



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“DISEÑO DE PROCESOS MEDIANTE BALANCE DE LÍNEAS PARA LA
MEJORA DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA EN LA EMPRESA
ECUAFEED S.A, JAMBELÍ, SANTA ELENA”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:

ANTHONY CRISTÓBAL ASCENCIO TOMALÁ

EDER JAIR BAQUERIZO MERCHÁN

TUTOR:

ING. DARWIN GUSTAVO JAQUE PUCA MSc.

La Libertad, Ecuador

2025-2

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**“DISEÑO DE PROCESOS MEDIANTE BALANCE DE LÍNEAS
PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA EN LA EMPRESA
ECUAFEED S.A, JAMBELÍ, SANTA ELENA”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

ANTHONY CRISTÓBAL ASCENCIO TOMALÁ

EDER JAIR BAQUERIZO MERCHÁN

TUTOR:

ING. DARWIN GUSTAVO JAQUE PUCA MSc.

La Libertad, Ecuador

2025 – 2

UPSE

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Anthony Cristóbal Ascencio Tomalá** y **Eder Jair Baquerizo Merchán**


DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, **DISEÑO DE PROCESOS MEDIANTE BALANCE DE LÍNEAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA EN LA EMPRESA ECUAFEED S.A, JAMBELÍ, SANTA ELENA**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Industrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 9 días del mes de diciembre del año 2025

AUTORES:


Anthony Cristóbal Ascencio Tomalá

f. 
Eder Jair Baquerizo Merchán


AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Anthony Cristóbal Ascencio Tomalá y Eder Jair Baquerizo Merchán**

Autorizamos a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación **DISEÑO DE PROCESOS MEDIANTE BALANCE DE LÍNEAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA EN LA EMPRESA ECUAFEED S.A, JAMBELÍ, SANTA ELENA**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, a los 9 días del mes de diciembre del año 2025

AUTORES:


Anthony Cristóbal Ascencio Tomalá


Eder Jair Baquerizo Merchán

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “DISEÑO DE PROCESOS MEDIANTE BALANCE DE LÍNEAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA EN LA EMPRESA ECUAFEED S.A, JAMBELÍ, SANTA ELENA” elaborado por Anthony Cristóbal Ascencio Tomalá y Eder Jair Baquerizo Merchan, egresadas de la carrera de Ingeniería de Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial me permito declarar que una vez analizado en el sistema anti plagio COMPILATIO, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 2% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,



INFORME DE ANÁLISIS
magister

UIC ASCENCIO TOMALA ANTHONY
EDER BAQUERIZO MERCHAN

2%
Textos
sospechosos

- 0% Similitudes (ignorado)
- 0% similitudes entre comillas
- 0% entre las fuentes mencionadas
- 2% Idiomas no reconocidos
- 3% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: UIC ASCENCIO TOMALA ANTHONY EDER BAQUERIZO MERCHAN.pdf
ID del documento: b798c50a003d392abbe1066c1d876679f04ca5d
Tamaño del documento original: 4.56 MiB

Depositante: DARWIN GUSTAVO JAQUE PUCA
Fecha de depósito: 5/12/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 5/12/2025

Número de palabras: 26.677
Número de caracteres: 188.494

Ing. Darwin Gustavo Jaque Puca, MSc.

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

VALIDACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA

CERTIFICO

Que, he realizado la revisión y corrección del Trabajo de Integración Curricular para la obtención del título de Ingeniero Industrial, con el tema: **“DISEÑO DE PROCESOS MEDIANTE BALANCE DE LÍNEAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA EN LA EMPRESA ECUAFEEED S.A, JAMBELÍ, SANTA ELENA”**. Ha sido desarrollado por los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial **ANTHONY CRISTÓBAL ASCENCIO TOMALÁ** y **EDER JAIR BAQUERIZO MERCHÁN** de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Que, el trabajo presenta un dominio formal del lenguaje, con expresión clara, coherencia discursiva y solidez interpretativa. Asimismo, garantizando su adecuación a los estándares académicos y formales requeridos.

Por lo expuesto, se expide el presente certificado para que los interesados lo utilicen ante las instancias que correspondan.

Atentamente,



Lic. Mónica Paredes Castro, M.Sc.
Magíster en Educación Básica
Correo: misabelp1017@gmail.com
C.C: 0605353143
Celular: 0969917044

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer profundamente mis mayores éxitos a Dios por brindarme la fuerza de seguir luchando por mis objetivos, por llenarme de vigor y vida, por permitirme cumplir esta anhelada meta que con sabiduría me va llevado a seguir adelante noche y día.

A mi madre Mercy Tomalá siendo la persona que más importante que confió en mí, ella siendo mi mayor inspiración de seguir adelante, que con sacrificio me convirtió en el hombre que soy ahora, todo lo que he logrado es por ella. Gracias por darme todo, aconsejarme, enseñarme valores e inspirarme a luchar por mis metas.

Mis hermanas y hermano quienes me brindaron ese apoyo emocional para no decaer, donde con sus palabras de aliento me dieron la fortaleza de que llegaría a cumplir mis objetivos de vida.

Mi tutor de tesis Ing. Darwin Jaque Puca y docente que me acompañaron en el trascurso de la carrera por su dedicación al brindarnos no solo conocimiento académico también el aprendizaje de la vida, que siempre habrá un reto que debemos enfrentar para poder crecer como persona y como profesional, siendo una guía para llegar a ser un excelente ingeniero industrial.

A Eder Baquerizo que no solo fue mi compañero de tesis sino mi primer amigo que conocí en la universidad donde hoy en día estamos por el mismo camino, por cinco años hemos estudiado y trabajado en equipo hasta última instancia en nuestro proceso de titulación.

Mis amigos Paul, Jhon, Marlon, Kenneth, Jorge, Dayana y demás que he conocido en el trascurso de la carrera donde compartí risas, trabajos en equipos y sobre recuerdos de cada anécdota vivida hasta hoy, contar con grandes amistades que siempre fueron leales y donde cada uno me enseñó algo diferente para mejorar como persona.

Anthony Cristóbal Ascencio Tomalá

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, doy gracias a Dios por la fortaleza y sabiduría para culminar este proyecto, agradezco a mi tutor, Ing. Darwin Jaque, por su invaluable guía y dedicación durante este proceso

A mi hermosa familia, por su apoyo incondicional y aliento constante.

A mi compañero de tesis y amigo Anthony Ascencio y así como a todas las personas con quienes compartí durante mi formación universitaria por su compañía y sus aportes académicos.

Finalmente, a todos aquellos que, aunque no se mencionan explícitamente estuvieron presentes con un gesto de aliento.

Eder Jair Baquerizo Merchán

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme seguir vivo y con buena salud, por ser mi guía en los momentos más difícil que he llegado a enfrentar, iluminando mi camino con sabiduría y confianza para cumplir mis metas.

A mi madre Mercy Tomalá por ese amor incondicional, por siempre preocuparse por mí y darme su bendición cada momento que salía de la casa, sobre todo brindarme esa confianza de que llegaría a cumplir cada uno de mis objetivos de vida, que con sacrificio luchó como una madre guerrera día a día para poder darnos todo lo que tenemos a mis hermanos y a mí.

A mis hermanos Jazmín, Tatiana, Erika, Karen y Ronny por brindarme ese ánimo de que lograría llegar ser un ingeniero, por preocuparse por mí en mis días de desvelos y sobre todo por brindarme ese cariño de hermanos unidos siempre. A mis sobrinos para darle una inspiración de que los sueños con sacrificio y valores se llega muy lejos.

A mis abuelas Teresa y Gloria que se sentirán felices de que como nieto logre una meta más en la vida.

A mi Kora que, aunque ya no este conmigo siempre tendré ese recuerdo de que llegaba a mi cuarto en mis momentos donde estaba haciendo tareas se acostaba en una esquina hacerme compañía. A mis mascotas Bruno y mi princesa que llegan alegrarme mi día.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena por abrirme sus puertas y brindarme esa oportunidad de formarme profesionalmente y llenarme de conocimientos de verdaderos maestros que enseñaron con dedicación cada paso importante de cómo llegar muy lejos través del estudio.

Anthony Cristóbal Ascencio Tomalá

DEDICATORIA

A mis queridos padres, José Baquerizo y Luisa Merchán, por ser el cimiento sobre el cual he construido mi vida, su amor incondicional y fe inquebrantable han sido mi mayor fortaleza.

A mis adoradas hermanas, Mayerli y Amy, quienes fueron cómplices en esta travesía, cuya motivación y apoyo fraternal fueron mi faro en momentos de incertidumbre.

A mi familia, que fueron la base de todo, cada paso, cada pequeños y grandes logros son posibles gracias a su amor incondicional y a ese apoyo firme que siempre me han dado.

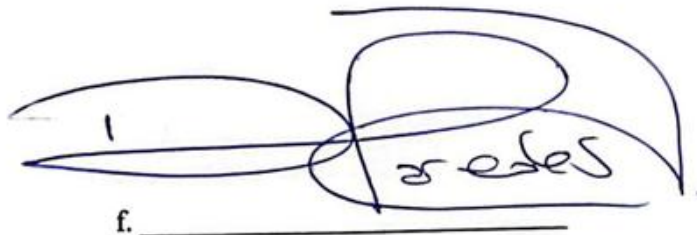
Gracias por ser el impulso que me guió hasta completar la meta.

Eder Jair Baquerizo Merchán

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

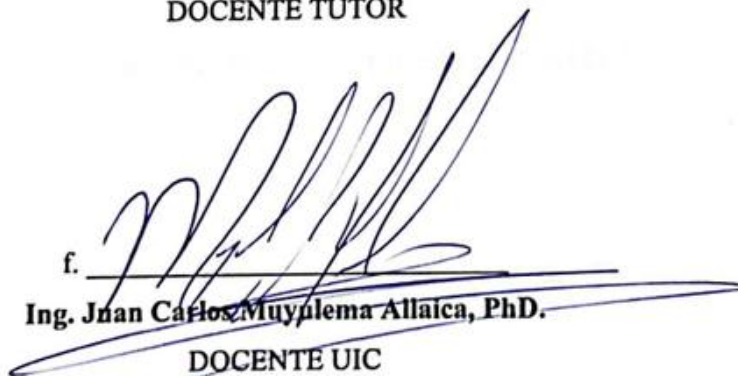
Ing. Isabel del Rocío Balón Ramos, MSc.
DIRECTORA DE CARRERA

f. 

