



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CHIMBORAZO

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE UN PROYECTO PARA EL MEJORAMIENTO DEL
ÁREA DE PRODUCCIÓN USANDO HERRAMIENTAS LEAN
MANUFACTURING EN LA EMPRESA GUSTALAC S.A.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:

BARAHONA SAMBRANO KEVIN ANDRÉS

TENESACA ALLAUCA JOB JEREMÍAS

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CHIMBORAZO

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE UN PROYECTO PARA EL MEJORAMIENTO DEL
ÁREA DE PRODUCCIÓN USANDO HERRAMIENTAS LEAN
MANUFACTURING EN LA EMPRESA GUSTALAC S.A.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES: BARAHONA SAMBRANO KEVIN ANDRÉS

TENESACA ALLAUCA JOB JEREMÍAS

DIRECTOR: Ing. JAIME IVÁN ACOSTA VELARDE

Riobamba – Ecuador

2023

©2023, Kevin Andrés Barahona Sambrano & Job Jeremías Tenesaca Allauca

Se autoriza la reproducción total o parcial con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, KEVIN ANDRÉS BARAHONA SAMBRANO y JOB JEREMÍAS TENESACA ALLAUCA, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 02 de febrero de 2023



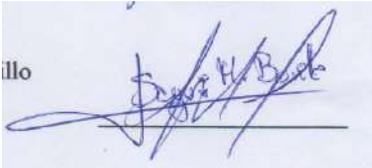
Kevin Andrés Barahona Sambrano
235019314-6



Job Jeremías Tenesaca Allauca
092394436-7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CHIMBORAZO
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

El tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **DISEÑO DE UN PROYECTO PARA EL MEJORAMIENTO DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN USANDO HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LA EMPRESA GUSTALAC S.A.**, realizado por el señor **JOB JEREMÍAS TENESACA ALLAUCA** y **KEVIN ANDRÉS BARAHONA SAMBRANO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. José Francisco Pérez Fiallos PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-02-02
Ing. Jaime Iván Acosta Velarde DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-02-02
Ing. Sayuri Monserrath Bonilla Novillo MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2023-02-02

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi familia, quienes son el pilar principal de mi vida académica y personal, en especial con profundo amor y cariño a mi madre, quien creyó en siempre en mí, a mi padre quien con su ejemplo de superación me animó a seguir adelante y alcanzar mi objetivo, mis hermano y hermana que son mi razón de ser cada día mejor, sin importar las circunstancias del camino con ellos apoyándome siempre sentí que podía lograr lo que me proponga.

Kevin Barahona

Dedico este trabajo a mi madre por ser mi pilar más importante en toda mi vida y por permitirme cumplir con uno de mis mayores anhelos con mi formación profesional, gracias a su apoyo incondicional junto a mis hermanos por compartir momentos significativos conmigo y por siempre tenerme mucha paciencia sin importar nuestras diferencias de opiniones permitiéndome cumplir con esta meta.

Job Tenesaca

.

AGRADECIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos a toda mi familia quienes fueron los que día a día me motivaron a seguir adelante. A mis amigos los cuales fueron mi familia en Riobamba, las experiencias y locuras que vivimos siempre estarán presentes en mi mente y corazón, y una mención especial a mi compañero de tesis. A los docentes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con vocación para enseñar por todo el conocimiento que me aportaron a mi vida profesional.

Kevin Barahona

Agradezco a mi madre por su apoyo incondicional y su gran esfuerzo para seguir adelante lo cual me permitió concluir con mis estudios y poder ser un gran profesional. Con su cariño me ha impulsado a perseguir mis metas y nunca rendirme. A mis hermanos por su apoyo incondicional para seguir adelante. Y a mis tutores por todo su apoyo y sus consejos los llevaré siempre en la memoria en mi futuro profesional.

Job Tenesaca

.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xix
RESUMEN.....	xx
SUMMARY.....	xxi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1	Antecedentes.....	2
1.2	Planteamiento del problema.....	3
1.3	Formulación del problema.....	3
1.4	Localización del proyecto.....	3
1.5	Justificación.....	4
1.5.1	<i>Justificación Práctica.</i> –.....	4
1.5.2	<i>Justificación Metodología.</i> –.....	5
1.6	Beneficiarios.....	5
1.6.1	<i>Beneficiarios Directos.</i>	5
1.6.2	<i>Beneficiarios Indirectos.</i>	5
1.7	Objetivos.....	6
1.7.1	<i>Objetivo general</i>	6
1.7.2	<i>Objetivos específicos</i>	6

CAPITULO II

2	MARCO TEÓRICO	7
2.1	Lean Manufacturing	7
2.1.1	<i>Objetivo del Lean Manufacturing</i>	8
2.1.2	<i>Desperdicios en el Lean Manufacturing</i>	9
2.1.3	<i>Principios del Lean Manufacturing</i>	10
2.2	Herramientas del Lean Manufacturing	11
2.2.1	<i>Value Streaming Mapping (VSM)</i>	11
2.2.2	<i>Simbología para el VSM</i>	13
2.2.3	<i>Simbología para el flujo de materiales</i>	14
2.2.4	<i>Simbología para el flujo de información</i>	14
2.2.5	<i>La metodología 5'S</i>	15
2.2.5.1	<i>Objetivos de las 5'S</i>	15
2.2.5.2	<i>Beneficios de la implementación de la metodología 5'S según Sánchez (2018), son:</i>	16
2.3	Fases de implantación de las 5'S	16
2.3.1	<i>Eliminar (Seiri)</i>	16
2.3.2	<i>Ordenar (Seiton)</i>	17
2.3.2.1	<i>Los beneficios del Seiton se pueden ver en aspectos tales como:</i>	17
2.3.3	<i>Limpieza e inspección (Seiso)</i>	17
2.3.3.1	<i>La aplicación de Seiso incluye:</i>	18
2.3.3.2	<i>Las ventajas de Seiso se reflejan en aspectos como:</i>	18
2.3.4	<i>Estandarizar (Seiketsu)</i>	18
2.3.4.1	<i>Las aplicaciones de Seiketsu incluyen:</i>	19
2.3.5	<i>Disciplina (Shitsuke)</i>	19
2.3.6	KANBAN	19
2.3.6.1	<i>Reglas Kanban</i>	20
2.3.7	<i>Tipos de Tarjetas Kanban</i>	22

2.3.7.1	<i>Kanban de Producción</i>	23
2.3.7.2	<i>Kanban de transporte o retiro de material</i>	23
2.3.8	<i>Plan agregado de producción</i>	23
2.3.8.1	<i>Plan agregado de producción con inventario cero</i>	24
2.3.9	<i>Layout</i>	24
2.3.9.1	<i>Ventajas del Layout</i>	24
2.3.10	<i>Sistema PULL</i>	24
2.3.11	<i>Takt time</i>	25
2.3.12	<i>Metodología Just in Time</i>	25
2.3.13	<i>Principios básicos del JIT</i>	26
2.3.14	<i>Fases del proceso de implementación del JIT</i>	26
2.3.14.1	<i>Fase previa</i>	26
2.3.15	<i>Indicadores de gestión</i>	29
2.3.16	<i>Eficiencia:</i>	29
2.3.17	<i>Eficacia:</i>	30
2.3.18	<i>Productividad:</i>	30
2.3.19	<i>Matriz de Holmes o matriz de priorización</i>	30
2.3.19.1	<i>Características de la matriz de Holmes</i>	31

CAPÍTULO III

3	MARCO METODOLÓGICO	31
3.1	Tipo de Estudio	31
3.1.1	<i>Tipo de Investigación</i>	31
3.2	Metodología	32
3.1.1	<i>Método Analítico</i>	32
3.2.1	<i>Método Inductivo-Deductivo</i>	32
3.3	Técnicas	32
3.3.1	<i>Observación Directa</i>	32

3.3.2	<i>Check List de Evaluación</i>	33
3.3.3	<i>Herramientas Digitales</i>	33
3.4	Generalidades de la Empresa	33
3.4.1	<i>Reseña Histórica</i>	33
3.5	Localización de la Empresa	34
3.5.1	<i>Misión</i>	35
3.5.2	<i>Visión</i>	35
3.5.2.1	<i>Organigrama Estructural de la Línea de Producción de la “Avena Polaca”</i>	35
3.5.3	<i>Descripción de los puestos de trabajo de la empresa “GUSTALAC S.A.”</i>	36
3.5.3.1	<i>Bodega</i>	36
3.5.3.2	<i>Recepción de materia prima</i>	36
3.5.3.3	<i>Almacenamiento de materia prima (leche)</i>	37
3.5.3.4	<i>Marmitas de Cocción</i>	37
3.5.3.5	<i>Marmita de Leche Pasteurizada</i>	38
3.5.3.6	<i>Marmita de Arequipe</i>	39
3.5.3.7	<i>Mezcladora de Ingredientes 1</i>	39
3.5.3.8	<i>Mezcladora de Ingredientes 2</i>	40
3.5.3.9	<i>Enfriamiento</i>	40
3.5.4	<i>Tanque de Producto Terminado</i>	41
3.5.5	<i>Envasado Presentación de ½ Litro y 1 Litro</i>	41
3.5.6	<i>Almacenamiento de Producto Terminado (Cuarto Frio)</i>	42
3.5.7	<i>Transporte (Entrega de Pedidos, Empacadora Presentación de 180 g y 420 g)</i>	42
3.6	Diagrama de flujo	43
3.7	Diagrama de recorrido	44
3.8	Diagrama de procesos	44
3.9	Diagrama de Actividades múltiple	46
3.9.1	<i>Análisis de la problemática</i>	49
3.9.2	<i>Priorización de causas</i>	50
3.10	Mapeo de flujo del Valor inicial (VSM)	51

3.10.1	<i>Cálculo del IVA Y AVA</i>	52
3.11	Pronóstico de la Demanda	53
3.12	Indicadores	54
3.12.1	<i>Índices de calidad</i>	54
3.12.1.1	<i>Porcentaje de Producto Defectuoso</i>	54
3.12.1.2	<i>Prueba de variabilidad de datos</i>	55
3.12.2	<i>Porcentaje de desperdicios</i>	56
3.12.2.1	<i>Prueba de variabilidad de datos</i>	57
3.12.3	<i>Productividad</i>	57
3.12.3.1	<i>Prueba de variabilidad de datos</i>	61
3.12.4	<i>Indicadores de evaluación inicial (Productividad)</i>	65
3.12.5	<i>Metodología 5'S</i>	67
3.12.5.1	<i>Lanzamiento de la herramienta 5'S</i>	67
3.12.5.2	<i>Evaluación inicial de la herramienta 5S's</i>	67
3.12.5.3	<i>Prueba de Confiabilidad del Instrumento (Alfa de Cronbach)</i>	69
3.12.5.4	<i>Ejecución de la metodología 5S's</i>	70
3.12.5.5	<i>Seiri (Clasificación)</i>	70
3.12.5.6	<i>Check List para control de herramientas</i>	70
3.12.5.7	<i>Seiton (Orden)</i>	71
3.12.5.8	<i>Seiso (Limpieza)</i>	73
3.12.5.9	<i>Seiketsu (Estandarización)</i>	76
3.12.5.10	<i>Tarjeta Verde</i>	76
3.12.5.11	<i>Tarjeta Roja</i>	77
3.12.5.12	<i>Hoja de procedimientos de limpieza para controlar el mantenimiento autónomo</i>	78
3.12.6	<i>Shitsuke (Disciplina)</i>	79
3.12.6.1	<i>Control mediante auditorías a los operadores</i>	79
3.12.7	<i>TABLERO KANBAN</i>	80
3.12.7.1	<i>Prueba de variabilidad de datos</i>	81
3.12.8	<i>Interfaz de usuario</i>	82

3.12.9	<i>Funcionamiento del Programa</i>	82
3.12.9.1	<i>Primera Etapa</i>	83
3.12.9.2	<i>Parámetros de control</i>	83
3.12.10	<i>Segunda Etapa</i>	84
3.12.11	<i>Buscador</i>	84
3.12.12	<i>Etapa Final</i>	85
3.12.13	<i>SIMULACIÓN DE LA situación INICIAL</i>	87

CAPITULO IV

4	GESTIÓN DEL PROYECTO	88
4.1	Evaluación de la Propuesta de la metodología JIT	88
4.2	Estrategia de implementación de la Metodología 5'S	89
4.2.1	<i>Resultados Individuales de las 5'S</i>	89
4.2.1.1	<i>Seiri – Clasificación</i>	89
4.2.2	<i>Seiton - Orden</i>	91
4.2.3	<i>Seiso – Limpieza</i>	92
4.2.4	<i>Seiketsu - Estandarización</i>	94
4.2.5	<i>Shitsuke - Disciplina</i>	96
4.2.6	<i>Gráfica de Resultados</i>	100
4.2.7	<i>Prueba de Confiabilidad del Instrumento (Alfa de Cronbach)</i>	101
4.2.8	<i>Diagrama de Proceso Mejorado</i>	102
4.2.9	<i>VSM MEJORADO</i>	103
4.2.10	<i>Cálculo del IVA Y AVA mejorado</i>	104
4.2.11	<i>Comparación IVA Y AVA</i>	105
4.2.12	<i>Balanceo de líneas</i>	105
4.3	Plan Agregado de Producción (PAP) Inventario Cero	106
4.4	LAYOUT PARA REDUCIR RECORRIDOS	108
4.4.1	<i>SISTEMA PULL</i>	109

4.5	KANBAN	115
4.5.1	<i>Propuesta de implementación de Tablero Kanban</i>	115
4.5.2	<i>Resultados esperados del Tablero Kanban.....</i>	116
4.5.3	<i>Prueba de variabilidad de datos</i>	117
4.6	FLEXSIM	118
4.6.1	<i>Simulación de la Planta Mejorada (Software FLEXSIM)</i>	118
4.6.2	<i>Evaluación del resultado del proceso productivo.....</i>	120
	CONCLUSIONES.....	124
	RECOMENDACIONES.....	125
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3:	Caracterización de Diagrama de Flujo	43
Tabla 2-3:	Caracterización de Diagrama de Procesos	46
Tabla 3-3:	Cálculo del porcentaje de eficiencia del operador	46
Tabla 4-3:	Cálculo de la Disponibilidad de máquina.....	47
Tabla 5-3:	Distancia total recorrida por el operador	47
Tabla 6-3:	Tiempo total de ciclo	48
Tabla 7-3:	Matriz Holmes o priorización de causas	50
Tabla 8-3:	Tabla de actividades y tiempos del Value Stream Mapping	52
Tabla 9-3:	Costos de mano de obra y producción.....	53
Tabla 10-3:	Porcentaje de producto defectuoso (proceso automatizado).....	54
Tabla 11-3:	Coefficiente de Variabilidad Unidades Defectuosas.....	55
Tabla 12-3:	Porcentaje de desperdicios	56
Tabla 13-3:	Valores para cálculo de CV Desperdicios	57
Tabla 14-3:	Coefficiente de Variabilidad Desperdicios	57
Tabla 15-3:	Porcentaje de productividad turno matutino.....	58
Tabla 16-3:	Porcentaje de productividad turno matutino.....	58
Tabla 17-3:	Porcentaje de productividad turno matutino.....	58
Tabla 18-3:	Porcentaje de productividad turno vespertino	59
Tabla 19-3:	Porcentaje de productividad turno vespertino	59
Tabla 20-3:	Porcentaje de productividad turno vespertino	59
Tabla 21-3:	Porcentaje de productividad turno nocturno.....	60
Tabla 22-3:	Porcentaje de productividad turno nocturno.....	60
Ilustración 23-3:	Porcentaje total de los indicadores iniciales	61
Tabla 24-3:	Valores para cálculo de CV Tiempo Operativo.....	62
Tabla 25-3:	Coefficiente de Variabilidad Tiempo Operativo.....	62
Tabla 26-3:	Valores para cálculo de CV Tiempo Operativo.....	63
Tabla 27-3:	Coefficiente de Variabilidad Tiempo Operativo.....	63
Tabla 28-3:	Valores para cálculo de CV Tiempo Operativo.....	64
Tabla 29-3:	Coefficiente de Variabilidad Tiempo Operativo.....	64
Tabla 30-3:	Indicadores de evaluación inicial	65
Tabla 31-3:	Precios Referenciales del mercado de la materia prima	65
Tabla 32-3:	Cantidades necesarias para producir un Lote	66
Tabla 33-3:	Costo de la materia prima	66
Tabla 34-3:	Costo por unidad producida de cada presentación.	66

Tabla 35-3:	Valoración de formulario de observaciones	68
Tabla 36-3:	Resultado de evaluación 5´S	68
Tabla 37-3:	Tabulación Alfa de Cronbach	69
Tabla 38-3:	Alfa de Cronbach Instrumento Formulario de Observación	69
Tabla 39-3:	Check List de orden para herramientas	71
Tabla 40-3:	Tipos de suciedad.....	73
Tabla 41-3:	Elementos para limpieza de máquinas y equipos	75
Tabla 42-3:	Tarjeta Verde	77
Tabla 43-3:	Tarjeta Roja	77
Tabla 44-3:	Bitácora de tarjetas.....	78
Tabla 45-3:	Tabla de criterios para evaluación.....	79
Tabla 46-3:	Auditoria para 5´S.....	80
Tabla 47-3:	Tiempo necesario en los cambios de turno.....	81
Tabla 48-3:	Valores para cálculo de Coeficiente de Variabilidad tiempo de cambio de turno	81
Tabla 49-3:	Coeficiente de Variabilidad Tiempo para cambio de turno	81
Tabla 1-4:	Resultados de la mejora en SEIRI.....	89
Tabla 2-4:	Check List de control de orden para los puestos de trabajo.....	90
Tabla 3-4:	Resultados de la mejora en SEITON.....	91
Tabla 4-4:	Resultados de la mejora en SEISO.....	93
Tabla 5-4:	Resultados de la mejora en SEIKETSU	94
Tabla 6-4:	Resultados de la mejora en SHITSUKE.....	96
Tabla 7-4:	Resultado Inicial de la metodología 5´S.....	99
Tabla 8-4:	Resultado esperado de la metodología 5´S.....	99
Tabla 9-4:	Incremento porcentual de las 5 diferentes S	100
Tabla 10-4:	Tabulación Alfa de Cronbach datos esperados.....	101
Tabla 11-4:	Valor Alfa de Cronbach resultados esperados.....	101
Tabla 12-4:	Actividades y tiempos del VSM.....	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1:	Ubicación empresa "GUSTALAC S.A"	4
Ilustración 1-2:	Beneficios del Lean Manufacturing.....	8
Ilustración 2-2:	Estructura de Lean Manufacturing	9
Ilustración 3-2:	Actividades que no generan valor.....	10
Ilustración 4-2:	Principios del VSM.....	10
Ilustración 5-2:	Ejemplo de Value Stream Mapping.....	12
Ilustración 6-2:	Etapas del VSM.....	13
Ilustración 7-2:	Símbolos e íconos generales para el VSM.....	13
Ilustración 8-2:	Simbología e íconos para el flujo de materiales	14
Ilustración 9-2:	Simbología e íconos para el flujo de información	14
Ilustración 10-2:	Etapas de las 5´S	16
Ilustración 11-2:	Esquema del sistema Kanban	20
Ilustración 12-2:	Etapas de la regla 3 Kanban	21
Ilustración 13-2:	Ejemplo de tarjeta Kanban	22
Ilustración 1-3:	Ubicación empresa "GUSTALAC S.A"	34
Ilustración 2-3:	Empresa "GUSTALAC"	34
Ilustración 3-3:	Organigrama Estructural de la Línea de Producción de la "Avena Polaca"	35
Ilustración 4-3:	Bodega de almacenamiento de materia prima	36
Ilustración 5-3:	Recepción de la leche	36
Ilustración 6-3:	Tanque de almacenamiento de materia primera	37
Ilustración 7-3:	Silo de almacenamiento de materia primera.....	37
Ilustración 8-3:	Marmita para cocción.....	38
Ilustración 9-3:	Marmita para Leche Pasteurizada.....	38
Ilustración 10-3:	Marmita para Arequipe.....	39
Ilustración 11-3:	Mezcladora 1 de ingredientes	39
Ilustración 12-3:	Mezcladora 2 de ingredientes	40
Ilustración 13-3:	Intercambiador de Placas.....	40
Ilustración 14-3:	Tanque de enfriamiento para producto terminado	41
Ilustración 15-3:	Máquina para envasado de la avena	41
Ilustración 16-3:	Cuarto frío para almacenamiento de producto terminado	42
Ilustración 17-3:	Área de despechado.....	42
Ilustración 18-3:	Diagrama de flujo ("Avena Polaca")	43
Ilustración 19-3:	Diagrama de recorrido.....	44

Ilustración 20-3:	Diagrama de Procesos (Elaboración Avena Polaca)	45
Ilustración 21-3:	Costo vs Número de operarios	49
Ilustración 22-3:	Diagrama Causa-Efecto	50
Ilustración 23-3:	VSM de la Avena Polaca	51
Ilustración 24-3:	Grafica comportamiento demanda real	53
Ilustración 25-3:	Socialización del programa 5S´s	67
Ilustración 26-3:	Responsables de la ejecución	70
Ilustración 27-3:	Tanque de enfriamiento	72
Ilustración 28-3:	Almacenamiento de materia prima	72
Ilustración 29-3:	Carpetas de control	73
Ilustración 30-3:	Contenedores de basura	74
Ilustración 31-3:	Limpieza de tanque de enfriamiento	76
Ilustración 32-3:	Hoja de procedimiento de limpieza	78
Ilustración 33-3:	Tablero automático Kanban	82
Ilustración 34-3:	Base de datos	83
Ilustración 35-3:	Parámetros de control	83
Ilustración 36-3:	Dinámica de la base de datos	84
Ilustración 37-3:	Buscador o Estructura Principal del programa	84
Ilustración 38-3:	Interfaz Tablero Kanban	85
Ilustración 1-4:	Metodología JIT	89
Ilustración 2-4:	Grafica Resultados SEIRI	90
Ilustración 3-4:	Grafica Resultados SEITON	91
Ilustración 4-4:	Señalización Cereales y Envases	91
Ilustración 5-4:	Señalización tanque de producto terminado	92
Ilustración 6-4:	Carpetas de registro para ordenes de producción	92
Ilustración 7-4:	Gráfica Resultados SEISO	93
Ilustración 8-4:	Señalización tipos de basura	93
Ilustración 9-4:	Grafica Resultados SEIKETSU	94
Ilustración 10-4:	Ubicación hojas de procedimiento	95
Ilustración 11-4:	Ubicación hojas de procedimiento	95
Ilustración 12-4:	Ubicación Tarjetas rojas y verdes	95
Ilustración 13-4:	Carpetas para bitácoras de tarjetas rojas y vedes	96
Ilustración 14-4:	Grafica Resultados SHITSUKE	97
Ilustración 15-4:	Entrega de Check List de Cumplimiento al jefe de Planta	97
Ilustración 16-4:	Check List de cumplimiento realizado por el jefe de Planta	98
Ilustración 17-4:	Charla acerca del Check List de cumplimiento	99

Ilustración 18-4:	Grafica comparativa de los resultados de la 5´S	100
Ilustración 19-4:	Diagrama de Procesos Mejorado	102
Ilustración 20-4:	Value-Stream Map Mejorado	103

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** Diagrama de actividades múltiples inicial
- ANEXO B:** Balanceo De Línea
- ANEXO C:** Evaluación inicial de la herramienta 5S`S
- ANEXO D:** Diagrama
- ANEXO E:** Hoja De Procedimientos De Limpieza Para Marmita
- ANEXO F:** Hoja De Procedimientos De Limpieza Para Tina De Mezcla
- ANEXO G:** Hoja De Procedimientos De Limpieza Para Tanque De Recepción De Leche
- ANEXO H:** Check List Para El Control De Las Herramientas Y Elementos Dotadas A Los Operarios
- ANEXO I:** Base De Datos (KANBAN)
- ANEXO J:** Parámetros (KANBAN)
- ANEXO K:** Tabla Dinámica (KANBAN)
- ANEXO L:** Base De DatoS (KANBAN)
- ANEXO M:** Diagrama De Actividades Múltiples Mejorado
- ANEXO N:** Fotos De Implementación De Las 5`S

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de titulación fue el diseño de un proyecto para el mejoramiento del área de producción mediante un análisis del modelo actual de elaboración de la bebida láctea. Para el primer paso se aplicó el diagrama de Ishikawa para identificar las causas más significativas que generan los problemas de la empresa y posteriormente se priorizó dichas causas mediante la Matriz de Holmes, con la cual se identificaron los tiempos muy altos de producción, el mal manejo de personal y la falta de indicadores como causas que tienen mayor impacto en el aumento de la demanda insatisfecha. El proyecto se centró en la metodología JIT y las herramientas Lean Manufacturing, como son: 5`S, Value Stream Mapping (VSM), KANBAN y el Sistema Pull para establecer las estrategias necesarias para la mejora en el área de recepción de la leche, mezclado de los ingredientes, enfriado de la avena y envase del producto. Además, se emplearán herramientas para el análisis del proceso productivo como son el diagrama de actividades múltiples y el balanceo de líneas para analizar a profundidad las causas mencionadas. Posteriormente se realizó una simulación mediante el uso del Software FLEXSIM, con el fin de comparar el modelo actual de producción y la propuesta del diseño con los problemas corregidos, obteniendo mejoras como el cumplimiento de la metodología 5`S de un 46% a un 85%, se redujo el tiempo necesario en los cambios de turno 43,10 minutos a 12,43 minutos, se incrementó la eficiencia de un 94,33% a 97,33%, de eficacia de un 93,67 a un 95,67% y la productividad desde un 88,33% a 93,67%; logrando así el aumento del número de lotes producidos de 9 a 11 lotes por día. Finalmente, se recomienda el uso herramientas de control y estandarización para mantener las mejoras obtenidas.

Palabras clave: <METODOLOGÍA JIT> <LEAN MANUFACTURING>
<PRODUCCIÓN> <FLEXIM (SOFTWARE)> <INDICADORES>

0441-DBRA-UPT-2023



SUMMARY

The objective of this degree work was to design a research project for the improvement of the production area through an analysis of the current model for the production of the milk beverage. For the first step, the Ishikawa diagram was applied to determine the most significant causes that generate the company's problems and these causes were identified using the Holmes Matrix, where it was found that very high production cycles, poor personnel management and the lack of indicators are the causes of the greatest impact on the increase in unsatisfied demand. The research focused on the JIT methodology and Lean Manufacturing tools, such as 5S, Value Stream Mapping (VSM), KANBAN and the Pull System to establish the necessary strategies for improvement in the areas of milk storage, ingredient mixing, oat cooling and product packaging. In addition, tools for the analysis of the production process such as the multiple activities diagram and line balancing were used to analyze in depth the aforementioned causes. Posteriorly, a simulation was carried out using the FLEXSIM software, in order to compare the current production model and the design proposal with the corrected problems, obtaining improvements such as compliance with the 5S methodology from 46% to 85%, reducing the time required for shift changes from 43.10 minutes to 12.43 minutes, increasing efficiency from 94.33% to 97.33%, effectiveness from 93.67% to 95.67% and productivity from 88.33% to 93.67%; thus increasing the number of batches produced from 9 to 11 batches per day. In conclusion, the use of control and standardization tools is recommended in order to maintain the improvements obtained.

KEYWORDS: <JIT METHODOLOGY>, <LEAN MANUFACTURING>, <PRODUCTION>, <FLEXSIM (SOFTWARE)>, <INDICATORS>.



Mgs. Mónica Paulina Castillo Niama

C.I. 060311780-5

INTRODUCCIÓN

Las empresas y organizaciones se enfrentan a un entorno cambiante, con un mercado globalizado, altamente competitivo y exigente en el que deben mejorar constantemente su productividad y competitividad, la atención al cliente y, por tanto, su rendimiento y resultados.

El enfoque de Lean Manufacturing establece de forma segura, sustentable y sin retrocesos que el proceso de mejora se efectúe, tanto para ayudar a crear una ventaja competitiva, como para impulsar la innovación y para facilitar el crecimiento sostenible.

Actualmente existe un notorio interés en aplicar la metodología Lean Manufacturing y las herramientas Lean por la importancia de los estudios relacionados con la dirección de operaciones ya que, la producción es una de las actividades que genera más costes en cualquiera empresa. Además, el porcentaje del presupuesto dedicado a la función de producción de la mayoría de las empresas presenta muchas variaciones, lo que presenta una buena oportunidad para que las organizaciones mejoren sus ganancias y sirvan a la sociedad.

En este proyecto se usarán varias de las técnicas más destacadas de la metodología Lean Manufacturing como son las herramientas VSM, 5'S Y KABAN todas estas interrelacionadas por la metodología JIT, con el objetivo de poder desarrollar un modelo de producción reformado, eliminando desperdicios y mejorando las condiciones de organización y laborales, a comparación del usado actualmente en la planta de la empresa de lácteos GUSTALA S.A.

CAPÍTULO I

1 DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

La empresa “GUSTALAC S.A” es una compañía ecuatoriana con más de 20 años de historia, comprometidos con el desarrollo del país y el crecimiento de su gente, desde sus inicios su objetivo principal y el de todos los que forman parte de la empresa fue ser líder en la elaboración y comercialización de productos lácteos que se distinguen por ser naturales y de excelente calidad, su enfoque siempre está en ofrecer productos frescos, naturales y de un alto contenido nutricional para sus consumidores, como lo es su producto estrella la bebida láctea “Avena Polaca”, así se han convertido en una compañía ampliamente reconocida, y elegida día a día por millones de familias ecuatorianas.

El centro de operaciones se encuentra en la ciudad de Santo Domingo, corazón del país; por este motivo, comercialmente están presentes en 15 provincias y tiene como meta a largo plazo llegar a más lugares del país, para lograr esta meta mantiene un sistema de producción basado en Buenas Prácticas de Manufactura (B.P.M), Sistemas de gestión de Calidad y personal altamente capacitado.

El término “Lean Manufacturing” apareció en 1990, y se cita en el libro “La Máquina que Cambió el Mundo”, se empleó con el fin de eliminar los desperdicios existentes en los procesos además de brindar a los clientes la mejor calidad, el mejor servicio y la entrega a tiempo al menor costo posible. En la actualidad la filosofía Lean y sus técnicas han generado mayor valor e importancia

Se han transformado en una de las herramientas más útiles para crear ventajas competitivas en las organizaciones, ya que al lograr su aplicación asegura la mejora continua y permite a las empresas reducir costos, mejorar procesos y eliminar desperdicios para aumentar la satisfacción del cliente y mantener los márgenes de beneficio. Desde el surgimiento del Lean Manufacturing han evolucionado diversas técnicas, como 5'S y VSM (Value Stream Mapping), y los tableros Kanban, entre las principales.

1.2 Planteamiento del problema

La fabricación de la bebida láctea “Avena Polaca” en la empresa GUSTALAC S.A empezó de manera artesanal, todo el proceso sufrió cambios con el paso del tiempo hasta llegar a ser una planta semi industrializada, sin embargo, carece del uso de una metodología que permita tener un control sobre los parámetros de la línea de producción como son los tiempos de espera, movimientos incensarios o repetitivos entre las diferentes áreas de trabajo y un transporte adecuado de la materia prima.

Mediante investigación de campo realizada en la línea de producción, junto al jefe de la planta, se determinó que, dentro de las áreas de recepción de la leche; mezcla de ingredientes; enfriamiento de la avena y envase del producto existen desperdicios Lean Manufacturing (tiempos de espera, movimientos y transporte), esto se debe a que no existe señalización en el piso para delimitar las áreas de trabajo, la ausencia de una herramienta que controle el estado de la producción y la materia prima requerida por cada lote deba ser transportada de manera adecuada y sea registrada.

Como consecuencia, el aumento del tiempo de producción hace que los empleados requieran una jornada laboral mayor a 8 horas debido a que el cumplimiento de la demanda es del 60% esto conduce a altos costos de producción, además algunas instalaciones no cuentan el espacio necesario como es el caso del almacenamiento del producto terminado en el tanque frío para posteriormente ser envasado por lo que impide el aumento de la productividad en la línea de producción. Es por esto por lo que se planteó el proyecto de ingeniería denominado: DISEÑO DE UN PROYECTO PARA EL MEJORAMIENTO DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN USANDO HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LA EMPRESA GUSTALAC S.A.

1.3 Formulación del problema

¿De qué manera el uso de las herramientas Lean Manufacturing mejoran del proceso actual de producción de la bebida láctea “Avena Polaca”?

1.4 Localización del proyecto

El actual proyecto se desarrolló en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo, Parroquia Abraham Calazacón en la empresa de lácteos “GUSTALAC S.A, en la planta central de producción.

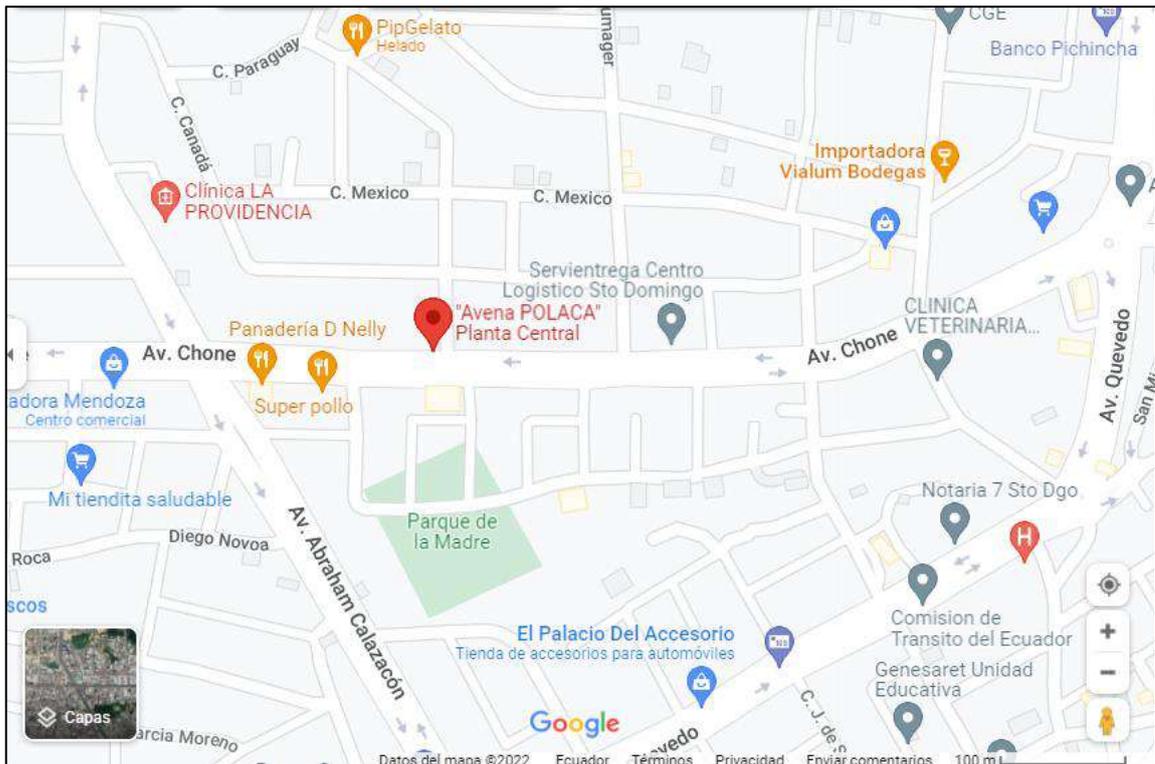


Ilustración 1-1: Ubicación empresa "GUSTALAC S.A"

Fuente: (Google Maps,2022)

1.5 Justificación

1.5.1 Justificación Práctica. –

El proyecto técnico busca mediante la aplicación de teoría y técnicas de ingeniería de métodos y tiempos, aplicación de software de simulación como también herramientas Lean Manufacturing, encontrar una solución a los problemas que afecta a la empresa. Esto permitirá analizar el proceso actual de elaboración de la avena POLACA y mejora que se pretende alcanzar en este proyecto. La razón para aplicar Lean Manufacturing en esta empresa se justifica debido a que es una filosofía que funciona, crece y une a toda la organización en un objetivo común, el cual no solo mejora la productividad, también crear valor para el cliente, para la empresa y para la sociedad, creando un flujo continuo de procesos, redefiniendo el flujo de trabajo y tratando de reducir el tiempo de inactividad, estableciendo un flujo de materiales e información óptimo, disminuir la variabilidad en los proceso, a medida que mejoran los métodos de producción y se reducen los costos de producción.

1.5.2 Justificación Metodología. –

En la actualidad la metodología JIT sin duda es una de las mejoras para identificar los problemas, eliminar desperdicios y simplificar los procesos y si a esto agregamos las herramientas Lean Manufacturing se consigue crear un sistema de control y análisis de la producción que produzca resultados veraces, es porque se decidió usar estos dos elementos en este proyecto en específico. Mediante el uso de la metodología JIT y la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing en el proceso de producción como son: VSM, 5'S y Kanban se pretende mejorar la productividad a través del diseño de un proyecto que optimice la producción de la bebida láctea Avena Polaca. Los resultados obtenidos por las herramientas permitirán realizar un análisis metódico de los procesos productivos y así proponer a la empresa acciones correctivas ante las actividades que no generen valor. Controlar el aspecto sucio y desordenado dentro de la planta de producción a través del uso de un Check List de evaluación, la delimitación del espacio de trabajo y de máquina, señalización de pasillos y elementos de seguridad, como también el uso eficiente de los recursos y materiales. Inspeccionar y registrar el estado de la producción permitiendo al operador visualizar el flujo y la carga de trabajo acorde a la producción planificada a través del flujo de información mediante los tableros Kanban.

1.6 Beneficiarios

1.6.1 Beneficiarios Directos.

Se consideran como beneficiarios directos a los inversionistas y socios de la empresa GUSTALAC.S. A ya que la implementación del nuevo modelo de producción reducirá el déficit de entrega de pedidos que tiene actualmente la empresa, además de incrementar la productividad de esta.

1.6.2 Beneficiarios Indirectos.

Se consideran como beneficiarios indirectos de este proyecto a los clientes actuales y a los potenciales que dispondrán de las entregas completas y a tiempo en todos los pedidos que realicen

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Diseñar de un proyecto para el mejoramiento del área de producción usando herramientas Lean Manufacturing en la empresa GUSTALAC S.A.

