se limite a los defectos o paros repentinos en las maquinarias con el fin de mantener la calidad en la producción y así no interrumpir el flujo continuo ya propuesto, para así llegar a alcanzar la producción planificada de acuerdo al ritmo del pitch planteada anteriormente.

Se desarrollara una planificación para mantener las maquinas en óptimas condiciones y disponibles según lo requiera la producción programadas en todas las estaciones de trabajo, el diseño de implementación del mantenimiento productivo total para la planta de producción se desarrollara en base a una planificación de cinco pasos, donde se detalla cada maquinaria y su frecuencia de mantenimiento ya sea semanal, quincenal, mensual, trimestral y en algunos casos semestral, a continuación se describen los pasos de la planificación.



Paso 1: Anuncio de la alta dirección de la decisión de introducir el TPM

Con este proyecto se plantearán a los directivos las ventajas de implementar la filosofía del TPM, considerando la metodología de mantenimiento actual utilizada, que conlleva al aumento de costos debido a las continuas reparaciones y los altos tiempos de parada de planta, estas paradas repentinas por las maquinarias paralizan la producción de forma impredecible.

Paso 2: Lanzamiento de la campaña

Para el lanzamiento de la campaña se realizará una serie de charlas informativas a todo el personal, ejecutivos, y operarios. Las reuniones se realizarán una hora antes de su horario laboral y serán llevadas a cabo por personal capacitado como expositores en las reuniones. Una de las consecuencias es la resistencia al cambio por parte del personal, principalmente de los operarios, ya que estos realizarían tareas de mantenimiento que previamente eran realizadas por los técnicos, esta resistencia decrece con el tiempo, al realizarse otras reuniones al personal involucrado.

Paso 3: Lanzamiento

Para el lanzamiento se plantea una presentación formal junto a todo el personal de planta, en la que se informará que a partir de esa reunión se comenzará a implementar el TPM.

Paso 4: Determinar un programa de mantenimiento

Este plan se determina en base al historial de paros de maquinaria, utilizando la información recolectada y la información técnica de los equipos.

La información debe analizarse y determinar cuáles son los equipos críticos en cuanto a paradas, es decir los que más fallan o que no pueden fallar según el proceso productivo.

El área de producción dispone de un técnico para las averías de las maquinarias que tienen fallos, los tiempos programados para la producción se encuentran alejados muchas veces debido a estos paros de producción, lo que contribuía a que las fallas que se querían prevenir ocurrieran antes de los tiempos previstos de mantenimiento de forma improvisada.



Con esta herramienta se pretende evitar estas fallas a lo largo del proceso de producción. Este plan debe ser continuamente actualizado utilizando la información obtenida durante la realización de las tareas de mantenimiento, para optimizarlos continuamente y promover el análisis de todas las fallas

Paso 5: Capacitación del personal

Para mejorar las capacidades de operación y mantenimiento se plantean reuniones, al inicio se realizaran capacitaciones sobre el TPM y los beneficios sobre su implementación, utilización y ventajas.

Junto con la dirección se definirá que deben realizarse reuniones trimestrales sobre el TPM. La planificación de reuniones contempla el tema y el tiempo en que se llevara a cabo cada reunion y asocia los datos que conlleva la implementación del mantenimiento total productivo, como se detalla en la tabla a continuación.

TABLA 5- 29
PLANIFICACIÓN DE REUNIONES DEL TPM

REUNIÓN	TEMAS A TRATAR	DURACIÓN
1	Que es el TPM	60 minutos
	Beneficios	
	Involucrados	
Preguntas de ambas partes		
2	Mantenimiento autónomo	60 minutos
	Mantenimiento planificado	
	Preguntas de ambas partes	
Funciones de los involucrados		
3	Herramientas a utilizar	60 minutos
	Preguntas de ambas partes	

Fuente: Elaboración propia en conjunto con Gerencia de producción.

El programa de mantenimiento que será llevado a cabo por el personal se divide principalmente en mantenimiento diario, semanal o quincenal:

- Limpiar e inspeccionar las maquinas, consiste en actividades que se deben realizar después de cada lote procesado en una máquina, después del uso de las maquinas se



debe quitar piel o materia orgánica restante en los cuchillos de las maquinas, también se debe lavar el piso ya que se acumula fluidos y restos de material orgánico, estas actividades la puede realizar un solo operador y toman 15 min por máquina, en cuanto a las operaciones que se realiza en los fulones se debe lavar el piso cada vez que se descargan las pieles al procesar un lote completo.

- Lubricar la maquinaria para la producción, esta actividad se debe realizar quincenal o mensual y para todas las máquinas incluyendo los fulones, la lubricación debe ser realizada por los operadores capacitados B y C, en un tiempo de 15 minutos por máquina y 15 minutos por fulon.
- Eliminar fuentes de contaminación, en caso de que una maquina se deje de usar por un tiempo se debe tapar la maquina con un nylon para evitar daños menores que podría provocar la humedad o el polvo.

El Mantenimiento preventivo mensual:

- Inspeccionar todas las máquinas y equipos de producción, realizada por el técnico, se plantea que para la revisión preventiva de toda la maquinaria el técnico visite la planta de producción una vez al mes.
- Limpieza general de la maquinaria por los operarios, realizada por los operarios capacitados y con una frecuencia de un mes, para todas las máquinas, en caso de encontrar un problema menor se debe comunicar a dirección para posteriormente comunicarse con el técnico de la empresa.
- Controlar los niveles de aceite, filtros de aceite y aire, realizada por los operarios capacitados B y C, con frecuencia de una vez al mes en todas las maquinas y fulones en planta de producción.
- Controlar el stock de los repuestos más utilizados y realizar pedidos en caso de ser necesario, realizada por el jefe de planta en producción en conjunto con los operadores capacitados B y C, para todas las máquinas y fulones.



Se debe tomar en cuenta que para obtener el mayor beneficio del TPM, todo el personal debe cambiar la forma en la que ven el mantenimiento de los equipos para eliminar pérdidas.

Los operadores tiene la responsabilidad de operar y darle mantenimiento a la maquinaria, cuando el operador entiende su rol en el proceso se inicia el camino a eliminar desperdicios y pérdidas mediante la restauración y mantenimiento de la maquinaria.

Un buen entrenamiento técnico y capacitación para el personal de mantenimiento es esencial para llevar a cabo la implementación del TPM.

5.3.6. METODOLOGÍA DE LAS 5S

Una herramienta muy importante para una buena implementación de cualquier metodología es el recurso humano, por esta razón es indispensable la participación de todo el personal, desde la gerencia hasta los operadores de producción, con el compromiso total de todo el personal se plantea el uso de la metodología de las 5S.

Esta metodología ayuda a mover maquinaria que se encuentra sin uso en planta debido al tamaño de producción actual, la importancia de esta metodología radica en mantener un buen ambiente de trabajo, logrando encaminar la organización a la calidad y disminución de entrega.

Además de los aspectos que componen la metodología de las 5S son una necesidad para toda organización, también promueve un cambio de mentalidad hacia la creación de una cultura de autodisciplina orden y economía. Con la aplicación de esta metodología se pretende ayudar a reconocer problemas en el primer paso de su eliminación, señala de manera evidente rechazos y excedentes de inventarios, reduce movimientos inútiles debido a la eliminación de objetos que obstruyan el paso de los operarios, hace más evidentes los problemas relacionados con la calidad, reduce accidentes al eliminar pisos grasosos, sucios y resbaladizos y muestra un lugar limpio, ordenado reflejando una buena imagen para el cliente.

Los pasos que se plantean para la implementación de las 5S en planta de producción se describen a continuación:



a) **Seiri**, la clasificación consiste en distinguir lo necesario de lo innecesario para trabajar productivamente y para este propósito se tienen las siguientes actividades:

- Eliminar todas las cosas innecesarias como maderas, fierros, desechos de cuero seco y las colas cortadas, también se debe remover del área de trabajo maquinaria en desuso.
- Las colas se van a vender a clientes para realizar prendas de artesanía, en cuanto a las máquinas en desuso se va a poner una tarjeta roja para moverlas del lugar de trabajo.

El análisis del mapeo de cadena de valor que se hizo es una base que permitió realizar una planificación de la producción acorde al ritmo de pedido del cliente, con la que se planteó en la cantidad de maquinaria que se debe utilizar, en base a esa información se tiene la cantidad de maquinaria en desuso por cada estación de trabajo como se detalla en la tabla.

TABLA 5- 30
MAQUINARIA CON TARJETA ROJA

N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD SIN USO
1	Descarnadora	1
2	Divididora	1
3	Escurreidora	0
4	Rebajadora	4
5	Planchas de secado	1
6	Togging	1
7	Grabadora	1
8	Planchadora de acabado	1
9	Medidora	1
10	Fulon pequeño	4
11	Fulon grande	2
12	Fulon Molinete	3
13	Fulon de acabado	0

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.

Se determina que existe once máquinas y nueve fulones sin uso.

A continuación se muestra el diseño de tarjeta que se va a utilizar.



FIGURA 5- 8
TARJETA ROJA DE MAQUINARIA

TARJETA ROJA	
Fecha:	
Area:	
Item:	
Cantidad:	
ACCION SUGERIDA	
Agrupar en espacio separado	<input type="checkbox"/>
Eliminar	<input type="checkbox"/>
Reciclar	<input type="checkbox"/>
Reubicar	<input type="checkbox"/>
Reparar	<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia en base a información de Seiri.

Se debe llenar la tarjeta y colocar a todas las maquinas en desuso mencionadas en la tabla anterior señalando la reubicación de la maquinaria para dejar un espacio libre que permita una redistribución de planta que contribuya con la creación de flujo continuo.

b) **Seiton**, que significa organizar documentos, equipos, herramientas, objetos y materiales de trabajo de acuerdo a la frecuencia de uso, es decir si una herramienta de trabajo se usa con más frecuencia se debe acomodar lo más cerca posible de la estación de trabajo en la que se la necesita. Las operaciones requieren insumos más cerca para acortar el tiempo de ciclo, por esta razón se planteó la redistribución de planta que acorta los tiempos y distancias recorridas. Los pasos para aplicar esta herramienta son:

- Organizar las pieles en el salado de acuerdo a la llegada, las primeras en llegar se acomodaran de forma que salgan primero para la siguiente operación, y al finalizar todas las operaciones llegando al embolsado de lonjas se acomodaran de manera que las primeras en llegar sean las primeras en venderse.
- Poner nombre a todas las máquinas y rotular el lugar determinado para cada máquina en planta con cinta adhesiva de color amarillo.
- Marcar con el nombre, código y color para las pieles acabadas en Wet Blue, Mable y Napa.



- Señalar con líneas delimitando el área del piso donde fluyen los desechos para ser lavado y el área por donde pasa el montacargas para trasladar las pieles entre procesos.
 - Usar un panel de herramientas para ser mostradas de manera ordenada y en forma visual para así reducir los tiempos de búsqueda.
- c) **Seiso**, significa limpiar toda el área de trabajo, las actividades que se plantean para la limpieza son:
- Combinar la limpieza con las inspecciones diarias de las máquinas.
 - Programar días de limpieza profunda por los operarios dos veces al año
 - Levantar y limpiar los restos de sal del piso en el área de salado y los restos de piel semi-procesada en las diferentes operaciones.

Se debe asignar una zona de la planta a cada operador, que la mantenga limpia, esta actividad tomara de 15 minutos diarios por operador por área de trabajo, es decir que por día le tomara al operario 30 minutos para la limpieza, para esto se plantea una tabla de responsabilidades que se muestra a continuación.

TABLA 5- 31
TABLA DE RESPONSABILIDADES PARA LA LIMPIEZA

DÍA	OPERADOR	ÁREA DE SALADO	ÁREA HÚMEDA	ÁREA DE CURTIDO	ÁREA DE ACABADO
Lunes	Operador A	x		x	
Martes	Operador A		x		x
Miércoles	Operador B	x		x	
Jueves	Operador C		x		x
Viernes	Operador D	x		x	
Lunes	Operador A		x		x
Martes	Operador A	x		x	
Miércoles	Operador B		x		x
Jueves	Operador C	x		x	
Viernes	Operador D		x		x

Fuente: Elaboración propia en base a información del Seiso.



La tabla de responsabilidades está diseñada para que cada operador lo repita con una frecuencia de dos semanas, donde se asigna a cada operador dos áreas de trabajo. Esta tabla se debe colocar en un lugar visible para todo el personal en planta, de esta manera se limpia un área de trabajo cada dos días para así mantener un ambiente agradable para todo el personal.

- d) **Seiketsu**, significa estandarizar, se emprenderán acciones de estandarización de las tres primeras S, con la finalidad de conservar y mejorar los resultados que se lograran con esta herramienta, la actividad propuesta en este puntos es reuniones y capacitación a los operadores en conjunto con la dirección de gerencia, propuesta en la planificación de reuniones, sobre la capacitación de las 5'S y revisiones para discutir los avances de la implementación de la metodología de las 5S y el TPM cada mes, esta planificación contempla los temas de las reuniones y el tiempo que tomara realizarlas y se muestra en la tabla a continuación.

TABLA 5- 32
PLANIFICACIÓN DE REUNIONES SOBRE LAS 5S

REUNIÓN	TEMAS A TRATAR	DURACIÓN
1	Metodología de las 5'S Beneficios Involucrados Preguntas de ambas partes	60 minutos
2	Funciones de los involucrados Herramientas a utilizar Preguntas de ambas partes	60 minutos
3	Capacitación sobre cada S	60 minutos
4	Revisiones y seguimiento de la implementación de las 5'S durante seis meses Revisión y seguimiento de la implementación del TPM durante seis meses Llenado del cuestionario sobre las 5'S en conjunto con el personal involucrado durante seis meses	60 minutos

Fuente: Elaboración propia en conjunto con Gerencia de producción.



e) **Shitsuke**, es la disciplina que se debe mantener en los operarios y todo el personal para mantener el orden y limpieza en planta, las actividades planteadas para la disciplina son:

- Colocar siempre las herramientas, materiales, herramientas y equipos en el lugar asignado, después de usarlos.

Se propone la capacitación y seguimiento por una persona durante tres meses y las reuniones por dos personas durante tres veces según las horas asignadas para cada reunión.

La metodología de las 5´S, no debe considerarse como una simple forma para obtener limpias las superficies de las áreas de la organización, sino que se debe considerar como un medio importante para asegurar la permanencia en el mercado a largo plazo.

El jefe de producción los primeros seis meses debe supervisar el cumplimiento de esta herramienta junto con las actividades del TPM, llenando el cuestionario propuesto, este cuestionario es un control de las 5S donde se califica cada S de acuerdo a la situación de la empresa para ver si se tiene una buena implementación, este seguimiento con el control se debe realizar una vez por mes, el control se muestra en la tabla a continuación.

TABLA 5- 33
CUESTIONARIO DE LAS 5 "S"

CATEGORÍAS		#	PREGUNTAS	Calificación	Mes #	Comentarios
CUESTIONARIO DE 5 "S" CONTROL MENSUAL				1 Muy malo 2 Malo 3 Promedio 4 Bueno 5 Muy bueno		
SELECCIÓN	1	Existen elementos innecesarios en los puestos e trabajo?				
	2	Están todas las herramientas arregladas en condiciones seguras?				
	3	Las áreas de trabajo son lo suficiente limpias y señaladas?				
ORGANIZACIÓN	1	Existe un lugar específico para las herramientas y maquinaria?				
	2	Son los lugares aptos para reconocer de fácil artículos defectuosos?				
	3	Es fácil reconocer los lugares marcados para cada cosa?				
	4	Se vuelven a colocar las cosas en su lugar después de usarlas				
LIMPIEZA	1	Son las áreas de trabajo limpias y se usan elementos apropiados para su limpieza?				



	2	La maquinaria se mantiene en buenas condiciones y limpias?		
	3	Es fácil de localizar los materiales de limpieza?		
	4	Las medidas de limpieza y horarios son visibles fácilmente?		
ESTANDARIZACIÓN	1	Los operarios tienen información necesaria para operar en su puesto de trabajo?		
	2	Están asignadas las responsabilidades de limpieza?		
	3	Están los basureros y compartimientos de desperdicio vacíos y limpios?		
	4	Están los contenedores de productos en contacto directo con el piso?		
AUTODISCIPLINA	1	Los operarios respetan los procedimientos de limpieza?		
	2	Están siendo observada la organización, el orden y la limpieza regularmente observada?		
	3	Se respetan las áreas de no fumar y no comer?		
	4	La basura y desperdicio están bien localizadas y ordenados?		
		TOTAL		

PUNTAJES	1 a 15	no se realiza ninguna actividad para tener un cambio	no pasa
	16 a 36	se realiza algún cambio pero falta	no pasa
	37 a 57	muy poco hecho, se tiene que mejorar	no pasa
	58 a 78	falta hacer algo más para mejorar	no pasa
	79 a 99	se está cumpliendo con los puntos, se puede mejorar	pasa regular
	100	se cumple con lo planificado	excelente

Fuente: Elaboración propia en base a información del Shitsuke.