Ing. David Alejandro Paredes Aguilar, MSc.
DOCENTE ESPECIALISTA

f. 

Ing. Darwin Gustavo Jaque Puca, MSc.
DOCENTE TUTOR

f. 

Ing. Juan Carlos Muyilema Allaica, PhD.
DOCENTE UIC

“DISEÑO DE PROCESOS MEDIANTE BALANCE DE LÍNEAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA EN LA EMPRESA ECUAFEED S.A, JAMBELÍ, SANTA ELENA”

Autores: Ascencio Tomalá Anthony Cristóbal

Baquerizo Merchán Eder Jair

Tutor: Ing. Darwin Gustavo Jaque Puca, M.Sc

RESUMEN

El presente estudio desarrollado en la planta de Ecuafeed S.A, tuvo como objetivo analizar el desempeño del proceso actual y formular mejoras basadas en herramientas de ingeniería industrial. Partiendo de un marco teórico una detallada descripción operativa, posteriormente se realizó el diagnóstico donde la metodología adoptó un enfoque cuantitativo bajo un diseño transversal, con características descriptiva y explicativa. Este involucró un censo de 28 trabajadores utilizando instrumentos validados con un alfa de Cronbach de 0,872, donde tras un análisis de correlación de Spearman confirmó la influencia significativa del balance de líneas sobre la eficiencia. La evaluación se profundizó mediante técnicas y métodos como diagrama de Pareto, diagrama Ishikawa, cálculo de eficiencia general de los equipos (OEE), Kilbridge y Wester, mapeo de flujo de valor (VSM) y simulación en FlexSim, identificando limitaciones clave. Para la realización del diseño optimizado se seleccionó entre dos alternativas, el balance de líneas como propuesta central, respaldado por una sólida justificación económica con una tasa de retorno interno (TIR) de 76 % y un valor actual neto (VAN) de \$2.265,97 con período de recuperación de 1 año 9 meses. Finalmente se elaboró un análisis comparativo entre los resultados actuales y los proyectados, mostrando la mejora obtenida de tiempos de 20.5 min. y en la OEE una mejora de 14 %, demostrando así el impacto positivo del rediseño en la eficiencia productiva.

Palabras claves: balance de líneas, eficiencia productiva, harina de pescado, diseño optimizado.

“PROCESS DESIGN THROUGH LINE BALANCE TO IMPROVE PRODUCTION EFFICIENCY AT ECUAFEED S.A., JAMBELÍ, SANTA ELENA”

Authors: Ascencio Tomalá Anthony Cristóbal

Baquerizo Merchán Eder Jair

Tutor: Ing. Darwin Gustavo Jaque Puca, MSc

ABSTRACT

The present study carried out at the Ecuafeed S.A., plant, aimed to analyze the performance of the current process and formulate improvements based on industrial engineering tools. Starting from a theoretical framework and a detailed operational description, a diagnosis was subsequently carried out using a quantitative approach with a cross-sectional design and descriptive and explanatory characteristics. This involved a census of 28 workers using validated instruments with a Cronbach's alpha of 0.872, where a Spearman correlation analysis confirmed the significant influence of line balance on efficiency. The evaluation was deepened using techniques and methods such as Pareto diagrams, Ishikawa diagrams, overall equipment effectiveness (OEE) calculations, Kilbridge and Wester, value stream mapping (VSM), and FlexSim simulation, identifying key limitations. To carry out the optimized design, two alternatives were selected, with line balancing as the central proposal, backed by a solid economic justification with an internal rate of return (IRR) of 76 % and a net present value (NPV) of \$2,265.97 with a payback period of 1 year and 9 months. Finally, a comparative analysis was made between the current and projected results, showing an improvement in times of 20.5 min. and an improvement in OEE of 14 %, thus demonstrating the positive impact of the redesign on production efficiency.

Keywords: line balancing, productive efficiency, fish meal, optimized design.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iv
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	v
AUTORIZACIÓN	vi
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO.....	vii
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA	viii
AGRADECIMIENTOS	ix
AGRADECIMIENTOS	x
DEDICATORIA	xi
DEDICATORIA	xii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	8
MARCO TEÓRICO.....	8
1.1 Revisión literaria.....	8
1.1.1 Paradigma de investigación cuantitativa.....	11
1.1.2 Parámetros de investigación cualitativa.....	12
1.1.3 Delineación de protocolo	12
1.2 Estado conceptual	13
1.2.1 Balance de líneas.....	13
1.2.2 Método de Kilbridge y Wester.....	14
1.2.3 Tiempos de ciclo	14
1.2.4 Asignación de tareas	14
1.2.5 Cuello de botella	14
1.2.6 Carga operativa	14
1.2.7 OEE – Overall Equipment Effectiveness.....	15

1.2.8	Tiempo ocio	15
1.2.9	Eficiencia productiva	15
1.2.10	Procesos	15
1.2.11	Tiempo takt	16
1.2.12	VSM – Value stream mapping.....	16
1.2.13	Simulación digital de procesos	16
1.3	Descripción del sistema actual.....	16
1.3.1	Misión, visión y objetivo de la empresa Ecuafeed S.A	17
1.3.2	Misión	17
1.3.3	Visión.....	17
1.3.4	Objetivo.....	17
1.3.5	Descripción del proceso de producción.	17
1.3.6	Harina de pescado para alimentación acuícola:	17
1.3.7	Mapa de procesos.....	18
1.3.8	Flujograma	19
1.3.9	Personal de la empresa.....	20
1.3.10	Caracterización técnica de la producción de la harina de pescado	21
1.3.11	Recepción de materia prima.....	21
1.3.12	Cocina	21
1.3.13	Desagüe.....	22
1.3.14	Prensado	22
1.3.15	Etapas de decantación.....	22
1.3.16	Secado (F.A.Q)	22
1.3.17	Molienda	22
1.3.18	Calderos	22
1.3.19	Ensayado	23
1.3.20	Almacenamiento de harina	23
2.2.1	Distribución.....	23
CAPÍTULO II		24
DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....		24
2.1	Métodos de investigación	24
2.1.1	Enfoque de la investigación.....	24

2.1.2	Diseño de la investigación	24
2.2	Tipo de investigación	25
2.2.1	Investigación descriptiva	25
2.2.2	Investigación explicativa	25
2.2.3	Procedimiento metodológico	26
2.3	Censo poblacional.....	27
2.4	Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
2.4.1	Método recolección de datos	28
2.4.2	Técnicas de recolección de datos	28
2.4.3	Instrumentos de recolección de los datos.....	29
2.4.4	Procedimiento para la recolección de datos.....	30
2.4.5	Variables de estudio	31
2.4.6	Operacionalización de las variables.....	32
2.4.7	Validez de instrumento	35
2.4.8	Resultados de validación.....	35
2.4.9	Medición de confiabilidad	35
2.4.10	Análisis de la encuesta	36
2.4.11	Verificación de la hipótesis.....	39
2.4.12	Comprobación de hipótesis.....	40
2.5	Diagnóstico de la situación problemática	41
2.5.1	Situación actual de la empresa	41
2.5.2	Tabla de observación	41
2.5.3	Diagrama de flujo de proceso	42
2.5.5	Perspectiva de las actividades del proceso de harina de pescado	44
2.5.6	Aplicación para resolución del problema	46
2.5.7	Tabla de frecuencia de desperdicios	47
2.5.8	Diagrama de Pareto de los defectos principales	48
2.5.9	Diagrama de causa y efecto	49
2.5.10	Análisis de la causa-raíz identificada.....	52
2.5.11	Factores por considerar	52
2.5.12	Porcentaje actual de rendimiento de la harina	53
2.5.13	Producción actual mensual de harina.....	54

2.5.14	Tasa actual de producción de harina de pescado	55
2.5.15	Takt time actual de harina.....	55
2.5.16	Funcionamiento actual de los equipos de la producción de harina de pescado	56
2.5.17	Eficiencia total de los equipos actual harina de pescado	58
2.5.18	Proceso actual del balance de línea con la harina de pescado	59
2.5.19	Método heurístico actual Kilbridge y Wester de harina de pescado.....	60
2.5.20	Mapeo de la cadena de valor actual	61
2.5.21	Construcción del mapa de flujo de valor actual de la producción de harina de pescado	62
2.5.22	Modelo en FlexSim actual del proceso de harina de pescado	63
2.5.23	Diagrama hombre-máquina del proceso de harina de pescado.....	63
CAPÍTULO III.....		65
DISEÑO DEL PROCESO OPTIMIZADO (MODELO TO-BE).....		65
3.1	Alternativas de solución.....	65
3.2	Implementación de la propuesta	66
3.2.1	Propuesta de la demanda.....	66
3.2.2	Estudio de tiempo propuesto en el proceso de harina de pescado	67
3.2.3	Diagrama de flujo propuesto del proceso de harina de pescado	67
3.2.4	Diagrama de recorrido propuesto.....	68
3.2.5	Propuesta de mejora de las restricciones de producción de la harina de pescado	69
3.2.6	Cálculo de la producción mensual de harina de pescado.....	71
3.2.7	Tasa de producción propuesto de harina de pescado	71
3.2.8	Takt time propuesto de harina.....	72
3.2.9	Propuesta de la eficiencia general de los equipos de la harina de pescado. 73	
3.2.10	Resolución de la eficiencia general de los equipos harina de pescado	74
3.2.11	Proceso propuesto del balance de línea con la harina de pescado	74
3.2.12	Realización del método heurístico Kilbridge y Wester propuesto.....	76
3.2.13	Mapeo de la cadena de valor propuesto	77
3.2.14	Construcción del mapa de flujo de valor propuesto de la producción de harina de pescado	78
3.2.15	Modelo propuesto en FlexSim proceso de harina de pescado	79

