

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ**

**MEJORA DEL PROCESO DE LA PRODUCCIÓN DE HARINA
USADA COMO MATERIA PRIMA PARA ALIMENTO
BALANCEADO DE MASCOTAS APLICANDO LA METODOLOGÍA
LEAN MANUFACTURING**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, que presentan los bachilleres:

Fiorella Polanco García

Katerine Oré Sánchez

Asesor: Fernando Ormachea Freyre

Lima, Noviembre del 2017

Resumen

La creciente demanda de las empresas productoras de alimento balanceado para mascotas, así como mayores exigencias por parte de los clientes en término de precio y calidad, hace que los proveedores tengan las mismas exigencias por parte de los productores de alimentos. En este sentido, la presente propuesta pretende incrementar la satisfacción del cliente, ahorrar costos y elevar el bienestar del personal a través de la implementación de la manufactura esbelta.

La compañía en estudio se dedica a la fabricación y comercialización de harina de percanza, que sirve como materia prima del alimento balanceado para perros. A fin de conocer la situación actual de esta, se realizó la revisión de indicadores históricos de calidad, productividad y seguridad junto con el mapeo del flujo de valor (VSM); con lo que se concluyó que es necesaria la incorporación de herramientas de la manufactura esbelta tales como mantenimiento autónomo, 5S's, SMED, Lay Out, Estandarización y Kaizen para la solución a los actuales problemas de la empresa. La implementación busca reducir los principales desperdicios identificados en la línea de producción, además de elevar la disponibilidad, eficiencia y calidad.

Con la implementación propuesta se espera un incremento del indicador OEE para todas las maquinarias, en promedio un 13%. Además de reducir los costos de transporte y de eliminar las horas extras que son de 101,50 horas semanales. Asimismo, la implementación conllevará una inversión de S/. S/. 28989,19 anual en promedio por 10 años y se espera genere un valor actual neto de S/. 319 909,58 en un escenario pesimista.

Por lo descrito anteriormente se recomienda realizar la implementación de cada una de las herramientas de Lean Manufacturing que se propusieron.



TEMA DE TESIS

PARA OPTAR	Título de ingeniero industrial
ALUMNOS	KATERINE JULIANA ORÉ SÁNCHEZ FIORELLA DEL CARMEN POLANCO GARCÍA
CÓDIGOS	3010.0145.12 3010.0134.12
PROPUESTO POR	Ing. Fernando E. Omechía Freyre
ASESOR	Ing. Fernando E. Omechía Freyre
TEMA	MEJORA DEL PROCESO DE LA PRODUCCIÓN DE HARINA USADA COMO MATERIA PRIMA PARA ALIMENTO BALANCEADO DE MASCOTAS APLICANDO LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING.
Nº TEMA	4383
FECHA	San Miguel, 27 de junio de 2017



JUSTIFICACIÓN:

Perros y gatos, son los animales más populares en los hogares peruanos, específicamente en Lima, el 64.1% de las familias tienen mascotas¹. De los cuales, el 78% de estas familias compran comida balanceada².

Es por ello, que en los últimos años la empresa líder en el mercado de alimento balanceado para mascotas tuvo una tasa de crecimiento del 37.8% con respecto al 2013, vendiéndose un aproximado de 50 000 toneladas de alimento balanceado³. Lo que es una clara señal de que este mercado tiene un increíble potencial de crecimiento en el Perú.

Ante tal escenario, las empresas dedicadas a la producción de alimento balanceado para mascotas requieren proveedores con productos de calidad y buen precio; uno de los insumos principales para la fabricación de alimento balanceado es la harina fabricada de vísceras y menudencias, el cual es adquirido por empresas peruanas e importado de otros países sudamericanos, principalmente Ecuador y Colombia. Debido a esto, las empresas peruanas productoras de dicha harina deben preocuparse en incrementar su competitividad.

¹ Fuente: PUBLIMETRO <http://publimetro.pontificiaindustrial.com/colombia-crece-mercado-comida-mascotas> (Consultado: 10-10-2016)

² Fuente: IPSOS APOYO. Librerías de productos comestibles - 2014.

³ Fuente: El Comercio. http://elcomercio.com/economia/negocios/ventas-lima-en-1964-mil-toneladas-30-productos-novicia-7000747?fbclid=IwAR18728881mwa_18-entfjg (Consultado: 24-05-2015)



Uno de los problemas principales del caso de estudio, es el exceso de horas extra, la inconsistencia de calidad y productividad de sus operaciones, la existencia de desperdicios en la producción y en la entrega de los pedidos.

La implementación de la metodología Lean ayuda a las empresas a detectar y eliminar los desperdicios de sus procesos productivos con el objetivo de desarrollar procesos ágiles, eficientes y productivos, logrando de esta forma mayores niveles de competitividad y la generación de un equipo de trabajo motivado, capaz y con una cultura de mejora continua.

Por lo mencionado anteriormente, se plantea la mejora del proceso de producción de harina destinada a alimentos balanceados aplicando la Metodología Lean Manufacturing, ya que ayudará a mejorar el proceso actual mediante la eliminación de errores de proceso y el aumento de la productividad.

OBJETIVO GENERAL:

Proponer un plan de mejora del proceso de fabricación de comida balanceada de maíces, aplicando la metodología Lean Manufacturing.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Definir y explicar los conceptos y la metodología de Lean Manufacturing, que serán utilizados a lo largo de la tesis. Explicar las herramientas a usar.
- Describir los elementos que intervienen en el negocio, la empresa y el contexto en el cual nos encontraremos para la elaboración de la tesis. Definir y comprender los procesos involucrados.
- Evaluar la situación actual del proceso.
- Determinar y proponer mejoras en el proceso actual, según el diagnóstico previo.
- Validar los ahorros y evaluar la rentabilidad del plan propuesto.

PUNTOS A TRATAR:

a. Marco Referencial.

En este punto se tratará el marco teórico y metodológico que comprenda los conceptos y herramientas que serán usados a lo largo de la tesis con respecto a Lean Manufacturing, junto con los conceptos necesarios para poder entender la problemática actual.

b. Descripción de la empresa y casos similares (FCPG)

En este punto se describirá a la empresa, los procesos que se realizan en la planta, así como la maquinaria, equipos y demás elementos que intervienen en el negocio. Así mismo, se describirán tres casos similares de aplicación de Lean Manufacturing.

c. Diagnóstico Lean (ILOS-FCPG)

Se presentará el análisis y evaluación de la situación actual del proceso, identificando las principales oportunidades de mejora y las herramientas Lean a aplicar.

ii



d. **Propuesta de mejora y plan de ejecución. (KIOS-FCPG)**

Se presentarán alternativas de mejoras ante las problemáticas tratadas en el punto anterior, detallando sus beneficios y efectos, para luego seleccionar las mejores y establecer el plan de ejecución.

e. **Evaluación técnica y económica. (KIOS)**

Se evaluará el impacto de las propuestas de mejora cualitativa y cuantitativa. Además, se calculará la inversión a realizar para aplicar las propuestas de mejora elegida, así como la factibilidad de la implementación de las mismas.

f. **Conclusiones y recomendaciones.**



ASESOR

KATERINE JULIANA ORÉ SÁNCHEZ (KIOS)
RORELLA DEL CARMEN POLANCO GARCÍA (FCPG)



Tabla de Contenido

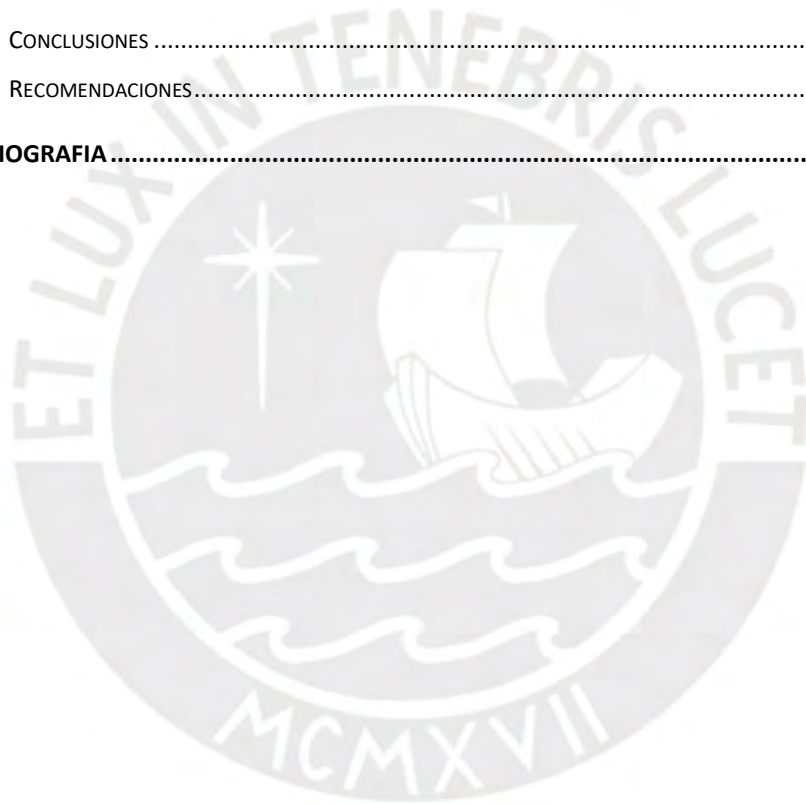
INTRODUCCIÓN.....	1
1 CAPÍTULO 1: MARCO REFERENCIAL.....	2
1.1 MARCO TEÓRICO	2
1.1.1 <i>Conceptos básicos de procesos.....</i>	2
1.1.1.1 Proceso	2
1.1.1.2 Indicadores	4
1.1.2 <i>Lean Manufacturing</i>	7
1.1.2.1 Antecedentes de Lean Manufacturing.....	7
1.1.2.2 Principios de Lean Manufacturing	8
1.1.2.3 Desperdicios de Lean Manufacturing	8
1.2 MARCO METODOLÓGICO DE LEAN MANUFACTURING.....	11
1.2.1 <i>Metodología para el desarrollo de la tesis</i>	11
1.2.2 <i>Metodología de Lean Manufacturing.....</i>	12
1.2.2.1 Factores a considerar.....	14
1.2.2.2 La Herramientas típicas de mejora de procesos	15
1.2.3 <i>Metodologías de las principales herramientas Lean</i>	17
1.2.3.1 Estandarización de procesos.....	17
1.2.3.2 SMED	19
1.2.3.3 Kanban	20
1.2.3.4 Mapeo de flujo del valor.....	21
1.2.3.5 Las 5s	21
1.2.3.6 Jidoka	22
1.2.3.7 Poka Yoke	23
1.2.3.8 JIT.....	23
1.2.3.9 Mantenimiento Productivo Total o TPM	23
1.2.3.10 Kaizen.....	24
2 CAPÍTULO 2: CASO DE ESTUDIO Y CASOS SIMILARES	25
2.1 LA EMPRESA	25
2.2 SECTOR Y ACTIVIDAD ECONÓMICA	25
2.3 ENTIDADES PARTICIPANTES EN EL MODELO DEL NEGOCIO	25
2.3.1 <i>Clientes</i>	25
2.3.2 <i>Proveedores.....</i>	25
2.3.3 <i>Competidores</i>	26
2.4 ORGANIZACIÓN	26

2.4.1	Área Administrativa.....	26
2.4.2	Área de producción y Calidad.....	26
A.	Médico Veterinario responsable (Control de calidad).....	27
2.4.2.1	Jefe de producción (jefe de planta)	27
2.4.2.2	Empleados de producción	27
2.5	CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO	27
2.6	PROCESO PRODUCTIVO	28
2.6.1	Recepción de materia prima.....	28
2.6.2	Inspección de materia prima	28
2.6.3	Seleccionar materia prima.....	29
2.6.4	Clasificar la materia prima	30
2.6.5	Limpiar Materia prima	31
2.6.6	Cocción en marmita.....	31
2.6.7	Triturar Materia prima	32
2.6.8	Quemado.....	32
2.6.9	Enfriamiento Externo.....	33
2.6.10	Molienda	33
2.6.11	Tamizado.....	33
2.6.12	Inspección.....	34
2.6.13	Empaque	34
2.6.14	Almacenamiento – Distribución.....	34
2.7	CASOS SIMILARES	35
2.7.1	Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta	35
2.7.2	Análisis y mejora de procesos en una Línea procesadora de Bizcochos empleando Manufactura Esbelta	37
2.7.3	Elaboración de hojas de trabajo estandarizadas y Hojas de elementos de trabajo.....	40
3	CAPÍTULO 3: DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA	42
3.1	VSM ACTUAL	42
3.1.1.1	No se realiza una planificación adecuada de la compra de materia prima e insumos.....	44
3.1.1.2	Mermas y desperdicios en la zona de trabajo	44
3.1.1.3	Existencia de áreas de trabajo desorganizados	45
3.1.1.4	Distribución de la planta	46
3.1.1.5	Maquinaria sin utilizar por averías.....	46
3.1.1.6	Reprocesos.....	47
3.1.1.7	Incidentes	47

3.2	IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS	47
3.2.1.1	Causas de los problemas de LayOut	48
3.2.1.2	Causas de los problemas correspondientes a los procesos y procedimientos.....	48
3.2.1.3	Causas a los problemas de herramientas y maquinarias:	49
3.2.1.4	Causas correspondientes a la Formulación del Producto	49
3.2.1.5	Causas de los problemas correspondientes a la Limpieza y Calidad.....	49
3.3	DIAGNOSTICO LEAN	50
4	CAPITULO 4: PROPUESTAS DE MEJORA APLICANDO LEAN MANUFACTURING	53
4.1	DETERMINACIÓN DE MÉTRICAS.....	53
4.1.1	<i>Determinación de la Efectividad global de los equipos</i>	<i>53</i>
4.1.2	<i>Determinación de método de trabajo eficiente.....</i>	<i>55</i>
4.2	APLICACIÓN DE 5S	55
4.2.1	Comité "5S"	55
4.2.2	Preparación	56
4.2.3	Diagnóstico de la planta.....	57
4.2.3.1	Diagnóstico del Área de Hidrolizado.....	57
4.2.3.2	Conclusión del diagnóstico	59
4.2.4	Implementación de 5s	59
4.2.4.1	Primera S: Clasificar	60
4.2.4.2	Segunda S: Orden	61
4.2.4.3	Tercera "S" Limpiar	62
4.3	APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO (TPM).....	63
4.3.1	Preparación del Mantenimiento Autónomo.....	63
4.3.2	Diagnóstico del TPM.....	64
4.3.3	Desarrollo de la herramienta TPM	64
4.3.3.1	Capacitación de los operarios.....	64
4.3.3.2	Elaboración de planes de acción para eliminar fuentes de contaminación.....	66
4.3.3.3	Establecimiento de estándares.....	66
4.4	SMED EN PREPARACIÓN DE MAQUINARIAS - OPERACIONES QUE NO AGREGAN VALOR	67
4.4.1	Realizar un primer análisis de las actividades actuales:.....	68
4.4.1.1	Actividades realizadas para la preparación de los hidrolizadores.....	68
4.4.1.2	Actividades realizadas para la preparación de Digestores.....	68
4.4.2	Balance de carga de tiempo de preparaciones	69
4.4.3	Realizar un segundo análisis y proponer mejoras para reducir el tiempo de preparación....	70
4.4.3.1	Hidrolizadores	70
4.4.3.2	Digestores	71

4.4.3.3	<i>Nuevo balance de carga de trabajo</i>	71
4.4.4	<i>Resultados SMED</i>	72
4.5	MEJORAS EN EL LAYOUT	73
4.5.1	<i>Área de recepción</i>	78
4.5.2	<i>Área de hidrolizado</i>	79
4.5.3	<i>Área de Quemado</i>	80
4.5.4	<i>Área de Enfriamiento</i>	80
4.5.5	<i>Área de Molienda</i>	81
4.5.6	<i>Área de Pesado y Zurcido</i>	81
4.6	KAIZEN Y ESTANDARIZACIÓN - OPERACIONES QUE PUEDEN AÚN AGREGAR MÁS VALOR	82
4.6.1	<i>Situación Actual</i>	85
4.6.2	<i>Propuesta</i>	87
4.6.3	<i>Resultados de propuesta</i>	89
4.6.4	<i>Evento Kaizen</i>	90
4.6.4.1	Preparación del evento Kaizen	90
4.6.4.2	Ejecución del Evento Kaizen	90
4.6.4.3	Seguimiento del Evento Kaizen	90
4.7	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	90
5	CAPITULO 5: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA PROPUESTA DE MEJORA	93
5.1	INVERSIÓN REQUERIDA	93
5.1.1	<i>Implementación de 5`s</i>	93
5.1.1.1	Costo del personal	93
5.1.1.2	Capacitaciones	94
5.1.1.3	Insumos	94
5.1.2	<i>Implementación de TPM</i>	95
5.1.2.1	Costo del personal para TPM	95
5.1.2.2	Capacitación	96
5.1.2.3	Insumos	96
5.1.2.4	Reparación	96
5.1.3	<i>Implementación del SMED</i>	97
5.1.3.1	Costo del personal	97
5.1.3.2	Gasto de Capacitación	97
5.1.3.3	Gasto de insumos	98
5.1.4	<i>Implementación del Layout</i>	98
5.1.5	<i>Implementación de la Estandarización</i>	98
5.1.5.1	Costo del Personal	98

5.1.5.2	Costo de Capacitación.....	99
5.1.5.3	Costo de implementación.....	99
5.1.6	<i>Capacitaciones recurrentes</i>	100
5.2	CALCULO DE BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN	100
5.2.1	<i>Beneficios en Maquinarias</i>	100
5.2.2	<i>Beneficios del Layout</i>	102
5.3	EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA.....	103
5.3.1	<i>Escenario Pesimista</i>	103
5.3.2	<i>Escenario Optimista</i>	105
6	CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	107
6.1	CONCLUSIONES	107
6.2	RECOMENDACIONES.....	107
7	BIBLIOGRAFIA.....	109



Índice De Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1.1 PROCESO, ENTRADAS Y SALIDAS	2
ILUSTRACIÓN 1.2 PDCA	3
ILUSTRACIÓN 1.3 DEFINICIÓN DE ABREVIATURAS-OEE	7
ILUSTRACIÓN 1.4 OTROS DESPERDICIOS.....	10
ILUSTRACIÓN 1-5 LEAN HOUSE	10
ILUSTRACIÓN 1.6 FASE I – METODOLOGÍA DESARROLLO DE TESIS	11
ILUSTRACIÓN 1.7 FASE II – METODOLOGÍA DESARROLLO DE TESIS	12
ILUSTRACIÓN 1.8 FASE III – METODOLOGÍA DESARROLLO DE TESIS	12
ILUSTRACIÓN 1.9 METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE LEAN.....	13
ILUSTRACIÓN 1.10 HISTOGRAMA	15
ILUSTRACIÓN 1.11 DIAGRAMA DE PARETO	16
ILUSTRACIÓN 1.12 DIAGRAMA DE AFINIDAD.....	17
ILUSTRACIÓN 1.13 PASOS PARA LA ESTANDARIZACIÓN.....	17
ILUSTRACIÓN 1.14 SOS.....	18
ILUSTRACIÓN 1.15 JES.....	19
ILUSTRACIÓN 2.1 ORGANIGRAMA	26
ILUSTRACIÓN 2.2 PROCESO DE ELABORACIÓN DE HARINA	29
ILUSTRACIÓN 2.3 CARGA DE LA MARMITA	31
ILUSTRACIÓN 2.4 TRITURADO	32
ILUSTRACIÓN 2.5 CARGA DEL PROCESO DE QUEMADO	33
ILUSTRACIÓN 2.6 PRODUCTO FINAL	35
ILUSTRACIÓN 3.2 MERMAS Y DESPERDICIOS.....	45
ILUSTRACIÓN 3.3 INEXISTENCIA DE LÍMITES.....	45
ILUSTRACIÓN 3-4 PROBLEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	46
ILUSTRACIÓN 3.6 ISHIKAWA DE LOS PROBLEMAS DE LAYOUT.....	48
ILUSTRACIÓN 3.7 ISHIKAWA DE LOS PROBLEMAS DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS.....	48
ILUSTRACIÓN 3.8 ISHIKAWA DE LOS PROBLEMAS DE HERRAMIENTAS Y MAQUINARIAS.....	49
ILUSTRACIÓN 3.9 ISHIKAWA DE PROBLEMAS DE FORMULACIÓN DEL PRODUCTO.....	49
ILUSTRACIÓN 3.10 ISHIKAWA DE PROBLEMAS CORRESPONDIENTES A LA LIMPIEZA Y CALIDAD.....	50
ILUSTRACIÓN 4.1 ORGANIGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE LOS 5S	56
ILUSTRACIÓN 4.2 MODELO DE ESTANTERÍA 5S	62
ILUSTRACIÓN 4.3 MODELO DE ALMACÉN EN PISO.....	62
ILUSTRACIÓN 4.4 FRECUENCIA DE REPARACIÓN ACTUAL	64

ILUSTRACIÓN 4.5 EJEMPLO DE HOJA DE LECCIÓN DE UN PUNTO	65
ILUSTRACIÓN 4.6 TARJETAS PARA IDENTIFICAR ANORMALIDADES.....	65
ILUSTRACIÓN 4.7 NIVELES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	66
ILUSTRACIÓN 4.8 DISTRIBUCIÓN DE ACTIVIDADES OPERARIOS TURNO MAÑANA	69
ILUSTRACIÓN 4.9 DISTRIBUCIÓN DE ACTIVIDADES OPERARIOS TURNO NOCHE	69
ILUSTRACIÓN 4.10 NUEVAS ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN POR OPERARIO TURNO MAÑANA	72
ILUSTRACIÓN 4.11 NUEVAS ACTIVIDADES POR OPERARIO DE TURNO NOCHE	72
ILUSTRACIÓN.4.12 LAYOUT ACTUAL	74
ILUSTRACIÓN 4.13 TRA DE PLANTA.....	77
ILUSTRACIÓN 4.14 DRA DE PLANTA. ELABORACIÓN PROPIA.....	78
ILUSTRACIÓN 4.15 LAYOUT PROPUESTO. ELABORACIÓN PROPIA.....	78
ILUSTRACIÓN 4.16 ÁREA DE RECEPCIÓN PROPUESTA	79
ILUSTRACIÓN 4.17 ÁREA DE HIDROLIZADO PROPUESTA	80
ILUSTRACIÓN 4.18 ÁREA DE QUEMADO	80
ILUSTRACIÓN 4.19 ÁREA DE ENFRIAMIENTO PROPUESTA.....	81
ILUSTRACIÓN 4.20 ÁREA DE MOLIENDA PROPUESTA.....	81
ILUSTRACIÓN 4.21 ÁREA DE EMPAQUETADO	82
ILUSTRACIÓN 4.22 SOS ÁREA DE HIDROLIZADO.....	83
ILUSTRACIÓN 4.23 DOP PROPUESTO EN LA PLANTA DE HARINA.	86

Índice de Tablas

TABLA 1.1 DETERMINACIÓN DE TIEMPOS OEE	6
TABLA 1.2 HOJA RESUMEN	16
TABLA 2.1MATERIA PRIMA DE ENTRADA.....	30
TABLA 3.1 CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO EN REPROCESO	47
TABLA 3.2 PUNTUACIÓN MATRIZ LEAN	50
TABLA 3.3 MATRIZ DE EVALUACIÓN	51
TABLA 4.1 OEE ACTUAL-MENSUAL.....	53
TABLA 4.2 OEE ACTUAL-DETALLADA.....	54
TABLA 4.3 OEE ACTUAL-RESUMEN.....	54
TABLA 4.4 DIAGNOSTICO 5S HIDROLIZADO	57
TABLA 4.5 RESUMEN DEL DIAGNÓSTICO DE 5S	59
TABLA 4.6 ELEMENTOS INNECESARIOS.....	60
TABLA 4.7 CRITERIOS DE ORDEN 5S	61
TABLA 4.8 CARTILLA DE MANTENIMIENTO-HIDROLIZADOR	67
TABLA 4.9 OPERACIONES QUE NO AGREGAN VALOR	68
TABLA 4.10 RESULTADOS SMED.....	73
TABLA 4.11 DESCRIPCIÓN DEL RECORRIDO EN LAYOUT	74
TABLA 4.12 PROBLEMÁTICAS Y PROPUESTAS EN EL LAYOUT	75
TABLA 4.13 EVALUACIÓN DE PROPUESTAS GLOBALES A NIVEL DE PROCESO	85
TABLA 4.14 RESULTADO DE MEJORA	89
TABLA 4.15 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	91
TABLA 5.1 SUELDO DEL PERSONAL	93
TABLA 5.2 COSTO DE HORAS HOMBRE 5`S	93
TABLA 5.3 COSTO DE CONSULTORÍA DE 5`S.....	94
TABLA 5.4 COSTO DE INSUMOS PARA 5`S.....	95
TABLA 5.5 COSTO DE HORAS HOMBRE TPM- ELABORACIÓN PROPIA	95
TABLA 5.6 COSTO DE CAPACITACIÓN DE TPM	96
TABLA 5.7 COSTO DE INSUMOS PARA TPM	96
TABLA 5.8 COSTO DE REPARACIÓN DE MAQUINARIAS.....	97
TABLA 5.9 COSTO DEL PERSONAL - SMED.....	97
TABLA 5.10 COSTO DE CAPACITACIÓN SMED	97
TABLA 5.11 GASTOS DE INSUMOS-SMED.....	98
TABLA 5-12 COSTO DEL LAYOUT	98
TABLA 5-13 COSTO MO	98

TABLA 5.14 COSTO DE CAPACITACIÓN- ESTANDARIZACIÓN.....	99
TABLA 5.15 COSTO DE IMPLEMENTACIÓN-ESTANDARIZACIÓN	99
TABLA 5.16 COSTO DE IMPLEMENTACIÓN- CAPACITACIONES RECURRENTE	100
TABLA 5.17 CÁLCULO MEJORA DEL HIDROLIZADOR 1	101
TABLA 5.18 REDUCCIÓN DE TIEMPOS.....	101
TABLA 5.19 AHORRO COSTO DE MAQUINARIA.....	101
TABLA 5.20 BENEFICIOS DEL LAYOUT.....	102
TABLA 5.21. FLUJO DE CAJA PROYECTADO- ESCENARIO PESIMISTA.....	104
TABLA 5.22. FLUJO DE CAJA PROYECTADO- ESCENARIO PESIMISTA RESULTADOS	105
TABLA 5.23. FLUJO DE CAJA PROYECTADO. ESCENARIO OPTIMISTA	105
TABLA 5.24. FLUJO DE CAJA PROYECTADO- ESCENARIO OPTIMISTA RESULTADOS.....	106



Anexos

Anexo 01: Carga de trabajo actual

Anexo 02: OEE detallado de la planta

Anexo 03: Hoja resumen del análisis del proceso

Anexo 04: Diagnostico 5s de las áreas

Anexo 05 Listado de elementos innecesarios -5S

Anexo 06: Cartillas TPM

Anexo 07 Plan Estratégico de Mantenimiento

Anexo 08: Análisis actividades de preparación actual

Anexo 09: Análisis de actividades de preparación propuesto

Anexo 10: SOS de las actividades

Anexo 11: DAP Situación actual

Anexo 12: DAP Propuesto

Anexo 13: Elementos a agregar según propuestas

Anexo 14: Mejora en las maquinarias

Anexo 15: Cálculo de Beneficios basados en OEE

Anexo 16: Calculo de COK del proyecto – Método CAPM

Introducción

En los últimos años, el mercado de alimento balanceado para mascotas ha tenido una tasa de crecimiento anual de 25%¹, lo que es una clara señal de que este mercado tiene un increíble potencial de crecimiento en el Perú. De esta forma las empresas dedicadas a la producción de alimento balanceado para mascotas requieren proveedores eficientes, uno de los proveedores imprescindibles para la fabricación de alimento balanceado son los proveedores de harina fabricada de percanza².

Por ello la presente investigación se efectúa en una empresa dedicada a fabricar dicha harina; el objetivo de esta investigación es mejorar el proceso de producción de harina destinada a alimentos balanceados aplicando la Metodología Lean Manufacturing, ya que ayudará a desarrollar procesos más ágiles, eficientes y productivos, que puedan lograr mayores niveles de competitividad y desarrollar equipos de trabajo motivados y entrenados para resolver problemas que sustenten una cultura de mejora continua.

Esta investigación cuenta con 6 capítulos, los cuales se detallan a continuación:

En el primer capítulo se presenta el marco teórico y metodológico, donde se detallará conceptos que serán utilizados a lo largo de toda la investigación como: temas de calidad, mejora de procesos y metodología Lean Manufacturing.

En el segundo capítulo se describe la situación actual de la empresa y se explicará con mayor detalle cómo se produce la harina de percanza y los recursos que se utiliza.

En el tercer capítulo se desarrolla la identificación de los problemas principales que se encuentran en la empresa.

En el cuarto capítulo, se presenta diversas alternativas de mejora ante las problemáticas halladas en el punto anterior, detallando sus beneficios y efectos.

En el quinto apartado, se desarrolla la evaluación económica de las mejoras propuestas, así como el impacto de estos en la empresa. Finalmente, en el último capítulo, se presenta las conclusiones del estudio realizado y las recomendaciones.

¹ Fuente: América Económica (<http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/mercado-de-comida-para-mascotas-en-el-peru-crecera-25-durante-este-ano>)

² Percanza: Conjunto de menudencias

CAPÍTULO 1: MARCO REFERENCIAL

En este capítulo se presentará el marco teórico y metodológico esencial que se utilizará a lo largo del desarrollo del presente documento.

1.1 Marco teórico

A continuación, se presentará definiciones importantes que se utilizarán a lo largo del documento.

1.1.1 Conceptos básicos de procesos

En este apartado se detallarán conceptos básicos de un proceso, como el concepto principal, la estandarización, la mejora de los mismos. También se definirán algunos indicadores esenciales para medir a los procesos.

1.1.1.1 Proceso

Alarcon (1998) define a un proceso, como un conjunto de actividades relacionadas o que interactúan mutuamente, las cuales transforman elementos de entrada en resultados mediante la participación de tecnologías como mano de obra, maquinaria, métodos y operaciones, entre otros.

Como se puede observar en la Ilustración 1.1, la secuencia de actividades de los procesos se puede esquematizar como un diagrama de flujo, y ser realizadas por personas, como también por grupos o departamentos de una organización.



Ilustración 1.1 Proceso, entradas y salidas
Elaboración propia

A Mejora Continua de Procesos

Se define a la mejora continua como un conjunto de actividades sistemáticas y planificadas de Mejora de la Calidad de un producto o servicio con el objetivo de hacerlo más estable, rentable y orientado a satisfacer las necesidades o expectativas del cliente o del mercado. Dentro de la mejora continua, existe una metodología llamada PDCA que permite realizar acciones de mantenimiento y acciones de mejoramiento mediante la repetición de ciclo de mejora continua.

Como se puede ver en la ilustración 1.2, para hacer uso de esta técnica, se debe de implementar una metodología cíclica, la cual debe repetirse si es que la efectividad del proceso no ha sido la esperada en la mejora anterior.

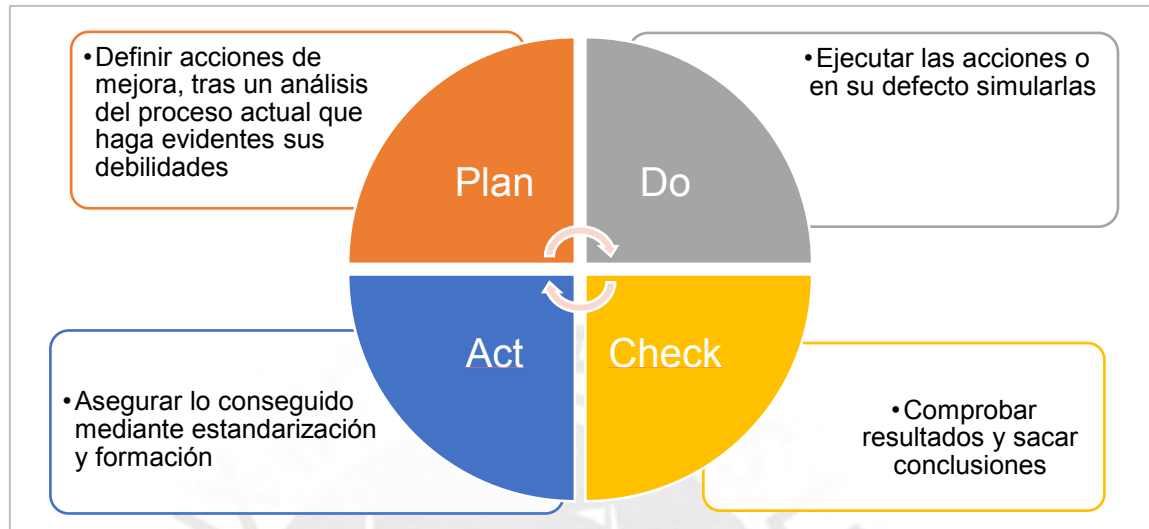


Ilustración 1.2 PDCA
Fuente: Instituto de la Calidad de la Pontificia Universidad Católica del Perú
Elaboración propia

B Estandarización de los procesos

Consiste en determinar un orden establecido en las operaciones las cuales serán ejecutadas por un operario polivalente³. El trabajo estandarizado es un conjunto de procedimientos de trabajo que establecen el mejor método y secuencia para cada proceso, incluyendo el tiempo de ciclo. Además, según Villaseñor y Galindo (2007) provee las bases para tener altos niveles de calidad, productividad y seguridad.