1.7.2 Objetivos específicos

- Analizar el modelo de producción actual de la empresa GUSTALAC S.A para encontrar las causas, actividades que no generan valor y los factores responsables de los problemas mediante la herramienta VSM.
- Determinar a través de un diagrama de actividades múltiples el porcentaje de rendimiento de máquina y de operado para disminuir los tiempos de ocio en las diferentes áreas de trabajo.
- Diseñar un modelo de mejora a través de la metodología 5'S enfocado a la organización en las distintas áreas de trabajo mejorando la productividad y el ambiente laboral.
- Gestionar la realización de las actividades en la línea de elaboración de avena polaca usando un sistema de organización visual del flujo de trabajo (Tablero Kanban).
- Evaluar los resultados del modelo de producción mejorado a través del software FLEXSIM y comparar los valores de rendimiento y productividad actual vs mejorado determinando si existe diferencia significativa con el uso de las herramientas Lean Manufacturing.

CAPITULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Lean Manufacturing

Lean Manufacturing o manufactura esbelta se entiende como la búsqueda de mejorar el sistema de producción mediante la eliminación de desperdicios, es decir, todas las acciones que no agregan valor al producto y el cliente no están dispuesto a pagar. Se puede pensar en Lean Manufacturing como un conjunto de herramientas desarrollado en Japón que, en parte, está inspirado en los principios de William Edwards Deming (Rajadell, 2021 pág. 2).

El Dr. Deming ha propuesto catorce principios fundamentales para la gestión y transformación empresarial, sus conceptos aplicados en diversas empresas industriales y de servicios; Su metodología integra el uso de herramientas estadísticas y transforma la cultura corporativa para lograr calidad y productividad (Villaverde, 2012 pág. 16).

También describió sus métodos para lograr la calidad y la productividad en sus "Catorce principios de gestión", que en conjunto proporcionan un marco de acción y permiten la gestión de instalaciones para la planificación a largo plazo. Aceptar y comprender los Catorce Principios requerirá el compromiso de la gerencia para cambiar la forma en que pensamos y actuamos (Villaverde, 2012 pág. 16).

Esta metodología se basa en reducir y eliminar actividades que no agregan ni crean valor al producto o servicio desde el punto de vista del cliente final. Dicho producto y/o servicio deberá ser suministrado en la cantidad y calidad requerida cuando se requiera a un precio competitivo aceptable para el cliente. Lean Manufacturing enfoca los ya reducidos recursos de la empresa, principalmente en el talento humano, para mejorar los procesos y la velocidad de los procesos, eliminando todo tipo de desperdicio a través de la mejora continua y aplicar herramientas que apoyen este enfoque en el pensamiento y la producción. (Linares, 2018 pág. 19).

BENEFICIOS DE LEAN APLICADO A LA EMPRESA		
EMPRESA	EMPLEADOS	CLIENTES
Productividad: Aumento del 30% al 120%.	Fuerza de trabajo más productiva, capacitada, Competente y eficiente.	Aumento en los tiempos de respuesta a órdenes y Requerimientos.
Lead Time (Tiempo desde que se recibe la orden hasta que se entrega) Reducción del 40% al 80 %.	Comunicación más efectiva y Coordinada a lo largo de toda la organización.	Aumento en la flexibilidad en los pedidos (tamaño de lote, Referencias, etc.)
Manufatura/Costo del producto: Disminución del 40% al 80%.	Equipos de trabajo más Efectivos.	Entrega de producto terminado a tiempo.
Espacio Libre: Aumento del 30% al 50%.	Reducción de la necesidad de Supervisar los empleados.	Incremento en la confianza del Cliente.
Desarrollo de Nuevos Productos: Reducción del Tiempo del 30% al 50%.	Ambiente laboral mejorado y enriquecido.	
Costos de Calidad: Disminuyen entre el 50% al 60%.	Aumento en la motivación.	
	El trabajo se desarrolla en condiciones más seguras y saludables.	

Ilustración 1-2: Beneficios del Lean Manufacturing

Fuente: (Linares, 2018 pág. 20)

2.1.1 Objetivo del Lean Manufacturing

La manufactura esbelta tiene como objetivo crear procesos que implementen sistemas de producción que operen en función de los pedidos de los clientes y sus niveles de demanda sin interrupción y al menor costo. Aumentar la productividad eliminando actividades que no agregan valor, reduciendo el tiempo y los costos de producción es una mejora continua (Jácome, 2018 pág. 26).

Según Bednarek y otros (2017), menciona lo siguiente:

Lean es:

- Optimización y ahorro de materia prima y resto de materiales.
- Control y uso moderado de la energía

Estos objetivos son el resultado al momento de poner en práctica la aplicación de los principios básicos de Lean Manufacturing y son:

- Minimizar el costo de producción hasta lograr una diferencia significativa ahorrando el uso excesivo de materia prima y evitando mayor desperdicios.
- Controlar el rendimiento de las máquinas y equipos para mantenerlas en buen estado y así evitar paro de la producción (Bednarek, y otros, 2017 pág. 27).

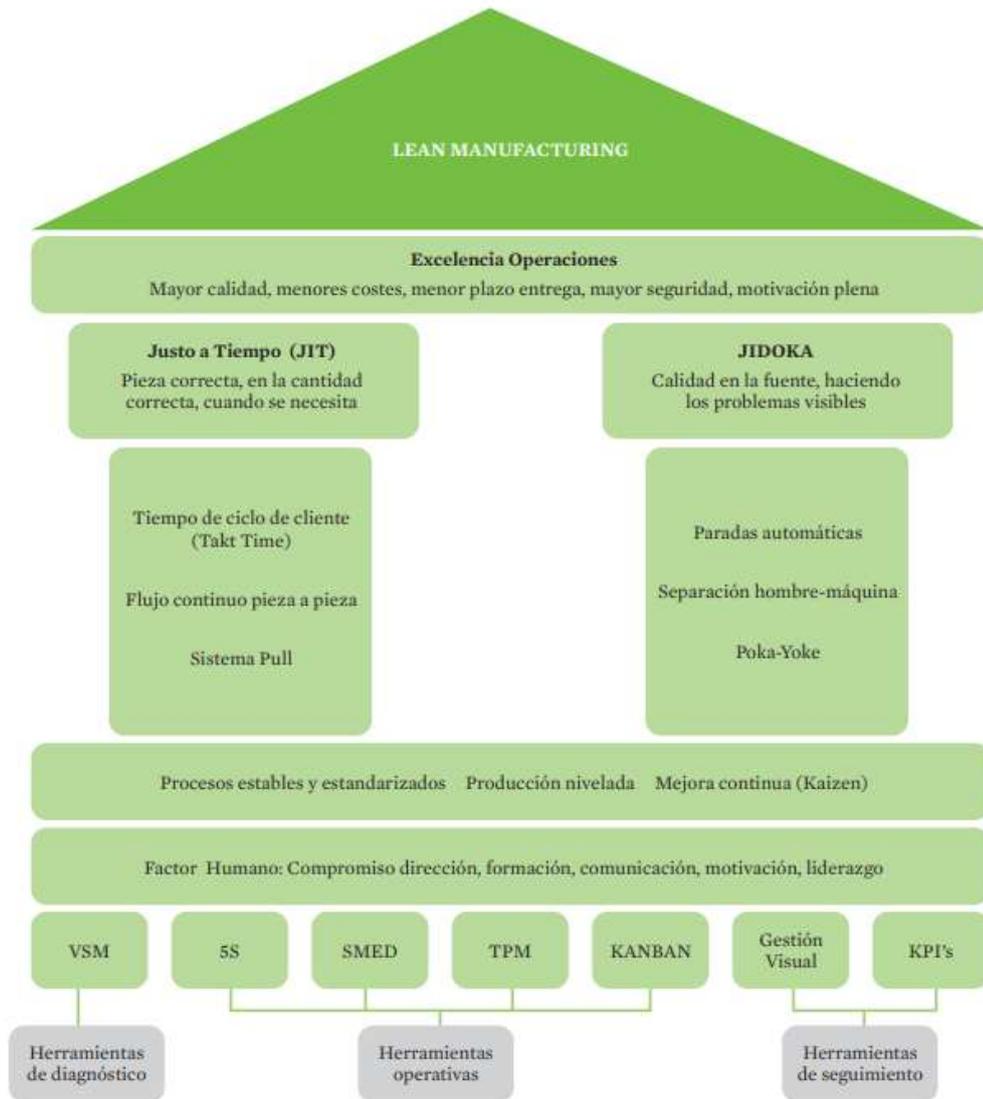


Ilustración 2-2: Estructura de Lean Manufacturing

Fuente: (Hernandez, y otros, 2013 pág. 18)

2.1.2 Desperdicios en el Lean Manufacturing

Cualquier beneficio que se pueda lograr mediante el uso de estas herramientas o métodos debe centrarse en mantener y aumentar la preferencia del cliente. Esta disciplina de trabajo implica trabajar en todos los aspectos de la llamada "cadena de valor", reduciendo y eliminando desperdicios para reducir costos o gastos innecesarios, aumentando así el flujo de los procesos de la cadena productiva (Linares, 2018 pág. 21).

ACTIVIDADES	RECURSOS QUE NO APORTAN VALOR
Sobreproducción: Exceso de producción, puede ser producto de una mala previsión, programación o control de ventas y producción.	Productos que ya nadie quiere, proyectos que no llegan a realizarse y servicios que ya nadie está buscando.
Inventario: Que excede los requerimientos para producir bienes o servicios.	Equipamientos o materiales parados, en espera de usarse y almacenarse para un largo período.
Transporte de materiales: Pérdidas por exceso en el transporte interno, inadecuadas ubicaciones y maquinaria de proceso.	Procesos con varios desplazamientos entre departamentos y documentos con transportes innecesariamente largos.
Tiempos de espera: Tiempo muerto que se produce cuando dos variables independientes del proceso no están sincronizadas.	Espera para recibir la atención de un empleado disponible o una recepcionista esperando poder atender clientes.
Procesos inadecuados: Esfuerzo que no agrega nada al criterio de valor del cliente, mejoras que son invisibles y sin valor al cliente.	Proceso innecesariamente complejo/farragoso. Formularios similares rellenos por áreas diferentes pero con los mismos datos.
Movimientos de personal: Movimiento de gente o de máquinas que no contribuyen al valor agregado o ubicación errónea.	Empleados que deben caminar grandes distancias por falta de organización. Viajes con poco o ningún rendimiento efectivo.
Falta de calidad y reparaciones: Parte de un proceso o producto que deben reacondicionar o reciclar/destruir porque no reúnen las condiciones de calidad.	Contrato cuya elaboración exige continuas rectificaciones. Tratamiento de un cliente que no se ajusta a lo que pedía.

Ilustración 3-2: Actividades que no generan valor

Fuente: (Linares, 2018 pág. 22)

2.1.3 Principios del Lean Manufacturing

Esta metodología debe implementarse en todos los niveles de trabajo y áreas comerciales, permitiendo que todos acepten el trabajo común, en lugar de tratarlo como una imposición. Esta nueva forma de pensar requiere que el valor fluya hasta el cliente (Linares, 2018 pág. 23). De acuerdo con los planteamientos y objetivos propuestos consta de las siguientes fases:



Ilustración 4-2: Principios del VSM

Fuente: (Linares, 2018 pág. 23)

Los 5 principios del lean Manufacturing según (Linares), se define de la siguiente manera:

1. Definir el valor: se refiere a los productos desde el punto de vista del cliente. Define cuales son las referencias, requerimientos, componentes y tecnología que buscan el cliente para solucionar su problema, no solo el producto mismo que produce la empresa.
2. Identifique el flujo de valor: definición de los flujos de valor basado en la definición de operaciones básicas para los diversos componentes del producto. Los residuos que se encuentren deben eliminarse, esto no aumenta el valor del producto final para el cliente, no todo es inevitable y el resto debe eliminarse de inmediato.
3. Crear flujo de valor: el mapeo del flujo de valor sirve como una herramienta para comprender los procesos e identificar los desperdicios. También nos permite encontrar diferentes fuentes de valor donde podemos crear una ventaja competitiva siguiendo el proceso desde la materia prima hasta el consumidor. Este flujo de valor nos muestra la secuencia y el movimiento de lo que los clientes finales valoran como parte de sus necesidades. Esto incluye los documentos, información y procesos que contribuyeron a su adquisición.
4. Facilitar el Pull: con el flujo de valor realizado, se puede comenzar la producción, solo podrán comenzar la producción cuando el cliente solicite la cantidad necesaria para cumplir con la demanda requerida.
5. Busque la perfección: mantener productos de calidad para satisfacer la demanda requerida por el cliente y ganando reconocimiento en el mercado (Linares, 2018 pág. 24).

2.2 Herramientas del Lean Manufacturing

2.2.1 Value Streaming Mapping (VSM)

El primer paso para que una empresa avance hacia la manufactura esbelta es saber cómo fue comenzar. No es posible emprender el proceso de mejora si no se sabe por dónde empezar, cómo actuar, qué recursos se necesitan, etc. La forma de autoevaluarse es crear un mapeo de flujo de valor o "mapa de flujo de valor" que permita extraer conclusiones que formarán la base para futuras mejoras organizacionales (Villaseñor, y otros, 2019).

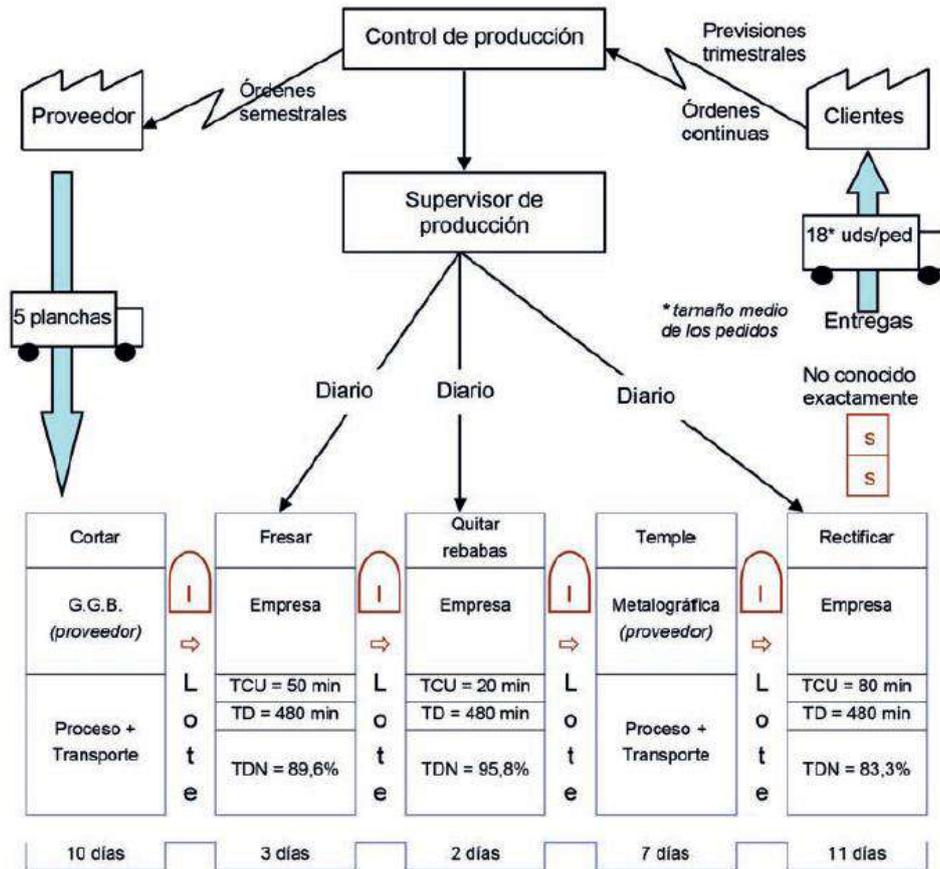


Ilustración 5-2: Ejemplo de Value Stream Mapping

Fuente: (Rajadell, 2021 pág. 50)

El VSM es una herramienta que, a través de íconos y gráficos, muestra en una sola figura la secuencia y el flujo de materiales y la información de todos los subconjuntos de la cadena de valor, incluidos el producto, los fabricantes, los proveedores y la distribución a los clientes (Villaseñor, y otros, 2017 pág. 148).

A través de esta técnica se puede mostrar el proceso de producción desde la adquisición de la materia hasta el producto terminado, de esta manera se puede identificar y eliminar los desperdicios en la cadena de producción y logística.

2.2.3 Simbología para el flujo de materiales

Para establecer un VSM, se inicia con un mapa de la situación actual de la empresa enfocado al flujo de materiales que permite identificar todos los procesos dentro de la línea de producción, para el caso de flujo de materiales se utiliza los siguientes símbolos:

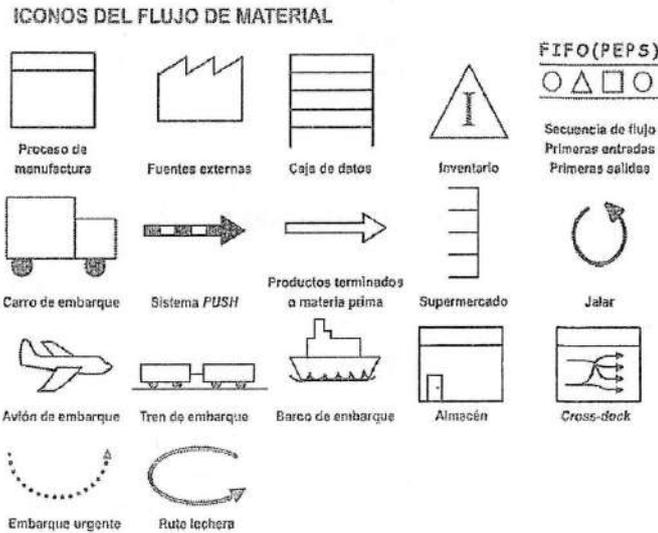


Ilustración 8-2: Simbología e íconos para el flujo de materiales

Realizado por: (Villaseñor, y otros, 2019 pág. 47)

2.2.4 Simbología para el flujo de información

Para el flujo de información que existe entre los clientes, la planta y los proveedores se debe tener en cuenta si la comunicación es de forma electrónica o de forma presencial, teniendo en cuenta también la existencia de un sistema Kanban o sistema de producción programada, para la identificación del flujo de información se utiliza los siguientes símbolos:



Ilustración 9-2: Simbología e íconos para el flujo de información

Realizado por: (Villaseñor, y otros, 2019 pág. 47)

Los beneficios de realizar el mapeo flujo de valor, (Santos, y otros), menciona los siguientes:

- Proporciona un lenguaje común para hablar de procesos
- Proporciona mejor visualización para identificar problemas como desperdicios y cuellos de botella.
- Herramienta de comunicación muy eficaz
- Muestra la relación entre flujo de información y flujo de materiales (Santos, y otros, 2015 pág. 114)

2.2.5 La metodología 5'S

Se puede definir que la metodología 5´S tuvo un origen en Japón, específicamente en la Empresa Toyota debido a que este entorno industrial presentó como objetivo, el tener un ambiente ordenado y con instalaciones que se encuentre en óptimas condiciones, lo que permite a futuro generar una mayor productividad y fomentar el mejoramiento del entorno laboral.

Permitiendo de esta manera establecer que el aspecto esencial y básico de la implementación de esta metodología, la cual se enfoca en el mejorando del orden y de la limpieza de todas las instalaciones como también de las distintas áreas de trabajo, no obstante, esta metodología también ayuda a la optimización de los recursos y eliminación de desperdicios en el entorno laboral de la empresa en cuestión (Sánchez, Radajell, 2018 pág. 48).

2.2.5.1 Objetivos de las 5´S

Los siguientes objetivos tiene un enfoque en el mejoramiento según Sánchez (2018), en la implantación de las 5´S:

- La escasez de higiene en los diferentes establecimientos dentro de la empresa, lo cual genera una mala presentación e imagen.
- Falta de organización en los diferentes espacios, ya sea en áreas comunitarias, tránsito y de almacenamiento de herramientas o material, etc.
- Elementos de la empresa en mal estado, es decir luces, servicios, entre otros.
- Falta de elementos instructivos dirigidos a toda la comunidad, es decir que mantengan un alto nivel de comprensión.
- Falta de interés o motivación referente al campo de trabajo en la comunidad laboral.
- Ineficiencia en espacios físicos designados para el almacenamiento. (Sánchez, Radajell, 2018 pág. 48).

2.2.5.2 *Beneficios de la implementación de la metodología 5'S según Sánchez (2018), son:*

- La presencia de una correcta higiene, limpieza y orden es una de las ventajas principales, por lo que debería convertirse en un hábito diario.
- La aplicación de esta metodología establece una instancia de colaboración y trabajo en equipo debido al establecimiento metas alcanzables para el grupo laboral designado.
- Los resultados se pueden evidenciar a corto plazo, es decir que su plan de ejecución se encuentra en aplicación máximo tres meses (Sánchez, Radajell, 2018 pág. 48).

2.3 Fases de implantación de las 5'S

Las cinco 5'S se dividen o clasifican en:

SEIRI Separar y eliminar	SEITON Arreglar e identificar	SEIDO Proceso diario de limpieza	SEIKETSU Seguimiento de los primeros 3 pasos, asegurar un ambiente seguro	SHITSUKI Construir el hábito
Separar los artículos necesarios de los no necesarios	Identificar los artículos necesarios	Limpiar cuando se ensucia	Definir métodos de orden y limpieza	Hacer el orden y la limpieza con los trabajadores de cada puesto
Dejar solo los artículos necesarios en el lugar de trabajo	Marcar áreas en el suelo para elementos y actividades	Limpiar periódicamente	Aplicar el método general en todos los puestos de trabajo	Formar a los operarios de cada puesto para que hagan orden y limpieza
Eliminar los elementos no necesarios	Poner todos los artículos en su lugar definido	Limpiar sistemáticamente	Desarrollar un estándar específico por puesto de trabajo	Actualizar la formación de los operarios cuando hay cambios
Verificar periódicamente que no haya elementos no necesarios	Verificar que haya "un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"	Verificar sistemáticamente la limpieza de los puestos de trabajo	Verificar que exista un estándar actualizado en cada puesto de trabajo	Crear un sistema de auditoría permanente de planta visual y 5s

Ilustración 10-2: Etapas de las 5'S

Fuente: (Hernandez, y otros, 2013 pág. 41)

2.3.1 Eliminar (Seiri)

Hablar de los métodos de las 5'S, tenemos como uno de los principales a la clasificación y eliminación de los diferentes elementos que no sean considerados como necesarios para el desarrollo de las diferentes actividades a realizar dentro del área o campo de trabajo. Por lo cual

esta se enfoca en la separación de los aspectos y elementos que sí y no se encarguen del control del flujo de los aspectos que generen obstrucciones y desperdicios innecesarios, a continuación, se describe algunos aspectos:

- El aumento del mal uso de manipulaciones y transportes.
- Incidentes personales dentro del ámbito laboral.
- Falta de eficiencia en búsqueda de elementos.
- Antiguados, no necesarios o útiles, etc.
- Insuficiencia del espacio físico designado (Chavez, 2018 pág. 10).

2.3.2 Ordenar (Seiton)

Es claro que el orden es un elemento clave en esta metodología, debido a que, por medio de una correcta organización de cada uno de los aspectos o elementos, se logra establecer una clasificación positiva, permitiendo que se genere un ahorro y eficacia del tiempo al momento de la búsqueda de estos. Es así como se debe establecer e identificar que un orden adecuado permite una comodidad y facilidad para la persona, ya que la ubicación y posición debe tener una justificación en base a su uso y necesidad. No obstante, si no se mantiene esta acción, está dando espacio al llamado Seiton que se refiere al "lo pongo mañana", que tiende a ser el comienzo del desorden y caos, por lo que para una buena implementación de esta metodología se debe tener en cuenta que: (Socconini, 2019 pág. 132)

- Mantener vigentes elementos de ayuda gráfica, es decir señalizaciones fuera y dentro de las diferentes áreas de trabajo, transporte y almacenamiento.
- Establecer un espacio físico que cumpla con las necesidades de cada actividad.
- Evitar de una manera radical los duplicados.

2.3.2.1 Los beneficios del Seiton se pueden ver en aspectos tales como:

- Establece una facilidad y ahorro de tiempo al momento de acceder a los artículos.
- Genera mejoras en la productividad de la empresa o industria.
- Fomenta la seguridad de los artefactos y trabajadores de esta.
- Facilita el acceso y localización de la información requerida (Socconini, 2019 pág. 132).

2.3.3 Limpieza e inspección (Seiso)

El Seiso hace referencia a la limpieza, es decir la revisión de cada uno de los espacios que se encuentran en el entorno laboral, con el fin de identificar el fuguai (defecto) y erradicarlo. En

otras palabras, Seiso se refiere al análisis preventivo de errores y altercados que se puedan desarrollar dentro del entorno laboral. (Fernández, 2019 pág. 39).

2.3.3.1 La aplicación de Seiso incluye:

- Incluir la higiene y limpieza en las actividades laborales diarias.
- Considerar a la limpieza como una actividad controlada necesaria para todos.
- Enfocarse en la eliminación de los desechos y suciedad y en las consecuencias que puede generar a futuro un mal manejo de estos.

2.3.3.2 Las ventajas de Seiso se reflejan en aspectos como:

- Disminución de las posibilidades de accidentes registrados.
- Utilización correcta de dispositivos, permitiendo el incrementar la vida útil de estos.
- Disminución en el índice de averías o fallas.
- Resultados favorables a futuro del correcto accionar. (Fernández, 2019 pág. 39).

2.3.4 Estandarizar (Seiketsu)

El método Seiketsu tiene un enfoque muy claro, debido a que permite que los procedimientos y actividades se establezcan a los objetivos por medio de la aplicación de las tres primeras “S”, ya que se optimiza las actividades si se las realiza en los tres períodos mencionados anteriormente, con el fin de establecer una estabilidad a largo plazo. Esta metodología establece una estrecha relación con control y detalle de la aplicación de un proceso, es decir que la organización y secuencia sean fundamentales (Villaseñor, y otros, 2019 pág. 81).

No obstante, la normalización es la encargada de mencionar el dónde y cuándo se deben realizar cada una de las actividades, sin excluir el ámbito de la limpieza y control, por medio de las inspecciones correspondientes, las cuales se las realizan ya sea a elementos de planta, es decir fijos como maquinaria y equipo, sino que también a la transferencia de artículos. Por lo que se establece como los más favorables, seguros y convenientes a los estándares básicos, es decir una imagen, escritos o documentación, incluso a los diseños de las ayudas graficas. (Sánchez, Radajell, 2018 pág. 59)

Sin embargo, si se llega a cometer un comportamiento erróneo o errático (el enemigo del Seiketsu), generará que al momento de aplicar la táctica “hoy sí y mañana no”, probablemente los días de problemas se vayan incrementando progresivamente.

2.3.4.1 *Las aplicaciones de Seiketsu incluyen:*

- Conservar los estándares alcanzados por medio de las tres primeras “S”.
- Generar y realizar las metas de higiene y sus respectivos controles.
- Fomentar la difusión de la importancia de la aplicación de estos estándares.
- Reconocer los beneficios del Seiketsu en el incremento de conocimiento de las instalaciones, establecimiento de hábitos de limpieza y en el cambio positivo del tiempo de intervención de los diferentes inconvenientes. (Villaseñor, y otros, 2019 pág. 89).

2.3.5 **Disciplina (Shitsuke)**

Shitsuke se lo puede definir como ese procedimiento que tiene como objetivo la consolidación de las metas cumplidas en base a la aplicación de las primeras “S”, ya que, si se requiere asegurar y sobre guardar la eficacia del proceso y de los resultados positivos a largo plazo, se debe cumplir con los tres pasos expuestos anteriormente. Es más, la estandarización es la encargada de introducir los aspectos esenciales, es decir a la organización y seguimiento dentro de la aplicación de un procedimiento o tarea (Socconini, 2019 pág. 133).

2.3.6 **KANBAN**

La definición de esta herramienta Lean según (Sánchez, Radajell, 2018 pág. 94) se refiere al: Sistema de planificación y control de producción síncrono, llamado Kanban, el cual está fundamentado en las tarjetas (conocidas en japonés como Kanban, a pesar de que se puede referir a diferentes señales), las mismas que se refieren a todos los procesos encargados del descarte de conjuntos, los mismos que son necesarios para realizar los procesos previos y con corto tiempo de iniciación de productividad, donde se debe establecer una sincronía en la separación de las partes y ensambles, es decir que cada uno de los caminos de los materiales de los proveedores estén correctamente conectados con los ingresos de la fábrica o industria, dentro de este se puede identificar a dos tipos de Kanban y son:

- El primero es el Kanban de producción, el cual se encarga de señalar el qué y cuánto de una producción de un próximo proceso
- El segundo es el Kanban de envío, el cual se enfoca en el detalle de los elementos retirados o separados del proceso pasado.

Objetivos de las técnicas Kanban

- Facilitar la labor administrativa, es decir la organización productiva y la emisión de pedidos de suministro a los proveedores.
- Controlar y disminuir los estándares del registro, es decir que la aseguración de cada una de las operaciones producidas únicamente de las actividades del proceso siguiente.
- Fomentar el desarrollo de los métodos y disminuyendo el registro de la reducción de desperdicios y la eficacia al encontrar problemas, como averías, defectos, etc.
- Ejecutar el sistema de control intuitivo, el mismo que permitirá identificar con facilidad a las diferentes problemáticas en la producción, es decir que se proporcionará un mejor flujo dentro de la producción continua, logrando obtener un resultado favorecedor de estabilidad del proceso y del sistema Pull. (Fernández, 2019 pág. 41)



Ilustración 11-2: Esquema del sistema Kanban

Realizado por: (Hernandez, y otros, 2013 pág. 76)

2.3.6.1 Reglas Kanban

Lo más importante para la aplicación de los tableros Kanban es conocer todo lo que se necesita del producto desde el pedido hasta su entrega, una vez comprendido cómo funciona el flujo del trabajo actualmente en la empresa se puede hacer las mejoras y ajustes necesarios.

- **REGLA 1**

Se considera como primera regla a la prohibición de salida de material averiado a los procesos subsiguientes. Debido a que la producción de los elementos con materiales defectuosos genera que se incluya mayor tiempo en su producción ya que cada una de las etapas (maquinaria, trabajadores) se deba dar un nuevo control de defectos, lo que afecta a los costos indirectos de fabricación. (JIDOKA)

- **REGLA 2**

Como segunda regla se presenta a los siguientes procesos que presenten necesidades necesarias, es decir que no se puede suministrar material una tarjeta Kanban, por lo que los elementos que sean solicitados no puedes sobrepasar el número de Kanban aprobados, ya que es una normal que cada etiqueta Kanban debe estar acompañada de un elemento o artículo.

- **REGLA 3**

Se establece como tercera regla al procesamiento de cantidad de elementos exactos solicitados por el proceso siguiente, es decir que se debe producir en secuencia exacta.



Ilustración 12-2: Etapas de la regla 3 Kanban

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

- **REGLA 4**

El balanceo de producción es la cuarta regla, ya que se debe establecer un equipo de trabajo, donde se pueda llegar a producir el número de elementos en el tiempo y estados requeridos.

- **REGLA 5**

En la quinta normal se debe mantener siempre la atención en que Kanban es una metodología de evadir ciertas especulaciones, debido a que es la fuente de los datos que permite la producción y transporte.

- **REGLA 6**

La regla seis menciona que se debe estabilizar y racionalizar el proceso, por medio de la estandarización de los procesos a realizar. (Jácome, 2018 pág. 14).

2.3.7 Tipos de Tarjetas Kanban

Se establece que las tarjetas Kanban son las encargadas de convertirse en el medio de comunicación que agiliza las diferentes ordenes de producción o fabricación entre los diferentes puestos o estaciones de labores, podemos lograr analizar que en si estas tarjetas son las encargadas de la recopilación de la información, como por ejemplo al recogen diferente información, como al código de la pieza a fabricar, la denominación, colocación del enfoque de procedencia de las piezas, además también se detalla en la recopilación al lugar donde y cuanto se fabrica y cuales se almacenan, entre otras. (Hernandez, y otros, 2013 pág. 76)

KANBAN	
CÓDIGO Art. 63 10 2200	
DESCRIPCIÓN PLA 63x10x2200	
Cantidad a fabricar	Consumo promedio
50	100
Cantidad de Tarjetas KANBAN	
2 de 2	
Almacén Estanto:	
A 02	
Material:	
63x11	

Ilustración 13-2: Ejemplo de tarjeta Kanban

Fuente: (Hernandez, y otros, 2013 pág. 76)

En el ejemplo de la tarjeta Kanban se puede apreciar el orden de la producción y la cantidad que se necesita fabricar, controlando la producción excedente.

Se presenta los dos tipos de Kanban:

- Como uno de los tipos de Kanban está el de producción, que se refiere a la especificación del qué y cuánto de la fabricación para el siguiente proceso.
- El segundo tipo de Kanban es el de transporte, que se enfoca en señalar el qué y cuánto material se debe segregar del proceso pasado.

No obstante, es esencial presentar a una de las aportaciones claves de esta metodología, es decir el uso de las tarjetas con el objetivo de sobre guardar el material comercializado, permitiendo una disminución de los stocks no convenientes (Hernandez, y otros, 2013 pág. 77). Por lo que esta aplicación de las tarjetas es la encargada de especificar la cantidad de trabajo en los diferentes campos laborales.

2.3.7.1 Kanban de Producción

Se enfoca al tipo y a la cantidad a producir acorde a sus respectivas características y al proceso posterior como el número de piezas por contenedor, descripción del producto, punto de almacenamiento, y es de uso generalizado este tipo de tarjetas Kanban (Cabrera, 2018).

2.3.7.2 Kanban de transporte o retiro de material

Indica la cantidad necesaria que se debe reponer para continuar con el proceso de producción en sus diferentes áreas además va agregado la información necesaria como número de piezas, orden de la tarjeta Kanban, donde comienza y donde termina y descripción del producto (Cabrera, 2018). No obstante, es esencial presentar a una de las aportaciones claves de esta metodología, es decir el uso de las tarjetas con el objetivo de sobre guardar el material comercializado, permitiendo una disminución de los stocks no convenientes (Hernandez, y otros, 2013 pág. 77). Por lo que esta aplicación de las tarjetas es la encargada de especificar la cantidad de trabajo en los diferentes campos laborales.

2.3.8 Plan agregado de producción

Es el plan de acción estratégico para el desarrollo de la empresa optimizando cada uno de los recursos y variables como es la mano de obra, capacidad de la empresa, costos y el pronóstico de la demanda, examinando de diferentes formas el tipo o modelo productivo más adecuado para la empresa (Molina, 2013 pág. 64).

2.3.8.1 Plan agregado de producción con inventario cero

Está enfocado en encontrar una estrategia de igualar o perseguir la demanda, como al momento de contratar o despedir personal se requiere el cumplimiento de producción acorde a la demanda por lo que no hay costos asociados a inventarios y faltantes. Se utiliza en empresas que no les conviene tener inventarios por las características que posee el producto.

2.3.9 Layout

Layout o también llamado distribución de planta, es la ordenación física de los factores y los elementos que intervienen en la línea de producción o sistema productivo ya sea dentro del área de producción o entre diferentes departamentos de trabajo. También se encarga de la ordenación de los espacios necesarios dando un adecuado movimiento de los trabajadores como de la materia prima y el almacenamiento (Basantes, 2019 pág. 24).

Tiene como principal objetivo el ordenar materiales, materia prima, máquinas y también el servicio auxiliar de transporte en casa de ser necesario, depende de la empresa y del tipo de producto que se vaya a producir, mejorando el ambiente laboral siendo un lugar más seguro y satisfactorio para el trabajo óptimo de los empleados (Basantes, 2019 pág. 24).

2.3.9.1 Ventajas del Layout

- Incremento de la producción disminuyendo retrasos por transporte de materia prima o materiales
- Aumento de seguridad para los trabajadores
- Espacios adecuados para la manipulación de la maquinaria}
- Mejor control y supervisión de la producción
- Menor congestión entre áreas de trabajo
- Facilidad de adaptación para nuevos cambios (Basantes, 2019 pág. 25).

2.3.10 Sistema PULL

El sistema Pull o halar permite a la empresa producir en base a la demanda del cliente para ser entregados en el tiempo justo y con la cantidad requerida, a su vez elaborar productos de calidad con la cantidad necesaria de materia prima y contar con un inventario de productos terminados evitando desperdicios y pérdidas en los costos de producción. Por lo tanto, el ciclo del sistema

Pull tiene como objetivo lograr que la demanda atraiga a la producción y no la producción atraiga a la demanda (Vargas, Jiménez, Toro, & Yeidy, 2019, pág. 4).

La producción en una empresa al aplicar el sistema Pull se da en grandes lotes basándose en la demanda diaria que existe por parte del cliente, además funciona como un flujo de información y flujo de materiales de forma secuencial en el proceso de producción. Funciona en base a dos flujos de información el primero se base en las previsiones para lanzar un primer plan maestro de producción y el segundo flujo informa a la línea de producción el producto que debe reponerse (Ruiz de Arbulo, Zarrabeitia, Meaza, & Diaz de Basurto, 2010, pág. 3)

2.3.11 Takt time

Es el tiempo necesario para llevar a cabo una operación o completar una tarea dentro una línea de producción, creando beneficios para la empresa como:

- Cumplimiento de la demanda y satisfacción del cliente
- Reducción de los costos de producción
- Aumento en la capacidad de producción

Para que el takt time se lleve a cabo debe estar sincronizado los ritmos de producción y ventas (Martínez & Colorado, 2017, pág. 61).

Tiempos de ciclo

Se define como tiempo de ciclo a la frecuencia con la que una parte o un proceso en particular dentro de la línea de producción es completada. Es decir, si una persona al realizar una tarea por ejemplo pintar una mesa en 15 minutos se cumple un tiempo de ciclo puesto que deberá continuar con el siguiente proceso para obtener un producto de calidad (GEMBA ACADEMY, 2016, pág. 2).

2.3.12 Metodología Just in Time

El sistema “Just in Time” en si se refiere a la metodología enfocada en la organización de la producción, es decir, que se basa en la eliminación de acciones que no estén produciendo valor productivo o en sí que no satisfagan a una necesidad en específico dentro del proceso de producción, desde el primer paso que sería la recepción de materiales hasta la entrega del producto (Villaseñor, y otros, 2017 pág. 68).