3.3	Justificación económica	79
3.4	Justificación ambiental.....	82
3.5	Justificación social	82
3.6	Análisis comparativo	82
3.6.1	Porcentaje actual y propuesto de la OEE de la producción de harina de pescado 83	
3.6.2	Resolución de estudio de tiempo	84
3.6.3	Estudio final de proceso de harina de pescado	85
3.6.4	Resultados del balance de línea	85
3.6.5	Balance de línea en la producción de harina de pescado actual	85
3.6.6	Balance de línea en la producción de harina de pescado propuesto	86
3.7	Planning de control	88
	DISCUSIONES.....	90
	LIMITACIONES	91
	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	92
	CONCLUSIONES	93
	RECOMENDACIONES	94
	BIBLIOGRAFÍA	95
	ANEXOS	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Estudios revisados.....	9
Tabla 2.	Casos de técnicas de recolección de datos.....	11
Tabla 3.	Parámetros de la investigación.....	12
Tabla 4.	Equipo colaborativo.	21
Tabla 5.	Censo poblacional.	27
Tabla 6.	Etapas para la recolección de datos.	30
Tabla 7.	Operacionalización de variable independiente.	33
Tabla 8.	Operacionalización de variable dependiente.	34
Tabla 9.	Resultados de la validación.....	35
Tabla 10.	Resultados obtenidos del software SPSS Statistics.	36
Tabla 11.	Análisis de los puntos más críticos.	38
Tabla 12.	Interpretación de la magnitud del coeficiente de correlación de Spearman. 39	
Tabla 13.	Comprobación de la hipótesis.....	40
Tabla 14.	Tabla de observaciones de los procesos de harina pescado.....	42
Tabla 15.	Calificación de actividades en el proceso de harina de pescado.....	45
Tabla 16.	Situación de la empresa observada.	46
Tabla 17.	Situación de la empresa observada.	47
Tabla 18.	Ponderación de las causas identificadas.	50
Tabla 19.	Factores esenciales para las formulaciones.....	52
Tabla 20.	Diagnóstico de la demanda (3 meses).....	53
Tabla 21.	Métrica de calificación de la OEE.	57
Tabla 22.	Tareas de procedencia de la harina de pescado.	59
Tabla 23.	Tabla de estaciones asignadas para el proceso de harina de pescado.	61
Tabla 24.	Comparación de las dos alternativas.....	65
Tabla 25.	Demanda propuesta.....	66

Tabla 26.	Ficha de observación del proceso de harina de pescado con sus operadores.	67
Tabla 27.	Tareas de procedencia propuesto de harina de pescado.....	75
Tabla 28.	Tabla de estaciones asignadas para el proceso de harina de pescado. propuesto.	76
Tabla 29.	Análisis de factibilidad técnica.	80
Tabla 30.	Flujo de caja actual.	81
Tabla 31.	Porcentajes de OEE actual y propuesto (harina de pescado).	83
Tabla 32.	Estudio de tiempo en el proceso de harina de pescado.	85
Tabla 33.	Análisis actual del balance de líneas (harina de pescado).	85
Tabla 34.	Análisis propuesto del balance de líneas (harina de pescado).	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Descripción esquemática del procedimiento de selección.....	10
Figura 2.	Protocolo de investigación.....	13
Figura 3.	Mapa de procesos de la empresa Ecuafeed S.A.....	19
Figura 4.	Flujograma de la línea de producción de harina de pescado.	20
Figura 5.	Tipo de investigación.....	26
Figura 6.	Fases del plan de evaluación.....	26
Figura 7.	Plan de recolección de datos.....	28
Figura 8.	Técnicas de recolección de datos.....	29
Figura 9.	Resultados de las encuestas.	37
Figura 10.	Modelado en el programa FlexSim del proceso actual de harina de pescado.	63
Figura 11.	Modelado en el programa FlexSim del proceso propuesto de harina de pescado.	79
Figura 12.	Comparación actual y propuesto de la OEE (harina de pescado).....	83
Figura 13.	Comparación actual y propuesto de la eficiencia (harina de pescado).....	84
Figura 14.	Comparación de la eficiencia productiva (harina de pescado).	87

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1.	Diagrama de flujo de proceso actual de harina de pescado.	43
Diagrama 2.	Diagrama de recorrido del área de producción actual.	44
Diagrama 3.	Defectos en el área de producción	48
Diagrama 4.	Diagrama de Ishikawa.....	49
Diagrama 5.	Diagrama de procedencia del proceso de harina de pescado.	60
Diagrama 6.	VSM de la producción de harina de pescado.....	62
Diagrama 7.	Diagrama hombre - máquina (proceso de ensacado).	64
Diagrama 8.	Diagrama de flujo de proceso propuesto de harina de pescado.	68
Diagrama 9.	Diagrama de recorrido propuesto del área de producción.	69
Diagrama 10.	Diagrama de procedencia del proceso de harina de pescado propuesto.	76
Diagrama 11.	Mapeo del flujo de valor de la producción de harina de pescado propuesto. 78	
Diagrama 12.	Planning de control	89

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Documentos más citados a nivel mundial.....	105
Anexo 2.	Países más citados.....	106
Anexo 3.	Nube de palabras.....	106
Anexo 4.	Red de coocurrencia de las palabras claves.	107
Anexo 5.	Análisis bibliométrico.....	107
Anexo 6.	Visita a la empresa.	113
Anexo 7.	Toma de tiempos.....	114
Anexo 8.	Retención de ensacado.....	114
Anexo 9.	Entrevista para la encuesta de preguntas.	115
Anexo 10.	Ficha de validación de experto 1.	116
Anexo 11.	Ficha de validación de experto 2.	117
Anexo 12.	Ficha de validación de experto 3.	118
Anexo 13.	Ficha de validación de experto 4.	119
Anexo 14.	Ficha de validación de experto 5.	120
Anexo 15.	Firma de fichas de validación por expertos.	121
Anexo 16.	Resultados de las encuestas.	122

INTRODUCCIÓN

El balance de líneas es una técnica de ingeniería industrial que distribuye de forma uniforme las operaciones entre estaciones de trabajo, asegurando un flujo constante según Yılmaz (2020), se aplica mediante la asignación equilibrada de tareas buscando que el tiempo de ciclo se mantenga uniforme y que ninguna estación genere esperas o acumulaciones, esta metodología se integra dentro de prácticas de mejora continua utilizadas en sectores como el automotriz y el alimentario adoptadas en países como Japón y Alemania con el propósito de lograr que la secuencia operativa sea ordenada y acorde a la capacidad de cada estación (Mortada-Soulhi, 2023).

En México, las plantas de procesamiento del sector pesquero enfrentan dificultades para mantener una eficiencia productiva constante debido a limitaciones técnicas, operativas e infraestructurales dificultan sostener niveles estables de productividad tal como indica Pérez-Ríos, (2021), la problemática se manifiesta a través de una alta dependencia de operaciones manuales y de una implementación limitada de indicadores de desempeño, analizar estas restricciones permite establecer líneas de acción orientadas a mejorar la gestión operativa y promover prácticas que permitan aprovechar mejor los recursos de planta (Haddad et al., 2021).

Ecuador destaca por su liderazgo en pesca responsable y trazabilidad siendo reconocido internacionalmente por avanzar en ordenamiento pesquero e implementar sistemas de monitoreo y sostenibilidad Zambrano-Campoverde et al., (2021), en zonas pesqueras como Manta, se emplean de manera amplia sistemas de gestión de calidad como (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) HACCP u Organización Internacional de Normalización (ISO 9001) conforme a lo señalado por Loo-Moreira et al., (2023), a pesar del uso de estos sistemas, la adopción de indicadores de rendimiento técnico como OEE y de métodos orientados a la

reducción de tiempos es reducida lo que impide una mejora profunda en la eficiencia de los procesos productivos.

Es conveniente mencionar que en la empresa Ecuafeed S.A., emplazada en la comuna Jambelí presenta una planta con desequilibrios operacionales habituales en etapas como el prensado y secado, Castro (2025) señala en su investigación que una empresa que no es monitoreada con indicadores técnicos como la OEE y no está optimizada por técnicas que impide estabilizar el flujo productivo y reducir los tiempos improductivos.

El presente estudio propone el rediseño del sistema productivo de Ecuafeed S.A., aplicando la técnica de balance de líneas en el proceso de harina de pescado, se emplea el método de Kilbridge y Wester para la redistribución de tareas y herramientas como OEE para la mejora y evaluación del desempeño tal como plantea Çelik-Arslankaya, (2023), estas acciones buscan reducir tiempos de espera, estabilizar el flujo de materiales y optimizar la productividad sin incrementar los costos fijos.

Para validar los diseños propuestos, se aplicará el software de simulación FlexSim, esta herramienta permite previsualizar distintos escenarios de mejora antes de su implementación real según Aliyu-Mokhtar, (2021) así la propuesta se basa en evidencia y principios de ingeniería industrial, pretendiendo aportar soluciones aplicables a corto plazo que fortalezcan la sostenibilidad operativa de la industria pesquera ecuatoriana.

Planteamiento del problema

A nivel global, la producción de harina de pescado es una de las actividades de mayor crecimiento en acuicultura siendo utilizada como materia prima indispensable para la elaboración de alimentos destinados al consumo agrónomo lo que hoy en día ha alcanzado altos niveles de producción en países europeos como Noruega, Escocia, entre otros Herault et al., (2023), donde adoptan métodos de ingeniería industrial como mejora de procesos,

reorganización del flujo de producción, lean manufacturing, control estadístico, análisis de tiempos, a través de eso a través de estos métodos se van evidenciado una mejora el número de estaciones de trabajo dentro de las industrias lo cual respaldo la idea al encontrar integrar un balanceo en las líneas, para así tener buenos resultados (Schmid et al., 2022).

En Latinoamérica un artículo Ayala-Siccha et al., (2022) en donde realizó una revisión literaria en Perú proponiendo a implementar lean manufacturing en la planta de conserva de pescado determinado, los tiempos de ciclo de proceso donde se empleó VSM donde y se obtuvo los procesos críticos consiguiendo un tiempo de ciclo de 1.15 min/caja, en productividad en el cual alcanzó un 79.9 % empleando herramientas 5S, Total Productive Maintenance (TPM) y (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) PHVA, mejorando los tiempos de ciclo a 1.005 min/cajas, y aumentando la productividad total de un 89 %.

En Ecuador un artículo publicado por Aldás Guevara-Saca Llamba, (2022) en donde se empleó metodologías de estandarización y el balance línea, para el diagnóstico se utilizó los diagramas de flujo, diagrama de análisis de proceso y diagrama de recorrido que reflejan los problemas en la línea de producción, Ozan Yilmazlar et al., (2020) plantea métodos de mejora basados en resultados numéricos y tiempos de trabajo, empleando herramientas de software, en el cual el modelo de simulación se empleó para representar el flujo del balance de línea en distintos escenarios que pueden presentarse en las industrias.