Para realizar una estandarización de procesos es necesario:

- Ruta definida de las operaciones de cada operario
- Ciclo medio de fabricación, permite preparar materiales y personal con el objetivo de que puedan alcanzar el ciclo medio de fabricación utilizando la menor cantidad de recursos.
- Cantidad estándar de cada trabajo en curso.

³ Un operario polivalente es aquel que puede realizar cualquier actividad dentro de la planta, ya que están capacitados para ello.

- Tener balanceado el trabajo y tener controlados los desperdicios

1.1.1.2 Indicadores

Los indicadores son características del proceso medibles, que permiten una evaluación del mismo de acuerdo a su desempeño. Algunos de los indicadores que se usarán en el desarrollo de la tesis son los siguientes:

A. Eficacia

Capacidad para producir el efecto deseado o de ir bien para determinada cosa. Eficacia es el grado en el cual la organización satisface o supera los requisitos de sus clientes. Se considera como eficacia el valor del porcentaje de los resultados alcanzados entre los resultados esperados de la siguiente manera:

$$\frac{\text{RESULTADOS ALCANZADOS}}{\text{RESULTADOS ESPERADOS}} \times 100$$

Cabe destacar que los valores de resultados alcanzados y los resultados esperados deberán estar en las mismas unidades.

A Eficiencia

Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado. Se refiere a los recursos que consume para alcanzar la eficacia. Según Robins (2012) es hacer lo que es apropiado, es decir, las actividades de trabajo que ayudan a la organización a alcanzar sus metas.

Para la medición de la eficiencia en la empresa, se considera como su valor el porcentaje de los materiales aprovechados entre los materiales gastados de la siguiente manera:

$$\frac{\text{MATERIAL UTILIZADO EN EL PRODUCTO TERMINADO}}{\text{TOTAL MATERIAL}} \times 100\%$$

El material se refiere tanto a la utilización del personal y maquinaria como a materia prima.

B Efectividad

Es ser eficaz y eficiente. El grado en el que se logran los objetivos

C Takt Time

Es el tiempo transcurrido entre la fabricación de un producto y el siguiente, de acuerdo a la demanda del cliente quien marca el ritmo, decide la manera y forma en la cual se entregarán los productos o servicios que desea

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ de\ producción\ disponible}{Cantidad\ Total\ Requerida}$$

- Pitch: Es la cantidad de piezas por unidad de tiempo que se pueden producir, cuando la entrega al cliente se realiza por conjunto de unidades (como por ejemplo cajas de 12 productos).

$$Pitch = Takt\ Time \times cantidad\ de\ unidades\ en\ el\ paquete$$

- Takt image: es la visión de un estado ideal en el cual se tienen que eliminar todos los desperdicios y mejorar en los puntos en donde se lleva a cabo el flujo de una pieza basándose en el Takt time.

D OEE Overall Equipment Efficiency o Eficiencia General de los Equipos

Según Suzuki (1996) el indicador OEE es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. Esta herramienta también es conocida como TTR (Tasa de Retorno Total) cuando se utiliza en centros de producción de proyectos.

La ventaja del métrico OEE frente a otras razones es que mide, en un único indicador, las pérdidas diferenciadas en los factores de disponibilidad, la eficiencia o rendimiento y la calidad.

- Disponibilidad: Cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina o equipo respecto del tiempo que quería que estuviera funcionando (quitando el tiempo no planificado)
- Rendimiento: Durante el tiempo que ha estado funcionando, cuánto ha fabricado (bueno y malo) respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de ciclo ideal.
- Calidad: Es el indicador más conocido por todos. Cuánto he fabricado bueno a la primera respecto del total de la producción realizada (bueno y malo).

El OEE indica con cuánta efectividad las máquinas están siendo utilizadas comparada con la Máquina ideal (OEE = 100%).

Para calcular el OEE, primero se deben identificar los tipos de pérdidas que se presentan típicamente y que van reduciendo el Tiempo Disponible (TD) inicial hasta obtener un Tiempo Productivo Neto (TPN) que es lo realmente ha sido aprovechado para procesar.

En la tabla 1.1 se muestra los tipos de perdidas más comunes en una operación:

Tabla 1.1 Determinación de Tiempos OEE

Tiempo disponible (TD)	Tiempo productivo neto (al 100% de calidad) (TPN)	Tiempo real/ estándar (ideal) Es el tiempo total realmente aprovechado consumido en procesar sin interrupciones y al 100% de calidad de productos.
	Tiempo perdido por defectos (TP_D)	Fallas por defectos como: <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo desperdiciado por mermas • Tiempo adicional por reproceso • Tiempo perdido por rechazo
	Tiempo perdido por operación (TP_O)	Debido a ineficiencias como: <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo sub estándares • Esperas y desperdicios por materias primas e insumos • Paradas menores o micro- paradas
	Tiempo perdido por parada no planificada (TP_PNP)	Debido a fallas o averías de equipos o maquinarias y al mantenimiento correctivo de tipo: <ul style="list-style-type: none"> • Mecánico • Eléctrico • Mecatrónica
	Tiempo perdido por preparación de equipamiento (TP_PE)	Debido a preparación, como: <ul style="list-style-type: none"> • Arranque • Cambio de formato • Cambio de turno
	Tiempo de parada planificada (TP_PP)	Debido a cambios o ajustes de planes o programas como: <ul style="list-style-type: none"> • Cancelaciones • Ajustes o reprogramaciones en tiempo y/o cantidad Debido al mantenimiento ya establecido: <ul style="list-style-type: none"> • Preventivo • Anual planificado

Fuente: Lema Calluchi (2014).
Elaboración propia

Comprendidos los tipos de pérdidas e identificadas físicamente para cada proceso en particular, se procede a identificar y calcular los tiempos resultantes, por efecto de cada tipo de pérdida como se muestra en la ilustración 1.3.

Con estos datos se puede realizar el cálculo del OEE, que resulta de la multiplicación entre la disponibilidad, eficacia y calidad.

- Disponibilidad = A = TON/TDP
- Eficiencia = η = TOA / TON
- Calidad = q = TPN/TOA
- OEE = A * η * q

TD	TDP	TO	TON	TOA	TNP
TIEMPO DISPONIBLE (SEGÚN CALENDARIO)	TIEMPO DISPONIBLE PARA PRODUCIR (PLANIFICADO Y PROGRAMADO)	TIEMPO DE OPERACIÓN (LO TRANSCURRIDO TRABAJANDO)	TIEMPO DE OPERACIÓN (LO TRANSCURRIDO O TRABAJANDO)	TIEMPO DE OPERACIÓN NETA (SIN INTERRUPCIONES)	TIEMPO PRODUCTIVO NETO (AL 100% DE CALIDAD)
Es el total de tiempo posible de consumir para producir, según calendario.	Es el tiempo posible de consumir para producir descontando el tiempo de parada planificada, es decir: $TDP = TD - TP_{PP}$	Es el tiempo disponible para producir sin incluir la preparación del equipo, es decir: $TO = TDP - TP_{PE}$	Es el total de tiempo descontando las interrupciones del proceso, es decir: $TON = TO - TP_{PNP}$	Es el tiempo de operación neto, sin incluir el tiempo perdido por operación, es decir: $TOA = TON - TP_O$	Es el tiempo de operación aprovechado, al 100% de eficiencia descontando el tiempo perdido por defectos, es decir: $TPN = TOA - TP_D$
			TP_PNP		
		TP_PE			
	TP_PP				

Ilustración 1.3 Definición de abreviaturas-OEE
Fuente: Lema Calluchi (2014)
Elaboración propia

1.1.2 Lean Manufacturing

En este apartado, se describe los antecedentes de Lean Manufacturing, los principios y los desperdicios de esta metodología.

1.1.2.1 Antecedentes de Lean Manufacturing

Según, Villaseñor (2007) Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta reúne diferentes técnicas desarrolladas a lo largo de la evolución productiva alrededor del mundo. Henry Ford, uno de los pioneros de esta metodología, logró disminuir el tiempo de ciclo de producción de horas a minutos mediante la estandarización de los procesos y el estudio de tiempos.

En 1930, la familia Toyota fundó la compañía Toyota Motor Company. Toyota tomó diversas metodologías y técnicas con el cual construyó un sistema continuo de piezas en las estaciones de trabajo con bajos inventarios de seguridad e hizo que el sistema sea flexible para que pudiese cambiar en torno a la demanda. Además, adoptó conceptos de Edward Deming entorno a la mejora continua, conocido con el término

Kaizen. Pero no fue hasta 1990, que se introdujo el término producción esbelta por primera vez en el libro “The Machine that changed the world” escrito por James P. Womack y Daniel T. Jones.

Actualmente la manufactura esbelta está basada en el Sistema de Producción Toyota, con la cual busca satisfacer al cliente con el menor empleo de recursos a través de la continua eliminación de desperdicios

1.1.2.2 Principios de Lean Manufacturing

Womack y Jones (1996) definen que la manufactura esbelta está basada en cinco principios básicos los cuales se define a continuación:

- Definir el valor desde el punto de vista del cliente, es decir que una compañía debe de determinar qué es lo que valora el cliente y así satisfacer dichas necesidades con calidad y en corto tiempo.
- Identificar el flujo de valor, la manufactura esbelta establece que, luego de definir los procesos que generan valor para los clientes, se debe maximizar la proporción de actividades con valor agregado reduciendo aquellas improductivas e incidentales con su correcta identificación y mediante el empleo de las herramientas de la manufactura esbelta.
- Crear flujo en las etapas generadoras de valor, este principio consiste en crear un flujo continuo desde la recepción de la materia prima hasta la entrega al consumidor final.
- Hacer que el cliente “jale”, es decir generar un sistema “pull” en el que el producto sea demandado por los clientes.
- Mejorar continuamente, este principio involucra a los mencionados anteriormente y busca la perfección en función de la reducción de esfuerzos, tiempo, coste y fallos.

1.1.2.3 Desperdicios de Lean Manufacturing

Toyota identificó 7 tipos de desperdicios, y actualmente se está considerando como el octavo desperdicio el talento humano. Estos son todo lo que los clientes no valoran, es decir todo lo que no agrega valor al proceso productivo. A continuación, se explicarán los 7+1 desperdicios:

1. Sobreproducción: Producir artículos para los que no existen órdenes de producción. Esto genera mayores inventarios, espacio en almacén utilizado y costos de mantención.
2. Espera: El tiempo que un recurso esta sin trabajar. Cuando se produce una espera es pérdida para la organización puesto que afronta los costos de operarios y maquinaria inactiva.
3. Transporte innecesario: Realizar movimientos que no son necesarios implica desperdicio de tiempos y posibles daños a lo transportado.
4. Sobre procesamiento o procesamiento incorrecto: Son procedimientos innecesarios para elaborar el producto, utilizar herramientas o el equipo inapropiado, o proveer niveles de calidad más altos que los solicitados por el cliente.
5. Inventarios: El exceso de almacenamiento de productos terminados, productos en proceso o materia prima causan largos tiempos de entrega, productos dañados, vencimientos de estos productos, costos por transportes, mantenimiento altos y retrasos. Además, el tener altos inventarios se pueden ocultar otros tipos de defectos como entregas retrasadas y defectos.
6. Movimientos innecesarios: Cualquier movimiento que se realice que no genere valor agregado.
7. Productos defectuosos o reprocesados: Repetición o corrección de procesos que incluyen re trabajo en productos no conformes devueltos por el cliente.
8. Desperdicio de talento humano: Colocar personal en puestos que no son adecuados para sus capacidades es un desperdicio, pues no se aprovechan sus conocimientos y habilidades

A parte de estas categorías se encuentran según Villaseñor (2007) otros desperdicios más detallados, los cuales deben ser clasificados. Estos desperdicios se muestran en la ilustración 1.4.

Nivel Uno - Grandes desperdicios	Nivel dos - Desperdicios del proceso y métodos	Nivel tres- Desperdicios menores en los procesos
<ul style="list-style-type: none"> •Pobre LayOut •Rechazos •Retrabajo •Productos dañados •Tamaño de contenedor •Tamaño de lote •Pobre iluminación •Equipo sucio •Material no se entrega en los puntos requeridos 	<ul style="list-style-type: none"> •Pobre diseño del lugar de trabajo •Falta de mantenimiento •Almacenes temporales •Problemas con los equipos •Métodos inseguros 	<ul style="list-style-type: none"> •Doble manejo •Caminar e exceso •Producir para almacenar •Trabajo en papel •Velocidad de producción y alimentación de materiales

Ilustración 1.4 Otros desperdicios
Fuente: Villaseñor (2007). Elaboración propia

A Lean House

La casa de Lean manufacturing, establece los principios de Lean y como existen entre sí.

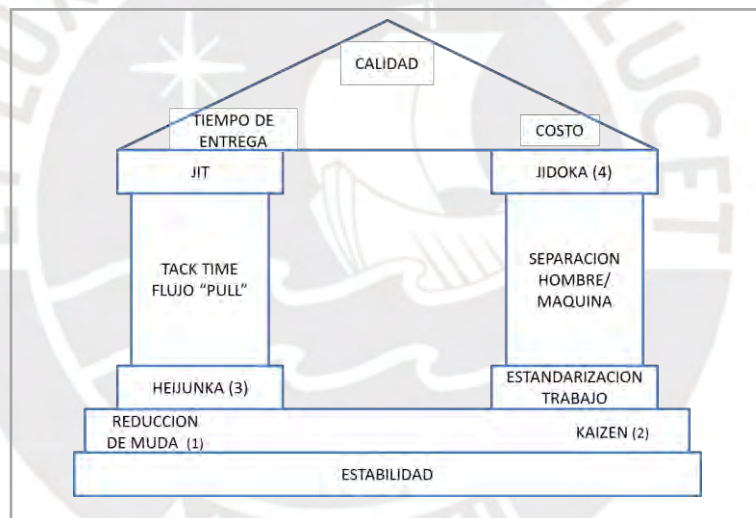


Ilustración 1.5 Lean House
Fuente: Blitz Consulting. Elaboración propia.

Como se puede observar en la ilustración 1.5, en los cimientos de esta casa, hay dos elementos sobre los cuales se construye el resto de la casa;

- (1) Reducción de los desperdicios (MUDA)
- (2) Kaizen-Mejora Continua

Así mismo, existen dos pilares de la casa, JIT y JIDOKA, los cuales se basan en:

- Heijunka: Producción lineal

- La estandarización de los procesos, un sistema que ayude a manejar una demanda repentina

Por último, las herramientas utilizadas como pared de la casa, tienen como objetivo:

- Para el pilar JIT: un flujo “pull”, la determinación del Takt time y un flujo continuo.
- En el caso del pilar de Jidoka: la separación hombre-máquina (un operario puede operar varias máquinas) o la automatización.

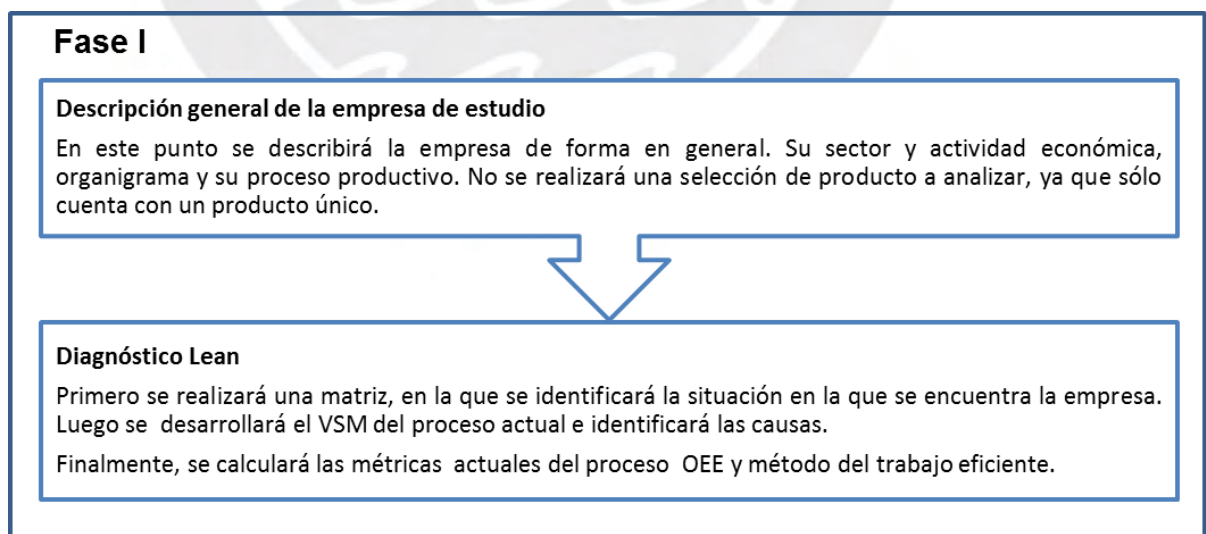
El techo de esta casa simboliza el objetivo de Lean Manufacturing, es decir la reducción de costos, la mejora de la calidad, reducción de los tiempos de entrega, etc.

1.2 Marco Metodológico de Lean Manufacturing

En este punto se detallarán la metodología para el desarrollo de la tesis. Así mismo, los antecedentes, principios, y herramientas que se utilizan dentro de la Metodología de Lean Manufacturing. Además, se presentará una forma de implementar dichas herramientas.

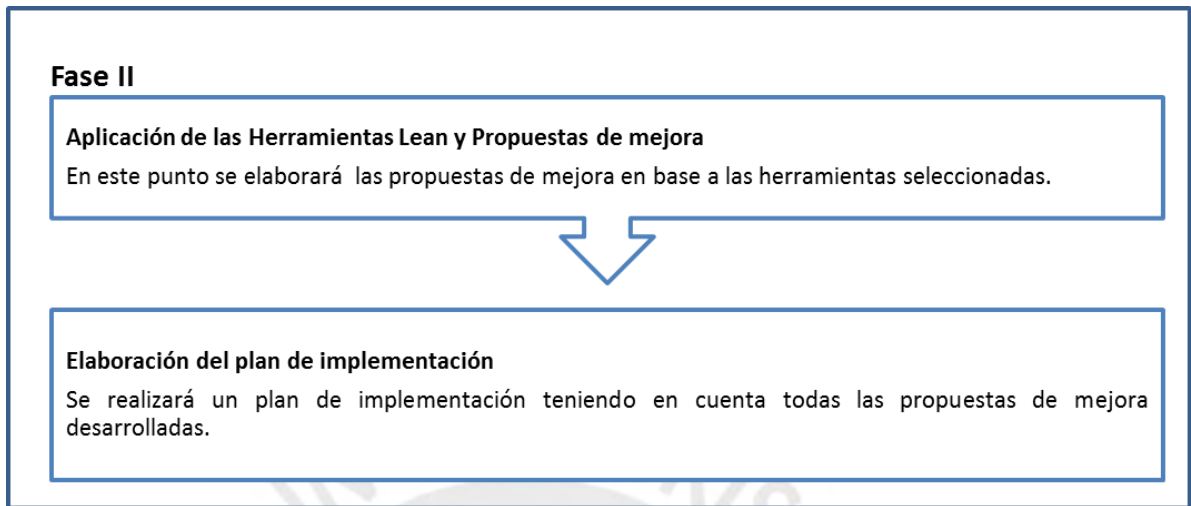
1.2.1 Metodología para el desarrollo de la tesis

Para el desarrollo de la presente tesis se dividirá en tres fases, con el objetivo de desarrollar el tema de una forma clara y ordenada. Como se muestra en la ilustración 1.6, la primera fase es la descripción general y análisis de las problemáticas identificadas.



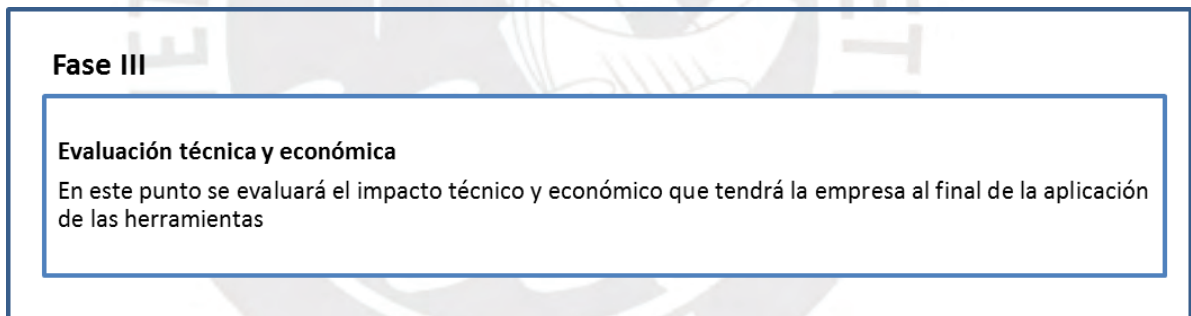
*Ilustración 1.6 Fase I – Metodología desarrollo de Tesis
 Elaboración propia*

En la segunda fase, ilustración 1.7, se realiza la selección y la aplicación de las propuestas de mejora.



*Ilustración 1.7 Fase II – Metodología desarrollo de Tesis
Elaboración propia*

Finalmente, como se puede ver en la ilustración 1.8, la tercera fase comprende de la evaluación técnica y económica.



*Ilustración 1.8 Fase III – Metodología desarrollo de Tesis
Elaboración propia*

1.2.2 Metodología de Lean Manufacturing

Si bien la mayoría de bibliografías presenta la casa de la calidad, donde está cada uno de las herramientas, no existe una secuencia real de la aplicación de cada uno de los pasos. Por ello, Niño interpreto dicha estructura y procede a definir cinco etapas dentro de la implementación de esta metodología como se puede observar en la ilustración 1.9; **Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

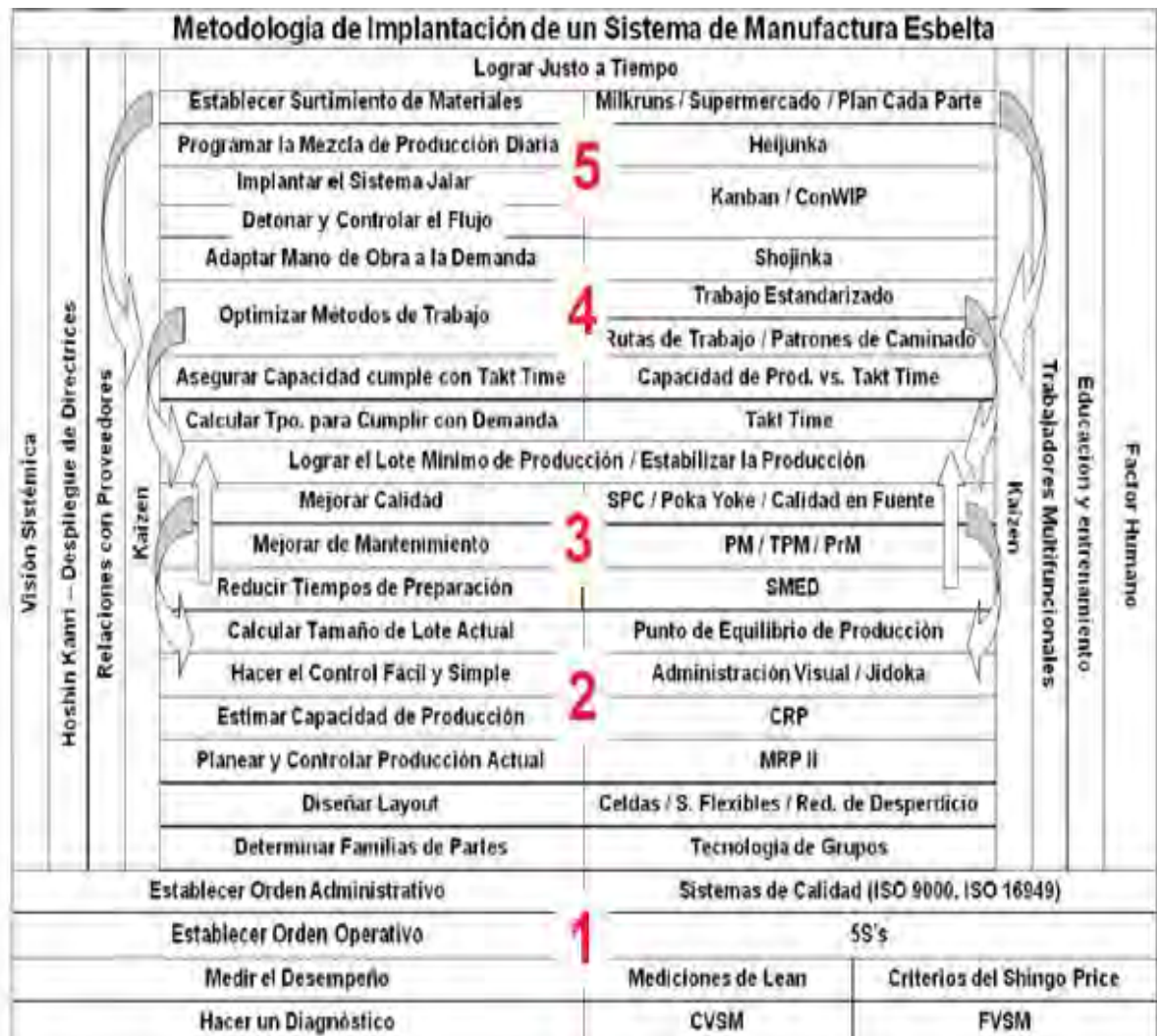


Ilustración 1.9 Metodología de Implementación de Lean
Fuente Niño

A continuación, se define las etapas:

- Nivel 1- Diagnóstico y Preparación: Tiene como objetivo, conocer el estado actual de la empresa a analizar. Por ejemplo, el grado de desarrollo de la empresa, indicadores que se utilizan para medir el desempeño de la empresa, establecer un orden operativo y administrativo.
- Nivel 2- Lanzamiento: En este nivel se tiene como objetivo conocer la capacidad de la producción actual, establecer un tamaño de lote adecuado y rediseñar la distribución de la planta con el objetivo de eliminar los desperdicios.

Para lo cual se utilizan herramientas como el Jidoka para definir celdas de manufactura, MRP II para establecer una correcta planeación y control de la producción.

- Nivel 3 – Estabilización: Este nivel tiene como objetivo reducir los desperdicios existentes debido a problemas de mantenimiento y de la calidad, estabilizar los procesos y reducir los lotes de producción al mínimo. Se realizan las mejoras en preparación, mantenimiento y calidad para mejorar los niveles de la calidad y la efectividad de todo el proceso; para lo cual se utiliza el kaizen, SMED, poka yoke, etc.
- Nivel 4- Estandarización: Este nivel se enfoca en estandarizar las mejoras propuestas en el nivel anterior, para lo cual se diseñan métodos para adaptarse a la variabilidad de la demanda de acuerdo a la capacidad de la empresa y adaptar la mano de obra. Se utiliza el shojinka, kaizen, etc.
- Nivel 5- Flujo: Garantiza el nivel de servicio que se tiene con los clientes, por lo cual es importante establecer tiempos de entrega reducidos, reducir desperdicios dentro del inventario, mejorar el sistema de administración y manejo de la materia prima. Se utilizan herramientas como kanban, kaizen enfocado a la mejora de suministro de materiales, etc.

1.2.2.1 Factores a considerar

A. Compromiso Corporativo

Deben estar comprometidos el CEO y la más alta dirección de una empresa y comprometidos con el pleno apoyo de la iniciativa de Lean Manufacturing en todo el programa. Los cambios culturales y de infraestructura deben ser aceptados por la alta dirección para la visión futura de la compañía.

A Pasos Para Lograr Los Objetivos

Para lograr los objetivos, se debe tener en cuenta que estos deben de estar planificados para lograrse en un periodo de 2 a 5 años. Se detalla algunos pasos:

- Definir un proyecto donde la mejora tendrá el mayor impacto
- Mida el defecto en la forma de números y recopilar datos medibles para el proceso existente en la operación.
- Desarrollar, mejorar los datos analizados por la aplicación de Kaizen, JIT, TPM, PPP (Prolong Production Performance), 5S, cadena de valor, Poka-Yoke, entre otras

herramientas de Lean Manufacturing, trazando objetivos financieros y el propósito del proyecto. No se debe de olvidar de colocar una fecha límite.

- Verificar / controlar o mantener el proceso de mejora mediante el establecimiento de gráficos de control, matriz de Lean y seguir mejorando- mejora continua- la velocidad, tiempo de espera, capacidad del proceso, el nivel de sigma, y la reducción de los defectos.

1.2.2.2 La Herramientas típicas de mejora de procesos

A. Lista de chequeo

El objetivo de esta herramienta es registrar datos con formato de diagrama o tabla para registrarlos de una forma más fácil.

A Histogramas

El objetivo es representar mediante gráfica, como se puede observar en la ilustración 1.10, la distribución que sigue una determinada muestra de datos. Sirve para representar la frecuencia con la cual hechos determinados se suscitan, en una serie de observaciones.



Ilustración 1.10 Histograma
Elaboración propia

B Pareto

Separa las causas que generan la mayoría de los resultados. Normalmente se usa para representar datos discretos. Es decir, los problemas de calidad y los costes generados por estos, se deben a un número pequeño de causas.

En la ilustración 1.11 se puede ver un ejemplo de un diagrama Pareto.

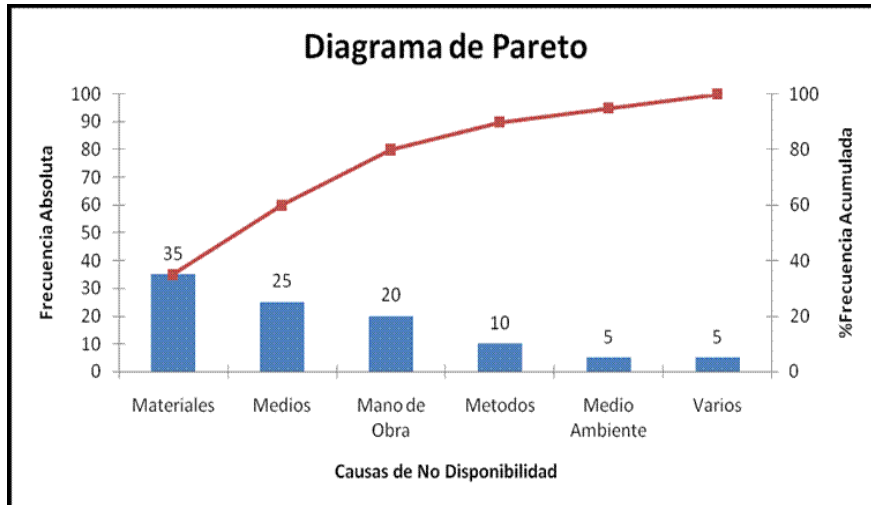


Ilustración 1.11 Diagrama de Pareto
Elaboración propia

C Hoja resumen del análisis del proceso

Es una reproducción del diagrama de subproceso en la cual se indica que pasos agregan valor y cuáles no. Los que no dan valor, actividades que no satisfacen uno o muchos criterios definidos, se clasifican según el tipo de actividad. En la tabla 1.2 se puede ver la estructura que las hojas de resumen deben tener.

Tabla 1.2 Hoja resumen

Paso del proceso	1	2	3	4	5	6	Total minutos	Porcentaje
Tiempo (min)								
Agrega valor	Si	No						
No agrega valor								
Posibles causas								

Elaboración propia

D Diagrama de afinidad

El diagrama de afinidad, es usado para clasificar un gran número de ideas, seleccionarlas y agruparlas, bajo temas o categorías principales. En la ilustración 1.12 se puede ver un ejemplo de la estructura de este diagrama.

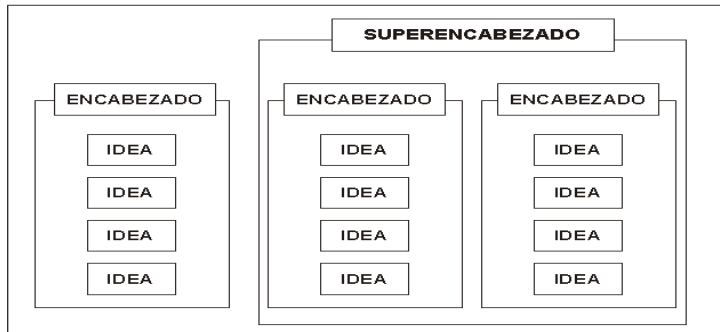


Ilustración 1.12 Diagrama de afinidad
Fuente: Eckes (2014)
Elaboración propia

1.2.3 Metodologías de las principales herramientas Lean

En este punto se presentará las principales herramientas que se utilizan para aplicar la metodología Lean.