Se puede añadir que este sistema se encarga de dos aspectos en específico, es decir la producción y a su vez entregar todo lo que se necesita, por lo que cuando se requiere una cantidad exacta esta se basa en los tres elementos que son presentados a continuación según Villaseñor, y otros (2019):

- Sistema Pull: También llamado como el Sistema de jalar, el cual se refiere al flujo de materiales que no se han registrado su ingreso o que simplemente no se encuentran dentro del rango mínimo de inventario en proceso, por último, este sistema también ayuda a optimizar el tiempo de entrega.
- Takt time: Es el ritmo de fabricación con la que se debe responder a los pedidos hechos por el cliente
- Flujo Continuo: Como su nombre mismo lo menciona se refiere al flujo continuo de los diferentes materiales empleados dentro de cada una de las operaciones que conforman el proceso, lo que permite a su vez mejorar la intercomunicación entre operadores. (Villaseñor, y otros, 2019 pág. 68).

2.3.13 Principios básicos del JIT

- Uno de los principios del JIT es que la producción comienza al momento que el cliente o consumidor haya concretado el pedido de cierto producto, ya que permite que haya una mayor organización y planificación dentro de los materiales y de los productos finales
- Se evidencia una eficacia clara dentro de la productividad ya que reduce el costo que se encuentran registrados y controlados dentro del inventario, es decir transportación, maquinarias, técnicos, etc.
- Fomenta el manejo preciso de la zona de almacenamiento o bodega, optimizando de esta manera los espacios físicos.
- Fomenta la flexibilidad de las personas, es decir que existe eficacia en la disminución de tiempo en búsqueda de elementos. (Villaseñor, y otros, 2019 pág. 68).

2.3.14 Fases del proceso de implementación del JIT

2.3.14.1 Fase previa

Por medio de la aplicación del JIT necesita establecer un cambio en la imagen y ambiente de la empresa, esta menciona que se debe seguir los siguientes pasos:

1. Asimilación y análisis requerido del JIT.
2. Análisis de los diferentes elementos positivos de la aplicación de esta metodología en pro de la toma de decisiones.
3. Entrega y responsabilidad de la empresa o industria con el fin de aprobar esta aplicación.
4. Establecer la selección de equipo de labores que cumpla con los estándares establecidos para el desarrollo del proyecto.
5. Presentación de un plan piloto para establecer la metodología para la aplicación de la está. (Rodríguez, 2017 pág. 17).

Fase 1. Educación

La primera fase tiene como fundamento o sustento de su objetivo en la establecer una correcta capacitación de los diferentes trabajadores, sin embargo, se debe cumplir los siguientes aspectos: Proporcionar un estudio acerca de la filosofía del JIT y la aplicación que tiene en la industria:

1. Conseguir que los empleados comiencen a aplicar la filosofía del JIT en las distintas áreas del trabajo.
2. Evaluar al equipo de trabajo para conocer los niveles de estudio que han adquirido.
3. Determinación de los conocimientos y habilidades requeridos para la implementación.
4. Agendar de manera detallada la información de manera individual o en grupo para determinar el nivel de formación a través de una evaluación final (Rodríguez, 2017 pág. 18).

Por medio de la presentación un plan previo o piloto enfocado específicamente en cada área, debido a que se debe establecer una demostración sobre la aplicación de la filosofía JIT, por lo que al momento de conformar el equipo definitivo se puede comenzar con la implementación y formación previa enfocados en los siguientes objetivos:

- Comprender los diferentes principios del sistema y fomentar el flujo o desarrollo continuo.
- Crear los diferentes diagramas de proceso y flujo correspondientemente.
- Adquirir el conocimiento de los estatutos básicos de calidad en base a la filosofía JIT.
- Reconocer el papel esencial de los sistemas de señaladores del buen desarrollo del sistema productivo.
- El mecanismo del sistema JIT debe siempre establecer la relación ya sea con el proveedor y de igual manera con el cliente (Rodríguez, 2017 pág. 20).

Fase 2. Mejora de los procesos

La fase dos se caracteriza debido a que se encarga de iniciar los diferentes cambios físicos que se van desarrollando en el proceso de producción o fabricación, en si está fase se basa en buscar mejoras en el desenvolviendo del trabajo. Estos cambios se los conoce por:

- Ejecución del SMED que ayuda a reducir el tiempo de cambio de operaciones en menos de 10 minutos.
- Generar una nueva organización de la planta, tendiendo a que se forme la letra U.
- Fomentar que los trabajadores logren la polivalencia.
- Dar inicio al TPM (mantenimiento productivo total) para control y revisión de actividades de forma planificada y JIDOKA metodología automatizada para el control de los defectos (Rodríguez, 2017 pág. 20).

Fase 3. Mejorar de control

Dentro de esta fase se puede establecer a los resultados globales de la ejecución del JIT, no obstante, esto varía según la metodología en la que se base el control de los procesos de fabricación. Por lo que está fase se fundamenta en el inicio de KANBAN y en la reducción de estos inventarios o registros.

Fase 4. Relación con los proveedores

La fase cuatro se refiere directamente a la fase final de implantación del JIT. Debido a que en las fases expuestas anteriormente se analiza un enfoque introductorio de los diferentes cambios en las instalaciones de la planta, es decir que el enfoque de esta cuarta fase se basa en la integración de los proveedores y los consumidores que en este caso serían los clientes en este sistema regenerado. Sin embargo, por falta de tiempo en el aspecto comunicativo entre proveedores y clientes sobre los estatutos del JIT, se debe iniciar esta fase a la par con la base 3.

Fase 5. Trabajo en equipo

Por último, en la fase cinco se habla y enfoca en la utilización intensiva de los diferentes equipos de trabajo, es decir que es una aseguración estable por la aplicación del Just in Time, referente a la resolución de diferentes inconvenientes, atención a las dudas y sugerencias por parte del personal laboral, la confianza plena que surge debido a la búsqueda de mejoras de calidad en relaciones publicas internas, es decir entre empleadores y trabajadores, además por la

clasificación y la documentación de cada uno de los procesos laborales que se generan de forma directa y eficaz por parte de los trabajadores.

Es así que los fundamentos del liderazgo están típicamente relacionados a sensación que transmite la persona, es decir su carisma netamente, por lo que se debe caracterizar por establecer una buena combinación entre la adquisición de conocimientos, entusiasmo, capacidad laboral, brinde y tenga confianza, además debe mantener siempre una voluntad afirmativa debido a que en el camino surgirán diferentes altercados, por último debe tener un buen desenvolvimiento comunicativo, sin dejar de lado a los aspectos necesarios refiriéndonos en el aspecto laboral:

- Mantener diferentes conocimientos entre los procesos, materiales, equipos físicos y los diferentes elementos que se requieran dentro de la visita a la industria o planta.
- Reconocer las diferentes capacidades posibles de los recursos utilizados para la producción dentro de la empresa.
- Promover las diferentes habilidades reales dentro del equipo de trabajo y generar una ayuda comunitaria. mutua (Rodríguez, 2017 pág. 21).

2.3.15 Indicadores de gestión

Es necesario establecer la definición de los indicadores de gestión, por lo que se refiere a la capacidad que menciona en medio del cumplimiento del proceso, además permite verificar con otro método con el fin de demostrar los diferentes resultados, ya sean positivos como negativos. No obstante, estos son los enlaces de conexión y de relación entre una y otra, logrando así examinar el procedimiento, conllevando a medir y analizar el éxito en cualquier trabajo realizado, es decir que son los encargados de orientar a poseer una buena dirección y un control correcto, lo cual será reflejado con las exigencias.

Teniendo en cuenta que ahí surge la necesidad de la implementación, medición y comparación entre los indicadores de gestión, generando así las diferentes estrategias sobre los acuerdos al momento y situación actual específicamente (Linares, 2018).

2.3.16 Eficiencia:

Referente a este indicador de gestión se puede mencionar cómo se realizan las actividades dentro de los establecimientos que son parte inherente a los procesos logísticos, es decir que se refiere al nivel de perfección y exactitud de los procesos en realización y la recepción de los insumos o elementos, además el almacenamiento y cuidado de mercaderías en buenas

condiciones, es decir que se enfoca en la realización correcta de un proceso considerando la optimización de recursos, conllevando a la relación entre la capacidad utilizada y la disponible (Santos, y otros, 2015).

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo planeado de la producción}} \quad (1)$$

2.3.17 Eficacia:

La eficacia se refiere a la capacidad de los objetivos planteados, es decir la relación entre la producción real y la esperada y los resultados obtenidos mediante la mejora o incremento dentro de este indicador de gestión, obteniendo como resultado una mejora en el tiempo y calidad de los diferentes productos en los diferentes procesos de la industria en específico (Santos, y otros, 2015).

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción estandar}} \quad (2)$$

2.3.18 Productividad:

En este indicador se establece la relación entre los valores reales de la productividad y los esperados, por lo que la productividad en si se refiere a la calidad de los diferentes elementos producidos, es decir que se basa en mantener o generar un aumento en los productos resultantes del proceso de la industria en sí.

Además, la productividad establece como función principal o esencial al obtener una demanda favorable y establecida, acorde con la capacidad de expansión, enfocados en si en generar el beneficio para la industria (Santos, y otros, 2015).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producto (Bienes o servicios producidos)}}{\text{Insumo (Todos los recursos utilizados)}} \quad (3)$$

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} * \text{Eficacia} \quad (4)$$

2.3.19 Matriz de Holmes o matriz de priorización

Al hablar de matrices de priorización se basa a las tareas o actividades que deben cumplirse en base a criterios de ponderación, utilizando un diagrama matricial para determinar opciones más

eficaces y confiables. Por lo tanto, se utiliza la matriz de Holmes para obtener un consenso sobre un tema en específico, comparando los problemas de mayor importancia y los de menor importancia para decidir en cual trabajar primero (Vazquez, 2015, pág. 1).

2.3.19.1 *Características de la matriz de Holmes*

- Crea nuevas alternativas de selección
- Mejora el criterio de priorización para la toma de decisión
- Evalúa de manera cuantitativa
- Facilita el cálculo de criterios y evita errores (Vazquez, 2015, pág. 2)

CAPÍTULO III

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Estudio

Este proyecto es de carácter técnico porque emplea los parámetros necesarios para el desarrollo de un Proyecto para el Mejoramiento del área de producción usando herramientas Lean Manufacturing en la empresa GUSTALAC S.A. Mediante la mejora continua de métodos, técnicas y herramientas para optimizar el proceso productivo.

3.1.1 Tipo de Investigación

Para la ejecución de este proyecto se utilizó investigación de tipo:

- **Documental:** Se empleó material bibliográfico y se consultó en proyectos similares donde se detalla de forma teórica y práctica el uso de las herramientas Lean Manufacturing, así como los objetivos que se pueden alcanzar si se utilizan de forma correcta.
- **Descriptiva:** Se detalló la línea de producción de la avena Polaca mediante: diagrama de flujo, diagrama de procesos, diagrama de recorrido, asimismo, a través de la realización de la simulación de la planta mediante un software.

Además, se puntualizó los factores y consecuencias que producen los problemas actuales en la empresa mediante el uso de herramientas físicas y digitales las cuales facilitaron la labor de caracterización de cada uno de ellos.

Investigación de Campo

Se realizó el levantamiento de información de manera directa a través de visitas guiadas a la planta, en la cuales se detalló cada uno de los procesos que intervienen en la elaboración de la avena, además de las cantidades que materia prima que se maneja en cada uno de los lotes producidos, y como punto más importante la medición de los tiempos necesarios para ejecutar cada proceso.

3.2 Metodología

3.1.1 Método Analítico

El método analítico se aplicó en el análisis la línea de producción dividiéndola en cada uno de los procesos que se ejecutan para la elaboración de la avena, la evaluación inicial de cada proceso se centró en la identificación de las posibles causas de los problemas presentes en la empresa mediante las visitas guiadas a la planta, levantamiento de información, medición de tiempos con el objetivo de priorizar los recursos en las causas que producen los efectos más importantes.

3.2.1 Método Inductivo-Deductivo

El método inductivo-deductivo se aplicó al momento de identificar los factores que generan las principales causas a los problemas en la línea de producción, mediante un análisis a línea de producción de la empresa para posteriormente corregirlos o mitigarlos mediante la aplicación de las herramientas y técnicas de producción esbelta (Lean Manufacturing) y la metodología JIT.

3.3 Técnicas

3.3.1 Observación Directa

La observación directa fue usada en este proyecto durante la medición de tiempos y el levantamiento de toda la información necesaria, a través de visitas a la planta central en compañía del jefe de producción de la empresa, todos estos datos recabados fueron necesarios para la elaboración del mapa de procesos de la línea de producción además de poder definir la situación actual de la misma.

3.3.2 Check List de Evaluación

Se elaboró una lista de verificación la cual fue sujeta a una prueba de Alfa De Cronbach para medir su confiabilidad, esta se aplicó de forma directa en la línea de producción con el fin de evaluar la situación actual según los estándares de cumplimiento de la metodología 5S's. Se realizó un análisis y levantamiento de información sobre: el tiempo de producción, las unidades producidas, unidades defectuosas en de cada lote de producido para calcular el porcentaje de productividad en las diferentes jornadas de trabajo de la empresa

3.3.3 Herramientas Digitales

El uso de herramientas digitales es necesario para el diseño de la planta, permitiendo observar a través del uso del software FLEXSIM y demostrar que las mejoras del diseño del proyecto usando las herramientas Lean Manufacturing son eficientes teniendo diferencia significativa entre la línea de producción actual y la mejorada.

Se empleo Excel para administrar y tabular la información recopilada de toda la línea de producción. Además, fue la herramienta principal para el desarrollo del tablero Kanban.

3.4 Generalidades de la Empresa

3.4.1 Reseña Histórica

La empresa “GUSTALAC S.A” es una compañía ecuatoriana con más de 20 años de historia, comprometidos con el desarrollo del país y el crecimiento de su gente, desde sus inicios su objetivo principal y el de todos los que forman parte de la empresa fue ser líder en la elaboración y comercialización de productos lácteos que se distinguen por ser naturales y de excelente calidad, su enfoque siempre está en ofrecer productos frescos, naturales y de un alto contenido nutricional para sus consumidores, como lo es su producto estrella la bebida láctea “Avena Polaca”, así se han convertido en una compañía ampliamente reconocida, y elegida día a día por millones de familias ecuatorianas.

El centro de operaciones se encuentra en la ciudad de Santo Domingo, corazón del país; por este motivo, comercialmente están presentes en 15 provincias y tiene como meta a largo plazo llegar a más lugares del país, para lograr esta meta mantiene un sistema de producción basado en Buenas Prácticas de Manufactura (B.P.M), Sistemas de gestión de Calidad y personal altamente capacitado.

3.5 Localización de la Empresa

El actual proyecto se desarrolló en la empresa de lácteos “GUSTALAC S.A la cual se encuentra ubicada geográficamente en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo, Parroquia Abraham Calazacón, en la planta central de producción.

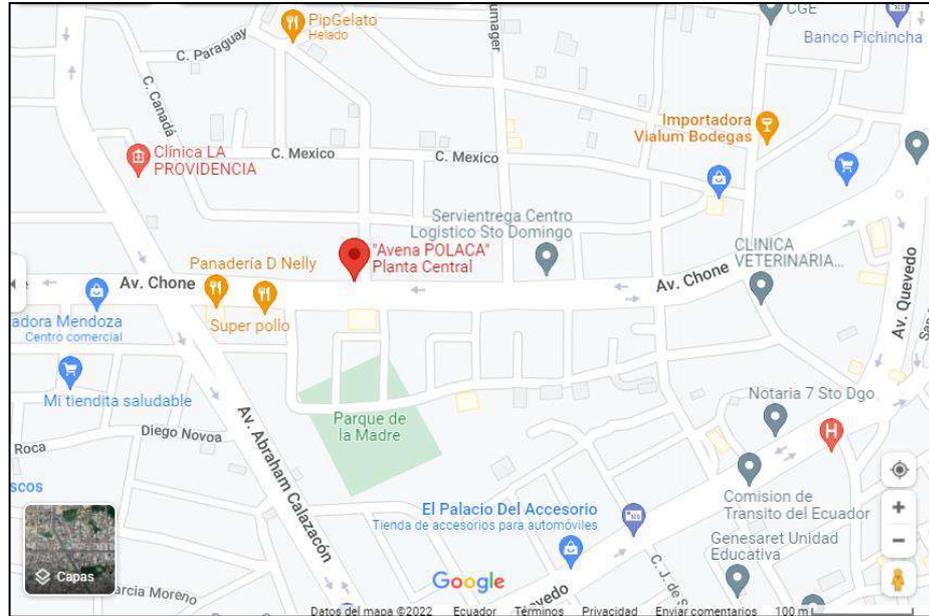


Ilustración 1-3: Ubicación empresa "GUSTALAC S.A"

Fuente: (Google Maps,2022)



Ilustración 2-3: Empresa "GUSTALAC"

Fuente: (Google Earth Url)

3.5.1 Misión

“Ser la empresa líder en la industria alimenticia, aplicando tecnología, innovación, buenas prácticas de manufactura e incorporando personal altamente calificado. Cumpliendo estándares de calidad e higiene, respetando el medio ambiente para brindar productos sanos, nutritivos, que garanticen la completa satisfacción del consumidor” (AVENA POLACA, 2018)

3.5.2 Visión

“Lograr ser una organización industrial y comercial con cobertura nacional y desarrollo tecnológico para ampliar el portafolio de productos, establecer franquicias, abrir mercados internacionales y desarrollar nuevos socios estratégicos” (AVENA POLACA, 2018)

3.5.2.1 Organigrama Estructural de la Línea de Producción de la “Avena Polaca”

A continuación, se presenta el organigrama empresarial conformado por los diferentes departamentos de trabajo:

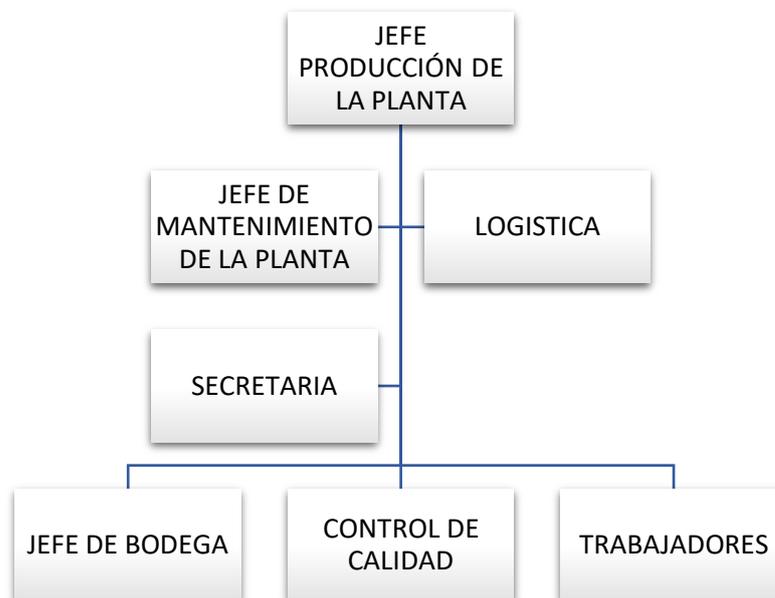


Ilustración 3-3: Organigrama Estructural de la Línea de Producción de la "Avena Polaca"

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Fuente: (AVENA POLACA, 2018)

3.5.3 Descripción de los puestos de trabajo de la empresa “GUSTALAC S.A.”

3.5.3.1 Bodega

Este lugar es la bodega de materia prima en la cual se almacenan los cereales y azúcar necesarios para la elaboración del producto. Como se observa existe un lugar para cada uno de los ingrediente e insumos necesarios en la producción, los pedidos de estos materiales se realizan con un día de antelación en relación con la producción que se realizara el día siguiente.



Ilustración 4-3: Bodega de almacenamiento de materia prima

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

3.5.3.2 Recepción de materia prima

Hasta este lugar llega el camión con la materia prima principal la cual es la leche, antes de descargar la leche se realiza un limpieza y desinfección al camión para evitar que cualquier impureza o elemento contaminante ingrese en la planta, después el laboratorio ejecuta pruebas de acides y pH al cargamento para dar paso al siguiente paso el cual es el almacenamiento de la leche.



Ilustración 5-3: Recepción de la leche

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

3.5.3.3 Almacenamiento de materia prima (leche)

El lugar de almacenamiento de leche se divide en dos elementos, como primero se encuentra un tanque de 1 600 litros en cual se descarga la leche desde el camión tanquero.



Ilustración 6-3: Tanque de almacenamiento de materia primera

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

El segundo elemento es un silo de 2000 litros de capacidad el cual es usado cuando el primer tanque está ocupado. La materia prima permanece en estos tanques aproximadamente por 20 minutos a una temperatura ambiente.



Ilustración 7-3: Silo de almacenamiento de materia primera

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

3.5.3.4 *Marmitas de Cocción*

Con una capacidad 2 600 litros cada una, se efectúa la cocción mediante inyección de vapor de agua junto con los dos tipos de cereales y azúcar, el primer paso es elevar la temperatura a 60°C,

una vez se alcance esta temperatura se bombea cierta cantidad de leche hacia la mezcladora 1 donde se agrega los ingredientes secos en relación a los 2 600 litro de leche, posteriormente se bombea los ingrediente ya incorporados hacia la marmita donde eleva la temperatura a 87°C y se cocina durante 20 minutos.



Ilustración 8-3: Marmita para cocción

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

3.5.3.5 *Marmita de Leche Pasteurizada*

En esta marmita con capacidad de 1 300 litros se realiza el proceso de pasteurización de la leche en la cual se eleva la temperatura a 90 °C durante 10 minutos, esta leche pasteurizada es bombeada hacia una marmita más pequeña para que baje su temperatura y posteriormente se añade al proceso en la mezcladora 2.



Ilustración 9-3: Marmita para Leche Pasteurizada

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

3.5.3.6 *Marmita de Arequipe*

Esta marmita es usada para la elaboración de arequipe, su capacidad es de 800 litros donde se agrega además de la leche, azúcar y fécula de maíz, este proceso tiene un tiempo de ejecución de 6 a 8 horas, por esta razón la planta siempre produce con un día de anticipación el lote necesario de arequipe para la elaboración de avena, una vez se culmina la elaboración de arequipe este es distribuido en tanques de 12 litros y es almacenado en el cuarto frío.



Ilustración 10-3: *Marmita para Arequipe*

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

3.5.3.7 *Mezcladora de Ingredientes 1*

En esta licuadora se realiza la incorporación de los ingredientes secos, el trabajador trae desde bodega los ingredientes necesarios para la producción y lo agrega en la mezcladora más una pequeña cantidad de leche a 60 °C este proceso demora entre 5 a 10 minutos hasta que los ingredientes estén completamente incorporados y sin presencia de grumos, finalmente se bombea a la marmita para continuar la cocción del a avena.



Ilustración 11-3: *Mezcladora 1 de ingredientes*

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

3.5.3.8 Mezcladora de Ingredientes 2

En la mezcladora 2 se agrega el arequipe de manera manual y la leche pasteurizada, este proceso comienza una vez la avena ya cocida baje su temperatura hasta 50°C, luego de que los 3 ingredientes se hayan mezclado correctamente inicia el proceso de enfriamiento.



Ilustración 12-3: Mezcladora 2 de ingredientes

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

3.5.3.9 Enfriamiento

El proceso comienza introduciendo la mezcla anterior de avena, leche pasteurizada y el arequipe en la máquina de enfriamiento, el cual funciona a través de un intercambiador de placas, todo este proceso tiene un tiempo de duración entre 1h30min a 1h 45min hasta bajar la temperatura de la mezcla a 4 °C, una vez que la mezcla tenga esta temperatura se bombea hasta al tanque de producto terminado.



Ilustración 13-3: Intercambiador de Placas

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

3.5.4 Tanque de Producto Terminado

En este tanque se almacena cada lote producido de 3 890 litros de avena polaca que se mantiene a una temperatura de esta a 4°C y se encuentra el movimiento para mantener su densidad y consistencia hasta su posterior envasado o bombeo hacia el camión tanquero.



Ilustración 14-3: Tanque de enfriamiento para producto terminado

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

3.5.5 Envasado Presentación de ½ Litro y 1 Litro

En este lugar se realiza el proceso de envasado de manera manual, actualmente con esta máquina solo se envasan las presentaciones de ½ litro y 1 litro, este proceso demora 4 horas para envasar medio lote de avena polaca y 6 horas para un lote completo, para realizarlo es necesario la presencia de 2 trabajadores durante todo el horario de 8 horas de trabajo.



Ilustración 15-3: Máquina para envasado de la avena

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

3.5.6 Almacenamiento de Producto Terminado (Cuarto Frio)

El cuarto frio de la planta es donde se almacenan las presentaciones de ½ litro y 1 litro envasadas de manera manual además de los tanques de 12 litros de arequipe, la temperatura de cuarto frio siempre se mantiene a -2°C y se mantiene aquí hasta su respectivo despacho.



Ilustración 16-3: Cuarto frío para almacenamiento de producto terminado

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

3.5.7 Transporte (Entrega de Pedidos, Empacadora Presentación de 180 g y 420 g)

En este lugar se encuentra la puerta de cuarto frio que conecta con el área de despacho para las presentaciones de ½ litro y 1 litro cada lote envasado tiene un tiempo de demora de 25 minutos para su despacho.



Ilustración 17-3: Área de despacho

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

3.6 Diagrama de flujo

En el siguiente diagrama de flujo se identifica las diferentes áreas y etapas por las que está conformado el proceso de elaboración de la Avena Polaca además de la dirección y el orden de que tiene la línea de producción.

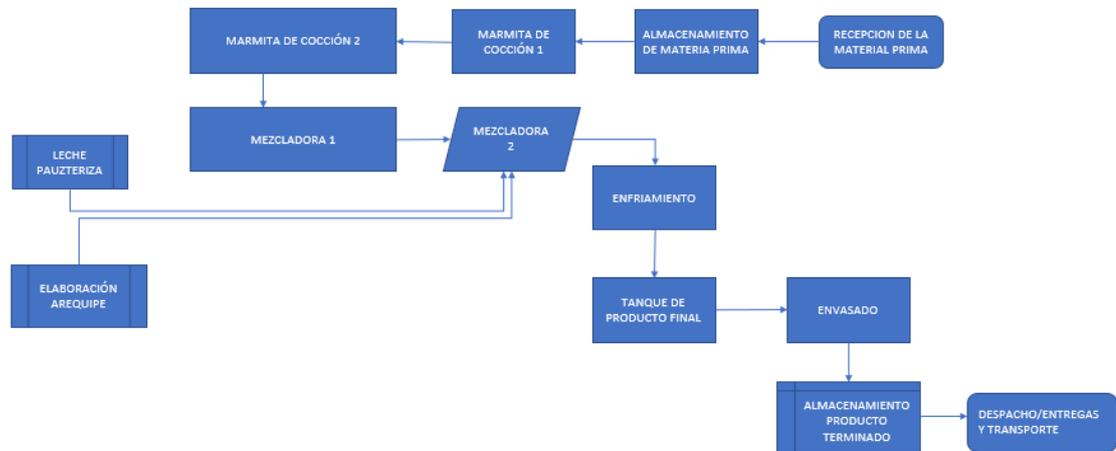


Ilustración 18-3: Diagrama de flujo ("Avena Polaca")

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

En la ilustración 18-3 se encuentra detallado el inicio, el final, cada una de las actividades que se realizadas de manera ordenada y la dirección que sigue el proceso de elaboración de la Avena Polaca, el objetivo de este diagrama es plantear un primer escenario para el análisis de la situación actual de la empresa.

Tabla 1-3: Caracterización de Diagrama de Flujo

SIMBOLO	NOMBRE	FUNCIÓN
	INICIO O FINAL	Representa el inicio o el final de un proceso
	PROCESO	Representa cualquier tipo de operación
	ENTRADA O SALIDA	Representa la entrada o salida de elementos
	LINEA DE FLUJO	Indica el orden de las operaciones y la dirección que sigue el

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

3.7 Diagrama de recorrido

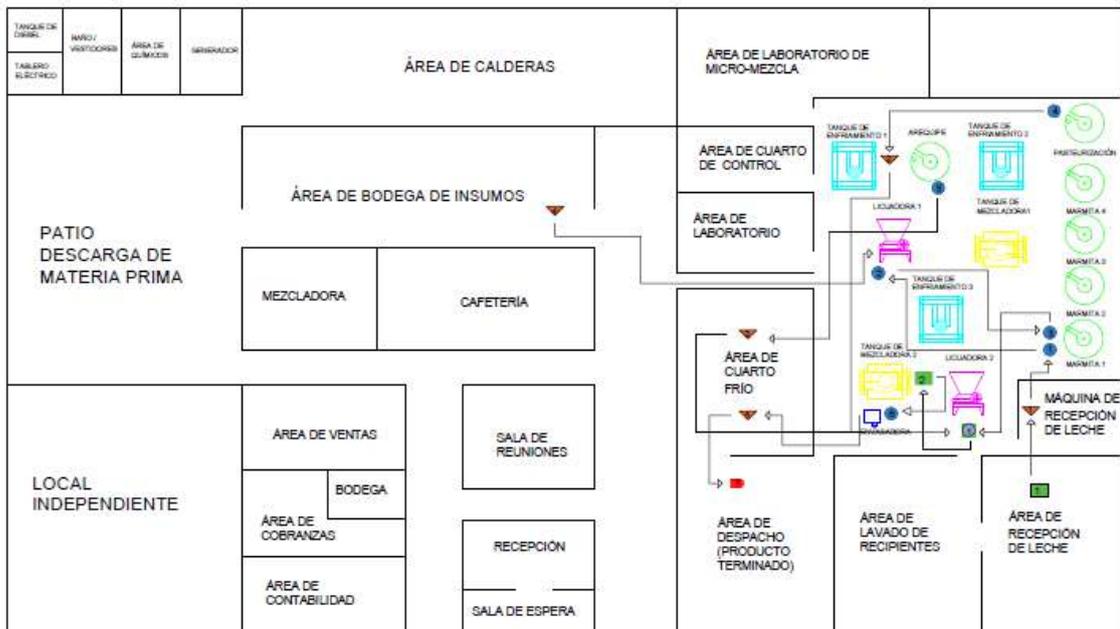


Ilustración 19-3: Diagrama de recorrido

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Con la elaboración del diagrama de recorrido se puede determinar las actividades que realiza el operador para así determinar las actividades que generen ocio o exista poco rendimiento por parte del operador o de la máquina en las diferentes áreas de trabajo para así buscar una solución necesaria a los movimientos repetitivos o incensarios al momento de transportar la materia prima, mejorando el rendimiento óptimo dentro de la línea de producción a través de un diseño de Layout.

3.8 Diagrama de procesos

En el siguiente diagrama de procesos se detalla las actividades y operaciones que se llevan a cabo en la elaboración, el orden en el que estas actividades se ejecutan, así como el número total de veces que se realizan en el proceso productivo.

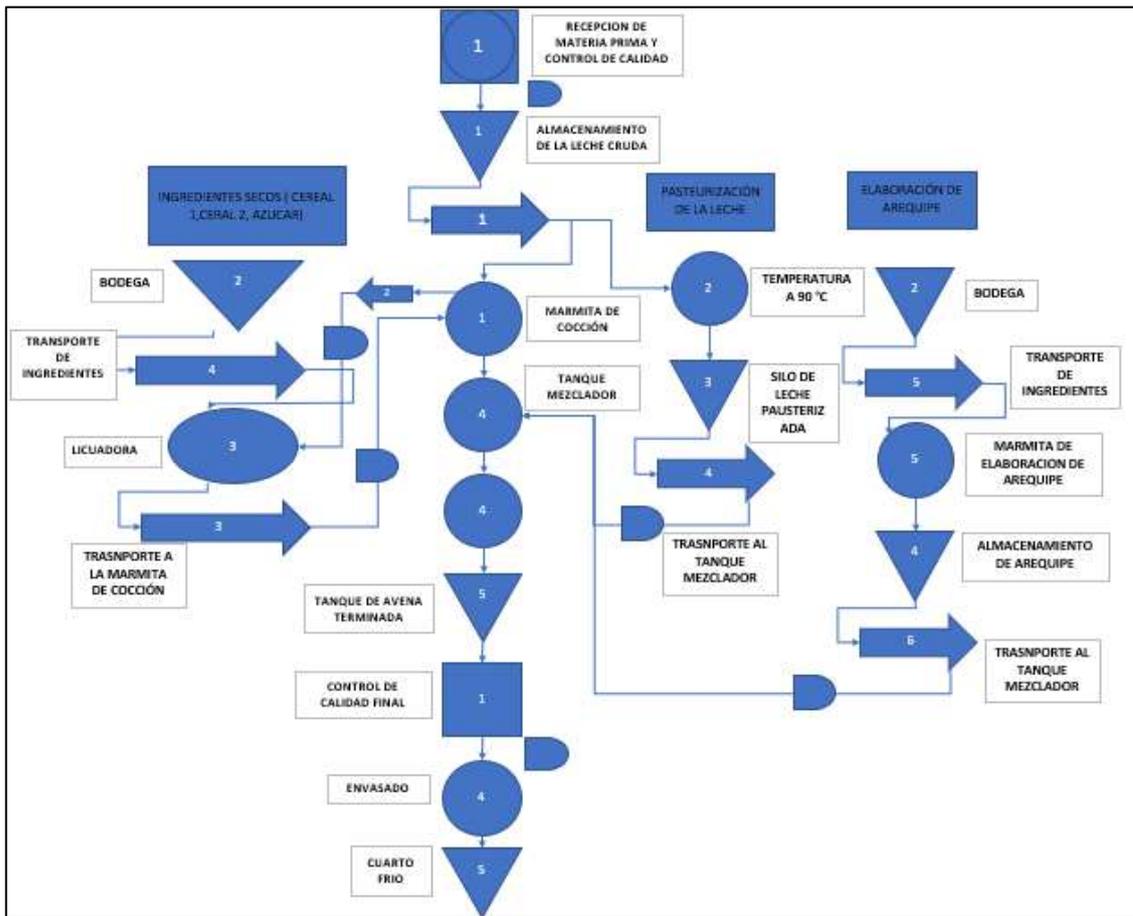


Ilustración 20-3: Diagrama de Procesos (Elaboración Avena Polaca)

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Como se puede observar en la ilustración 20-3 el proceso productivo se compone por una línea principal de elaboración de la Avena Polaca donde se realizan las principales actividades como la cocción de la avena y el mezclado de ingredientes.

Además, está compuesto por 3 subprocesos el primero a la izquierda el cual se compone en la preparación de los ingredientes secos y el transporte de ellos hacia la línea principal, el segundo a la derecha de la línea principal se centra en la pasteurización de la leche y su posterior transporte hacia la mezcla de ingredientes y finalmente el subproceso de elaboración de arequipe el cual es almacenado y transportado según el requerimiento de la producción.

Tabla 2-3: Caracterización de Diagrama de Procesos

SÍMBOLO	NOMBRE	TOTAL
	OPERACIÓN/ ACTIVIDAD	5
	ALMACENAMIENTO	6
	TRANSPORTE	6
	INSPECCIÓN	2
	ACTIVIDAD COMBINADA	1
	DEMORA	6

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

En la tabla 2-3 se detalla los símbolos usados para el diseño del diagrama de procesos en conjunto con su significado en el diagrama y el número de veces que se usa para representar las diferentes acciones en el proceso productivo.

3.9 Diagrama de Actividades múltiple

En el siguiente diagrama de actividades múltiples se presenta los tiempos de producción por cada área de trabajo y las actividades que generan ocio dentro de la línea de producción de la AVENA POLACA para una demanda diaria de 3 lotes en una jornada laboral de 8 horas tomando en cuenta 1 hora de receso para comida de medio día para los trabajadores, cada lote consta de 3120 litros. A través del diagrama de actividades múltiples que se puede observar en el ANEXO A se puede determinar:

- **Eficiencia del operador**

Tabla 3-3: Cálculo del porcentaje de eficiencia del operador

FASE 1		FASE 2	
TIEMPO TOTAL (min)	380	TIEMPO TOTAL (min)	400
TIEMPO DE OCIO (min)	120	TIEMPO DE OCIO (min)	45

EFICIENCIA DE OPERADOR	68%	EFICIENCIA DE OPERADOR	89%
------------------------	-----	------------------------	-----

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

El proceso de producción para la AVENA POLACA consta de dos fases, la primera fase es la Producción de AVENA POLACA con un tiempo total de 380 minutos de producción y con una eficiencia del 68% de rendimiento del operador para cumplir con la demanda de 3 lotes. Para la fase 2 consta de un tiempo de 400 minutos y una eficiencia del 89% de rendimiento del operador para cumplir con la demanda establecida.

- **Porcentaje de utilización de la máquina**

$$PU_M = \frac{\text{Tiempo maquinado}}{\text{Tiempo de ciclo}} * 100 \text{ (5)}$$

Tabla 4-3: Cálculo de la Disponibilidad de máquina

	BOMBA rec.	Cocción Mar.	Mezc. 1	Mezc. 2	Mezc. Ar.	Tan. Enfr.	Envasadora
Tiempo de ciclo (minutos)	60	95	40	20	25	60	360
Tiempo de trabajo de la máquina (minutos)	60	95	30	20	15	60	360

PUM Bomba	100%
PUM Coc.	94%
PUM Mez. 1	100%
PUM Mez. Ar.	88%
PUM Mez. 2	92%
PUM Enfr.	100%
PUM Envas.	100%
DISPONIBILIDAD DE MÁQUINA	96%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Se calcula la disponibilidad de máquina a través del promedio del porcentaje de utilización de cada máquina que interviene en la línea de producción dando como resultado el 91% de disponibilidad de máquina.

- **Distancia total recorrida**

Tabla 5-3: Distancia total recorrida por el operador

Distancia total recorrida (m)	118,4
--------------------------------------	--------------

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Recorren 118,4 metros entre las diferentes áreas para la producción de la AVENA POLACA, a través de un Layout se pretende disminuir las distancias de recorrido, el tiempo en el transporte de materiales y el flujo de mano de obra.

- **Tiempo total de actividades**

Tabla 6-3: Tiempo total de ciclo

FASE 1 (min)	380
FASE 2 (min)	400
TIEMPO TOTAL	780
TOTAL (horas)	13.00

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

El operador de las 8 horas laborales (480 minutos) trabaja 6.33 horas (380 minutos) para la primera fase de producción y para completar la segunda fase de envasado de la AVENA POLACA trabaja 6.67 horas (400 minutos) para cumplir con la demanda requerida por el cliente.