A nivel organizacional, las industrias procesadoras de pescado dentro de la provincia de Santa Elena, particularmente en la empresa Ecuafeed S.A ubicado en la comuna Jambelí, donde se identificó un desbalance ya que el flujo de trabajo presenta diferencias marcadas entre las operaciones ya que algunas estaciones acumulan producto mientras otras permanecen sin actividad, lo que indica una distribución desigual de la carga de trabajo, situación que se agrava por la ausencia de estudio de tiempos, indicadores como la OEE y herramientas de ingeniería

industrial que mejoren el nivel en la eficiencia productiva y el ritmo de trabajo dentro de las operaciones.

Por otro lado Muyulema et al (2024), señaló en su investigación una relación directa con el método OEE, mediante el cual se logró incrementar el rendimiento en la producción de harina de pescado, esto se obtuvo a partir del análisis de datos y la aplicación de una propuesta de mejora que redujo el tiempo total de proceso de 30.3 minutos, lo que generó un aumento del 6 % atribuido a una mayor estabilidad y control en la fabricación de la harina de pescado, para que este resultado se observe mucho mejor se decidió incorporar un modelo de simulación como lo es el software FlexSim que es una herramienta que permite representar el comportamiento de los equipos de la planta y apoyar en la optimización de los procesos con el fin de visualizar la propuesta y así orientar a la empresa hacia un mejor desempeño dentro del mercado.

Formulación del problema de investigación

¿Cómo influye el diseño de procesos mediante el balance de líneas en la mejora de la eficiencia productiva en la empresa Ecuafeed SA?

Justificación de la investigación

La investigación aborda la necesidad de mejorar la eficiencia productiva dentro de la producción de harina de pescado en Ecuafeed S.A., donde no existe un registro técnico que detalle qué herramientas de ingeniería industrial han sido aplicadas. para atender esta situación se utiliza el balance de líneas como metodología central, mediante el cual se distribuyen las tareas entre estaciones de trabajo, se disminuyen tiempos muertos, se reducen desperdicios y se fortalecen acciones orientadas a la mejora continua. Esta aplicación técnica permite optimizar la producción y, de manera paralela, disminuir, residuos y efluentes asociados a esperas y reprocesos, el objetivo es que la planta disponga de un método estructurado que

permita elevar su desempeño y que otras empresas del sector logren reconocer oportunidades de aplicación para avanzar en la mejora de sus procesos.

La investigación también se justifica desde la perspectiva académica de la ingeniería industrial ya que integra herramientas propias de esta área, como el balance de líneas, estudios de tiempo, OEE y simulación mediante FlexSim para identificar las causas de los cuellos de botella y los periodos improductivos, estas técnicas se aplican a través de un análisis sistemático del flujo operativo que facilita organizar tareas de manera uniforme y formular propuestas basadas en información real, los resultados se orientan a beneficiar al personal operativo y a las áreas de producción de la planta de harina de pescado, promoviendo prácticas que incrementen la eficiencia productiva del sistema. De igual manera el estudio ofrece aportes para estudiantes, proveedores e industrias con actividades similares, funcionando como una referencia metodológica para proyectos futuros en el ámbito industrial.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar procesos mediante balance de líneas para la mejora de la eficiencia productiva en la empresa Ecuafeed S.A, Jambelí, Santa Elena.

Objetivos específicos

- Argumentar un marco teórico a partir de la revisión bibliográfica existente para el sustento del balance de línea y su aplicación en la eficiencia productiva.
- Diagnosticar un marco metodológico mediante técnicas y métodos de investigación para el análisis de la eficiencia productiva en la empresa.
- Presentar los resultados obtenidos mediante el balance de líneas para la mejora de la eficiencia productiva en la empresa Ecuafeed S.A comuna Jambelí, Santa Elena.

Alcance

El estudio se centró exclusivamente en el proceso de producción de harina de pescado dentro de la planta de Ecuafeed S.A., abarcando desde la recepción de la materia prima hasta el ensacado del producto final, este análisis comprendió la identificación de los puntos donde se concentran los mayores retrasos operativos, con énfasis en las estaciones que presentan acumulación de trabajo y tiempos prolongados, se evalúa y se propone mejoras en la distribución de actividades, el flujo de operación y el balance de las estaciones de la línea de harina de pescado.

Antecedentes investigativos

El autor Wang et al., (2023) realizó una investigación cualitativa sobre balance de línea por la fundación de ciencia sociales en China de desmontaje colaborativo maquina hombre del flujo mixto, donde apunta a optimizar el número de estaciones de trabajo, equilibrar tiempos de inactividad y minimizar el costo de desmontaje, abordando un diseño de algoritmo de piezas correspondiendo a maquinas, mejorando el enjambre de peces artificiales, con el algoritmo propuesto en un 14,3 %, 52,3 % y 9,8 % respectivamente al comparar el rendimiento de los algoritmos siendo superior en términos de diversidad al acelerar el movimiento del pez artificial hacia un estado más óptimo.

De este modo, Dumont et al., (2023) en su investigación realizado en Lima, Perú muestra un estudio de trabajo a través de sus dimensiones, estudio de métodos y tiempos para mejorar la productividad del envasado de harina de pescado con un volumen de producción de 2000 sacos al día, para demostrar la validez del proyecto se emplearon estudios de cronometraje, además de análisis de datos con el programa SPSS, se planificó una productividad de 60 días antes y después, evaluando solo los días hábiles, aumentando en un 20 % antes de su implementación.

Por otra parte, Espinales Carranza, (2024) en un artículo publicado en Ecuador especialmente en empresa productoras de mariscos, siendo e los mayores problemas se trata en las demoras de la ejecución de los procesos de embarque con eficiencia, lo que puede generar retrasos e inconformidades en clientes, aplicando factores diagrama de Ishikawa y como diagrama de procesos que propone como acciones de mejora acorde a la necesidad de la producción de cajas y pallets teniendo una capacidad actual de 500 m, lo que permitió reconocer la necesidad de contar una cámara de al menos 598 m, por lo que en este espacio garantizo un ahorro en el tiempo de despacho y menores gastos para la empresa.

Finalmente, Muyulema Allaica-Rodríguez Suarez et al. (2024) en su investigación de enfoque cuantitativo, ideando un estudio en una industria de harina de pescado en Santa Elena centrándose en mejorar la eficiencia en la etapa de prensado donde se aplicó la metodología de eficiencia general de los equipos, también se abordó el análisis causa- raíz con el fin de reducir el tiempo de cambio de herramientas y formatos.

En términos generales el uso del indicador de desempeño OEE, dio como resultado a su implementación donde el tiempo total se redujo de 6414.1 a 5027.4 segundos, resaltando la eficacia y su gran impacto en la optimización de proceso industriales en un 62.2% en la producción diaria de piezas por este motivo la investigación refleja un aumento de la OEE, alcanzando así el 95.36 % de disponibilidad en la máquina de prensado de pescado.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Revisión literaria

La revisión literaria es un proceso de investigación que involucra la búsqueda, el análisis de artículos publicados sobre un tema específico, siendo crucial en las tesis académicas para garantizar las pautas que ayuda a contextualizar el trabajo propio (Puerto Carrero, 2024). Además, señala el interés crítico en investigación en industrias pesqueras, harineras de pescado estableciendo un aporte importante a mi proyecto de balance de línea y como podría mejorar la eficiencia productiva al estudio de ingeniería industrial.

Según Manterola et al. (2023) la revisión se organiza a partir de una clasificación que incluye 21 tipos formales, identificados mediante búsquedas en bases como PubMed, Redalyc, ScienceDirect y Scopus, en dichas bases se reconocen catorce formas de revisión, entre ellas la sistemática, narrativa, de alcance, crítica, interrogativa y metodológica, siendo estas categorías las que permiten seleccionar el tipo de análisis documental adecuado para cada propósito investigativo.

El proceso de investigación integra un enfoque en bibliometría mediante el uso del programa RStudio identificando así los temas corresponden al estudio dado, como lo rectifica Reyes Soriano et al., (2022), este programa ayudó a identificar líneas en la literatura dentro de las páginas más reconocidas indagando de este modo las variables correspondientes a balance de línea y su dependencia de mejora en las industrias nacionales y extranjeras.

El documento más citado a nivel global fue el de Duan S (2024), publicado en IEEE Transactions on Mobile Computing, con 67 citas y un promedio de 33.5 citas por año. Le siguen Zhang Y (2024) en Robotics and Computer-Integrated Manufacturing con 46 citas, y Yang Z

(2024) en Applied Energy con 44 citas. Estos estudios han marcado pauta en sus respectivas áreas, sirviendo de base teórica para investigaciones recientes encontradas en el (Anexo 1). La rectificación de la investigación señala que el país con mayores citas científicas es China con un total de 1.267 correspondiente al 84% total, le siguen India con 106 citas (7 %) e Italia con 54 citas (3.5 %), siendo así que la investigación tecnológica aplicada a en estudio temáticos (Anexo 2).

Con respecto a la importancia de reconocer los diferentes términos presentes para la investigación con las palabras de mayor tamaño identificado en una nube de palabras reflejada en el (Anexo 3), además, se refleja una Inter correlación entre las palabras claves “assembly machines”, “balancing”, “efficiency” entre otros, siendo determinante para que los nodos este conectados y muestren una intersección con la red de coocurrencia (Anexo 4). Para el caso de estudio se recopiló datos necesarios con base a artículos científicos, con el fin de filtrar informaciones más relevantes a través de los criterios de exclusión, descartando artículos inaccesibles, títulos de fuente no relacionado y palabras claves no alineadas al tema.