Los puntos clave a tomar en cuenta para una correcta implementación de las 5´S son:

- Las 5S debe ser parte del trabajo de todo el personal dentro de la empresa, entre mejor se haga la clasificación menos se tendrá que hacer en organizar y limpiar
- Es factible capacitar a dos instructores de las 5´S y TPM ya que serán líderes de la supervisiones a corto plazo y serán designados a los operarios B y C, que son los operarios con conocimiento sobre el funcionamiento de las maquinas debido al tiempo de trabajo que tienen en planta de producción.
- Se debe tomar fotos antes y después para llevar un registro de los cambios, además se debe documentarlos para posteriores cambios de mejora
- Los cambios radicales y rápidos logran un impacto de manera positiva dentro del personal, esto hace que crean en la idea del cambio.



5.4. TERCER NIVEL: NIVELACIÓN

La nivelación requiere datos como el tamaño de inventarios que se va mantener en el sistema, tipos de tarjetas kanban y el uso de una caja heijunka, estos requerimientos se determinaran para la nivelación de carga.

5.4.1. HEIJUNKA: NIVELACIÓN DE CARGA

El heijunka es un sofisticado método para planear y nivelar la demanda del cliente a través del volumen y variedad de productos a lo largo del proceso de producción, el heijunka puede ser la clave para implementar un verdadero sistema jalar, ya que usa retiros constantes en base al pitch.

Para implementar un sistema jalar se debe disponer de un supermercado en donde el cliente externo pueda completar su pedido y usar una caja heijunka con una señal de kanban que se deba enviar a producción para que se reponga la cantidad de cada color que se ha retirado del supermercado, de esta manera se cumple con la filosofía del JIT

5.4.2. SUPERMERCADO

El supermercado es usado cuando hay una demanda de productos con múltiples características, en este caso los colores son la variedad que se tiene en los productos, se toma en cuenta que el JIT implica que no se debe producir nada sin que le cliente lo haya ordenado, es decir, solo se debe producir la cantidad y variedad que el cliente haya retirado del supermercado.

La demanda del cliente de acuerdo al pitch es de 33,72 minutos por lote, se planteó un lote de 90 pieles y el tiempo de producción desde que llega la materia prima hasta el último proceso de acabado es de 15 días, mientras el tiempo en que se tiene acabado un lote que se planteó de acuerdo al pitch y a la frecuencia de llegada de materia prima es de cuatro días, esta diferencia se debe a que se planteó trabajar de forma paralela y no secuencial.

El cliente realiza el pedido cada periodo de pitch, en una variedad de tres diferentes colores que son negro, café y guindo en napa y mable.



Debido a esto en la planificación de producción se planteó tres fulones para el teñido de las pieles, para así lograr la variedad requerida en el producto final, de esta forma se tendrá una reposición cada 15 días de dos diferentes colores de cuero mable y un color de cuero napa en el supermercado según lo requiera el cliente, esta es la máxima variabilidad que se puede lograr de acuerdo a la planificación planteada de la producción, esta variedad se limita a que la cantidad de pieles en los fulones para el teñido, recurtido, abatanado y ablandado no debe ser muy pequeña porque generaría costos de producción extras, en estas operaciones es donde se define el color y las características de variedad en el producto final. El requerimiento del cliente es de 63 pieles en mable y 27 pieles en napa cada cuatro días, que se planteó de acuerdo al pitch.

La cantidad de supermercado para cada color y tipo de producto se determina en base al historial de ventas y de acuerdo con gerente de producción debido a su experiencia laboral, se plantea un supermercado de 120 pieles de los tres colores para las pieles mable y 60 pieles de cada uno de los tres colores para las pieles napa, donde se tomó en cuenta que la reposición de producto retirado con las mismas características será cada 15 días, pero la diferencia entre reposiciones de producto terminado en planta será de cuatro días de acuerdo al planteamiento de la planificación de producción, como se detalla en la tabla a continuación para cada color y tipo de producto.

TABLA 5- 34
DETERMINACIÓN DEL SUPERMERCADO

COLOR	CANTIDAD (piezas)	
	MABLE	NAPA
Café	120	60
Negro	120	60
Guindo	120	60

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de producción.

En planta de producción actualmente se tiene entre 100 a 150 pieles almacenadas por color de pieles mable y una cantidad de aproximadamente 50 a 80 pieles por color de pieles napa de producto terminado, se va estabilizar esta cantidad de producto terminado con la cantidad propuesta de supermercado.



5.4.3. KANBAN

Cuando se trabaja con un sistema kanban, se tiene un supermercado y por ende se debe implementar tarjetas kanban que indiquen a cada estación de trabajo la variedad y cantidad de producto que se debe reponer en el supermercado. El número de kanbans se determinara dividiendo el tiempo de ciclo total de producción y el tiempo en que se tiene un lote de producto terminado, el cálculo se detalla a continuación:

Tiempo de ciclo total = 15 días

Tiempo total de producción planteado = 4 días

Número de tarjetas = 3,75 ≈ 4 kanbans

El diseño de las tarjetas se muestra a continuación:

FIGURA 5- 9
DISEÑO DE LAS TARJETAS KANBAN

KANBAN DE RETIRO			N°
COLOR	CANTIDAD		
	MABLE	NAPA	
CAFE			
NEGRO			
GUINDO			
Locacion: Almacen de producto terminado			

KANBAN DE PRODUCCION			N°
COLOR	CANTIDAD		
	MABLE	NAPA	
CAFE			
NEGRO			
GUINDO			
Proceso anterior:			
Proceso actual:			
Locacion: Planta de produccion			

Fuente: Elaboración propia en base a información de Kanban.

Se dispondrá de cuatro tarjetas kanbans de producción para cada estación de trabajo en la caja heijunka y cuatro tarjetas kanbans de retiro de producto terminado, con las indicaciones de producción para los operarios, las cuatro tarjetas kanbans pasaran a cada estación de trabajo conforme se vaya procesando los productos durante un periodo de 15 días.



Cuando un cliente externo retire los productos demandados del supermercado se utilizara una tarjeta verde de retiro y se llevara a planta para utilizar una tarjeta amarilla de producción desde el primer proceso hasta el último proceso de producción.

5.4.4. CAJA HEIJUNKA

La caja heijunka es un dispositivo físico que se pondrá en un lugar óptimo visible en planta para todos los operadores, a continuación se muestra el diseño de caja heijunka

FIGURA 5- 10
DISEÑO DE LA CAJA HEIJUNKA

	Revisión, pesado y clasificado	Recorte de colas y salado	Preremajo	Remojo	Descarnado	Pelambre	Dividido	Curtido	Escurrido	Rebajado	Recurtido	Secado en secotermia	Secado natural	Abatanado	Tesado	Felpeado	Grabado	Ablandado	Planchado	Medido y clasificado	
Pendiente																					
En proceso																					
Terminado																					

Fuente: Elaboración propia en base a información de la carga de Nivelación

Cuando llegue una tarjeta kanban de producción amarilla se colocara en la casilla de “Pendiente” para el primer proceso y el operario designado de esa operación en la planificación de producción tomara recogerá la información de la tarjeta y la colocara en la casilla de “En proceso” mientras realiza la operación con las características indicadas y una vez terminado el proceso, el operario deberá retirar la tarjeta de “En proceso” para colocarla en “Terminado” y colocar otra tarjeta en “Pendiente” de la siguiente operación indicando la cantidad y las características que se debe procesar en esa estación de trabajo, para que el encargado de esa operación realice los mismos pasos ya descritos, de esta forma se tendrá en la caja heijunka cuatro tarjetas de producción para cada estación de trabajo que



fluirán de manera que vaya avanzando todo el proceso de producción, durante un periodo de cuatro 15 días. Una vez pasados los 15 días se retirara las tarjetas de las casillas “Terminado” para volver a llenarlas durante los siguientes 15 días que será el siguiente tiempo de ciclo de producción de un lote de 90 pieles. Usando la caja heijunka se estandariza el proceso para que exista flujo continuo reduciendo la cantidad de inventario entre procesos y el tiempo de ciclo total de producción.

5.4.5. DETERMINACIÓN DE MEDIBLES DE NIVELACIÓN PARA LA EVALUACIÓN

Los medibles son una herramienta para rastrear el progreso de la empresa, que conllevan al mejoramiento continuo, se debe medir los puntos enfocados en el mapa de valor, desde el lead time hasta los niveles de inventarios y otros medibles como la productividad. Se debe seleccionar los objetivos de mejora de cada medible y definir nuevas metas, una vez alcanzados lo planteado anteriormente.

Como ya se mencionó, la manufactura esbelta se agrupa en cinco principios que se manejan de forma ciclica, es decir el círculo de la manufactura esbelta es determinar el valor, determinar un mapa de valor, crear flujo continuo, jalar el sistema de producción y perseguir la perfección, para el último paso se debe enfocar en el kaizen con la ayuda de los medibles de la manufactura esbelta. Los medibles se determinan con las mejoras planteadas de manera cuantificable, una vez registrada las mejoras se debe plantear nuevas metas que responden al kaizen, siendo el elemento clave del círculo de la mejora continua, para esto se plantea un diseño de registro de evaluación (vease TABLA 5-35, ANEXO C), para medir los avances de los medibles de la manufactura esbelta. En este registro para la evaluación se tienen cuatro niveles y se usa para las herramientas del pensamiento esbelto planteados que se utilizaron de acuerdo a los problemas que se identificaron en el diagnóstico de la empresa. Se recomienda aplicar esta evaluación cada periodo de tres meses, con esta evaluación se va midiendo y documentando el avance e impacto de las herramientas aplicadas del pensamiento esbelto, con el tiempo se debe añadir más herramientas de acuerdo a las mejoras planteadas con un diagnostico que genere un mapa de valor cada periodo de mejora continua que respondan a la filosofía del kaizen.



CAPITULO VI MÉTODO PROPUESTO

Se realizó un diagnóstico para conocer las causas de los problemas y plantear las herramientas de la manufactura esbelta que disminuyan los desperdicios identificados para un aumento de la productividad. Ahora se debe realizar un análisis del método propuesto comparando datos cuantificables de las mejoras en la propuesta planteada.

Con los datos sobre reducción de costos, reducción de uso de maquinaria, reducción de uso de recursos humanos, acortamiento de tiempos de proceso y reducción de espacio e inventarios, se diseñará un mapeo de la cadena de valor futuro y se calculará la productividad con la propuesta de la implementación de mejora que permita un análisis de datos sobre el aumento de la productividad.

6.1. MAPEO DE LA CADENA DE VALOR FUTURA

La nivelación de carga que representa la implementación de ingeniería de métodos y de las herramientas de la manufactura esbelta que se propuso permite generar un mapeo de la cadena de valor futuro.

En el estado futuro se plantea reducir el espacio utilizado ya que generaba el desperdicio de transporte innecesario. A continuación se muestra la comparación del espacio actual y del espacio utilizado con la propuesta planteada en la siguiente tabla:

TABLA 6- 1
DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS ACTUAL Y PROPUESTO

DESCRIPCIÓN	ÁREA ACTUAL (m ²)	ÁREA PROPUESTA (m ²)
Administración	174,56	174,56
Producción y servicios	3.750,90	1.450
Área no utilizada	1.921,53	0
Área verde	952,93	480
Total	6.800,00	2.105

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.

En el estado futuro también se plantea reducir la cantidad de maquinaria y de fulones, así como el planteo de aumentar la cantidad de fulones para la flexibilidad de producción en la variabilidad de productos terminados.



Se detalla en la tabla a continuación la cantidad de maquinaria actual utilizada, la cantidad de maquinaria planteada con la propuesta de mejora y la cantidad de maquinaria que se va remover del area de produccion.

TABLA 6- 2
MAQUINARIA ACTUAL Y PROPUESTA

DETALLE	CANTIDAD ACTUAL	CANTIDAD PROPUESTA	CANTIDAD SIN USO
Descarnadora	2	1	1
Divididora	2	1	1
Escurreidora	1	1	1
Rebajadora	5	1	4
Planchas de secado	6	5	1
Toggling	2	1	1
Grabadora	2	1	1
Planchadora de acabado	2	1	1
Medidora	2	1	1
Fulon molinete	6	0	6
Fulon grande	6	0	6
Fulon pequeño	3	3	0
Fulon de acabado	3	3	0
Fulon pequeño nuevo		5	
Fulon de acabado nuevo		2	

Fuente: Elaboración propia en base a información de planta de producción y de la planificación de producción.

Con estos datos sobre la maquinaria propuesta, los datos del estudio de tiempos, el pitch, la cantidad de lote, el balanceo de línea y la planificación de la producción que se planteó, se tiene los datos necesarios para el diseño un estado futuro.

La información para cada uno de los procesos y el mapeo de la cadena de valor que genera los datos de la tabla se muestran a continuación.

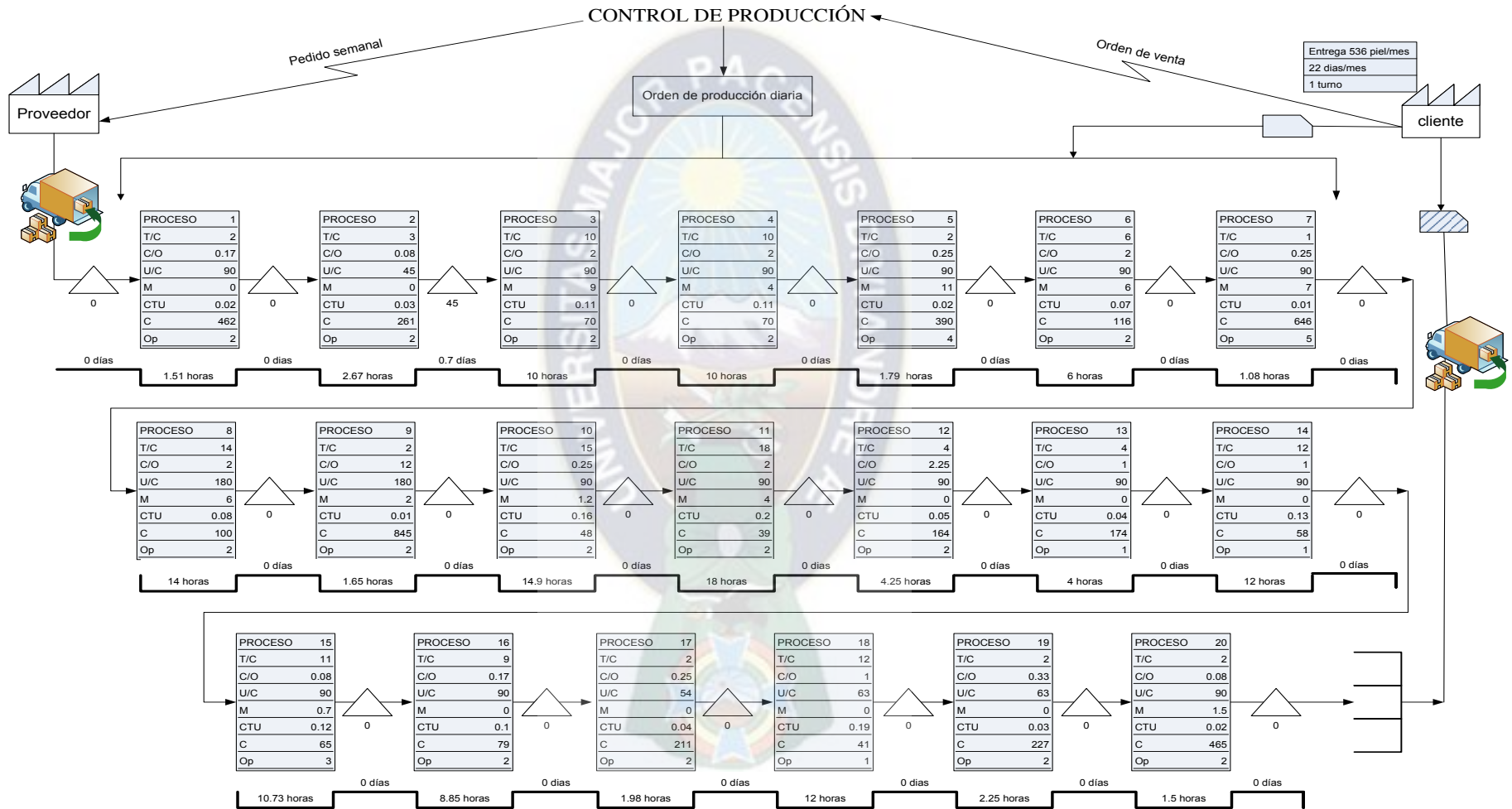
TABLA 6- 3
DATOS DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO FUTURO

OPERACIÓN	Revisión, pesado y clasificado	Recorte de colas y salado	Preremajo	Remojo	Descarnado	Pelambre	Dividido	Curtido	Escurrido	Rebajado	Recurtido	Secado en secoterma	Secado natural	Abatanado	Tesado	Felpeado	Grabado	Ablandado	Planchado	Medido y clasificado
MO	2	2	2	2	4	2	5	2	2	2	2	2	1	1	3	2	2	1	2	2
T/C (horas)	1.5	2.7	10.0	10.0	1.8	6.0	1.1	14.0	1.7	14.7	18.0	4.3	4.0	12.0	10.7	8.9	2.0	12.0	2.2	1.5
C/O (horas)	0.17	0.08	2	2	0.25	2	0.25	2	12	0.25	2	2.25	1	1	0.08	0.17	0.25	1	0.33	0.08
I (piel)	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U/C (piel)	90	90	90	90	90	90	90	180	180	90	90	90	90	90	90	90	54	63	63	90
M %	0	0	9	4	11	6	7	6	2	1.2	4	0	0	0	0.7	0	0	0	0	1.5
CTU (hora/piel)	0.02	0.03	0.11	0.11	0.02	0.07	0.01	0.08	0.01	0.16	0.20	0.05	0.04	0.13	0.12	0.10	0.04	0.19	0.03	0.02
TNVA (día)	0.00	0.70	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	0.00	0.00	0.00
C (piel/día)	462	261	70	70	390	116	646	100	845	48	39	164	174	58	65	79	211	41	227	465
S (hora)	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.01	0.07	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
CTU real (hora/piel)	0.02	0.03	0.15	0.15	0.02	0.09	0.01	0.10	0.01	0.17	0.27	0.07	0.05	0.15	0.12	0.10	0.04	0.22	0.04	0.02

Fuente: Elaboración propia en base a información de la tabla “datos de la planificación de la producción”.