3.10 Balanceo de Línea

Para la realización del balanceo de línea se usó los datos obtenidos de la planta como son todas las actividades desarrolladas en la línea de producción observar en el ANEXO B, el número de operarios que realizan estas actividades, el tiempo necesario para ejecutar cada actividad, el salario de cada operario de \$425,00 mensuales y la productividad de la línea de 88,33%.

Con los datos propuestos se ejecutó el balanceo hasta la iteración número 9 donde se evidencio el incremento del costo de producir un lote y la reducción del porcentaje de balanceo de línea, dando como resultado que los valores más rentables son los obtenidos en la iteración numero 8 la cual esta resaltada en la tabla anterior.

De esta manera se concluyó que la línea puede balancearse hasta un 87,88% con total de 11 operarios trabajando en la línea, reduciendo el costo unitario de \$566,67 a \$166,96, además de aumentar las unidades producidas por hora y por turno.

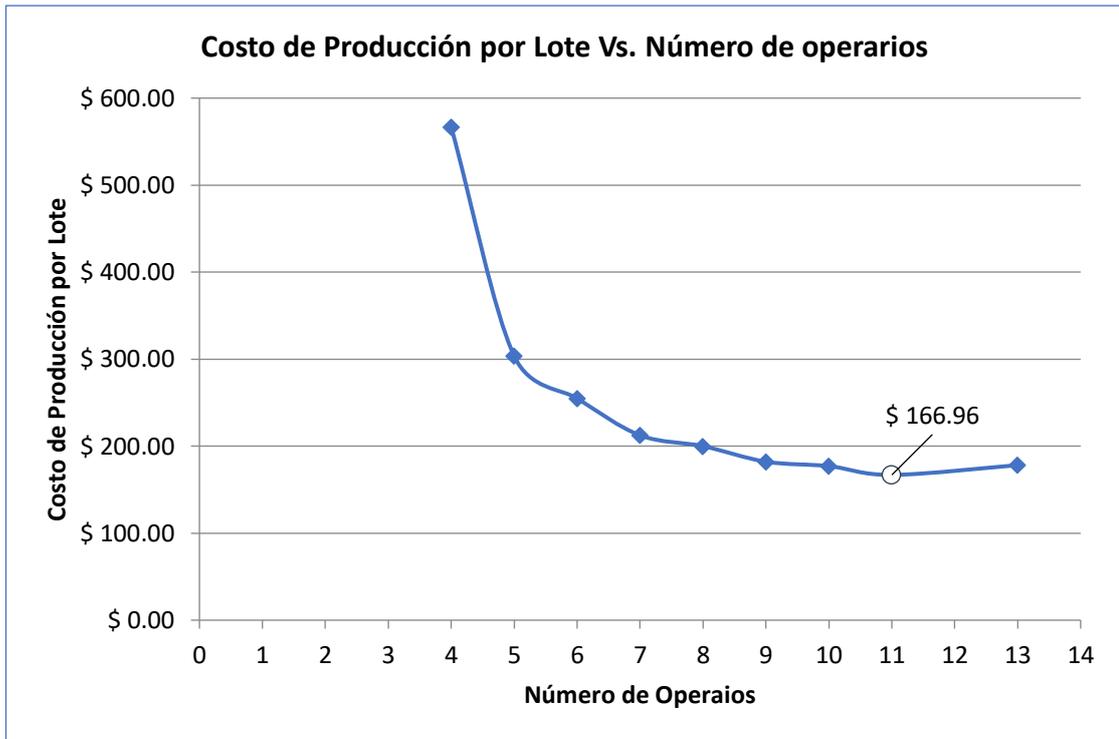


Ilustración 21-3: Costo vs Número de operarios

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

En la gráfica anterior se detallada cual es el comportamiento del costo de producir un lote con respecto al número de operarios en la línea de producción, en el punto señalado se observa el valor de \$166,96 el cual es el valor mínimo del costo de producción obtenido en el balanceo de línea con un total de 11 operarios. Se observa que después de este punto el costo aumenta lo que indica que seguir aumentando el número de operarios será contraproducente en la línea de producción.

3.9.1 Análisis de la problemática

Con base a una entrevista previa y una visita guiada por parte del ingeniero a cargo de la planta de producción de la empresa, la cual es manejada por 4 operadores por turno (diurno, vespertino y nocturno), se identificaron las siguientes causas de la problemática organizadas en un diagrama Causa - Efecto:



Ilustración 22-3: Diagrama Causa-Efecto

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

3.9.2 Priorización de causas

Una vez identificadas las principales causas del problema, se priorizan los orígenes a través de la Matriz de Holmes, es por lo que se realizó una entrevista al jefe de planta para obtener su valoración de las causas identificadas.

Tabla 7-3: Matriz Holmes o priorización de causas

CAUSAS	A	B	C	D	E	F	TOTAL	PRIORIDAD
	Transporte repetitivo de materia prima	Envasado manual	Espacio de areas de trabajo reducidas	Falta de metodos de control de producción	Mano de obra insuficiente	Falta de medición de indicadores		
A Transporte repetitivo de materia prima	-	0,5	0,5	0	0,5	0	1,5	QUINTO
B Envasado manual	0,5	-	1	1	0,5	1	4	PRIMERO
C Espacio de areas de trabajo reducidas	0,5	0	-	0,5	0	0,5	1,5	SEXTO
D Falta de metodos de control de producción	1	0,5	0	-	0,5	0,5	2,5	CUARTO
E Uso de Mano de Obra Ineficiente	0,5	0,5	1	0,5	-	0,5	3	SEGUNDO
F Falta de medición de indicadores	1	0	0,5	0,5	0,5	-	2,5	TERCERO

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

El criterio utilizado para la ponderación de la causa se desarrolló en base al impacto que tiene cada una de estas en la ejecución diaria de las actividades de los trabajadores.

Si la causa tipo A tiene más impacto que la causa tipo B, a la primera se le asigna el valor de 1 y a la segunda el valor 0, si al comparar dos causas estas tienen el mismo impacto entonces se asigna a cada una el valor de 0,5. Cuando se haya comparado todas las causas se realiza un sumatoria de cada una para obtener un total, se priorizará las causas de mayor a menor según el resultado total como se puede observar en la tabla 10-3.

Una vez identificadas aquellas causas que tienen un efecto más significativo en el problema para este caso se obtuvo como causas principales el Tiempos de producción muy altos, Uso de mano de obra ineficiente y Falta de indicadores de calidad, esto permitirá desarrollar estrategias para controlar, mitigar o eliminarlas del proceso productivo.

3.10 Mapeo de flujo del Valor inicial (VSM)

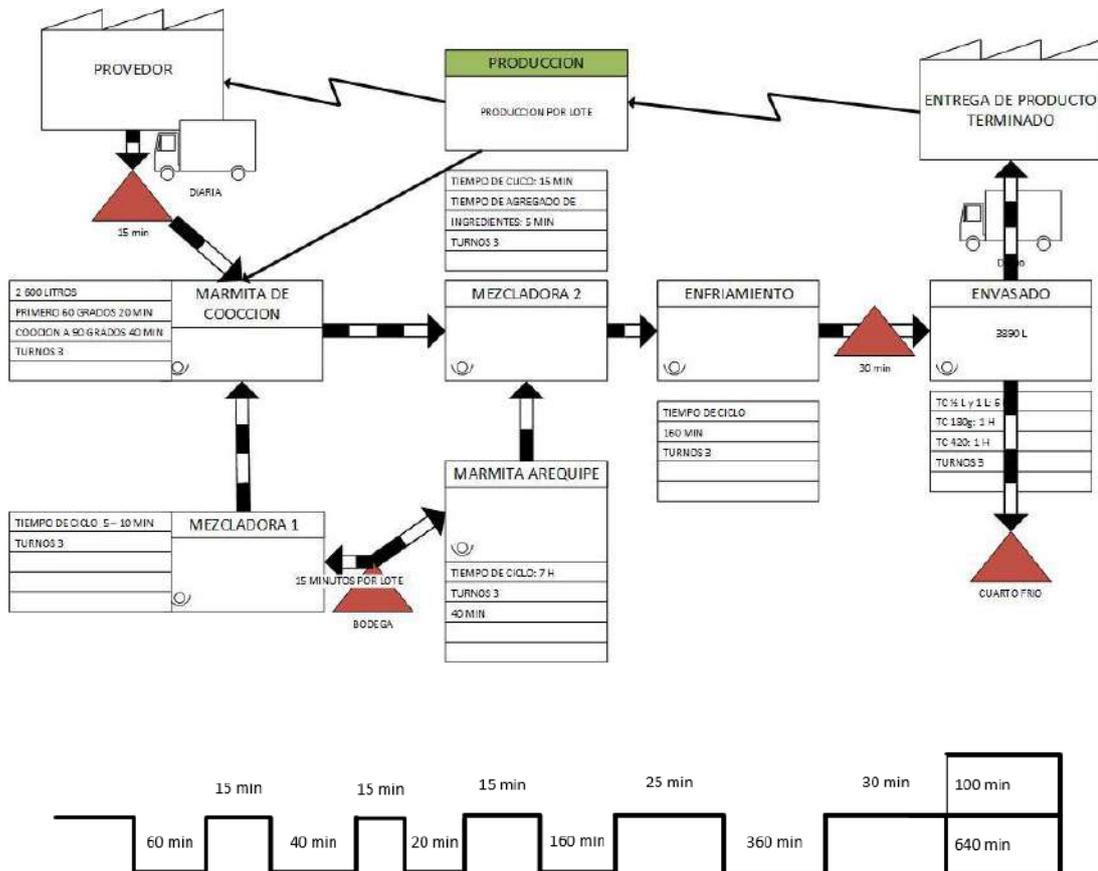


Ilustración 23-3: VSM de la Avena Polaca

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Tabla 8-3: Tabla de actividades y tiempos del Value Stream Mapping

ACTIVIDADES QUE AGREGAN VALOR	TIEMPO	ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR	TIEMPO
Cocción de la Avena	60 min	Transporte de Leche	15 min
Mezcla de ingredientes secos	20 min	Transporte de Ingredientes	15 min
Mezcla de líquidos	40 min	Transporte de arequipe	15 min
Enfriamiento	160 min	Transporte de líquidos	25 min
Envasado	360 min	Transporte de Ingredientes	30 min
Total	640 min	Total	100 min

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

De acuerdo con el análisis de VSM se determinó que el tiempo total de las actividades que no agregan valor al producto final es de 100 minutos así mismo el total de tiempo de las actividades que agregan valor al producto final es de 640 minutos.

3.10.1 Cálculo del IVA Y AVA

Criterio de análisis de resultado

Si IVA \geq 75% entonces Proceso Efectivo

Si IVA $<$ 75% entonces Proceso No Efectivo

- Índice de Valor Agregado

$$IVA = \frac{\text{tiempo de valor agregado}}{\text{tiempo total requerido}} * 100\% \quad (6)$$

$$IVA = \frac{640 \text{ min}}{740 \text{ min}} * 100\%$$

$$IVA = 86,48\%$$

Se evalúa la eficiencia de un proceso desde el punto de vista del valor que cada etapa agrega al producto final, minimizando el desperdicio ocasionado por pasos o actividades innecesarias.

- Análisis de Valor Agregado

$$AVA = \frac{\# \text{ de actividades de valor agregado}}{\# \text{ total de actividades del proceso}} * 100\% \quad (7)$$

$$AVA = \frac{5}{10} * 100\%$$

$$AVA = 50 \%$$

El porcentaje obtenido de AVA definirá la eficiencia de las actividades que agregan valor al producto en relación con el total de las actividades que forman parte de la línea de producción.

3.11 Pronóstico de la Demanda

Tabla 9-3: Costos de mano de obra y producción

PRONOSTICO BASADO EN PROMEDIO MOVIL						
MESES	DEMANDA REAL	PRONOSTICO ULTIMOS 2 PERIODOS	PRONOSTICO ULTIMOS 3 PERIODOS	PRONOSTICO ULTIMOS 4 PERIODOS	PRONOSTICO ULTIMOS 5 PERIODOS	PRONOSTICO ULTIMOS 6 PERIODOS
1	365					
2	362					
3	363	364				
4	367	363	363			
5	368	365	364	364		
6	370	368	366	365	365	
7	365	369	368	367	366	366
8	366	368	368	368	366,6	366
9	368	366	367	367	367,2	367
10	370	367	366	367	367,4	367
11	360	369	368	367	367,8	368
12	362	365	366	366	365,8	367

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Para realizar el pronóstico de la demanda se empleó datos reales históricos de la empresa, en base a la fuente de los datos se optó por usar el modelo de promedio móvil el cual se usa para calcular el pronóstico de la demanda cuando los datos son de fuente histórica. Se obtuvo de esta manera el pronóstico para los últimos 6 periodos.

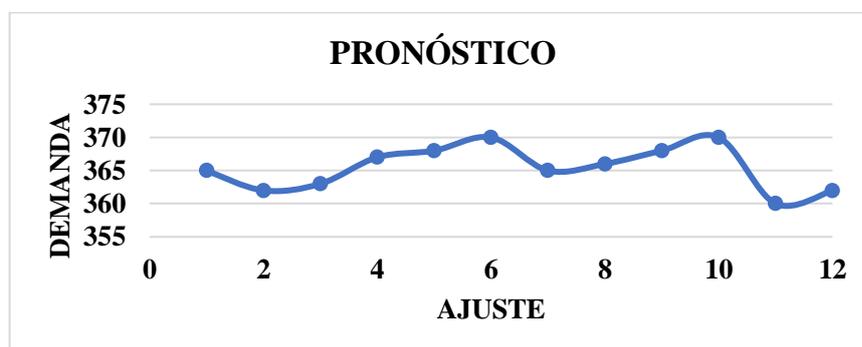


Ilustración 24-3: Grafica comportamiento demanda real.

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

En la gráfica anterior se puede apreciar cual es el comportamiento de los datos de la demanda histórica de la empresa, en esta se observa una variación considerable la que puede ser atribuida a las fluctuaciones del mercado en estos últimos meses, creación y desaparición de emprendimientos, incremento y disminución de los clientes que tiene la empresa.

3.12 Indicadores

Una vez, resultado de la jerarquización de máquinas a través del AC (Análisis de Criticidad), se procede a realizar una evaluación inicial del puesto de trabajo y de la máquina a través de indicadores del proceso productivo

3.12.1 Índices de calidad

3.12.1.1 Porcentaje de Producto Defectuoso

Para obtener el porcentaje de producto defectuoso se evaluó 10 lotes de avena los cuales fueron envasados en diferentes presentaciones, la forma de trabajar de la empresa es destinar un lote completo o medio lote al envasado de una presentación, es por eso por lo que existe tanta diferencia entre unidades producidas según el lote evaluado.

Tabla 10-3: Porcentaje de producto defectuoso (proceso automatizado)

# LOTE	Unidades Producidas (Automatizado)	Unidades Defectuosas	Unidades Real Producidas
1	21594	2	21592
2	9047	1	9046
3	21611	1	21610
4	9040	1	9039
5	21600	2	21598
6	9042	1	9041
TOTAL	91934	8	91926
Porcentaje de Unidades Defectuosas (Automatizado)		0,01%	
# LOTE	Unidades Producidas (Manualmente)	Unidades Defectuosas	Unidades Real Producidas
7	7774	1	7773
8	3890	2	3888
9	7776	1	7775
10	3888	2	3886
TOTAL	23328	6	23322
Porcentaje de Unidades Defectuosas (Manualmente)		0,03%	
Porcentaje Global de Unidades Defectuosas		0,02%	

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Se obtuvo un porcentaje muy bajo esto debido a que en cada lote que se envaso fueron muy pocas las unidades que no cumplían con la calidad suficiente para la venta final, con este resultado del 0,02% se entiende que el proceso de envasado no presenta problemas significativos que se deban considerar

3.12.1.2 Prueba de variabilidad de datos

Se realizó el cálculo del coeficiente de variabilidad de los datos obtenidos de las unidades defectuosas por lote producido para identificar la dispersión de la muestra

Tabla 11-3: Valores para cálculo de Coeficiente de Variabilidad

x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
2	0,3	0,09
2	0,3	0,09
2	0,3	0,09
1	-0,7	0,49
2	0,3	0,09
2	0,3	0,09
1	-0,7	0,49
1	-0,7	0,49
2	0,3	0,09
2	0,3	0,09
$\bar{x} = 1,7$		$\Sigma = 2,1$

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Se obtuvo una media de 1,7 unidades defectuosas por cada lote producido y envasado y una varianza de 2,1 resultando en una baja dispersión de los datos

Tabla 11-3: Coeficiente de Variabilidad Unidades Defectuosas

Desviación Estándar	0,49
Coeficiente de Variabilidad	0,35

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Como resultado se obtuvo una desviación estándar de 0,46 lo que indica poca desviación es los datos y un porcentaje del 26, 96% de variabilidad en estos por lo que se concluye que existe poca variabilidad en los datos y es una muestra compacta.

3.12.2 Porcentaje de desperdicios

El proceso para la obtención de este indicador fue similar al anterior, es decir se evaluó también 10 lotes producidos y se analizó las actividades donde se presentan desperdicios, esto se pudo apreciar en mayor cantidad en los contenedores de producto terminado y los camiones cisterna, sin embargo, la empresa tiene estrategias diseñadas para reducir al máximo estos desperdicios. Es por esta razón que los datos siguientes fueron tomados de la actividad de bombeo de producto terminado en el cual quedan residuos en las mangueras y bombas las cuales una vez se culminó el proceso son lavadas inmediatamente.

Tabla 12-3: Porcentaje de desperdicios

# LOTE	Volumen (Litros)	Desperdicio (Litros)	Volumen Real Producido
1	3890	3	3887
2	3892	2	3890
3	3890	3	3887
4	3891	1	3890
5	3892	2	3890
6	3890	3	3887
TOTAL	23345	14	23331
Porcentaje de Desperdicio		0,06%	
# LOTE	Volumen (Litros)	Desperdicio (Litros)	Volumen Real Producido
7	3890	2	3888
8	3891	3	3888
9	3889	1	3888
10	3890	2	3888
TOTAL	15560	8	15552
Porcentaje de Desperdicio		0,05%	
Porcentaje Global de Desperdicio		0,056%	

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

De igual manera el porcentaje de este indicador es muy bajo dando como resultado un 0,056 % dicho resultado es el reflejo de los procesos para minimizar desperdicios en la empresa además de la aplicación de un reproceso al producto que sobra en los contadores de la empresa.

3.12.2.1 Prueba de variabilidad de datos

Se realizó el cálculo del coeficiente de variabilidad de los datos obtenidos del desperdicio de producto terminado en litros por lote producido para identificar la dispersión de la muestra

Tabla 13-3: Valores para cálculo de CV Desperdicios

x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
3	0,5	0,25
2	-0,5	0,25
3	0,5	0,25
2	-0,5	0,25
2	-0,5	0,25
3	0,5	0,25
2	-0,5	0,25
3	0,5	0,25
3	0,5	0,25
2	-0,5	0,25
$\bar{x} = 2,5$		$\Sigma = 2,5$

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Se obtuvo una media de 2,5 litros de desperdicio por cada lote producido y una varianza de 2,5 lo que nos indica poca dispersión de los datos.

Tabla 14-3: Coeficiente de Variabilidad Desperdicios

Desviación Estándar	0,75
Coeficiente de Variabilidad	0,34

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Como resultado se obtuvo una desviación estándar de 0,50 lo que indica poca desviación en los datos y un porcentaje del 20 % de variabilidad en estos por lo que se concluye que existe poca variabilidad en los datos y es una muestra Compacta.

3.12.3 Productividad

La toma de datos y tiempos para el cálculo de la productividad se realizó mediante visitas durante 7 días diferentes a la empresa, además se tomó en cuenta los 3 diferentes turnos de trabajo matutino, vespertino y nocturno con el objetivo de evaluar si este factor tiene algún impacto en los datos y resultados de productividad.

TURNO MATUTINO

Tabla 15-3: Porcentaje de productividad turno matutino

DIAS	INSUMOS		INDICADOR
	Tiempo disponible (min)	Tiempo operativo (min)	Eficiencia
1	415	389	94%
2	415	384	93%
3	415	394	95%
4	415	381	92%
5	415	361	87%
6	415	378	91%
7	415	361	87%
PROMEDIO	415	378,3	91%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Tabla 16-3: Porcentaje de productividad turno matutino

DIAS	PRODUCCIÓN		INDICADOR
	Producción Estándar (lotes)	Producción real (lotes)	Eficacia
1	2	2	100%
2	2	2	100%
3	2	2	100%
4	2	1,5	75%
5	2	2	100%
6	2	2	100%
7	2	1,5	75%
PROMEDIO	2	1,9	93%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Tabla 17-3: Porcentaje de productividad turno matutino

DIAS	INDICADORES		
	Eficiencia	Eficacia	PRODUCTIVIDAD
1	94%	100%	94%
2	93%	100%	93%
3	95%	100%	95%
4	92%	75%	69%
5	87%	100%	87%
6	91%	100%	91%
7	87%	75%	65%
PROMEDIO	91%	93%	85%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

TURNO VESPERTINO

Tabla 18-3: Porcentaje de productividad turno vespertino

DIAS	INSUMOS		INDICADOR
	Tiempo disponible (min)	Tiempo operativo (min)	Eficiencia
1	415	400	96%
2	415	397	96%
3	415	396	95%
4	415	396	95%
5	415	399	96%
6	415	396	95%
7	415	400	96%
PROMEDIO	415	397,7	96%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Tabla 19-3: Porcentaje de productividad turno vespertino

DIAS	PRODUCCIÓN		INDICADOR
	Producción Estándar (lotes)	Producción real (lotes)	Eficacia
1	3	3	100%
2	3	3	100%
3	3	3	100%
4	3	2,5	83%
5	3	3	100%
6	3	3	100%
7	3	2,5	83%
PROMEDIO	3	2,9	95%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Tabla 20-3: Porcentaje de productividad turno vespertino

DIAS	INDICADORES		
	Eficiencia	Eficacia	PRODUCTIVIDAD
1	96%	100%	96%
2	96%	100%	96%
3	95%	100%	95%
4	95%	83%	80%
5	96%	100%	96%
6	95%	100%	95%
7	96%	83%	80%
PROMEDIO	96%	95%	91%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

TURNO NOCTURNO

Tabla 21-3: Porcentaje de productividad turno nocturno

DIAS	INSUMOS		INDICADOR
	Tiempo disponible (min)	Tiempo operativo (min)	Eficiencia
1	415	400	96%
2	415	405	98%
3	415	402	97%
4	415	381	92%
5	415	405	98%
6	415	409	99%
7	415	375	90%
PROMEDIO	415	396,7	96%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Tabla 22-3: Porcentaje de productividad turno nocturno

DIAS	PRODUCCIÓN		INDICADOR
	Producción Estándar (lotes)	Producción real (lotes)	Eficacia
1	3	3	100%
2	3	3	100%
3	3	3	100%
4	2	1,5	75%
5	3	3	100%
6	3	3	100%
7	2	1,5	75%
PROMEDIO	2,7	2,6	93%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Tabla 24-3: Porcentaje de productividad turno nocturno

DIAS	INDICADORES		
	Eficiencia	Eficacia	PRODUCTIVIDAD
1	96%	100%	96%
2	98%	100%	98%
3	97%	100%	97%
4	92%	75%	69%
5	98%	100%	98%
6	99%	100%	99%
7	90%	75%	68%
PROMEDIO	96%	93%	89%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Lo que se observa desde la tabla 16-3 hasta la tabla 24-3 son los datos obtenidos durante los 7 días de visita a la empresa, los valores medidos son: el tiempo disponible de las máquinas y el tiempo operativo de las maquinas, además se contabilizo los lotes que se deben producir en cada turno a comparación de los lotes que se logra producir.

Estos datos fueron tabulados para obtener la eficiencia, eficacia y productividad de cada día individual para luego obtener los promedios generales de cada turno cuyo resumen se encuentra en la siguiente gráfica.

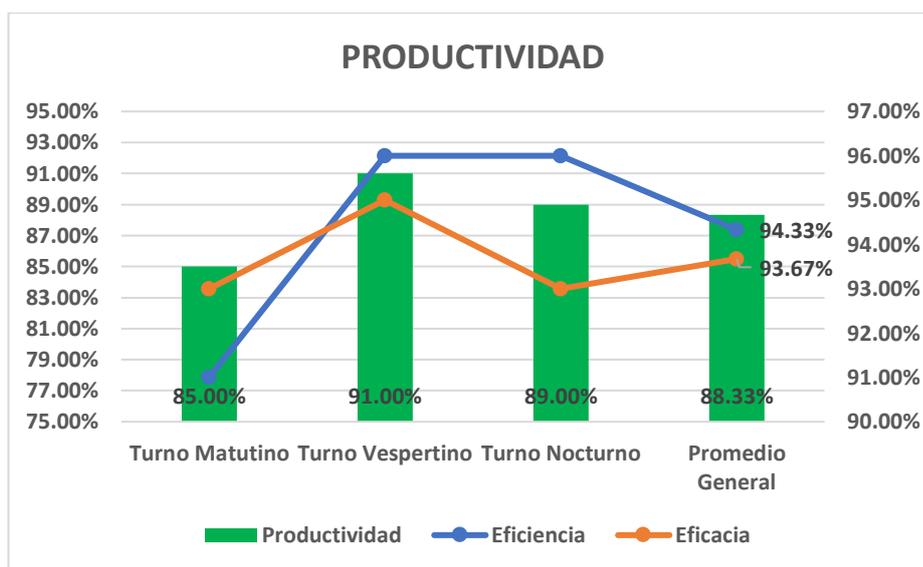


Ilustración 23-3: Porcentaje total de los indicadores iniciales

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

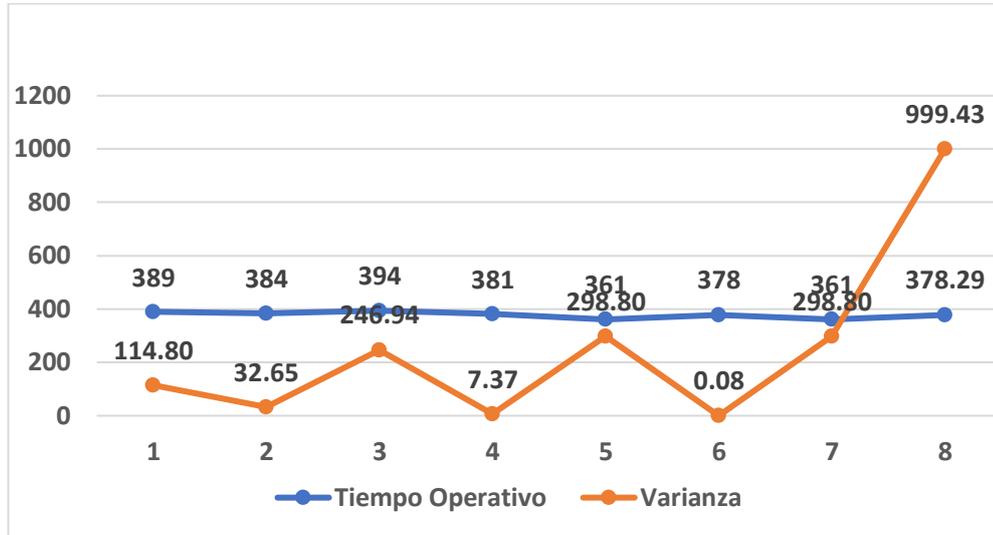
En la ilustración 25-3 se observan la eficiencia, eficacia y la productividad de cada turno para luego obtener el promedio general obteniendo una eficiencia global de 94,33%, una eficacia de 93,67 y una productividad de 88,33 en la línea de producción de la avena

3.12.3.1 Prueba de variabilidad de datos

Se realizó el cálculo del coeficiente de variabilidad de los datos usados para el cálculo de la eficiencia, eficacia y la productividad, esta prueba se realizó para los datos usados en cada turno individualmente.

Turno matutino

Tabla 24-3: Valores para cálculo de CV Tiempo Operativo



Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Para el turno matutino se obtuvo una media de 378,29 min de tiempo operativo y una varianza de 999,43 resultando en una baja dispersión de los datos y se ubican cerca de la media aritmética.

Tabla 25-3: Coeficiente de Variabilidad Tiempo Operativo

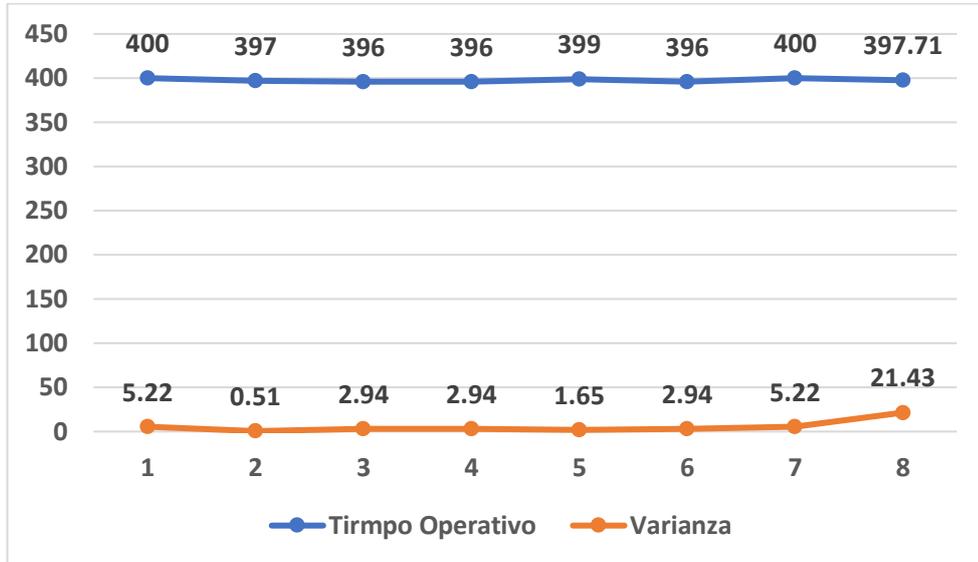
Desviación Estándar	11,94
Coeficiente de Variabilidad	3,16%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Como resultado se obtuvo una desviación estándar de 11,94 lo que indica una desviación considerable en los datos y un porcentaje del 3,16 % de variabilidad en estos por lo que se concluye que existe poca variabilidad en los datos y es una muestra compacta.

Turno Vespertino

Tabla 26-3: Valores para cálculo de CV Tiempo Operativo



Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Para el turno vespertino se obtuvo una media de 397,71 min de tiempo operativo y una varianza de 21,43 resultando en una baja dispersión de los datos.

Tabla 27-3: Coeficiente de Variabilidad Tiempo Operativo

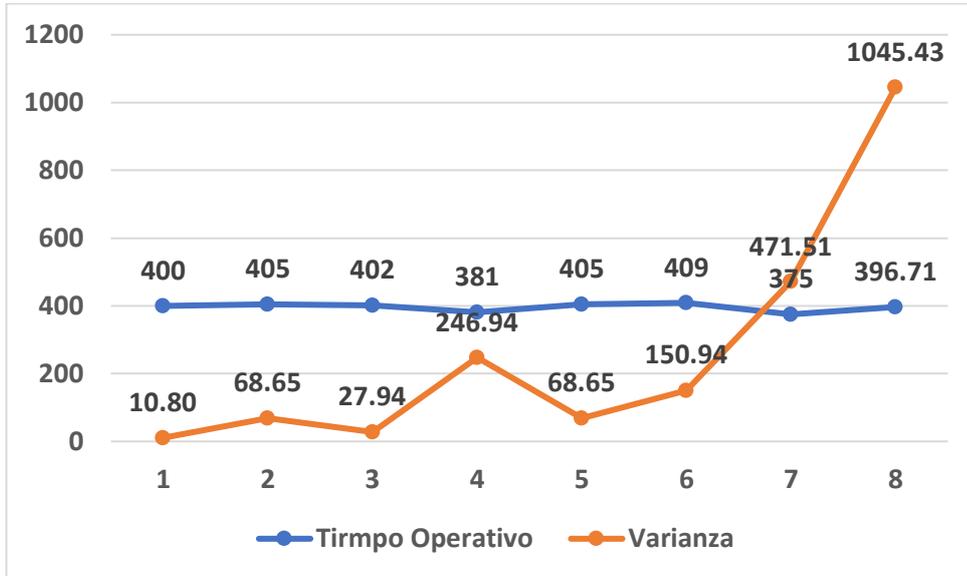
Desviación Estándar	1,74
Coeficiente de Variabilidad	0,44%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Como resultado se obtuvo una desviación estándar de 1,74 lo que indica baja desviación en los datos y un porcentaje del 0,44 % de variabilidad en estos por lo que se concluye que existe poca variabilidad en los datos y es una muestra muy compacta.

Turno Nocturno

Tabla 28-3: Valores para cálculo de CV Tiempo Operativo



Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Para el turno nocturno se obtuvo una media de 396,71 minutos de tiempo operativo y una varianza de 1045,43 resultando en una dispersión considerable de los datos.

Tabla 29-3: Coeficiente de Variabilidad Tiempo Operativo

Desviación Estándar	12,22
Coeficiente de Variabilidad	3,08%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Como resultado se obtuvo una desviación estándar 12,22 lo que indica desviación considerable en los datos y un porcentaje del 3,08 % de variabilidad en estos por lo que se concluye que existe poca variabilidad en los datos y es una muestra compacta.

3.12.4 Indicadores de evaluación inicial (Productividad)

Tabla 30-3: Indicadores de evaluación inicial

INDICADOR	DIMENSIONES	ECUACIÓN	EVALUACION INICIAL
Eficiencia	Recursos	$Eficiencia = \frac{T.Operativo}{T.Planeado\ de\ Producción}$	94,33%
Eficacia	Resultados	$Eficacia = \frac{Producción\ real}{Producción\ estándar}$	93,67%
Productividad	Proceso	$Productividad = Eficiencia * Eficacia$	88,33%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Los porcentajes obtenidos anteriormente representaran:

- **Eficiencia= 94,33%** el correcto uso de los recursos que dispone la empresa
- **Eficacia= 93,67 %** el porcentaje de cumplimiento de la producción de la empresa
- **Productividad= 88,33 %** la ejecución correcta de cada proceso en la línea de producción

Costo Unidad / Lote

Se realizó el cálculo del costo de producción de cada unidad por cada lote con el objetivo de analizar de manera referencial el costo de materia prima que tiene la empresa

Por motivo de guardar información delicada de la empresa tanto las cantidades necesaria para producir un lote como los precios de la materia prima son referenciales.

Tabla 31-3: Precios Referenciales del mercado de la materia prima

Precios referenciales del mercado		
Materia Prima	Costo	Unidad
Leche	\$ 0,42	litro
cereal 1	\$ 0,97	kilogramo
cereal 2	\$ 0,42	kilogramo
azucar	\$ 0,85	kilogramo
crema de leche	\$ 4,95	litro
fecula de maiz	\$ 2,40	kilogramo

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

En la tabla 32-3 se especifica los precios referenciales que actualmente están en el mercado nacional seguido de las unidades en las que se comercializa

Tabla 32-3: Cantidades necesarias para producir un Lote

Cantidades Necesarias por Lote		
Leche	4500	litros
cereal 1	220	kilogramos
cereal 2	80	kilogramos
azucar	240	kilogramos
crema de leche	120	litros
fecula de maiz	60	kilogramos

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Por motivo de guardar información delicada de la empresa las cantidades de materia prima necesaria para producir un lote son aproximadas a las reales, las cuales están detalladas en la tabla

Tabla 33-3: Costo de la materia prima

	Costo por Lote (3890 Litros)
Leche	\$ 1.890,00
avena o cereal	\$ 212,96
cereal 1	\$ 33,60
cereal 2	\$ 204,00
crema de leche	\$ 594,00
fecula de maiz	\$ 144,00
Total	\$ 3.078,56

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

En la tabla anterior se encuentran detallados los costos totales de la materia prima necesaria para la producción de un lote de avena obteniendo como total \$ 3 078,56.

Tabla 34-3: Costo por unidad producida de cada presentación.

Presentaciones (Litros)	Unidades Producidas	Costo Por Unidad (Contenido Neto)
0,18	21613,89	\$ 0,14
0,43	9047,67	\$ 0,34
0,5	7781	\$ 0,40
1	3891	\$ 0,79

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Por último, en la tabla 36-3 se calculó el costo por unidad para cada una de las presentaciones que produce la empresa partiendo como base que el costo de producir un litro de avena es de \$ 0,79, para la obtención de este valor solo está considerado el costo de la materia prima.

3.12.5 Metodología 5´S

3.12.5.1 Lanzamiento de la herramienta 5´S

A través de una socialización con el jefe de planta, supervisor del área de producción en el que se desarrolla el estudio, se da a conocer la importancia de la aplicación de la metodología, como también el desarrollo y el seguimiento considerando una de las técnicas de mejora continua de clase mundial. En la Ilustración 1-3 se puede apreciar la socialización para el diseño del programa de las 5S´s.



Ilustración 25-3: Socialización del programa 5S´s

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

3.12.5.2 Evaluación inicial de la herramienta 5S´s

Una vez terminada la explicación acerca de la importancia de aplicar la herramienta 5S´s, se procede al diseño correspondiente, iniciando con una evaluación inicial de la infraestructura del área de producción puesto que es el área donde se desarrollará el estudio, de esta manera se puede medir el impacto y el nivel de cumplimiento antes y después de la ejecución.

Por ello, para la evaluación inicial de las 5S´s se aplicará un formulario de observaciones, que está dirigido a los operadores y sus áreas de trabajo, encargados de la producción diaria y se evalúa cada componente de la herramienta (clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina).

Para la elaboración de este formulario y la consideración de los ítems por los que está conformado, se tomó en cuenta las bases del cumplimiento de la metodología 5S`'s y de la norma NTE INEN ISO/TS 22002-1: 2014.Primerá revisión y la norma NTE INEN. 9:2015. Sexta revisión.