1.2.3.1 Estandarización de procesos

Para implementar un trabajo de estandarización, se realizan los pasos detallados en la ilustración 1.13.

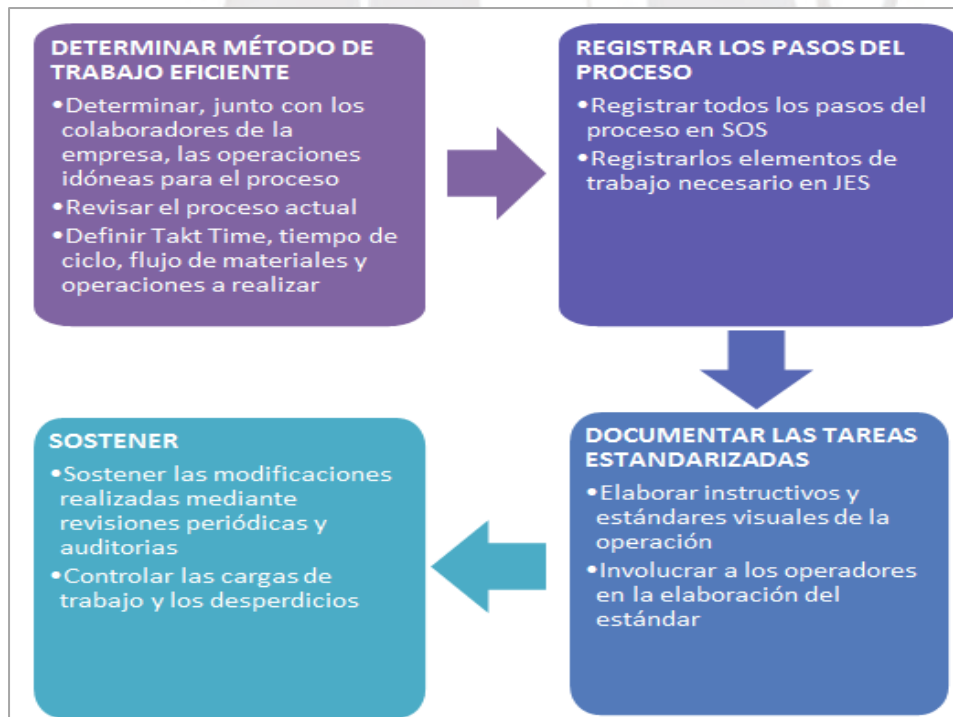


Ilustración 1.13 Pasos para la estandarización.
Fuente: Villaseñor (2007). Elaboración propia

Para ello, se usan los siguientes elementos:

A. SOS

Las hojas de Trabajo estandarizada o Standar Operation Sheet, dejan registrados las actividades y operaciones que se realizan para obtener el producto terminado. En ella se colocan los tiempos por actividad ideales, la descripción gráfica del proceso, el takt time, tiempo de ciclo, los elementos de seguridad requeridos y la leyenda. También contiene los traslados y el LayOut

En la ilustración 1.14 se puede observar un ejemplo de las SOS.

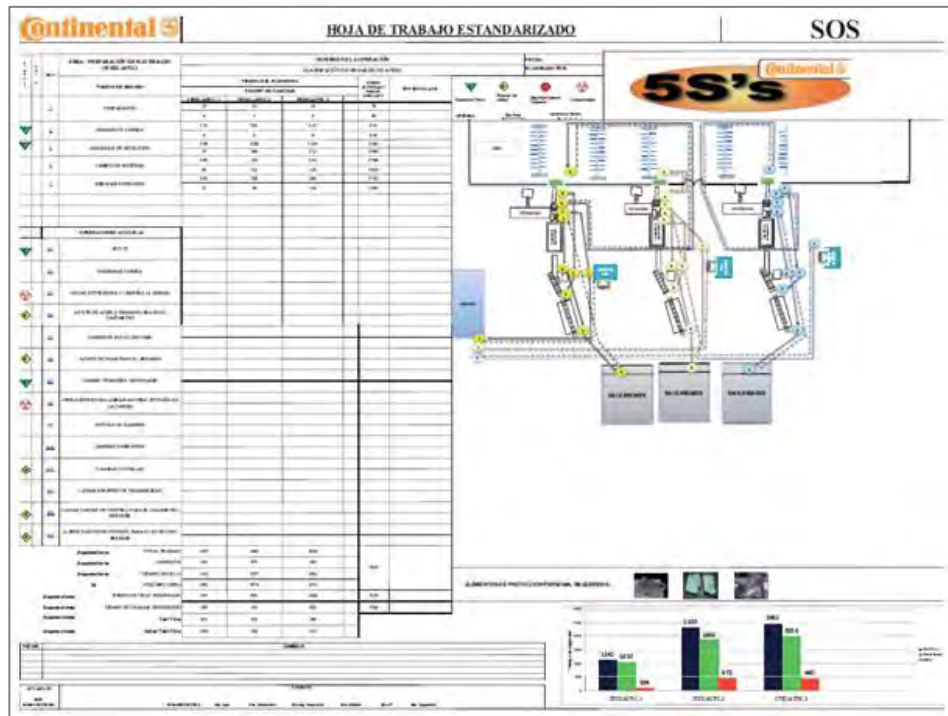


Ilustración 1.14 SOS
Fuente: Aloma, Valeria (2011)

A JES

Hojas de elementos de trabajo o Job Element Sheet, dejan registrado los elementos necesarios para la producción. Es un documento que muestra la información detallada de alguna operación en específico, asegurando una correcta ejecución de las actividades que se estén realizando. Como se puede ver en la ilustración 1.15, contiene el nombre el elemento, el proceso a realizar, importancia, entre otros.

Continental		MANUFACTURA				JES	
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO		ÁREA				Realizado por: LEAN MANUFACTURING	
		PREPARACIÓN DE MATERIALES					
Nombre del elemento	ARMADO DE CAREZA	Materia:	Operación:	Control de calidad:	Seguridad:	Contaminación:	
		Figura:	Material:	Plano #:	Posto Principal (Qual):	Posto Suplementario (Caux):	Reserva (Frecu & Hora qual):
	1	COLOCAR PLACA INFERIOR	Se toma con la mano izquierda la placa que se coloca junto a la cabeza y se coloca en la cabeza inferior (ver Fig. 1) <u>NOTA: LA ABERTURA DE LA PLACA DEBE ESTAR EN LA MISMA DIRECCIÓN QUE LA ABERTURA DE LA CARRERA DEL CAUCHO.</u>			Para poder colocar los pernos y que sean correctamente el centro	
	2	COLOCAR PERNOS	Tomando los pernos con la mano derecha que se colocan sobre la cabeza inferior y el mismo se coloca sobre la placa inferior (ver Fig. 2) <u>NOTA: DEBEN ESTAR EN LA MISMA DIRECCIÓN QUE LA ABERTURA DE LA CARRERA DEL CAUCHO. TAMBIÉN DEBE SER LA MISMA DIRECCIÓN QUE LA ABERTURA DEL CAUCHO.</u>			para que no se estén los alambres al pasar y se ajuste de una forma correcta con los alambres.	
	3	COLOCAR PLACA SUPERIOR	Se toma con la mano izquierda la placa que está junto a la cabeza y se coloca en la cabeza superior (ver Fig. 3) <u>NOTA: LA ABERTURA DE LA PLACA DEBE ESTAR EN LA MISMA DIRECCIÓN QUE LA ABERTURA DE LA CARRERA DEL CAUCHO.</u>			Para que el caucho pase de una forma correcta.	
	4	UNIR LA CAREZA	Se toma la cabeza superior con ambos brazos la misma que una sobre la extrusión y se coloca sobre la cabeza inferior (ver Fig. 4 y 7).			Se realiza para que quede el finalizado.	
	5	COLOCAR PERNOS	Se toma los pernos con la mano derecha de la bandeja y se los coloca en los orificios de la cabeza (ver Fig. 5) <u>NOTA: DEBEN ESTAR EN LA MISMA DIRECCIÓN QUE LA ABERTURA DEL CAUCHO.</u>			para que la cabeza no se abale.	
	6	COLOCACION DE PLACAS PERFORADAS	Se toma la placa con la mano izquierda y se coloca en la parte inferior de la cabeza mientras que con la derecha se levanta los pernos para que los mismo coincidan con la placa perforada (ver Fig. 6) <u>NOTA: LA PLACA DEBE ESTAR EN LA MISMA DIRECCIÓN QUE LA ABERTURA DEL CAUCHO.</u>			para que se ajuste de una forma correcta la cabeza.	
	7	AJUSTE DE PERNOS	Primero se ajustan los pernos con la manivela mientras que con la mano derecha la parte inferior, mientras que con la izquierda la superior y así girarla hacia la derecha <u>NOTA: DESPUÉS DE COLOCAR LA MANIVELA DEBE COLOCARSE LA BARRA CON LA MANO DERECHA (ver Fig. 10) NOTA: LOS CAUCHOS DEBEN ESTAR EN LA MISMA DIRECCIÓN QUE LA ABERTURA DEL CAUCHO.</u> Por último se coloca la barra metálica ya que la máquina tiene una flecha en el momento de que el caucho se ajuste en los ranuras con la mano derecha (ver Fig. 11). Ahora con la mano izquierda se sostiene el extremo de la palanca mientras que con la izquierda se sostiene la barra metálica para golpear la barra y que quede (ver Fig. 12). Una vez colocada la barra se procede a ajustar el punto de la setonera con la manivela de la misma forma como se ajustó los alambres y con la tuerca y la palanca para que sea como (ver Fig. 13). Después para ajustar definitivamente los pernos se utiliza la tuerca con la palanca girando hacia la derecha tomándolo con ambas manos (ver Fig. 14).			para que la cabeza quede ajustada y de esa manera se evita un problema en el proceso de fabricación.	
ACTUALIZADO: LEAN MANUFACTURING		APROBADO: EP MANUFACTURA Qs. Lean Qs. Producción Qs. Seguridad Qs. Calidad Qs. PE Qs. Seguridad					

Ilustración 1.15 JES
Fuente: Aloma, Valeria (2011)

1.2.3.2 SMED

Single Minute Exchange of Die (SMED) o en español “Reducción de los Tiempos de Fabricación”, nace como un conjunto de herramientas que tienen como objetivo reducir los tiempos de preparación y por lo tanto elevar el OEE.

Esta herramienta ayuda a clasificar las tareas internas en dos principales rubros:

- Tareas internas que se pueden realizar cuando un equipo no está produciendo (maquinaria parada)
- Tareas externas las cuales se pueden realizar durante la producción (maquinaria en pleno funcionamiento)

Este sistema tiene como ventaja:

- Incrementar la utilización de la maquinaria y la productividad
- Utilizar tamaño de lotes pequeños lo cual permite tener una demanda flexible, además de que es más fácil detectar problemas de calidad.
- Para implementar este sistema es primordial seguir lo siguientes pasos:
 - Realizar primero un estudio completo de los procesos y de los tiempos de preparación actual, ya sea una preparación externa o interna⁴.
 - Separar en fases de trabajo interno y externo, primero se debe de comunicar que actividades se pueden realizar con la maquinaria encendida para que no afecte a la producción.
 - Luego analizar todas las actividades implicadas y rediseñarlas ya sea con la compra de algún dispositivo o manualmente.
 - Finalmente, realizar lo mismo con las preparaciones externas.

1.2.3.3 Kanban

Es un sistema de información utilizado con el objetivo de controlar el flujo de la producción tanto dentro de la fábrica y la de sus operarios, siguiendo un sistema Pull.

Dicho sistema tiene cuatro propósitos principales:

- Proporcionar instrucciones específicas entre los procesos.
- Prevenir la sobreproducción de productos en el proceso de elaboración.
- Ser utilizado como una herramienta de control para las actividades.
- Cada Kanban incluye un contenedor de inventario en el mapa de proceso.

Para que se pueda ejecutar el sistema Kanban de forma adecuada es importante realizar un diagrama de flujo definido, donde cada elemento venga de un solo lugar. Además, las zonas de depósito deben tener definidos los inputs y outputs dentro de cada centro de trabajo.

⁴ Una preparación interna incluye actividades que se pueden realizar cuando las tareas asignadas se realizan con la máquina parada. Al contrario, una preparación externa incluye tareas que se pueden realizar con la máquina parada o en movimiento.

Tipos fundamentales de Kanbans

- Kanban de transporte: Este kanban se implementa entre dos tipos de transporte y ayuda a indicar la cantidad de productos que se necesitan retirar del proceso anterior.
- Kanban de producción: Este se implementa entre dos puestos de trabajo y sirven como ordenes de fabricación.

1.2.3.4 Mapeo de flujo del valor

El mapeo de flujo de valor, es una herramienta de diagnóstico y control que ayuda a implementar cadenas de valor dentro de una empresa manufacturera. Permite realizar un seguimiento detallado al flujo de materiales e información de manera más gráfica; realiza el seguimiento desde la entrada de la materia prima hasta el producto terminado y se detallan todas las actividades que se realizan.

El objetivo del mapeo del flujo del valor es identificar y eliminar procesos que no añaden valor a los productos y frente a estos proponer mejoras. Además, obtiene información del número de centro de trabajo, tiempo de ciclo, tiempo de set up, disponibilidad de material, número de operaciones etc.

1.2.3.5 Las 5s

Esta herramienta de la manufactura esbelta, tiene como objetivo lograr la organización de un lugar de trabajo y la optimización de procesos por medio de una cultura de disciplina y orden. El nombre de esta herramienta proviene de las iniciales de las palabras japonesas que lo componen:

Seiri o clasificación Consiste en clasificar los elementos en necesario e innecesarios del área de trabajo. Luego, se procede a eliminar los elementos innecesarios.

Seiton u ordenar Luego de clasificar los elementos se procede a ordenar los elementos necesarios.

Seiso o limpieza Establecer y mantener un lugar de trabajo limpio, para lo cual es importante encontrar e identificar las principales causas de contaminación y tratar de eliminarlas o minimizarlas. Con lo cual se obtiene un área de trabajo limpia que ayuda también a obtener un mantenimiento correcto de las maquinarias utilizadas.

Seiketsu o estandarización Tiene como objetivo mantener los avances realizados con las etapas anteriores, es decir establecer estándares al momento de realizar las actividades cotidianas de la empresa.

Para establecer la cuarta “S”, se deben de asignar trabajos y responsabilidades para mantener las condiciones de las tres primeras S’s. Cada operario debe conocer sus responsabilidades. Al contar con operarios poli funcionales, cada encargado del área debe establecer cuáles son las funciones del equipo.

Las ayudas que se emplean para la asignación de responsabilidades son:

- Diagrama de distribución del trabajo de limpieza
- Manual de limpieza.
- Tablón de gestión visual donde se registra el avance de cada S implantada.
Programa de trabajo para eliminar las áreas de difícil acceso, fuentes de contaminación y mejora de métodos de limpieza

Shitsuke o Disciplina La última etapa consiste en generar una disciplina de las actividades anteriores.

Para establecer la disciplina es importante que los mismos colaboradores aprendan a evaluarse, para lo cual es bueno establecer autoevaluaciones por cada equipo tanto por áreas como por turnos. Esta herramienta permite a cada grupo medir la evolución de lo realizado teniendo en cuenta su punto de partida y los objetivos grupales fijados para su área de responsabilidad. Periódicamente se establece cuáles son los avances, utilizando el modelo utilizado para el diagnóstico de las 5s.

Por otro lado, es importante establecer auditorias periódicamente constituidas por una persona externa a la planta con conocimientos de la herramienta “5s”; es recomendable realizarlas frecuentemente al inicio de la implementación y luego reducir la frecuencia ya que de este modo se podrá llevar a todos los colaboradores a la autodisciplina

1.2.3.6 Jidoka

Jidoka o Control autónomo de defectos es un modelo aplicado a labores manuales y/o mecánicas que permite detectar y corregir defectos de la producción con la idea de que, si estos defectos no son corregidos, el cliente perderá la fe en la empresa, lo cual no es aceptable.

El objetivo básico es el de verificar la calidad del producto en forma íntegra, por lo cual se establece de que cada operario debe realizar una auto inspección del puesto de trabajo.

1.2.3.7 Poka Yoke

Viene de las palabras japonesas “Poka” (error inadvertido) y “Yoke” (prevenir), el poka yoke es un dispositivo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan.

Las principales funciones de este dispositivo son de realizar una inspección de cada una de las partes de la producción, para que los operarios puedan tomar medidas correctivas en caso exista algún desperfecto.

El sistema Poka Yoke puede diseñarse para prevenir los errores o para advertir sobre ellos, ya que busca disminuir la probabilidad de haber errores en las actividades realizadas ya sea por personas o sean actividades automatizadas.

1.2.3.8 JIT

JIT tiene como objetivo producir sólo lo que se necesita, es decir intenta eliminar todo tipo de despilfarro en los procesos productivos, sin embargo, requiere de estabilidad en el flujo de la producción. Los objetivos principales son:

- Identificar y atacar los problemas de producción,
- Eliminar todo lo que no añade valor.
- Buscar la simplicidad
- Diseñar sistemas para identificar problemas

1.2.3.9 Mantenimiento Productivo Total o TPM

El TPM (Total Productive Maintenance) tiene como objetivo incrementar la efectividad de las maquinarias y de los procesos productivo, implementando un mantenimiento autónomo. TPM, utiliza metodologías antes mencionadas como 5s, además de herramientas de calidad como el diagrama de causa-efecto.

Para que se pueda hablar de efectividad de la maquinaria se debe de realizar lo siguiente:

- Evitar el paro de las maquinas
- No trabajar maquinarias a máxima capacidad
- Evitar productos defectuosos
- Evitar el mal funcionamiento de la maquinaria

Por lo cual es importante destacar la participación total de cada uno de los trabajadores, la preocupación del máximo rendimiento de los equipos, la gestión eficaz del mantenimiento.

Enfatiza la participación total con equipos multidisciplinarios para asegurar que el mantenimiento y la producción caminen de la mano. Además, asegura la eficacia total, lo cual mejora el rendimiento de los equipos asegurando la rentabilidad económica. Por último, el “Total Productive Maintenance” asegura el mantenimiento, registro y documentación eficaz.

El TPM utiliza herramientas como el mantenimiento autónomo en el cual cada operario realiza un mantenimiento básico a las maquinarias, usa técnicas para encontrar el origen de las fallas mediante el Pareto, Ishikawa, los 5 porqués y utiliza un sistema de mantenimiento constante, con lo cual asegura eliminar principalmente las siguientes fallas:

- Pérdida de velocidad del proceso
- Pérdida de puesta en marcha
- Fallas en el equipo
- Tiempo de Preparación largas
- Parada por defecto del producto

1.2.3.10 Kaizen

En el contexto de la palabra, kaizen es una actividad que genera un cambio para mejorar. Ya sea en el piso de la fábrica o en las oficinas de administración, dichas actividades Kaizen tienen como base la orientación del valor hacia el cliente, ya que él es quien define lo que es valor.

Por lo general tienen los siguientes objetivos:

- Mejorar la productividad
- Reducción de los desperdicios.
- Reducción de inventarios en curso
- Reducción de espacio utilizado
- Mejorar la calidad
- Mejorar el flujo
- Supresión de cuellos de botella
- Mejorar la integración del grupo de trabajo
- Mejorar la seguridad y la ergonomía para los operarios

CAPÍTULO 2: CASO DE ESTUDIO Y CASOS SIMILARES

En este capítulo, se realizará una descripción de la empresa, su producto principal, operaciones industriales y procesos de producción. Por otro lado, se presentará un análisis de casos similares de aplicación de Lean Manufacturing en otras empresas.

2.1 La empresa

La empresa a analizar, está dedicada al beneficio de vacunos y porcinos, de los cuales los residuos que no se utilizan para el consumo humano, son utilizados como materia prima para la fabricación de la harina a través de su Planta de Percanza, enfocada en la elaboración de insumos proteicos para mascotas, cuyo producto principal es la Harina de Carne y Huesos, el cual tiene una adecuada aceptación en Mercado Nacional.

La planta se encuentra ubicada en el Cercado de Lima, con capacidad de producir 80 toneladas mensuales de harina actualmente. Esta harina tiene un precio aproximadamente de USD\$ 880,00 dólares por tonelada en el mercado internacional según la empresa de estudio, alcanzando aproximadamente un costo por tonelada que puede variar desde S/. 1 600,00 hasta S/. 2 000,00 soles.

2.2 Sector y actividad económica

Según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), el sector y la actividad a la que pertenece esta industria manufacturera le correspondería la codificación del tipo 0140, que hace referencia a las actividades de Servicios Agrícolas y Ganaderas excepto las actividades Veterinarias.

2.3 Entidades participantes en el modelo del negocio

2.3.1 Clientes

Son aquellas empresas u organizaciones que compran harina de percanza con el objetivo de utilizarlo como materia prima en la elaboración de comida balanceada para mascotas.

2.3.2 Proveedores

Principalmente es la propia empresa que abastece la menudencia que será utilizada como materia prima para fabricar la harina, sin embargo, cuando no se abastecen se compra dicha menudencia de otros camales.

2.3.3 Competidores

Existen camales que procesan la menudencia para elaborar dicha harina, pero no tienen la capacidad que tiene la empresa a analizar.

2.4 Organización

La empresa se divide en las siguientes unidades orgánicas, como lo muestra la ilustración 2.1.

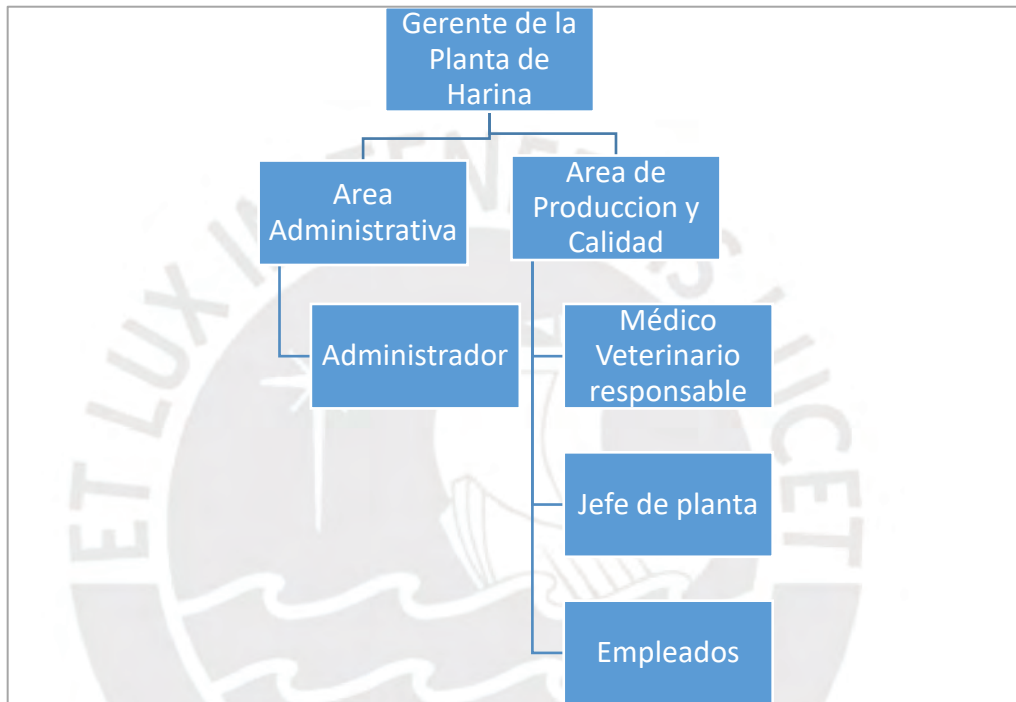


Ilustración 2.1 Organigrama
Fuente: La empresa. Elaboración propia

2.4.1 Área Administrativa

El área administrativa se encarga de la revisión de expedientes del personal de producción y realizar la inducción a cada nuevo empleado en las prácticas que debe cumplir según la función que se le asigne.

Velan por el cumplimiento del reglamento interno de la empresa.

2.4.2 Área de producción y Calidad

Esta área está compuesta por un médico veterinario, un Jefe de Producción y 13 Operarios.

A. Médico Veterinario responsable (Control de calidad).

Es el encargado de realizar las siguientes actividades:

- Implementar fundamentos teóricos/prácticos a tener en cuenta en la toma de medidas para prevenir Encefalopatía Espongiforme Bovina y Taurina⁵.
- Supervisar el control sanitario de la planta.
- Supervisar el control sanitario del producto.
- Realizar análisis físico-químicos y microbiológicos durante el proceso para determinar la calidad del mismo y evitar productos que no se adaptan a los requerimientos especificados.
- Monitorear, promover el hábito de higiene en los empleados.
- Supervisar el cumplimiento establecido en normatividad sanitaria vigente.

2.4.2.1 Jefe de producción (jefe de planta)

Es el encargado de supervisar el buen manejo de maquinarias e informar a mantenimiento cuando algún equipo se averíe. Además, es el encargado de planificar la producción.

2.4.2.2 Empleados de producción

Actualmente, la empresa cuenta con 13 operarios en la planta de producción de harina que realizan todos los procesos productivos que serán descritos más adelante.

2.5 Control de calidad del Producto

Tanto los empleados como el Jefe de planta realizan inspecciones visuales del proceso terminado. El jefe de planta en coordinación con el Médico veterinario, realiza muestreos y establece especificaciones y regulaciones para asegurar la calidad del producto terminado.

Los análisis microbiológicos del producto son:

- Recuento total de bacterias.
- Coliformes totales.
- Anaerobios totales.
- E. Coli

⁵ Epidemia originada en el Reino Unido en 1986

- Salmonella y hongos

Los análisis físico-químicos que se realizan en la planta son:

- Humedad
- Proteína
- Grasa
- Ceniza
- Fibra
- Digestibilidad a la pepsina
- Calcio/fósforo.

2.6 Proceso productivo

En la ilustración 2.2, se presenta el DOP del proceso de elaboración de harina, asimismo se detalla a continuación cada uno de los procesos.

2.6.1 Recepción de materia prima

Toda la materia prima que llega a la planta de harina y es inspeccionada por el encargado de recepción de materia prima, el cual debe llenar la hoja de registro de recepción la cual contiene la siguiente información:

- Fecha y hora de ingreso de los productos o materia prima.
- Descripción del producto.
- Cantidad.
- Estado de conservación.
- Procedencia o nombre del proveedor.
- Número de lote o guía de remisión.
- Observaciones.

2.6.2 Inspección de materia prima

Al momento de la recepción se verifica que toda la materia prima que se reciba está en condiciones óptimas. De lo contrario, se separa la materia prima que no podrá ser usada y se deja en el camión que trae la mercadería a la planta, siendo automáticamente rechazada. Cabe destacar que no se paga por esta materia prima en mal estado.

- Modo de Inspección: Modo visual

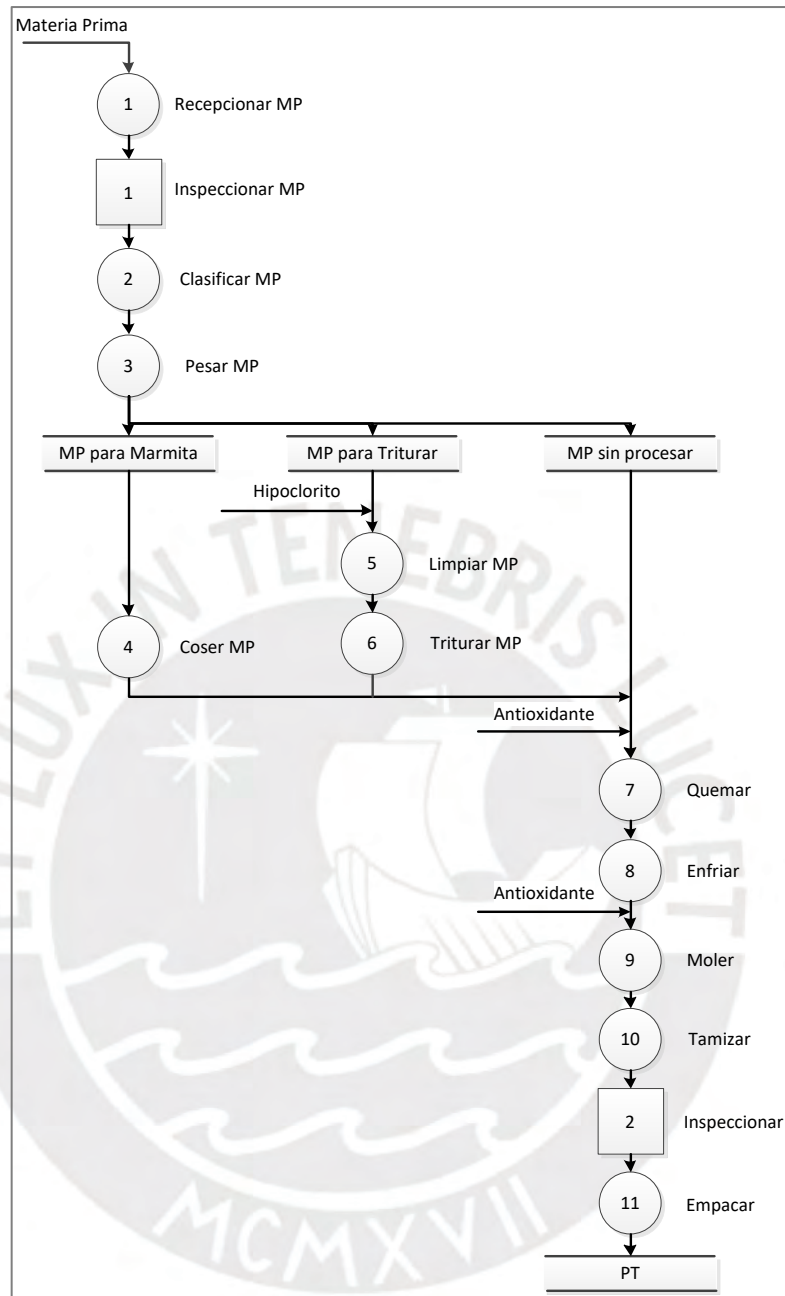


Ilustración 2.2 Proceso de elaboración de harina
Fuente: La empresa. Elaboración propia.

2.6.3 Seleccionar materia prima

Los insumos o ingredientes que llegan a la planta son introducidos por el área de recepción de materia prima. En esta área se determinará cuáles son los ingredientes aptos para su proceso o los que se desechen y estará a cargo del responsable de recepción de materia prima. A continuación, en la Tabla 2.1 se detalla los tipos de materia que comúnmente llegan a la planta.

Tabla 2.1 Materia prima de entrada

Percanza	Plumas	Pollo Pelado
Hígado	Panza de Cerdo	Embutidos-Chorizos
Hueso	Tráqueas	Carcasas De Cerdo
Bofe	Patas de Cerdo	Riñón y Baso
Pollo con plumas	Vísceras Varias	Sangre
Agallas de Corazón Vacuno	Riñón	Tripa Con Hígado , Panza Y Bofe
Tripas Sancochadas	Costillas De Equino	Piltrafa De Caballo

Fuente: La empresa

Elaboración Propia

Por otro lado, con la finalidad de tener control respecto a EET y EBB⁶ se descarta la medula espinal, los ganglios linfáticos el encéfalo y bulbo raquídeo de las cabezas que ingresen a la planta, denominándose a estos productos como MER (Materiales Extremadamente Riesgosos). Además, solo en el caso de las tripas, se procede a limpiar la materia prima.

Cabe destacar que la selección de la materia prima es realizada por los operarios de manera visual, además de por juicio de expertos.

2.6.4 Clasificar la materia prima

Los insumos son clasificados en tipos de materia prima, según su tratamiento:

- Materia prima para marmita: Todo aquel material que contiene un gran porcentaje de grasa, o es de consistencia blanda. En ellos se encuentra la sangre, pollo con pluma entre otros. Junto con este material se coloca un porcentaje de hueso.
- Materia prima para triturar: Incluye el resto de huesos que no fueron incluidos en la materia prima para marmita. También incluye los insumos que son difíciles de romper o resistentes, como las tripas.
- Materia prima sin procesar: es la materia prima que puede ir directamente al proceso de quemado.

Esta clasificación es realizada de manera visual, identificando el tipo de materiales.