El mapeo de la cadena valor del estado actual se muestra en la siguiente figura:

FIGURA 6-1
MAPEO DE LA CADENA DE VALOR FUTURO



Fuente: Elaboración propia en base a información de la Tabla 5-24 "Datos de la planificación de la producción".



Se describe la situación con el mapeo de la cadena de valor futuro.

La entrega de los proveedores a la empresa es cada cuatro días en una cantidad promedio de 45 pieles por cada entrega, por esta razón se espera cuatro días para empezar a procesar un lote de 90 pieles, según la planificación de producción planteado en conjunto con el balanceo de línea se tiene solo un inventario de 45 pieles en el saldo por tres días, con este planteo se espera jalar la producción de acuerdo a las características en variedad de color en terminado y en la cantidad requerida por el cliente

Del mapeo de la cadena de valor futuro se puede identificar los siguientes datos:

Lead Time = 15,8 días

TVA = 12,6 días

TNNVA = 2,5 días

TNVA = 0,7 días

%(VA) = 80 %

%(NNVA) = 16 %

%(NVA) = 4 %

Takt time = 0,374 horas/piel

El Lead Time que es el tiempo desde que llega la materia prima hasta que pasa por el último proceso, es de 15,8 días; el tiempo de valor agregado es 12,6 días y el tiempo de actividades que no agregan valor pero que son necesarias, es decir el tiempo de setup es de 2,5 días, y el tiempo de las actividades que no generan ningún valor se redujo a 0,7 días, este tiempo es el de inventarios entre procesos y tiempos de espera de material. El tiempo de ciclo de cada operación comprende las actividades que agregan valor y las actividades que no agregan valor pero que son necesarias.

Con las mejoras planteadas en el proyecto se tiene un tiempo de valor agregado del 80% en comparación con las actividades que no agregan valor que representan el 4 % y las



actividades que son necesarias pero que no agregan valor que representan el 16 % del total de tiempo del ciclo de producción.

6.2. MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA PRODUCTIVIDAD CON LA PROPUESTA

La productividad es la relación de los productos obtenidos y los recursos utilizados que se plantean en la propuesta de mejora; se va determinar la productividad en los procesos mediante el índice global de la productividad, la suma de los índices de la productividad de los recursos utilizados, multiplicados por los costos ponderados de cada recurso da como resultado el índice global de la productividad.

Los cálculos para la productividad serán calculados para el año 2020 y serán comparados con la productividad del presente año.

También se va determinar la productividad de la empresa con los cálculos de la maquinaria retirada, maquinaria nueva a implementar y mano de obra reducida, montos de energía y servicios, mientras los montos de las ventas son las que se demandan para el 2020.

El cálculo de las ventas y los recursos utilizados serán anuales, primero se va realizar el cálculo de la cantidad de ventas para el 2020 como se muestra en la tabla a continuación.

La cantidad demandada de pieles fue calculada considerando el pronóstico de ventas para el año 2020⁶ y para determinar el precio de venta por producto para el 2020 se tomó en cuenta un incremento en los datos de precio venta de la TABLA 5-7 del año 2019 por cada producto con la inflación del 2,6 % que se determinó de acuerdo al índice de precio al consumidor⁷.

⁶ (vease TABLA 7-4)

⁷ (vease TABLA 7-3)



TABLA 6- 4
CANTIDAD ANUAL DEMANDADA EN EL 2020

PRODUCTO	UNIDAD	CANTIDAD VENDIDA (Piel)	PRECIO DE VENTA (Bs/pieza)	INGRESO POR VENTA (Bs/año)
Wet blue	Pieza	5.525,4	53,6	295.922,3
Napa	Pieza	1.657,6	461,7	765.316,3
Mable	Pieza	3.867,7	369,4	1.428.590,4
CANTIDAD TOTAL DE INGRESOS				2.489.829,0

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de producción.

El monto de ingresos por cada tipo de producto es la cantidad anual calculada de ingresos que es de Bs 2.489.829,0 donde las pieles terminadas en napa, mable y wet blue se venden por pieza y una pieza tiene en promedio un tamaño de 30 pie².

Los costos de materia prima e insumos se calcularon en base a la cantidad demandada de producto para el año 2020, para esto se considero una inflación del 4,5%⁸ para la compra de materia prima e insumos utilizados, esta inflación se toma en cuenta en los datos de la TABLA 5-8 para cada uno de los costos de materia prima e insumos utilizados como se detalla a continuación.

El costo anual de piel altioplánica, sal e insumos se detalla en la siguiente tabla.

TABLA 6- 5
PROPUESTA DE CANTIDAD DE MATERIA PRIMA UTILIZADA 2020

CANTIDAD (Piel)	MATERIA PRIMA	UNIDAD	FACTOR (kg/piel)	CANTIDAD EMPLEADA (kg)	COSTO UNITARIO (Bs/kg)	COSTO TOTAL (Bs/año)
5.525,4	Piel	Kilo	19,2	106.086,7	4,2	443.442,5
5.525,4	Sal	Kilo	11,3	62.436,5	0,4	26.098,4
5.525,4	Insumos	Kilo	3,0	16.576,1	22,9	381.083,4
COSTO TOTAL DE MATERIA PRIMA						850.624,4

Fuente: Elaboración propia en base a información de la propuesta de la planificación de producción.

El costo total de materia prima e insumos es de Bs. 850.624,4

⁸ (vease TABLA 7-5)



En la siguiente tabla se detalla el cálculo de los costos de mano de obra, en la que se toma en cuenta un incremento salarial en un 1,9%⁹

TABLA 6- 6
MANO DE OBRA PROPUESTA UTILIZADA 2020

DESCRIPCIÓN	SUELDO (Bs/mes)	CARGA SOCIAL 16,71% (Bs/mes)	BENEFICIOS D/I (Bs/mes)	SUELDO (Bs/mes)	SUELDO (Bs/año)	CANTIDAD	SUELDO TOTAL (Bs/año)
Operario	2.145,0	358	715	3.218	38.621	5	193.105,3
Operario	2.547,5	426	849	3.822	45.868	2	91.736,5
Personal administrativo	4.585,5	766	1.529	6.880	82.563	2	165.125,7
Personal de gerencia	7.133,0	1.192	2.378	10.703	128.431	2	256.862,2
TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA							706.829,7

Fuente: Elaboración propia en base a información de la gerencia de producción y planificación de la producción.

Los montos de mano de obra consideran que en un estado futuro con la implementación que se plantea haya una reducción de mano de obra a siete operarios, donde se tienen sueldos diferentes, dos de los operarios perciben mayor sueldo debido a que tienen experiencia dentro de la empresa y serán los operarios capacitados en el TPM y líderes en la implementación de las 5S.

Al sueldo por cada operario y por mes se le suma la carga social de 16,71% y los beneficios sociales que son: aguinaldo, prima anual, previsión y vacaciones, de estos beneficios dos son directos y dos indirectos, estos beneficios representan 33.33% del sueldo por cada mes, como se detalló en la tabla anterior.

Con la propuesta se tienen 7 operarios y 4 administrativos que perciben sueldos diferentes, la cantidad total calculada de sueldos de mano de obra utilizada para la producción por año es de Bs. 706.829,7

Los costos de depreciación de maquinaria anual para la cantidad propuesta se detallan en la tabla a continuación:

⁹ (vease TABLA 7-8)



TABLA 6- 7
COSTO ANUAL DE CANTIDAD DE MAQUINARIA PROPUESTA

DETALLE	CANTIDAD	C.U.	COSTO TOTAL	VIDA ÚTIL (años)	DEPRECIACIÓN (Bs/año)
Descarnadora	1	180.000	180.000	5	12.000
Divididora	1	180.000	180.000	5	12.000
Escurreidora	1	156.000	156.000	5	10.400
Rebajadora	1	180.000	180.000	5	12.000
Planchas de secado	5	50.000	250.000	5	16.667
Togling	1	120.000	120.000	5	8.000
Grabadora	1	130.000	130.000	5	8.667
Planchadora de acabado	1	72.000	72.000	5	4.800
Medidora	1	80.000	80.000	5	5.333
Fulon molinete	0	70.000	0,0	5	0,0
Fulon grande	0	60.000	0,0	5	0,0
Fulon pequeño	3	40.000	120.000	5	8.000
Fulon de acabado	3	40.000	120.000	5	8.000
Fulon pequeño nuevo	5	120.000	600.000	5	40.000
Fulon acabado nuevo	2	120.000	240.000	5	16.000
TOTAL COSTO DE CAPITAL			1.868.000		161.866,7

Fuente: Elaboración propia en base a información de la tabla “datos de la planificación de la producción”.

Los costos que se describieron en la anterior tabla muestran la cantidad de costo anual en depreciación de maquinaria utilizada que se plantea en la propuesta de mejora, esta depreciación es calculada de forma lineal, donde la maquinaria y los fulones tienen una vida útil de cinco años desde que se adquirieron y se toma la depreciación por hora, teniendo en cuenta que en la empresa se trabaja solo un turno por día.

Se tiene un total de Bs. 161.866,7 por el costo de la depreciación anual de la maquinaria que se plantea utilizar.

Las maquinarias que se va retirar del área de producción son los fulones molinetes y los fulones grandes; también de acuerdo al plan de mejora ya planteado se va adquirir cinco fulones pequeños y dos fulones de acabado, generando los costos mostrados en la anterior tabla.



El costo de adquisición de los fulones nuevos pequeño y de acabado por unidad mostrados se detallan en la TABLA 7-11, proporcionados por el proveedor seleccionado.

En la tabla a continuación se detalla el cálculo de los costos de energía eléctrica y servicios básicos utilizados anualmente, en la que se asumió un incremento salarial en un 4,5%¹⁰

TABLA 6- 8
PROPUESTA DE COSTOS DE PRODUCCIÓN 2020

ENERGÍA UTILIZADA	COSTO (Bs/mes)	COSTO (Bs/año)
Energía eléctrica	11.495	137.940
TOTAL COSTO DE ENERGÍA		137.940
DETALLE SERVICIO	COSTO (Bs/mes)	COSTO (Bs/año)
Agua	2.090	25.080
Gas	888	10.659
TOTAL COSTO DE SERVICIOS		35.739
TOTAL COSTO FIJOS		173.679

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de producción.

El calculo de los montos de energía eléctrica y servicios básicos utilizados anualmente dan un costo anual en energía eléctrica es de Bs. 137.940 y el costo anual en servicios básicos como el agua y gas utilizados para la producción tienen un costo anual de Bs. 35.739, y el costo total de los costos fijos suma Bs. 173.679.

Con la cantidad de cada recurso determinado se calcula los índices de productividad de cada uno de estos recursos y el índice global de la productividad mediante las formulas ya mencioandas que relacionan la cantidad anual de ventas del pronóstico para el año 2020 con los costos de cada recurso, como se detallan en los calculos a continuación:

$$\text{Índice de la productividad de materia prima: } \Pi_{MP} = \frac{Q_V}{Q_{MP}} = \frac{2.489.829,0}{850.624,4} = 2,93$$

$$\text{Índice de la productividad de mano de obra: } \Pi_{MO} = \frac{Q_V}{Q_{MO}} = \frac{2.489.829,0}{706.829,7} = 3,52$$

$$\text{Índice de la productividad de energía eléctrica: } \Pi_E = \frac{Q_V}{Q_E} = \frac{2.489.829,0}{137.940} = 18,05$$

¹⁰ (vease TABLA 7-5)



$$\text{Índice de la productividad de capital: } \Pi_K = \frac{Q_V}{Q_K} = \frac{2.489.829,0}{161.866,7} = 15,38$$

$$\text{Índice de la productividad de servicios básicos: } \Pi_S = \frac{Q_V}{Q_S} = \frac{2.489.829,0}{35.739} = 69,67$$

Para el cálculo del índice global de productividad se calcula la ponderación de costos de cada recurso como se muestra en la tabla a continuación:

TABLA 6- 9
INDICE DE PRODUCTIVIDAD GLOBAL CON LA PROPUESTA

RECURSO UTILIZADO	COSTO DE RECURSO	PORCENTAJE DE COSTO (P_i)	PONDERACION DE COSTOS (Π_i)	PONDERACION POR PRODUCTIVIDAD ($P_i * \Pi_i$)
Materia prima	850.624,4	0,45	2,93	1,32
Mano de obra	628.315,7	0,37	3,96	1,32
Energía	137.940,0	0,07	18,05	1,32
Capital	161.866,7	0,09	15,38	1,32
Servicio	35.739,0	0,02	69,67	1,32
	1.892.999,8			6,58

Fuente: Elaboración propia en base a información de tabla 6-5, tabla 6-6, tabla 6-7, tabla 6-8

$$IGP = (P_{MP} * \Pi_{MP}) + (P_{MO} * \Pi_{MO}) + (P_E * \Pi_E) + (P_K * \Pi_K) + (P_S * \Pi_S)$$

$$IGP = 6,58$$

A continuación en la siguiente tabla se muestra un resumen de los costos anuales de cada recurso, las ventas anuales, los índices de productividad de cada recurso y la productividad global calculada para el año 2019.

En la siguiente tabla se detalla los índices de productividad de cada recurso utilizado con los datos anteriores y se detalla el índice global de la productividad anual calculada con la propuesta.



TABLA 6- 10
ÍNDICES DE LA PRODUCTIVIDAD PROPUESTA 2020

DETALLE	MONTO PROPUESTO (Bs/año)
Total costo de materia prima	850.624,4
Total costo de mano de obra	706.829,7
Total costo de capital	161.866,7
Total costo de energía	137.940,0
Total costo de servicios	35.739,0
TOTAL DE COSTOS	1.892.999,8
INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD	
DETALLE	VALOR
Productividad de materia prima	2,93
Productividad de mano de obra	3,52
Productividad del capital	15,38
Productividad de la energía	18,05
Productividad de los servicios	69,67
ÍNDICE GLOBAL DE PRODUCTIVIDAD	6,58

Fuente: Elaboración propia en base a información de la productividad.

Los índices de productividad calculados indican que por cada unidad de mano de obra utilizada se obtiene Bs. 3,52, por cada unidad de materia prima utilizada se obtiene Bs. 2,93 por cada unidad de capital utilizada se obtiene Bs 15,38 por cada unidad de energía utilizada se obtiene Bs 18,05 y que por cada unidad de servicios básicos utilizados se obtiene Bs 69,67 de beneficio. El índice global de la productividad de 6,58 es el índice de productividad que genera la implementación del plan de mejora propuesto.

6.3.CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

La planificación de las reuniones que se planteo en el desarrollo del mantenimiento total productivo y la implementación de la metodología de las 5S, se muestra en el cronograma de actividades, (vease TABLA 6-11, ANEXO D). Estas actividades se llevaran a cabo durante un periodo de tres meses, para la capacitacion e implementación de estas herramientas.