Se realiza la evaluación a través de inspecciones y observaciones predeterminadas por los exponentes junto al jefe de planta, observar ANEXO C. En la tabla 1-3 se observa la valoración del formulario:

Tabla 35-3: Valoración de formulario de observaciones

CLASIFICACIÓN	PUNTUACIÓN
100%	1
80%	2
50%	3
20%	4
10%	5

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Una vez aplicado el formulario de observaciones en las diferentes áreas de producción, se obtiene las siguientes calificaciones que se muestran en la tabla 2-3:

Tabla 36-3: Resultado de evaluación 5`S

	PONENTE 1	PONENTE 2	CUMPLIMIENTO	MÍNIMO	MÁXIMO
SEIRI	40%	40%	40%	10%	100%
SEITON	38%	43%	41%	10%	100%
SEISO	45%	58%	52%	10%	100%
SEIKETSU	43%	47%	45%	10%	100%
SHITSUKE	50%	57%	54%	10%	100%
PROMEDIO	43%	49%	46%		

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

A través de los resultados obtenidos por el formulario de observaciones que se realizó por parte de los ponentes en dos ocasiones diferentes en las cuales se visitó la empresa, se observa que el nivel de cumplimiento inicial del programa 5S`'s es del 46%, por lo que se considera necesario el desarrollo de un diseño de orden y limpieza 5S`'s en la línea de producción de avena POLACA que se está realizando el estudio.

3.12.5.3 Prueba de Confiabilidad del Instrumento (Alfa de Cronbach)

Se realizó una prueba de confiabilidad para asegurar que el instrumento en ese caso el Check List de Evolución el cual se diseñó para elevar cada punto de la empresa dirigido a los objetivos principales de las 5'S.

Tabla 37-3: Tabulación Alfa de Cronbach

	ITEM 1	ITEM 2	ITEM 3	ITEM 4	ITEM 5	ITEM 6	ITEM 7	ITEM 8	ITEM 9	ITEM 10	ITEM 11	ITEM 12	ITEM 13	ITEM 14	ITEM 15	ITEM 16	ITEM 17	SUMATORIA
EVALUADOR 1	5	3	4	5	4	3	5	3	5	3	4	5	5	3	4	4	3	68
EVALUADOR 2	5	4	4	4	4	5	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	62
EVALUADOR 1	5	3	4	3	5	3	3	4	2	4	3	4	4	3	3	2	4	59
EVALUADOR 2	4	3	5	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	2	3	59
VARIANZA	0,19	0,2	0,2	0,5	0,2	0,7	0,8	0,2	1,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0,2	0,7	0,3	13,5

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

En la tabla 38-3 se encuentra representados los datos obtenidos en el Check List de evaluación conformada por 17 ítems y realizada dos veces por cada evaluador donde se obtuvo una varianza de la suma de los ítems igual a 13,5 lo indica una dispersión baja de los datos.

Las observaciones para ejecutar el Check List se realizaron en días y turnos diferentes a manera de visitas a la fábrica de producción.

Tabla 38-3: Alfa de Cronbach Instrumento Formulario de Observación

α	73%
K	17
$\sum\sigma$	6,31
$\sum t$	20,2

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum\sigma}{\sum t} \right]$$

Donde;

α =Coeficiente de Alfa de Cronbach

k= Número de ítems del instrumento

$\sum\sigma$ =Sumatoria de las varianzas de cada ítem

$\sum t$ = Varianza de la Suma de los Ítems

Mediante la aplicación de Alfa de Cronbach a los datos obtenidos del Check List aplicado por los evaluadores, en este caso los autores del proyecto, se obtuvo un porcentaje del 73% concluyendo que la consistencia interna de la escala utilizada es alta y se puede asegurar la confiabilidad del instrumento.

3.12.5.4 Ejecución de la metodología 5S's

Para la ejecución de la metodología se debe establecer a los responsables que estarán a cargo y las funciones a cumplir, con el objetivo de controlar y evaluar la ejecución de la herramienta con el transcurrir del tiempo.

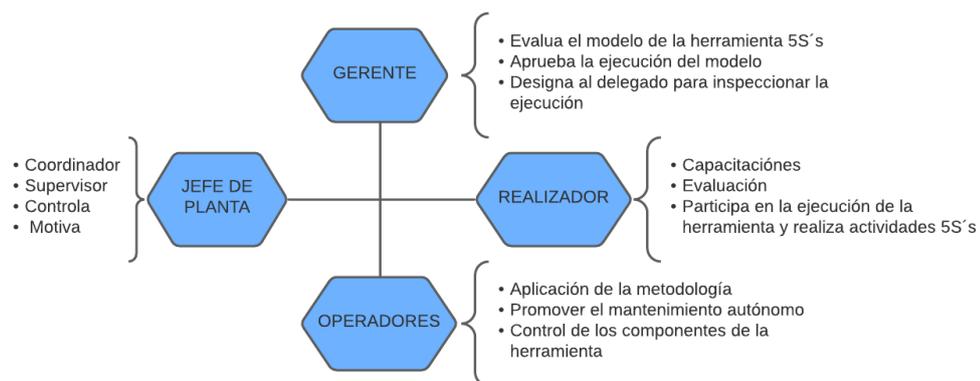


Ilustración 26-3: Responsables de la ejecución

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

3.12.5.5 Seiri (Clasificación)

Para la primera etapa de la herramienta 5'S se empieza por la clasificación de herramientas en el área de producción, separando lo que es necesario y lo innecesario dentro del proceso de producción. Por lo tanto, se realiza una lista de comprobación de control.

3.12.5.6 Check List para control de herramientas

Para mantener el orden en los diferentes puestos de trabajo se debe utilizar únicamente los elementos necesarios por lo que se debe llevar una lista de los elementos que no son útiles o innecesarios con ayuda del jefe de planta o supervisor se logra identificar. El operador tendrá la obligación de supervisar el área de trabajo de la jornada anterior por lo que se debe realizar un control diario al inicio de la jornada de trabajo y en caso de incumplimiento con algún elemento o herramienta se debe notificar al jefe de planta o supervisor mediante la lista de comprobación que se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 39-3: Check List de orden para herramientas

		CHECK LIST DE CONTROL DE ORDEN PARA LOS PUESTOS DE TRABAJO		
		ÁREA PRODUCCIÓN		
LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE AVENA POLACA				
Proposito: Verificar si los elementos enlistados son necesarios en el puesto de trabajo				
ÍTEM	ELEMENTO	SI	NO	OBSERVACIONES
1	Mangueras	x		
2	Bombas externas	x		
3	Recipientes de Plastico azules		x	
4	Escobas		x	
5	Guantes de goma	x		
6	Botas de goma	x		
7	Bomba manual	x		
8	Mascarillas	x		
FIRMAS DE RESPONSABILIDAD				
<hr/> Ing. Cristhian Cevallos JEFE DE PLANTA		<hr/> Sr. OPERADOR		

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

3.12.5.7 *Seiton (Orden)*

Para esta segunda etapa, debe prevalecer el orden en cada puesto de trabajo, de tal manera que tenga mejor distribución y espacio, con el fin de conseguir un mejor ambiente de trabajo y mejorar la motivación personal.

- **Señalización de las áreas de trabajo**

Se debe establecer líneas que delimiten el espacio de trabajo y de máquina, como también la señalización de pasillos, almacenaje y elementos de seguridad. La línea debe ser de color amarilla según lo establece la norma ecuatoriana NTE INEN-ISO 3864-1:2014, con un espacio de 80 cm de la parte más saliente de la máquina basado en el artículo 74. Ubicación del Decreto 2393. El modelo de la señalética se realizó en un plano de AutoCAD para delimitar dimensiones para la correcta señalización, el plano trazado se encuentra en el **ANEXO N**.



Ilustración 27-3: Tanque de enfriamiento

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Se detectaron en diferentes áreas la falta de señalización para cada equipo y máquina. Como es en el caso del tanque de enfriamiento del producto terminado, no cuenta con una delimitación necesaria, también en el área de almacenamiento de materia prima se pudo observar la falta de señalización como se muestra en la ilustración 27-3.



Ilustración 28-3: Almacenamiento de materia prima

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

- **Uso de carpetas para control de reportes de la producción por jornada**

El control diario de la producción debe ser registrado a través de reportes donde mencione los distintos inconvenientes que se presente en el operador o la máquina dentro de la línea de producción, el cual evite la producción óptima del producto retrasando los pedidos.

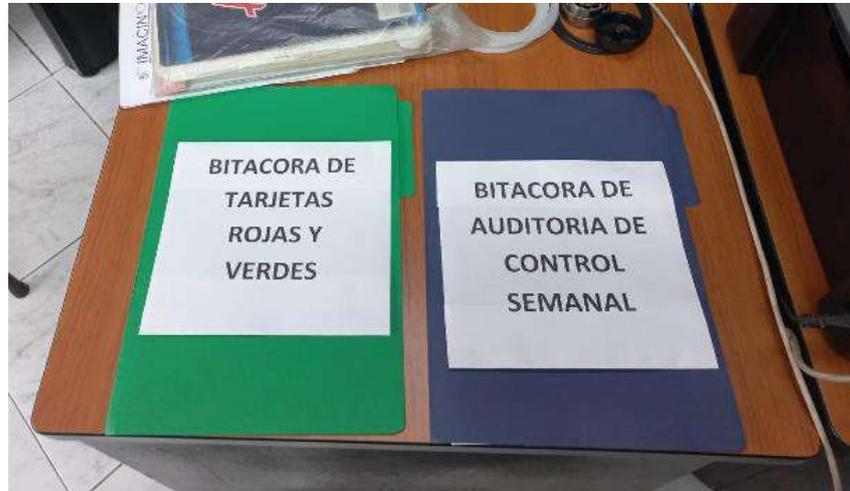


Ilustración 29-3: Carpetas de control

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

3.12.5.8 Seiso (Limpieza)

- **Tipos de suciedad**

Al trabajar con lácteos las máquinas están expuestas a suciedades, como sales minerales, lípidos, proteínas, agua y microorganismos. Los residuos que se dan durante el funcionamiento de máquinas y equipos se detallan a continuación:

Tabla 40-3: Tipos de suciedad

RESIDUO	INDUSTRIALES	ACTIVIDAD	IMAGEN
Inorgánicos	Desechos	La falta de tachos de basura para los desechos generados en la línea de producción se da a conocer al momento de realizar la inspección	

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

La falta de contenedores de basura genera inconvenientes, debido al ambiente que siempre es húmedo. La acumulación de desechos genera mal olor, como la proliferación de roedores y mosquitos que son transmisores de enfermedades, afectando a los trabajadores en la empresa.

Como se muestra en la ilustración 30-3, existe acumulación de basura por lo que no hay control en esta área, también la falta de contenedores de basura como la señalización adecuada para evitar situaciones como se expone en la imagen.



Ilustración 30-3: Contenedores de basura

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

- **Listado de elementos necesarios para la limpieza**

Los operadores que están en el área de producción están encargados de la limpieza diaria de las máquinas y equipos al inicio y al final de la producción por lote para evitar que exista algún defecto en las máquinas y equipos. Por lo que se detalla los elementos necesarios para la limpieza a continuación:

Tabla 41-3: Elementos para limpieza de máquinas y equipos

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
1 Galón	Ácido Peracético	
1 Galón	Detergente ácido (Emulsi FOAM)	
3 Botellas	Clean Wash	
3	Escobas	

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

En la ilustración 36-3 puede observar la limpieza del tanque de enfriamiento haciendo el uso adecuado de los elementos de limpieza, como:

- Ácido Peracético: se usa para desinfectar conducciones, depósitos de mezcladora, llenadoras entre otras.
- Detergente ácido (Emulsi FOAM): eficaz para eliminar suciedades intensas, grasas acídicas y proteicas.
- Clean wash: detergentes de limpieza.



Ilustración 31-3: Limpieza de tanque de enfriamiento

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

3.12.5.9 *Seiketsu (Estandarización)*

La cuarta etapa se enfoca en mejorar un bienestar personal a todos los que conforman la empresa, como también el asegurar los resultados que se obtendrán en la ejecución de las primeras 3S's.

Se elabora una hoja de procedimientos para controlar el mantenimiento autónomo, como también el uso de tarjetas d color verde y rojo dirigidas los operadores.

3.12.5.10 *Tarjeta Verde*

El uso de la tarjeta verde permite notificar los defectos generados por parte del operador al momento de realizar la limpieza en las máquinas o equipos teniendo en cuenta que no genera paros arbitrarios la línea de producción.

Tomando acciones preventivas para controlar y mejorar la condición del trabajador por lo tanto el supervisor o jefe de planta tendrá que dar soluciones ante tales defectos.

Tabla 42-3: Tarjeta Verde

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO			
DETECCIÓN DE POSIBLES DEFECTOS			
Tarjeta N°		Descripción del defecto:	
Máquina o Equipo			
Operario			
Fecha de apertura			
Fecha de finalización		Responsable de reparación	
Insumos necesarios para corregir el defecto:			

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

3.12.5.11 Tarjeta Roja

El uso de la tarjeta roja permite al operador notificar los defectos que son detectados al momento de realizar la limpieza en la maquinaria o equipo para tomar acciones correctivas que permitan controlar los defectos, el en cargado de solucionar o controlar los defectos detectados será el supervisor o jefe de planta, por lo que se presenta el siguiente modelo:

Tabla 43-3: Tarjeta Roja

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO			
DETECCIÓN DE POSIBLES DEFECTOS			
Tarjeta N°		Descripción del defecto:	
Máquina o Equipo			
Operario			
Fecha de apertura			
Fecha de finalización		Responsable de reparación	
Insumos necesarios para corregir el defecto:			

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Además, se debe realizar un seguimiento a través de una bitácora de seguimiento de tarjetas para tener un registro de todas las acciones establecidas con el fin de tener oportunidades de mejora a futuro tanto el operador como las máquinas y equipos. Se realiza un modelo de bitácora como se puede observar en la tabla 39-3:

Tabla 44-3: Bitácora de tarjetas

	BITACORA DE TARJETAS VERDES Y ROJAS		DIVISIÓN:	
	LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE AVENA POLACA		ÁREA:	
Propósito: Seguimiento de las tarjetas verdes y rojas con posibles defectos encontrados al realizar la limpieza e inspección.			FECHA DOC:	
Elaborado por:		Supervisor:		
Departamento/ Área:		Aprobado por:		
			Tipo de tarjeta	
			ROJA	R
			VERDE	V

Nº Tarjeta	Tipo de Tarjeta	Defecto	Operador que notifica	Equipo / Máquina	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Insumos	Responsable de

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

3.12.5.12 Hoja de procedimientos de limpieza para controlar el mantenimiento autónomo

HOJA DE PROCEDIMIENTOS



ELABORADO POR:

TENESACA JOB
BARAHONA KEVIN

ENCARGADO DE LIMPIEZA: OPERADOR

ELEMENTOS DE LIMPIEZA:

- Ácido Peracético
- Detergente Ácido
- Clean Wash
- Escoba

IMAGEN DE LA ZONA A LIMPIAR



TIEMPO PARA REALIZAR LA LIMPIEZA: 1 HORA

PASOS A SEGUIR PARA REALIZAR LA LIMPIEZA:

1. Limpiar y remojar la maquinaria y zona de limpieza con agua caliente
2. Utilizar EMULSIN FOAM también llamado detergente ácido para lavar el exterior del tanque
3. Enjuagar la máquina lavada con agua caliente
4. Realizar el mismo procedimiento para la parte interna del tanque.
5. Desinfectar la máquina con ácido Peracético para la limpieza total
6. Limpiar los alrededores del tanque.

NOTA:

Una vez terminado de realizar la limpieza, se deberá inspeccionar con el objeto de hacer uso de las tarjetas amarillas y rojas para notificar al supervisor o jefe de planta si existe alguna inconsistencia para que se pueda tomar acciones correctivas de forma inmediata.

Ilustración 32-3: Hoja de procedimiento de limpieza

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Se realiza la hoja de procedimientos para el mantenimiento autónomo, en el que debe indicar el procedimiento a seguir para una limpieza adecuada y de mejor manera en las maquinas o equipos, también el uso de los elementos necesarios y adecuados en un tiempo establecido para desarrollar la actividad.

Por lo tanto, para llevar a cabo la limpieza de máquinas o equipos de forma adecuada, se establece una hoja de procedimientos para cada máquina y se presenta en el **ANEXO D**

3.12.6 Shitsuke (Disciplina)

3.12.6.1 Control mediante auditorías a los operadores

Para establecer de manera continua las 4S's aplicadas anteriormente y se establezca como un hábito las normas y los estándares señalados se lleva a cabo un examen o monitoreo a los operadores a través de auditorías, que medirán el desempeño de los trabajadores una vez se implemente las 5'S

Tabla 45-3: Tabla de criterios para evaluación

Criterios de Evaluación		
0-10	Deficiente	No cumple con la evaluación
11-25	Regular	El nivel de cumplimiento es bajo
26-45	Aprobado	El nivel de cumplimiento es medio
46-65	Satisfactorio	El nivel de cumplimiento es alto

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Estas evaluaciones se realizarán semanalmente y serán evaluadas por su supervisor incluye una lista de verificación que indicará el nivel que han alcanzado los operadores. La auditoría se evaluará mediante la recopilación de resultados aplicando la evaluación que se puede observar en la ilustración 46.3 que indicarán el nivel de cumplimiento.

Tabla 46-3: Auditoria para 5'S

		AUDITORIA SEMANA DE 5S's	Criterios de evaluaci3n				
		AREA DE PRODUCCI3N	1= Deficiente	2= Regular	3= Bueno	4=Muy bueno	5=Excelente
LINEA DE PRODUCCI3N "AVENA POLACA"		Responsable: Ing Cristian Cevallos					
ORDEN SEPARA SOLO LO NECESARIO	Clasificar los elementos necesarios e incesarios	5	4	3	2	1	Obersvaciones
	Lugares correctamente identificados y se1alizados						
	Elementos ubicados en su lugar despues de usarlos						
	Materia prima ubicada correctamente en bodega						
CLASIFICACI3N ORGANIZACI3N ELEMENTOS NECESARIOS	Los elementos y herramientas visibles y accesibles	5	4	3	2	1	Obersvaciones
	Herramientas y materiales en su lugar asignado						
	Areas de trabajo, almacenamiento y pasillos se1alizados y limitados por lienas o marcadores						
LIMPIEZA MANTENER LOS ESPACIOS LIMPIOS	Limpieza de area de trabajo, equipos y herramientas	5	4	3	2	1	Obersvaciones
	Maquinas complemente limpias						
	Basura y desperdicios ubicados en sus respectivos depositos						
	Lineas de se1alizacion de areas y pasillos limpias y visibles						
ESTANDARIZAR POLITICAS DE ORGANIZACI3N	Estandarizaci3n de metodos de trabajo	5	4	3	2	1	Obersvaciones
	Los operarios conocen y ejecutan las actividades de manera correcta						
	Los operarios realizan controles visuales de						
	Los operarios ejecutan de manera correcta los manuelas de limpieza, orden y procesos						
DISCIPLINA DE LOS EMPELADOS ACTITUD	Seguir las normas y aplicar la estandiraci3n	5	4	3	2	1	Obersvaciones
	El control de la limpieza se cumple por parte de los operarios						
	Las auditorias semanas producen un cambio en la actitud de los operarios						
	Los operarios estan practicando los principios de de Serie, Seiton y Seiso en el area de producci3n						
SUMATORIA DE LA AUDITORIA		0	0	0	0	0	PUNTAJE
Trabajador Evaluado:		Fecha					
Realizado por:	Barahona-Tensesaca	Turno					_____/ 65

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

3.12.7 TABLERO KANBAN

El dise1o del tablero Kanban est1 enfocado al control en el desorden que existe al momento de asignar varias tareas, como tambi3n la continuidad de la producci3n donde el trabajador del turno anterior dejo el estado la producci3n, es decir ayuda a reducir los tiempos en la transmisi3n de informaci3n entre los empleados de cada turno y aumentar el control en las tareas asignadas tanto individual como por 1rea designada.

Mediante observaci3n, y conversaciones con el encargado de la producci3n en la planta se realiz3 la toma de tiempo que es necesario en los cambios de turno para informar al siguiente grupo de empleados el estado de las actividades y el de la l1nea de producci3n.

Tabla 47-3: Tiempo necesario en los cambios de turno

DIAS	1			2			3			4			5			6			7		
CAMBIO DE TURNO	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
TIEMPO (min)	51	49	30	43	40	35	58	42	32	51	56	36	47	58	38	43	42	30	48	43	33
	PROMEDIO																		43,10		

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

En la tabla 48-3 se detallada el tiempo empleado en los cambios de turno, se realizó la medición del tiempo por un periodo de 7 días, durante los tres cambios de turno de tienen los trabajadores.

3.12.7.1 Prueba de variabilidad de datos

Se realizo el cálculo del coeficiente de variabilidad de los datos obtenidos durante la medición del tiempo necesario en los cambios de turno

Tabla 48-3: Valores para cálculo de Coeficiente de Variabilidad tiempo de cambio de turno

x	51	49	30	43	40	35	58	42	32	51	56	36	47	58	38	43	42	30	48	43	33	$\bar{x} = 43,10$
$x - \bar{x}$	8	6	-13	0	-3	-8	15	-1	-11	8	13	-7	4	15	-5	0	-1	-13	5	0	-10	
$(x - \bar{x})^2$	62	35	171	0	10	66	222	1	123	62	167	50	15	222	26	0	1	171	24	0	102	$\Sigma = 1531,8$

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, A., 2022)

Como resultado se obtuvo que la media de tiempo necesario durante los cabios de turno es de 43,10 minutos, además la varianza total de los tiempos des de 1531,8 lo que indica una dispersión de datos considerable, esto debido a la diferencia en el tiempo empleado en el turno nocturno.

Tabla 49-3: Coeficiente de Variabilidad Tiempo para cambio de turno

Desviación Estándar	8,54
Coeficiente de Variabilidad	20%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Como resultado se obtuvo una desviación estándar 8,54 lo que indica desviación considerable en los datos y un porcentaje del 20 % de variabilidad en estos por lo que se concluye que existe poca variabilidad en los datos y es una muestra compacta.

Se crea una nueva base de datos en el que se ingresa de manera resumida el progreso del rendimiento de tareas o actividades, el responsable o supervisor, el tipo de prioridad (alta, media o baja), también el periodo o el tiempo que necesitara dicha actividad ya sea de manera diaria, semanal o mensual.

3.12.8 Interfaz de usuario

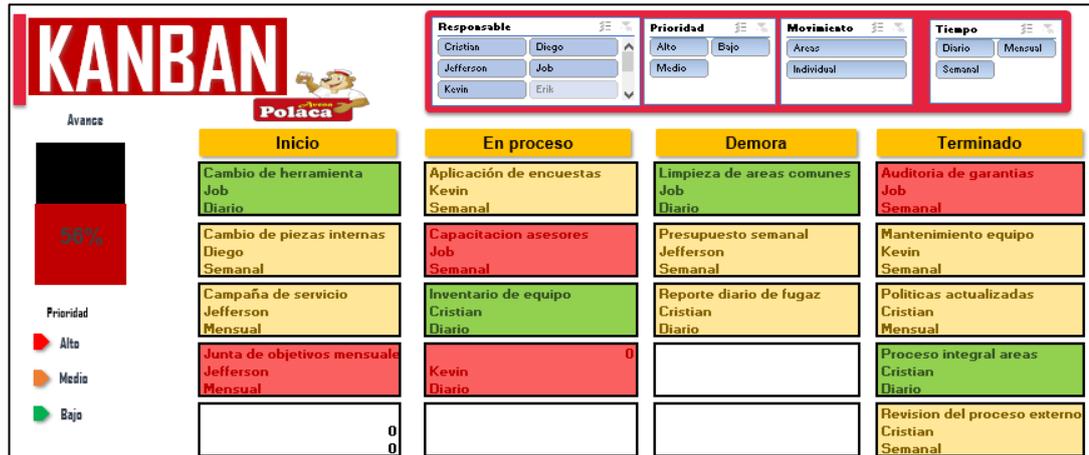


Ilustración 33-3: Tablero automático Kanban

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

En la ilustración 33.3 se puede observar un ejemplo de la aplicación del tableo Kanban automático a través del uso de Excel donde el color rojo representa prioridad alta, amarillo prioridad media y verde prioridad baja. Cada color representa una actividad sin embargo se puede posponer las actividades de color verde para dar prioridad a las actividades de color rojo siendo de gran importancia para la continuidad dentro del proceso de producción.

3.12.9 Funcionamiento del Programa

El tablero Kanban funciona a través del uso de una base de datos flexible que puede ser actualizada o cambiarla según los requerimientos de la empresa, además utiliza una Tabla Dinámica para poder realizar la búsqueda de la información que se necesita, todo estos aspectos están complementados por el uso de filtros los cuales usan los parámetros más importantes de la base de datos para filtrar la información de acuerdo con la situación que se presente o para un control específico de las actividades designadas. Todas estas funciones están resumidas en un interfaz sencillo de comprender para el usuario el cual no necesitará conocimiento especializado en el software Excel para usar el Tablero.

3.12.9.1 Primera Etapa

Estado y Base de Activades										
Tareas	Responsab	Prioridad	Inicio	Vencimien	Días_ Transcurri	Movimient	Tiempo	Estado	Progreso	
Limpieza de areas comunes	Kevin	Alto	6/3/2022	16/4/2022	41	Individual	Diario	En Proceso	50%	
Mantenimiento equipo	Kevin	Medio	7/3/2022	13/3/2022	6	Individual	Semanal	Terminado	100%	
Cambio de herramienta	Job	Bajo	8/3/2022	21/4/2022	44	Individual	Diario	Inicio	30%	
Auditoria de garantias	Job	Alto	12/3/2022	27/3/2022	15	Areas	Semanal	Terminado	100%	
Proceso integral areas	Cristian	Bajo	3/4/2022	15/4/2022	12	Individual	Diario	Terminado	100%	
Capacitación asesores	Job	Alto	9/4/2022	16/4/2022	7	Areas	Semanal	En Proceso	90%	
Políticas actualizadas	Cristian	Medio	23/4/2022	30/5/2022	37	Individual	Mensual	Terminado	100%	
Inventario de equipo	Cristian	Bajo	7/5/2022	12/5/2022	5	Areas	Diario	En Proceso	60%	
Reporte diario de fugaz	Cristian	Medio	11/5/2022	16/6/2022	36	Areas	Diario	Demora	70%	
Cambio de piezas internas	Diego	Medio	19/5/2022	24/5/2022	5	Areas	Semanal	Inicio	10%	
Revisión del proceso exteri	Cristian	Medio	23/5/2022	30/5/2022	7	Individual	Semanal	Terminado	100%	
Limpieza de areas comunes	Job	Bajo	31/5/2022	5/7/2022	35	Individual	Diario	Demora	50%	
Aplicación de encuestas	Kevin	Medio	1/6/2022	6/6/2022	5	Individual	Semanal	En Proceso	40%	
Junta de objetivos mensual	Jefferson	Alto	2/6/2022	7/6/2022	5	Areas	Mensual	Inicio	0%	
Presupuesto semanal	Jefferson	Medio	26/6/2022	11/8/2022	46	Individual	Semanal	Demora	50%	
Campaña de servicio	Jefferson	Medio	27/6/2022	10/7/2022	13	Individual	Mensual	Inicio	10%	

Ilustración 34-3: Base de datos

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

La primera etapa comprende la creación de una tabla en base a las actividades que se van a realizar en todo el proceso de producción, dichas actividades pueden ser cambiadas, actualizadas o eliminadas de tabla según las necesidades de la empresa o usuario.

Cada actividad estará integrada por los parámetros más importantes en este caso serán: responsable, prioridad, movimiento, tiempo y estado de la actividad, y complementariamente a estas se agregan las fechas de inicio y vencimiento, los días transcurridos y el progreso de la actividad.

3.12.9.2 Parámetros de control

PARAMETROS				
Responsables	Prioridades	Movimiento	Tiempo	Estados
Kevin	Alto	Individual	Diario	Inicio
Job	Medio	Areas	Semanal	En Proceso
Jefferson	Bajo		Mensual	Demora
Cristian				Terminado
Diego				
Logan				

Ilustración 35-3: Parámetros de control

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Los parámetros establecidos en la tabla anterior son: responsable de la tarea, la prioridad, si la tarea es individual o compartida, cada cuando tiempo se la realiza y finalmente en estado de la tarea, además se limitarán en base a una lista definida de los trabajadores y por las características

de cada proceso, en este caso el listado que se observa los datos complementarios al tener más cantidad de variables no presentará algún tipo de limitación en la información que se ingrese en la tabla.

3.12.10 Segunda Etapa

TABLA DINAMICA										
Tareas	Responsable	Prioridad	Inicio	Vencimiento	Días Transcurridos	Movimiento	Tiempo	Estado	Progreso	
Aplicación de encuestas	Kevin	Medio	01-jun	06-jun	5	Individual	Semanal	En Proceso	40%	
Auditoría de garantías	Job	Alto	12-mar	27-mar	15	Areas	Semanal	Terminado	100%	
Cambio de herramienta	Job	Bajo	08-mar	21-abr	44	Individual	Diario	Inicio	30%	
Cambio de piezas internas	Diego	Medio	19-may	24-may	5	Areas	Semanal	Inicio	10%	
Campaña de servicio	Jefferson	Medio	27-jun	10-jul	13	Individual	Mensual	Inicio	10%	
Capacitación asesores	Job	Alto	09-abr	16-abr	7	Areas	Semanal	En Proceso	90%	
Inventario de equipo	Cristian	Bajo	07-may	12-may	5	Areas	Diario	En Proceso	60%	
Junta de objetivos mensuales	Jefferson	Alto	02-jun	07-jun	5	Areas	Mensual	Inicio	0%	
Limpieza de areas comunes	Job	Bajo	31-may	05-jul	35	Individual	Diario	Demora	50%	

Ilustración 36-3: Dinámica de la base de datos

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Para segunda etapa del Tablero Kanban se insertará una tabla dinámica la cual se creó a partir de la primera tabla o la base de datos de las actividades con sus respectivos parámetros, en esta tabla dinámica será en donde el buscador, que se creará a continuación, investigará y filtrará la información que se visualizará en el interfaz final por el usuario.

3.12.11 Buscador

BUSCADOR											
									Fondo	100%	
									Total Progreso	60%	
Concatenar	#	Tareas	Responsable	Prioridad	Inicio	Vencimiento	Días_Transcurridos	Movimiento	Tiempo	Estado	Progreso
Inicio1	1	Cambio de herramien	Job	Bajo	08-mar	21-abr	44	Individual	Diario	Inicio	30%
Inicio2	2	Cambio de piezas inte	Diego	Medio	19-may	24-may	5	Areas	Semanal	Inicio	10%
Inicio3	3	Campaña de servicio	Jefferson	Medio	27-jun	10-jul	13	Individual	Mensual	Inicio	10%
Inicio4	4	Junta de objetivos me	Jefferson	Alto	02-jun	07-jun	5	Areas	Mensual	Inicio	0%
Inicio5	5										

Ilustración 37-3: Buscador o Estructura Principal del programa

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

El buscador en la parte más importante del programa en esta estructura se dividirá cada actividad por su estado, es decir: Inicio, En proceso, Demora y Terminado. El primer paso para desarrollar esta estructura es ejecutar un contador de las actividades de acuerdo con el estado en el que se encuentren mediante la formula: **CONTAR.SI (Estado; N9)** en las celdas debajo de la etiqueta conteo.

El siguiente paso será ejecutar una serie de funciones interconectadas que permitirá clasificar y filtrar la información desde la tabla dinámica siempre partiendo de la base del estado de la actividad, la fórmula es la siguiente:

{SI(FILAS(C\$9:C9) <=\$O\$9; INDICE(INDIRECTO(C\$8); K. ESIMO.MENOR(SI(Estado=\$N\$9; FILA(Estado)-FILA (;TD! \$K\$11) +1); FILAS(C\$9:C9)));" ")}

Una vez se haya ejecutado la formula en la primera celda de Inicio 1 se procedió a arrastrar de forma horizontal y luego vertical para que todas las celdas cumplan la función de buscar la información según el estado de la actividad en la tabla dinámica, en la primera secuencia se visualizara toda la información de las actividades que se encuentren en el estado INICIO. Para terminar esa etapa se realizó lo mismo para el resto de los estados de las actividades.

3.12.12 Etapa Final

La etapa final fue la creación del interfaz donde el usuario podrá filtrar y visualizar la información procesadas en el buscador.



Ilustración 38-3: Interfaz Tablero Kanban

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

El interfaz se creó de forma sencilla usando simplemente las figuras básicas del software Excel, y aplicando en estas figuras la formula:

INDICE(;Estructura!\$C\$9:\$L\$37;COINCIDIR(E\$11&\$D13;;Estructura!\$A\$9:\$A\$37;0); COINCIDIR(\$C13;;Estructura!\$C\$8:\$L\$8;0))

Esta función será la que se seleccione la información que se clasifico en el buscador y la proyectará en cada recuadro del interfaz, siempre en base al parámetro de estado de actividad, posteriormente se aplicó un formato condicional de color para identificar de forma más sencilla la prioridad de cada actividad:

Verde: Baja prioridad

Amarillo: Media prioridad

Rojo: Alta prioridad.



Ilustración 39-3: Interfaz Tablero Kanban (Parte Superior)

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Para finalizar se agregó un filtro en la parte superior del interfaz, por cada uno de los parámetros detallados en la primera etapa, esto logrará que el buscador y el interfaz solo proyecte la información necesaria para el usuario en ese momento.



Ilustración 40-3: Interfaz Tablero Kanban (Panel de progreso)

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Además, y a manera de detallar el progreso de cada actividad se creó una ilustración de avance con la función =SERIES (; Estructura! \$L\$3;1), ubicado en la parte derecha del interfaz donde se puede visualizar en forma de porcentaje el avance de la actividad seleccionada.

3.12.13 SIMULACIÓN DE LA situación INICIAL

En la siguiente imagen se observa la distribución actual de la planta principal donde es elaborada la bebida láctea Avena Polaca, se recreó mediante el software de simulación FLEXSIM usando las herramientas para construir un proceso productivo donde la principal materia prima el producto final es un fluido continuo.

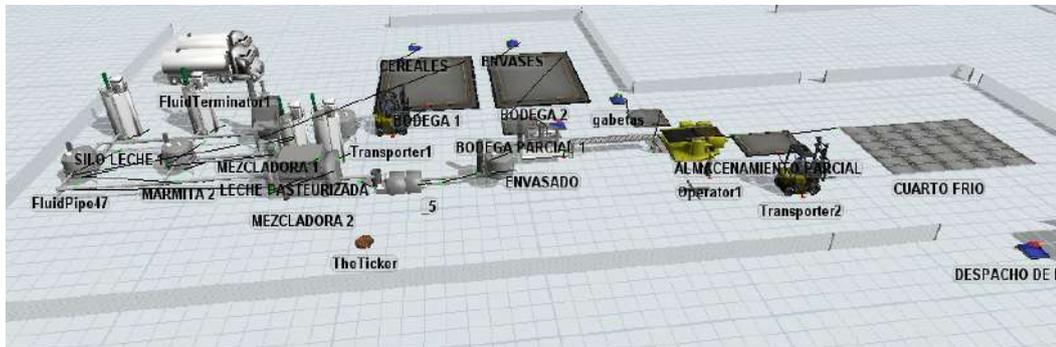


Ilustración 41-3: Simulación Inicial

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

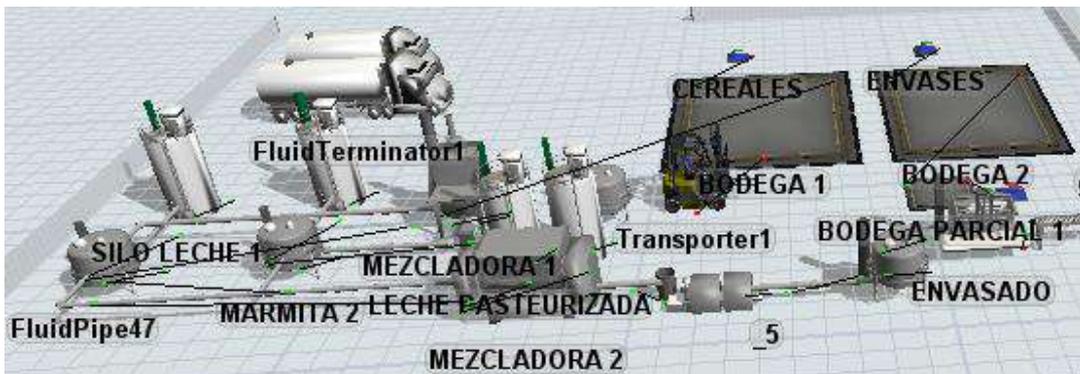


Ilustración 42-3: Simulación Inicial (Proceso Principal)

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

La simulación recrea el proceso productivo desde la recepción de materia prima, pasando por todas las etapas detalladas el inicio del capítulo 3, aunque físicamente la maquinaria y el tamaño no es tan similar al real, lo más importante es la configuración personalizada que se puede dar a cada elemento del simulador lo que permite obtener resultados fiables para el análisis del desempeño del proceso productivo.

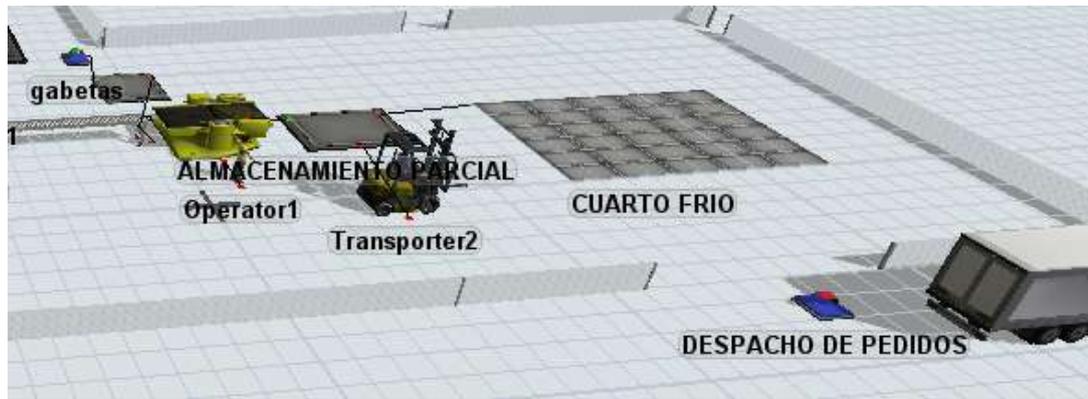


Ilustración 43-3: Simulación Inicial (Almacenamiento y Despacho)

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

En la imagen anterior se encuentra recreado en la simulación la parte final del proceso productivo el cual es el traslado y almacenamiento al cuarto frío para su posterior despacho de acuerdo con los pedidos del producto.