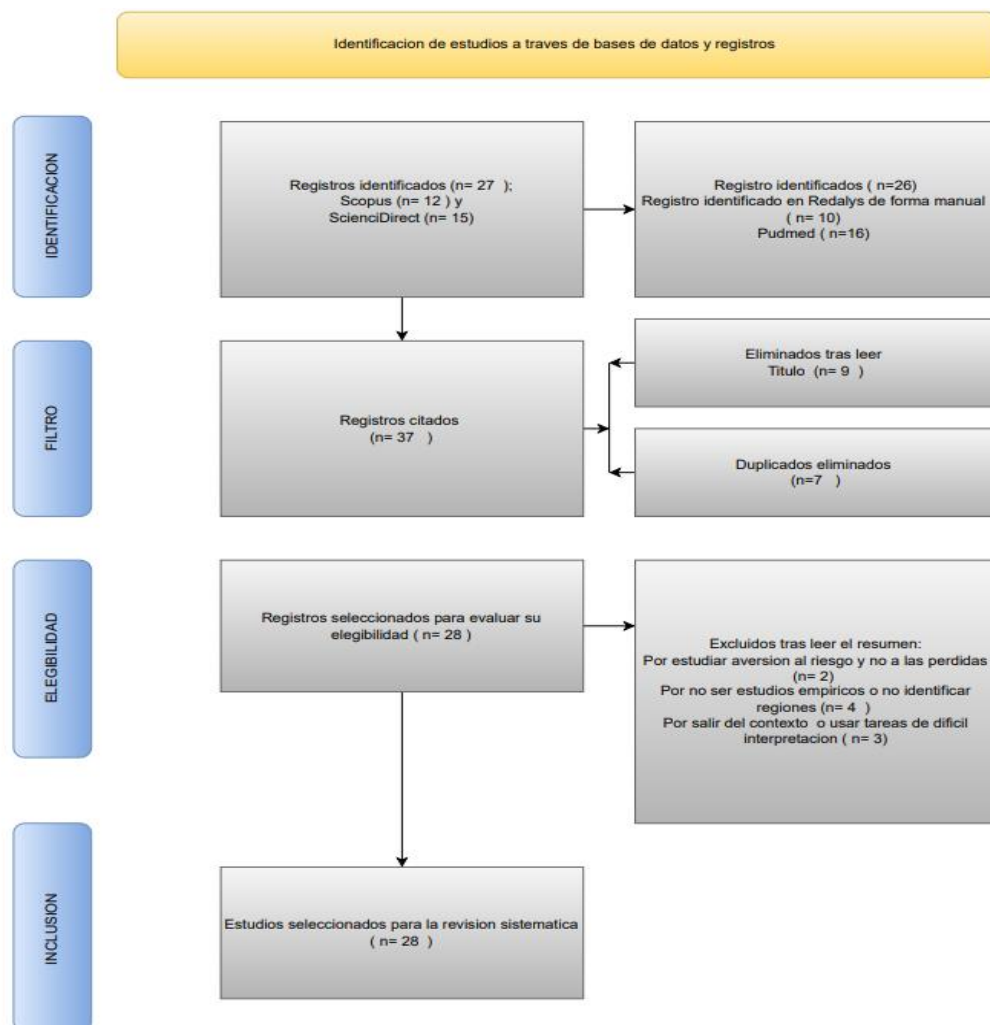
Tabla 1. *Estudios revisados.*

Fuentes de información	Términos utilizados	Resultados obtenidos	Criterio de Exclusión	Diferencia	Porcentaje
Scopus	Line balance AND production efficiency	172	160	12	23 %
Pudmed	Line balance AND production efficiency	355	319	16	30 %
Science Direct	Line balance AND production efficiency	27245	27230	15	28 %
Redalyc	Line balance AND production efficiency	2673	2663	10	19 %
Total		30445	30372	53	100 %

Nota. Elaborado por los autores.

Luego de haber aplicado los criterios de exclusión quedaron seleccionados un total de 53 artículos científicos publicados, que cumplían las condiciones de búsqueda del proyecto. La revisión literaria centrada en las bases neurales adopta criterios estrictos conforme al método PRISMA, incluyendo búsqueda exhaustiva, evaluación formal y síntesis cuantitativa o cualitativa de la información.

Figura 1. Descripción esquemática del procedimiento de selección.



Nota. Elaborado por los autores.

Dentro de los criterios más relevantes que contempla el estudio de investigación se encontraron 53 artículos científicos, posteriormente en la etapa de selección se aplicaron criterios estrictos eliminando artículos que exceda de los periodos (2021-2025). Además, que estén asociado al tema de estudio con el campo de ingeniería, de acceso abierto e investigación

en idioma inglés y español, dando como resultados un total de 28 artículos que cumplen con los criterios establecidos de calidad, transparencia y coherencia metodológica, dichos artículos claves cumplen con los objetivos de la investigación del proyecto encontrado en el (Anexo 5).

En los artículos revisados para el estudio relacionado al balance de línea y su mejoramiento en la eficiencia productiva en la industria harinera donde han utilizado diversa metodología para la recolección de datos claro está que depende del enfoque en los que se realiza cada investigación. En la Tabla 1, destacan los métodos y técnicas utilizado en el estudio presente, donde se han aplicada herramientas de ingeniera industrial.

1.1.1 Paradigma de investigación cuantitativa

El análisis de las combinaciones de métodos utilizados en el balance de línea para mejorar la eficiencia productiva a partir de las metodologías por parte de los autores encontrados en los artículos científico, en la Tabla 2 presente, detalla las combinaciones técnicas usadas en el estudio presentado con el nivel de frecuencia y el porcentaje establecido.

Tabla 2. *Casos de técnicas de recolección de datos*

Combinación de técnicas	Frecuencia	Porcentaje
Entrevista	8	29 %
observación directa	7	25 %
Encuesta	5	18 %
Estudio de tiempo	3	11 %

Nota. Elaborado por los autores.

Con la frecuencia del 29 % la combinación de heurísticas y las demás técnicas son las más utilizada en el estudio revisado considerando las 6 muestras donde los temas se relacionan al balance de línea, especificando los parámetros el segundo mejor puntaje es la OEE más eficiencia productiva con un 25 % y demás combinadas donde estas técnicas se relacionan permitiendo así encontrar una optimización robusta proporcionado una solución óptima que busquen a tomar decisiones.

1.1.2 Parámetros de investigación cualitativa

Es fundamental tener en cuenta que la recolección de datos se relaciona con los métodos cualitativos donde se abarca el tema de balance de línea como se encuentra en la Tabla 3 correspondiendo un caso múltiple en la combinación, número de casos y su porcentaje total de combinaciones.

Tabla 3. *Parámetros de la investigación.*

Combinación	Número de casos	Porcentaje
Estudio de tiempo	10	36 %
Entrevista + observación directa	8	29 %
observación directa + Encuesta	6	21 %
Encuesta	4	14 %

Nota. Elaborado por los autores.

La combinación de técnicas de recolección de datos se enfocó en la combinación del estudio de tiempo es la más utilizada en un 36 %, dicho que, permite explorar a fondo a la investigación, considerando las combinaciones registrado en la muestra proporcional al enfoque relacionado al balance de línea.

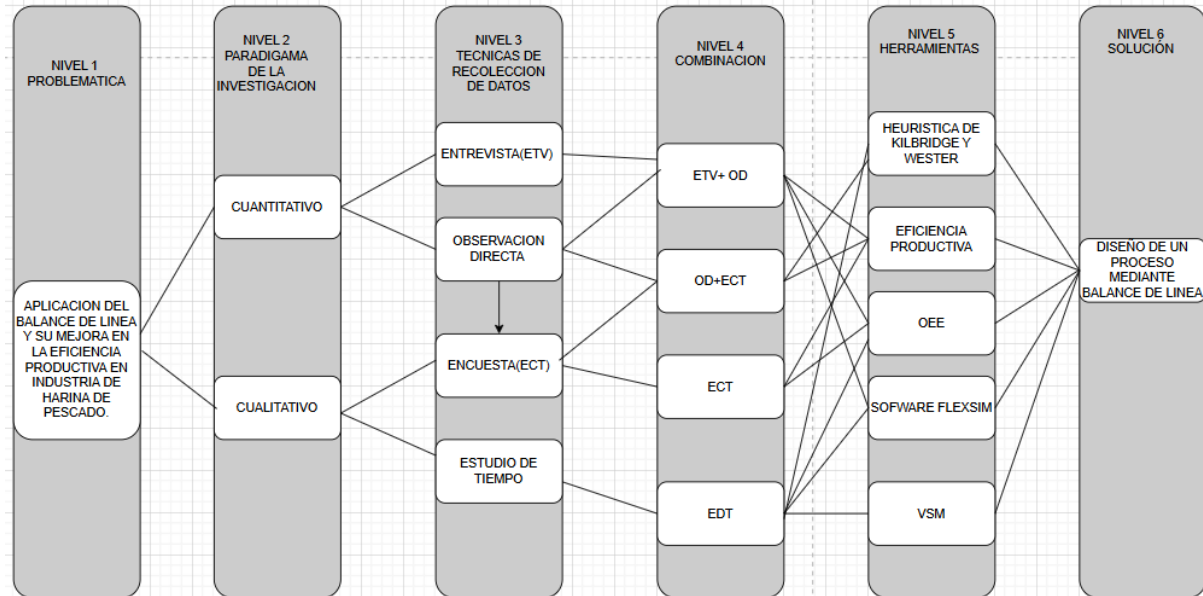
1.1.3 Delineación de protocolo

Mediante una revisión exhaustiva y el mapeo sistemático se han identificado diversos métodos y herramientas utilizadas por la investigación utilizadas para la propuesta del balance de línea y su mejoría en la eficacia productiva. Iniciando con un enfoque cuantitativa lo cual se utiliza para dirigir las directrices del comportamiento registrado por medio de la verificación de hipótesis. además, el enfoque cualitativo facilita un análisis más exhaustivo siendo crucial al mejoramiento de la eficiencia productiva.

En la Figura 2, se presenta el protocolo de investigación creado para la mejora del balance de línea considerando los diferentes niveles cumpliendo en los diferentes niveles desde

la problemática, paradigma de la investigación, técnica de recolección de datos, combinación de técnicas y solución propuesta.

Figura 2. *Protocolo de investigación.*



Nota. Elaborado por los autores.

Este presente estudio adopta un enfoque cuantitativo donde se busca mejorar la eficiencia y maximizando la eficiencia productiva, de este modo se plantea establecer mejías basadas en datos obtenidos, por esta razón se ha comprendido obtener los resultados satisfactorio de la recolección de datos que propone una solución adecuada en el caso de balance de línea.

1.2 Estado conceptual

1.2.1 Balance de líneas

El balance de línea de la producción es la asignación de tareas enfocarse en igualar los tiempos de trabajo distribuyendo las actividades de manera que las estaciones correspondiente se maneje de forma coordinada y fluida en su entorno de producción, en las empresas al tener equilibradas las líneas se aprovechan los recursos y se adquiere una mejor distribución de tareas, dando a conocer los cuellos de botella para que por medio de balance de líneas dichas

empresas mejoren constantemente sus procesos y especialmente el rendimiento (Govender & Dewa, 2022).