CAPITULO VII ANÁLISIS FINANCIERO

7.1. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL MÉTODO PROPUESTO

Para el análisis financiero se va determinar los costos de cada una de las propuestas planteadas para determinar la inversión necesaria, también se va calcular los ingresos por las ventas y los ingresos de la maquinaria que se va vender.

Los ingresos por ventas se va determinar con los datos de las ventas históricas mediante un pronóstico de ventas para los próximos cinco años, los datos historicos con los que se va trabajar son de la empresa que cerro su produccion y vendio su planta a la empresa REMO E.U. Debido a que los clientes son los mismos por adquirir los productos en la misma planta de produccion y por la calidad que se hizo conocida con el manejo del mismo gerente de produccion, se tomara estos datos históricos para el pronóstico de ventas.

TABLA 7- 1
VENTAS HISTORICAS ANUALES 2010 - 2019

AÑO	PRECIO (Bs/piel)	VENTAS (piel)
2010	390,0	4.865,0
2011	392,0	4.854,0
2012	398,0	4.822,0
2013	403,0	4.877,0
2014	411,0	4.897,0
2015	418,0	4.956,0
2016	425,0	4.967,0
2017	430,0	5.043,0
2018	435,0	5.103,0
2019	439,2	5.136,0

Fuente: Elaboración propia en base a información de gernacia de produccion.

Se tienen diez datos históricos de ventas, se considero el monto de precio de venta de una piel que se procesa a napa, mable y wet blue. Las pieles terminadas en napa, mable y wet blue se venden por pieza y una pieza tiene en promedio un tamaño de 30 pie².

La cantidad de producto vendido corresponde a la cantidad de pieles de materia prima que se necesitan para los diferentes acabados en producto terminado. Se aplicaran los modelos



de tendencia sobre los datos históricos para elegir el modelo que se mejor se adapta a la grafica de ventas 2010- 2019, a continuacion se muestran los datos de los modelos de tendencia.

TABLA 7- 2
MODELOS DE TENDENCIA

MODELO DE TENDENCIA	ECUACION	COEFICIENTE DE CORRELACION
Lineal general	$y = 5,749x + 2571,1$	$R^2 = 0.893$
Exponencial	$y = 3067,1e^{0,0012x}$	$R^2 = 0.8952$
Logaritmica	$y = 2366,8\ln(x) - 9308,8$	$R^2 = 0.8392$
Polinomial	$y = 0,1379x^2 - 108,47x + 26179$	$R^2 = 0.9766$
Potencial	$y = 281,19x^{0,476}$	$R^2 = 0.8868$

Fuente: Elaboración propia en base a información de la tabla 7-1.

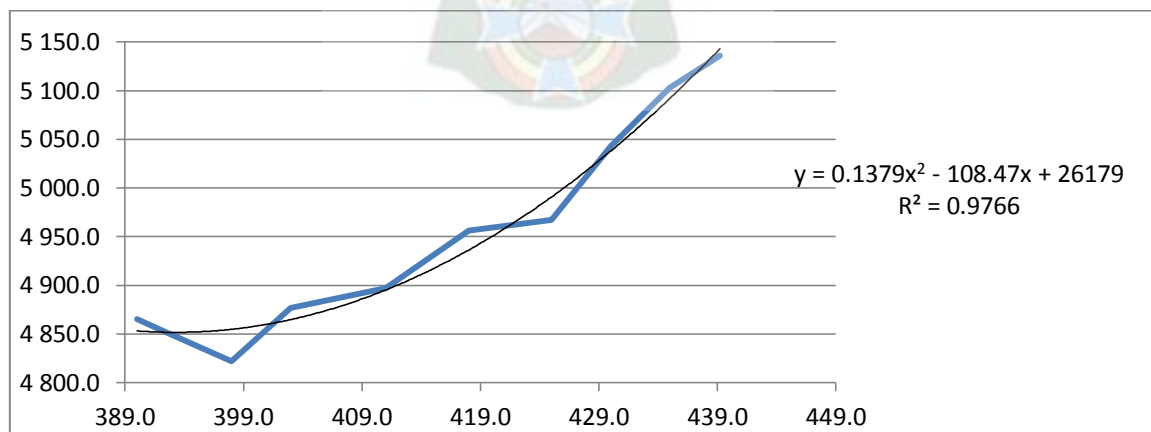
Donde

y = cantidad de ventas anuales

x = precio de venta

Como se observa en la tabla de modelos de tendencia, el modelo que mejor se adapta al grafico de las ventas 2010-2019, es el modelo de tendencia polinómica con un coeficiente de correlacion de 0,9766. La grafica de ventas históricas vs precio de venta se muestra a continuacion junto al modelo de tendencia elegido para el pronóstico de ventas.

FIGURA 7- 1
VENTAS ANUALES VS PRECIO DE VENTA



Fuente: Elaboración propia en base a información de la tabla 7-2.



Con la ecuación polinómica $y = 0.1379x^2 - 108.47x + 26179$ se va realizar el pronóstico de la cantidad de demanda anual 2020-2024, donde y =ventas y x =precio.

Para el pronóstico de demanda primero se debe determinar el índice de precio a consumidor y la inflación del precio de venta en el periodo 2010-2019, como se muestra en la siguiente tabla a continuación.

TABLA 7- 3
DETERMINACION DE INFLACION DEL PRECIO AL CONSUMIDOR

AÑO	PRECIO (Bs/piel)	VENTAS (Pieles)	Qi	IPC	INFLACION (%)
2 010	390,0	4.865,0	0,0924	0,0924	
2 011	392,0	4.854,0	0,0927	0,0925	0,1
2 012	398,0	4.822,0	0,0935	0,0927	0,2
2 013	403,0	4.877,0	0,0958	0,0960	3,6
2 014	411,0	4.897,0	0,0981	0,0987	2,8
2 015	418,0	4.956,0	0,1009	0,1028	4,2
2 016	425,0	4.967,0	0,1029	0,1050	2,1
2 017	430,0	5.043,0	0,1057	0,1095	4,3
2 018	435,0	5.103,0	0,1082	0,1134	3,6
2 019	439,2	5.136,0	0,1099	0,1160	2,3
INFLACION					2,6

Fuente: Elaboración propia en base a información de TABLA 7-1

Donde:

$$Q_i = \frac{\text{Precio}(i) * \text{Demanda}(i)}{\sum(\text{Precio}(i) * \text{Demanda}(i))}$$

$$IPC = \sum(\text{Demanda}(i)) * \frac{\text{Precio}(i)}{\text{Precio}(\text{año } 2010)}$$

Se determino que el índice de inflación es del 2,6%, será la inflación con la que se determinara el precio de venta de los siguientes años en el pronóstico de demanda.

Para determinar el precio de venta 2020-2024 se asume que el incremento en el precio de las ventas sea índice de inflación ya determinado.

El precio de venta se determina con la siguiente ecuación:



$$P_f = P_o(1 + i)^n$$

Donde:

P_f = precio del año a pronosticar

P_o = precio del año 2019

n = año del pronostico

i = 2,6 %

Con la anterior ecuación se determina el precio que se incrementa para cada año con un índice de inflación de 2,6 % y para calcular el pronóstico de la demanda anual se usa la ecuación polinómica ya determinada. Finalmente con los precios y la demanda se calcula los ingresos para el periodo 2020-2024 como se detalla en la siguiente tabla.

TABLA 7- 4
PRONOSTICO DE DEMANDA ANUAL 2020-2024

AÑO	PRECIO (Bs/piel)	DEMANDA (Pieles)	INGRESOS (Bs/año)
2020	450,6	5.525,4	2.489.829,1
2021	462,3	5.741,3	2.654.399,3
2022	474,4	6.002,5	2.847.320,8
2023	486,7	6.312,3	3.072.104,8
2024	499,3	6.674,0	3.332.620,3

Fuente: Elaboración propia en base a información de la TABLA 7-1 y TABLA 7-2.

Los ingresos se obtienen de la cantidad de ventas y el precio de venta por cada piel de producto terminado.

Se va a determinar la tasa de inflación promedio como se detalla en la tabla a continuación.



TABLA 7- 5
INDICADOR DE INFLACION HISTORICA EN BOLIVIA

AÑO	INFLACIÓN ANUAL
2010	7,18
2011	6,90
2012	4,54
2013	6,48
2014	5,19
2015	2,95
2016	4,00
2017	2,71
2018	1,51
2019	4,00
PROMEDIO	4,50

Fuente: https://www.bcb.gob.bo/?q=indicadores_inflacion

La inflación promedio de los últimos diez años es igual a 4,5%, esta es la inflación que se tomara en cuenta para la materia prima, servicios básicos y costos operativos. Para el cálculo de estos costos en el periodo 2020-2024, se usa la siguiente ecuación:

$$P_f = P_o(1 + i)^n$$

Donde:

P_f = precio del año a calcular

P_o = precio del año 2019

n = año del pronostico

i = 4,5 %

En la siguiente tabla se detalla los costos de materia prima, calculado con la ecuación anterior para el periodo 2020-2024, que se incrementa con un índice de inflación de 4,5% cada año en la compra de piel altioplánica, sal e insumos requeridos.



TABLA 7- 6
COSTOS DE MATERIA PRIMA E INSUMOS (2020-2024)

AÑO	CANTIDAD (pieles)	MATERIA PRIMA (Kg)	FACTOR (Kg/Piel)	CANTIDAD UTILIZADA (Kg)	COSTO UNITARIO (Bs/Kg)	COSTO POR MATERIA PRIMA (Bs)	COSTO TOTAL (Bs/año)
2020	5.525,4	Piel Altiplanica	19,2	106.086,7	4,18	443.442,5	850.508,9
	5.525,4	Sal	11,3	62.160,2	0,42	25.983,0	
	5.525,4	Insumos	3,0	16.576,1	22,99	381.083,4	
2021	5.741,3	Piel Altiplanica	19,2	110.232,7	4,37	481.507,4	923.516,2
	5.741,3	Sal	11,3	64.589,5	0,44	28.213,3	
	5.741,3	Insumos	3,0	17.223,9	24,02	413.795,5	
2022	6.002,5	Piel Altiplanica	19,2	115.248,0	4,56	526.068,2	1.008.982,4
	6.002,5	Sal	11,3	67.528,1	0,46	30.824,3	
	6.002,5	Insumos	3,0	18.007,5	25,11	452.089,9	
2023	6.312,3	Piel Altiplanica	19,2	121.195,2	4,77	578.110,2	1.108.797,3
	6.312,3	Sal	11,3	71.012,8	0,48	33.873,6	
	6.312,3	Insumos	3,0	18.936,8	26,24	496.813,5	
2024	6.674,0	Piel Altiplanica	19,2	128.140,9	4,98	638.747,7	1.225.098,2
	6.674,0	Sal	11,3	75.082,6	0,50	37.426,6	
	6.674,0	Insumos	3,0	20.022,0	27,42	548.923,8	

Fuente: Elaboración propia en base a información de gerencia de producción y de la TABLA 7-3.

La cantidad de piel para cada año detallada en la anterior tabla se determinó en la TABLA 7-4, del pronóstico de demanda anual 2020-2024.

Los costos operativos corresponden a costos en técnicos y repuestos de materiales para maquinaria/equipo por año y los costos de alquiler también por año se detallan en base a información primaria recopilada en el pre-diagnóstico realizado a la empresa “REMO E.U.” (véase TABLA 2-7, ANEXO B), como se resume a continuación:

COSTO	MONTO ANUAL 2019 (Bs)
Costos operativos	100.500,0
Costo de alquiler de planta	190.000,0

El costo fijo que también se incrementa cada año al 4,5% está en base al costo fijo calculado en la TABLA 6-8, donde se muestra que la suma de los costos de servicios básicos y de energía considerados costos fijos es de Bs. 173.679 para el año 2019.



En la siguiente tabla se detalla los costos de fijos, costos operativos y costos de alquiler que se incrementa para cada año con un índice de inflación de 4,5% usando la ecuación anterior para el periodo 2020-2024.

TABLA 7- 7
COSTOS DE FABRICACION (2020-2024)

COSTOS DE FABRICACION (Bs)	AÑO				
	2020	2021	2022	2023	2024
Costos fijos	173.679,0	181.494,6	189.661,8	198.196,6	207.115,4
Costos operativos	100.500,0	105.022,5	109.748,5	114.687,2	119.848,1
Costo de alquiler de planta	190.000,0	198.550,0	207.484,8	216.821,6	226.578,5

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de producción.

Mientras el índice de inflación de la mano de obra se determina con los datos de la siguiente tabla a continuación.

TABLA 7- 8
INFLACIÓN DE LA RENUMERACION MEDIA

AÑO	RENUMERACION MEDIA (Bs)	INFLACIÓN ANUAL %
2010	1.929	
2011	1.953	1,2
2012	2.036	4,2
2013	1.977	-2,9
2014	2.036	3,0
2015	2.170	6,6
2016	2.206	1,7
2017	2.297	4,1
2018	2.293	-0,2
2019	2.274	-0,8
PROMEDIO		1,9

Fuente: <https://www.ine.gob.bo/index.php/mercado-laboral/introduccion-7>

El índice de inflación promedio de remuneración de mano de obra es de 1,9%. Para el cálculo de costos de mano de obra en el periodo 2020-2024, se usa la siguiente ecuación:

$$C_f = C_o(1 + i)^n$$



Donde:

C_f = costo de mano de obra del año a calcular

C_o = costo de mano de obra del año 2019

n = año del pronóstico

i = 1,9 %

En la siguiente tabla se detalla los costos de mano de obra calculados con la anterior ecuación para el periodo 2020-2024, y para la base que es el 2020 se toma el dato calculado de la TABLA 6-6, mano de obra propuesta con un total anual de Bs. 706.829,7 que se incrementan cada año con un índice de inflación del 1,9 %,

TABLA 7- 9
COSTOS DE FABRICACION (2020-2024)

COSTOS DE FABRICACION (Bs)	AÑO				
	2020	2021	2022	2023	2024
Mano de obra	706.829,7	720.259,5	733.944,4	747.889,3	762.099,2

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de producción.

El costo de depreciación que se tomara para el análisis financiero es de Bs. 161.866,7 que representa el costo de la depreciación de la cantidad de maquinaria propuesta, como se detallo en la TABLA 6-7.

El valor residual de los fulones nuevos que se debe adquirir es:

TABLA 7- 10
VALOR RESIDUAL AL FINAL DEL 2024

DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO (Bs)	COSTO TOTAL (Bs)	VIDA UTIL	DEPRECIACION (Bs/año)	VALOR RESIDUAL (Bs)
Fulones pequeño nuevo	5	120.000,0	600.000,0	5	40.000,0	400.000,0
Fulon de acabado nuevo	2	120.000,0	240.000,0	5	16.000,0	160.000,0
TOTAL VALOR RESIDUAL						560.000,0

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada de planta de producción.



Los fulones se van a adquirir al final del 2019, por esta razón se calcula el valor residual tomando en cuenta que al final del año 2024 se puede seguir depreciando ya que la depreciación es por horas y lineal considerando que solo se trabaja un turno al día en la planta.

El valor residual de la maquinaria que se plantea adquirir es Bs. 560.000,0

Para la inversión se toma en cuenta que la maquinaria que se plantea adquirir siete fulones con una capacidad de alrededor de 50 pieles, en la propuesta se plantea usar cada fulon pequeño y de acabado para 30 pieles aproximadamente.

Estos fulones se van a adquirir de una curtiembre de la ciudad de El Alto, a continuación se detalla los costos y la descripción de los fulones en la tabla a continuación.

TABLA 7- 11
ADQUISICION DE FULONES NUEVOS

Nombre De La Proveedorora: Bona Glenda Zegarrundo		
Celular: 72574520		
Direccion: Carretera a Copacabana S/N Zona: Cucuta, Municipio: Pucarani		
	FULON PEQUEÑO	FULON DE ACABADO
Cantidad	5	2
Costo unitario	120.000	120.000
Motor	4.5 KW	5.5 KW
Diametro	2 Metros	1.9 Metros
Ancho	2 Metros	2 Metros
Capacidad	1000 Kg	950 Kg

Fuente: elaboración propia en base a información primaria del proveedor.

Los datos mostrados en la anterior tabla se obtienen de la información de la proveedora mediante un word con las cotizaciones de todas las maquinarias a la venta de cutiembre (véase FIGURA 7-4, ANEXO D) y se detallo solo los costos de fulones pequeños y de acabado tiene una vida útil de cinco años (véase FIGURA 7-5, ANEXO D), para estos fulones se plantea que el traslado y localización se realice mediante el servicio de una empresa de una empresa de transporte y montajes industriales, que también realiza el servicio de relocalización de maquinaria, ya que con la propuesta de las 5S se debe mover



de su lugar la maquinaria que no se va utilizar y se debe reacomodar la maquinaria y equipo que se va utilizar según la redistribución de planta propuesto.