CAPITULO IV

4 GESTIÓN DEL PROYECTO

4.1 Evaluación de la Propuesta de la metodología JIT

El método JIT se enfoca en la producción necesaria, en el tiempo establecido y en las cantidades requeridas, por lo tanto, se debe producir lo necesario y cuando se necesite. Para que eso suceda se debe tener un control con la materia prima o componentes para que no exista excedentes ni faltantes dentro de la línea de producción de AVENA POLACA, manteniendo un flujo continuo, enfocado a la demanda requerida por el cliente y disminuyendo el inventario como el almacenamiento temporal.

Para mantener un flujo continuo e identificar los problemas fundamentales de producción se debe tener en cuenta el orden y limpieza en las diferentes áreas de trabajo manteniendo un ambiente laboral adecuado.

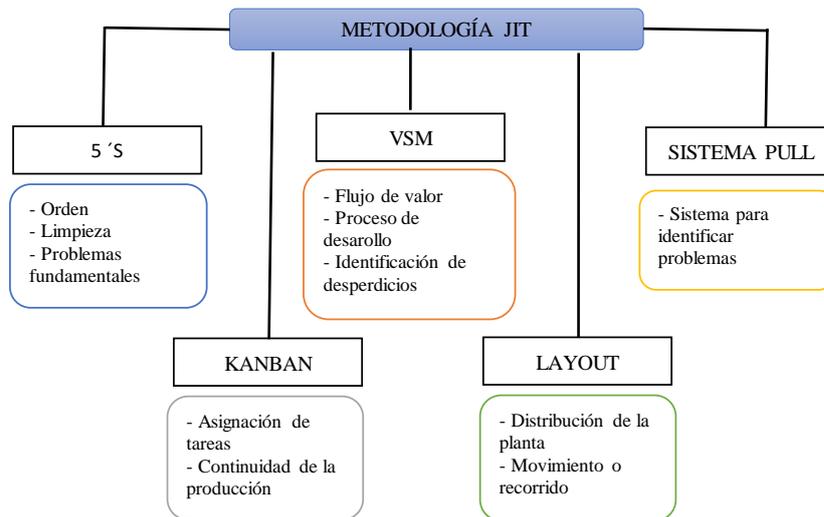


Ilustración 1-4: Metodología JIT

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

4.2 Estrategia de implementación de la Metodología 5'S

4.2.1 Resultados Individuales de las 5'S

4.2.1.1 Seiri – Clasificación

Con la Implementación en el Seiri - Clasificación se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 1-4: Resultados de la mejora en SEIRI

	Situación Actual	Con la Implementación	Mejora
Se utiliza un check list para la ubicación de herramientas de trabajo	10%	100%	90%
Se puede distinguir los materiales necesario e innecesarios en los puestos de trabajo	50%	80%	30%
Se encuentran en orden los diferentes puestos de trabajo utilizando el check list	65%	80%	15%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

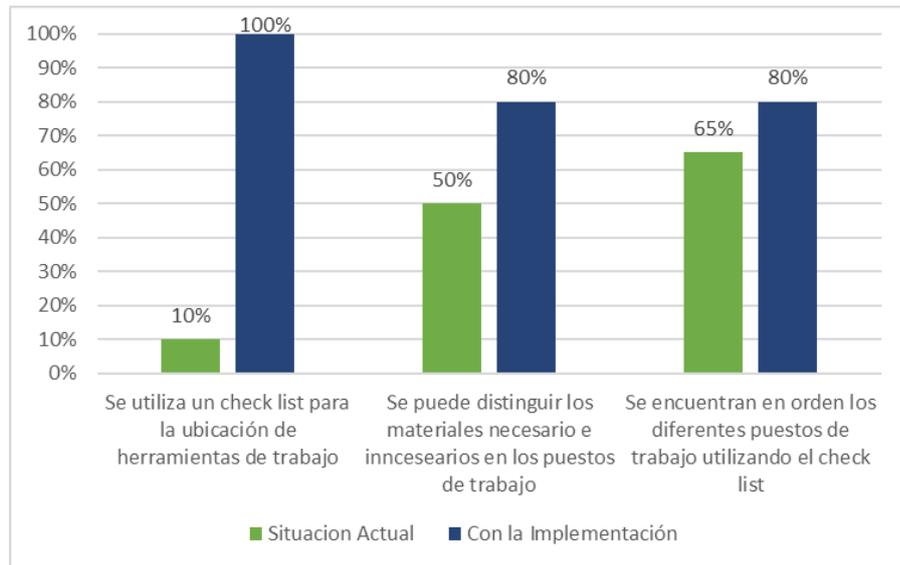


Ilustración 2-4: Grafica Resultados SEIRI

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

- Los materiales en mal estado serán erradicados y en su lugar correspondiente, teniendo así una mejora del 30 % en el orden de los puestos de trabajo.

Tabla 2-4: Check List de control de orden para los puestos de trabajo

		CHECK LIST DE CONTROL DE ORDEN PARA LOS PUESTOS DE TRABAJO		
		ÁREA DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE LECHE		
LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE AVENA POLACA				
OPERARIO: JAIRO ORTIZ			FECHA: 2/11/2022	
TURNO VESPERTINO			ENTRADA <input checked="" type="checkbox"/> SALIDA <input type="checkbox"/>	
ÍTEM	ELEMENTO	SI	NO	OBSERVACIONES
1	Manueras en su lugar y enrolladas		X	
2	Bombas externas en lugar	X		
3	Recipientes de Plastico azules organizados y limpios	X		
5	Guantes de goma en buenas condiciones	X		
6	Botas de goma en buenas		X	
7	Bomba manual limpia y en lugar	X		
8	Mascarillas en buenas condiciones	X		
_____ Ing. Cristian Cevallos JEFE DE PLANTA		_____ Sr. Jairo Ortiz OPERARIO		

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

- La implementación de las Check List en los puestos de trabajo mejorará el orden de cada uno de estos, se estima cumplir con un 80%, ya que existen materiales que no tienen un lugar especificado o en ubicaciones de difícil acceso.

4.2.2 Seiton - Orden

Con la Implementación del Orden obtendremos los siguientes resultados:

Tabla 3-4: Resultados de la mejora en SEITON

	Situación Actual	Con la Implementación	Mejora
La delimitación del espacio en las máquinas y puestos de trabajo	65%	90%	25%
La señalización de las áreas de trabajo	15%	80%	65%
La designación de un lugar para cada cosa y su respectivo etiquetado	45%	90%	45%
La disposición física de herramientas y elementos de trabajo	65%	90%	25%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

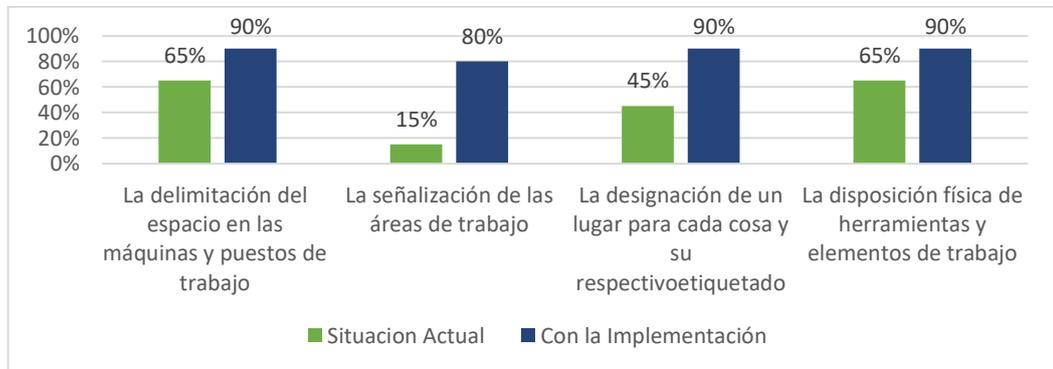


Ilustración 3-4: Grafica Resultados SEITON

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

- Se mejora la señalización en todas las áreas del almacén logrando un 90% en total, esta actividad será realizado por el equipo de las 5S´.



Ilustración 4-4: Señalización Cereales y Envases

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

- Se mejora hasta un 80% las condiciones de orden de las áreas de trabajo, gracias a las observaciones en los puestos de trabajo.



Ilustración 5-4: Señalización tanque de producto terminado

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Se logra aumentar un 45% el orden de los reportes de producción, lo que reducirá el tiempo de búsqueda de documentos, esto será gracias al orden implantado y asumido por el personal.



Ilustración 6-4: Carpetas de registro para ordenes de producción.

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

- Los materiales de trabajo con letreros y señalización alcanzan un nivel de mejora del 25% ya que en su mayoría serán codificados y rotulados de manera correcta así mismo se colocarán letreros para una mejor visualización y reconocimiento de los materiales y del área.

4.2.3 Seiso – Limpieza

Con la Implementación de la Limpieza lograremos estándares de limpieza obteniendo así los siguientes resultados:

Tabla 4-4: Resultados de la mejora en SEISO

	Situación Actual	Con la Implementación	Mejora
La limpieza de los lugares de trabajo, máquinas, herramientas, etc	30%	80%	50%
Recipientes limpios y con su respectiva etiqueta	65%	90%	25%
La rutina de limpieza diaria de las máquinas	30%	80%	50%
La inspección y registro de elementos de la máquina durante el desarrollo de la limpieza	35%	90%	55%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

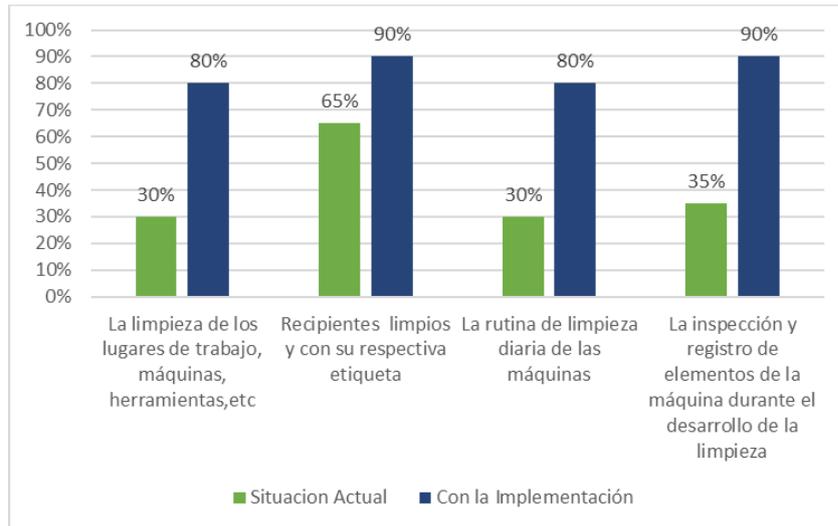


Ilustración 7-4: Gráfica Resultados SEISO

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

En la anterior ilustración se detallada la diferencia del porcentaje de cumplimiento en los ítems evaluados en la etapa de sieso-limpieza obteniendo mejoras en su mayoría superiores las 50% en comparación a los valores iniciales.

- En la limpieza lograremos aumentar a un 80% debido la identificación y al manejo de los tipos de suciedad latentes en la empresa



Ilustración 8-4: Señalización tipos de basura

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

- La limpieza en todas las áreas aumento en un 25% debido al cumplimiento de las actividades programadas, esto ayudará que los empleados identifiquen y eliminen agentes de suciedad y aseguren el funcionamiento óptimo de los equipos de trabajo.
- La inspección de los elementos usados para la limpieza en las áreas de recepción de materia prima, mezclado de ingredientes y envasado se mejoró hasta un 90 % con la implementación

4.2.4 Seiketsu - Estandarización

Con la Implementación de la Estandarización se logró involucrar a todo el equipo de la planta.

Tabla 5-4: Resultados de la mejora en SEIKETSU

	Situación Actual	Con la Implementación	Mejora
Áreas de trabajo se encuentran correctamente señalizadas	15%	80%	65%
La distribución de tareas de limpieza en el tiempo de su área de trabajo	15%	90%	75%
Desechos de basura, residuos de leche están limpiados correctamente	65%	90%	25%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

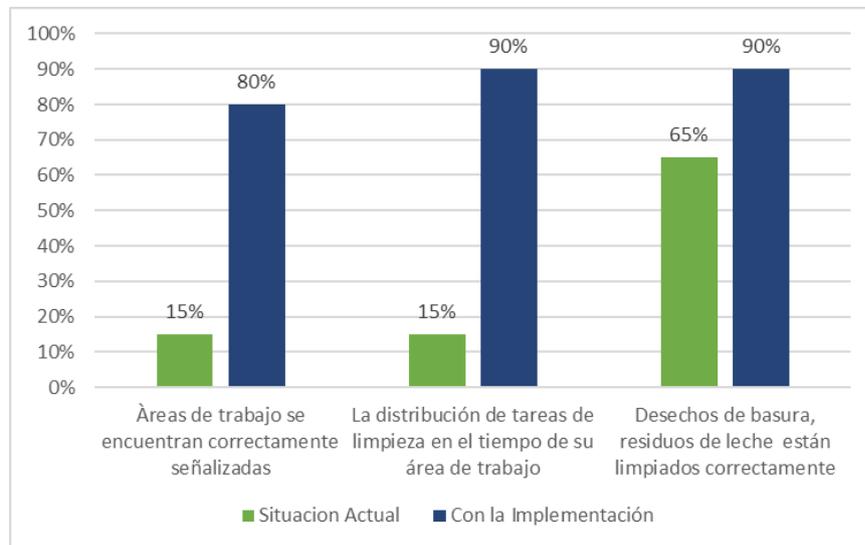


Ilustración 9-4: Grafica Resultados SEIKETSU

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

- Se diseñaron instructivos o hojas de procedimientos directamente para realizar la limpieza del área y maquinas. Lo que nos permitirá definir funciones y responsables directos en cada proceso. Causando así hábitos correctos en sus funciones diarias aumentando en hasta un 90% el cumplimiento del ítem.



Ilustración 10-4: Ubicación hojas de procedimiento

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)



Ilustración 11-4: Ubicación hojas de procedimiento

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

- El uso de las tarjetas verde y roja permitirá instaurar en la planta el inicio del mantenimiento preventivo e involucrará directamente a los empleados con el mantenimiento autónomo producto de la evaluación visual de cada uno de ellos al realizar la limpieza y sus actividades diarias.



Ilustración 12-4: Ubicación Tarjetas rojas y verdes

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)



Ilustración 13-4: Carpetas para bitácoras de tarjetas rojas y verdes

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

En las ilustraciones 15-4 se puede observar las tarjetas rojas y verdes ubicadas en el área común de los operarios, en un lugar visible y accesible para todos ellos, y en la siguiente 16-4 son las bitácoras tanto de las tarjetas como de las auditorias semanales las cuales fueron ubicadas en la oficina del jefe de planta.

4.2.5 Shitsuke - Disciplina

En este último objetivo se obtuvo como resultado la motivación y compromiso de todos los colaboradores en la planta mediante la explicación y captación del funcionamiento de las herramientas de la metodología 5S's, además de informar

Tabla 6-4: Resultados de la mejora en SHITSUKE

	Situación Actual	Con la Implementación	Mejora
El cumplimiento de las personas en tareas de limpieza de las máquinas y áreas de trabajo	30%	90%	60%
El cumplimiento del personal con el orden, limpieza e inspección	35%	90%	55%
El cuidado y conservación de las herramientas de trabajo por parte del personal	65%	80%	15%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

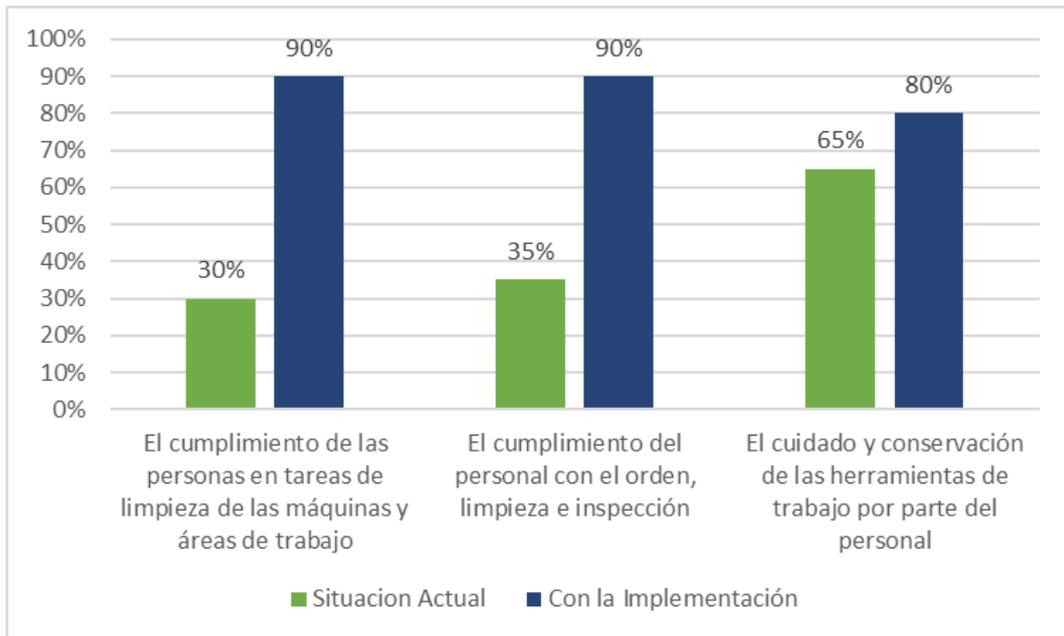


Ilustración 14-4: Grafica Resultados SHITSUKE

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

- El control del cumplimiento de tareas mediante auditorías internas y Check List de control de elementos y herramientas entregadas, logrando crear una cultura de respeto a las normas establecidas y hábitos en las 3 primeras etapas de la 5´S, aumentando considerablemente los ítems en la última etapa de la metodología 5.



Ilustración 15-4: Entrega de Check List de Cumplimiento al jefe de Planta

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

		AUDITORIA SEMANA DE 55's		Criterios de evaluación				
		AREA DE PRODUCCIÓN		1= Deficiente	2= Regular	3= Bueno	4=Muy bueno	5=Excelente
LINEA DE PRODUCCIÓN "AVENA POLACA"				Responsable: Ing Cristian Cevallos				
ORDEN SEPARA SOLO LO NECESARIO	Clasificar los elementos necesarios e innecesarios	5	4	3	2	1	Observaciones	
	Lugares correctamente identificados y señalizados		X					
	Elementos ubicados en su lugar despues de usarlos			X				
CLASIFICACIÓN ORGANIZACIÓN ELEMENTOS NECESARIOS	Los elementos y herramientas visibles y accesibles	5	4	3	2	1	Observaciones	
	Herramientas y materiales en su lugar asignado				X			
	Areas de trabajo, almacenamiento y pasillos señalizados y limitados por lienas o marcadores				X			
LIMPIEZA MANTENER LOS ESPACIOS LIMPIOS	Limpieza de area de trabajo, equipos y herramientas	5	4	3	2	1	Observaciones	
	Maquinas complemente limpias		X					
	Basura y desperdicios ubicados en sus respectivos depositos	X						
ESTANDARIZAR POLITICAS DE ORGANIZACIÓN	Estandarización de metodos de trabajo	5	4	3	2	1	Observaciones	
	Los operarios conocen y ejecutan las actividades de manera correcta	X						
	Los operarios realizan controles visuales de su área de trabajo		X					
DISCIPLINA ACTITUD DE LOS EMPLEADOS	Seguir las normas y aplicar la estandarización	5	4	3	2	1	Observaciones	
	El control de la limpieza se cumple por parte de los operarios	X						
	Las auditorías semanas producen un cambio en la actitud de los operarios			X				
SUMATORIA DE LA AUDITORIA		0	0	0	0	0	PUNTAJE	
Trabajador Evaluado:		Fecha					0	
Realizado por:	Barahona-Tensesaca	Turno					65	

Criterios de Evaluación		
0-10	Deficiente	No cumple con la evaluación
11-25	Regular	El nivel de cumplimiento es bajo
26-45	Aprobado	El nivel de cumplimiento es medio
46-65	Satisfactorio	El nivel de cumplimiento es alto


 Ing. Cristian Cevallos
 C.I. # 1312902644

Ilustración 16-4: Check List de cumplimiento realizado por el jefe de Planta

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

- Con el fin de convertir la auditoria semanal y el correcto uso de las herramientas implementadas, en hábitos y no en reglas, se mantuvieron charlas con los operarios una vez a la semana.



Ilustración 17-4: Charla acerca del Check List de cumplimiento

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

La evaluación del cumplimiento se realizará mediante el modelo de formulario de observación y cumplimiento usado durante la identificación inicial, el Check List de Cumplimiento (Anexo A), con el objetivo de resaltar los resultados que se obtendrán con el uso de esta herramienta de mejora continua en la Línea de Producción. Además de comparar el cumplimiento, antes y después de la implementación.

- Percepción Inicial

Tabla 7-4: Resultado Inicial de la metodología 5'S

	PONENTE 1	PONENTE 2	CALIFICACION	MÍNIMO	MÁXIMO
SEIRI	40%	40%	40%	10%	100%
SEITON	38%	43%	41%	10%	100%
SEISO	45%	58%	52%	10%	100%
SEIKETSU	43%	47%	45%	10%	100%
SHITSUKE	50%	57%	54%	10%	100%
			TOTAL	46%	

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

- Resultados esperados

Tabla 8-4: Resultado esperado de la metodología 5'S

	PONENTE 1	PONENTE 2	CALIFICACION	MÍNIMO	MÁXIMO
SEIRI	87%	87%	87%	10%	100%
SEITON	83%	85%	84%	10%	100%
SEISO	85%	85%	85%	10%	100%
SEIKETSU	87%	87%	87%	10%	100%
SHITSUKE	87%	87%	87%	10%	100%
			TOTAL	86%	

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Tabulación de los resultados obtenidos en el Check List inicial y los resultados esperados representando el cumplimiento de cada etapa de la metodología y de su totalidad, se demuestra la mejora global del cumplimiento iniciando en un 46% hasta un 86%, significa un 40% de aumento del porcentaje de cumplimiento de la metodología 5'S.

Tabla 9-4: Incremento porcentual de las 5 diferentes S

	Porcentaje Maximo	Porcentaje Inicial	Porcentaje Actual	Incremento
SEIRI (Clasificación)	100%	40%	87%	47%
SEITON (Orden)	100%	41%	81%	40%
SEISO (Limpiar)	100%	52%	81%	29%
SEIKETSU (Estandarizar)	100%	45%	87%	42%
SHITSUKE (Disciplina)	100%	54%	87%	33%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

El resultado que puede tener el uso de la herramienta 5'S se puede ver reflejada en la tabla 43-4, donde se muestra porcentaje inicial de cumplimiento y porcentaje actual (mejorado), demostrando a través valores estadísticos que aplicar o implementar esta herramienta mejorará de manera significativa las condiciones de organización, orden y limpieza, como también las condiciones de trabajo y ambiente laboral.

4.2.6 Gráfica de Resultados

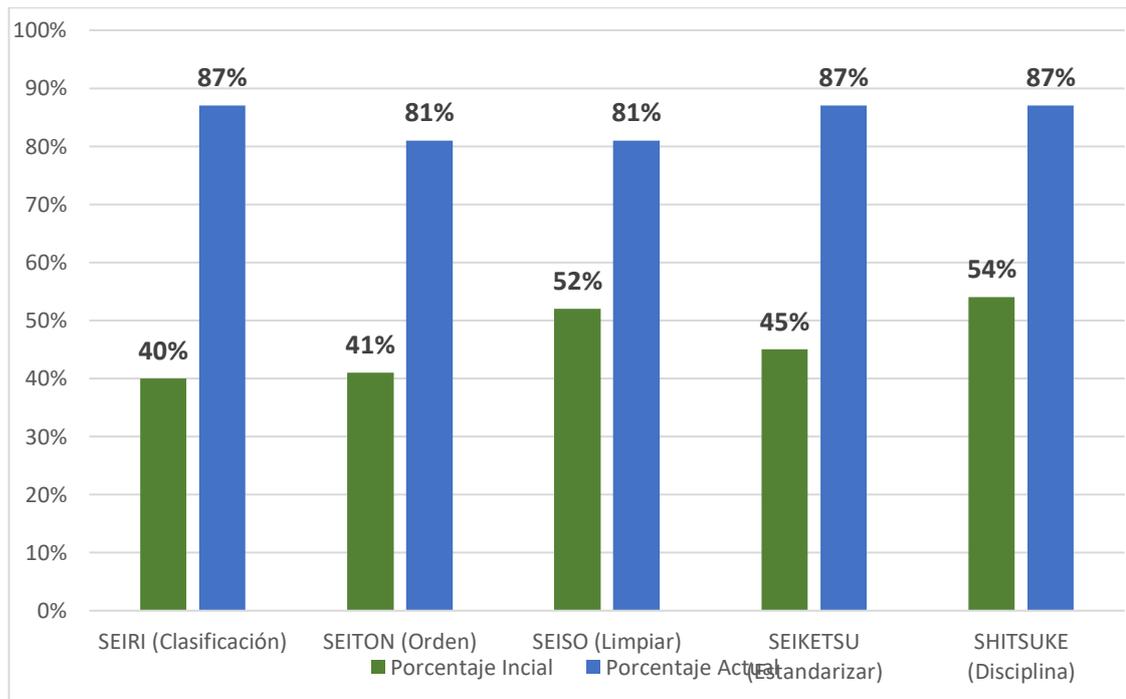


Ilustración 18-4: Grafica comparativa de los resultados de la 5'S

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

En la ilustración anterior se puede observar a manera de grafica de barras el porcentaje de cumplimiento de la metodología 5'S inicialmente a comparación con el porcentaje de cumplimiento con la aplicación de las estrategias propuestas.

4.2.7 Prueba de Confiabilidad del Instrumento (Alfa de Cronbach)

Al igual que al inicio de la metodología 5s's se realizó una prueba al instrumento utilizado esta vez con los datos que se espera obtener una vez se implemente las paso a paso la metodología.

Tabla 10-4: Tabulación Alfa de Cronbach datos esperados

	ITEM 1	ITEM 2	ITEM 3	ITEM 4	ITEM 5	ITEM 6	ITEM 7	ITEM 8	ITEM 9	ITEM 10	ITEM 11	ITEM 12	ITEM 13	ITEM 14	ITEM 15	ITEM 16	ITEM 17	SUMATORIA
EVALUADOR 1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	2	2	27
EVALUADOR 2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2	29
EVALUADOR 1	1	2	3	2	3	2	2	3	1	3	2	2	2	3	2	2	2	37
EVALUADOR 2	2	3	2	1	3	2	3	2	2	3	3	3	3	2	2	2	3	41
VARIANZA	0,19	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,5	0,2	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	32,75

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

En la tabla anterior se encuentra representados los datos obtenidos en el Check List de evaluación conformada por 17 ítems y realizada 2 veces por cada evaluador donde se obtuvo una varianza de la suma de los ítems igual a 32,75 lo indica poca dispersión de los datos.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum \sigma}{\sum t} \right]$$

Donde;

α =Coeficiente de Alfa de Cronbach

k = Número de ítems del instrumento

$\sum \sigma$ =Sumatoria de las varianzas de cada ítem

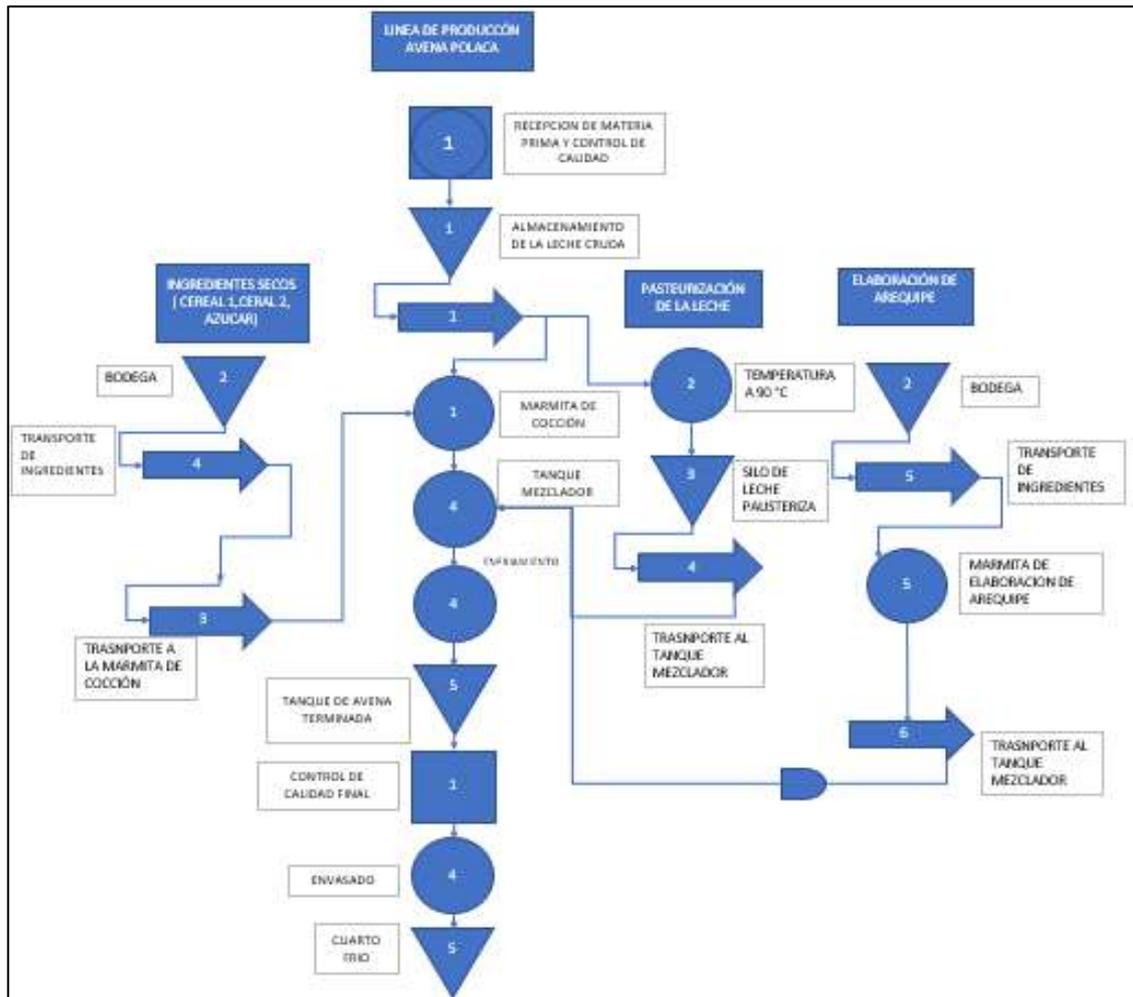
$\sum t$ = Varianza de la Suma de los Ítems

Tabla 11-4: Valor Alfa de Cronbach resultados esperados

α	90%
K	17
$\sum \sigma$	5
$\sum t$	32,8

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Mediante la aplicación de Alfa de Cronbach a los datos obtenidos del Check List aplicado por los evaluadores, en este caso los autores del proyecto, se obtuvo un porcentaje del 90% concluyendo que la consistencia interna de la escala utilizada es alta y se puede asegurar la confiabilidad del instrumento.



4.2.8 Diagrama de Proceso Mejorado

Ilustración 19-4: Diagrama de Procesos Mejorado

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

La diferencia más importante que se denota en el Diagrama de Procesos mejorado se redujo la cantidad de demoras presentes inicialmente esenciales para aprovechar el tiempo ahorrado en el proceso productivo lo que se evidencia también en la creación del VSM mejorado

4.2.9 VSM MEJORADO

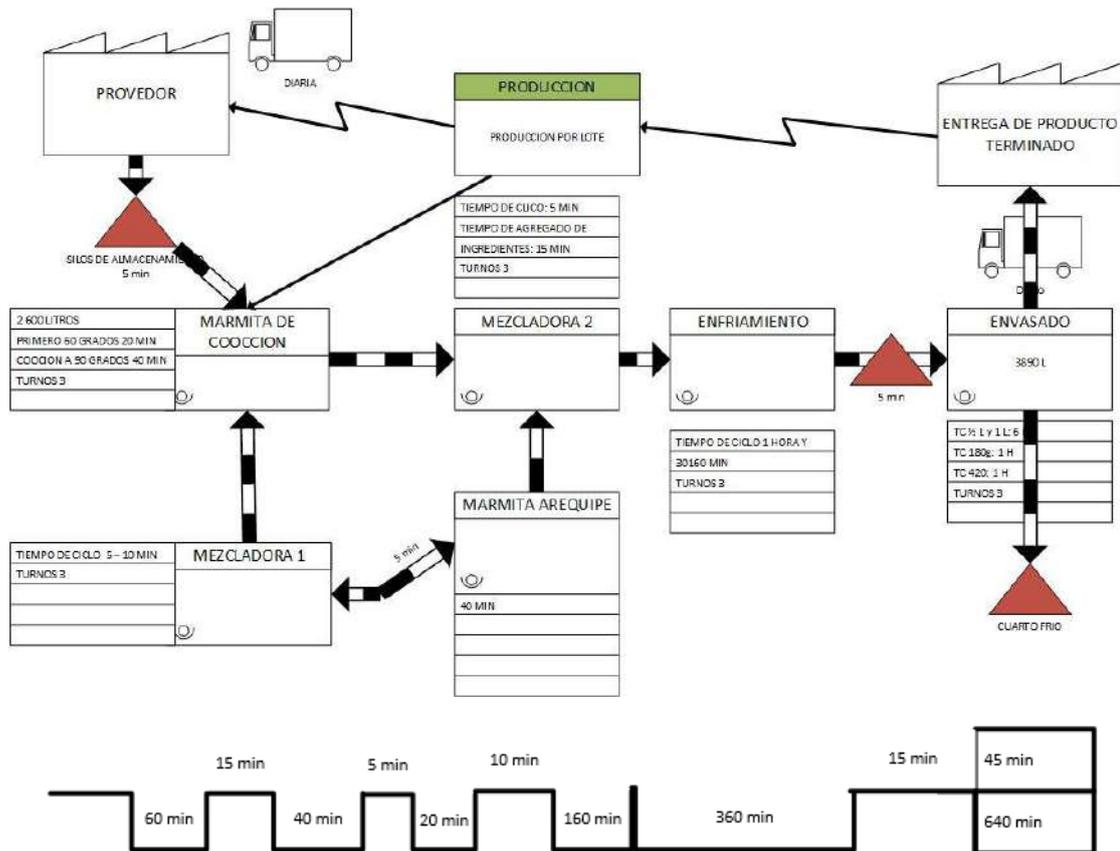


Ilustración 20-4: Value-Stream Map Mejorado

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

El cambio más notable que presenta el diseño mejorado del VSM es la reducción del tiempo de las actividades que no agregan valor al producto final, esto se logró eliminando uno de los transportes de ingredientes secos, reubicando el lugar donde esta materia prima era almacenada en la siguiente tabla se puede apreciar de una mejor manera los tiempos individuales y los totales de las actividades que analizadas en el VSM.

Tabla 12-4: Actividades y tiempos del VSM

ACTIVIDADES QUE AGREGAN VALOR	TIEMPO	ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR	TIEMPO
Cocción de la Avena	60 min	Transporte de Leche	15 min
Mezcla de líquidos	20 min	Transporte de Ingredientes	5 min
Mezcla de ingredientes secos	40 min	Transporte de arequipe	10 min
Enfriamiento	160 min	Transporte de Ingredientes	15 min
Envasado	360 min	Total	45 min
Total	640 min		

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

En el análisis de VSM mejorado se determinó que el tiempo total de las actividades que no agregan valor al producto final se redujo a 45 minutos así mismo el total, debió a la reducción del tiempo de transporte en la línea de producción y el tiempo de las actividades que agregan valor al producto final es de 640 minutos, dicho tiempo no cambio.

4.2.10 Cálculo del IVA Y AVA mejorado

Se evalúa la eficiencia de un proceso desde el punto de vista del valor que cada etapa agrega al producto final, minimizando el desperdicio ocasionado por pasos o actividades innecesarias.

Criterio de análisis de resultado

Si IVA \geq 75% entonces Proceso Efectivo

Si IVA $<$ 75% entonces Proceso No Efectivo

- Índice de Valor Agregado

$$IVA = \frac{\text{tiempo de valor agregado}}{\text{tiempo total requerido}} * 100\% \quad (8)$$

$$IVA = \frac{640 \text{ min}}{690 \text{ min}} * 100\%$$

$$IVA = 92,75\%$$

Con el 92,75 % obtenido del IVA se define que el proceso es muy efectivo y se concluye que la eficiencia general de toda la línea de producción asegura su eficiencia y el valor agregado del producto final.

- Análisis de Valor Agregado

$$AVA = \frac{\# \text{ de actividades de valor agregado}}{\# \text{ total de actividades del proceso}} * 100\% \quad (9)$$

$$AVA = \frac{5}{9} * 100\%$$

$$AVA = 55,55 \%$$

El porcentaje obtenido de AVA dictaminará la eficiencia de las actividades que agregan valor al producto con relación a total de las actividades que forman parte de la línea de producción.

4.2.11 Comparación IVA Y AVA

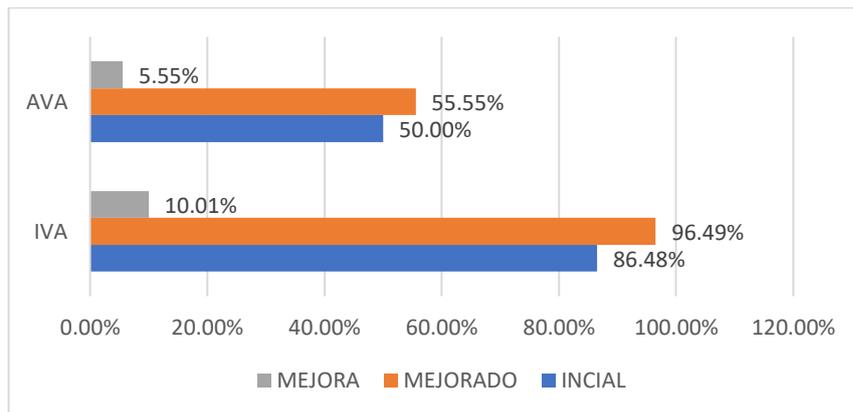


Ilustración 25-4: IVA y AVA mejorados

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

En la gráfica se puede visualizar el porcentaje de mejora obtenido en el Índice de valor Agregado y el Análisis de Valor Agregado, los valores iniciales calculados eran aceptables para el criterio del IVA ya que superaba el 75% sin embargo se logró una mejora hasta el 96,49 % aumentando un 11,87%.