1.2.2 Método de Kilbridge y Wester

Este método se utiliza para asignar tareas a estaciones de trabajo de manera que se minimice el tiempo de ciclo y se optimice la eficiencia del proceso de ensamblaje, la aplicación de este enfoque demuestra efectividad en la mejora de la productividad y la reducción de tiempos de inactividad en las líneas de producción (Çelik & Arslankaya, 2023).

1.2.3 Tiempos de ciclo

El tiempo de ciclo, conocido también como tiempo de entrega representa el lapso total desde el comienzo hasta la finalización de una tarea repetitiva, ya sea en líneas de ensamblaje, proyectos de software o trabajos de construcción, reducirlo permite un funcionamiento más eficiente, disminuye desperdicios y optimiza el rendimiento (Six Sigma US, 2024).

1.2.4 Asignación de tareas

La asignación de tareas se refiere a la aplicación de técnicas de distribución de trabajo dentro de un sistema de producción en donde las actividades se organizan de manera gradual y sistemática para optimizar el flujo de trabajo y mejorar la eficiencia (Kim & Kim, 2023).

1.2.5 Cuello de botella

Un cuello de botella se puede definir como cualquier componente o etapa dentro de un sistema que limita su capacidad para alcanzar los objetivos establecidos, restringiendo el flujo de procesos y afectando el desempeño general del sistema (Zambrano et al., 2021).

1.2.6 Carga operativa

Según Çelik & Arslankaya, (2023) la carga operativa constituye un elemento fundamental en la gestión de sistemas productivos, enfocándose en la asignación equilibrada de actividades

laborales entre las diferentes unidades de trabajo, con el propósito de minimizar períodos de inactividad y lograr un balance óptimo en la distribución de tareas que permita maximizar la eficiencia operacional del sistema de manufactura.

1.2.7 OEE – Overall Equipment Effectiveness

El OEE combina tres dimensiones disponibilidad, rendimiento y calidad en una única medida para evaluar la efectividad operativa de una máquina, esta medida permite cuantificar la proporción de tiempo programado en el que el equipo realmente opera, facilitando la identificación de oportunidades de mejora en el sistema productivo (Hung et al., 2022).

1.2.8 Tiempo ocio

El tiempo ocio es el período fuera de la jornada laboral dedicado a la recuperación física y mental del trabajador, que incide directamente en su capacidad productiva (Rosario-Rodríguez & Santos, 2023).

1.2.9 Eficiencia productiva

La eficiencia productiva se alcanza cuando un proceso de producción utiliza la menor cantidad posible de insumos en relación con los productos obtenidos logrando así el mayor rendimiento posible con los recursos disponibles (Guillen Sanchez-Depaz Paucar, 2024).

1.2.10 Procesos

Un proceso consiste en una serie de actividades dirigidas a convertir recursos o factores productivos en bienes y servicios, durante este proceso la información y la tecnología se combinan con la intervención de las personas, buscando como finalidad principal cumplir con la demanda (Westreicher, 2020).

1.2.11 Tiempo takt

El Takt Time es un indicador utilizado para medir la productividad del trabajo y representa el ritmo de producción necesario para satisfacer la demanda del cliente (Raharusun et al., 2023).

1.2.12 VSM – Value stream mapping

Value Stream Mapping es una técnica de diagnóstico del estado actual del proceso y se centra en las operaciones internas de una organización mostrando los pasos principales desde los almacenes de materias primas hasta el punto de entrega o suministro a los clientes (Marin-Garcia et al., 2021).

1.2.13 Simulación digital de procesos

Se refiere a la representación virtual de un proceso productivo real, con el objetivo de analizar su desempeño, identificar limitaciones y evaluar posibles mejoras antes de implementar cambios en la operación real (Mendoza-Salguero et al., 2022).

1.3 Descripción del sistema actual

La empresa Ecuafeed S.A., ubicada en la comuna Jambelí del cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena con las coordenadas geográficas (-2.0468184193990346, -80.714611), fue fundada el 18 de enero de 1978 por el señor Felipe Ascencio Rivera. En sus inicios operaba con un sistema artesanal que demandaba gran cantidad de mano de obra para cumplir con los objetivos de producción de la época (Ecuafeed 2025).

Actualmente, la planta ha incorporado procesos automatizados mediante el uso de maquinaria industrial los cuales permiten un flujo continuo en la elaboración de harina de pescado, las actividades productivas se desarrollan de lunes a domingo bajo un esquema de turnos rotativos: jornada matutina de 07h30 a 20h00 y jornada nocturna inversa, asegurando continuidad operativa hasta finalizar el lote procesado, al concluir cada ciclo se realizan

inspecciones en laboratorio para verificar la homogeneidad y calidad del producto antes de su almacenamiento, transporte y exportación.

1.3.1 Misión, visión y objetivo de la empresa Ecuafeed S.A

1.3.2 Misión

Somos una empresa industrializada dedicada a la elaboración y comercialización de harina de pescado con un estricto cumplimiento de las regulaciones ecuatorianas, satisfaciendo los más exigentes requisitos de nuestro cliente, personal capacitado, comprometido con el medio ambiente y así como la mejora continua y automatización de los procesos.

1.3.3 Visión

Ecuafeed S.A., trabaja de forma responsable como una empresa competitiva en la elaboración de harina de pescado, poniendo a disposición de nuestros clientes un desarrollo constante de nuestros productos, tanto tecnológico como de servicio.

1.3.4 Objetivo

Liderar el mercado nacional e internacional mediante la optimización existente mediante el uso de técnicas administrativas, comercial y de producción permitiendo la estandarización de los productos, satisfaciendo las necesidades de los clientes.

1.3.5 Descripción del proceso de producción.

1.3.6 Harina de pescado para alimentación acuícola:

Ecuafeed S.A. produce harina de pescado de alto valor proteico (entre 65 % y 72 % de proteína digestible), obtenida mediante procesos de cocción, prensado, secado y molienda de materias primas seleccionadas pescado entero o subproductos de la industria pesquera (Ecuafeed, 2025).

El producto terminado es fundamental para el sector alimenticio en especial como balanceado de camarón y ganado animal siendo fuente en aminoácidos que estimula el consumo y crecimiento acuícola (Simón et al., 2021).

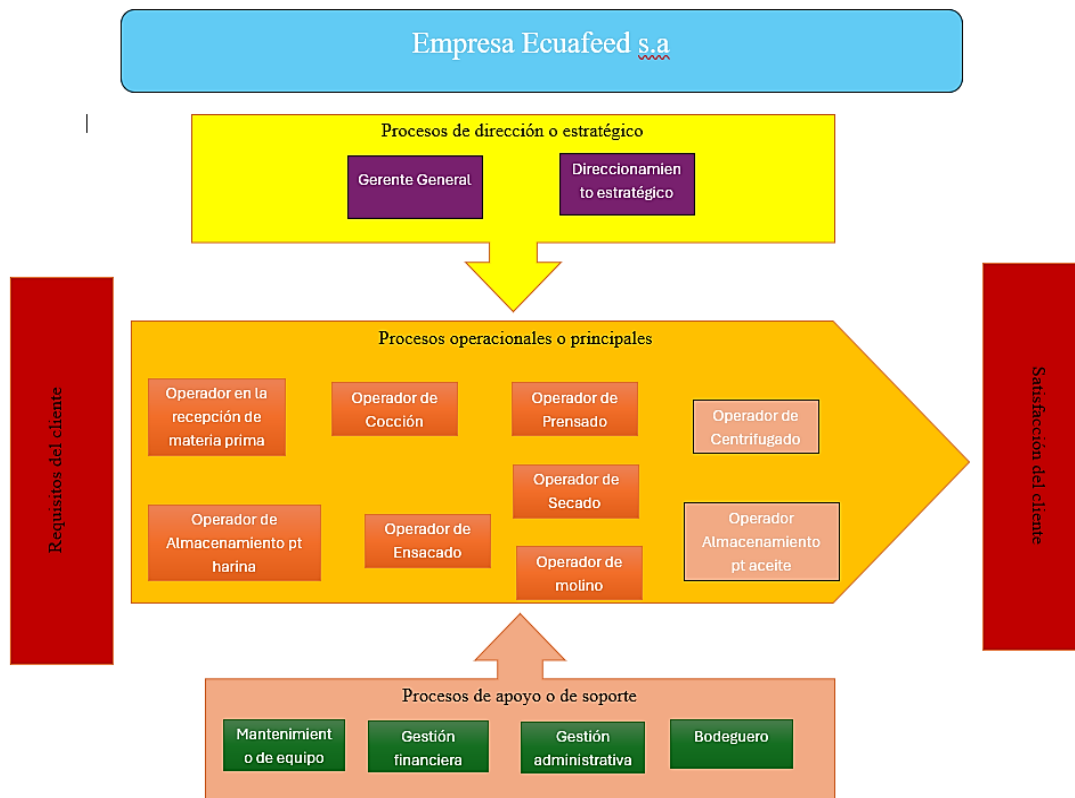
1.3.7 Mapa de procesos

El mapa de procesos proporciona una perspectiva a cada proceso respecto a la cadena de valor. Al mismo tiempo, relaciona el propósito de la organización con los procesos que lo gestionan.

Este mapa de procesos se centra en los procesos principales u operacionales que representan la cadena de valor central de la empresa y comprenden las etapas técnicas y secuenciales esenciales para la elaboración del producto final.

A continuación, en la Figura 2 se ilustra el mapa de procesos de la normativa de la gestión de la calidad ISO 9001:2015.

Figura 3. Mapa de procesos de la empresa Ecuafeed S.A.



Nota. Elaborado por Ecuafeed.