La información y costos del servicio de esta empresa se detallan en la tabla a continuación.

TABLA 7- 12
MONTOS DE TRASLADO Y REDISTRIBUCION DE MAQUINARIA

NOMBRE: ALANOCA: EXPERTOS EN LOGISTICA DE TRANSPORTE Y MONTAJES INDUSTRIALES	
TELEFONO: 2823616	
DIRECCION: LA PAZ – EL ALTO, VILLA BOLIVAR “B” CALLE 104 NO 100	
CONTACTO: cotizaciones@alanoca.com.bo	
Descripción de servicio	Contamos con equipo especializado, maniobristas, experimentados y un conjunto de gruas, montacargas y sistemas modulares de cargas que estan listos para cubrir cualquier proyecto de montaje, sea una re-localizacion de planta o movimiento de equipo, podemos desarrollar un plan para efectivizar sus recursos.
Costo de traslado por maquinaria	300
Costo de re-localizacion por maquinaria	150
Costo de re-localizacion por fulon	150

Fuente: elaboración propia en base a información primaria recopilada mediante consulta.

La instalación de la maquinaria que se cambiara de lugar según el nuevo lay-out planteado y será realizado por técnicos que tambien se encargaran de la desinstalacion de la maquinas para moverlas de su lugar según las 5S.

Con todos los montos ya descritos se determina la inversión necesaria para el proyecto en la siguiente tabla.



TABLA 7- 13
CANTIDAD DE INVERSION

DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO (Bs)	TOTAL (Bs)
Fulones pequeño nuevo	5	120.000,0	600.000,0
Fulon de acabado nuevo	2	120.000,0	240.000,0
	CAPACITADORES	COSTO (Bs)	TOTAL (Bs)
Capacitacion TPM y 5S	1	15.000,0	15.000,0
Reuniones TPM y 5S	2	3.500,0	7.000,0
	CANTIDAD	COSTO (Bs)	TOTAL (Bs)
Construcción para la redistribucion de planta			52.050,0
Traslado de fulones nuevos	2	300,0	600,0
Desinstalación por tecnicos de maquinaria actual para relocalizarla	42	100,0	4.200,0
Relocalizacion de maquinaria con montacargas	42	120,0	5.040,0
Instalación por tecnicos de maquinaria propuesta	26	150,0	3.900
TOTAL A INVERTIR			927.790,0

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de produccion.

El monto total que se requiere invertir para le proyecto es de Bs 927.790,0 con los datos obtenidos de los ingresos por ventas, costos de fabricacion y el monto total de inversión se realiza el flujo de fondos del proyecto.

Para el flujo de fondos primero se debe determinar el costo promedio ponderado de capital (WACC), en la tabla a continuación se detalla la proporción de estructura de capital que tiene la curtiembre REMO E.U.

TABLA 7- 14
PROPORCIÓN DE ESTRUCTURA DE CAPITAL

DETALLE	PROPORCION
Deuda/Patrimonio	0,24
Deuda	24
Valor de la empresa	124
Patrimonio	100

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de produccion.



TABLA 7- 15
DATOS PARA CALCULAR LA WACC

DETALLE	VALOR	FUENTE
Tasa de deuda (Kd)	7,25 %	Banco de crédito de Bolivia para pymes
T (impuestos IUE)	25 %	Impuesto sobre las utilidades de las empresas
Tasa de Patrimonio (Ke)	16,71 %	https://www.uade.edu.ar/docsdownload/publicaciones/4_226_1596_std044_2003.pdf

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada por fuentes secundarias.

Costo Capital Propio

País	Metodología	Valor asumido
Argentina	CAPM modificado	10,54%
	CAPM modificado	Bajo) 12,44% medio) 14,4% alto) 15%
	CAPM modificado	12,77%
	CAPM modificado	14,70%
	CAPM modificado	16,71%
	CAPM modificado	16,09%
	CAPM modificado	17,76%
	CAPM modificado	14,97%
Uruguay	CAPM modificado	11,34%
	CAPM modificado	12,05%
Bolivia	Promedio Return on Equity empresas cotizantes en Bolsa NY	16,71%
Brasil	CAPM modificado	19,27%**

Calculo del costo promedio ponderado de capital:

$$WACC = Kd * (1 - T) * \left(\frac{D}{D + P}\right) + Ke * \left(\frac{P}{D + P}\right)$$

$$WACC = 0,0725 * (1 - 0,25) * \left(\frac{24}{24 + 100}\right) + 0,1671 * \left(\frac{100}{24 + 100}\right)$$

$$WACC = 14,53 \%$$

El flujo de fondos para la evaluación económica tomando en cuenta una inversión propia se muestra en la siguiente tabla a continuación.

TABLA 7- 16
FLUJO DE FONDOS PARA UN PROYECTO PURO

ITEM	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESO POR VENTAS		2.489.829,1	2.654.399,3	2.847.320,8	3.072.104,8	3.332.620,3
(-) Impuestos al iva por ventas (13%)		323.677,8	345.071,9	370.151,7	399.373,6	433.240,6
MARGEN BRUTO		2.166.151,3	2.309.327,4	2.477.169,1	2.672.731,2	2.899.379,7
Materia prima e insumos		850.508,9	923.516,2	1.008.982,4	1.108.797,3	1.225.098,2
Mano de obra		706.829,7	720.259,5	733.944,4	747.889,3	762.099,2
Gastos operativos		100.500,0	105.022,5	109.748,5	114.687,2	119.848,1
Costos de alquiler		190.000,0	198.550,0	207.484,8	216.821,6	226.578,5
(-) Costos operativos		184.838,6	1.947.348,2	2.060.160,1	2.188.195,4	2.333.624,1
(-) Costos fijos		173.679,0	181.494,6	189.661,8	198.196,6	207.115,4
EBITDA		144.633,7	180.484,7	227.347,2	286.339,2	358.640,2
(-) Depreciacion de activos fijos		161.866,7	161.866,7	161.866,7	161.866,7	161.866,7
EBT		-17.233,0	18.618,0	65.480,6	124.472,5	196.773,5
Utilidad antes de impuestos		-17.233,0	18.618,0	65.480,6	124.472,5	196.773,5
(-) Impuesto sobre utilidades (25%)		0,0	4.654,5	16.370,1	31.118,1	49.193,4
BENEFICIO NETO		-17.233,0	13.963,5	49.110,4	93.354,4	147.580,1
(+) Depreciacion activos fijos		161.866,7	161.866,7	161.866,7	161.866,7	161.866,7
(+) Valor residual de maquinaria nueva						560.000,0
(-) inversion	927.790,0					
FLUJO DE FONDOS PARA PROYECTO PURO	-927.790,0	144.633,7	175.830,2	210.977,1	255.221,1	869.446,8
Margen de EBITDA (%)		6,68	7,82	9,18	10,71	12,37

Fuente: Elaboración propia en base a información de las TABLA 7-4, 7-6, 7-7,7-9, 7-10, 7-13.



El EBITDA muestra la cantidad de ganancias antes impuestos y depreciación, mientras el margen de EBITDA que es una relación con los ingresos nos indica la eficiencia y rentabilidad operativa de caja de la empresa por cada año, en la tabla anterior se muestra el margen de utilidad que crece cada año, lo cual representa generación de flujos económicos positivos que permiten tener nuevas inversiones para la empresa.

Los datos del flujo de fondos puro se detallan a continuación:

VAN (14,53%)	65.521,6 Bs.
TIR	16,6 %
Periodo de retorno	4,8 años

El valor actual neto para el proyecto puro es de Bs 65.521,6 al ser mayor a cero indica que el proyecto es factible, mientras que la tasa interna de retorno TIR es igual a 16,6%, siendo mayor a cero indica que el proyecto planteado es rentable, con un retorno de inversión a partir del cuarto año del proyecto.

Por lo tanto mediante el análisis realizado con la evaluación económica se determina que el proyecto planteado es factible y rentable cuando se tiene una inversión propia.

Ahora se va realizar el flujo de fondos con un financiamiento del 70% mediante un préstamo a cinco años plazo.

Se toma en cuenta al Banco de Crédito de Bolivia (BCP) con un interés de préstamo para las cuotas anuales del 7,25 %, ese es el costo del interés que se paga por un préstamo (vease FIGURA 7-6, ANEXO D).

Se determino la entidad bancaria tomando en cuenta el monto de inversión (vease FIGURA 7-7, ANEXO D), y los requisitos que solicita dicha entidad bancaria de acuerdo a las condiciones de la empresa (vease FIGURA 7-8, ANEXO D).

Los montos del aporte propio y el préstamo para el financiamiento se detallan a continuación:

Aporte propio: 30% de la inversión

$$\text{Aporte propio} = 927.790,0 * 0,3$$



Aporte propio = Bs. 278.337,0

Préstamo: 70% de la inversión

Prestamo bancario = 927.790,0 * 0,7

Prestamo bancario = Bs. 649.453,0

Las cuotas anuales se deteminan a continuación:

$$C = P * \frac{(1 + i)^n * i}{(1 + i)^n - 1}$$

$$C = 649.453,0 * \frac{(1 + 0.0725)^5 * 0.0725}{(1 + 0.0725)^5 - 1}$$

$$C = 159.457,3 \text{ Bs.}$$

El cuadro de amortización se detalla a continuación:

TABLA 7- 17
CUADRO DE AMORTIZACION

Año	So	i	C	A	Sf
0	649.453	-	-	-	-
1	649.453	47.085	159.457,3	112.371	537.081
2	537.081	38.938	159.457,3	120.518	416.562
3	416.562	30.200	159.457,3	129.256	287.305
4	287.305	20.829	159.457,3	138.627	148.677
5	148.677	10.779	159.457,3	148.678	0

Fuente: Elaboración propia en base a información de la tabla 7-8.

Donde:

So: saldo inicial

i: costo financiero del 7,25%

C: cuota anual de pago

A: amotizacion anual

Sf: saldo final

Con estos datos se muestra a continuación el flujo de fondos para un proyecto financiado.

TABLA 7- 18
FLUJO DE FONDOS PARA UN PROYECTO FINANCIADO

ITEM	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESO POR VENTAS		2.489.829,1	2.654.399,3	2.847.320,8	3.072.104,8	3.332.620,3
(-) Impuestos al iva por ventas (13%)		323.677,8	345.071,9	370.151,7	399.373,6	433.240,6
MARGEN BRUTO		2.166.151,3	2.309.327,4	2.477.169,1	2.672.731,2	2.899.379,7
Materia prima e isumos		850.508,9	923.516,2	1.008.982,4	1.108.797,3	1.225.098,2
Mano de obra		706.829,7	720.259,5	733.944,4	747.889,3	762.099,2
Gastos operativos		100.500,0	105.022,5	109.748,5	114.687,2	119.848,1
Costos de alquiler		190.000,0	198.550,0	207.484,8	216.821,6	226.578,5
(-) Costos operativos		184.838,6	1.947.348,2	2.060.160,1	2.188.195,4	2.333.624,1
(-) Costos fijos		173.679,0	181.494,6	189.661,8	198.196,6	207.115,4
EBITDA		144.633,7	180.484,7	227.347,2	286.339,2	358.640,2
(-) Depreciacion de activos fijos		161.866,7	161.866,7	161.866,7	161.866,7	161.866,7
EBIT		-17.233,0	18.618,0	65.480,6	124.472,5	196.773,5
(-) Costo financiero		47.085	38.938	30.200	20.829	10.779
EBT		-64.318,0	-20.320,0	35.280,6	103.643,5	185.994,5
(-) Impuesto sobre utilidades (25%)		0,0	0,0	8.820,1	25.910,9	46.498,6
BENEFICIO NETO		-64.318,0	-20.320,0	26.460,4	77.732,6	139.495,8
(+) Depreciacion activos fijos		161.866,7	161.866,7	161.866,7	161.866,7	161.866,7
(+) Valor residual maquinaria nueva						560.000,0
(-) Inversion	927.790,0					
(+) Prestamo	649.453,0					
(-) Amortizacion		112.371	120.518	129.256	138.627	148.678
FLUJO DE FONDOS PARA PROYECTO PURO	-278.337,0	-14.822,3	21.028,7	59.071,1	100.972,3	712.684,5

Fuente: Elaboración propia en base a información de las tablas 7-4, 7-5, 7-6, 7-7 y 7-8.



El EBITDA muestra la cantidad de ganancias antes impuestos y depreciación, mientras el margen de EBITDA que es una relación con los ingresos nos indica la eficiencia y rentabilidad operativa de caja de la empresa por cada año, en la tabla anterior se muestra el margen de utilidad que crece cada año, lo cual representa generación de flujos económicos positivos que permiten tener nuevas inversiones para la empresa. Los datos del flujo de fondos puro se detallan a continuación:

VAN (14,53%)	184.418,2 Bs.
TIR	27,6 %
Perido de retorno	4,5 años

El valor actual neto para el proyecto financiado es de Bs 184.418,2 al ser mayor a cero indica que el proyecto es factible, mientras que la tasa interna de retorno TIR es igual a 27,6 %, siendo mayor a cero indica que el proyecto planteado es rentable, con un retorno de inversión a partir del cuarto año del proyecto.

7.2. ANÁLISIS DEL METODO PROPUESTO

El análisis sobre el uso de maquinaria, uso de mano de obra, uso de tamaño de espacio utilizado y el tamaño de lote para el proceso de producción con el método de producción actual y el método de producción propuesto se va realizar mediante la comparación cuantitativa, como se detalla en la tabla a continuación:

TABLA 7- 19
COMPARACION CUANTITATIVA DE LA MEJORA PLANTEADA

DESCRIPCION	METODO ACTUAL	METODO PROPUESTO
Maquinaria	24	13
Fulones	18	13
Mano de obra	15	11
Espacio utilizado (m2)	6.800	2.105
Tamaño de lote (pieles)	260	90

Fuente: Elaboración propia en base a información de planta de producción y la planificación de la producción.

La reducción de maquinaria y de espacio utilizado conlleva al ataque del desperdicio de transporte innecesario que fue diagnosticado mediante los diagramas de registro; mientras el desperdicio de inventarios y de espera entre procesos fueron el resultado del mapeo de la



cadena de valor actual, estos se reducen por el cambio en el tamaño de lote a procesar y una nivelación de carga de producción.

También se va realizar un análisis cuantificable sobre la productividad global y la productividad de cada uno de los recursos utilizados con el método de producción actual y el método de producción propuesto con la mejora planteada mediante la comparación de datos, como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 7- 20
ÍNDICES DE LA PRODUCTIVIDAD ACTUAL Y PROPUESTO

DETALLE	MONTO ACTUAL (Bs/año)	MONTO PROPUESTO (Bs/año)	MONTO AHORRADO
Total costo de materia prima	756.532,8	850.624,4	-94.091,6
Total costo de mano de obra	852.366,2	706.829,7	145.536,5
Total costo de capital	260.000,0	161.866,7	98.133,3
Total costo de energía	132.000,0	137.940,0	-5.940,0
Total costo de servicios	34.200,0	35.739,0	-1.539,0
TOTAL DE COSTOS	2.035.098,0	1.892.999,8	142.099,2
INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD			
DETALLE	VALOR	VALOR	AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD
Productividad de materia prima	2,98	2,93	-0,05
Productividad de mano de obra	2,65	3,52	0,88
Productividad del capital	8,68	15,38	6,71
Productividad de la energía	17,09	18,05	0,96
Productividad de los servicios	65,96	69,67	3,71
ÍNDICE GLOBAL DE PRODUCTIVIDAD	5,54	6,58	1,04

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de producción y datos del plan de mejora.

Como se observa en la anterior tabla, los montos de materia prima, energía y de servicios como el agua y el gas aumentan con la propuesta debido a que en los costos se tomo en cuenta la inflación para el siguiente año y el aumento también se debe a un aumento en la demanda de productos de acuerdo al pronóstico de ventas. Debido a las herramientas que se utilizaron para la propuesta y que plantea el balanceo de liena y redistribución de



maquinaria, se tiene como resultado una reducción de costos en mano de obra y capital, como se refleja en la tabla anterior.

Mientras que el aumento en la productividad de los recursos utilizados en mano de obra y capital se deben a la reducción de costos en maquinaria y mano obra, estos cambios generan un aumento de 5,54 a 6,58 en el índice global de la productividad, la diferencia de la productividad actual y propuesta es de 1,04 que representa un 18,77% sobre la productividad actual.