Mientras que por otro lado el resultado del AVA establece la eficiencia de las actividades que agregan valor con respecto a todas las actividades que intervienen en el proceso, el resultado inicial fue de 50% mejorando hasta un 55,55%, esto debido a que se mitigó un transporte de líquidos obteniendo una mejora de 5,55%.

4.2.12 Balanceo de líneas

Resultados más favorables del balance de la línea de producción de Gustalac S.A.

Tabla 13-4: Balanceo de líneas mejor escenario de implementación

BALANCEO DE LINEA			
No	DESCRIPCION DE LA TAREA	Escenario 1 (BASE)	
		TIEMPO PARA DESARROLLAR LA	Nº DE TRABAJADORES EN PRODUCCIÓN
1	Desinfeccion del camion	0:15:00	1
2	Descargo de leche	0:20:00	1
3	Preparación bombeo de leche a marmita	0:05:00	1
4	Preparación bombeo de leche a mezcladora	0:05:00	1
5	Transporte de ingredientes de bodega a la mezcladora	0:10:00	1
6	Vertido de ingredientes en la mezcladora	0:02:00	1
7	Preparacion bombeo de la mezcla a la marmita	0:05:00	1
8	Preparacion bombeo de la avena a mezcladora 2	0:05:00	1
9	Transporte ingredientes a mezcladora 2	0:02:00	1
10	Vertido de ingredientes en la mezcladora 3	0:02:00	1
11	Envasado manual	2:00:00	1

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Los valores de la octava iteración serán los más efectivos tratándose de un escenario ideal para la empresa, sin embargo, las limitaciones que tiene la planta en cuestión de espacio y capacidad dificultan demasiado esta implementación. Actualmente y tomando en cuenta la capacidad de producción de la planta se recomienda optar por los valores obtenidos en la primera iteración.

Tabla 14-4: Datos comparativos del balanceo de línea

A	TIEMPO TOTAL POR UNIDAD POR TRABAJADOR	3:11:00	2:25:00
B	CICLO DE CONTROL (RITMO DEL CUELLO)	2:00:00	1:00:00
C	No. DE OPERARIOS EN LA LÍNEA	4	5
D	TIEMPO TOTAL DE LA LÍNEA	8:00:00	5:00:00
E	% BALANCE DE LÍNEA	39,79%	48,33%
F	CICLO DE TRABAJO AJUSTADO	2:15:51	1:07:56
G	UNIDADES / HORA	0,44	0,88
H	UNIDADES / TURNO	3	7
I	UNIDADES / OPERARIOS	0,75	1,40
J	COSTO DE MANO DE OBRA POR UNIDAD	\$ 566,67	\$ 303,57

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

En la tabla 15-4 se observa la mejora que se produce en la línea de producción con el aumento de 1 operario trabajando con un total de 5 empleados se obtiene: una reducción del costo de mano de obra de \$263,10, se alcanza un 48,33% del balance de la línea, el tiempo total de producción se reduce en 3 horas y las unidades producidas en cada turno aumentan en 4 unidades.

La mayor parte de la razón del desbalance de la línea se centra en el envasado manual por lo que el nuevo operario será asignado directamente a ejecutar esta actividad.

4.3 Plan Agregado de Producción (PAP) Inventario Cero

Para la elaboración del Plan Agregado de Producción se analizó la demanda para 6 meses iniciando desde el mes de septiembre hasta el mes de febrero del próximo año, la empresa por la forma de manejar sus ventas no mantiene un inventario por lo que se utilizó el modelo de Cero Inventario.

Tabla 15-4: Costos de mano de obra y producción

Producción promedio por trabajador	1	Lotes diarios
Trabajadores actuales iniciales	4	trabajadores
Costo diario de mano de obra	\$ 90	contrataciones
Costo de contratar un trabajador	\$ 425	sueldo básico
Costo de despedir un trabajador	\$ 700	empleado
Costo de almacenar	\$ 1	unidad
Costo de faltante	\$ 32	unidad
Horas jornada laboral	8	horas

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Tabla 16-4: Plan Agregado de Producción Inicial (Método inventario cero)

	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Total
Días laborables	29	30	30	30	29	26	174
Unidades por trabajador	29	30	30	30	29	26	174
Demanda	366	366	367	367	368	367	2201
Trabajadores requeridos	5	5	5	5	5	5	
Trabajadores actuales	4	4	4	4	4	4	
Trabajadores contratados	1	1	1	1	1	1	
Costo trabajadores contratados	\$ 425	\$ 425	\$ 425	\$ 425	\$ 425	\$ 425	\$ 2.550
Trabajadores despedidos	0	0	0	0	0	0	
Costo trabajadores despedidos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Trabajadores utilizados	5	5	5	5	5	5	
Costo mano de obra	\$ 13.050	\$ 13.500	\$ 13.500	\$ 13.500	\$ 13.050	\$ 11.700	\$ 78.300
Unidades producidas	366	366	367	367	368	367	2201
Inventario	0	0	0	0	0	0	0
Costo de almacenar	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	0
Unidades faltantes	0	0	0	0	0	0	0
Costo por faltantes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	0
Costo total	\$ 13.475	\$ 13.925	\$ 13.925	\$ 13.925	\$ 13.475	\$ 12.125	\$ 80.850

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

En la anterior tabla se obtiene el costo total mensual de la mano de obra de cada mes la cual depende directamente de la demanda mensual y de los días laborales de cada mes se toma como dato el pago de cada trabajador con el salario básico estipulado en el país. Además, que en estos 6 meses no se presentó ningún despido o necesidad de contratación de más trabajadores

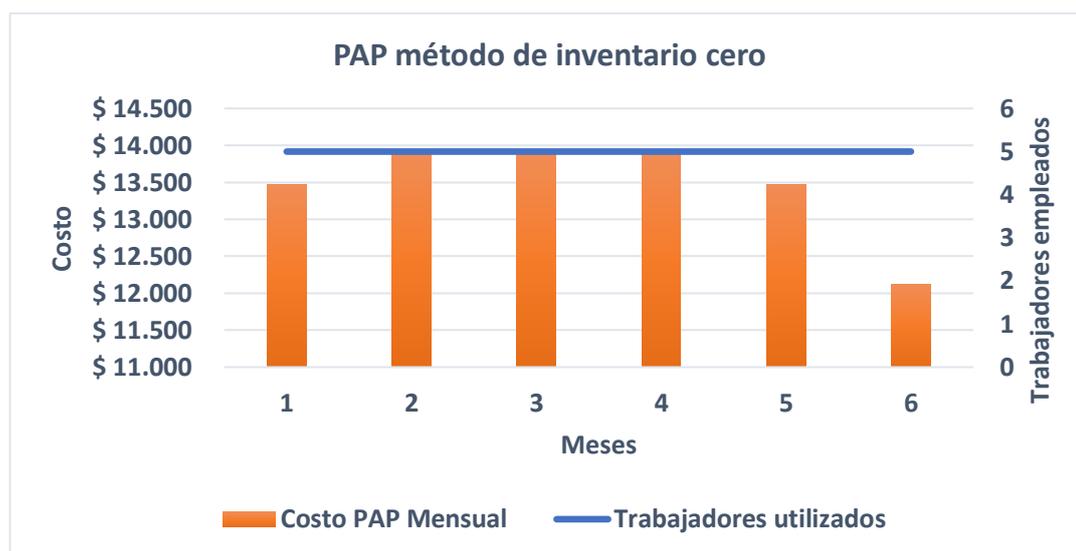


Ilustración 26-4: Gráfica del costo total de Producción

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

En la ilustración 24-4 se observa el comportamiento que tendrá el costo total de mano de obra durante los 6 meses en los que se realizó el plan agregado de producción. El aumento se debe al a crecimiento en la demanda en los meses de octubre, noviembre y diciembre por lo cual se incrementó los días laborales para cubrir este aumento en la demanda.

4.4 LAYOUT PARA REDUCIR RECORRIDOS

A través del diagrama de recorridos se realiza el diseño del Layout que permite enfocar una nueva distribución de la planta para disminuir tiempos en transporte de materia o materiales como también los movimientos innecesarios entre diferentes áreas de trabajo ahorrando tiempo y el desgaste físico del trabajador, también manteniendo un adecuado orden y espacio entre máquinas dentro del área de producción.

Para el diseño del Layout se consideró la disposición de los elementos que tiene la planta, como son las máquinas, las diferentes áreas de trabajo, el área de almacenamiento al igual que los pasillos y áreas comunes que están dentro de la línea de producción. A continuación, se presenta el Layout para la empresa GUSTALAC S.A. que realiza la producción de la AVENA POLACA. Para el diseño del Layout se considera un Layout por producto o línea de ensamble, debido a que se basa en una secuencia de operaciones para la fabricación de un producto que tiene altos volúmenes y poca variedad.

Se considera los siguientes factores para realizar la distribución de la planta, dado que se necesita conocer y disponer de la mayor información posible de los factores y elementos que conforma la planta:

- Maquinaria: conocer el tipo de proceso productivo.
- Materiales / Materia prima: disponer de información necesaria como el peso, volumen, forma al igual que el proceso de secuencia en el que deban ser incorporados.
- Mano de obra: contar con el número de empleados necesarios para las diferentes áreas de trabajo.
- Seguridad industrial: garantizar un buen ambiente de trabajo como también la seguridad personal de los trabajadores cumpliendo normas de seguridad.
- Edificios e instalaciones: inspeccionar la infraestructura interna y externamente.
- Movimiento o recorrido: controlar el flujo la mano de obra y materiales.

Para el cálculo del Takt teórico se usa la fórmula 10:

$$Takt\ teórico = \frac{(480 - 60) * (0.91)\ minutos}{(4 * 3890) * (0.0565)\ litro}$$

$$Takt\ teórico = \frac{382.2\ minutos}{879.14\ litros}$$

$$Takt\ teórico = 0.435 \frac{\text{minutos}}{\text{litro}}$$

$$Takt\ teórico = 26.08 \frac{\text{segundos}}{\text{litro}}$$

En lo teórico se puede decir que por cada 26.08 segundos se produce un litro, es decir se considera las 8 horas (480 minutos) laborales sin paro y con una producción total de 4 lotes de 3890 cada uno dando un total de 15560 litros.

En la tabla 16-4. Diagrama de actividades múltiples se puede determinar las actividades que no generan valor al proceso de producción de AVENA POLACA, eliminando los desperdicios lean Manufacturing como es tiempos de espera, movimientos repetitivos o incensarios y transporte adecuado, para una producción de 3 lotes en una jornada laboral de 8 horas (480 minutos), cada lote consta de 3120 litros. Se divide en dos fases como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 18-4: Fases de producción de AVENA POLACA

FASES	ACTIVIDADES	TIEMPO (minutos)
FASE 1: PRODUCCIÓN DE AVENA POLACA	Recepción de materia prima y control de calidad	15
	Almacenamiento de la leche cruda	60
	A marmita de cocción	30
	Transporte de ingredientes secos (cereal 1, cereal 2, Azúcar) a licuadora	25
	A marmita de cocción	30
	Pasteurización de la leche a 90 °C	35
	Silo de leche pasteurizada	25
	A mezcladora 1	15
	Transporte de ingredientes a marmita para elaboración de arequipe	25
	Almacenamiento de arequipe	20
	A mezcladora 2	20
	A tanque de enfriamiento	60
	Control de calidad	20
TIEMPO TOTAL	380	
FASE 2: ENVASADO DEL PRODUCTO TERMINADO	Envasado del producto final	360
	Almacenamiento en cuarto frío	40
	TIEMPO TOTAL	400

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Utilizando el sistema PULL y con datos reales obtenidos de la tabla de actividades múltiples se obtiene los siguientes resultados:

Para la fase 1, se utiliza los siguientes datos:

Tabla 19-4: Datos para el Takt time real

lotes	3	lotes
Demanda	3120	litros
Día de trabajo (8horas)	380	minutos
Minutos de descanso	60	minutos
Disponibilidad de máquinas	91	%
Porcentaje de scrap	0.0565	%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Para el cálculo del Takt time real se usa la fórmula 10

$$Takt\ time\ real = \frac{(380 - 60) * (0.91)\ minutos}{(3 * 3120) * (0.0565)\ litro}$$

$$Takt\ time\ real = \frac{291.2\ minutos}{528.84\ litro}$$

$$Takt\ time\ real = 0.55 \frac{minutos}{litro}$$

$$Takt\ time\ real = 33.04 \frac{segundos}{litro}$$

Para la fase 2, se utiliza los siguientes datos:

Tabla 20-4: Datos para el Takt time real

lotes	3	lotes
Demanda	3120	litros
Día de trabajo (8horas)	400	minutos
Minutos de descanso	60	minutos
Disponibilidad de máquinas	91	%
Porcentaje de scrap	0.0565	%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Para el cálculo del Takt time real se usa la fórmula 10

$$Takt\ real = \frac{(400 - 60) * (0.91)\ minutos}{(3 * 3120) * (0.0565)\ litro}$$

$$Takt\ real = \frac{309.4\ minutos}{528.84\ litro}$$

$$Takt\ real = 0.585 \frac{minutos}{litro}$$

$$Takt\ real = 35.10 \frac{segundos}{litro}$$

El tiempo de la fase 1 es de 33,04 segundos/litro y el tiempo de fase 2 es de 35,10 segundos/litro, es decir que el tiempo no satisface el takt time teórico que es de 26.08 segundos/litro.

Para el Takt time mejorado se realizó un nuevo diagrama de actividades múltiples, para una demanda diaria de 4 lotes en una jornada laboral de 8 horas, cada lote consta de 3700 litro.

A través del diagrama de actividades múltiples mejorado observar ANEXO M se puede determinar:

- **Eficiencia del operador**

Tabla 22-4: Cálculo del porcentaje de eficiencia mejorada del operador

FASE 1		FASE 2	
TIEMPO TOTAL (min)	420	TIEMPO TOTAL (min)	420
TIEMPO DE OCIO (min)	70	TIEMPO DE OCIO (min)	35
EFICIENCIA DE OPERADOR	83%	EFICIENCIA DE OPERADOR	92%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

El proceso de producción para la AVENA POLACA consta de dos fases, la primera fase es la Producción de AVENA POLACA con un tiempo total de 420 minutos de producción y con una eficiencia del 83% de rendimiento del operador para cumplir con la demanda de 4 lotes. En la fase 2 del programa, consta de un tiempo de 420 minutos y una eficiencia del 92% de rendimiento del operador para cumplir con la demanda establecida.

Se presenta una mejora significativa al momento de aplicar las herramientas lean Manufacturing para mejorar la eficiencia del operador en la fase 1 del 68% al 83%, y para la fase 2 del 89% al 92% de eficiencia del operador.

- **Porcentaje de utilización de la máquina**

$$PU_M = \frac{\text{Tiempo maquinado}}{\text{Tiempo de ciclo}} * 100 \quad (11)$$

Tabla 23-4: Disponibilidad de máquina

PUM Bomba	100%
PUM Coc.	94%
PUM Mez. 1	100%
PUM Mez. Ar.	88%
PUM Mez. 2	92%
PUM Enfr.	100%
PUM Envas.	100%
DISPONIBILIDAD DE MÁQUINA	96%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Se calcula la disponibilidad de máquina a través del promedio del porcentaje de utilización de cada máquina que interviene en la línea de producción dando como resultado el 96% de disponibilidad de máquina. Por lo tanto, se da una mejora significativa en la disponibilidad de máquina o rendimiento de máquina de un 91% al 96%.

- **Distancia total recorrida**

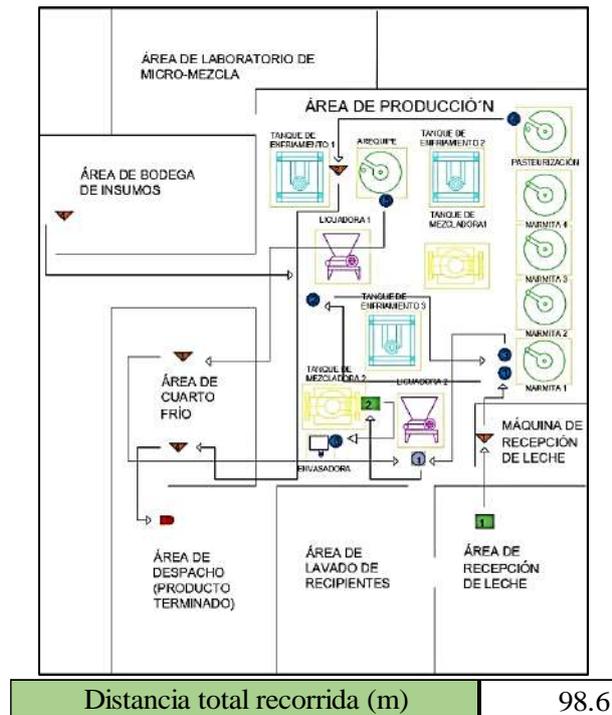


Ilustración 28-4: Distancia total recorrida por el operador

Realizado por: Tenesaca, J., Barahona, K., 2022

Recorren 98.6 metros entre las diferentes áreas para la producción de la AVENA POLACA, a través de un Layout se pretende disminuir las distancias de recorrido, el tiempo en el transporte de materiales y el flujo de mano de obra. En base a los datos obtenidos, se da una reducción de distancias recorridas de 118.4 metros a 98.6 metros obteniendo una mejora en la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing.

- **Tiempo total de actividades**

Tabla 24-4: Tiempo total de ciclo

FASE 1 (min)	420
FASE 2 (min)	420
TIEMPO TOTAL (min)	840
TOTAL (horas)	14.00

Realizado por: Tenesaca, J., Barahona, K., 2022

El operador durante las 8 horas laborales (480 minutos) trabaja 7 horas (420 minutos) para la primera fase de producción y para completar la segunda fase de envasado de la AVENA POLACA trabaja 7 horas (420 minutos) para cumplir con la demanda requerida por el cliente.

Se da una mejora en los tiempos de producción, porque anteriormente se realizaba la producción de 3 lotes siendo cada lote de 3120 litros de leche, en un tiempo de 380 minutos para la fase 1 y para la fase 2 en un tiempo de 400 minutos, con la aplicación de las herramientas lean se incrementa la producción a 4 lotes de 1700 litros de leche por cada lote, en un tiempo de 420 minutos para la fase 1 y para la fase 2 un tiempo de producción de 420 minutos.

Tabla 25-4: Tiempos de producción mejorado

FASES	TIEMPO (minutos)
FASE 1: PRODUCCIÓN DE AVENA POLACA	420
FASE 2: ENVASADO DEL PRODUCTO TERMINADO	420

Realizado por: Tenesaca, J., Barahona, K., 2022

Para el cálculo del takt time mejorado se utiliza los siguientes datos:

Tabla 26-4: Datos para calcular Takt time mejorado

lotes	4	lotes
Demanda	3700	litros
Día de trabajo (8horas)	420	minutos
Minutos de descanso	60	minutos
Disponibilidad de máquinas	96	%
Porcentaje de scrap	0.0565	%

Realizado por: Tenesaca, J., Barahona, K., 2022

Para el cálculo del Takt time mejorado real se usa la fórmula 10

$$Takt\ time\ mejorado = \frac{(420 - 60) * (0.96)\ minutos}{(4 * 3700) * (0.0565)\ litro}$$

$$Takt\ time\ mejorado = \frac{345.6\ minutos}{836.2\ litro}$$

$$Takt\ time\ mejorado = 0.413 \frac{minutos}{litro}$$

$$Takt\ time\ mejorado = 24.79 \frac{segundos}{litro}$$

El valor de Takt time mejorado es de 24.79 segundos/litro que está dentro del rango de 26.08 segundos/litro, por lo tanto, este tiempo satisface la demanda del cliente para el cumplimiento del pedido.

4.5 KANBAN

4.5.1 Propuesta de implementación de Tablero Kanban

La implementación de la propuesta de la metodología Kanban estará centrada en el seguimiento de los siguientes objetivos:

- Minimizar el producto en proceso.
- Mejorar la comunicación entre procesos.
- Obtener mejor control sobre las actividades simultaneas.

- Prevenir tiempos muertos.
- Incentivar en el personal el mantenimiento de los procedimientos estandarizados.
- Hacer visible el control y flujo de la mano de obra.
- Establecer una programación que muestre el estado de la producción.

Además, se realizará mediante la ejecución de 4 fases necesarias para su correcta aplicación, las cuales son:

- **Fase 1:** Entrenar a todo el personal en los principios de Kanban y los beneficios de usarlo.
- **Fase 2:** Implementar Kanban en los componentes con más problemas para facilitar su manufactura y para resaltar los problemas escondidos. El entrenamiento con el personal continúa en la línea de producción.
- **Fase 3:** Implementar Kanban en el resto de los componentes. Se deben tomar en cuenta todas las opiniones de los operadores, ya que ellos son los que mejor conocen el sistema. Es importante informarles cuando se va a estar trabajando en su área de responsabilidad.
- **Fase 4:** Esta es la fase para la revisión del sistema Kanban, los puntos de reorden y los niveles de prioridad de las actividades. Es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para el funcionamiento correcto de este sistema:

Ningún trabajo debe ser hecho por fuera de secuencia.

Si se encuentra algún problema, notificar al supervisor inmediatamente.

4.5.2 Resultados esperados del Tablero Kanban

- Datos iniciales

Tabla 27-4: Tiempo necesario en los cambios de turno

DIAS	1			2			3			4			5			6			7		
CAMBIO DE TURNO	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
TIEMPO (min)	51	49	30	43	40	35	58	42	32	51	56	36	47	58	38	43	42	30	48	43	33
	PROMEDIO																		43,10		

Realizado por: Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Datos de la propuesta de Tablero Kanban

Tabla 28-4: Tiempo cambio de turno usando Tablero Kanban

DIAS	1			2			3			4			5			6			7		
CAMBIO DE TURNO	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
TIEMPO (min)	14	13	14	14	11	12	10	13	13	14	11	10	12	14	13	12	13	13	12	10	13
	PROMEDIO																		12,43		

Realizado por: Tenesaca, J., Barahona, K., 2022

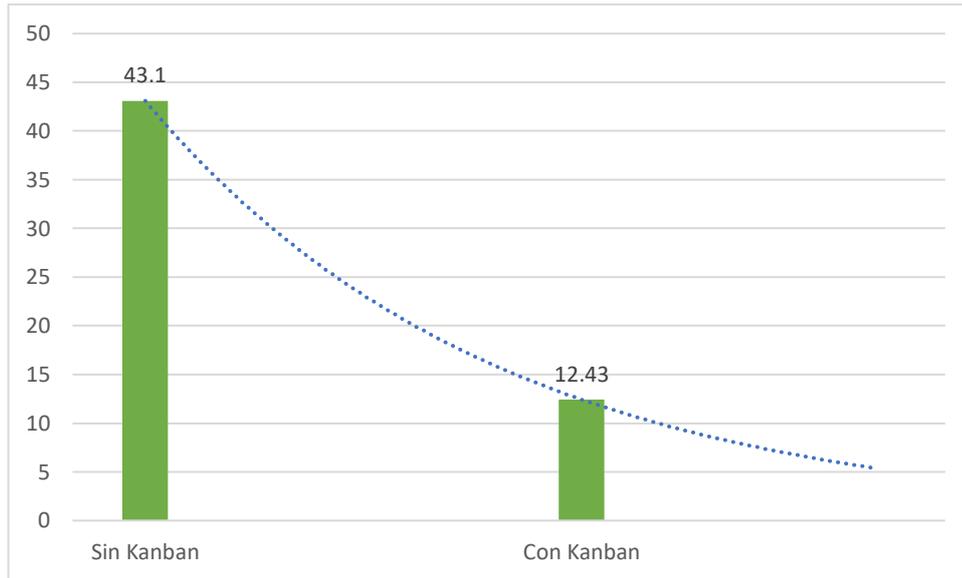


Ilustración 29-4: Gráfica Comparativa Tiempo para cambio de turno

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Como se puede observar en la gráfica existe una reducción exponencial del tiempo necesario en el cambio de turno esto se deberá a que:

- La información del estado de las actividades y la producción será visible para todos
- Cada empleado podrá revisar las actividades que tiene asignadas, así como su prioridad y el tiempo en el que debe ejecutarse
- Se simplificará el intercambio de información entre grupo de empleados

4.5.3 Prueba de variabilidad de datos

Se realizó el cálculo del coeficiente de variabilidad de los datos obtenidos durante la medición del tiempo necesario en los cambios de turno con el uso del tablero Kanban

Tabla 31-4: Tabulación para cálculo de CV tiempo de cambio de turno mejorado

x	14	13	14	14	11	12	10	13	13	14	11	10	12	14	13	12	13	13	12	10	13	$\bar{x} = 12,43$
$x - \bar{x}$	1,57	0,57	1,57	1,57	-1,43	-0,43	-2,43	0,57	0,57	1,57	-1,43	-2,43	-0,43	1,57	0,57	-0,43	0,57	0,57	-0,43	-2,43	0,57	
$(x - \bar{x})^2$	2,47	0,33	2,47	2,47	2,04	0,18	5,90	0,33	0,33	2,47	2,04	5,90	0,18	2,47	0,33	0,18	0,33	0,33	0,18	5,90	0,33	$\Sigma = 37,14$

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Tabla 32-4: Coeficiente de variabilidad

Desviación Estándar	1,33
Coeficiente de Variabilidad	11%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Como resultado se obtuvo un porcentaje del 11 % por lo que se concluye que existe poca variabilidad en los datos y es una muestra confiable.

4.6 FLEXSIM

4.6.1 Simulación de la Planta Mejorada (Software FLEXSIM)

En la siguiente ilustración se observa la vista superior panorámica de la nueva distribución de la planta realizada en el simulador Flexsim, donde consta los cambios y mejoras señalados en todos los resultados del capítulo 4, en las ilustraciones subsiguientes se detalla con más precisión cada uno de los cambios realizados, así como el funcionamiento que tiene cada etapa de la línea de producción.

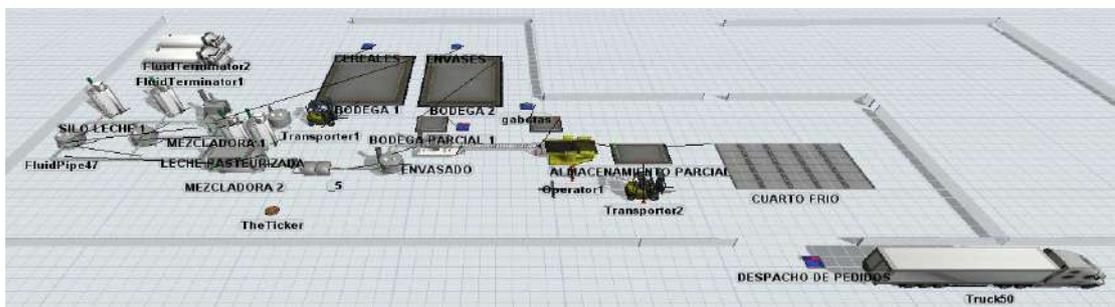


Ilustración 30-4: Simulación Vista General

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

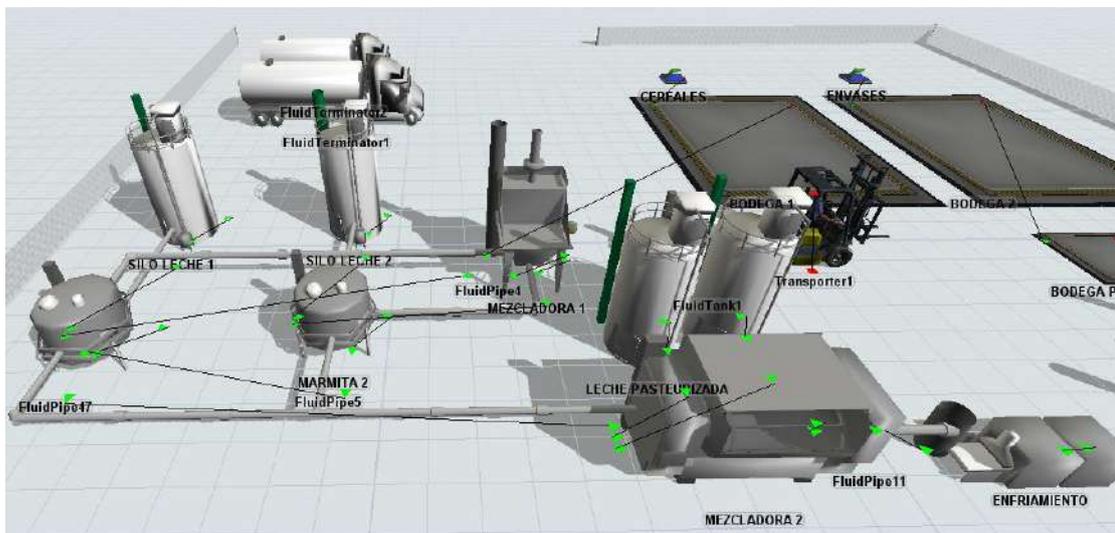


Ilustración 31-4: Silos de leche y marmitas de cocción

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

En la ilustración 31-4 se visualiza el inicio del proceso productivo de la Avena Polaca los cuales se llevan por tanqueros propios de la empresa, una vez se termine el descarga de la materia prima

se traslada a las marmitas de cocción mediante tuberías de acero inoxidable, material del que todas los elementos y maquinarias esta creados, a la derecha se encuentra la mezcladora 1 en la cual se agregan de manera manual los cereales y la azúcar y de forma automática un pequeña cantidad de leche, una vez se incorporen los ingredientes se bombea hacia la marmitas para continuar la cocción.

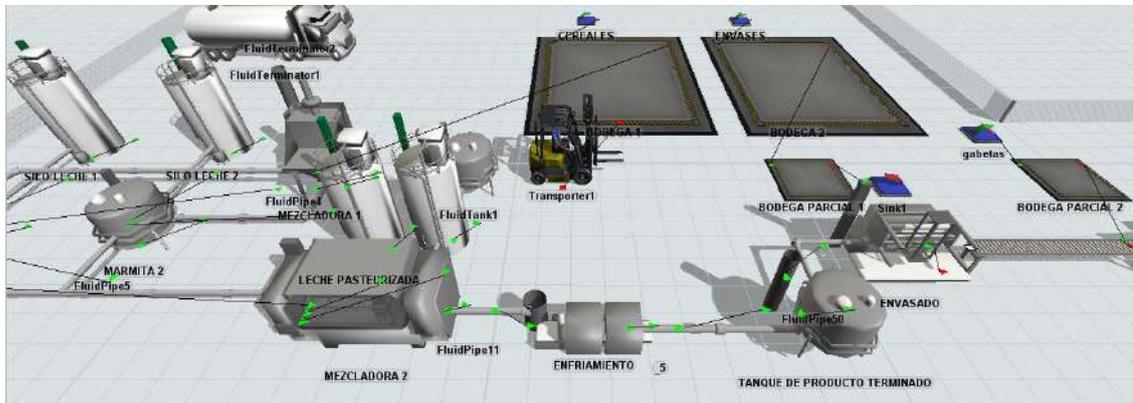


Ilustración 32-4: Mezclado de líquidos y enfriamiento del producto.

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

En la ilustración 32-4 se observa la mezcladora 2 en la cual se introduce de manera automática la mezcla base de la avena cocida, leche pasterizada y el manjar de leche, estos dos ingredientes son resultado de dos subprocesos y se elaboran y almacenan en el mismo tanque.

Una vez se han mezclado correctamente estos ingredientes se da paso a la tubería que conecta el equipo para bajar la temperatura de la avena, mediante un intercambiador de placas la temperatura baja hasta los 4° Celsius y continua hacia el tanque de almacenamiento de producto terminado.

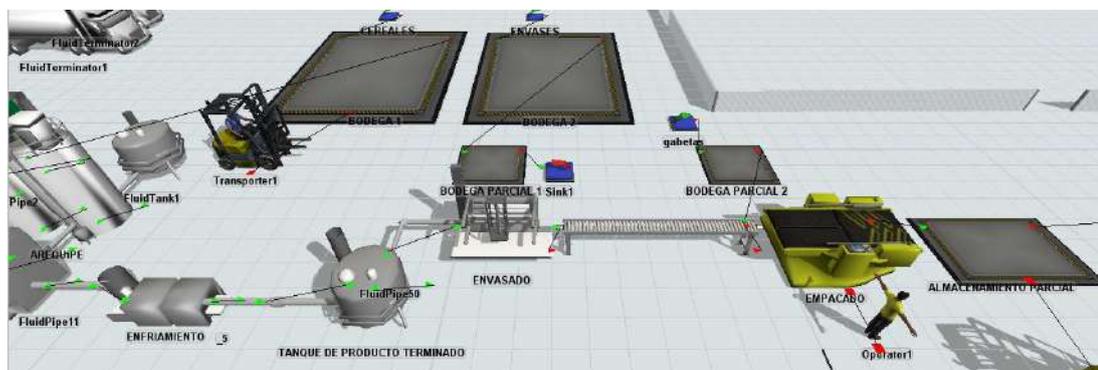


Ilustración 33-4: Producto terminado y envasado.

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Una vez el tanque contenga el volumen de 3700 litros lo que corresponde a un lote de Avena Polaca se da continuidad al producto hacia el proceso de envasado, este proceso se modificó para hacer automatizado yo corregir la demora existen durante el envasado manual.

Según el requerimiento del pedido se envasa en una de las dos presentaciones que dispone la empresa, de medio litro y de 1 litro, de acuerdo con la necesidad se ocupará todo el o medio lote.

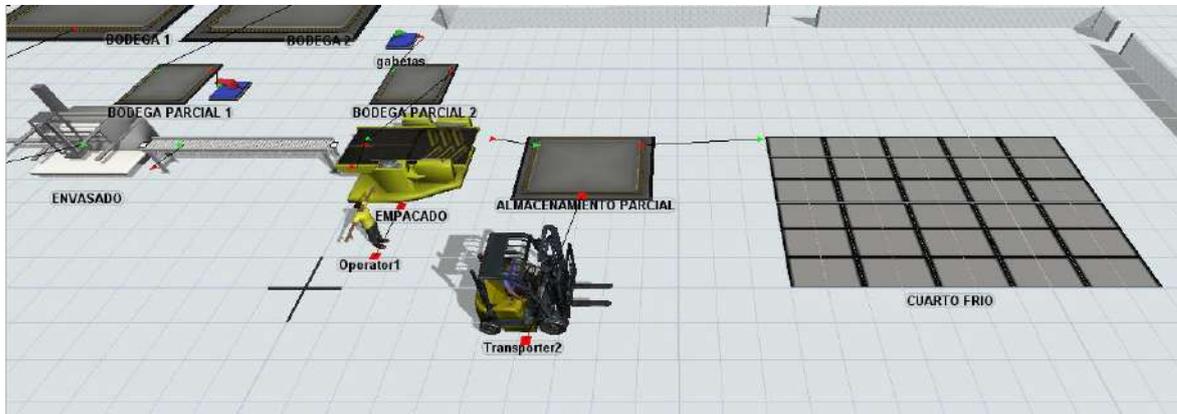


Ilustración 34-4: Empacado y cuarto frío.

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Finalmente, y como se aprecia en la ilustración 34-4 el siguiente proceso es de empaquetado en cual se lo realiza en gavetas diseñadas para de manera simétrica y contabilizada cualquier de las dos presentaciones del producto envasado, pasara primero por un almacenamiento parcial para realizar el ultimo control de calidad del producto y posteriormente es traslado hacia el cuarto frio donde permanecerá hasta su correspondiente despacho, en la imagen no se observa producto esto es debido a que el número de ventas es bastante alto, la empresa no maneja un inventario debió que todo lo que se produce ya se encuentra vendido y es despachado lo ante posible.

A continuación, se realizó una evaluación de los resultados obtenidos en la simulación con los cambios y mejoras implementados la distribución de la planta a lo largo del proyecto en, así como el cálculo de los indicadores analizados en el capítulo 3, los cuales son eficiencia, eficacia y la productividad.

4.6.2 Evaluación del resultado del proceso productivo

En la valoración inicial se evidenció que existía una productividad considerablemente alta de toda la línea de producción sin embargo se podía aumentar con las mejoras correspondientes, es por esto por lo que se desarrolla una simulación de la planta mejorada mediante el software FLEXSIM obteniendo una mejora en el proceso productivo como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 31-4: Porcentaje de productividad turno matutino mejorado

Turno Matutino	INSUMOS		PRODUCCIÓN				
DIAS	Tiempo disponible (min)	Tiempo operativo (min)	Producción Estándar (lotes)	Producción real (lotes)	Eficiencia	Eficacia	PRODUCTIVIDAD
1	415	401	3	2,5	97%	83%	81%
2	415	404	3	3	97%	100%	97%
3	415	401	3	3	97%	100%	97%
4	415	403	3	3	97%	100%	97%
5	415	406	3	2,5	98%	83%	82%
6	415	400	3	3	96%	100%	96%
7	415	408	3	3	98%	100%	98%
				PROMEDIO	97%	95%	93%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Tabla 32-4: Porcentaje de productividad turno vespertino mejorado

Turno Vespertino	INSUMOS		PRODUCCIÓN				
DIAS	Tiempo disponible (min)	Tiempo operativo (min)	Producción Estándar (lotes)	Producción real (lotes)	Eficiencia	Eficacia	PRODUCTIVIDAD
1	415	404	4	4	97%	100%	97%
2	415	406	4	4	98%	100%	98%
3	415	407	4	3,5	98%	88%	86%
4	415	406	4	4	98%	100%	98%
5	415	401	4	4	97%	100%	97%
6	415	406	4	4	98%	100%	98%
7	415	406	4	3,5	98%	88%	86%
				PROMEDIO	98%	96%	94%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Tabla 33-4: Porcentaje de productividad turno nocturno mejorado

Turno Nocturno	INSUMOS		PRODUCCIÓN				
DIAS	Tiempo disponible (min)	Tiempo operativo (min)	Producción Estándar (lotes)	Producción real (lotes)	Eficiencia	Eficacia	PRODUCTIVIDAD
1	415	406	4	4	98%	100%	98%
2	415	406	4	4	98%	100%	98%
3	415	407	4	3,5	98%	88%	86%
4	415	402	4	4	97%	100%	97%
5	415	404	4	4	97%	100%	97%
6	415	403	4	4	97%	100%	97%
7	415	404	4	3,5	97%	88%	85%
				PROMEDIO	97%	96%	94%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

A modo de resumen, en la Tabla 34-4. se presentan los indicadores obtenidos con las mejoras implementadas en la simulación: Productividad (Indicadores de gestión) del puesto de trabajo y Eficiencia Global de línea de producción analizada en los 3 turnos rotativos y los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 35-4: Resultados Indicadores Mejorados

	Eficiencia	Eficacia	Productividad
TURNO MATUTINO	97,00%	95,00%	93,00%
TURNO VESPERTINO	98,00%	96,00%	94,00%
TURNO NOCTURNO	97,00%	96,00%	94,00%
Promedio General	97,33%	95,67%	93,67%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

Se observa un incremento notorio en los porcentajes de eficiencia, eficacia y productividad de global en los tres turnos de trabajo a través del uso de las diferentes lean Manufacturing.