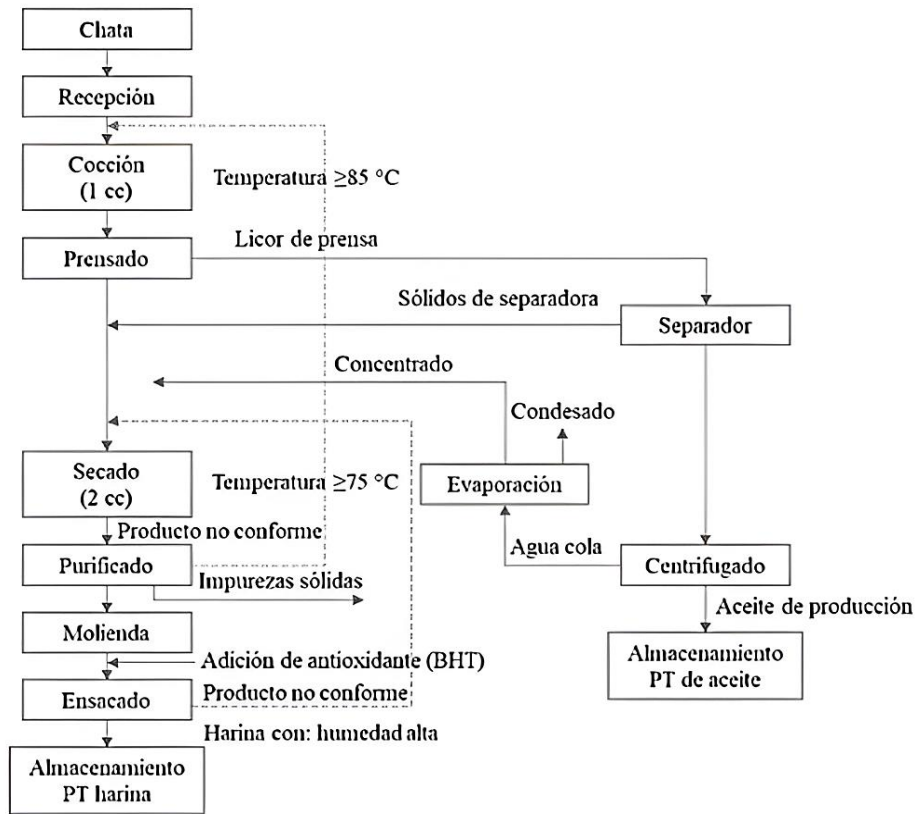
El mapa de proceso bajo la normativa ISO 9001:2015 asegura la integración entre los procesos estratégicos, operacionales y de apoyo donde permite identificar las entradas y salidas, así como los responsables de cada etapa en la producción de harina de pescado en la empresa Ecuafeed S.A., garantizando continuidad y eficiencia productiva fundamental para facilitar la mejora continua y la satisfacción del cliente.

1.3.8 Flujograma

El proceso productivo de la empresa Ecuafeed S.A., se encuentra estructurado bajo un sistema continuo que transforma la materia prima en productos terminados específicamente harina de pescado. Para representar de manera clara y ordenada cada una de las etapas que conforman este sistema, se utiliza un flujograma de procesos, el cual permite visualizar el recorrido del material desde su recepción hasta el almacenamiento final. Este esquema facilita la identificación de puntos críticos de control, los subprocesos intermedios y la interrelación

entre las líneas de producción, constituyendo una herramienta técnica de gran utilidad para el análisis, mejora y balance de líneas dentro de la planta.

Figura 4. *Flujograma de la línea de producción de harina de pescado.*



Nota. Elaborado por Ecuafeed S.A.

1.3.9 Personal de la empresa

Para comprender la capacidad operativa de la empresa y la distribución de funciones dentro de sus diferentes áreas, se expone a continuación la tabla con el número total de trabajadores de Ecuafeed S.A., considerando al personal administrativo, operativo y eventual que apoyan en tareas específicas, lo que permite mantener la operación continua y eficiente.

Tabla 4. *Equipo colaborativo.*

PERSONAL DE ECUAFEED S.A.	
Administrativo	14
Técnicos	5
Operativos	28
Mantenimiento	16
Total, de empleados	63

Nota. Elaborado por los autores.

1.3.10 Caracterización técnica de la producción de la harina de pescado

El proceso que integra la caracterización técnica productiva de la harina de pescado en la empresa Ecuafeed S.A., detallando cada una de las etapas que permiten transformar la materia prima en harina de pescado, para ello se describen los procedimientos, condiciones operativas y equipos utilizados con el fin de comprender el flujo de producción y sus implicaciones en la eficiencia industrial.

1.3.11 Recepción de materia prima

La materia prima proviene de diferentes puertos pesqueros de la provincia adquirida directamente de embarcaciones industriales o pescadores artesanales posteriormente es transportada en camiones hacia la planta y depositada en los pozos de recepción.

1.3.12 Cocina

La materia prima es sometida a un tratamiento térmico bajo condiciones controladas de presión, temperatura y tiempo, el rango de cocción oscila entre 85 y 100 °C, con una presión de 70–80 PSI de vapor directo y 60 PSI de vapor indirecto durante 15 a 20 minutos, el vapor utilizado proviene de calderos diseñados para minimizar emisiones contaminantes.

1.3.13 Desagüe

El proceso que integra la torta de prensado se aplica al exprimir el proceso para que salga el caldo del pescado reduciendo la humedad y se prepara para pasar en la prensa.

1.3.14 Prensado

El prensado disminuye la humedad de la torta a un 42 %, generando dos subproductos: pescado prensado y caldo de prensa, el pescado prensado continúa hacia la etapa de secado, mientras que el caldo se deriva al procesamiento de la fase líquida.

1.3.15 Etapa de decantación

El caldo pasa por decantadores que realizan la separación sólido-líquido, recuperando partículas que retornan al proceso de producción de harina.

1.3.16 Secado (F.A.Q)

La torta prensada se traslada al secador continuo, donde permanece entre 8 y 10 minutos a una temperatura aproximada de 45 °C hasta alcanzar un contenido de humedad inferior al 10 %.

1.3.17 Molienda

El proceso que pasa por el purificador se centró al molino donde el proceso de mezcla se convierte en polvo.

1.3.18 Calderos

La planta dispone de cuatro calderos, siendo el principal uno de 200 PSI de capacidad, encargado de suministrar el vapor necesario para la cocción y demás procesos térmicos. Este opera con bunker y sistemas de ignición automática para mantener la presión entre 90 y 100 PSI.

1.3.19 Ensacado

En esta etapa se adicionan antioxidantes (BHT) mediante una bomba dosificadora para evitar la oxidación de grasas durante el almacenamiento. La harina es envasada en sacos de polipropileno de 50 kg, que se colocan en pallets en lotes de 25 unidades.

1.3.20 Almacenamiento de harina

- 2 La empresa cuenta con un almacén de 25 metros de ancho y 20 de largo, cuando los sacos de harina salen de área de producción se lo transporta en montacargas hasta que se acumula en esa área de almacenaje.

2.2.1 Distribución

Por medio de montacargas se apilan hasta 20 toneladas con sacos de 50 kg, sin embargo, la ausencia del proceso de evaporación del agua causa la pérdida de un recurso que puede reincorporarse como concentrado en polvo, el cual actualmente se envía a la planta ubicada en Chanduy.

El desarrollo conceptual y la descripción del sistema productivo permitieron disponer de una base que ayudó a entender todo el proceso en la empresa Ecuafeed SA., dando así un punto de partida para examinar la situación operativa y avanzar hacia el diagnóstico, es por ello por lo que se presenta el siguiente capítulo.

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

2.1 Métodos de investigación

2.1.1 Enfoque de la investigación

Se define como una técnica para analizar un tema o suceso dentro de un contexto particular, según los objetivos y los elementos tenidos en cuenta, esta visión puede ser cualitativa, cuantitativa o combinada lo cual ayuda a guiar adecuadamente el estudio (Padilla-Avalos & Marroquín-Soto, 2021).

Se eligió un enfoque cuantitativo porque permitió recopilar y analizar datos medibles sobre la producción en la planta de Ecuafeed S.A, como tiempos de producción, rendimiento de los trabajadores y de la maquinaria, este tipo de enfoque permitió la obtención de resultados objetivos que mostraron retrasos, tiempos muertos y oportunidades de mejora los cuales fueron utilizados para implementar técnicas de balance de líneas y medir la eficiencia productiva con datos numéricos verificables.

2.1.2 Diseño de la investigación

Según Cabrera-Tenecela, (2023), el diseño de la investigación representa la estrategia general que orienta al investigador en la recolección, análisis e interpretación de datos, calculando en el problema y los objetivos de la investigación en cuestión.

En este estudio se utilizó un diseño no experimental de tipo transversal, ya que la investigación se centró en la observación y análisis del proceso productivo de harina de pescado en condiciones reales sin manipular las variables lo que permitió registrar el sistema en su estado natural y posteriormente realizar un análisis detallado del flujo de trabajo y de la eficiencia de los procesos productivos.

2.2 Tipo de investigación

En este ámbito crucial del estudio, se detalla el tipo de investigación que se lleva a cabo basado en sus variables, tal como se detalla a continuación:

2.2.1 Investigación descriptiva

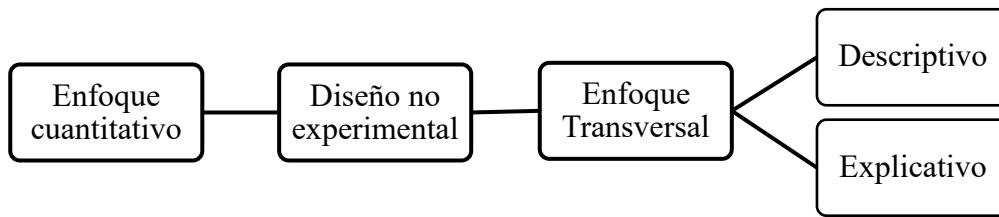
La investigación descriptiva permitió observar y detallar las variables del sistema productivo sin alterarlas registrándolas tal como ocurrieron en la realidad, se aplicó mediante el levantamiento de datos de producción, el estudio de tiempos y la revisión de la distribución actual de tareas en cada estación de la planta, con ello fue posible caracterizar de manera objetiva el estado del proceso de harina de pescado identificando desequilibrios, tiempos sin producción y cargas de trabajo irregulares.

2.2.2 Investigación explicativa

La investigación explicativa permitió determinar relaciones de causa y efecto entre las variables estudio, analizando por qué se presentaban ineficiencias en el sistema productivo, aplicaron técnicas mediante la evaluación de los factores que generaban cuellos de botella, pérdidas de eficiencia y variabilidad en el flujo de las líneas de producción los cuales fueron contrastados con propuestas de mejora, con ello se fundamentaron soluciones técnicas basadas en balance de líneas y herramientas de ingeniería industrial, orientadas a eliminar las causas del problema y optimizar la eficiencia operativa de la empresa.

A continuación, en la Figura 5 se presenta la secuencia metodológica aplicada en la investigación la cual permitió organizar de manera estructurada las fases del estudio y facilitar la comprensión del procedimiento seguido.

Figura 5. Tipo de investigación.