En cuanto a los cambios en la reducción de tiempos con la propuesta se tiene los siguientes datos

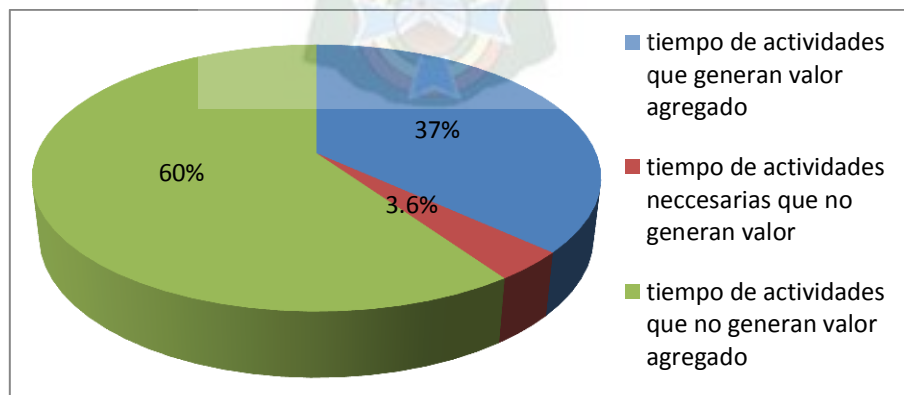
TABLA 7- 21
TIEMPO DE PRODUCCION POR LOTE ACTUAL Y PROPUESTO

DESCRIPCION	METODO ACTUAL		METODO PROPUESTO	
	TIEMPO (DIAS)	PORCENTAJE	TIEMPO (DIAS)	PORCENTAJE
Actividades que generan valor agregado	25,2	36,6 %	12,6	80 %
Actividades necesarias que no generan valor	2,5	3,6 %	2,5	16 %
Actividades que no generan valor agregado	41,1	59,7 %	0,7	4 %
Tiempo de ciclo total de produccion	68,9		15,8	

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción y datos del plan de mejora.

Estos datos se representan en las siguientes graficas:

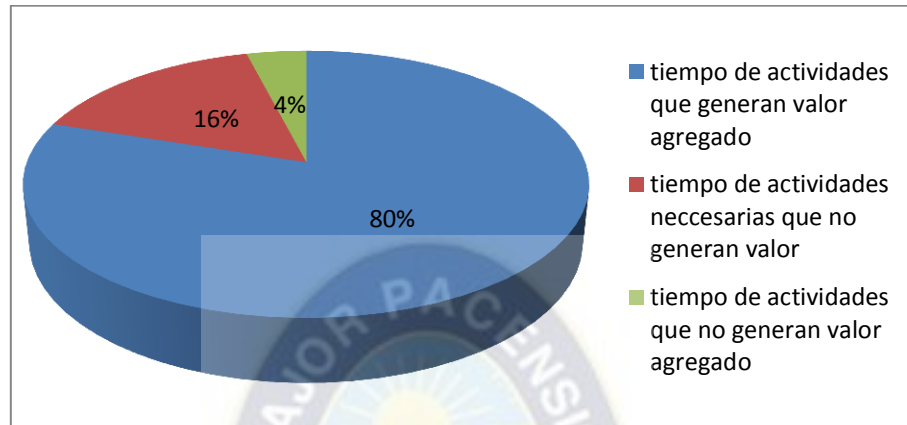
FIGURA 7- 2
TIEMPO ACTUAL DE CICLO TOTAL DE PRODUCCION



Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.



FIGURA 7-3
TIEMPO DE CICLO TOTAL DE PRODUCCION CON LA PROPUESTA



Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción.

La propuesta planteada tiene un aumento del 37% al 80% en el tiempo de actividades que generan valor agregado dentro del tiempo total del ciclo de producción, este cambio se debe al tiempo de ciclo total de producción que disminuye de 68,9 días a 15,8 días; la reposición en el supermercado planteado es de 15 días pero la diferencia entre reposiciones es de cuatro días debido a que se plantea en el plan de producción producir paralelamente y no secuencialmente como se realiza actualmente en planta de producción.

También se disminuye el tiempo de desperdicios como ser los inventarios entre procesos, espera y transporte del 60% al 4%, mientras el tiempo de las actividades necesarias pero que no generan valor, es decir el tiempo de setup de 2,5 días se mantiene y por esta razón el porcentaje aumenta del 3,6% al 16% en referencia al tiempo del ciclo total de producción.

La reducción en el tiempo de ciclo total de producción se debe que actualmente se trabaja en lotes de 260 pieles, esto se debe a la piel salada almacenada por dos semanas como mínimo esperando que se acumule el lote de 260 pieles y así empezar con el primer proceso.

Con la propuesta planteada se espera cuatro días que es el tiempo que marcan los proveedores para un lote de 90 pieles, otra de las razones de la reducción en el lead time es que se disminuye los inventarios entre procesos al trabajar con un plan de producción y un



balanceo de línea que se adapta al ritmo de pedido del cliente y al pitch que se planteó para la reducción de lote.

Los desperdicios en el proceso de producción fueron reducidos con el método de producción propuesto mediante las herramientas de la manufactura esbelta que como consecuencia conlleva a un aumento en la productividad de la empresa.

En cuanto al análisis financiero realizado con la evaluación económica, se determina que el proyecto planteado es factible y rentable cuando se tiene una inversión propia del 30% y un financiamiento del 70%.

Comparando ambos proyectos se tiene:

TABLA 7- 22
COMPARACION DE PROYECTO

TIPO DE PROYECTO	PURO	FINANCIADO
VAN (Bs)	65.521,6 Bs.	184.418,2 Bs.
TIR	16,6 %	27,6 %
PR	4.8 años	4,5 años

Fuente: Elaboración propia en base a información de la tabla 7-9 y 7-11.

La situación económica actual de la empresa REMO E.U. no permite una inversión propia total, por lo tanto se recomienda que se opte por la elección del proyecto financiado debido a que el valor actual neto y la tasa interna de retorno es más favorable en el caso del proyecto financiado.



CAPITULO VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

- De acuerdo al diagnóstico realizado en planta mediante observación directa se identificó tres tipos de desperdicios que son el transporte por el espacio excesivo que no corresponde a la producción actual; inventarios entre procesos e inventarios de productos terminados y la espera que existe entre procesos debido al tamaño de lote que se maneja y al falta de un programa de producción.
- Las herramientas de manufactura esbelta que se determinaron para atacar los desperdicios fueron balanceo de línea que programe la labor de los operarios y programen la cantidad de producción; metodología de las 5S que mantenga la disciplina en el lugar de trabajo en general; mantenimiento productivo total que disminuya paros repentinos y redistribución de planta para disminuir el tiempo de entrega de productos al cliente final.
- Los cambios que se plantean en el proceso de producción como ser la reducción de los costos de los recursos utilizados en mano de obra, maquinaria utilizada y espacio utilizado se reflejan en un aumento de la productividad y disminución de las actividades que no generan valor como ser los inventarios, transporte y espera de productos entre procesos, así como también una reducción en el tiempo de ciclo total de producción de 70 a 15 días.

Mientras el tiempo de abastecimiento en el supermercado de productos terminados es de 4 días, este tiempo de entrega es el mismo que marca el ritmo de pedido del cliente, con esto se logra esta sincronización que es una de las metas de la manufactura esbelta.

- En el análisis financiero se observa que con un proyecto financiado se tiene menor riesgo y mayor ganancia, es decir a un préstamo bancario se tiene mayor valor actual neto y mayor tasa interna de retorno que en un proyecto sin préstamo bancario.

Se llega a la conclusión que para implementar la filosofía de pensamiento esbelto no se requiere de montos de inversión altos, se requiere cambiar la forma de pensar de



los operarios y del personal para producir más con menos, menos tiempos, menos costos y menos desperdicios.

- El diseño de mejora de productividad mediante la aplicación de herramientas de Manufactura Esbelta logra aumentar la productividad en un 15% en un tiempo de tres meses cumpliendo con el objetivo planteado para el proyecto.

8.2. RECOMENDACIONES

- Para lograr los resultados planteados se recomienda llevar a cabo la implementación del diseño propuesto en este proyecto, como se vio en el análisis financiero, no se requiere de un alto monto de inversión y se tiene un periodo de retorno de inversión en el tercer año del proyecto financiado en un 70% según la evaluación económica.
- En cuanto a los operarios se debe tener una buena capacitación para lograr el cambio que se requiere al trabajar con la implementación de la metodología de las 5S y el TPM.
- El personal involucrado se debe comprometer a los cambios que requiere la implementación del pensamiento esbelto. Se recomienda auditorías cada tres meses de la mejora productiva mediante una evaluación diseñada en el planteamiento del kaizen, también se recomienda capacitar dos líderes entre los operarios que ya se sugirieron para que evalúen la maquinaria y equipo cada periodo mencionado.
- Los procesos en fullones deben ser monitoreados según las horas que necesita cada proceso, debido a esto se plantea que más adelante se implemente PLC para que todos los procesos sean controlables de una mejor forma por una sola persona.



BIBLIOGRAFÍA

- Alonso García, A. (1998). *Conceptos de organización industrial*. . Barcelona: Marcomobo, S.A.
- Cabrera Calva, R. C. (2010). *Lean Six Sigma TOC simplificado para PYMES*. Mexico: independiente.
- Castañeda Jimenez, J. (2008). *Aprendizaje y Desarrollo*. México: Umbral.
- Chase, R. B., Jacobs, R. F., & Aquilano, N. J. (2004). *Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva* . México: McGraw-Hill Interamericana.
- Chase, R., Aquilano, N., & Jacobs, F. (2000). *Administración de Producción y Operaciones: manufactura y servicios*. Bogota: Mc Graw.
- Garcia, C. (2005). *Estudio de trabajo*. McGraw Hill.
- Gonzalez Medina, I. I. (2007). *Tesis*. Mexico. Obtenido de El pensamiento esbelto en la construcción.
- Hernandez Sampieri, R. (2010). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo(4ta. ed.* Ginebra, Suiza: Oficina internacional del trabajo.
- Kanawaty, G. (2001). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- Liker, J. (2004). *The Toyota way*. New York: Free Press.
- Liker, J. (2006). *Las claves del éxito*. Barcelona.
- Marcosende, L. . (2014). “*GESTIÓN DE LA CALIDAD, LA SEGURIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE*” (4º ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL).
- Münch Galindo, L., & Angeles, E. (2010). *Metodos y Tecnicas de Investigacion*. Mexico: Trillas.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2001). *Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo (décima edición)*. México, D.F. : Alfaomega.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. Florida: Productivity press.
- Peñaflor Zurita, A. (2012). *Manual de apoyo para la capacitación en Lean Manufacturing*. México: tesis.



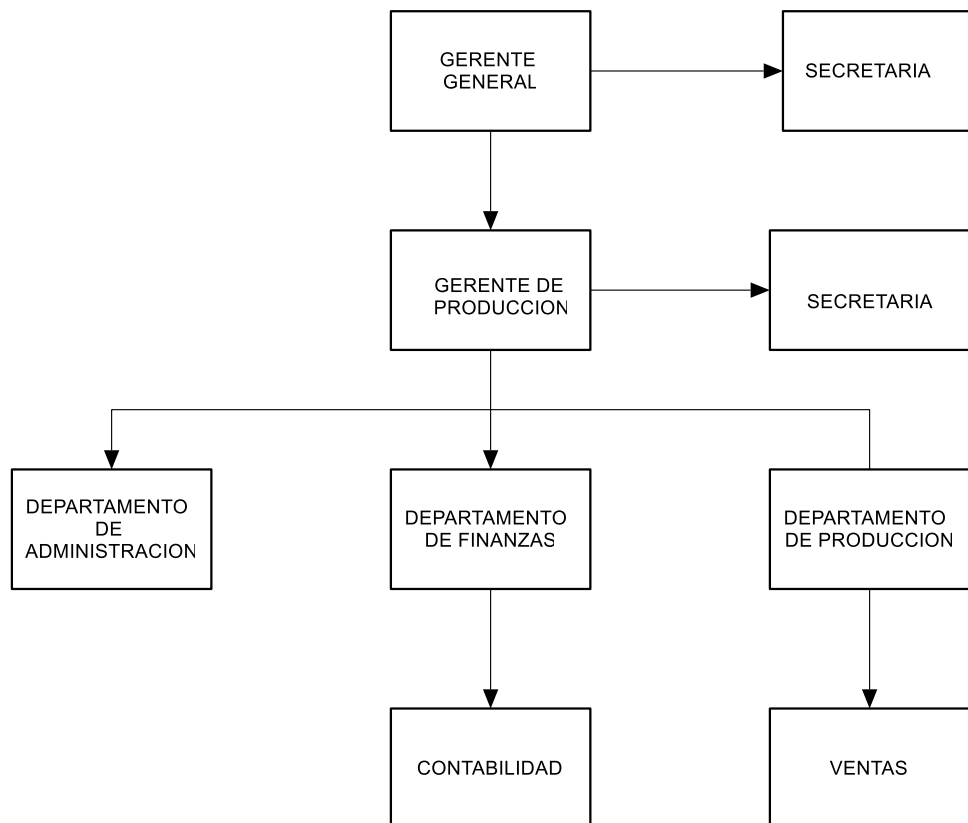
- Rajadell Carreras, M., & Sanchez García, J. L. (2011). *Lean Manufacturing. La evidencia de una.* España: Díaz de Santos.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad.* España: España: Diaz de Santos.
- Render, B., & Heizer, J. (1996). *Principios de Administración de Operaciones.* Mexico: McGraw – Hill.
- Reséndiz Olguín, E. (2009). *Lean Manufacturing como un sistema de trabajo en la industria:un estudio de caso.* México: tesis.
- Shigeo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint.* Productivity Press.
- Socconini, L. (2008). *Lean Manufacturing paso a paso.* México: Norma.
- Villaseñor contrras, A., & Galindo Cota, E. (2007). *Manual de Lean Manufacturing. Guia basica.* Mexico: Limusa.
- Villaseñor, A., & Galindo, E. (2007). *Conceptos y reglas de Lean Manufacturing.* México: Limusa S.A.
- Womack , J., & Jones, D. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation.* Simon and Schulter Adult Publishing Group.