En la tabla 36-4 se encuentra representado la mejora porcentual que se espera obtener en lo indicadores eficiencia, eficacia y productividad, aplicados en la evaluación de la línea de producción de la empresa Gustalac S.A

Tabla 36-4: Porcentaje de mejora de los indicadores

	ANTES DE LA MEJORA	DESPUÉS DE LA MEJORA	INCREMENTO
EFICIENCIA	94,33%	97,33%	3,00%
EFICACIA	93,67%	95,67%	2,00%
PRODUCTIVIDAD	88,33%	93,67%	5,34%

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

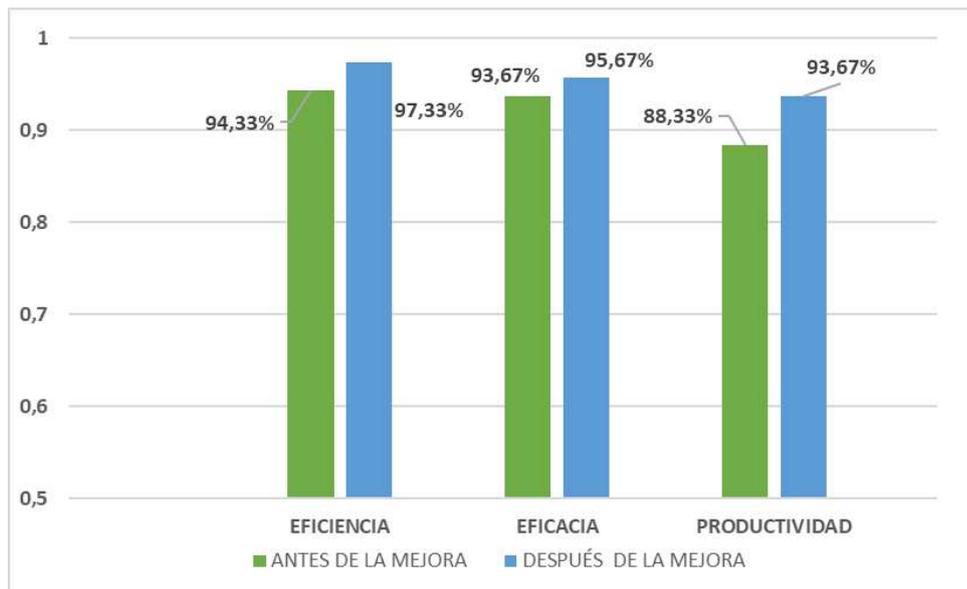


Ilustración 37-4: Grafica Indicadores Antes de la mejora - Después de la mejora

Realizado por: (Tenesaca, J., Barahona, K., 2022)

En la gráfica se puede apreciar a manera de barras los porcentajes de los indicadores de Eficiencia, Eficacia y Productividad iniciales a comparación de los esperados con las mejoras, aunque inicialmente los indicadores arrojaron porcentajes muy buenos se obtuvo un aumento considerable.

CONCLUSIONES

La situación actual de la empresa GUSTALAC S.A se evaluó mediante un diagrama causa-efecto, priorizando las principales causas para jerarquizarlas mediante una matriz de Holmes determinando las que inciden significativamente en las máquinas para poder contrarrestarlas.

Para la evaluación del proceso productivo se realizó la medición de indicadores teniendo como resultados:

- Una mejora de la eficiencia de un 94,33% a un 97,33%
- Un aumento de la eficacia de un 93,67% a un 95,67%
- Una mejora de la productividad de un 88,33% a un 93,67%

Mediante la simulación del proceso productivo en el Software Flexsim en conjunto con los cambios que se lograran en los índices e implementación de mejora continua, la empresa a elevará el número de lotes producidos en la jornada laboral de 9 a 11 lotes por día.

Con la implementación de las herramientas de control como una metodología de mejora continua se logrará una mejora en el proceso de producción de un incremento de un 46% a un 85% el cumplimiento de la filosofía basada en las 5S`s

Con la implementación del Tablero Kanban como herramienta del control de actividades se reducirá el tiempo necesario en los cambios de turno vespertino y nocturno de 43, 10 minutos a 12,43 minutos.

RECOMENDACIONES

Realizar auditorías semanales por parte del superior directo para asegurar el cumplimiento de la filosofía 5S hasta que el operador haya logrado una cultura de cumplimiento.

Establecer capacitaciones mensuales a los usuarios sobre la filosofía 5S para que sean conscientes de su importancia e implicaciones en sus actividades diarias.

Se sugiere capacitar a los empleados sobre la consistencia en el uso de las tarjetas roja y verde para que en el futuro se realicen acciones de mantenimiento con base en el historial de seguimiento de estas tarjetas.

Se recomienda actualizar la base de datos del Tablero Kanban de acuerdo con los cambios que puedan presentarse en la nómina de trabajadores.

Se recomienda implementar una metodología de análisis y control de producción mediante la medición de indicadores de calidad y procesos

BIBLIOGRAFÍA

PATXI, ARBULO. *Análisis de la implantación de un sistema de planificación Pull Mixto en un fabricante de componentes para bienes de equipo.* 2010.

BALUIS, CARLOS. *Optimización De Procesos En La Fabricación De Termas Eléctricas Utilizando Herramientas De Lean Manufacturing.* Pontificia Universidad Católica Del Perú, Lima : 2013.

BASANTES, ADRIAN. *Layout Del Área De Producción Para La Optimización De La Secuencia De Trabajo En Mao Corporación Impapactex Cia. Ltda.* Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ambato : 2019.

BEDNAREK, MARIUSZ Y SANTANA, JOSÉ. *La aplicación de Lean Manufacturing: Casos de Polonia, México y Chile.* Santiago de Chile : Ramón Piña Vargas, 2017. pág. 152.

CABRERA, RAFAEL. *Kanban - Tarjetas de Instrucción. Paso a paso y principales variantes.* [En línea] 2018. <https://www.gestiopolis.com/wp-content/uploads/2011/09/kanban-explicacion-tarjetas-instruccion-variantes.pdf>.

CARRERAS, MANUEL RAJADELL Y GARCÍA, JOSÉ LUIS SÁNCHEZ. *LEAN MANUFACTURING.* Madrid : Ediciones Díaz de Santos, 2018.

CARRILLO, JUANA Y LÓPEZ, AIDA. *Guía para la implementación del Sistema Lean de Producción en la Planta de Dormitorios de la Fábrica de muebles La Capintería del Grupo Colineal.* UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, Cuenca - Ecuador : 2012.

CHAVEZ, JUAN JACOME. Repositorio Espoch. *dspace.esPOCH.edu.ec.* [En línea] 2018. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/UDCTFM;85T00531>.

VARGAS, JHON, Y OTROS. 2019. s.l. : Editorial Neogranadina, 2019, Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Vol. 29(1), págs. 81-94.

FERNÁNDEZ, TABATHA LIZETH ASTUDILLO. *Lean manufacturing: Revisión Bibliográfica y su aporte en la industria.* [Trabajo de Titulación] Cuenca, Ecuador : Universidad del Azuay, 2019. 10191.

GEMBA ACADEMY. 2016. TIEMPO DE ENTREGA. Fort Whort - Estados Unidos : s.n., 2016.

HERNANDEZ, JUAN Y VIZÁN, ANTONIO. *Lean Manufacturing: Conceptos, Técnicas e Implantación.* Madrid : EOI ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL, 2013. pág. 178.

JÁCOME, JUAN. *Mejoramiento De La Cadena Productiva En La Empresa "Calzado Vannes" Implementando Herramientas Lean Manufacturing.* ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba : 2018.

ANEXOS

ANEXO A: Diagrama de actividades múltiples inicial Parte1

Distancia (m)	Actividad	Escala		Hombre	Bomba de recepción de leche	Máquina de cocción (Marmita)	Mezcladora 1	Mezcladora de arequipe	Mezcladora 2	Tanque de enfriamiento	Envasadora
		Minutos Total	Minutos parcial								
-	Recepción de materia prima y control de calidad	1	15	Control e inspección	Maquinado						
		5		Control e inspección	Maquinado						
		9		Maquinado							
		15		Maquinado							
-	Almacenamiento de la leche cruda	18	75	Control e inspección	Maquinado						
		24		Control e inspección	Maquinado						
		32		Control e inspección	Maquinado						
		41			Maquinado						
		59			Maquinado						
		75			Maquinado						
5,6	A marmita de cocción	86	105	Control e inspección		Maquinado					
		98		Control e inspección		Maquinado					
		105				Maquinado					
22,4	Transporte de ingredientes secos (cereal 1, cereal 2, Azúcar) a licuadora	108	130	Carga							
		112		Carga							
		119		Carga							
		121				Maquinado					
		126				Maquinado					
		130				Maquinado					
4,8	A marmita de cocción	138	160	Control e inspección		Maquinado					
		146			Maquinado						
		160			Maquinado						
-	Pasteurización de la leche a 90 °C	168	195	Control e inspección		Maquinado					
		172		Control e inspección		Maquinado					
		179			Maquinado						
		182			Maquinado						
		195			Maquinado						
-	Silo de leche pasteurizada	198	220	Control e inspección							
		204		Control e inspección							
		213		Control e inspección							
		218		Control e inspección							
		220		Control e inspección							
6,4	A mezcladora 1	227	235	Control e inspección			Maquinado				
		235		Control e inspección		Maquinado					

Final del Anexo A

24	Transporte de ingredientes a marmita para elaboración de arequipe	238	260	Carga								
		243		Carga								
		249		Carga				Maquinado				
		254					Maquinado					
		260				Maquinado						
9,6	Almacenamiento de arequipe	265	280	Carga								
		274		Carga								
		280		Carga								
6,4	A mezcladora 2	284	300	Control e inspección					Maquinado			
		295		Control e inspección				Maquinado				
		300		Control e inspección				Maquinado				
-	A tanque de enfriamiento	325	360	Control e inspección						Maquinado		
		348						Maquinado				
		360						Maquinado				
14,4	Control de calidad	365	380	Control e inspección								
		374		Control e inspección								
		380		Control e inspección								
20	Envasado del producto final	400	740	Envasado							Maquinado	
		465		Envasado							Maquinado	
		560		Envasado								Maquinado
		625		Envasado								Maquinado
		700		Envasado								Maquinado
		740		Envasado								Maquinado
4,8	Almacenamiento en cuarto frio	745	770	Carga								
		760		Carga								
		770		Carga								
TOTAL EN MINUTOS		770										
TOTAL EN HORAS		12,83										

ANEXO B: Balanceo De Línea

BALANCEO DE LINEA																				
No	DESCRIPCION DE LA TAREA	Escenario 1 (BASE)			Escenario 2		Escenario 3		Escenario 4		Escenario 5		Escenario 6		Escenario 7		Escenario 8		Escenario 9	
		TIEMPO PARA DESARROLLAR LA ACTIVIDAD	Nº DE TRABAJADORES EN LA	TASA DE PRODUCCIÓN POR	TIEMPO	O P														
1	Desinfeccion del camion	0:15:00	1	0:15:00	0:15:00	1	0:15:00	1	0:15:00	1	0:15:00	1	0:15:00	1	0:15:00	1	0:15:00	1	0:07:30	2
2	Descargo de leche	0:20:00	1	0:20:00	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0
3	Preparación bombeo de leche a marmita	0:05:00	1	0:05:00	0:05:00	1	0:05:00	1	0:05:00	1	0:05:00	1	0:05:00	1	0:05:00	1	0:05:00	1	0:05:00	1
4	Preparación bombeo de leche a mezcladora	0:05:00	1	0:05:00	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0
5	Transporte de ingredientes de bodega a la mezcladora	0:10:00	1	0:10:00	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0
6	Vertido de ingredientes en la mezcladora	0:02:00	1	0:02:00	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0
7	Preparacion bombeo de la mezcla a la marmita	0:05:00	1	0:05:00	0:05:00	1	0:05:00	1	0:05:00	1	0:05:00	1	0:05:00	1	0:05:00	1	0:05:00	1	0:05:00	1
8	Preparacion bombeo de la avena a mezcladora 2	0:05:00	1	0:05:00	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0
9	Transporte ingredientes a mezcladora 2	0:02:00	1	0:02:00	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0
10	Vertido de ingredientes en la mezcladora	0:02:00	3	0:02:00	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	0
11	Envasado manual	2:00:00	1	2:00:00	1:00:00	2	0:40:00	3	0:30:00	4	0:24:00	5	0:20:00	6	0:17:09	7	0:15:00	8	0:13:20	9
A	TIEMPO TOTAL POR UNIDAD POR TRABAJADOR		3:11:00		2:25:00		2:25:00		2:25:00		2:25:00		2:25:00		2:25:00		2:25:00		2:25:00	
B	CICLO DE CONTROL (RITMO DEL CUELLO)		2:00:00		1:00:00		0:40:00		0:30:00		0:24:00		0:20:00		0:17:09		0:15:00		0:13:20	
C	No. DE OPERARIOS EN LA LÍNEA		4		5		6		7		8		9		10		11		13	
D	TIEMPO TOTAL DE LA LÍNEA		8:00:00		5:00:00		4:00:00		3:30:00		3:12:00		3:00:00		2:51:26		2:45:00		2:53:20	
E	% BALANCE DE LÍNEA		39,79%		48,33%		60,42%		69,05%		75,52%		80,56%		84,58%		87,88%		83,65%	
F	CICLO DE TRABAJO AJUSTADO		2:15:51		1:07:56		0:45:17		0:33:58		0:27:10		0:22:39		0:19:24		0:16:59		0:15:06	
G	UNIDADES / HORA		0,44		0,88		1,32		1,77		2,21		2,65		3,09		3,53		3,97	
H	UNIDADES / TURNO		3		7		10		14		17		21		24		28		31	
I	UNIDADES / OPERARIOS		0,75		1,40		1,67		2,00		2,13		2,33		2,40		2,55		2,38	
J	COSTO DE MANO DE OBRA POR UNIDAD		\$ 566,67		\$ 303,57		\$ 255,00		\$ 212,50		\$ 200,00		\$ 182,14		\$ 177,08		\$ 166,96		\$ 178,23	

PRODUCTIVIDAD DE LINEA	88,33%	TOLERANCIA PERSONAL	7:00:00	MENOR COSTO POR UNIDAD	\$ 166,96	MAYOR % DE BALANCE DE LÍNEA	87,88% Escenario 8
TIEMPO POR TURNO	8:00:00	TOLERANCIA MAQUINARIA	20:00:00		Escenario 8		
SALARIO / DÍA / OPERARIO	\$ 425	LABORADO	8:00:00				

ANEXO C: Evaluación inicial de la herramienta 5S`S

		EVALUACIÓN INICIAL DE LA HERRAMIENTA 5S`s			
EMPRESA:	GUSTALAC S.A.	FECHA:	19/6/2022		
ELABORADO POR:	KEVIN BARAHONA	APROBADO POR:			
DEPARTAMENTO:	PRODUCCIÓN	PERIODO:			

CRITERIOS DE EVALUACIÓN				
1	2	3	4	5
Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo

N°	SEIRI - SELECCIONAR, CLASIFICAR	1	2	3	4	5	PROMEDIO
1	Se utiliza un check list para la ubicación de herramientas de trabajo					x	40%
2	Se puede distinguir los materiales necesario e innecesarios en los puestos de trabajo			X			
3	Se encuentran en orden los diferentes puestos de trabajo utilizando el check list				X		

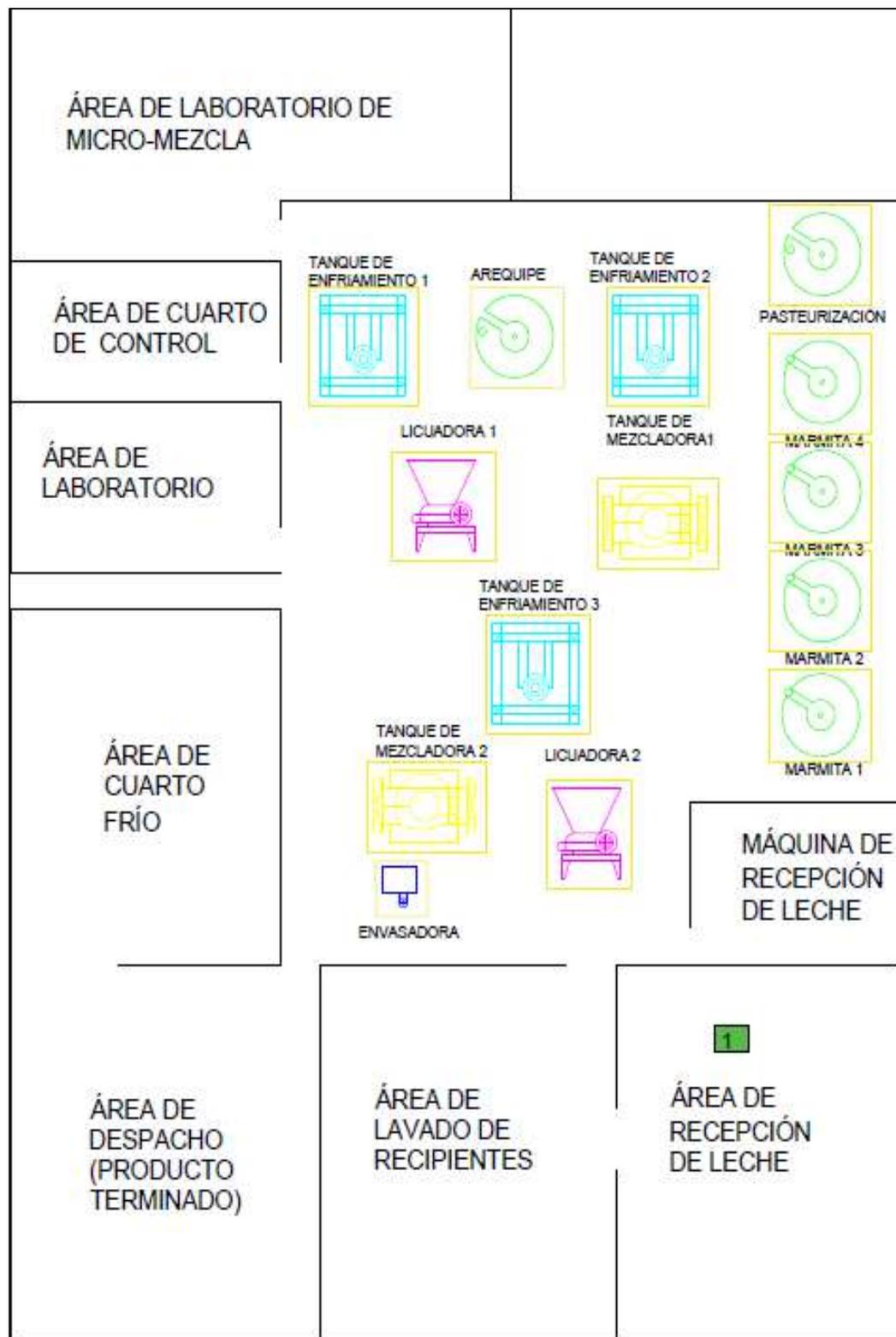
N°	SEITON - ORDENAR	1	2	3	4	5	PROMEDIO
4	La delimitación del espacio en las máquinas y puestos de trabajo					X	35%
5	La señalización de las áreas de trabajo				X		
6	La designación de un lugar para cada cosa y su respectivo			X			
7	La disposición física de herramientas y elementos de trabajo					X	

N°	SEISO - LIMPIAR	1	2	3	4	5	PROMEDIO
8	La limpieza de los lugares de trabajo, máquinas, herramientas, etc			x			45%
9	Recipientes limpios y con su respectiva etiqueta					x	
10	La rutina de limpieza diaria de las máquinas			x			
11	La inspección y registro de elementos de la máquina durante el desarrollo de la limpieza				x		

N°	SEIKETSU - ESTANDARIZAR	1	2	3	4	5	PROMEDIO
12	Áreas de trabajo se encuentran correctamente señalizadas					x	33%
13	La distribución de tareas de limpieza en el tiempo de su área de					x	
14	Desechos de basura, residuos de leche están limpiados			x			

N°	SHITSUKE - DISCIPLINA, SEGUIMIENTO	1	2	3	4	5	PROMEDIO
15	El cumplimiento de las personas en tareas de limpieza de las máquinas y áreas de trabajo				x		43%
16	El cumplimiento del personal con el orden, limpieza e inspección				x		
17	El cuidado y conservación de las herramientas de trabajo por parte del personal			x			

ANEXO D: Señalización de espacios de máquina a través del diagrama de recorrido



ANEXO E: Hoja De Procedimientos De Limpieza Para Marmita

HOJA DE PROCEDIMIENTOS



ELABORADO POR:

ENCARGADO DE LIMPIEZA: OPERADOR

ELEMENTOS DE LIMPIEZA:

- Ácido Peracético
- Detergente Ácido
- Clean Wash
- Escoba

IMAGEN DE LA ZONA A LIMPIAR



TIEMPO PARA REALIZAR LA LIMPIEZA: 1
HORA

PASOS A SEGUIR PARA REALIZAR LA LIMPIEZA:

1. Limpiar y remojar la maquinaria y zona de limpieza con agua caliente
2. Utilizar EMULSIN FOAM también llamado detergente ácido para lavar el exterior del tanque
3. Enjuagar la máquina lavada con agua caliente
4. Realizar el mismo procedimiento para la parte interna del tanque
5. Desinfectar la máquina con ácido Peracético para la limpieza total
6. Limpiar los alrededores del tanque.

NOTA:

Una vez terminado de realizar la limpieza, se deberá inspeccionar con el objetivo de hacer uso de las tarjetas verdes y rojas para notificar al supervisor o jefe de planta si existe alguna inconsistencia para que se pueda tomar acciones correctivas de forma inmediata.

ANEXO F: Hoja De Procedimientos De Limpieza Para Tina De Mezcla

HOJA DE PROCEDIMIENTOS



ELABORADO POR:

ENCARGADO DE LIMPIEZA: OPERADOR

ELEMENTOS DE LIMPIEZA:

- Ácido Peracético
- Detergente Ácido
- Clean Wash
- Escoba

IMAGEN DE LA ZONA A LIMPIAR



TIEMPO PARA REALIZAR LA LIMPIEZA: 1
HORA

PASOS A SEGUIR PARA REALIZAR LA LIMPIEZA:

1. Limpiar y remojar la maquinaria y zona de limpieza con agua caliente
2. Utilizar EMULSIN FOAM también llamado detergente ácido para lavar el exterior del tanque
3. Enjuagar la máquina lavada con agua caliente
4. Realizar el mismo procedimiento para la parte interna del tanque
5. Desinfectar la máquina con ácido Peracético para la limpieza total
6. Limpiar los alrededores del tanque.

NOTA:

Una vez terminado de realizar la limpieza, se deberá inspeccionar con el objetivo de hacer uso de las tarjetas verdes y rojas para notificar al supervisor o jefe de planta si existe alguna inconsistencia para que se pueda tomar acciones correctivas de forma inmediata.

ANEXO G: Hoja De Procedimientos De Limpieza Para Tanque De Recepción De Leche

HOJA DE PROCEDIMIENTOS



ELABORADO POR:

ENCARGADO DE LIMPIEZA: OPERADOR

ELEMENTOS DE LIMPIEZA:

- Ácido Peracético
- Detergente Ácido
- Clean Wash
- Escoba

IMAGEN DE LA ZONA A LIMPIAR



TIEMPO PARA REALIZAR LA LIMPIEZA: 1
HORA

PASOS A SEGUIR PARA REALIZAR LA LIMPIEZA:

1. Limpiar y remojar la maquinaria y zona de limpieza con agua caliente
2. Utilizar EMULSIN FOAM también llamado detergente ácido para lavar el exterior del tanque
3. Enjuagar la máquina lavada con agua caliente
4. Realizar el mismo procedimiento para la parte interna del tanque
5. Desinfectar la máquina con ácido Peracético para la limpieza total
6. Limpiar los alrededores del tanque.

NOTA:

Una vez terminado de realizar la limpieza, se deberá inspeccionar con el objetivo de hacer uso de las tarjetas verdes y rojas para notificar al supervisor o jefe de planta si existe alguna inconsistencia para que se pueda tomar acciones correctivas de forma inmediata.

ANEXO H: Check List Para El Control De Las Herramientas Y Elementos Dotadas A Los Operarios

		CHECK LIST DE CONTROL DE ORDEN PARA LOS PUESTOS DE TRABAJO				
		ÁREA DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE LECHE				
LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE AVENA POLACA						
OPERARIO _____			FECHA _____			
TURNO _____			ENTRADA <input type="checkbox"/> SALIDA <input type="checkbox"/>			
ÍTEM	ELEMENTO	SI	NO	OBSERVACIONES		
1	Mangueras en su lugar y enrolladas					
2	Bombas externas en su lugar					
3	Recipientes de Plastico azules Organizados y Limpios					
4	Guantes de goma en buenas condiciones					
5	Botas de goma en buenas condiciones					
6	Bomba manual limpia y en su lugar					
7	Mascarillas en buenas condiciones					
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>Ing.Cristian Cevallos JEFE DE PLANTA</p> </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>Sr. OPERARIO</p> </td> </tr> </table>					<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>Ing.Cristian Cevallos JEFE DE PLANTA</p>	<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>Sr. OPERARIO</p>
<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>Ing.Cristian Cevallos JEFE DE PLANTA</p>	<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>Sr. OPERARIO</p>					

ANEXO I: Base De Datos (KANBAN)

Estado y Base de Activades										
Tareas	Responsable	Prioridad	Inicio	Vencimiento	Días_Transcurridos	Movimiento	Tiempo	Estado	Progreso	
Limpieza de areas comunes	Kevin	Alto	6/3/2022	16/4/2022	41	Individual	Diario	En Proceso	50%	
Mantenimiento equipo	Kevin	Medio	7/3/2022	13/3/2022	6	Individual	Semanal	Terminado	100%	
Cambio de herramienta	Job	Bajo	8/3/2022	21/4/2022	44	Individual	Diario	Inicio	30%	
Auditoria de garantias	Job	Alto	12/3/2022	27/3/2022	15	Areas	Semanal	Terminado	100%	
Proceso integral areas	Cristian	Bajo	3/4/2022	15/4/2022	12	Individual	Diario	Terminado	100%	
Capacitacion asesores	Job	Alto	9/4/2022	16/4/2022	7	Areas	Semanal	En Proceso	90%	
Politiclas actualizadas	Cristian	Medio	23/4/2022	30/5/2022	37	Individual	Mensual	Terminado	100%	
Inventario de equipo	Cristian	Bajo	7/5/2022	12/5/2022	5	Areas	Diario	En Proceso	60%	
Reporte diario de fugaz	Cristian	Medio	11/5/2022	16/6/2022	36	Areas	Diario	Demora	70%	
Cambio de piezas internas	Diego	Medio	19/5/2022	24/5/2022	5	Areas	Semanal	Inicio	10%	
Revisión del proceso externo	Cristian	Medio	23/5/2022	30/5/2022	7	Individual	Semanal	Terminado	100%	
Limpieza de areas comunes	Job	Bajo	31/5/2022	5/7/2022	35	Individual	Diario	Demora	50%	
Aplicación de encuestas	Kevin	Medio	1/6/2022	6/6/2022	5	Individual	Semanal	En Proceso	40%	
Junta de objetivos mensuales	Jefferson	Alto	2/6/2022	7/6/2022	5	Areas	Mensual	Inicio	0%	
Presupuesto semanal	Jefferson	Medio	26/6/2022	11/8/2022	46	Individual	Semanal	Demora	50%	
Campaña de servicio	Jefferson	Medio	27/6/2022	10/7/2022	13	Individual	Mensual	Inicio	10%	

ANEXO J: Parámetros (KANBAN)

Responsables	Prioridades	Movimiento	Tiempo	Estados
Kevin	Alto	Individual	Diario	Inicio
Job	Medio	Áreas	Semanal	En Proceso
Jefferson	Bajo		Mensual	Demora
Cristian				Terminado
Diego				
Logan				

ANEXO K: Tabla Dinámica (KANBAN)

TABLA DINAMICA										
Tareas	Responsable	Prioridad	Inicio	Vencimiento	Días Transcurridos	Movimiento	Tiempo	Estado	Progreso	
⊗ Aplicación de encuestas	⊗ Kevin	⊗ Medio	⊗ 01-jun	⊗ 06-jun	⊗ 5	⊗ Individual	⊗ Semanal	⊗ En Proceso	40%	
⊗ Auditoria de garantías	⊗ Job	⊗ Alto	⊗ 12-mar	⊗ 27-mar	⊗ 15	⊗ Areas	⊗ Semanal	⊗ Terminado	100%	
⊗ Cambio de herramienta	⊗ Job	⊗ Bajo	⊗ 08-mar	⊗ 21-abr	⊗ 44	⊗ Individual	⊗ Diario	⊗ Inicio	30%	
⊗ Cambio de piezas internas	⊗ Diego	⊗ Medio	⊗ 19-may	⊗ 24-may	⊗ 5	⊗ Areas	⊗ Semanal	⊗ Inicio	10%	
⊗ Campaña de servicio	⊗ Jefferson	⊗ Medio	⊗ 27-jun	⊗ 10-jul	⊗ 13	⊗ Individual	⊗ Mensual	⊗ Inicio	10%	
⊗ Capacitación asesores	⊗ Job	⊗ Alto	⊗ 09-abr	⊗ 16-abr	⊗ 7	⊗ Areas	⊗ Semanal	⊗ En Proceso	90%	
⊗ Inventario de equipo	⊗ Cristian	⊗ Bajo	⊗ 07-may	⊗ 12-may	⊗ 5	⊗ Areas	⊗ Diario	⊗ En Proceso	60%	
Junta de objetivos mensuales	⊗ Jefferson	⊗ Alto	⊗ 02-jun	⊗ 07-jun	⊗ 5	⊗ Areas	⊗ Mensual	⊗ Inicio	0%	
⊗ Limpieza de áreas comunes	⊗ Job	⊗ Bajo	⊗ 31-may	⊗ 05-jul	⊗ 35	⊗ Individual	⊗ Diario	⊗ Demora	50%	
	⊗ Kevin	⊗ Alto	⊗ 06-mar	⊗ 16-abr	⊗ 41	⊗ Individual	⊗ Diario	⊗ En Proceso	50%	
⊗ Mantenimiento equipo	⊗ Kevin	⊗ Medio	⊗ 07-mar	⊗ 13-mar	⊗ 6	⊗ Individual	⊗ Semanal	⊗ Terminado	100%	
⊗ Políticas actualizadas	⊗ Cristian	⊗ Medio	⊗ 23-abr	⊗ 30-may	⊗ 37	⊗ Individual	⊗ Mensual	⊗ Terminado	100%	
⊗ Presupuesto semanal	⊗ Jefferson	⊗ Medio	⊗ 26-jun	⊗ 11-ago	⊗ 46	⊗ Individual	⊗ Semanal	⊗ Demora	50%	
⊗ Proceso integral áreas	⊗ Cristian	⊗ Bajo	⊗ 03-abr	⊗ 15-abr	⊗ 12	⊗ Individual	⊗ Diario	⊗ Terminado	100%	
⊗ Reporte diario de fugaz	⊗ Cristian	⊗ Medio	⊗ 11-may	⊗ 16-jun	⊗ 36	⊗ Areas	⊗ Diario	⊗ Demora	70%	
Revisión del proceso externo	⊗ Cristian	⊗ Medio	⊗ 23-may	⊗ 30-may	⊗ 7	⊗ Individual	⊗ Semanal	⊗ Terminado	100%	

ANEXO L: Base De Datos (KANBAN)

BUSCADOR															
												Fondo	100%		
												Total Progreso	60%		
Concatenar	#	Tareas	Responsable	Prioridad	Inicio	Vencimiento	Días_Transcurridos	Movimiento	Tiempo	Estado	Progreso	Estados	Conteo		
Inicio1	1	Cambio de herramienta	Job	Bajo	08-mar	21-abr	44	Individual	Diario	Inicio	30%	Inicio	4		
Inicio2	2	Cambio de piezas internas	Diego	Medio	19-may	24-may	5	Areas	Semanal	Inicio	10%	Inicio			
Inicio3	3	Campaña de servicio	Jefferson	Medio	27-jun	10-jul	13	Individual	Mensual	Inicio	10%	Inicio			
Inicio4	4	Junta de objetivos mensuales	Jefferson	Alto	02-jun	07-jun	5	Areas	Mensual	Inicio	0%	Inicio			
Inicio5	5											Inicio			
En Proceso1	1	Aplicación de encuestas	Kevin	Medio	01-jun	06-jun	5	Individual	Semanal	En Proceso	40%	En Proceso	4		
En Proceso2	2	Capacitacion asesores	Job	Alto	09-abr	16-abr	7	Areas	Semanal	En Proceso	90%	En Proceso			
En Proceso3	3	Inventario de equipo	Cristian	Bajo	07-may	12-may	5	Areas	Diario	En Proceso	60%	En Proceso			
En Proceso4	4	0	Kevin	Alto	06-mar	16-abr	41	Individual	Diario	En Proceso	50%	En Proceso			
En Proceso5	5											En Proceso			
Demora1	1	Limpieza de areas comunes	Job	Bajo	31-may	05-jul	35	Individual	Diario	Demora	50%	Demora	3		
Demora2	2	Presupuesto semanal	Jefferson	Medio	26-jun	11-ago	46	Individual	Semanal	Demora	50%	Demora			
Demora3	3	Reporte diario de fugaz	Cristian	Medio	11-may	16-jun	36	Areas	Diario	Demora	70%	Demora			
Demora4	4											Demora			
Demora5	5											Demora			
Terminado1	1	Auditoria de garantias	Job	Alto	12-mar	27-mar	15	Areas	Semanal	Terminado	100%	Terminado	5		
Terminado2	2	Mantenimiento equipo	Kevin	Medio	07-mar	13-mar	6	Individual	Semanal	Terminado	100%	Terminado			
Terminado3	3	Políticas actualizadas	Cristian	Medio	23-abr	30-may	37	Individual	Mensual	Terminado	100%	Terminado			
Terminado4	4	Proceso integral areas	Cristian	Bajo	03-abr	15-abr	12	Individual	Diario	Terminado	100%	Terminado			
Terminado5	5	Revision del proceso externo	Cristian	Medio	23-may	30-may	7	Individual	Semanal	Terminado	100%	Terminado			

ANEXO M: Diagrama De Actividades Múltiples Mejorado Parte 1

Distancia (m)	Actividad	Escala		Hombre	Bomba de recepción de leche	Máquina de cocción (Marmita)	Mezcladora 1	Mezcladora de arequipe	Mezcladora 2	Tanque de enfriamiento	Envasadora
		Minutos	Minutos								
-	Recepción de materia prima y control de calidad	1	20	Control e inspección	Maquinado						
		5		Control e inspección	Maquinado						
		9		Control e inspección	Maquinado						
		15									
-	Almacenamiento de la leche cruda	18	80	Control e inspección	Maquinado						
		24		Control e inspección	Maquinado						
		32		Control e inspección	Maquinado						
		41		Control e inspección	Maquinado						
		59		Control e inspección	Maquinado						
		75									
5,6	A marmita de cocción	86	110	Control e inspección		Maquinado					
		98		Control e inspección		Maquinado					
		105				Maquinado					
22,4	Transporte de ingredientes secos (cereal 1, cereal 2, Azúcar) a licuadora	108	145	Carga							
		112		Carga							
		119		Carga							
		121		Carga				Maquinado			
		126		Carga				Maquinado			
		127		Carga				Maquinado			
4,8	A marmita de cocción	130	170								
		138		Control e inspección		Maquinado					
		146		Control e inspección		Maquinado					
		160				Maquinado					
-	Pasteurización de la leche a 90 °C	168	200	Control e inspección		Maquinado					
		172		Control e inspección		Maquinado					
		179		Control e inspección		Maquinado					
		182		Control e inspección		Maquinado					
		195		Control e inspección		Maquinado					
-	Silo de leche pasteurizada	198	220	Control e inspección							
		204		Control e inspección							
		213		Control e inspección							
		218		Control e inspección							
		220		Control e inspección							
6,4	A mezcladora 1	227	245	Control e inspección			Maquinado				
		235		Control e inspección			Maquinado				

Final del Anexo M

24	Transporte de ingredientes a marmita para elaboración de arequipe	238	285	Carga								
		243		Carga								
		249		Carga					Maquinado			
		254		Carga					Maquinado			
		260							Maquinado			
9,6	Almacenamiento de arequipe	265	315	Carga								
		274		Carga								
		280		Carga								
6,4	A mezcladora 2	284	340	Control e inspección					Maquinado			
		295		Control e inspección					Maquinado			
		300		Control e inspección					Maquinado			
-	A tanque de enfriamiento	325	400	Control e inspección						Maquinado		
		348		Control e inspección						Maquinado		
		360		Control e inspección							Maquinado	
14,4	Control de calidad	365	420	Control e inspección								
		374		Control e inspección								
		380		Control e inspección								
20	Envasado del producto final	400	800	Envasado							Maquinado	
		465		Envasado							Maquinado	
		560		Envasado							Maquinado	
		625		Envasado							Maquinado	
		700		Envasado							Maquinado	
740	Envasado							Maquinado				
4,8	Almacenamiento en cuarto frío	745	840	Carga								
		760		Carga								
		780		Carga								
		TOTAL EN MINUTOS	840									
		TOTAL EN HORAS	14									

ANEXO N: Fotos De Implementación De Las 5'S