⁶ Encefalopatía Espongiforme Bovina y Taurina respectivamente

2.6.5 Limpiar Materia prima

Después, la materia prima seleccionada se lava con agua y a una concentración no menor a 0.8 ppm de hipoclorito. Solo se lavan los insumos, aparte del hueso que pasan a la trituradora. Esto se debe a que son las materias primas que contienen desperdicios.

El agua proveniente de la empresa ya se encuentra mezclada con el hipoclorito, por lo cual no necesitan mezclar. Se limpia de manera manual en la misma área de recepción de materia prima.

2.6.6 Cocción en marmita

Se coloca la materia prima a marmitas (ver ilustración 2.3) las cuales trabajan a temperaturas variadas y elevadas para que la grasa se separe de los insumos. Se adiciona dentro de los materiales un porcentaje de hueso para que a la hora de sacar el producto de esta operación, este caiga al mover los huesos. Una vez que se termina el tiempo de cocción necesario de acuerdo a la cantidad de materia prima, se procede a separar la grasa y se deja el material a enfriar en la misma marmita o hidrolizador. Una vez frío se procede a sacarlo y colocarlo en la quemadora.



Ilustración 2.3 Carga de la marmita
Fuente: La empresa. Elaboración Propia

Actualmente, se cuenta con tres marmitas, y el proceso se realiza con las siguientes condiciones:

- Temperatura = no menor a 133 °C
- Tiempo mínimo = 20 minutos.
- Presión mínima = 43.5 PSI (3 bares)

2.6.7 Triturar Materia prima

Para poder tener una harina homogénea, se procede a triturar los insumos más duros y difíciles de romper en el quemado. Estos son el hueso que no fue usado para la marmita y las tripas. El proceso se realiza sobre las siguientes condiciones:

- Tiempo de trituración: 20 minutos por 120 kilos (1 cilindro), es decir 10 segundos por kilo.
- Temperatura: Temperatura ambiente
- Presión: Presión del ambiente, 1 bar.
- Maquinaria usada: Trituradora

En la ilustración 2.4 se muestra la trituradora que se utiliza actualmente en la planta.



*Ilustración 2.4 Triturado
Fuente: La empresa. Elaboración Propia*

2.6.8 Quemado

El proceso se realiza dentro de cocker o digestor, en el cual se emplea el sistema de cocción por vía seca, a través de un sistema rotativo con paletas mezcladoras empleando una atmósfera saturada de vapor para el proceso de deshidratación. Se realiza en dos etapas con las siguientes características promedio:

- Deshidratación y pre-secado: 03 horas a 110 °C y 35 PSI
- Secado: 1.30 horas a 100 °C y 35 PSI

Al principio de esta operación se le adiciona antioxidante de acuerdo a sus características de su ficha técnica (RENDEROX – terbutil hidroquinona – ácido cítrico, en una dosis de 700 gr/ton).

En la ilustración 2.5, se muestra la carga del producto en proceso al quemador.



*Ilustración 2.5 Carga del proceso de quemado
Fuente: La empresa. Elaboración Propia*

2.6.9 Enfriamiento Externo

Se retira el producto de los digestores o cockers. Se da en un ambiente cerrado. Después de esta etapa del enfriamiento, se le agrega por última vez el antioxidante de acuerdo a las características de su ficha técnica.

2.6.10 Molienda

El producto frío pasa por la moledora con la ayuda de mínimo 2 hasta 4 o 5 operarios. Se realiza para poder lograr una contextura fina ya parecida a la de la harina. Se realiza de manera paralela al mezclado, y las características de este proceso son:

- Temperatura de realización: Temperatura ambiente
- Maquinaria usada: Moledora
- Tiempo de realización: 15,25 minutos por tonelada

Para realizar la molienda, se debe de mezclar el producto enfriado de los digestores, de manera que se integre y que de un sub producto uniforme. Si dentro del mezclado se encuentran objetos externos dentro de la harina, estos son retirados de manera manual.

2.6.11 Tamizado

Se tamiza el producto molido, para lo cual se debe considera que el 15% como máximo de rechazo en tamiz de 3 mm como política de la empresa. Se realiza el tamizado con las siguientes condiciones:

- Temperatura de realización: Temperatura ambiente
- Elemento usado: Tamices

2.6.12 Inspección

Se verifica las características de la harina de manera superficial. Esta inspección es realizada por los operarios con mayor experiencia. La inspección tiene las siguientes características:

- Método de inspección: De manera visual y táctil
- Temperatura: Temperatura ambiente

La inspección se puede dar antes o después de la molienda.

2.6.13 Empaque

Luego, se empaqueta la harina en sacos de polipropileno tejidos de color blanco de aprox. 50 Kg. de peso neto. Todo empaque es etiquetado con la siguiente información:

- Fecha
- Número de lote de producción
- Fecha de vencimiento
- N° de saco
- Nombre del producto
- Nombre del Médico Veterinario responsable del producto.
- Datos informativos de la empresa.

Además, se debe indicarse: “PROHIBIDO SU USO EN ALIMENTACION DE RUMIANTES” – (R.J. N° 164-2009-AG-SENASA – Art. 9).

2.6.14 Almacenamiento – Distribución

Los productos terminados deben permanecer en el área de almacén, apilados sobre parihuelas para evitar el contacto directo con el suelo. En cada pallet se encuentran 50 sacos. Para la distribución, se contrata un camión que lleve la mercadería a la planta de los clientes.

Los sacos son colocados en las parihuelas uno por uno, siendo acomodados por 2 a 4 operarios de acuerdo a la capacidad actual de la planta y de la cantidad de material listo a empacar.

En la ilustración 2.6, se muestra el producto terminado empacado ubicado en el área de almacenamiento.



*Ilustración 2.6 Producto final
Fuente: La empresa. Elaboración Propia*

2.7 Casos Similares

Para poder analizar casos en los cuales se aplique la metodología Lean Manufacturing, se decidió escoger 3 casos de distintas universidades, 2 de Pontificia Universidad Católica del Perú, y uno de la Universidad Politécnica Salesiana (España), para poder observar cómo se aplica en distintos entornos y países, y en qué casos son aplicables.

2.7.1 Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta

Título de la Tesis

Tesis- Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta

Institución

Pontificia Universidad Católica del Perú

Autor

Mejía, Samir

Datos generales

En esta tesis se aplicó Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia de las líneas de confección de ropa interior de una empresa textil. Para ello, se implementó el OEE⁷ por involucrar calidad, rendimiento y disponibilidad.

Comenzó por un análisis que identificó los principales problemas usando el VSM⁸, que arrojó que la problemática era por el desorden en el área, y la cantidad de tiempo usado para la preparación. Es por ello que se usó manufactura esbelta, proponiendo como soluciones el uso de las 5'S junto con el TPM y SMED, conceptos explicados en el punto 1.2 Marco Metodológico de Lean Manufacturing. De la implementación se obtuvieron los siguientes resultados. El primer indicador es el incremento de la disponibilidad de las máquinas en 25% provocado por la reducción del tiempo de set-up y del tiempo de reparación de las máquinas. Otro indicador que impacta en el beneficio es el rendimiento de las líneas de confecciones, aumentando en 2% debido al alza del tiempo bruto de producción. Por último, la tasa de calidad obtiene un crecimiento de 4.3% como consecuencia de la reducción de productos defectuosos. Estos tres indicadores logran un incremento del OEE de 34.92%.

Objetivo general

Desarrollar el análisis y la propuesta de mejora del área de confecciones de la empresa en estudio por medio de la aplicación de herramientas de manufactura esbelta.

Objetivos específicos

- Presentar los fundamentos de la filosofía de manufactura esbelta que es utilizada en la actualidad por las empresas de clase mundial.
- Mostrar los principales procesos productivos, productos, maquinarias y métricas de la empresa en estudio.
- Identificar los principales problemas que muestre el mapa de flujo de valor y que afecten a la familia de productos seleccionados y elegir las herramientas de manufactura esbelta a emplear.

⁷ Overall Equipment Effectiveness

⁸ Value Stream Mapping

- Aplicar las herramientas de manufactura esbelta definidas.
- Realizar una evaluación de un análisis costo-beneficio que justifiquen esta propuesta.

Metodología

Se hizo uso de las herramientas de Lean Manufacturing. Se elaboró un mapa de corriente de valor de tal forma que se pudo observar que punto del proceso tenía mayor oportunidad de mejora. Ese mapa brindó información clara y precisa de las condiciones en la que el proceso está trabajando. Luego se aplicó 5S junto con TPM, mezclando ambas herramientas para obtener un mayor impacto. Además, se implementó SMED para reducir el tiempo de preparación de las maquinarias y herramientas, llegando a los resultados expuestos en el resumen de la tesis.

Hallazgos importantes o propuestas destacables

Los hallazgos más importantes fueron que en dicha tesis se usaron 2 herramientas lean en una, cuando mezcló el TPM con la segunda S. Además, 5S también ayudó a la disminución del tiempo de preparación, junto con el SMED. Es decir, varias herramientas fueron combinadas para poder llegar al objetivo de mejorar la eficiencia. En esta tesis se aprecia la importancia de usar las 5S para poder implementar las demás herramientas de Lean Manufacturing. Por otro lado, los resultados pueden ser usados en las demás líneas de productos de manufactura que impartan procesos similares.

Comentario

La tesis usa lean Manufacturing para poder aumentar la eficiencia de la línea de producción. Además, usa OEE para poder medir los resultados que obtendría una vez implementado dicha propuesta. De esta manera, se pudo saber el impacto positivo que la aplicación de estas herramientas tendría en la empresa. Por otro lado, esta metodología puede ajustarse a cualquier proceso productivo textil, pues siguen aproximadamente los mismos pasos y procesos.

2.7.2 Análisis y mejora de procesos en una Línea procesadora de Bizcochos empleando Manufactura Esbelta

Título de la Tesis

Análisis y mejora de procesos en una Línea procesadora de Bizcochos empleando Manufactura Esbelta

Institución

Pontificia Universidad Católica del Perú

Autores

- Vigo, Fiorella
- Astocaza, Reyna

Datos generales

Para optimizar tanto los procesos productivos, uso de equipos y recurso humano; con la finalidad de asegurar la competitividad de la empresa, se usó Manufactura esbelta. Para ello, se describe en primer lugar el proceso productivo actual y se identifican los desperdicios. Una vez identificados los puntos de mejora, se analizó y se obtuvo que se podría mejorar el proceso de dicha línea de producción usando Just in Time, 5S y TPM. Con dicha aplicación se obtuvo un incremento en los indicadores de equipos como son Disponibilidad (A), Eficiencia (n) y Tasa de calidad (q) en 89%, 97% y 100% respectivamente.

Los cambios propuestos en dicha tesis para la mejora, serían muy beneficiosos porque representarían una TIR de 29.26% si se aplicara, lo que evidencia que es un proyecto viable y beneficioso.

Objetivo General

Mejorar el proceso en una Línea procesadora de Bizcochos empleando Manufactura Esbelta

Objetivo específicos

- Mostrar los principales procesos productivos, productos, maquinarias y métricas de la empresa en estudio.
- Identificar los principales problemas de la empresa
- Aplicar las herramientas de manufactura esbelta definidas.
- Plantear acciones de mejora.
- Evaluar el impacto económico y financiero.

Metodología

Como fue mencionado anteriormente, se usó Lean Manufacturing para poder mejorar el proceso de la realización de Bizcochos. En primer lugar, se realizó el diagnóstico e identificación de los problemas del proceso. Luego se seleccionaron las problemáticas que se debían acatar y se solucionaron de la siguiente manera:

Para la mejora de la carga de trabajo se realizó una programación efectiva del tiempo asociado a recurso y personal, mediante la aplicación de los pilares del *Just In Time*. Asimismo, la adecuada distribución de equipos y áreas disminuyeron recorridos innecesarios obteniendo un flujo más continuo de material. Por otro lado, la implementación y capacitación de la filosofía 5'S y el Mantenimiento Productivo Total permitieron al personal mantener una adecuada gestión de equipos.

Finalmente se analizó el costo beneficio de la aplicación de estas mejoras, donde la TIR es 29.6% lo que hace que dicha implementación es viable y beneficiosa para la empresa.

Hallazgos importantes o propuestas destacables

Se usó Lean Manufacturing para no solo mejorar el proceso productivo realizando cambios en el proceso, sino que también se aplicaron estos conceptos para poder determinar la carga de trabajo del personal. Realizando este análisis, junto con la aplicación de 5S, TPM y JIT. Dan como resultado una disminución de tiempo considerable y mejora de las condiciones de trabajo.

Comentario

Es interesante notar que las herramientas de Lean Manufacturing no deben de dejar de lado el punto de vista de los colaboradores de la empresa, ya que ellos tienen gran influencia en el resultado de la actividad u operación a utilizar. Por otro lado, se puede observar que el impacto en los operarios, así como la aplicación de las herramientas vistas hacen que el proceso mejore, sin embargo, es imprescindible tener un diagnóstico previo del porqué de las problemáticas, pues con ese se establecen las herramientas idóneas que se usarán para combatirlas.

2.7.3 Elaboración de hojas de trabajo estandarizadas y Hojas de elementos de trabajo

Título de la tesis

Elaboración de hojas de trabajo estandarizadas (SOS) y Hojas de elementos de trabajo (JES), aplicado en el área de preparación de Materiales (STEELASTIC y Pestañas), en la empresa Continental Tire Andina S.A.

Institución

Universidad Politécnica Salesiana – España

Autor

Alomía Castro, Valeria

Datos generales

En esta tesis, se usó solo la herramienta de estandarización, de Lean Manufacturing. En primer lugar, se empezó por conocer los procesos de dicha empresa, levantar información y sugerir un LayOut para disminuir el tiempo de traslado en las operaciones. Luego, se empezó a aplicar la estandarización junto con Kaizen. Con ello se logró reducción en los tiempos, aumentar la calidad de los productos y la reducción de las fallas de los productos realizados.

Objetivo General

Hacer más eficientes los procesos, hacer más seguros los métodos de trabajo y eliminar los desperdicios de los procesos de Continental Tire Andina S.A.

Objetivo específicos

- Asegurar que las secuencias de los operarios sean repetitivas
- Crear un ambiente en el cual se detecte la no normalidad fácilmente
- Hacer las actividades actuales más seguras y efectivas
- Mejorar la productividad
- Reducir la curva de aprendizaje de los operadores

Metodología

En primera instancia, se procedió a evaluar las actividades que se llevan a cabo en la actualidad, identificado cuales de ellas son las necesarias para la

producción. Una vez que se tuvo toda la información imprescindible, se comenzó a aplicar Lean Manufacturing. Al identificar las operaciones correctas con la estandarización, se establecen las actividades y procesos que se deben seguir en la empresa para poder realizar los productos de ella. Además, para poder mejorar la calidad e ir afinando los procesos para obtener cada vez menos fallas, se aplicó también la herramienta Kaizen. De esta forma, se logró mejorar el proceso y a largo plazo con Kaizen se logrará tener una ventaja competitiva fuerte.

Hallazgos importantes o propuestas destacables

Es importante aplicar estandarización, ya que sin ello no se tienen los procesos definidos sobre los cuales se pueden implementar otros proyectos. Las herramientas Lean Manufacturing pueden moldearse según las necesidades de la empresa, es por ello que se combinó la estandarización con 5S's y Kaizen.

Comentario

Esta tesis deja en claro qué, sin una estandarización previa del proceso, no se pueden aplicar otras herramientas de mejora como lo es Lean Manufacturing. Es por ello que las empresas deben de tener sus procesos definidos correctamente, ya que de lo contrario se gastará en diversos factores, como capacitaciones o en fallas las cuales tienen como origen el desconocimiento de la mejor manera de realizar el proceso.

Comentario final sobre las tres Tesis

Con estas 3 tesis antes presentadas, se reafirma la eficacia de la herramienta 5s. Además, se concluye que herramientas de Lean Manufacturing se usarán, y se combinarán entre ellas, de forma tal que sean las herramientas adecuadas para poder eliminar los desperdicios y mejorar el proceso en el cual está siendo aplicada. Por otro lado, cabe destacar que, para aplicar las distintas mejoras, realizar mediciones y poder disminuir costos que fácilmente no se ven, como el de capacitaciones o fallas de operarios, se debe verificar que el proceso esté estandarizado y comunicado a los colaboradores de la organización. A partir de procesos estandarizados se podrá implementar mejoras que involucren no solo Lean Manufacturing, sino otras herramientas que pueden permitir que el proceso mejore y que la empresa desarrolle una ventaja competitiva alta.

CAPÍTULO 3: DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA

En este capítulo se identificará los principales problemas del proceso de elaboración de harina de percanza y el análisis correspondiente al diagnóstico. Además, se definirá mejor el proceso utilizando un diagrama VSM (ilustración 3.1). Luego, se identificará cual es el problema principal mediante la utilización de herramientas como el Ishikawa y 5 Porqués. Finalmente, ya identificados las causas y problemas principales que se busca mitigar, se procede a identificar qué tipo de herramientas se utilizará con la Matriz de Diagnóstico Lean.

3.1 VSM Actual

Para describir el proceso de elaboración de harina se utilizó el Value Stream Mapping, con el cual se da una visión general del proceso de cada uno de las actividades que se realizan en la planta y, por lo tanto, es útil para diagnósticos de problemáticas dentro de todo el proceso de producción.

Con esta gráfica se puede ver la cantidad de operarios que se utiliza en cada operación, así como el proceso total de la producción, tiempos de preparación de maquinarias, tiempos totales de la operación, capacidad de las máquinas, y tiempos de traslado.

En la utilización de esta herramienta se pudo identificar distintos problemas, de los cuales se detallarán los más resaltantes y críticos.

No se realiza una planificación adecuada de la compra de materia prima e insumos

- Mermas y desperdicios en la zona de trabajo
- Existencia de áreas de trabajo desorganizados
- Distribución de la planta errónea
- Demoras frecuentes
- Grandes inventarios
- Maquinaria sin utilizar por averías
- Reprocesos frecuentes
- Incidentes frecuentes
- Paradas constantes

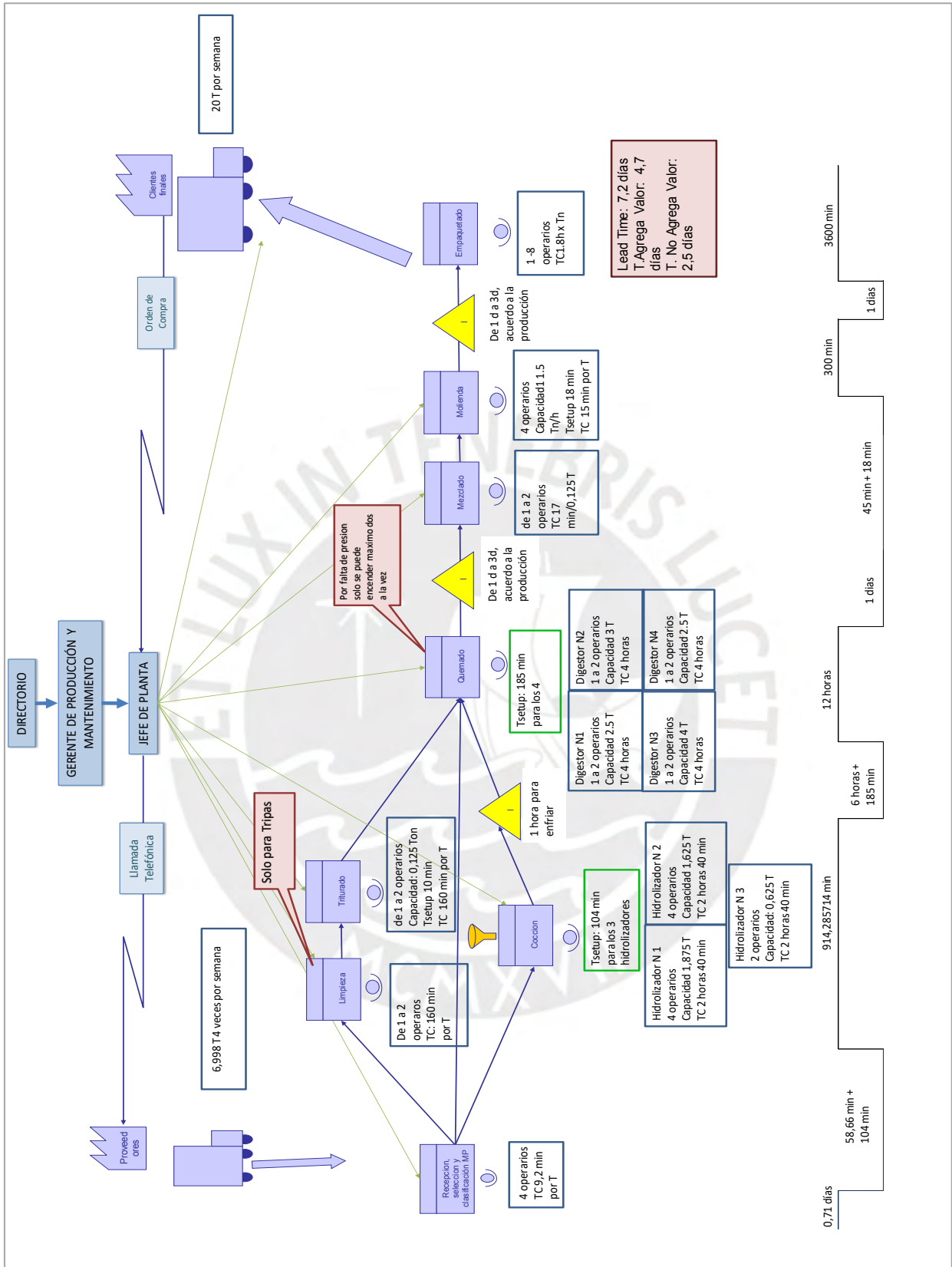


Ilustración 3.1 VSM Actual.
 Fuente: La empresa. Elaboración propia

3.1.1.1 No se realiza una planificación adecuada de la compra de materia prima e insumos

Para poder elaborar el producto final, la empresa puede realizar distintas combinaciones de materia prima, ya que lo importante para ellos es la composición resultante de esta mezcla pues las materias primas que usan dependen de la planta que beneficia a los animales a pedido de los clientes. Es por ello que muchas veces no cuentan con los insumos necesarios para obtener la mejor harina y realizan reprocesos o mezclan lotes de harinas con diferente composición para llegar a las condiciones que no permitan el rechazo de la harina a entregar.

Pese a esto, la planta si definió una combinación idónea la cual permite obtener una harina que cumpla todas las características que el cliente prefiere. En la tabla 3.1, se muestra la combinación idónea de materia prima para la fabricación de la harina dada por la empresa.

Tabla 3.1 Características del producto en reproceso

Descripción	Kg
1 cilindro de sangre de caballo	368.07
3 cilindros de sangre	939.74
1 cilindro hígado y tráquea	344.46
1 cilindro baso de chanco	47.23
1 cilindro bofe de cerdo	223.12
1 cilindro hígado y tráquea	167.75
1 carretilla de chicharra	166.94
4 cilindros de percanza de cerdo	810.26
Total	3067.59

Elaboración propia
Fuente: La empresa

3.1.1.2 Mermas y desperdicios en la zona de trabajo

Como se puede apreciar en las ilustraciones 3.2 la empresa no incentiva a sus empleados a mantener espacios fuera de mermas y desperdicios, lo que genera que los pasillos y corredores de la empresa no estén libres. Esto implica tener que transportar el material en proceso a una zona despejada o disponible incluso pudiendo arriesgar al material a una contaminación cruzada.



*Ilustración 3.1 Mermas y desperdicios
Elaboración propia
Fuente: La empresa*

3.1.1.3 Existencia de áreas de trabajo desorganizadas

En la actualidad, la empresa no cuenta con espacios delimitado en donde los empleados coloquen la materia en proceso y las herramientas que utilizan, como se puede ver en la ilustración 3.3.

Por ello, en cambio de turno, los operarios tardan en buscar donde dejaron las herramientas y utensilios necesarios para continuar con la producción.

Así mismo, tardan en identificar en qué etapa de producción se encuentra la materia en proceso, por lo que no solo impacta la pérdida de tiempo sino también que demoran al retomar el ritmo de trabajo con el que se estaba trabajando.



*Ilustración 3.2 Inexistencia de límites
Elaboración propia
Fuente: La empresa*

3.1.1.4 Distribución de la planta

Los operarios realizan movimientos innecesarios tanto de materia prima y de material en proceso, como se puede ver en la ilustración 3.4 ya que las máquinas no han sido colocadas de forma estratégica, sino que fueron colocadas de forma desordenada y acomodándolas acorde a la adquisición o fabricación de los mismos.

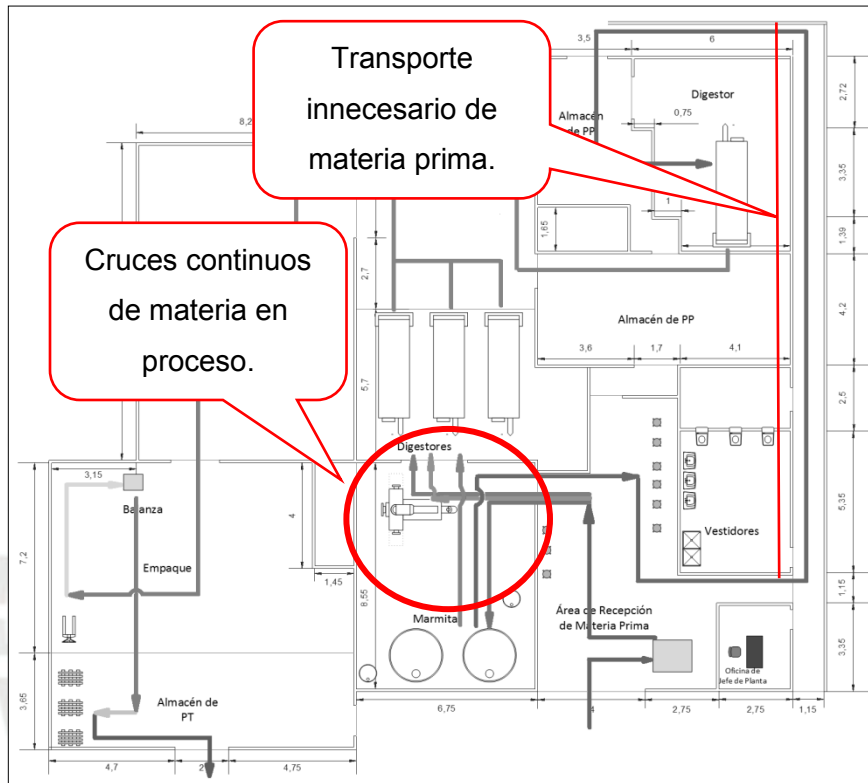


Ilustración 3.3 Problemas de distribución de planta
Elaboración propia
Fuente: La empresa

3.1.1.5 Maquinaria sin utilizar por averías

Así mismo, en el periodo de análisis de la empresa se pudo observar que las averías de la maquinaria son constantes, por lo que atrasa la producción de harina incluso generando horas extras. Esto es consecuencia de que los operarios exigen demasiado a la maquinaria con el fin de cumplir con la demanda.

Observamos que por lo general al menos un digestor se malogra de manera mensual. Por otro lado, como se puede ver en la carga de trabajo de los operarios (Anexo 01) las máquinas no se usan 120 horas por actividades internas.

3.1.1.6 Reprocesos

La empresa cuenta con reprocesos en especial en la parte de los digestores, ya que existen algunas veces en el que la harina sale con mucha o poca grasa. Por lo cual, se tiene que agregar materia prima dependiendo del problema que tenga y volver a colocarlo en el digestor o aumentar la cantidad de materia prima que se está produciendo, lo que produce desperdicios. En la tabla 3.2, se detalla, las características que determinó la empresa que hacen que el producto terminado tenga que ser reprocesado.

Tabla 3.2 Características del producto en reproceso

CARACTERISTICAS		DESTINO FINAL (*)	OBSERVACION
EN PROCESO	PRODUCTO TERMINADO		
Cocción	bajo humedad, alto grasa	Reproceso	la digestibilidad bajo
Cocción	bajo en proteínas	Reproceso	exceso de hueso
Almacenamiento	presencia de salmonela	Reproceso	control de vectores

Fuente: La empresa

3.1.1.7 Incidentes

Al manejar maquinarias que trabajan con altas temperaturas y presiones existe la posibilidad que afecte el estado físico de los empleados. La empresa no toma las medidas necesarias para evitarlos.

Según datos históricos de la empresa solo ha ocurrido 1 accidente grave durante los últimos tres años; sin embargo, los accidentes leves, como quemaduras de segundo grado son muy comunes dentro de la línea productiva.

3.2 Identificación de las causas

Para identificar entonces, las causas raíces de cada problemática agrupada según la afinidad de estas, se realizó el siguiente análisis Ishikawa. No se analizará los problemas de oferta y demanda, pues son factores externos ajenos a la empresa.

A continuación, se presentarán las causas por las cuales estos problemas surgieron, para así poder decidir en el siguiente capítulo qué herramientas de Lean Manufacturing serán usadas.

3.2.1.1 Causas de los problemas de LayOut

Los problemas correspondientes al LayOut son aquellos responsables del estado de la distribución de la planta actual, y nos ayuda a evaluarla. Las causas de los problemas correspondientes al LayOut se muestran en la ilustración 3.6:



Ilustración 3.4 Ishikawa de los problemas de LayOut.
Fuente: La empresa. Elaboración propia

3.2.1.2 Causas de los problemas correspondientes a los procesos y procedimientos

Las causas de estos problemas son distintas, por ello, se realizó un nuevo DOP, en el cual se encuentra la verdadera secuencia de actividades realizadas, a diferencia de lo explicado en el capítulo 2.6 , pues esa información fue la brindada por la empresa.

En base a lo observado, la ilustración 3.7 muestra las causas de esta problemática.



Ilustración 3.5 Ishikawa de los problemas de procesos y procedimientos.
Fuente: La Empresa. Elaboración Propia

3.2.1.3 Causas a los problemas de herramientas y maquinarias:

Los problemas correspondientes a las herramientas y maquinarias están fuertemente ligados al mantenimiento y preparación de estos. En la ilustración 3.8 muestra el Ishikawa de los problemas de herramientas y maquinarias.



Ilustración 3.6 Ishikawa de los problemas de Herramientas y Maquinarias.
Fuente: La empresa. Elaboración propia

3.2.1.4 Causas correspondientes a la Formulación del Producto

Como fue mencionado anteriormente, se observó que no se tiene una formulación definida de los materiales que hacen que un producto se encuentre dentro de los límites y especificaciones del cliente. Por ello, el producto obtenido tiene diferentes características. Las causas a esta problemática se muestran en la ilustración 3.9.



Ilustración 3.7 Ishikawa de problemas de Formulación del Producto.
Fuente: La empresa. Elaboración propia

3.2.1.5 Causas de los problemas correspondientes a la Limpieza y Calidad

Para ofrecer a los clientes un valor agregado, y para identificar qué herramientas o indicadores de la calidad usar para la mejora del proceso con Lean Manufacturing,

realizamos el análisis de estas causas, y se obtuvo el Ishikawa que se muestra en la Ilustración 3.10.



Ilustración 3.8 Ishikawa de problemas correspondientes a la Limpieza y Calidad.
Fuente: La empresa. Elaboración propia

Con el análisis de esta problemática se pudo determinar algunas causas raíces frente a estos problemas:

- Falta de conocimiento de un layout optimo en la empresa
- No existe procedimientos estandarizados
- Existe una falta preparación de las máquinas antes de la operación
- No hay un mantenimiento preventivo

3.3 Diagnostico Lean

Luego de poder identificar la situación actual en la que se encuentra la planta, se procede a establecer una matriz que nos ayudará a identificar las herramientas esenciales que se debe de aplicar en la planta, según las causas principales identificadas en el capítulo anterior.

Para poder calificar dicha matriz se propone los criterios de calificación de la tabla 3.3.

Tabla 3.3 Puntuación Matriz Lean

Muy malo	5
Malo	4
Regular	3
Bueno	2
Muy Bueno	1

Elaboración Propia

Al colocar el puntaje se tomó en cuenta la opinión de expertos en la empresa, y de los operarios de la planta, además de la información recabada durante las visitas.