ANEXO A



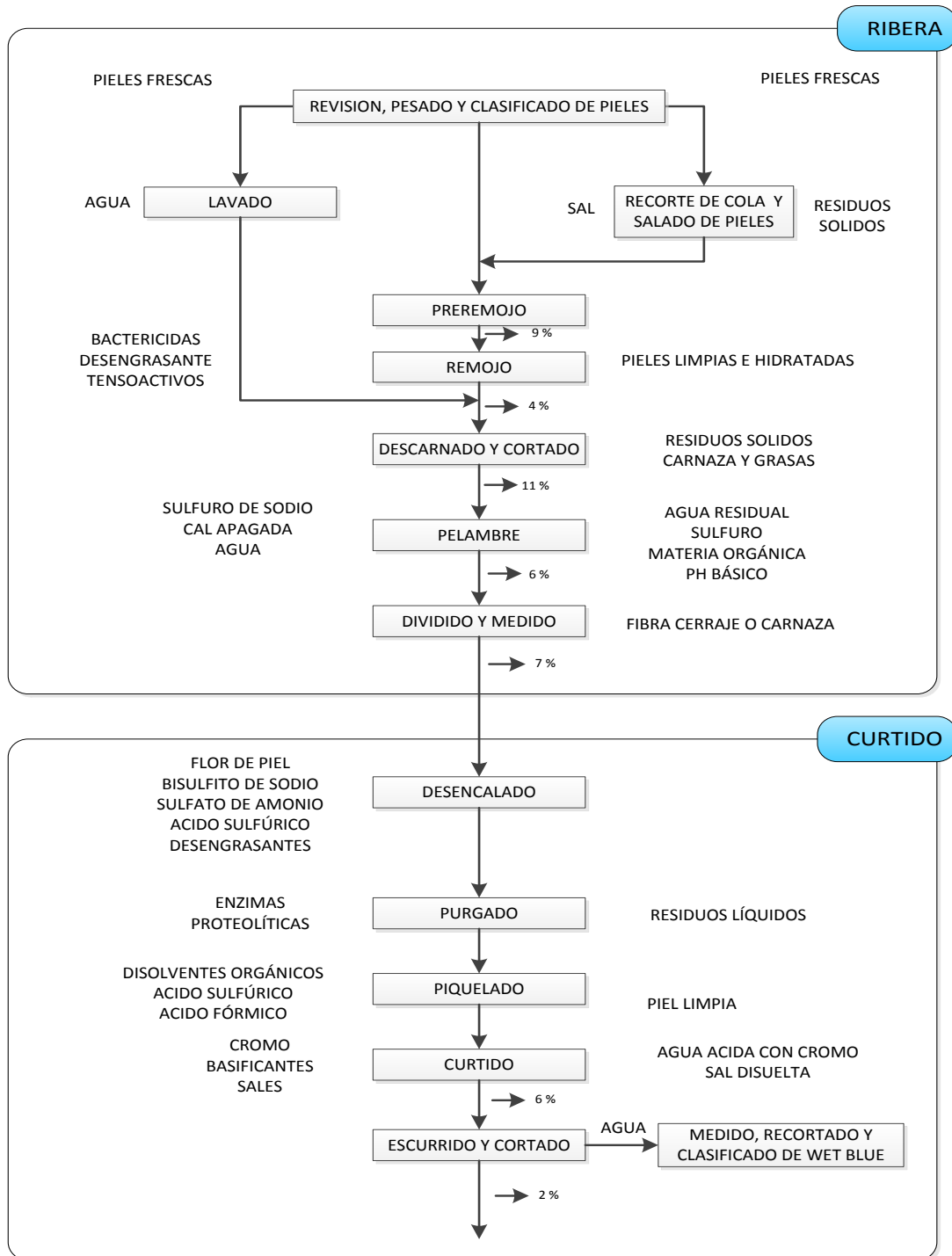
FIGURA 1-2
ORGANIGRAMA DE LA CURTIEMBRE

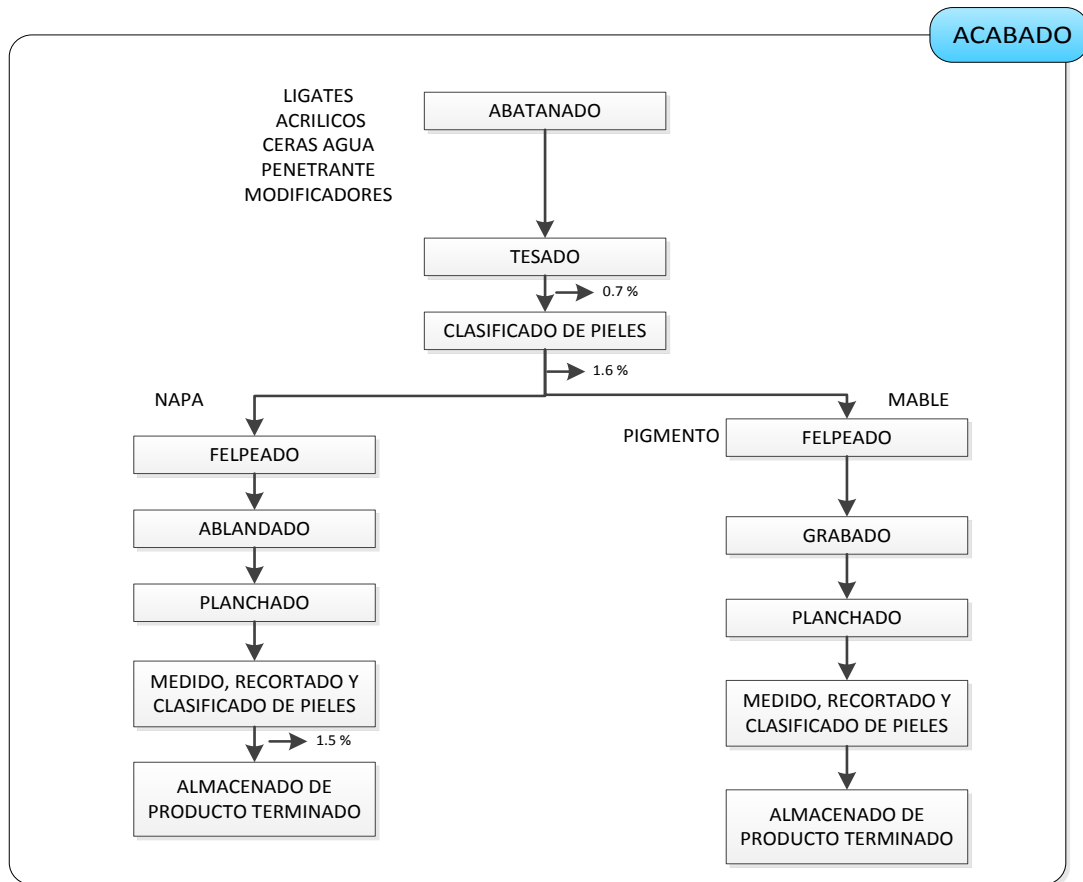
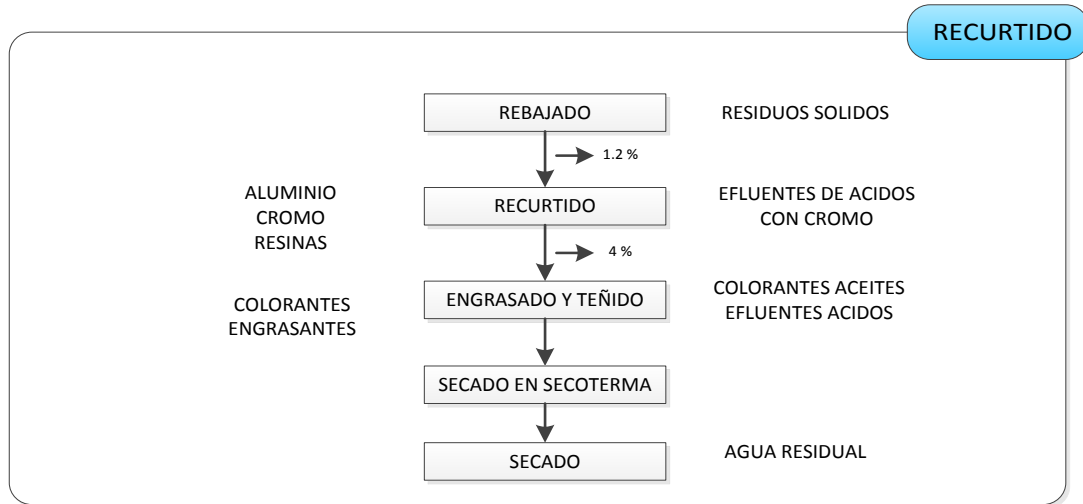


Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de Producción.



FIGURA 1-3
FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN





Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de Producción

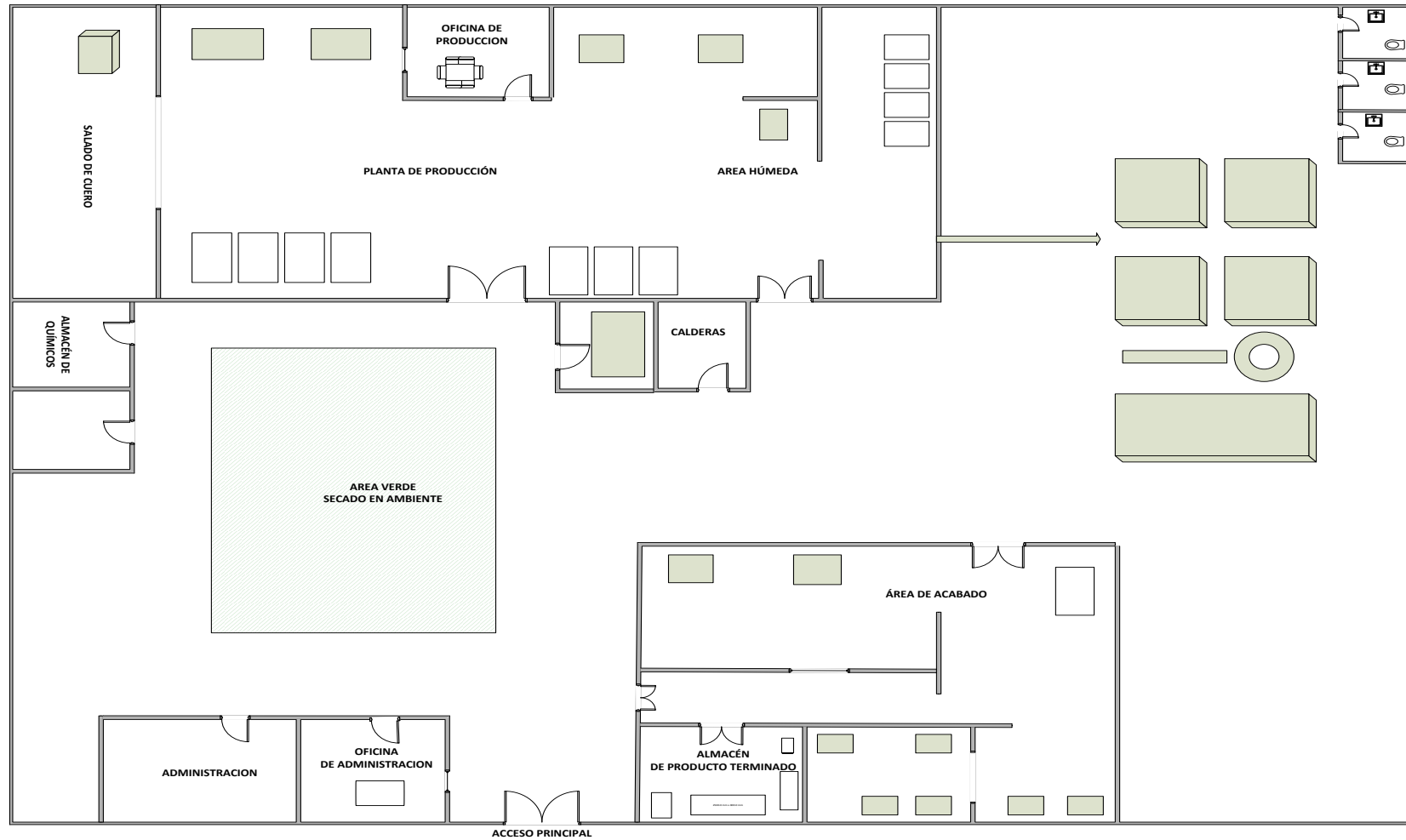


TABLA 1- 8
MATERIA PRIMA E INSUMOS

N°	MATERIA PRIMA	UNIDAD	CALIDAD	PRECIO
1	Cuero fresco Altiplano	Kilogramo	Primera	4 Bs/Kg
2	Sal	Kilogramo		0.4 Bs/Kg
	INSUMO	UNIDAD		PRECIO [Bs/u]
1	Cal viva	Kg		1,20
2	Sulfuro de Sodio	Kg		5,30
3	Sulfato de amonio	Kg		3,20
4	Bisulfato de sodio	Kg		5,50
5	Enzimas coropon	Kg		10,80
6	Bisulfato de sodio	Kg		4,20
7	Formiato sódico	Kg		5,50
8	Ácido fórmico	Kg		7,50
9	Recuertientes	Kg		52,00
10	Colorante acido	Kg		200,30
11	Materia grasa	Kg		13,50
12	Pintura	Kg		51,00
13	Ligante	Kg		20,30
14	Cromo	Kg		7,20
15	Basificante	Kg		12,70
16	Desengrasante	Kg		11,90
17	Cloruro de sodio	Kg		0,20
18	Acido fórmico	Kg		8,20
19	Base negra	Kg		10,50
20	Batan 100B	Kg		11,80
21	Baykanol ITF2M	Kg		10,80
22	Bay Crom A	Kg		6,40
23	Bisulfato de sodio	Kg		5,20
24	Cromo o sal B	Kg		7,10
25	Pirtan E	Kg		8,90
26	Pirtan PGN	Kg		11,90
27	Espra y negro	Kg		12,00

Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de Producción.

FIGURA 1- 4
DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LA PLANTA



Fuente: Elaboración propia en base a información de Gerencia de Producción.



ANEXO B



TABLA 2- 7
PRE-DIAGNOSTICO DE "REMO E.U."

1. Nombre de la empresa. "REMO E.U."
2. Sector industrial. Curtido de cuero
3. Dirección. Urbanización Pucarani Manzano 7, N° 220 El Alto
4. Numero de teléfono. 2 2850106
5. ¿Cual es la línea principal de negocios de la compañía? El producto estrella es Mable y Wet Blue
6. Año de inicio de las operaciones: año 2018
7. ¿Cuales son los productos, servicios de la compañía? Mable, Napa y Wet Blue
8. ¿La compañía planea exportar estos productos?
Si, cuando la empresa entre a la etapa de crecimiento
9. Capital social de la empresa.
Nacional 100%
(x) empresa estrictamente familiar
10. Numero total de empleados:
Gerencia 2
Operativo 11
Administrativo 2
11. ¿Posee la empresa un organigrama actualizado? SI (véase Figura 1-2, ANEXO A)
12. ¿Cuál es produccion anual de la empresa?
La produccion anual es de 5500 pieles
13. ¿Cuál es la capacidad instalada de la produccion?
La capacidad instalada de produccion es de 12000 pieles por año
14. ¿Cuál es el porcentaje de utilización de la capacidad instalada?
Es el 46 %
15. ¿Cómo se distribuyeron los costos de produccion?
Materiales 37 %
Mano de obra 41 %
Gastos indirectos 12 %



Otros 10 %

16. ¿Cuál es el monto anual de los costos operativos actualmente?

Los costos operativos son alrededor de Bs. 100.500

17. ¿Cuál es el monto anual de los costos de alquiler actualmente?

El costo actual de alquiler anual es de Bs. 190.000

18. ¿Qué porcentaje de la producción es rechazada?

Dentro de la empresa 10 %

Fuera de la empresa 5 %

19. ¿Cuántos nuevos productos se desarrollan en los últimos 5 años?

La empresa no desarrollo nuevos productos desde que se abrió hace más de un años

20. ¿Cuáles son las principales materias primas y cuales son sus orígenes?

La empresa tiene como materia prima nacional principal pieles de res del altiplano

21. ¿Cuál es la antigüedad promedio de la maquinaria?

La antigüedad es de 10 años

22. ¿tiene actualmente la empresa problemas con la maquinaria y equipo?

SI

23. ¿La compañía sigue un plan estratégico?

NO

24. ¿Cuál es la misión de la compañía?

Satisfacer las necesidades del mercado nacional con la mejor calidad del producto y en el tiempo requerido

25. ¿Cuáles son los factores claves de éxito que le permiten competir a la compañía en el mercado?

Calidad, tiempo de entrega, tipología de productos y servicios, calidad del personal

26. En su opinión ¿en que áreas de la compañía tienen un gran potencial para mejorar?

El area de produccion, la planificación de produccion, administración de procesos y administración de recursos y de personal

27. ¿Cuáles han sido los principales factores que restringen el éxito de la compañía?

La baja productividad, maquinaria en desuso, tiempos de produccion, espacios en exceso y costos de produccion.



28. ¿Cómo se planea financiar estas inversiones?
- Recursos propios
 - Créditos de instituciones bancarias
29. La compañía ha introducido estándares ambientales o practicas como:
- Evitar o reducir la contaminación
 - Reciclar productos y materias primas
30. ¿Cuáles son sus ventas anuales?
- 5500 piezas al año
31. ¿Qué porcentaje de los activos son fijos?
- 30 %
32. Situación financiera de la compañía en el futuro y presente año:
- La curtiembre tiene financiamiento propio, por lo tanto no es común para este empresa adquirir préstamos a largo plazo
33. Indique que tipos de servicios de consulta ha recibido la empresa en los últimos años y el nombre de la empresa asesoral consultora controlada
- La empresa no ha recibido consultas
34. ¿Qué tipo de servicios futuros le gustaría recibir de programas como el nuestro?
- A la empresa le gustaría recibir información sobre administración de personal, sobre procesos y asesoría sobre mantenimiento
35. ¿Considera algún tipo de alianza?
- NO
36. Datos del representante de la compañía
- Grado máximo de estudios: Doctorado
 - Años de trabajar en la compañía: 2 años
 - Persona entrevistada: Jae sun KingBae
 - Cargo en la compañía: Gerente de produccion



FIGURA 2- 4
CLASIFICACIÓN DE PIELES FRESCAS



Fuente: Fotos tomadas en planta de producción.

FIGURA 2- 5
MAQUINARIA SIN USO EN LA CURTIEMBRE



Fuente: Fotos tomadas en planta de producción.



FIGURA 2- 6
ESPACIO SIN USO EN LA CURTIEMBRE



Fuente: Fotos tomadas en planta de producción.

FIGURA 2- 7
INVENTARIO DE PIEL SALADA



Fuente: Fotos tomadas en planta de producción.



FIGURA 2- 8
INVENTARIO ENTRE PROCESO



Fuente: Fotos tomadas en planta de producción.