Dicho esto, se procede con la evaluación de herramientas a utilizar como se puede observar en la tabla 3.4

Tabla 3.4 Matriz de evaluación

Aspecto a evaluar	Pautas	Puntaje	Puntaje promedio
5'S	Ubicación definida, para herramientas y equipos	3	4.33
	Definición de zonas seguras		
	Zonas despejadas	5	
	Limpieza de la planta	5	
	Procedimientos estándares de limpieza	5	
	Entrenamiento de orden y limpieza	5	
Trabajo estandarizado	Actividades diseñadas para aplicar Ing. Métodos	3	3.17
	Se estudia y evalúa la seguridad en el trabajo	2	
	Actividades regulares estándares	4	
	Se realizan auditorías	3	
	Indicadores de productividad normalizado	4	
	Capacitación con los operarios	3	
Indicadores	Indicadores empleados frecuentemente	4	4.5
	Se revisa brechas de cumplimiento	5	
SMED	Se conoce los tiempos de preparación	5	4.67
	Se analizan la reducción de los mismos	5	
	Las operaciones de cambios se han estandarizado	4	
Reducción de paradas	Causa de parada conocida	2	3
	Hay un objetivo de reducirlas	4	
Mantenimiento y Organización	Se cuenta con un sistema informático	5	3
	Se desarrolla un plan maestro	3	
	Personal capacitado	3	
	Se manejan insumos directamente	1	
Ingeniería de mantenimiento	Se analiza actividades para reducción de tiempos	4	4
	Se diseñan actividades de mantenimiento correctivo	4	
	Se diseñan actividades de mantenimiento preventivo	4	

Aspecto a evaluar	Pautas	Puntaje	Puntaje promedio
	Se diseñan actividades de mantenimiento predictivo	4	
	Se conoce fallas más frecuente	4	
TPM	Equipos con responsabilidades definidas	3	4
	Actividades normalizadas y documentadas	5	
	Equipo se reúne ante un problema	4	
Flujo de Material	Se evita reproceso	4	4.67
	Se calculan la composición de la MP	5	
	Se minimiza traslados	5	
Recepción	Se programa llegada de MP	5	5
	Se tiene alguna política como EOQ (Economic Order Quantity)	5	
Soporte del proceso	Se realiza capacitación	3	3.67
	Se diseña empaques ideales	4	
	Se cuenta con mantenimiento	4	
Layout	Se evalúa distribución de estaciones	2	3
	Se aplica celdas de manufactura	4	
	Se facilita la ubicación de limpieza	3	
	Se facilita la ubicación de mantenimiento	3	

Fuente: La empresa.
Elaboración Propia

Para determinar qué herramientas Lean se va a usar, se consideró atacar los puntos cuyo promedio de puntaje sea mayor a 3 puntos. Con esta puntuación, se determinó que se propondrá las siguientes herramientas y/p metodologías:

- Determinación de métricas (OEE)
- Aplicación de la metodología 5s
- Mantenimiento productivo (TPM)
- SMED
- Mejoras en el Layout
- Kaizen y estandarización

CAPITULO 4: PROPUESTAS DE MEJORA APLICANDO LEAN MANUFACTURING

Este capítulo se enfoca en desarrollar la implementación de la manufactura esbelta según el diagnóstico elaborado previamente.

4.1 Determinación de métricas

A continuación, se mostrarán ciertas métricas que servirán para medir el impacto de cada una de las herramientas de Lean Manufacturing que se proponen a partir del punto 4.2.

4.1.1 Determinación de la Efectividad global de los equipos

Los datos para realizar los cálculos fueron tomados del levantamiento de información realizada a la empresa ya que no cuenta con información histórica. Se registró los minutos de parada, motivo de dicha parada, cantidad de kilogramos rechazados, entre otros.

Según lo descrito en el punto 1.1.1.2 se determina el OEE de las maquinarias de la empresa. En la tabla 4.2 se detalla los cálculos del OEE del Hidrolizador 1; para ver el cálculo del resto de las maquinarias, ver el Anexo 02.

En la tabla 4.1 se tiene los siguientes datos para este Hidrolizador:

Tabla 4.1 OEE Actual-mensual

Estándar: tn por hora	Producción buena	Rechazos o defectos	T. Preparación y Ajuste (TP_PE)	Averías (TP_PNP)		Merma 3% de la producción
0,70	Tn	Tn	Horas	Horas	#veces	Tn
TOTAL	130,32	0,00	52,78	1,57	2,40	3,91

Elaboración propia

Además, se sabe que el tiempo disponible (TD) que se dispuso es de 388,8 horas mensuales y 101, 5 horas semanales de horas extra, así mismo no existe un tiempo planificado de no producción (TP_PP).

Con estos datos, se puede calcular el OEE actual del Hidrolizador 1, tabla 4.2.

Tabla 4.2 OEE Actual-Detallada

TIPO	Formula	Calculo	Resultado
TDP	TD - TP_PP	=794,80-0	794,80
TON	TDP- TP_PE- TP_PNP	=794,80 - 52,78 -1,57	740,45
A	TON/TDP	=740,45 / 794,80	93,16%
TPN	Producción buena/(ton/hora)	=130,32/0,70	185,35
TP_D	Producción desperdiciada/(ton/hora)	=3,91 / 0,70	5,56
TOA	TPN+TP_D	=185,35+5,56	190,91
TP_O	TON-TOA	=740,45-190,91	549,54
N	TOA/TON	=190,91 / 740,45	25,78%
Q	TPN/TOA	=185,35 / 190,91	97,09%
OEE	A x η x q	=93,16%*25,78%*97,09%	23,32%

TD	794,80		
TDP	794,80		
TO	742,02	52,78	
TON	740,45	1,57	
TOA	190,91	549,54	
TPN	185,35	5,56	

TP_PP

TP_PE

TP_PNP

TP_O

TP_D

OEE=	A x η x q	23,32%
------	-----------	--------

Elaboración propia

Luego de calcular el OEE actual de las máquinas se puede observar en la Tabla 4.3 que todas las maquinarias tienen un indicador bajo, pues tienen un alto Tiempo perdido por operación (TP_O) y una alto Tiempo de parada no planificada por equipos (TP_PNP).

Tabla 4.3 OEE Actual-Resumen

Máquina	Capacidad (Tn)	OEE (%)
Hidrolizador 1	1,88	23,32%
Hidrolizador 2	1,63	23,32%
Hidrolizador 3	0,63	17,49%
Digestor 1	2,50	5,50%
Digestor 2	3,00	8,88%
Digestor 3	4,00	6,75%
Digestor 4	2,50	7,28%

Elaboración Propia. Fuente: La empresa

4.1.2 Determinación de método de trabajo eficiente

En primer lugar, obtenemos la información sobre qué es lo que los clientes necesitan para poder establecer el proceso. Los resultados fueron:

- Porcentaje de grasa menos a 26%
- Porcentaje de proteína mayor al 50%
- Granulometría de harina de 3mm
- Digestibilidad mínima de 85
- No se permite la presencia de moho, salmonela, escherichia coli o cualquier bacteria, virus o animales e insectos
- La harina debe de ser homogénea

Por otro lado, se realizó el análisis de los procesos actuales vistos y analizados en el capítulo 2.6 con los operarios y trabajadores de la empresa, teniendo en cuenta las necesidades de los clientes. Es así que se separaron en actividades que agregan o no agregan valor. Ver Anexo 03.

Al tener el total de minutos que se necesitan para producir 20 toneladas, la cual es la producción promedio semanal, se debe de comparar con el Takt Time, el cual corresponde a una semana calendario, teniendo en cuenta que se trabaja 2 turnos de lunes a viernes y 1 turno de sábado a domingo. Entonces se tiene:

$$Takt\ time = \frac{(5*16)+(2*8)horas}{20\ Tn} = 4.8\ horas/tonelada$$

4.2 Aplicación de 5S

A continuación, se propondrá la implementación de la herramienta 5s ya que ayudará en la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, organizadas y seguras. Sin embargo, se detallará algunas pautas antes de aplicar esta herramienta:

4.2.1 Comité “5S”

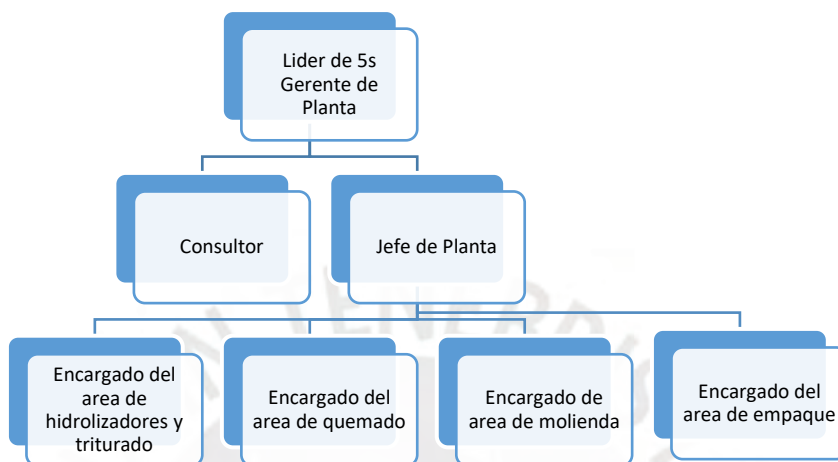
Este organismo coordina las funciones necesarias para la puesta en marcha del sistema, su acompañamiento durante el desarrollo y la posterior consolidación.

Las obligaciones de este comité son:

- Definir su composición, estructura, atribuciones y objetivos.
- Definir las áreas de responsabilidad de los grupos, de sus líderes y del equipo
- Prever los recursos necesarios tanto económicos como humanos.

- Diseñar y coordinar las etapas de capacitación, lanzamiento, puesta en marcha, etc.

Para el caso de la planta, la cual cuenta con 13 operarios, un jefe de planta y un gerente, se define el organigrama como se puede ver en la ilustración 4.1:



*Ilustración 4.1 Organigrama de implementación de los 5s
Elaboración propia*

Las personas que asumen estos roles, además de tener condiciones de liderazgo deben tener la siguiente conducta:

- Practicar las “5S”.
- Contar con una comunicación coherente y clara.

El consultor será encargado de guiar a la empresa en todo el proceso de cambio e implementación del 5´S.

4.2.2 Preparación

Luego de formar el comité de implementación se siguen los siguientes pasos:

1. Capacitación de todos los involucrados: Primero se capacitará al Gerente y al jefe de la Planta; luego, en una segunda etapa, a los líderes de los grupos.
2. Se prepara y concreta el lanzamiento de Las “5S”, en la cual el gerente manifiesta su compromiso con “La Política 5S”, que es su práctica obligatoria. Este encuentro es importante pues en él se anuncian oficialmente la política y el compromiso de la organización en implantar Las “5S”.

4.2.3 Diagnóstico de la planta

Antes de comenzar con la implementación de las 5S en la planta, se realiza un diagnóstico de cada una de las áreas, las cuales fueron divididas según el espacio geográfico de la planta y la separación que la empresa consideró para evitar la contaminación cruzada. Las áreas son:

- Área de Recepción de Materia Prima
- Área del Hidrolizado y Triturado
- Área del digestor independiente
- Área de digestores y descarga
- Área de Molienda
- Área de Empaque




Los criterios de evaluación para todos los equipos de áreas son divididos en:







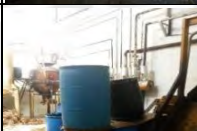



- 1: No lo aplican
- 2: Lo aplican parcialmente
- 3: Lo aplican correctamente


En la tabla 4.4, se muestra el resultado del diagnóstico del área de hidrolizado. El diagnóstico de las otras áreas se encuentra en el Anexo 04.

4.2.3.1 Diagnóstico del Área de Hidrolizado

Tabla 4.4 Diagnostico 5s Hidrolizado

Área: Hidrolizado y Triturado	Líder:	Fecha:	
Ítem a evaluar	Valores Asignados	2	3
	1		
SEPARAR			
1. ¿Existe objetos innecesarios (tapas, herramientas, ropa)?			
2. ¿Existe basura en el piso?			
3. ¿Existe chicharra en el piso?			

4. ¿Existen cilindros sin utilizar dispersos por el lugar?			
PUNTAJE TOTAL		4	
ORDENAR			
5. ¿La ubicación de los cilindros es el adecuado?			
6. ¿Existe maquinaria innecesaria en el área?			
7. ¿La Materia Prima a utilizar está correctamente ubicada?			
8. ¿La ubicación de las maquinarias es la óptima?			
PUNTAJE TOTAL		4	
LIMPIAR			
9. ¿Cómo es el grado de limpieza de los pisos?			
10. ¿El estado de las paredes, techos y ventanas es el adecuado?			
11. ¿El triturador está limpio?			
12. ¿El hidrolizador está limpio?			
13. ¿Los cilindros están correctamente aseados?			
PUNTAJE TOTAL		5	
ESTANDARIZAR			
14. ¿Se aplica las 3 primeras S?	X		
15. ¿Cómo es el hbitad del área?	X		

16. ¿Se hacen mejoras en el área?	X		
17. ¿Se aplica el CONTROL VISUAL?	X		
PUNTAJE TOTAL	5		
AUTODISCIPLINA			
18. ¿Se aplica las cuatro primeras S?	X		
19. ¿Se cumple con las normas del área?	X		
20. ¿Se utilizan los cascos, mandiles y botas del trabajo?			
21. ¿Existe un programa de acciones de "5s"?	X		
PUNTAJE TOTAL	4		

Elaboración propia

4.2.3.2 Conclusión del diagnóstico

Como se pudo observar en la tabla 4.5, es recomendable la implementación de las 5s en toda la planta y no solo en un área en específico, ya que todas tienen un promedio aproximado de 1, puntaje más bajo dentro de los criterios de calificación en el diagnóstico.

Tabla 4.5 Resumen del diagnóstico de 5s

Área	Recepción de MP	Hidrolizado y Triturado	Digestor Independiente	Digestores y Descarga	Molienda	Empaque
Separar	7	4	4	4	4	4
Ordenar	5	4	6	4	3	7
Limpiar	4	5	5	3	4	5
Estandarizar	4	4	4	5	5	5
Autodisciplina	4	4	4	4	4	4
Total	24	21	23	20	20	25
Total de preguntas	19	20	20	18	19	20
Promedio	1.26	1.05	1.15	1.11	1.05	1.25

Elaboración propia

4.2.4 Implementación de 5s

A continuación, se detalla la implementación de la herramienta 5s en la empresa de estudio. Se realizará una propuesta para las 3 primeras S, ya que las dos siguientes dependen de la práctica permanente y resultados a futuro que se encuentran fuera del alcance de la presente tesis.

4.2.4.1 Primera S: Clasificar

Para la primera “S”, se observa los elementos innecesarios en la planta. Una vez identificados, se establece el plan de acción necesaria para retirarlos, se clasifican según la urgencia de retirarlos y se adjunta la imagen en donde se muestra la problemática. Luego de realizar este primer diagnóstico procederemos a detallar como se llevará a cabo el plan de acción. En la tabla 4.6, se presenta el listado de los elementos innecesarios identificados, clasificándolos en alta, media o baja, según su gravedad. Para más detalle, como la ubicación de estos elementos, ver Anexo 05.

Tabla 4.6 Elementos innecesarios

Objeto	Plan de acción	Clasificación de gravedad
Ropa de trabajador	Eliminar	Media - alta. No debería estar ubicada cerca de la MP o PT
Basura de trabajadores	Eliminar	Alta, contaminación de MP y PT
Deshechos correspondientes a la planta	Mover	Alta, contaminación de MP Y PT. Obstaculización del trabajo en planta
Elementos de seguridad	Mover	Alta, obstaculización de trabajo y no uso de los mismos
Contenedores mal ubicados	Mover	Alta, obstaculiza el trabajo de los trabajadores en gran medida por su volumen
Maquinaria no usada	Almacenar	Media - alta, acapara gran espacio en la planta que puede ser aprovechado
Agua desperdiciada	Eliminar	Alta, se desperdicia este recurso
Colchones	Eliminar	Media - alta. No debería estar ubicada cerca de la MP o PT
Escritorios	Eliminar	Media - alta. No debería estar ubicada cerca de la MP o PT
Mangueras y sogas	Mover	Media, obstaculiza el trabajo en mediana medida
Fierros	Eliminar	Media, contamina las MP y el PT
Insectos y contacto con MP	Eliminar	Alta, contamina MP y PT al entrar en contacto
Palas	Mover	Media, obstaculiza el trabajo en mediana medida
MP	Mover	Media- Alta, hace difícil su manipulación retrasando la producción. Da lugar a contaminación cruzada
Jabón fuera de lugar	Mover	Baja
Carretillas mal Ubicadas	Mover	Media- Alta, pues obstaculizan el trabajo y pues haber una posible contaminación cruzada entre áreas por ellas.

Elaboración propia

4.2.4.2 Segunda S: Orden

Luego de determinar y despejar lo innecesario se comienza a ordenar. Los criterios se muestran en la tabla 4.7:

Tabla 4.7 Criterios de orden 5s

Frecuencia de Uso	Donde guardar
En todo momento	Muy cerca del lugar de trabajo
Diario	En estantes, armarios, etc.
Esporádico	En almacén del área (herramientas, materiales).

Fuente: Dobersan (2014) Elaboración propia

Para proceder a ordenar, se debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Definir y preparar los lugares de almacenamiento:

Como la empresa no cuenta con estanterías y armarios para almacenar las herramientas que utilizan diariamente los operarios, se deben adquirir estos y colocarlos de tal manera que su acceso sea simple y seguro siguiendo el criterio señalado en la Tabla 4.7 de cómo ordenar.

2. Determinar un lugar para cada cosa e identificar un mueble donde se almacenará:

En la recepción de materia prima, se contará con cilindros correctamente marcados, los cuales contarán con una maya como tapa para evitar la contaminación de insectos (moscas) dentro de la planta. Se contará además con cilindros exclusivamente para los productos en proceso, evitando la contaminación microbiológica.

En el caso de los guantes, mangueras, palas y rastrillos, se colocará un estante (ver ilustración 4.2) donde los operarios puedan tener fácil acceso y sin interrumpir el tránsito del producto en proceso. Para lo cual se tendrá los siguientes criterios:

- Altura adecuada
- Las herramientas se organizan siguiendo el criterio FIFO (PEPS)
- Las herramientas de mano deben estar ubicadas de forma tal que el tiempo de acceso y retorno se minimice.

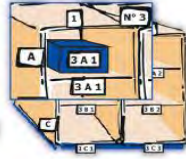


Ilustración 4.2 Modelo de estantería 5s
Fuente: Dobersan (2014)

En el caso de las carretillas, se pintará las estaciones donde se guardarán como se muestra en la ilustración 4.3.



Ilustración 4.3 Modelo de almacén en piso.
Fuente: Dobersan (2014)

Para el caso de los desechos que se generan a consecuencia del proceso, se deben de colocar tachos en zonas estratégicas en cada una de las áreas.

3. En cada objeto, se pegará una etiqueta o para guardarlo. Esto permite a partir de un golpe de vista (Control Visual) verificar si el objeto está guardado.
4. La estrategia de pintura se debe de poner en práctica en suelos y pasillos, marcando las áreas de paso de la planta diferenciándolas de las áreas de trabajo. Se delimitará todas las máquinas, zona de productos en proceso, zona de productos terminados. Con lo cual se eliminará el problema mezcla de MP en proceso y producto molido que se tiene a la salida de los digestores.

4.2.4.3 Tercera "S" Limpiar

Se debe de limpiar:

- Máquinas, equipos, herramientas.
- Armarios, estanterías y tableros.
- Pisos, paredes, áreas peatonales, escaleras, ventanas, mallas, etc.

Esto implica que además de estar pintadas se deben encontrar:

1. Máquinas, equipos y herramientas libres de suciedad y todos sus componentes funcionando correctamente.

2. Los objetos deben estar libres de suciedad en sus respectivos lugares.
3. Los pisos, sendas peatonales y escaleras deben estar libres de repuestos, cables y mangueras, desperdicios y chatarra.
4. Las áreas de almacenamiento deben usarse para el fin destinado, evitándose que se depositen objetos innecesarios.

Una forma de mantener la limpieza es evitar la generación de suciedad, para lo cual se procede a:

- Eliminar las pérdidas de líquidos, aceite en tuberías y máquinas.
- Tirar papeles, trapos, residuos, desperdicios, en recipientes.
- Además, como existen dos horarios dentro de la planta estos deben de llegar a un acuerdo y establecer reglas para una correcta limpieza de la planta.

4.3 Aplicación de Mantenimiento Productivo (TPM)

El TPM tiene como objetivo cuidar y explotar los sistemas y procesos básicos productivos, manteniendo los equipos de producción con el mayor rendimiento en función de su concepción y su situación actual, mediante la mejora continua.

4.3.1 Preparación del Mantenimiento Autónomo

Las necesidades previas a la implementación del TPM son los siguientes:

- Es necesario promover en la compañía la idea que el mantenimiento no es solo deber del área de mantenimiento, sino que es tarea de todos, lo cual se debe inculcar mediante la motivación y la capacitación.
- Los encargados del TPM, que serán los que se establecieron en la herramienta 5s, deben de formalizar permanentemente las decisiones que se toman con el grupo de fiabilización y deben de realizar los indicadores OEE constantemente para analizar su proceso y establecer medidas correctivas frente a resultados negativos.
- Así mismo, es importante extender a todos los niveles del mantenimiento los conceptos teóricos y prácticos de fiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y rendimiento operacional.
- Además, es importante ensayar primero la aplicación de las actividades TPM sobre un proceso piloto y luego extenderlas y desarrollarlas en toda la planta.

4.3.2 Diagnóstico del TPM

Según los datos históricos de la empresa de los 2 años pasados, se presenta la frecuencia con el que se presentan problemas en las maquinarias.

Como se puede apreciar en la ilustración 4.4, se empezará el piloto del TPM en el digestor ya que es el tipo de maquinaria que está en constante reparación y que genera cuellos de botella en el proceso productivo, como se pudo ver en el VSM es la máquina.

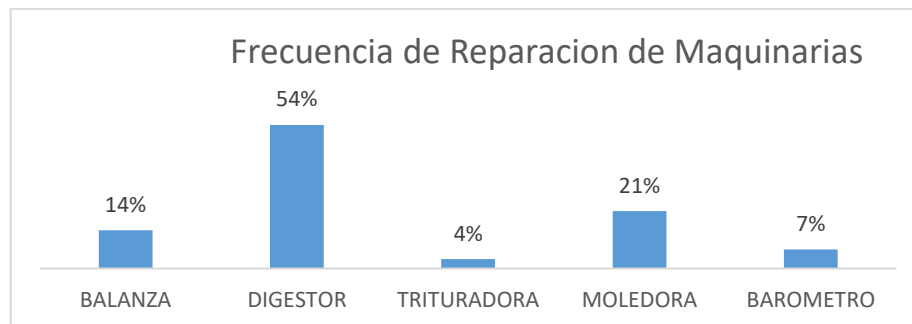


Ilustración 4.4 Frecuencia de reparación actual
Fuente: La empresa. Elaboración propia

4.3.3 Desarrollo de la herramienta TPM

4.3.3.1 Capacitación de los operarios

Lo que se propone inicialmente es una capacitación completa y clara a los operarios sobre técnicas de inspección, preparación de estándares de inspección, técnicas de lubricación y técnicas de limpieza, haciendo énfasis en el manejo adecuado de las maquinarias y, sobre todo, sin poner en riesgo la integridad física del operario.

El objetivo de esta capacitación es lograr que cada uno de los operarios conozca las maquinarias que opera, se detecte el desgaste y posibles fallas antes de que sucedan y ellos mismos puedan intervenir en actividades básicas propias del desarrollo de su trabajo tales como lubricación, limpieza, ajuste de tuercas, etc. Esta capacitación será dictada por el equipo de mantenimiento de toda la empresa, quienes son los que tienen mayor conocimiento sobre los diferentes problemas y el mantenimiento de las máquinas, ya que ellos las fabricaron. Además, se utilizará algunos elementos para que a los operarios se les haga más fácil identificar alguna anomalía.

A Preparación de hojas de lecciones de punto único

La hoja de lección de punto único contiene diagramas que ilustran de manera sencilla condiciones estándares, que permite al operario identificar anomalías. La ilustración 4.5 muestra un ejemplo de una hoja de lección de un punto.







ONE-POINT LESSON SHEET											
Device name:	Bolt				No:	BN-51					
Date prepared:	18 February 1995				Prepared by:	Johnson					
Topic:	Types of Bolts and Screws				Approved by:	Section Manager					
Learn the Proper Term!											
											
Hexagonal bolt			Stud bolt			Fully-threaded hexagonal bolt			Flanged hexagonal bolt		
											
Cap screw			Set screw (slotted or Allen-type)								
Remarks:	Terminology for bolt ordering, handling and parts control to be standardized as per this sheet.										
Department	CCRs	UTVs	Polg	Cube Super	Prod. Cont.	Fac.	Gen. Aff.	Admin.			
Date taught	/	/	/	/	/	/	/	/	Passed		
Name											

Ilustración 4.5 Ejemplo de hoja de lección de un punto
Fuente: Suzuki (1996)

B Uso de tarjetas para señalar anomalías

Otra herramienta para hacer más visible las anomalías que los operarios pueden detectar es el uso de tarjetas. Como se puede ver en la ilustración 4.6, se puede utilizar tarjetas de color verde para anomalías que se pueden solucionar por el personal de la línea y tarjetas rojas para anomalías que necesite la ayuda del equipo de mantenimiento.

TPM
Mantenimiento autónomo

TARJETA ROJA
(Mantenimiento) LUGAR DE ANORMALIDAD

Línea: _____

Sección: _____

Equipo: _____

Número de control: _____

Fecha: ___/___/___

Encontrado por: _____

Descripción: _____

TPM
Mantenimiento autónomo

TARJETA VERDE
(Producción) LUGAR DE ANORMALIDAD

Línea: _____

Sección: _____

Equipo: _____

Número de control: _____

Fecha: ___/___/___

Encontrado por: _____

Descripción: _____

Ilustración 4.6 Tarjetas para identificar anomalías
Fuente: Suzuki (1996). Elaboración Propia

Luego que se ha capacitado correctamente a todos los operarios, se procede a presentar estándares de calidad que permiten reducir los constantes paros en la producción.

4.3.3.2 Elaboración de planes de acción para eliminar fuentes de contaminación

Es importante que toda la planta participe de reuniones con el objetivo de identificar las fuentes de contaminación y puntos de difícil acceso. Frente a esto se debe de pensar en planes de acción para atacar dichos problemas. El resultado de estas reuniones será la disminución del tiempo dedicado a la limpieza y asegurar el bienestar del operario.

4.3.3.3 Establecimiento de estándares

Este punto tiene como objetivo establecer estándares de trabajo que permitan a los operarios realizar las tareas de limpieza, inspección y lubricación adecuadamente. Como se puede ver en la ilustración 4.7, el primer punto corresponde a la previsión elemental cotidiana en la cual los operarios realizan un mantenimiento adecuado a la maquinaria frecuentemente. En el segundo nivel es de inspecciones periódicas programadas a realizar por el área de mantenimiento. Por último, el tercer nivel es de mantenimiento no programado, con intervenciones para corregir deficiencias encontradas en las inspecciones. Este paso no será realizado por la empresa debido a que aún no se han realizado inspecciones.

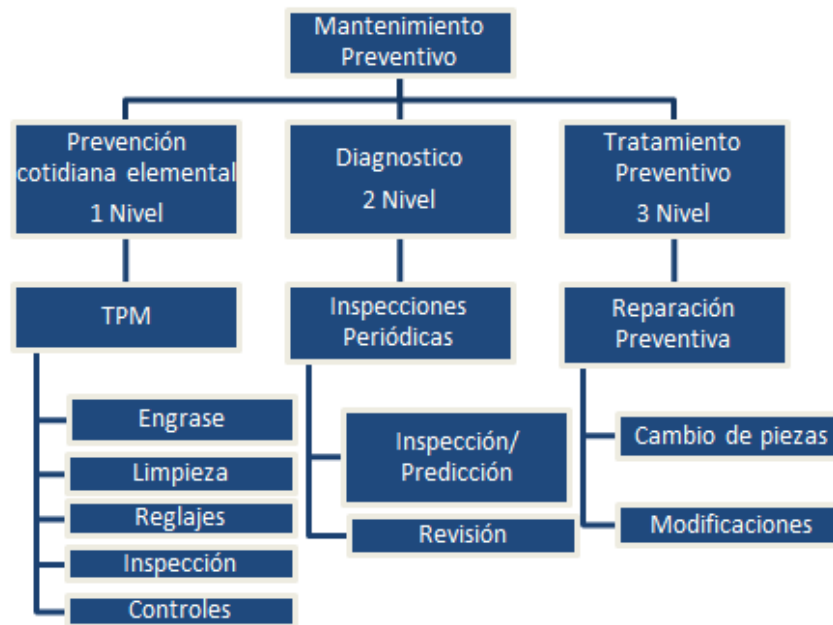


Ilustración 4.7 Niveles del mantenimiento preventivo
Fuente: Rey Sacristán (2001). Elaboración Propia.

A Prevención cotidiana elemental – Nivel 1

A continuación, en la tabla 4.8, se presenta como ejemplo una de las cartillas de mantenimiento autónomo desarrollado para cada una de las maquinarias. Estas se realizaron basadas en el histórico de la empresa, ya que maneja un inventario de piezas

se cambian de manera frecuente, las cuales tomaremos en cuenta. Para ver las demás cartillas ir al Anexo 06.

Tabla 4.8 Cartilla de Mantenimiento-Hidrolizador

Cartilla de Mantenimiento Autónomo del Hidrolizador						
	Actividad	Frecuencia	Parámetro	Tiempo de ejecución	Herramientas	Aditivos
	1 Revisión y limpieza del termómetro	Interdiario	Libre de grasa	10 min (1 operario)	Guantes Escobilla	Detergente
	2 Revisión y limpieza del barómetro	Interdiario	Libre de grasa	10 min (1 operario)	Guantes Escobilla	Detergente
	3 Revisión y limpieza del tecele (si es necesario)	Semanal	Libre de grasa	8 min (1 operario)	Guantes	Alcohol
	4 Revisión de los pernos	Semanal	Pernos en buen estado	15 min (1 operario)	-	-
	5 Verificación de la tensión del cable del tecele	Diana	Cable con la tensión correcta	15 min (1 operario)	-	-

Elaboración Propia

B Diagnóstico 2 Nivel

Se realizó una planificación de mantenimiento recomendada (Ver Anexo 07), basada en una frecuencia de 3 meses, pues con el mantenimiento diario propuesto, las averías se reducirían. Cabe resaltar que la calibración de las balanzas, termómetros y barómetros serán realizados anualmente por una empresa con la certificación correspondiente.

4.4 SMED en preparación de maquinarias - Operaciones que no agregan valor

La preparación de las maquinarias se debe realizar al inicio del proceso productivo de cada turno, por lo cual se realizan 2 veces al día, pero muchas veces esto no se realiza por la cantidad de tiempo que conlleva. Es por ello que se evaluaron las actividades y se tiene los resultados en la Tabla 4.9, llegando a la conclusión que hay operaciones significantes (mayores a 20 min o al 5% del tiempo de los operarios) que deben de ser reducidas pues no agregan valor, pero son importantes para la producción. Para ello, se aplicará SMED, que analiza la preparación de las maquinarias a partir de las actividades.

Tabla 4.9 Operaciones que no agregan Valor

Paso del proceso	Tiempo (min)	Porcentaje	Agrega valor	Diagnóstico
Preparación de Hidrolizadores	104	21.67%	NO	Es necesario reducir el tiempo de preparación
Preparación de trituradora	10	2.08%	NO	No es necesario reducir el tiempo de preparación
Preparación de Digestores	186	38.75%	NO	Es necesario reducir el tiempo de preparación
Preparación de Moledora	18	3.75%	NO	No es necesario reducir el tiempo de preparación
TOTAL minutos de trabajo	480			

Elaboración Propia. Fuente: La empresa

Para la utilización de esta herramienta, se divide su aplicación en las fases siguientes:

4.4.1 Realizar un primer análisis de las actividades actuales:

Para realizar el primer análisis, se realizó un mapeo de las actividades que se realizan para cada maquinaria, y otro mapeo para identificar qué operarios realizan cada operación. Para ello se dividieron las actividades según su tipo de proceso, las cuales son de cambio, transporte, de espera y alineación; además según la actividad es interna y externa.

Por otro lado, se tiene en cuenta que hay en funcionamiento 3 hidrolizadores, 4 digestores y 2 caños; hay 8 trabajadores en horario mañana y 5 en la noche, todos polivalentes; y en algunas actividades serán necesarios más de 1 trabajador.

Con esta información, se clasifican las actividades en el Anexo 08, y se concluyó:

4.4.1.1 Actividades realizadas para la preparación de los hidrolizadores

Se tienen 13 operaciones que se utilizan para preparar cada hidrolizador. Toda la operación dura 104 minutos, de los cuales 24,00% corresponde a transportes, 42,40% a actividades externas y 57,60% a actividades internas.

4.4.1.2 Actividades realizadas para la preparación de Digestores

Hay menor porcentaje del tiempo total destinado a transporte, solo es un 4,25%. Sin embargo, hay que tener en cuenta que es sobre el tiempo total de preparación (186 min.), por lo cual es indispensable reducirlo. Además, 64,66% son actividades internas y 35,34% actividades externas.

4.4.2 Balance de carga de tiempo de preparaciones

Ya que ahora se cuenta con las actividades a realizar para la preparación de dichas maquinarias, y la posible causa y/o solución por la cual se puede disminuir el tiempo especificado, se realizó el balance de carga de trabajo de los operarios. Esto es para observar cuantos realizan dichas actividades y si es posible reducir el tiempo.

En la ilustración 4.8 y 4.9, se puede ver la distribución de las actividades actuales internas y externas:

- Actividades Amarillas: Actividades Internas
- Actividades Verdes: Actividades externas
- Actividades Rojas: No analizadas por no ser imprescindibles

TURNO MAÑANA	Tiempo (min)	T. Utilizado	% T. ocupado		% T. desocupado		Observaciones
			% T. ocupado	% T. desocupado	% Act. Internas	% Act. externas	
Operario 1		82.4	93%	7%	68%	25%	Operaciones del hidrolizador de 1 a 11
Operario 2		15	17%	83%	17%	0%	Operación 12 hidrolizador
Operario 3		73.4	83%	17%	70%	13%	Operaciones 1-4, 6-7, 9-10, 15, 17, 19-20, 22-23, 28, 31, 33-34, 38-40 del Digestor
Operario 4		61.7	70%	30%	66%	4%	Operaciones 5-6, 8-9, 11, 13-14, 16, 18-19, 21-22, 24, 26-27, 29-30, 32-33, 35-37 del Digestor
Operario 5		41.5	47%	53%	47%	0%	Operaciones 12 y 25 del Digestor
Operario 6		10	11%	89%	-	-	Preparación de Triturado
Operario 7		18	20%	80%	-	-	Preparación de Moledora
Operario 8		12	14%	86%	14%	0%	Operación 41 del digestor

Ilustración 4.8 Distribución de actividades operarios turno mañana
Elaboración propia. Fuente: Empresa de harina de perczana

TURNO NOCHE	Tiempo (min)	T. Utilizado	% T. ocupado		% T. desocupado		Observaciones
			% T. ocupado	% T. desocupado	% Act. Internas	% Act. externas	
Operario 1		82.4	93%	7%	68%	25%	operaciones del hidrolizador de 1 a 11
Operario 2		34	38%	62%	-	17%	Preparación de Moledora, Operación 13 de Hidrolizador
Operario 3		73.4	83%	17%	70%	13%	Operaciones 1-4, 6-7, 9-10, 15, 17, 19-20, 22-23, 28, 31, 33-34, 38-40 del Digestor
Operario 4		61.7	70%	30%	66%	4%	Operaciones 5-6, 8-9, 11, 13-14, 16, 18-19, 21-22, 24, 26-27, 29-30, 32-33, 35-37 del Digestor
Operario 5		64.2	73%	27%	-	59%	Preparación de triturado, Operaciones 12, 25 y 41 de Digestor

Ilustración 4.9 Distribución de actividades operarios turno noche
Elaboración propia. Fuente: Empresa de harina de perczana

4.4.3 Realizar un segundo análisis y proponer mejoras para reducir el tiempo de preparación

Con la información obtenida y el análisis de las actividades a realizar, se tiene el segundo análisis:

- a. El 23,9% y el 4,44% del tiempo de preparación de los Hidrolizadores y digestores respectivamente, se deben a transportes. Por otro lado, el 42,5% y el 35,34% del tiempo de preparación son actividades externas.
- b. Al tener solo 2 caños, hace que 2 operarios tengan el control del agua por lo cual se encuentran ocupados un 93% y 83% respectivamente.
- c. Los elementos necesarios para la preparación se encuentran en lugares distantes.
- d. Con el uso de mangueras a presiones altas, se puede reducir el tiempo de limpieza.
- e. Se tiene que distribuir la carga de trabajo equitativamente para que el tiempo de preparación total de 88,5 minutos disminuya.
- f. Las operaciones y distribuciones de carga tienen que tener en cuenta el número variado de personal en ambos turnos.
- g. Se observa que en el segundo turno hay operarios que se encuentran más ocupados.

Entonces, para mejorar tanto los tiempos de preparación como la distribución de trabajo, se plantea para cada maquinaria qué:

4.4.3.1 Hidrolizadores

- Se arreglen escaleras con las cuales se pueda llegar fácilmente a las entradas de los 3 hidrolizadores, los cuales 2 de ellos se encuentran a 6 metros sobre el piso, y el tercero a 2,5 metros. De esta manera será más fácil el acceso.
- Al costado de los hidrolizadores se habiliten 3 mangueras a presión, una por cada hidrolizado, de tal forma que se puedan limpiar de manera más rápida y a la vez se consuma menos agua en la limpieza. Por otro lado, ayuda a reducir distancias a recorrer y hace que más operarios puedan realizar los trabajos que necesiten del uso del agua. Se sugiere que dichas mangueras a implementar estén con un rodillo que haga fácil su uso y su manera de guardar.

- Ubicar en la pared del área de los hidrolizadores las herramientas necesarias de limpieza adheridos a las paredes para no obstaculizar el paso de los operarios y que reducir espacio.
- Con las implementaciones sugeridas anteriormente, volver a realizar la descripción de actividades de preparación de los hidrolizadores de tal forma que se reduzcan los procesos de tipo espera y los externos, como se muestra en el Anexo 09.

4.4.3.2 Digestores

- Colocar 3 mangueras más a presión, que dos de ellas se encuentren en las entradas y salidas de los digestores 1,2 y 3; y que la otra manguera se encuentre ubicada cerca a la salida y entrada del digestor 4. Esto hará que disminuya los tiempos de traslado y aumenten los operarios que puedan usar agua para realizar las operaciones.
- Colocar organizadores de herramientas de limpieza en el área de los digestores 1,2 y; uno más pequeño para el digestor 4. De esta forma, se tendrá los elementos para la preparación de manera rápida, lo que optimizará el tiempo.
- Realizar una nueva distribución de actividades, teniendo en cuenta la preparación de todas las máquinas y el número de operarios a disposición, además de buscar minimizar los tiempos de transporte y actividades externas. Cabe destacar que en la distribución de actividades hay algunas operaciones que poseen 2 valores de tiempos, esto se debe a que el primero representa al turno mañana y el segundo al turno noche.

4.4.3.3 Nuevo balance de carga de trabajo

Habiendo aplicado entonces SMED en la preparación de los hidrolizadores y de los digestores, asumiendo que todos se encuentran en buenas condiciones y operativos, se realiza una nueva distribución de actividades. En la ilustración 4.10, se puede ver los resultados de esta distribución de carga para el turno mañana.

TURNO MAÑANA	Tiempo (min)	T. Utilizado	% T. ocupado	% T. desocupado	% Act.		Observaciones
					Internas	Externas	
Operario 1		26.2	87%	13%	82%	6%	Operación 1-3 y 6 de Hidrolizador 1. Operación 13, 16,20 y 22 de Digestores.
Operario 2		26.7	89%	11%		89%	Operación 1-3 y 6 de Hidrolizador 2. Operaciones 13-15,18-19,21 -22 de Digestores
Operario 3		17.7	59%	41%	40%	19%	Operación 1-2, 5-7 de Hidrolizador 3. Operación 17 de Digestor
Operario 4		23.7	79%	21%	50%	29%	Operaciones 1-3, 5-6 de Digestor
Operario 5		23	77%	23%	50%	27%	Operaciones 4 y 6 de Digestor
Operario 6		23.9	80%	20%	50%	30%	Operaciones 8-9,11-12 de Digestores
Operario 7		23	77%	23%	50%	27%	Operaciones 10 y 12 de Digestores
Operario 8		28	93%	7%	-	-	Preparación de trituradora y Moleadora
TOTAL T. PREPARACION		30					

Ilustración 4.10 Nuevas Actividades de preparación por operario turno Mañana
Elaboración propia. Fuente: Empresa de harina de percanza

Asimismo, en la ilustración 4.11, se muestran los resultados de la distribución de carga para el turno noche.

TURNO NOCHE	Tiempo (min)	T. Utilizado	% T. ocupado	% T. desocupado	% Act.		Observaciones
					Internas	Externas	
Operario 1		41	91%	9%	54%	29%	Operación 1-3 y 6 de Hidrolizador 1. Operaciones 8-9,11-12 de Digestores. Preparación de Moleadora
Operario 2		40	89%	11%	55%	30%	Operación 1-3 y 6 de Hidrolizador 2. Operaciones 10 y 12 de Digestores. Preparación de Moleadora
Operario 3		30	67%	33%	63%	3%	Operación 1-2, 5-7 de Hidrolizador 3. Operaciones 13-15,18-19,21 -22 de Digestores
Operario 4		34	76%	24%	65%	11%	Operaciones 1-3, 5-6, 13,16,21 y 22 de Digestores.
Operario 5		40	89%	11%		19%	Operaciones 4 y 6 de Digestor. Preparación de Trituradora. Operación 17 de Digestor
TOTAL T. PREPARACION		45					

Ilustración 4.11 Nuevas actividades por operario de turno noche
Elaboración propia

4.4.4 Resultados SMED

Se puede observar que con estos cambios se disminuye el tiempo de preparación de maquinarias a 30 min y 40 min, para el turno mañana y tarde respectivamente. Para ello se redujeron los tiempos de transporte y se aprovechó al máximo la capacidad de los operarios. Entonces, los resultados de la aplicación del SMED se aprecian en la tabla 4.10.

Tabla 4.10 Resultados SMED

Actividad	Actual (min)	Mejorado (min)	Reducción
Tiempo de actividades internas en Hidrolizadores	60	19	68,33%
Tiempo de actividades Externa en Hidrolizadores	44,4	5,7	87,16%
Tiempo de procesos de transporte en Hidrolizadores	25	0,40	98,40%
Tiempo de preparación de Hidrolizadores	104,40	24,70	76,34%
Tiempo de actividades internas en Digestores	120,20	98,50	18,05%
Tiempo de actividades Externa en Digestores	65,70	17,60	73,21%
Tiempo de procesos de transporte en Digestores	7,90	1,10	86,08%
Tiempo de preparación de Digestores	185,90	116,10	37,55%
Tiempo libre en total de operarios Turno Mañana	394	47,80	87,87%
Tiempo libre en total de operarios Turno Noche	126,80	40,80	67,82%
Tiempo total de preparación Turno Mañana	88,50	30	66,10%
Tiempo total de preparación Turno Noche	88,50	45	49,15%

Elaboración propia

4.5 Mejoras en el Layout

Las mejoras en el Layout se enfocaron en equipos y reestructuración de la planta. Para que se realice el análisis, en la ilustración 4.12 se muestra el LayOut actual, junto con los recorridos de área en área.

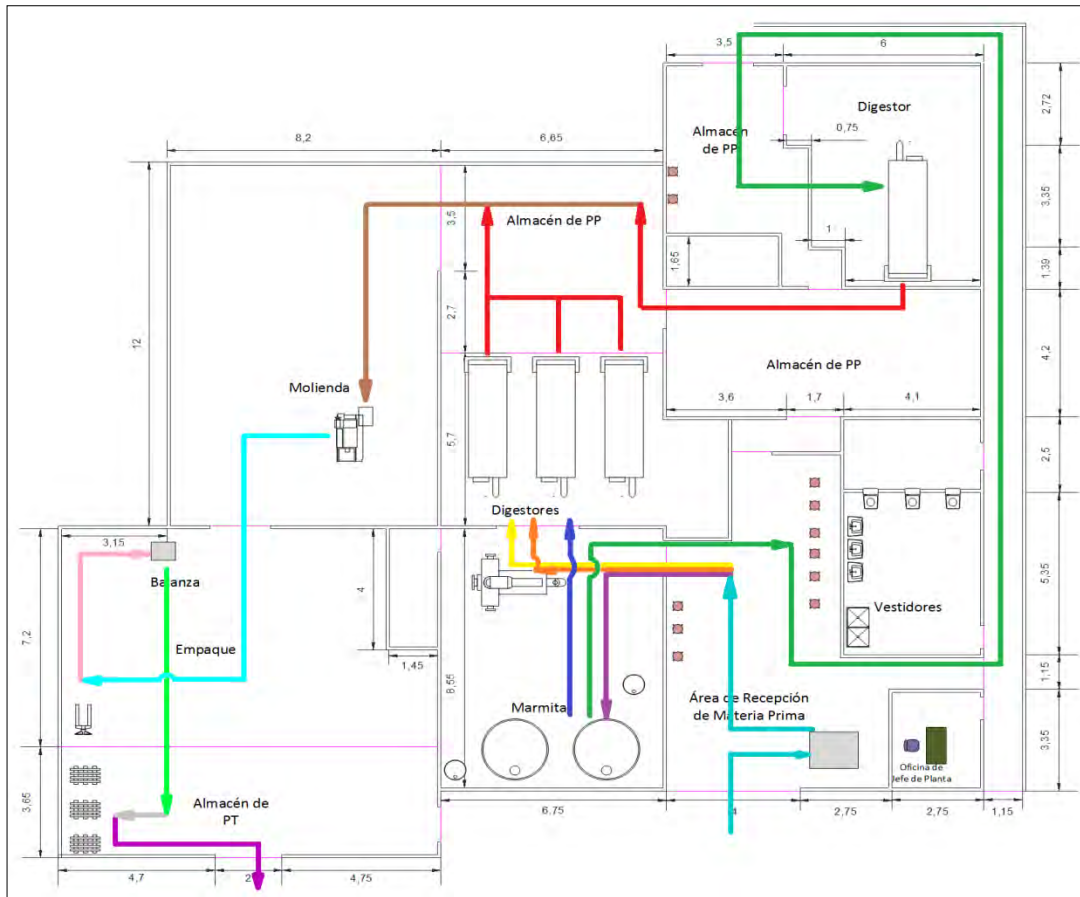


Ilustración.4.12 Layout Actual
Elaboración Propia

A continuación se presenta la Descripción del LayOut, donde el color de cada una de las flechas indica un lugar de origen que se presenta en Tabla 4.11 Descripción del Recorrido en LayOut.

Tabla 4.11 Descripción del Recorrido en LayOut

LUGAR DE ORIGEN	LUGAR DE DESTINO	MOTIVO DE RECORRIDO	DISTANCIA RECORRIDA(m)
Zona de Descarga	Área de Recepción de MP	Descargar y Almacenar la MP	10,53
Área de Recepción de MP	Marmitas	Llevar la MP correcta a cocción	11,29
Área de Recepción de MP	Trituradora	Llevar la MP correcta a Triturar	6,83
Área de Recepción de MP	Digestores 1,2 y 3	Llevar la MP correcta a quemado	7,85

	LUGAR DE ORIGEN	LUGAR DE DESTINO	MOTIVO DE RECORRIDO	DISTANCIA RECORRIDA(m)
	Área de Recepción de MP, Trituradora y marmitas	Digestor 4	Llevar las MP al digestor 4 para quemado	44,73
	Marmitas y Trituradora	Digestores 1,2 y 3	Llevar la MP correcta a quemado	4,20
	Digestores 1,2,3 y 4	Almacén de PP	Llevar PP a almacén para enfriar	12,48
	Almacén de PP	Molienda	Llevar el PP para Moler	14
	Molienda	Almacén temporal de PP	Llevar el PP para enfriar y empaquetar	14,50
	Almacén temporal de PP	Balanza	Llevar los sacos a pesar	0,38
	Balanza	Almacén temporal 2 de PP	Llevar los sacos a cocer	8,33
	Almacén temporal 2 de PP	Almacén de PT	Llevar el PT a conservar hasta descarga	7
	Almacén de PT	Salida	Descargar PT	2,70

Fuente: La empresa. Elaboración propia

A partir de esta información, y el diagnóstico realizado en el Capítulo 3.2, se tienen las problemáticas a solucionar correspondientes al LayOut (ver tabla 4.12), así como la solución que se aplicará de acuerdo a cada una de ellas.

Tabla 4.12 Problemáticas y propuestas en el LayOut

Problemáticas Identificadas	Propuestas
Falta de Ventilación par maquinarias	Agregar puntos de ventilación para las maquinarias
Falta de señalización de almacenes	Colocar señalización en los almacenes para fácil distinción
Señalización de áreas no definidas	Señalar las áreas de manera clara
Señalización de áreas de seguridad no definidas	Señalar y colocar las medidas de seguridad necesarias
Señalización de áreas de maquinaria no definidas	Señalar la ubicación de las maquinarias
Falta señalización de áreas de recorrido	Señalar las áreas del recorrido del recorrido del personal
Falta de distribución de lugares para los insumos y materiales, tanto de limpieza como los necesarios para trabajar.	Destinar espacios para los insumos ceca de las áreas de los procesos que los necesitan

Problemáticas Identificadas	Propuestas
Mala distribución de maquinarias, al no estar juntas por su funcionalidad o por la relación entre sus áreas, sino por cómo se fue implementando y creciendo la empresa.	Distribuir las máquinas por su funcionalidad en el área adecuada
Falta de maquinaria adecuadas para la optimización de los procesos.	Implementar la maquinaria adecuada para optimizar el trabajo en la empresa
Recorridos extensos que generar pérdida de tiempo en transporte.	Distribuir las máquinas por su funcionalidad
Generación de contaminación cruzada	Distribuir las máquinas por su funcionalidad
Congestión de pasadizos, lo que genera problemas de seguridad	Distribuir las máquinas por su funcionalidad y señalar las áreas del recorrido del recorrido del personal

Fuente: La empresa. Elaboración propia

En primer lugar, atacaremos el problema de la distribución de la planta juntando los 4 digestores en una sola área, y evaluando la distribución de las áreas. Para ello, definimos a estas secciones como:

1. Área de Recepción de Materia Prima: área en la cual la Materia prima es recibida.
2. Almacén de Materia Prima1: Almacén de la materia prima correspondiente a los insumos que deben de ser triturados.
3. Almacén de Materia Prima 2: Almacén de la materia prima correspondiente a los insumos que deben de ser pasados por la marmita.
4. Almacén de Materia Prima 3: Almacén de insumos que contiene la materia prima que puede ser procesada directamente.
5. Área de triturado: Referida al área en donde se realiza la trituración de las materias primas.
6. Área de Hidrolizado: Área en la cual se procesa la materia prima que necesita pasar por las marmitas para poder ir al digestor
7. Área de Quemado: En esta área, se encuentran los 4 digestores. En ella, se procesan los insumos para realizar la materia prima.
8. Almacén de Producto en Proceso1: Es el almacén en el cual se enfría el producto en Proceso1 (PP1), el cual proviene de los digestores.
9. Área de Molienda: Es el sector en el cual se encuentra la molidora, y donde se procesa el PP1 para que tenga una apariencia de harina.
10. Área de Tamizado: Es el área destinada para tamizar el producto de la molidora

11. Almacén de Producto en Proceso 2: Es en donde el producto proveniente de la moledora es almacenado para que termine el enfriamiento, y pueda ser posteriormente empaquetado
12. Área de empaquetado: En donde se llenan los sacos con el producto terminado.
13. Área de zurcido: en donde se cosen los sacos de producto terminado.
14. Área de pesado: Área en la cual se encuentran los instrumentos de pesado y se busca que los sacos pesen 50kg.
15. Almacén de producto terminado: En donde se almacena los sacos de producto terminado, hasta que son llevados al cliente.

Ahora que tenemos definidas las áreas en las cuales se dividirá la planta, en la ilustración 4.13, se presenta el TRA⁹ y el DRA¹⁰, el cual se usará para ubicar las áreas en la posición más adecuada de la planta de harina.

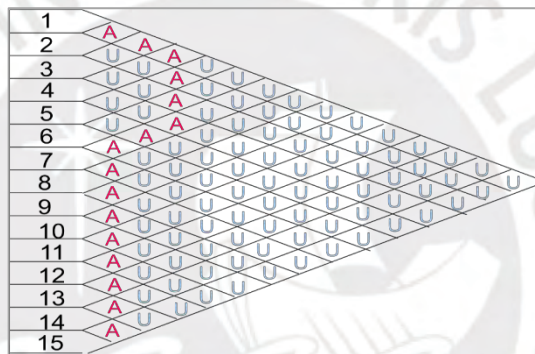


Ilustración 4.13 TRA de planta.
Elaboración Propia

A partir de este gráfico, diseñamos el DRA de la planta, en donde se puede ver una distribución de la planta tentativa. Cabe destacar que no se consideró la oficina de la planta de harina como parte de esta estructura, ya que se ubicará fuera de las instalaciones de la planta de harina.

A continuación, se muestra el DRA propuesto para la planta en la ilustración 4.14.

⁹ TRA: Tabla Relacional de Actividades, en donde se observa cuán grande es la relación entre las áreas por las vocales, siendo A la relación más fuerte y U la más débil. X se refiere a áreas que no deben estar juntas

¹⁰ DRA: Diagrama Relacional de Actividades

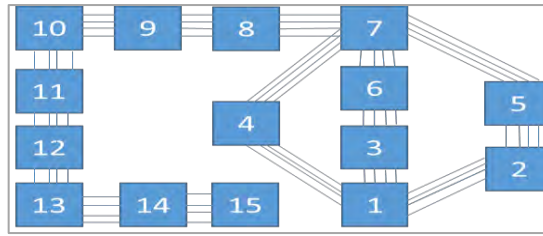


Ilustración 4.14 DRA de planta. Elaboración propia.

A partir de la distribución de plantas del DRA, se detalla en la ilustración 4.15 el Layout propuesto; teniendo en cuenta los puntos de ventilación, almacenes, límites de las áreas definidas, señalización de áreas de maquinaria, lugares de almacenamiento, etc.

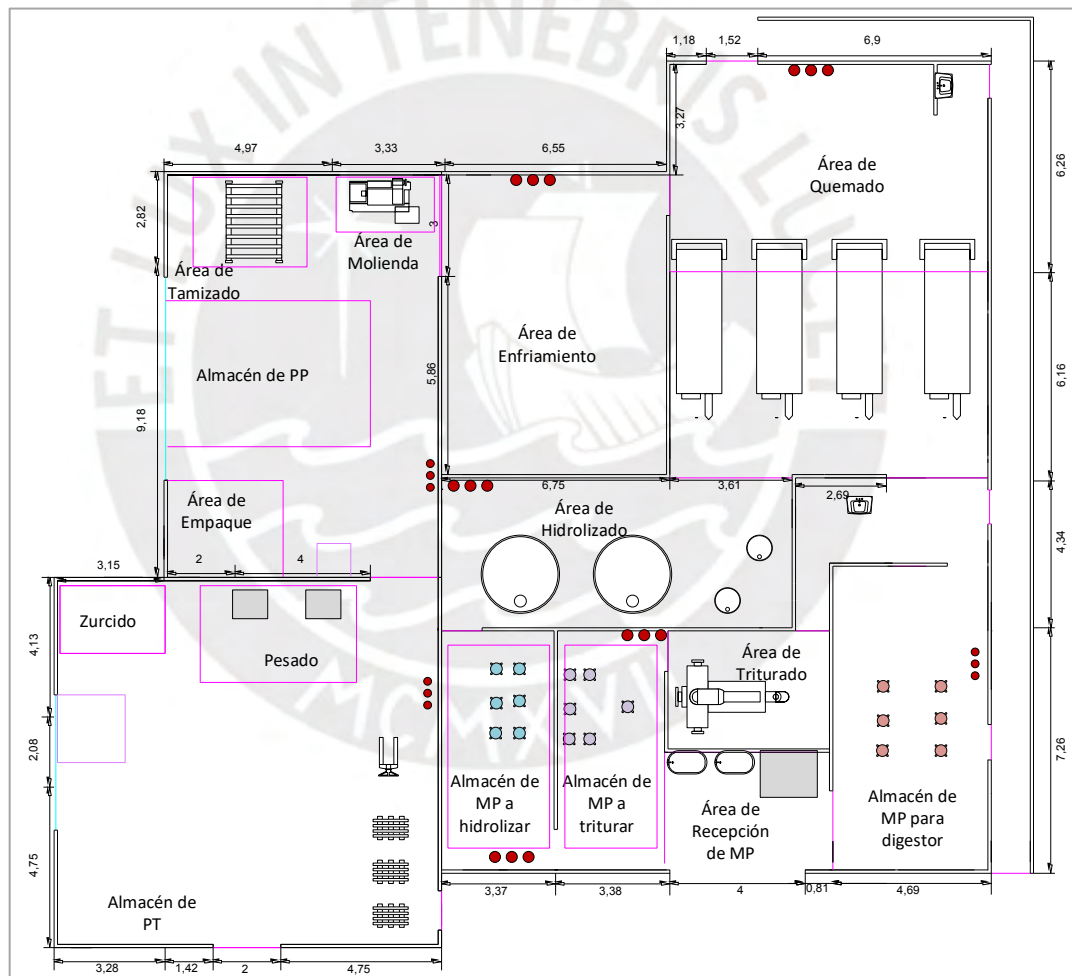


Ilustración 4.15 Layout Propuesto. Elaboración Propia

4.5.1 Área de recepción

En esta área se pesa, clasifica y limpia la materia prima. Luego, se coloca la materia prima en cada uno de los almacenes temporales establecidos; en el caso de la materia

prima que pasará a ser hidrolizada se almacenará al extremo derecho del área de recepción en la cual existe una entrada directa hacia los hidrolizadores; y en el caso de la materia prima que será triturada, se almacenará en un lugar que se encuentre cerca a la trituradora y a la tina, ya que materia prima como las tripas necesitan ser limpiadas. Por la derecha se puede ver que existe un almacén destinado para los cilindros vacíos con lo cual se evitará que estos estén dispersos. Así mismo existe un almacén de materia prima que pasará directamente a ser quemada por los digestores.

Como se puede ver en la ilustración 4.16, se colocó estantes de color marrón, mangueras (color morado) y extintores (color rojo) para mantener el orden y limpieza establecidos. Por otro lado, existen partes de las paredes de color celeste las cuales representan las ventanas cubiertas por mallas para tener una mejor ventilación del lugar. Finalmente, se definió una correcta señalización de las áreas de trabajo y de los pasadizos establecidos, los cuales son limitados por franjas amarillas.

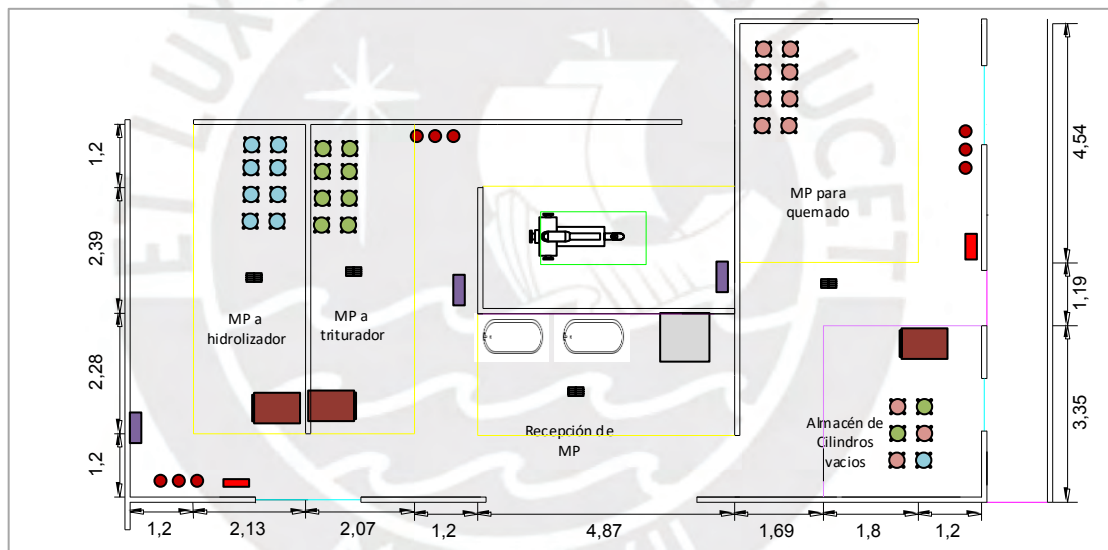


Ilustración 4.16 Área de Recepción propuesta
Elaboración Propia

4.5.2 Área de hidrolizado

En esta área se puede apreciar que las cuatro marmitas se encuentran de forma continua ya que toda la operación se realiza de forma vertical. Además, como se puede ver en la ilustración 4.17, se colocó estantes donde los operarios puedan colocar las herramientas de trabajo, dos mangueras ubicadas en la parte superior de las marmitas para realizar una correcta limpieza y un extintor en el extremo superior izquierdo.

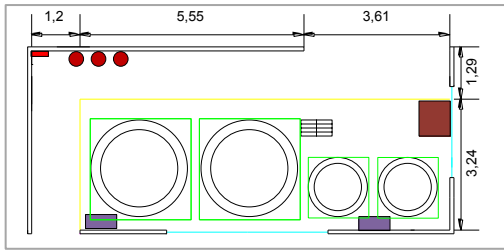


Ilustración 4.17 Área de hidrolizado propuesta
Elaboración Propia

4.5.3 Área de Quemado

Como se muestra en la ilustración 4.18, para ingresar a los digestores existen dos puertas, una que proviene de los hidrolizadores y la otra de materia prima que todavía no ha sido procesada por lo cual tienen que pasar por un pequeño estanque que contiene agua con desinfectante y un lavabo para que los operarios se puedan lavar las manos y brazos. Además, para que los operarios puedan ingresar a descargar el producto en proceso tienen que ingresar por la parte superior derecha en donde también se encuentra un lavabo y un estanque para evitar la contaminación cruzada.

Por otro lado, existe un estante, una manguera y un extintor para que los operarios puedan trabajar de forma segura y ordenada.

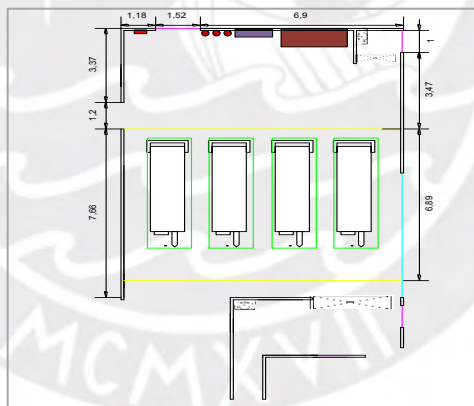


Ilustración 4.18 Área de quemado
Elaboración Propia

4.5.4 Área de Enfriamiento

Como se observa en la ilustración 4.19, en esta área es trasladado el producto en proceso descargado de los digestores, así como en las otras áreas existe un estante para que los operarios guarden herramientas de trabajo y una manguera para poder realizar una correcta limpieza de lugar.

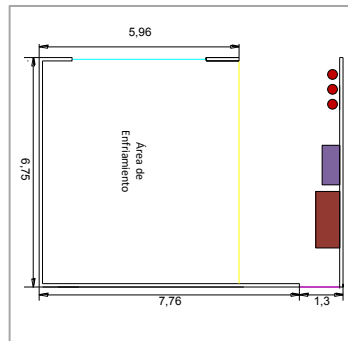


Ilustración 4.19 Área de enfriamiento propuesta
Elaboración Propia

4.5.5 Área de Molienda

En esta área se encuentra el área de molienda, tamizado y empaquetado; cada una de estas con la delimitación de las áreas de trabajo respectivas. Además, se cuenta con una ventana cubierta con malla para que ayude a ventilar el espacio. Por otro lado, se cuenta con un almacén de producto en proceso, que permite que los operarios puedan acumular la harina ya tamizada y mezclarla para obtener un producto mucho más homogéneo. Ver ilustración 4.20.

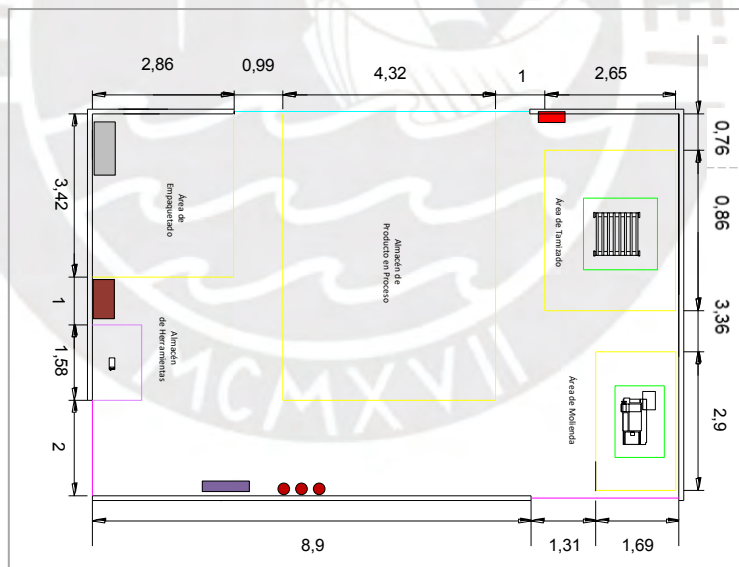


Ilustración 4.20 Área de Molienda propuesta
Elaboración Propia

4.5.6 Área de Pesado y Zurcido

Esta parte de la planta cuenta con un área de pesado, la cual cuenta con dos balanzas; un área de zurcido en la cual una máquina manual cose los sacos ya pesado.