FIGURA 2- 9
INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO

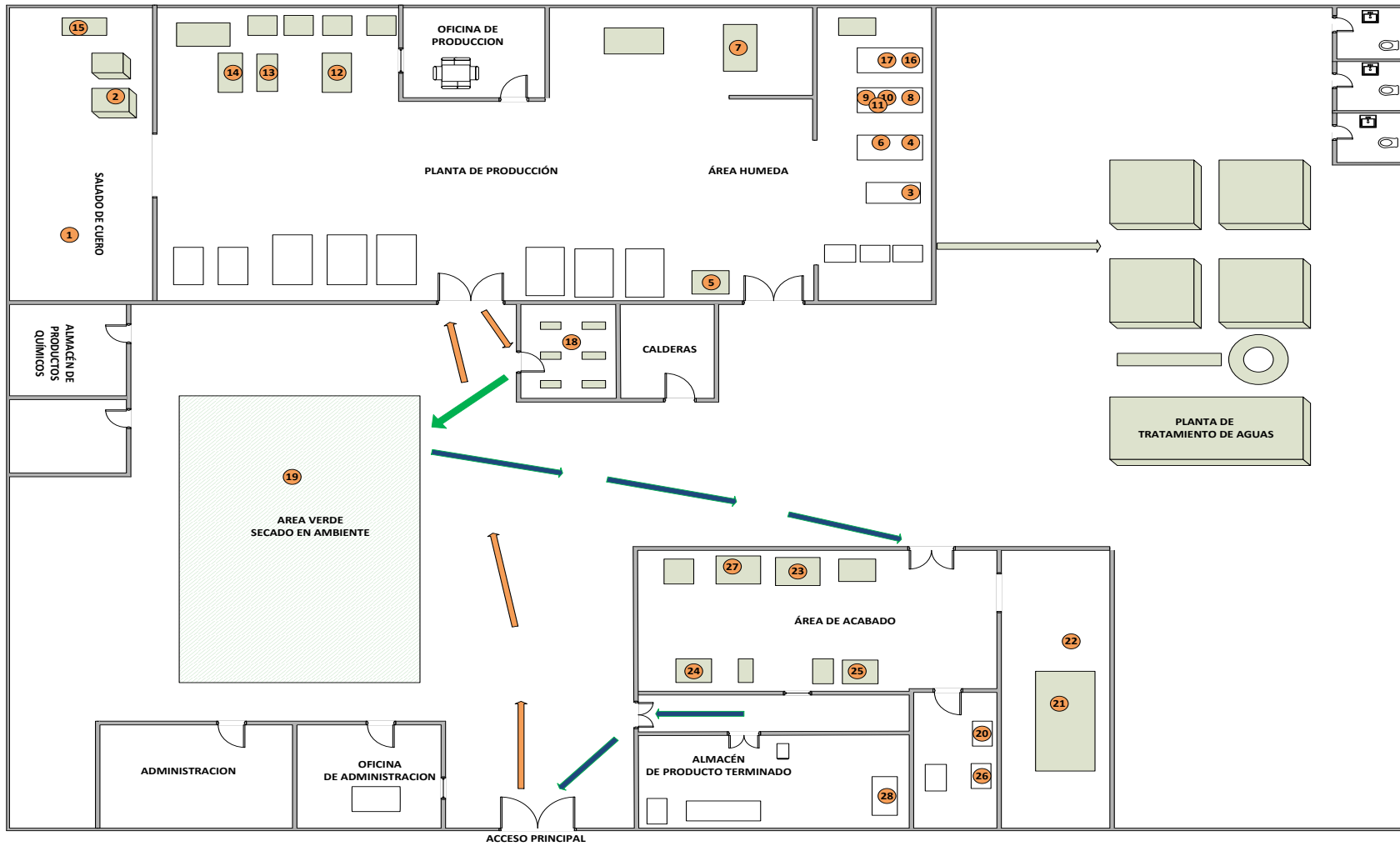


Fuente: Fotos tomadas en planta de producción.



ANEXO C

FIGURA 5- 11
DIAGRAMA DE RECORRIDO DE LA CURTIEMBRE

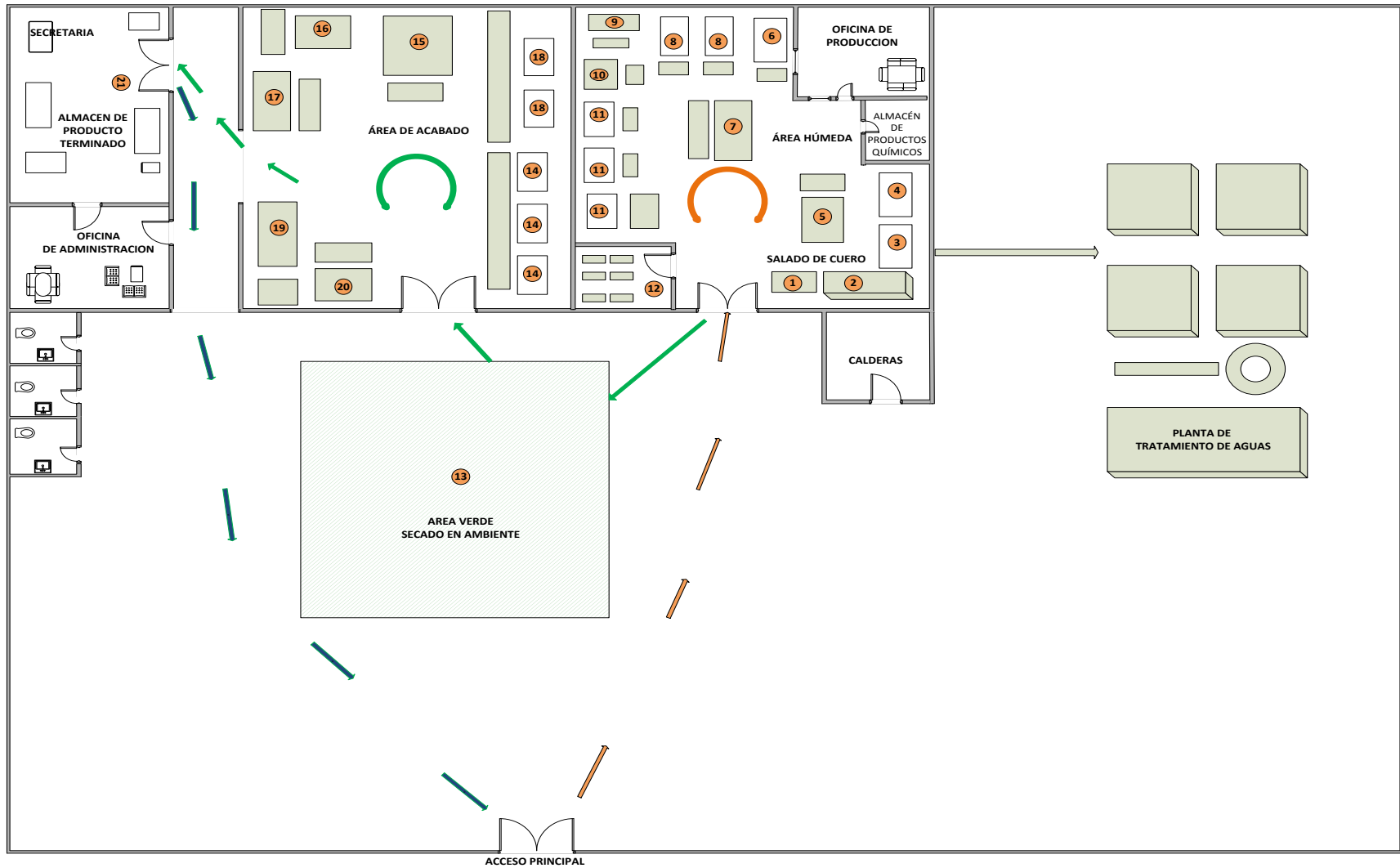


Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en planta de producción



- 1= Revisión, pesado y clasificado
- 2= Recorte y salado
- 3= Preremajo
- 4= Remajo
- 5= Descarnado y cortado
- 6= Pelambre
- 7= Dividido y medido
- 8= Desencalado
- 9= Purgado
- 10= Piquelado
- 11= Curtido
- 12= Escurrido
- 13= Medido de wet blue
14. Inventario de wet blue
- 15= Rebajado
- 16= Recurtido
- 17= Engrasado y Teñido
- 18= Secado en secoterma
- 19= Secado natural
- 20= Abatanado
- 21= Tesado
- 22= Clasificado en napa y mable
- 23= Inventario
- 24= Felpeado
- 25= Grabado
- 26= Ablandado
- 27= Planchado
- 28= Medido, clasificado y almacenado de producto terminado

FIGURA 5-12
REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA CON LA PROPUESTA



Fuente: Elaboración propia en base a datos recopilados en planta de producción



- 1= Revisión, pesado y clasificado
- 2= Recorte y salado
- 3= Preremajo
- 4= Remajo
- 5= Descarnado y cortado
- 6= Pelambre
- 7= Dividido y medido
- 8= Curtido y clasificado de Napa y Mable
- 9= Ecurrido
- 10= Rebajado
- 11= Recurtido
- 12= Secado en Secoterma
- 13= Secado natural
- 14= Abatanado
- 15= Tesado
- 16= Felpeado
- 17= Grabado
- 18= Ablandado
- 19= Planchado
- 20= Medido y clasificado
- 21= Almacén de producto terminado

TABLA 5- 35
MEDIBLES DE HEIJUNKA

HERRAMIENTAS	NIVELES				CALIFICACIÓN
	1	2	3	4	
Mapa del proceso	No existe	Se conoce lo que es el mapa de valor	Se mapea el proceso y se elabora el mapa futuro	Se implementa un mapa futuro dentro de la empresa	
Metodología de las 5S	Planta desorganizada y sucia	Limpieza buena pero sin orden	Buena limpieza y organización, se da entrenamiento de las 5S	Se mantiene la limpieza y la organización en todas las areas	
Mantenimiento productivo total	Paros por fallas de equipo ,baja eficiencia global	Se inician trabajos de mantenimiento preventivo	MP es programado y realizado a tiempo	El TPM funcionan correctamente	
Flujo del proceso	Trabajo por medio de lotes en piso	Producción de islas solitarias	Producción en línea, con inventario en proceso	Distribución adecuada en planta	
Takt time	Ritmo de producción desconocido	Ritmo conocido pero no alcanzado	Trabajo realizado al ritmo del takt time	Takt time evaluado cada cambio de orden	
Sistema jalar	Producción en sistema de empujar	Sistema jalar solo en algunas estaciones	Sistema de jalar en una línea de producción	Producción de acuerdo con la demanda del cliente	
8 desperdicios	El desperdicio es excesivo en todas las áreas de la planta	El desperdicio es poco comentado y solo es tratado en gran escala	Existen sistemas que permitan a los trabajadores reducir los desperdicios	Su eliminación es una rutina normal, los niveles de desperdicio son bajos	
Kaizen	La mejora continua sucede en la alta gerencia	La alta gerencia están dedicados al progreso de la mejora continua	Existe mejora continua o un sistema de sugerencia	Se considera el kaizen parte del trabajo y se lleva a cabo	
Kanban	La producción es empujada	Se busca implementar el sistema kanban	Los sistemas kanban funcionan en piso	Se maneja kanban y bajo la demanda	
Heijunka	Programación y metas de la producción mensual	Programación y metas semanales	Se programan metas de manera diaria	La producción es nivelada a la demanda y basada en el takt time	
Medibles	No existen indicadores visibles en ninguna de las áreas	Existen indicadores visuales en algunas áreas pero sin actualizar	Existen indicadores visuales por área y actualizados	Existen indicadores y los operarios son responsables de esta información	

Fuente: Elaboración propia en base a información de las propuestas de mejora



ANEXO D



FIGURA 7-4
DATOS DE MAQUINARIA DEL PROVEEDOR

MAQUINARIA DE CURTIEMBRE

1. DIVIDIDORA "SVIT" Sus.- 30.000.00

Campo útil	2.70 m.	Motor	15 KW
			5 KM
			1 KW ESMERIL
			1 KW



DESCARNADORA "SVIT" Sus.- 30.000.00

Campo útil	2.70 m.	Motor	60 KW
			0.55 KW Transportadora



2. CILINDRADORA SUELA "SCHLAGETER RESEMBURG" Sus.- 26.000.00

(Mal estado engranaje Hombre)

Motor	11 KW	380 220
Largo	3.50 cm	
Ancho	0.30 cm	





3. PLANCHADORA OSCARIA "SCHLAGETER RESEMBURG" Sus.- 12.000.00

Motor	5 KW
Largo	1.20
Ancho	30
Planchas de gravado	6



4. FULON (A) Cantidad 7

Cremallera	1.20
Motor	4.5 KW
Diámetro	2.00 m
Ancho	1.20 m

FULON (B) Cantidad 7

Motor	5.5 KW
Transmisión	
Diámetro	2.00 m
Ancho	1.20 m

FULON (C) Cantidad 3

Motor	5.5 KW
Transmisión	
Diámetro	1.20 m
Ancho	2.00 m

FULON (D) Cantidad 2

Motor	5.5 KW
Diámetro	1.45 m
Ancho	2.00 m
Medios en mal estado	

FULONES Y MOTORES



Fuente: información proporcionada del proveedor



FIGURA 7- 5
FULON PEQUEÑO Y DE ACABADO PROPUESTO



Fuente: fotos de proveedor

FIGURA 7- 6
COSTO DEL INTERES DE PRESTAMO

Entidades	MONEDA NACIONAL					MONEDA EXTRANJERA					UFV	MV DOL
	Empre-sarial	PYME	Micro-crédito	Consumo	Vivienda	Empre-sarial	PYME	Micro-crédito	Consumo	Vivienda	Prom.	Prom.
BANCOS MÚLTIPLES												
NACIONAL DE BOLIVIA	7.01	7.12	13.23	11.83	6.30			7.71				
MERCANTIL SANTA CRUZ	6.55	7.46	12.88	13.69	8.26	8.03	8.57	15.95				
CRÉDITO DE BOLIVIA	5.42	7.25	15.96	19.31	8.65				34.49			
BISA	5.78	7.30	15.11	15.06	7.11		11.79					
UNIÓN	4.80	6.33	13.49	20.75	8.55							
ECONÓMICO	5.39	6.15	12.88	17.53	7.74		11.46		20.73			
GANADERO	6.44	6.54	13.92	19.16	7.50		7.93					
NACIÓN ARGENTINA	8.16			14.26								
DO BRASIL	5.24											
FASSIL	6.14	9.12	14.50	19.99	8.75							
ENTIDADES ESPECIALIZADAS EN MICROFINANZAS												
BANCOS MÚLTIPLES												
SOLIDARIO			18.13	24.39	21.04							
FIE	7.33	6.71	13.90	22.91	17.57							
FORTALEZA	6.08	6.23	12.60	13.63	8.54							
PRODEM		11.44	16.27	24.55	16.22							

Fuente: <https://es.scribd.com/document/402171766/Banco-Central-de-Bolivia-Tasas-de-Intereses>.



FIGURA 7- 7
MONTOS DEL PRESTAMO BANCARIO

Crédito Negocios - Activo Fijo

- > **Monto:** Desde Bs. 105.000 hasta Bs. 2.100.000 o su equivalente en dólares.
- > **Plazo:** Hasta 12 años plazo según corresponda.
- > **Garantías:**
Hipotecaria.

Fuente: <https://www.bcp.com.bo/Pymes>

FIGURA 7- 8
REQUISITOS DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DE LA EMPRESA

Requisitos

Crédito Negocios: Capital de Trabajo - Activo Fijo

- > Antigüedad mínima del negocio: 12 meses (respaldar).
- > Ventas de US\$ 30.000 a US\$ 1.000.000 (respaldar).
- > Llenar el formulario de Solicitud de Crédito.
- > Adjuntar fotocopias de:
 - C.I. de solicitante y cónyuge.
 - Respaldo del patrimonio declarado.
 - NIT del negocio (si corresponde).
 - Últimos 3 meses de pago del IVA (si corresponde).

Fuente: <https://www.bcp.com.bo/Pymes>

TABLA 6- 11
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

N°	ACTIVIDADES	ABRIL				MAYO				JUNIO			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
1	Anuncio de la alta direccionde introducir el TPM junto a las 5S y Análisis de la situación actual de programas de mantenimiento												
2	Lanzamiento de la campaña y Determinar principales fallas de la maquinaria critica												
3	Reunión de lanzamiento oficial												
4	Distribución de responsabilidades del TPM												
5	Reuniones de capacitación y uso de herramientas TPM y conceptos de las 5S												
6	Capacitación técnica sobre TPM y las 5S a todo el personal												
7	Comenzar la implementacion del TPM y las 5S												
8	Revision y mejora del programa de mantenimiento, de orden y de limpieza												
9	Auditorias de uso de herramientas de TPM y seguimiento de las 5S												

Fuente: Elaboración propia en base a información del mantenimiento total productivo y de la metodología de las 5S planteadas