Como se puede ver en la ilustración 4.21, cuenta también con un almacén de herramientas, un estante, una manguera y un extintor. Finalmente se encuentra un almacén de producto terminado, apilados en cargas unitarias.

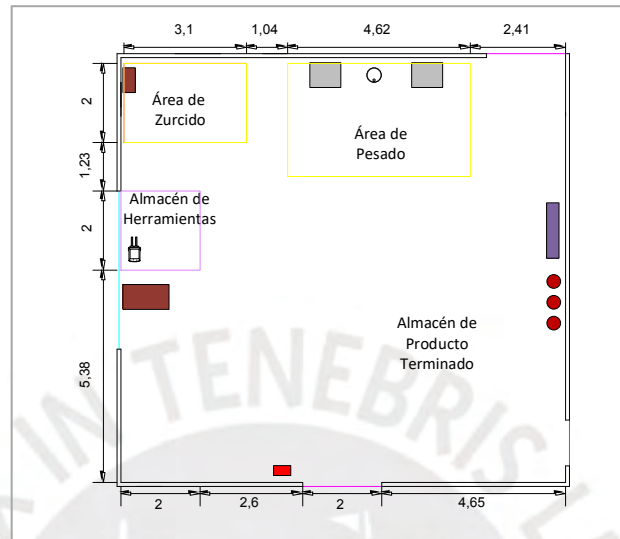


Ilustración 4.21 Área de empaquetado
Elaboración Propia

4.6 Kaizen y estandarización - Operaciones que pueden aún agregar más valor

Una vez que se tiene el SMED preparado y las operaciones que no agregan valor han disminuido el tiempo de realización, se analizarán las operaciones que agregan valor, pero podrían agregar aún más valor. Para ello se puede observar dichas operaciones, descritas en el Anexo 03.

Para estas operaciones, se comenzó por analizar todas las actividades en conjunto, para proponer mejoras globales y seleccionarlas. A partir de estas, se analizaron las actividades de manera individual, proponiendo mejoras más específicas y estandarizadas a través del SOS como se muestra en ilustración 4.22 a modo de ejemplo, el área de hidrolizado. Para ver el resto de SOS de las operaciones ver Anexo 10.

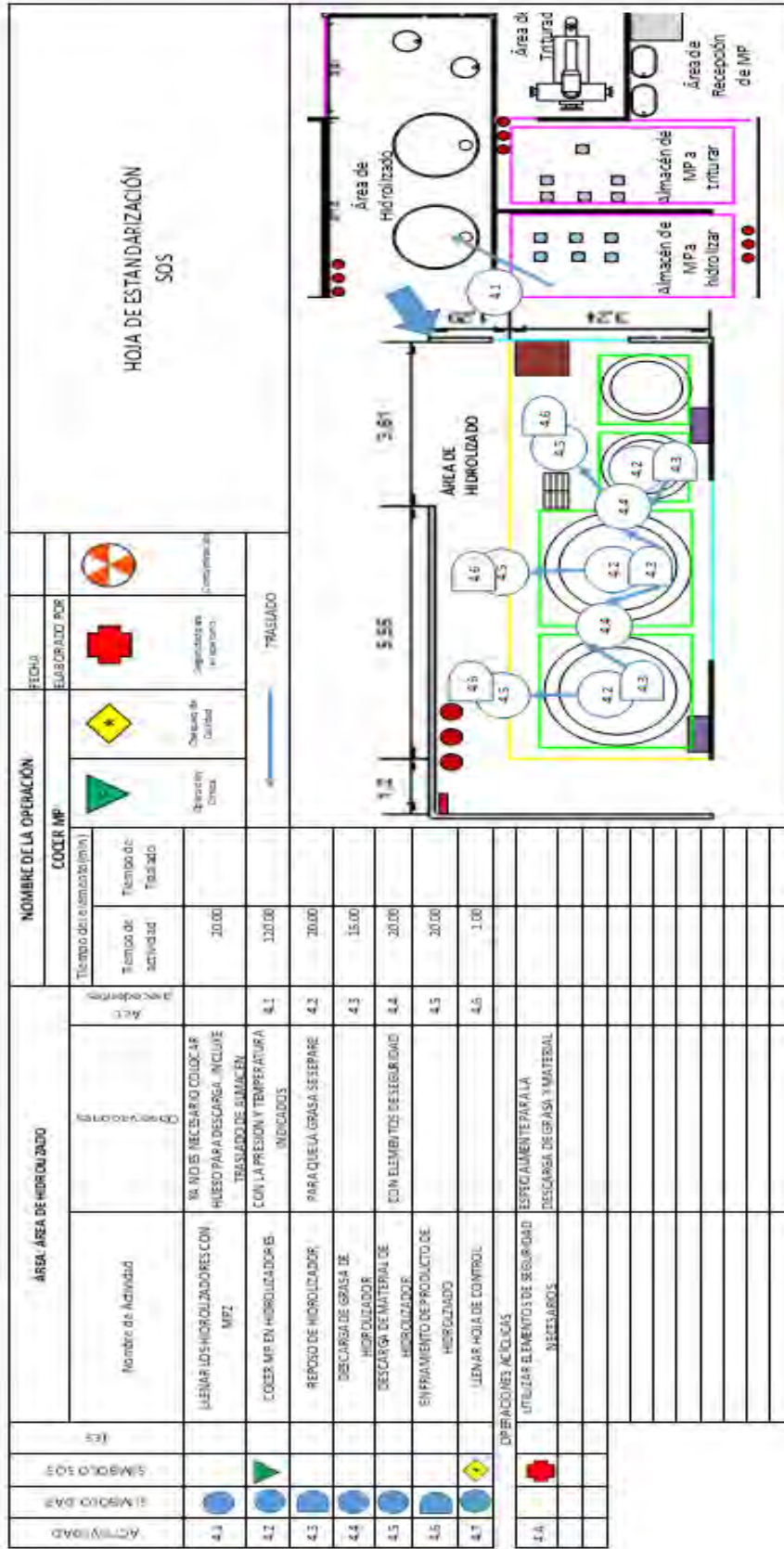


Ilustración 4.22 SOS área de hidrolizado
Elaboración propia

Se realizará la aplicación de la estandarización de procesos para poder definir los procedimientos que se deben de realizar en la planta, y así poder disminuir los errores cometidos por falta de estandarización, composición de la harina, entre otros detallados en el Capítulo 3. Además, se decidió implementar esta estandarización junto con el Kaizen para que esta esté enfocada a los deseos del cliente, y se puedan realizar las mejoras en el proceso pertinentes para poder llegar a dicho objetivo.

Para las mejoras a nivel de proceso, se tienen las siguientes propuestas globales, tomando en cuenta las problemáticas identificadas en el capítulo 3.1.2:

- A. Colocar fajas de traslado para cada área que lleve los insumos necesarios. En el caso de las fajas de los digestores a molienda, o de molienda a tamizado, estos deberán tener un sistema de ventilación especial que hagan que el producto en proceso se enfríe. Esto también haría que los almacenes de PP1 y PP2, podrían ser más pequeños. Por otro lado, en el caso de las fajas que alimenten de MP a los digestores, se tendrá las siguientes consideraciones:
 - Para la faja proveniente de los hidrolizadores, debe de tener un sistema de ventilación y secado básico, para que entre a los digestores fría y sin la humedad extraída en la operación anterior.
 - Todas estas las fajas deberán tener un sensor de peso para calcular cuanta cantidad de MP se estará colocando a cada digestor.
 - Los operarios seguirán siendo los encargados de determinar la cantidad de materia prima de cada tipo debe ingresar en los digestores, según la composición ideal de la harina.
- B. Implementar el proceso del Tamizado, junto con la implementación de los insumos necesarios para que se pueda hacer de manera rápida y automática. Los tamices serian colocados al final de la faja de la molienda, y debajo de estos se encontraría la faja que llevaría la materia prima hacia empaquetado.
- C. Implementar una maquinaria que ayude a que el empaquetado sea automático, después del traslado del producto terminado en faja de la propuesta anterior. Esta maquinaria llenará los sacos sin necesidad de apoyo, y se abastecerá harina de las fajas, y de sacos por otro medio de alimentación. También tendrá sensores de peso los cuales detendrán el llenado cuando el saco pese 50 kg. Cuando es llenado entonces cose el saco y este es retirado hacia el almacén.
- D. Adquirir un montacargas para facilitar la descarga del producto terminado.

Estas propuestas fueron analizadas como se aprecia en la tabla 4.13

Tabla 4.13 Evaluación de Propuestas globales a nivel de proceso

Propuesta	Beneficio	Desventaja	Decisión
FAJAS Y SENSORES	Rápidos traslados, alta precisión por sensores. Alta automatización-ahorro en capital humano	Implementación muy costosa. Alto mantenimiento. Riesgo a paradas	Implementarlo a futuro. Definir las actividades a realizar de manera detallada, junto con los elementos a usar de seguridad y de transporte para que se realicen de manera más dinámica y segura.
TAMIZADO	Obtener un producto con mejores estándares de calidad.	Aumento de operaciones para realizar.	Implementar el nuevo proceso, sin las fajas sugeridas.
MAQUINAS EMPAQUETADORAS	Disminución del tiempo de la operación de manera considerable. Ahorro en la mano de obra.	Implementación muy costosa. Alto mantenimiento. Riesgo de paradas continuas	Implementar un dispositivo de soporte, detallado en el análisis por proceso, para los sacos hasta que se tenga el presupuesto para realizar la propuesta
MONTACARGAS	Facilidad de traslado de producto terminado	Costo muy alto para el uso del montacargas de 1 vez por semana	Pedir a una de las otras plantas de la empresa el préstamo semanal de un montacargas

Elaboración propia

A partir de las decisiones tomadas anteriormente, se comienza a analizar cada una de las operaciones, definiendo en primer lugar el DOP nuevo de la planta de harina (ver ilustración 4.23), donde las modificaciones se encuentran de color azul.

A partir de este diagrama de operaciones del proceso, procedemos a definir las actividades y procedimientos de cada una de estas actividades analizando la situación actual, proponiendo mejoras de dichas actividades y estandarizando el nuevo procedimiento a seguir, aplicando las hojas SOS necesarias:

4.6.1 Situación Actual

Se realizó la evaluación de la situación actual mediante un DAP, ubicado en el Anexo 11, el cual se observan las actividades que se realizan a la semana, con el número de repeticiones y las observaciones correspondientes para realizar dicha operación.

Con los resultados obtenidos, se concluyó que se hay gran cantidad de traslados debido a la ubicación de las áreas. Además, la cantidad de tiempos de espera y en almacén son altas, perjudicado al estado de la materia prima y dando lugar a tiempos muertos.

Por ello, se analizó la carga laboral total del trabajo actual en el Anexo 01, para evaluar las horas extra.

De este análisis, se puede ver que es solo un **40%** del tiempo de los operarios es aprovechado, y a pesar de este hecho, realizan semanalmente **101,5** horas extra, si es que se aplica la debida preparación de las maquinarias por turno. Es por ello que

presentamos las siguientes propuestas por procesos ya definidos en la Ilustración 4.22 DOP propuesto en la planta de harina.

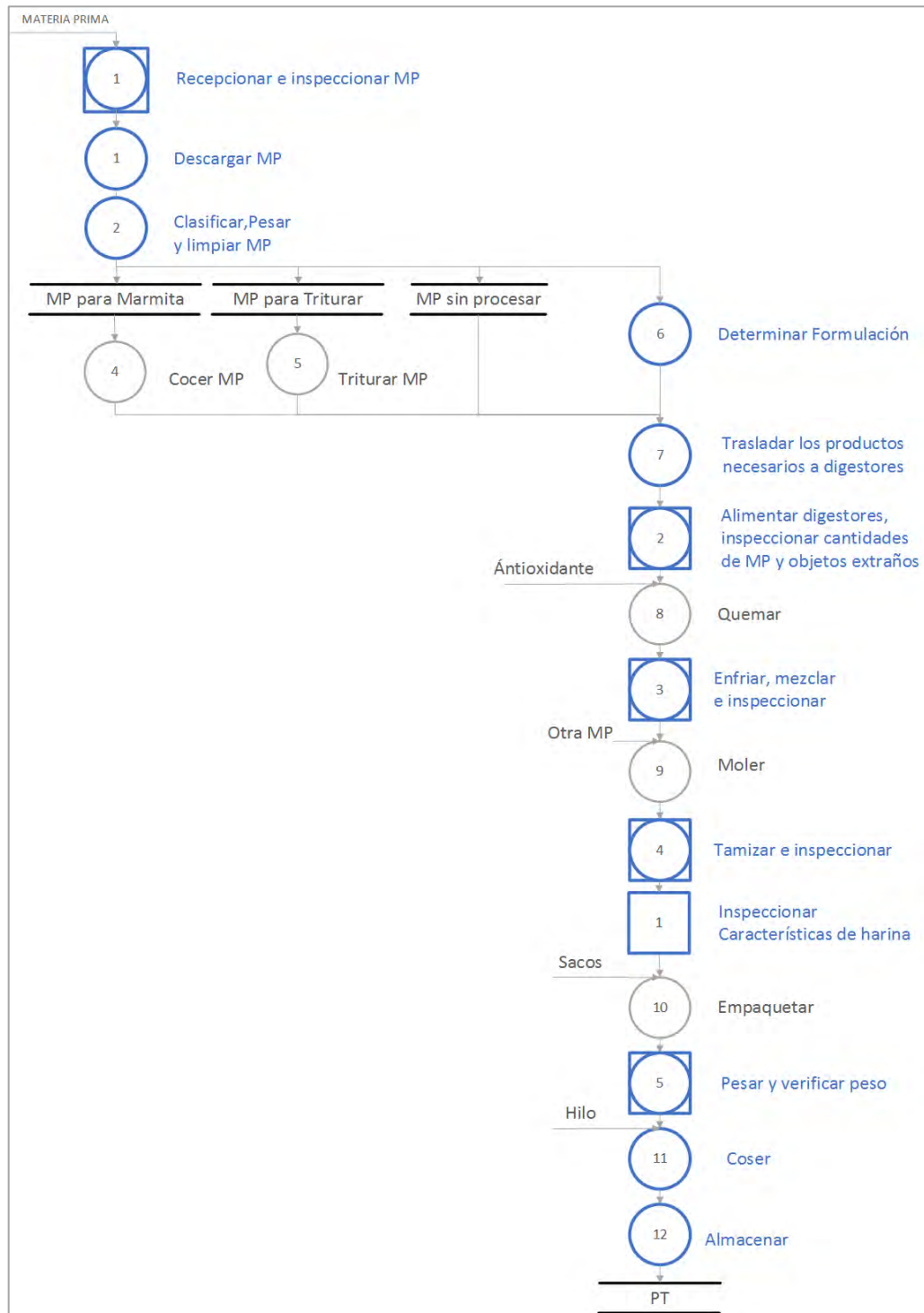


Ilustración 4.22 DOP propuesto en la planta de harina.
Elaboración propia

4.6.2 Propuesta

Para todas las actividades en general, se propone:

- ✓ Establecer una política de seguridad que indique los elementos obligatorios a usar según la operación a realizar, así como los beneficios y desventajas de la no utilización de estos y posibles sanciones.
- ✓ Identificar la causa de las sanciones más comunes, y a partir de estas realizar un reglamento interno de la planta, en el cual se coloquen tanto los beneficios obtenidos por realizar una acción que pueda ser recompensada, como las sanciones de las actividades que no deberían realizarse. Este reglamento debe ser colocado a vista de los operarios.
- ✓ Implementar tachos divididos según las áreas, como se observa en el LayOut.
- ✓ Cada operario deberá realizar mantenimiento de los elementos dados para que duren el tiempo establecido.
- ✓ Lugares de almacenamiento destinados deberán ser utilizados.

A continuación, basados en el análisis de la situación actual se detalla mejoras en cada una de las actividades propuestas en un DAP (Anexo 12) lo cual atacará las problemáticas de los ishikawas antes vistos; así como las problemáticas halladas anteriormente de distribución de cargas de trabajo.

RECEPCIONAR E INSPECCIONAR MP: En este proceso unificaremos las 4 primeras actividades presentadas en el DAP propuesto. Los principales cambios son:

- ✓ Implementar medidas de entrega de MP obligatorias, estableciendo estándares de MP a recibir.
- ✓ Establecer que todo material debe venir correctamente envasado.
- ✓ Implementar documentación junto con la información pertinente de ingresos de MP, entre otros.

DESCARGAR MP: Abarca las actividades 5,6 y 7 del DAP propuesto. El cambio más importante que se propone es implementar elementos que faciliten la descarga y aumente la seguridad de la planta.

CLASIFICAR, PESAR Y LIMPIAR LA MP: Unimos estas actividades pues de deben de hacer casi en paralelo. Los cambios principales fueron:

- **CLASIFICAR:** Esta actividad abarcará los procesos 8 y 9 de las operaciones actuales. Para poder optimizar la clasificación de la MP, se sugiere separarla por el tipo de MP
- **PESAR MP:** Esta acción reemplazará a las actividades 10, 11 y 12 de la metodología actual. Se busca que el control de los ingresos sea eficiente, y la reducción del tiempo además el aumento de la calidad y el uso de un buen método de trabajo para la producción del producto terminado. Es por ello que se decidió implementar hojas de control con las medidas necesarias para poder tener la MP en un correcto estado.
- **LIMPIAR MP:** Correspondiente a la actividad 13, la cual se centrará en la MP de triturado. Las principales propuestas son que se separe la limpieza por el tipo de MP, y usar los materiales adecuados

COCER MP: Las operaciones 17, 18,19, 20 y 21 conforman esta nueva actividad. Se recomienda implementar elementos que mejoren la capacidad de las maquinarias y alimentadores de los hidrolizadores, así como aumentar la seguridad de esta actividad. Por otro lado, tener uniformización en los tiempos, presiones y medidas de la MP al cocerla.

DETERMINAR FORMULACIÓN: Esta actividad fue agregada debido a la necesidad de poder determinar qué formulación es la adecuada. Para ello se necesita saber que materias primas llegaran o qué se tienen disponibles en la semana, pues como fue mencionado anteriormente, uno de los problemas es que la oferta de materia prima es muy variada. Por ello se sugiere hallar varias combinaciones con diferentes programas como Excel, identificando las propiedades de todos los tipos de materia prima para que la formulación sea la correcta y se pueda entregar la harina con las características deseadas.

ALIMENTAR DIGESTORES, INSPECCIONAR CANTIDADES DE MP Y OBJETOS EXTRAÑOS: Esta operación también incluye la carga de los productos necesarios al digestor, además de que se asegura que ningún cuerpo extraño ingrese a estos para contaminar el producto final y que este ingrese limpio y en las cantidades correctas.

QUEMAR: La operación de quemar es equivalente a las actividades 27, 28, 29 y 30 de las operaciones actuales. Se recomienda adaptar una entrada para el conservante y

establecer medidas de presión, temperatura y tiempo que son factores determinantes para obtener una harina adecuada para los clientes.

ENFRIAR, MEZCLAR E INSPECCIONAR: Es la operación que permite al producto en proceso pasar a la temperatura ambiente. Es importante puesto que evita que se humedezca la harina, formando moho. También es un tratamiento necesario para que la harina se conserve más tiempo. Se recomienda realizar esta actividad inmediatamente después del quemado, y extender el producto en la mayor área posible para acelerar el enfriado. Inspeccionar mientras se extiende el PP resultante.

TAMIZAR E INSPECCIONAR: El producto que pase a molienda deberá ser tamizado obligatoriamente, de este tamizado será pasado al almacén de PP2 en donde pasa por la inspección siguiente.

EMPAQUETAR: La actividad empieza cuando se tiene el PP2 y ya ha sido verificado que el producto es óptimo para entregar a los clientes. Contendrá las actividades actuales correspondientes a la numeración 40, 41, 42 y 43. Para la actividad la mayor mejora será establecer un objeto

PESAR Y VERIFICAR PESO: Esta acción abarca las actividades 42, 43 y 4 descritas en el DAP actual. Se decidió aumentar las balanzas a 2.

Para la implementación de estas mejoras, se necesitarán varios elementos cuyo detalle se encuentra en el Anexo 13.

4.6.3 Resultados de propuesta

Con las propuestas detalladas en el capítulo anterior, se tienen los siguientes resultados mostrados en la tabla 4.14

Tabla 4.14 Resultado de mejora

RESULTADO	ACTUAL	PROPUESTO	DIFERENCIA
ACTIVIDADES OPERATIVAS	52%	86,46%	-34%
ACTIVIDADES DE INSECCIÓN	0%	0,91%	-1%
ACTIVIDADES DE TRASPORTE	7%	5,83%	1%
ACTIVIDADES DE DEMORA	7%	6,80%	0%
PRODUCTIVIDAD	20 TN	40 TN	20 TN
HORAS ACTIVAS PARA PRODUCCIÓN	293,306	136,93	156,70 HORAS

Elaboración propia

Mediante la mejora se llega a reducir las actividades de transporte y de demora. Cabe destacar además que, para el análisis, a pesar de considerar el doble de la producción actual, existe una diferencia de 156,7 horas semanales de trabajo. Por lo cual se puede concluir que, mediante todas las mejoras a implementar, la producción aumentaría en un 50%, sin realizar trabajo fuera de las horas establecidas. Esto se debe a que ahora todos los digestores se encontrarían en funcionamiento a su máxima capacidad.

4.6.4 Evento Kaizen

Ya que se tienen todas a las mejoras a realiza usando estandarización, con SMED y Kaizen, se presenta a continuación la planificación de las actividades a realizar para la implementación de la mejora, para poder saber la duración de la implementación de las mejoras propuestas.

4.6.4.1 Preparación del evento Kaizen

Según las actividades establecidas en el SOS, se propone reducir los problemas de calidad o de desperdicios analizándolos en periodos trimestrales. Estos problemas se seleccionarán y se priorizará según su impacto, mediante el análisis de Pareto. Luego, se definirá el grupo de trabajo según el problema identificado, que por lo general estará conformado por el jefe de planta, supervisor de los operarios y tres operarios. Después, se realizará la recopilación de datos.

4.6.4.2 Ejecución del Evento Kaizen

El equipo de trabajo realiza reuniones no mayores a 40 minutos, donde a través de la revisión del estado actual, los datos recogidos, la observación, comprensión y actuación, se generan tormenta de ideas para optimizar las actividades del proceso, y como mejorar los problemas de calidad, buscando reducir los problemas.

4.6.4.3 Seguimiento del Evento Kaizen

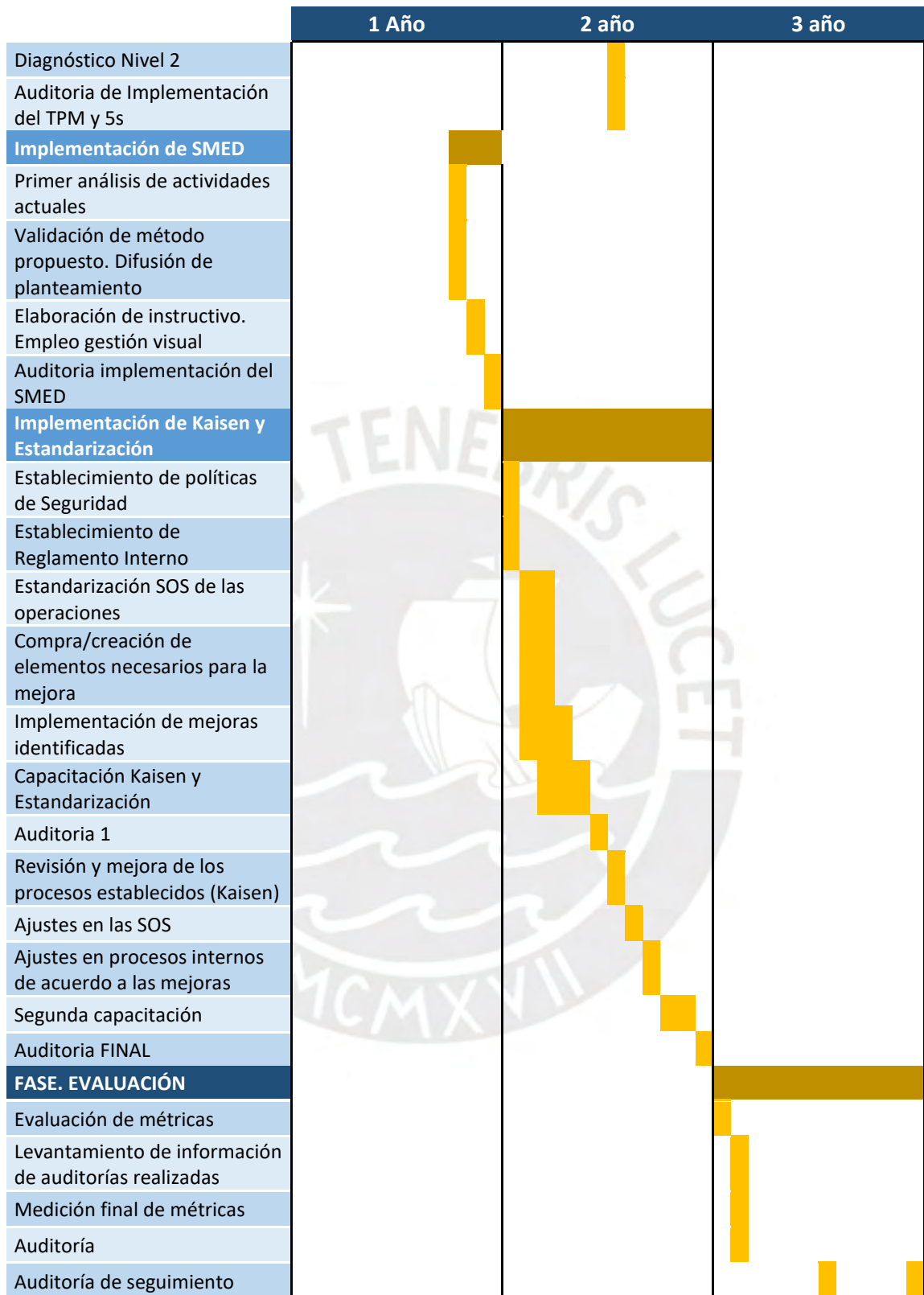
De acuerdo a las acciones planteadas de mejora, se deben consolidar los resultados y revisar la continuidad de estas, con el fin de mantener los resultados obtenidos y evaluar si se requieren otras acciones de mayor tiempo.

4.7 Plan de Implementación

A continuación, se detalla el plan de implementación de las herramientas propuestas en la tabla 4.15:

Tabla 4.15 Plan de Implementación

	1 Año	2 año	3 año
FASE. PREPARACIÓN			
Obtención del compromiso de la alta dirección	■		
Determinación de métricas	■		
Determinación de organigrama de implementación	■		
Capacitación y Campaña de inicio al personal	■		
FASE. IMPLEMENTACIÓN			
Implementación del LayOut	■		
Obtención de permiso	■		
Implementación del Layout	■		
Implementación de 5S's		■	
Organizar un comité de 5S		■	
Capacitación de 5s		■	
Diagnóstico Inicial de la planta		■	
Generar planes de acción junto con el comité		■	
Campaña Seiri: Reunión de apertura. Ejecución. Reunión cierre		■	
Campaña Seiton: Reunión de apertura. Ejecución. Reunión cierre		■	
Campaña Seiso: Reunión de apertura. Ejecución. Reunión cierre		■	
Auditoria		■	
Implementación de TPM		■	
Preparación de Mantenimiento Autónomo		■	
Diagnóstico Inicial del TPM		■	
Capacitación de los operarios		■	
Preparación de hojas de lecciones de punto único		■	
Limpieza e inspección		■	
Levantamiento de tarjetas verdes/rojas		■	
Elaboración de planes de acción		■	
Establecimiento de estándares		■	
Prevención cotidiana elemental Nivel 1		■	



Elaboración Propia

CAPITULO 5: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA PROPUESTA DE MEJORA

El presente capítulo tiene como fin evaluar la factibilidad de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing antes desarrolladas en el capítulo anterior. Para lo cual se calcularán los gastos involucrados para cada una. Luego se procederá a evaluar cuál es el ahorro significativo que se obtiene de implementación, evaluando la cantidad de horas-hombre que se ahorrarían al implementar las herramientas

5.1 Inversión requerida

5.1.1 Implementación de 5`s

A continuación, se detallan todos los costos en que debe incurrir la empresa para la implementación de 5`s.

5.1.1.1 Costo del personal

Debido a que es necesario capacitar a todo el personal antes de realizar la implementación, es necesario considerar el costo de la hora-hombre del personal como se observa en la Tabla 5.1 Sueldo del Personal

Tabla 5.1 Sueldo del Personal

Persona	Sueldo	Horas de trabajo	Sueldo por hora
Gerente de Planta	S/. 4 300,00	160	S/. 26,88
Jefe de Planta	S/. 2 000,00	160	S/. 12,50
Supervisor de Operarios	S/. 1 500,00	208	S/. 7,21
Operarios	S/. 950,00	208	S/. 4,57
Jefe de mantenimiento	S/. 2 000,00	160	S/. 12,50

Fuente: La Empresa
Elaboración Propia

Luego se procederá a calcular las horas en las que el personal estará en capacitación las cuales no serán productivas para la empresa, dichas capacitaciones son, introductoria, teórica e implementación práctica.

Tabla 5.2 Costo de Horas Hombre 5`s

Integrantes	Cantidad de Personas	Costo Unitario	Número de horas	Costo Total
Capacitación Introductoria				
Gerente de Planta	1	S/. 26,88	2	S/. 53,75
Jefe de Planta	1	S/. 12,50	2	S/. 25,00

Integrantes	Cantidad de Personas	Costo Unitario	Número de horas	Costo Total
Supervisor de Operarios	1	S/. 7,21	2	S/. 14,42
Operarios	13	S/. 4,57	2	S/. 118,75
Capacitación Teórica				
Gerente de Planta	1	S/. 26,88	2	S/. 53,75
Jefe de Planta	1	S/. 12,50	2	S/. 25,00
Supervisor de Operarios	1	S/. 7,21	2	S/. 14,42
Operarios	13	S/. 4,57	2	S/. 118,75
Implementación de 5's practico				
Jefe de Planta	1	S/. 12,50	8	S/. 100,00
Supervisor de Operarios	1	S/. 7,21	8	S/. 57,69
Operarios	13	S/. 4,57	8	S/. 475,00
TOTAL				S/. 1 056,54

Elaboración Propia
Fuente La empresa

Como se pudo observar en la tabla 5.2 el costo del personal para la implementación de las 5's llega a un monto final de 1 056,54 soles.

5.1.1.2 Capacitaciones

Luego se calcula el costo de la capacitación inicial, tomando en cuenta el costo de los consultores, como se puede ver en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3 Costo de Consultoría de 5's

Capacitación	Horas capacitada	Nro capac.	costo por hora	Costo total
Capacitación Introdutoria	2	1	S/. 500,00 ¹¹	S/. 1 000,00
Capacitación Teórica	2	1	S/. 500,00	S/. 1 000,00
Implementación de 5's practico	8	2	S/. 500,00	S/. 8 000,00
Auditoría	1	1	S/. 501,00	S/. 501,00
Costo total				S/. 10 000,00

Elaboración Propia

5.1.1.3 Insumos

Además se toma en cuenta los insumos que se deben de utilizar en la implementación como se puede ver en la Tabla 5.4 Costo de Insumos para 5's.

¹¹ Referencia RTM Consultoría

Tabla 5.4 Costo de Insumos para 5`s

Insumo	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Estantería	9	S/. 750,00	S/. 6 750,00
Etiquetas	5	S/. 7,50	S/. 37,50
EPP's (botas, casco, mascarilla)	16	S/. 128,00	S/. 2 048,00
Pintura para señalar	2	S/. 119,00	S/. 238,00
Productos químicos para limpieza	10	S/. 45,00	S/. 450,00
Tachos de basura	6	S/. 45,00	S/. 270,00
Útiles de limpieza	8	S/. 60,00	S/. 480,00
Tableros de comunicado	3	S/. 125,00	S/. 375,00
Papelería (hojas, afiches, etc.)		S/. 60,00	S/. 60,00
Panel de anuncios	1	S/. 45,00	S/. 45,00
Costo de insumos			S/. 10 753,50

Elaboración Propia

Con dichos gastos antes detallados se llegó que la implementación de 5`s en la empresa requiere una inversión de S/. 21 810,04.

5.1.2 Implementación de TPM

5.1.2.1 Costo del personal para TPM

De igual forma se procede a calcular el costo de las capacitaciones correspondientes a TPM, del mismo modo que la implementación de 5`s se realizará tres capacitaciones una introductoria, una teórica y una práctica que se llevará a cabo con la ayuda del Jefe de Mantenimiento.

Tabla 5.5 Costo de Horas Hombre TPM- Elaboración Propia

Integrantes	Personas	Costo Unitario	Horas	Costo Total
Capacitación Introductoria				
Gerente de Planta	1	S/. 26,88	1	S/. 26,88
Jefe de Planta	1	S/. 12,50	1	S/. 12,50
Supervisor de Operarios	1	S/. 7,21	1	S/. 7,21
Operarios	13	S/. 4,57	1	S/. 59,38
Capacitación Teórica				
Gerente de Planta	1	S/. 26,88	2	S/. 53,75
Jefe de Planta	1	S/. 12,50	2	S/. 25,00
Supervisor de Operarios	1	S/. 7,21	2	S/. 14,42
Operarios	13	S/. 4,57	2	S/. 118,75
Implementación de TPM				
Jefe de mantenimiento	2	S/. 12,50	4	S/. 100,00
Jefe de Planta	1	S/. 12,50	4	S/. 50,00
Supervisor de Operarios	1	S/. 7,21	4	S/. 28,85

Integrantes	Personas	Costo Unitario	Horas	Costo Total
Operarios	13	S/. 4,57	4	S/. 237.50
Costo total				S/. 734.23

Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla 5.5 se requiere una inversión de S/. 734,23.

5.1.2.2 Capacitación

Así mismo se calcula el costo de la capacitación como se detalla en la Tabla 5.6 Costo de Capacitación de TPM. Cabe resaltar que en la implementación de TPM se realiza las cartillas de actividades y las instrucciones de trabajo, tal como se puede apreciar en el Anexo 06. A continuación, se encuentra el costo inicial de la capacitación.

Tabla 5.6 Costo de Capacitación de TPM

Capacitación	Horas capacitada	Nro. Capac.	costo por hora	Costo total
Capacitación Introductoria	1	1	S/.500,00	S/.500,00
Capacitación Teórica	2	1	S/.500,00	S/.1 000,00
Implementación de TPM	4	1	S/.500,00	S/.2 000,00
Costo total				S/.3 500,00

Elaboración Propia

5.1.2.3 Insumos

Por otro lado, los costos de los insumos adicionales para la implementación del TPM asciende a S/. 3 403,00 como se puede apreciar en la Tabla 5.7.

Tabla 5.7 Costo de insumos para TPM

Insumo	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Pintura para señalizar	2	S/. 119,00	S/.238,00
Productos para mantenimiento (desengrase, limpiador, afloja tornillos y tuercas, etc.)	9	S/. 345,00	S/.3 105,00
Tarjetas rojas y verdes	200	S/. 0,25	S/.60,00
Costo de insumos			S/.3 403,00

Elaboración Propia

5.1.2.4 Reparación

Además, es necesario llevar las maquinarias a su estado inicial por lo que según determinación del área de mantenimiento es costo para llevar todas las maquinarias conlleva a un costo de S/. 62 400.50 como se puede apreciar en la Tabla 5.8.

Tabla 5.8 Costo de reparación de maquinarias

Tipo	Cantidad	Costo Unitario	Total
Reparación Digestores	4	S/. 11 805.50	S/. 47 222.00
Reparación Hidrolizadores	3	S/. 5 059.50	S/. 15 178.50
Costo Total			S/. 62 400.50

Fuente La Empresa Elaboración Propia.

Con dichos gastos antes mencionados se llegó que la implementación del TPM en la empresa requiere una inversión de S/. 70 037.73.

5.1.3 Implementación del SMED

Los costos de la implementación del SMED serán los siguientes

5.1.3.1 Costo del personal

El personal estará presente solo en una de las capacitaciones en la cual se enseñará cual será la metodología en la implementación del SMED.

Tabla 5.9 Costo del Personal - SMED

Integrantes	Personas	Costo Unitario	Horas	Costo Total
Capacitación Teórica				
Jefe de Planta	1	S/. 12,50	2	S/. 25,00
Supervisor de Operarios	1	S/. 7,21	2	S/. 14,42
Operarios	13	S/. 4,57	2	S/. 118,75
Costo total				S/. 158.17

Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla 5.9 para ello se requiere una inversión de S/. 158.17

5.1.3.2 Gasto de Capacitación

Además, se contratará a dos consultores los cuales validarán la información obtenida, capacitarán los operarios y elaborarán los procedimientos relacionados al SMED. En la tabla 5.10 se encuentra el costo de capacitación inicial:

Tabla 5.10 Costo de Capacitación SMED

	Horas	Nro. Cap.	costo por hora	Costo total
Validación de Información	4	2	S/. 500,00	S/. 4 000,00
Capacitación de operarios	2	1	S/. 500,00	S/. 1 000,00
Elaboración de procedimiento	2	1	S/. 500,00	S/. 1 000,00
Costo total				S/. 6 000,00

Elaboración Propia

5.1.3.3 Gasto de insumos

Finalmente, se presupuesta algunos cambios ya detallados en las propuestas de mejora del SMED

Tabla 5.11 Gastos de Insumos-SMED

	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Arreglo de la escalera	3	S/. 499,00	S/. 1 497,00
Mangueras de presión	9	S/. 289,00	S/. 2 601,00
Arreglos de gasfitería		S/. 3 500,00	S/. 3 500,00
Costo de insumos			S/. 7 598,00

Elaboración Propia

Como se puede ver en la tabla 5.11, sumando todos los gastos incurridos por la implementación del SMED se llega a un monto S/. 13 756,17.

5.1.4 Implementación del Layout

Según CYPE Ingenieros, S.A, el rediseño de una planta de harina tiene los costos detallados en la tabla 5.12, con lo cual se pudo determinar un costo aproximado por la implementación del Layout.

Tabla 5.12 Costo del Layout

Etapa	Costo unitario	Cantidad (m2)	Costo total
Demolición	S/. 49.84	246.03	S/. 12 262.14
Construcción	S/. 653.02	50.41	S/. 32 918.74
Transporte e instalación de maquinaria	S/. 8 000.00	-	S/. 8 000.00
Impermeabilización de paredes y pintura	S/. 18.34	485.88	S/. 8 911.04
Pintado de paredes nuevas	S/. 20.29	151.23	S/. 3 068.46
Alineación y mantenimiento de suelo	S/. 47.44	363.7	S/. 17 253.93
Costo total			S/. 82 414.30

Elaboración Propia

Fuente: CYPE Ingenieros, S.A

5.1.5 Implementación de la Estandarización

5.1.5.1 Costo del Personal

A igual que el SMED, el personal sólo participará de la capacitación para conocer los procedimientos establecidos por los consultores, para lo cual, como se puede ver en la tabla 5.13 se requiere una inversión de S/. 158.17

Tabla 5.13 Costo MO

Integrantes	Personas	Costo Unitario	Horas	Costo Total
Jefe de Planta	1	S/. 12,50	2	S/. 25,00
Supervisor de Operarios	1	S/. 7,21	2	S/. 14,42
Operarios	13	S/. 4,57	2	S/. 118,75
Costo total				S/. 158,17

5.1.5.2 Costo de Capacitación

Por otro lado, se calculará el costo de los consultores, los cuales validarán la información, capacitarán a los operarios y elaborarán los procedimientos. En la tabla 5.14 se encuentra el costo de la capacitación inicial.

Tabla 5.14 Costo de Capacitación- Estandarización

	Horas	Nro capac.	costo por hora	Costo total
Validación de Información	4	2	S/. 500,00	S/. 4 000,00
Capacitación de operarios	2	1	S/. 500,00	S/. 1 000,00
Elaboración de procedimiento	2	2	S/. 500,00	S/.2 000,00
Costo total				S/. 7 000,00

Elaboración Propia

5.1.5.3 Costo de implementación

Por otro lado, en la tabla 5.15, se calcula el costo que se tiene que incurrir por los cambios detallados en el Capítulo 4.6.

Tabla 5.15 Costo de Implementación-Estandarización

Elementos	Cantidad	Precio	Total
Fajas	16	60	S/. 960
Botas	16	36	S/. 576
Tapa Boca	2	28	S/. 56
Rejillas del pelo	2	32	S/. 64
Mandiles de plástico	16	35	S/. 560
Lentes protectores	16	13	S/. 208
Guantes para MP	16	8	S/. 128
Mandiles de tela	16	38	S/. 608
Guantes para Harina	16	8	S/. 128
Papelería	1	22	S/. 22
Bases con ruedas para transportar cilindros	4	69	S/. 276
Carretillas	4	150	S/. 600
Palas	4	39	S/. 156
Balanza	2	400	S/. 800
Mejoras en Maquinaria		14250	S/. 14 250
Costo Total			S/. 19 332

Elaboración Propia

Sumando todos los gastos incurridos por la implementación de la estandarización se llega a un monto S/.26 490,17.

5.1.6 Capacitaciones recurrentes

Debido a la cantidad de metodologías Lean Manufacturing a implementarse, es importante re-capacitar al personal sobre los conocimientos obtenidos (5'S, TPM, SMED, LayOut y Estandarización). Es por ello que se sugiere realizar esta actividad 2 veces al año, con una duración de 8 horas. Estas capacitaciones serán lideradas por el Gerente de la planta con ayuda del supervisor. Por otro lado, se tomó en consideración la posible rotación del personal, suponiendo 2 trabajadores nuevos anuales. En la tabla 5.16, se encuentra el costo anual de las re-capacitaciones, teniendo en cuenta el costo del personal:

Tabla 5.16 Costo de Implementación- Capacitaciones Recurrentes

Re capacitación Anual	Costo total	
2 capacitaciones anuales por el Gerente de Planta	S/.	1 265,38
Capacitaciones caso ingreso nuevo	S/.	503,08
Papeles útiles	S/.	100,00
Costo Anual	S/.	1 868,46

Elaboración propia

5.2 Calculo de beneficios de la Implementación

A continuación, se presenta los beneficios cuantitativos de la implementación de las mejoras que mejoran a las maquinarias y al layout.

5.2.1 Beneficios en Maquinarias

La implementación del TPM y las 5's conlleva directamente a la reducción del TP_PNP (Tiempo de Paradas no Planificadas) con lo cual se espera que disminuya en un 27% (Según Japanese Institute of Plant Engineering). Como se puede ver en el capítulo 4.4.4, después de la implementación del SMED el tiempo de preparación (TP_PE) de los hidrolizadores se reduce a 3,07 horas (78,70% de mejora) y los digestores en 2,44 horas (38,56% de mejora); lo cual generaría un aumento de la disponibilidad.

La implementación de la estandarización eliminaría las horas extra, 101,50 horas por semana, que realizan los operarios, como se puede observar en el capítulo 4.6.1 .

En la tabla 5.17, se muestra el cálculo de la mejora del Hidrolizador 1:

Tabla 5.17 Cálculo mejora del hidrolizador 1

TIPO	Formula		Resultado
TDP	TD -TP_PP	=388,80-0	388,80
TON	TDP-TP_PE-TP_PNP	=388,80-52,78(1-78,70%)- 1,57(1-27%)	376,41
A	TON/TDP	=376,41/ 388,80	96,81%
TPN	Producción buena/(ton/h)	=130,32/0,70	185,35
TP_D	Producción desperdiciada/(ton/h)	=3,91/0,70	5,56
TOA	TPN+TP_D	=185,35+5,56	190,91
TP_O	TON-TOA	=376,41-190,91	185,50
η	TOA/TON	=190,91/376,41	50,72%
Q	TPN/TOA	=185,35/190,91	97,09%
OEE	A x η x q	=96,81%*50,72%*97,09%	47,67%

Elaboración propia

En la tabla 5.18, se puede ver un resumen de las mejoras de las maquinarias, para ver el detalle ver anexo 14.

Tabla 5.18 Reducción de Tiempos

Maquina	OEE Actual	OEE (mejorado)
Hidrolizador 1	23,32%	47,67%
Hidrolizador 2	23,32%	47,67%
Hidrolizador 3	17,49%	35,75%
Digestor 1	5,50%	11,31%
Digestor 2	8,88%	18,24%
Digestor 3	6,75%	13,86%
Digestor 4	7,28%	14,96%

Elaboración Propia

Luego, se calcula el ahorro anual de los tiempos perdidos TP_PE, TP_PNP y TP_O, considerando como ahorro el costo por hora de cada maquinaria lo que resulta en un ahorro anual de S/. 53 301.21. (Ver anexo 15 y tabla 5.10).

Tabla 5.19 Ahorro costo de maquinaria

Máquina	Costo por hora	Ahorro total
Hidrolizador 1	S/. 2,22	S/. 10 826,67
Hidrolizador 2	S/. 2,22	S/. 10 826,67
Hidrolizador 3	S/. 2,22	S/. 10 826,67
Digestor 1	S/. 8,10	S/. 39 464,90

Máquina	Costo por hora	Ahorro total
Digestor 2	S/. 3,20	S/. 15 600,32
Digestor 3	S/. 4,00	S/. 19 500,39
Digestor 4	S/. 2,40	S/. 11 700,24
		S/. 118 745,85

Elaboración Propia

Así mismo uno de los beneficios de la implementación es la reducción de las 101,5 horas extras semanales con lo cual se obtiene un beneficio de S/. 118 745,85

5.2.2 Beneficios del Layout

Según lo calculado en el DAP mejorado (Anexo 12) se calcula cuantos minutos se pierde a la semana por traslado innecesarios, luego en la tabla 5.20, se calcula cual es el ahorro después de la Implementación del Layout.

Tabla 5.20 Beneficios del Layout

Traslado Actual	Veces por semana (1)	Actual			Resultado de la Propuesta		
		T. actual (min) (2)	Distancia (m)	Total Actual (min) (1)*(2)	T. Mejorado (3)	Distancia (m)	Total Mejorado (min) (1)*(3)
Trasladar MP en cilindros a área correspondiente	560	0,58	7,57	327,24	0,69	9,00	389,05
Trasladar MP a Hidrolizador	111	0,18	13,00	20,35	0,13	9,00	14,09
Trasladar MP a triturado	186	0,22	8,00	40,66	0,19	7,00	35,57
Trasladar producto de triturado a digestor 1,2 y 3	70	0,03	1,00	1,91	0,30	11,00	21,04
Trasladar producto de triturado a digestor 4	116	2,84	49,00	329,17	0,64	11,00	73,90
Trasladar la MP hidrolizada a digestor 1,2 y 3	111	1,78	13,00	197,56	0,96	7,00	106,38
Trasladar MP 3 a digestores 1,2, y 3	111	0,44	7,00	48,52	0,50	8,00	55,46
Trasladar MP 3 a digestor 4	55	2,21	55,00	121,66	0,32	8,00	17,70
Trasladar el producto proveniente de digestores a	236	0,29	10,00	68,83	0,35	12,00	82,60

Traslado Actual	Veces por semana (1)	Actual			Resultado de la Propuesta		
		T. actual (min) (2)	Distancia (m)	Total Actual (min) (1)*(2)	T. Mejorado (3)	Distancia (m)	Total Mejorado (min) (1)*(3)
área correspondiente							
Trasladar PP1 a área de Molienda	223	1,70	14,00	379,92	1,22	10,00	271,37
Trasladar PP2 a Tamiz	223	0,06	0,00	12,33	0,11	2,00	24,66
Trasladar PP2 de molienda a área correspondiente	223	0,41	15,00	92,49	0,14	5,00	30,83
Trasladar a empaque	400	0,11	13,58	44,24	0,03	4,00	13,03
Trasladar a balanza	400	0,38	7,00	150,47	0,43	8,00	171,97
Trasladar saco a área de almacén de PT	400	0,39	8,00	156,15	0,39	8,00	156,15
Total				1 991,50			1 473,79

Elaboración Propia

Actualmente se desperdicia 1991,50 minutos en traslados, pero luego de la implementación del Layout se disminuye en 527,71 minutos a la semana, es decir 422,17 horas anuales. Luego, si el costo por hora de un operario es de 4,57 soles, el ahorro en desperdicios de transporte sería de S/. 1 473,79 anuales.

5.3 Evaluación de factibilidad económica

Para la evaluación de factibilidad se calculará el valor presente neto (VNP), además dicha evaluación se realizará para un periodo de 10 años y se consideró como año cero el instante en que la alta dirección acepta la implementación de todas las herramientas propuestas. Para el cálculo del VPN, se usó el modelo de precios de activos de capital CAPM y se obtuvo el costo de oportunidad del proyecto del 16.33% (Ver Anexo 16)

Con esta información, se presentan los siguientes escenarios

5.3.1 Escenario Pesimista

En el escenario Pesimista se toma en cuenta todos los costos de la implementación de las metodologías vistas, sin embargo, no se considera ningún aumento de la producción y demanda en la empresa.

En la tabla 5.21, se presenta el flujo de caja proyectado pesimista:

Tabla 5.21. Flujo de caja proyectado- Escenario Pesimista

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ingresos					
Ahorro maquinaria OEE			S/. 140 997,77	S/. 140 997,77	S/. 140 997,77
Ahorro Layout		S/. 1 928,18	S/. 1 928,18	S/. 1 928,18	S/. 1 928,18
Total	S/. -	S/. 1 928,18	S/. 142 925,95	S/. 142 925,95	S/. 142 925,95
Egresos					
5s		S/. 21 810,04			
TPM		S/. 70 037,73			
Re capacitación (2 por año)			S/. 1 868,46	S/. 1 868,46	S/. 1 868,46
Otros gastos(útiles de limpieza, papelería , herramientas, etc.)			S/. 9 728,50	S/. 9 728,50	S/. 9 728,50
SMED		S/. 13 756,17			
Estandarización		S/. 26 490,17			
Layout	S/. 82 414,30				
Total	S/. 82 414,30	S/. 132 094,12	S/. 11 596,96	S/. 11 596,96	S/. 11 596,96
Flujo Efectivo	S/. -82 414,30	S/. -130 165,93	S/. 131 328,99	S/. 131 328,99	S/. 131 328,99

	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos						
Ahorro maquinaria OEE	S/. 140 997,77	S/. 140 997,77	S/. 140 997,77	S/. 140 997,77	S/. 140 997,77	S/. 140 997,77
Ahorro Layout	S/. 1 928,18	S/. 1 928,18	S/. 1 928,18	S/. 1 928,18	S/. 1 928,18	S/. 1 928,18
Total	S/. 142 925,95	S/. 142 925,95	S/. 142 925,95	S/. 142 925,95	S/. 142 925,95	S/. 142 925,95
Egresos						
5s						
TPM						
Re capacitación (2 veces al año)	S/. 1 868,46	S/. 1 868,46	S/. 1 868,46	S/. 1 868,46	S/. 1 868,46	S/. 1 868,46
Otros gastos (útiles de limpieza, papelería , herramientas, etc.)	S/. 9 728,50	S/. 9 728,50	S/. 9 728,50	S/. 9 728,50	S/. 9 728,50	S/. 9 728,50
SMED						
Estandarización						
Layout						
Total	S/. 11 596,96	S/. 11 596,96	S/. 11 596,96	S/. 11 596,96	S/. 11 596,96	S/. 11 596,96
Flujo Efectivo	S/. 131328,99	S/. 131328,99	S/. 131328,99	S/. 131328,99	S/. 131328,99	S/. 131328,99

Elaboración Propia

Según lo observado, se concluye que la implementación es factible ya que tanto la tasa interna de retorno y el Valor Actual Neto es positivo. Ver tabla 5.22.

Tabla 5.22. Flujo de caja proyectado- Escenario Pesimista Resultados

COK	16.33%
TIR	50%
VAN	S/. 319 909,58

Elaboración Propia

5.3.2 Escenario Optimista

En el escenario Optimista, se tomará en cuenta que la demanda de alimentos para mascota crece en 25% anual, hasta llegar a 40 toneladas semanales (Ver cálculo más detallado en el Anexo 15, punto 15.3). Entonces, se tienen los siguientes resultados detallados en la tabla 5.23:

Tabla 5.23. Flujo de caja proyectado- Escenario Optimista

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ingresos					
Ahorro maquinaria OEE			S/. 360 450,96	S/. 634 767,44	S/. 977 663,04
Ahorro Layout		S/. 1 928,18	S/. 1 928,18	S/. 1 928,18	S/. 1 928,18
Total	S/. -	S/. 1 928,18	S/. 362 379,14	S/. 636 695,62	S/. 979 591,23
Egresos					
5s		S/. 21 810,04			
TPM		S/. 70 037,73			
Re capacitación (2 veces al año)			S/. 1 868,46	S/. 1 868,46	S/. 1 868,46
Otros gastos (útiles de limpieza, papelería, herramientas, etc.)			S/. 9 728,50	S/. 9 728,50	S/. 9 728,50
SMED		S/. 13 756,17			
Estandarización		S/. 26 490,17			
Layout	S/. 82 414,30				
Total	S/. 82 414,30	S/. 132 094,12	S/. 11 596,96	S/. 11 596,96	S/. 11 596,96
Flujo Efectivo		S/. -130 165,93	S/. 350 782,18	S/. 625 098,66	S/. 967 994,26

	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos						
Ahorro maquinaria OEE	S/.1 018 810,51	S/.1 018 810,51	S/.1 018 810,51	S/.1 018 810,51	S/.1 018 810,51	S/.1 018 810,51
Ahorro Layout	S/.1 928,18	S/.1 928,18	S/.1 928,18	S/.1 928,18	S/.1 928,18	S/.1 928,18
Total	S/.1 020 738,70	S/.1 020 738,70	S/.1 020 738,70	S/.1 020 738,70	S/.1 020 738,70	S/.1 020 738,70
Egresos						
5s						
TPM						
Re capacitación (2 veces al año)	S/. 1 868,46	S/. 1 868,46	S/.1 868,46	S/.1 868,46	S/.1 868,46	S/.1 868,46
Otros gastos(útiles de limpieza, papelería , herramientas, etc.)	S/. 9 728,50	S/. 9 728,50	S/.9 728,50	S/.9 728,50	S/.9 728,50	S/.9 728,50
SMED						
Estandarización Layout						
Total	S/. 11 596,96	S/. 11 596,96	S/.11 596,96	S/. 11 596,96	S/.11 596,96	S/.11 596,96
Flujo Efectivo	S/.1 009 141,74	S/.1 009 141,74	S/.1 009 141,74	S/.1 009 141,74	S/.1 009 141,74	S/.1 009 141,74

Elaboración Propia

Según lo observado, podemos concluir que la inversión será factible, teniendo como resultados. Ver tabla 5.24

Tabla 5.24. Flujo de caja proyectado- Escenario Optimista Resultados

COK	16,33%
TIR	152%
VAN	S/. 3 005 432,97

Elaboración Propia

CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Mediante el análisis realizado para el presente caso de estudio se detectaron problemas importantes que atravesaba la empresa como el promedio de 1,15 sobre 3 al realizar el diagnóstico de las 5S's, lo que indica que se requiere aplicar la dicha metodología a toda la planta.
- Existe una alta frecuencia de reparación de las principales maquinarias, siendo los digestores las máquinas que necesitan más reparación (54%) lo que genera que se sobrecarguen en funcionamiento.
- La operación del hidrolizador dura 104 minutos, de los cuales 24% corresponden a transportes y 42,5% a actividades externas. En el caso de los digestores la operación dura 186 minutos de los cuales 4,25% se es destinado a transporte.
- Si bien el único beneficio cuantificado de la implementación de Layout es de la reducción de los traslados, se propuso la implementación de esta herramienta ya que existen beneficios cualitativos para la empresa. El principal es que se reduce la contaminación cruzada que es esencial debido a que se maneja materia prima perecible.
- Por otro lado, la implementación del Layout es favorable a la reducción de posibles incidentes o accidentes, ya que hoy en día muchos operarios se niegan a colocarse los implementos de seguridad y salubridad, debido a que por la mala ubicación de las maquinarias hace mucho calor en las áreas.
- El proyecto es viable debido a que el TIR es positivo en los escenarios optimistas y pesimista (50% y 152% respectivamente).
- En ambos escenarios, el TIR supera al Costo de Oportunidad Calculado (16,33%), lo que quiere decir de que el proyecto es muy rentable ya que genera beneficios cualitativos y cuantitativos para la empresa.

6.2 Recomendaciones

- El compromiso por parte de la gerencia de la empresa, es vital para una buena implementación de las metodologías y herramientas propuestas anteriormente, ya que se requerirá inversión y apoyo en la implementación, capacitación y la compra de algunos útiles necesarios.

- Así mismo, el recurso humano es imprescindible en la implementación de las mejoras propuestas, por lo que es importante realizar capacitaciones iniciales y finales para no crear un rechazo al cambio y generar una filosofía de mejora continua.
- Es muy importante incorporar el indicador de eficiencia global de la línea (OEE) como indicador principal de productividad de toda la planta para poder controlar los beneficios adquiridos. Por ello, es necesario el seguimiento y análisis de las principales pérdidas causantes de su variación.
- Con respecto a la implementación de las 5S's y TPM, es conveniente la realización de auditorías constantes que verifiquen el uso de estas herramientas, campañas periódicas para recordar a la empresa la importancia de esta herramienta y la extensión de la misma en toda la empresa en estudio.
- Se planteó el empleo de la herramienta cambio rápido o SMED para disminuir el tiempo de cambio a cada una de las maquinarias; al igual que 5's y TPM es imprescindible las constantes auditorías para verificar que se esté cumpliendo tal cual se plantearon.
- Además, para cada una de las herramientas a implementar es muy importante el involucramiento de la alta dirección, ya que depende principalmente de ellos para que cada una de las herramientas se implemente de la mejor manera.
- Implementar un método para la descarga de la grasa y traslado hacia la otra planta de la empresa como sub producto.
- Evaluar la inversión de la compra de un caldero que sea de uso exclusivo o la instalación de gas para la planta de harina de percanza, pues no se puede disponer de estos cuando se necesitan ya que se comparten entre plantas, lo cual impide utilizar la maquinaria en su total capacidad para la nivelación del producto.

BIBLIOGRAFIA

ALOMÍA CASTRO, Valeria

- 2011 Tesis “Elaboración de Hojas de Trabajo Estandarizadas (SOS) y hojas de elementos de trabajo (JES) en el área de preparación d materiales (Steelastic y pestañas) en la empresa Continental Tire Andina S.A”

AMERICA ECONOMICA

- 2014 Mercado de comida para mascotas. Consulta: 24 de Agosto 2016
<<http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/mercado-de-comida-para-mascotas-en-el-peru-crecera-25-durante-este-ano>>

APARICIO MEZA, Carmen Andrea; SÁNCHEZ LEYTON, Claudia Noelia

- 2015 Tesis “Análisis y propuesta de mejora del sistema de producción de una empresa dedicada a la fabricación de muebles infantiles”.

BANCO CENTRAL DE RESERVA

- 2016 Cuadros Estadísticos del Banco Central de Reserva. Consulta: 06 de junio 2016
<www.bcrp.gob.pe/docs/Estadisticas/Cuadros-Estadisticos/NC_040.xls>

BALUIS FLORES, Carlos André

- 2013 Tesis “Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de Lean Manufacturing”.

BARAHONA CASTILLO, Leandro y Jessica NAVARRO INFANTE.

- 2013 Tesis “Mejora del proceso de galvanizado en una empresa manufacturera de alambres de acero aplicando la metodología Lean Six Sigma”.

CYPE Ingenieros, S.A.

- 2017 Generador de precios de construcción Perú. Consultado: 18 de Abril del 2017. < <http://www.peru.generadordeprecios.info/>>

DAMODARAN, Aswath

- 2017 Damodaran Online. Datos de beta apalancado. Consultado: 7 de abril del 2017.
<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html>

DORBESSAN, José Ricardo

- 2014 Las 5S, herramientas de cambio”. Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional. Buenos Aires

ECKES, George

- 2004 “El Six Sigma para todos”. Bogotá, Colombia: Editorial Norma.

EUSKALIT

- 2014 “Gestión y Mejora de procesos”. Folleto 5. Consulta: 06 de Julio 2015
< <http://www.euskalit.net/pdf/folleto5.pdf>>

GESTION

- 2012 Aspectos prácticos para determinar la tasa de descuento de un proyecto. Consultado: 07 de Abril del 2017. <<http://blogs.gestion.pe/deregresoalobasico/2012/02/aspectos-practicos-para-determ.html>>

GEORGE, Mark

- 2010 La Guía Lean Six Sigma para hacer más con menos.

GLOBAL RATES

- 2016 Inflación Estados Unidos. Consultado: 07 de Abril 2017. <<http://es.global-rates.com/estadisticas-economicas/inflacion/indice-de-precios-al-consumo/ipc/estados-unidos.aspx>>

GONZALES, Francisco

- 2007 Revista Panorama Administrativo Año 1 No. 2 enero-junio 2007 85 MANUFACTURA ESBELTA (LEAN MANUFACTURING). PRINCIPALES HERRAMIENTAS

HERRERA ACOSTA, Roberto José y Tomás José FONTALVO HERRERA

- 2014 Tesis "Seis Sigma Métodos Estadísticos y sus Aplicaciones".

HUILLCA CHOQUE, María Gimena; MONZÓN BRICEÑO, Alberto Kenyo

- 2016 Tesis "Propuesta de distribución de planta nueva y mejora de procesos aplicando las 5S'S y mantenimiento autónomo en la planta metalmeccánica que produce hornos estacionarios y rotativos"

INSTITUTO DE LA CALIDAD PUCP.

- 2014 Pasos para mejorar cualquier proceso. Material de enseñanza. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Instituto de la calidad. Consulta: 25 de Setiembre 2015 <<http://calidad.pucp.edu.pe/el-asesor/4-pasos-para-mejorar-cualquier-proceso-desde-ya#sthash.4lXkCLgk.dpuf>>

INSTITUTO DE LA CALIDAD PUCP.

- 2014 *Cinco pasos para mejorar un proceso*. Material de enseñanza. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Instituto para la calidad. Consulta: 25 de Setiembre 2015 <<http://calidad.pucp.edu.pe/el-asesor/los-cinco-pasos-para-mejorar-un-proceso#sthash.WzyNSz2O.dpuf>>

INSTITUTO DE LA CALIDAD PUCP.

- 2014 Pareto y el secreto para optimizar productividad. Material de enseñanza. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Instituto de la calidad. Consulta: 25 de Setiembre 2015 <<http://calidad.pucp.edu.pe/wiki-calidad/pareto-y-el-secreto-para-optimizar-tu-productividad#sthash.Y8qx4mO4.dpbs>>

INSTITUTO DE LA CALIDAD PUCP.

- 2015 Boletín de Calidad del Instituto de la Calidad de la Pontificia Universidad Católica del Perú

INVERTIA

2015 Página de web de Finanzas. Datos de bonos del tesoro EEUU. Consultado: 07 de Abril del 2017 <<https://www.invertia.com/es/mercados/renta-fija>>

KRAJEWSHI, Lee

2008 Administración de Operaciones, procesos y cadenas de valor. Octava edición. México, D.F.: Editorial Pearson Education.

LEMA CALLUCHI, Hilda Mariela

2014 TESIS "Propuesta de mejora del proceso productivo de la línea de productos de papel tisú mediante el empleo de herramientas de manufactura esbelta".
<<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5423>>

MEJIA, CARLOS ALBERTO

2013 LA ESTRATEGIA DEL CONOCIMIENTO. Consulta 25 de septiembre 2015
<<http://www.ceppia.com.co/Herramientas/INDICADORES/Indicadores-efectividad-eficacia.pdf>>

NIÑO LUNA, Luis Fernando.

2010 Metodologías para implementar el sistema de manufactura esbelta en PYMES industriales mexicanas. México, D.F.: Editorial Ideas CONCYTEG

PALOMINO ESPINOZA, Miguel

2012 TESIS "Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes".
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1707/PALOMINO_MIGUEL_LEAN_MANUFACTURING_LUBRICANTES.pdf?sequence=1>

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ

2015 Guía PUCP Registro y Citado de Fuentes. Consulta 30 de octubre 2016.
<http://www.pucp.edu.pe/documento/institucional/Guia_PUCP_para_el_registro_y_citado_de_fuentes-2015.pdf>

REY SACRISTAN, Francisco

2001 Mantenimiento Total de la Producción (TPM). Madrid. Editorial: Fundación Confemetal

ROBINS, Stephen. Coulter, Mary

2012 Administration. Editorial Prentice Hall.

RPP Noticias

2016 Inflación en el Perú. Consultado: 07 de Abril del 2017.
<<http://rpp.pe/economia/economia/inflacion-en-peru-cerro-el-2016-en-323-por-encima-del-rango-meta-oficial-noticia-1020696>>

SUZUKI, Tokutaró

1996 TPM para industrias de proceso. Traducción de Antonio Cuesta Álvarez.
Madrid: TGP Hoshin.

TAGHIZADEGAN, Salman

2006 Lean Six Sigma. Primera edición. Alemania: Editorial Elsevier.

VALENZUELA VALDIVIA, Lucia

2011 Tesis "Estudio de pre-factibilidad para la implementación de una empresa dedicada a la producción y exportación de harina de banano orgánico a Estados Unidos".