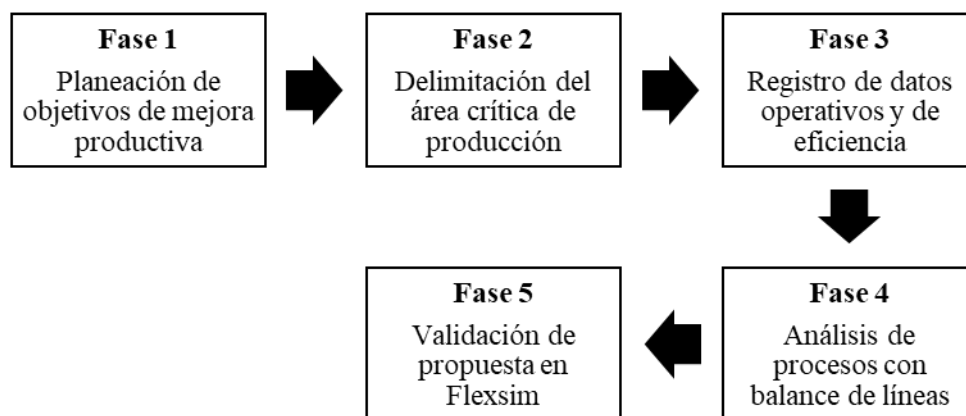
Nota. Elaborado por los autores.

2.2.3 Procedimiento metodológico

El procedimiento metodológico complementa los métodos de aprendizajes establecidos de herramientas que serán utilizados para realizar la investigación.

A continuación, en la Figura 6 se expresa un plan de evaluación distribuido por fases, empleando características según la técnica planteada.

Figura 6. Fases del plan de evaluación.



Nota. Elaborado por los autores basado en (Gustabello Cogle et al., 2022).

El diagrama ilustra las fases del plan de evaluación implementado en el proyecto, siendo así la primera fase donde se definieron los objetivos de mejora y los indicadores de desempeño, en la segunda fase se procedió a identificar los sectores críticos de la producción y evaluar las estaciones de trabajo con mayor influencia en el del flujo operativo, en la tercera fase se recopiló información sobre tiempos, recursos y rendimiento a través de técnicas de cronometraje y análisis de capacidades estableciendo una base de datos robusta del estado

actual, en la cuarta fase se realizó una evaluación de la distribución de tareas identificando posibles dificultades y proponiendo mejoras en el flujo de trabajo y finalmente en la quinta fase se validaron las mejoras propuestas mediante la simulación en el software FlexSim.

2.3 Censo poblacional

Bajo este contexto, la investigación presente determina un compuesto en la línea de producción de harina de pescado. Con la identificación de las fuentes de información y la selección del lugar de la investigación se ratifica el total de la población está conformada por empleados encargados del área de producción, defiriendo el estudio en un periodo matutino indagado desde el mes de septiembre del año 2025, analizando los criterios claves a partir de las diferentes áreas, con su respectiva función que cumplen una muestra censal donde se va a evaluar a los trabajadores de la planta industrial Ecuafeed S.A, siendo un total de 28 miembros de la empresa es por esta razón que se consideró solo cierta cantidad a investigar cómo se estratificada en la Tabla 5.

Tabla 5. *Censo poblacional.*

CARGO	CANTIDAD	PORCENTAJE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Operarios de recepción de materia prima	5	18%	Recibe la materia prima.
Operario de caldero	2	7%	Controla el vapor de las maquinas.
Operadores de cocción	2	7%	Controla la temperatura, el tiempo y el flujo de vapor.
Operadores de prensado	2	7%	Maneja la prensa para separar la fase sólida.
Encargados de rotadín y secado	2	7%	Controla la humedad del secado de la harina procesada.
Operadores de molienda	4	14%	Encargado de moler el producto.
Operadores de ensacado	3	11%	Llenado de sacos, y big bag de harina.
Encargado de sellar y etiquetar	2	7%	Sella los sacos y lo etiqueta por lote.
Supervisores de planta	4	14%	Verificar la calidad y el manejo de la producción.
Operario de almacenar el producto terminado	2	7%	Se encargar de trasportar los sacos y big bag a bodega.
	28		

Nota. Elaborado por los autores basado en (Ecuafeed, 2025).

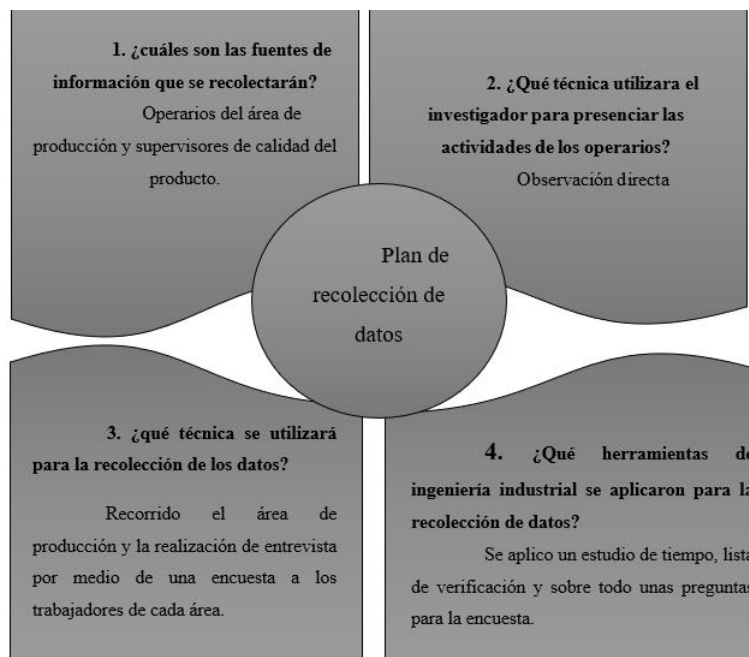
2.4 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.4.1 Método recolección de datos

La recolección de datos dentro de la investigación busca medir y reunir información a través de diversas fuentes bibliográficas con el fin de evaluar la situación aplicando las herramientas adecuadas. El objetivo determinara que técnica e instrumento se debe emplear que consta en el tiempo registrado dentro del estudio del proyecto (Martínez, 2022).

En la Figura 7 se representa en la etapa de recolección de datos para el proyecto, determinado así las fuentes de información, la localización, las técnicas utilizadas y las herramientas empleadas para su identificación de los cuales se realizó mediante una visita a la empresa Ecuafeed S.A.

Figura 7. *Plan de recolección de datos.*



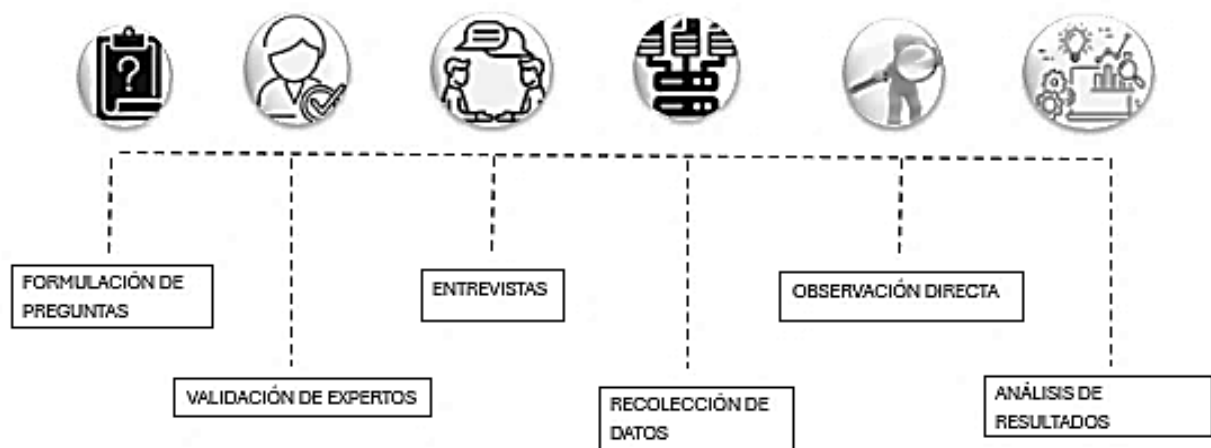
Nota. Elaborado por los autores.

2.4.2 Técnicas de recolección de datos

Por medio de las líneas de investigación se aplicaran técnicas que sea favorables dentro del proyecto que se enfocan en la formulación de preguntas que se ratifica por la validación de

expertos al interpretar la pluralidad en base a entrevistas que muestra al investigador adaptar preguntas a los operarios de la empresa, de la misma manera la recolección de datos es necesario para dar una perspectiva clara de los problemas que puede enfrentar dentro de las áreas de producción, atribuyendo como la observación directa de los procesos de producción se base para dar un hincapié a los sucesos que enfrenta la empresa, puesto que las técnicas de investigación que facilitan la recolección de datos es a base de un cuestionario para el personal de operación, calidad del producto de harina de pescado con respuesta a una escala de Likert que permite reconocer la perspectiva de los trabajadores como índice para reconocer los cuellos de botella, analizando los resultados e identificando las posibles solución que integre una mejora para la empresa Ecuafeed S.A., herramientas como es el método de Kilbridge y Wester siendo una muestra clara de sostenibilidad que va a llevar a cabo en el trascurso del proyecto (Sánchez et al., 2021).

Figura 8. *Técnicas de recolección de datos.*



Nota. Elaborado por los autores.

2.4.3 Instrumentos de recolección de los datos

El análisis de los instrumentos que se utilizan dentro de la investigación del proyecto donde se requiere adecuar las problemáticas encontradas dentro del estudio, además es posible evaluar las herramientas utilizadas (Sánchez et al., 2021). En este contexto, los instrumentos

empleados para la realización del proyecto se basaron entrevista al personal de producción, observación directa, cuestionario que redacta la calificación en una escala de Likert y siendo el programa IBS SPSS 25 donde se tabulo los datos para el cálculo de las frecuencias en diagramas de barras.

Entrevista al personal: tiene como objetivo brindar información a través del dialogo para conocer el manejo de su área de trabajo, adicionando las fluctuación o interrupciones dentro del proceso de producción (Anexo 9).

Cuestionario: consiste en una serie de preguntas redactadas con el fin de recopilar información de los encuestados, análisis de datos y estandarizar las respuestas para llegar a un conciso como lo demuestra (Anexo 11).

2.4.4 Procedimiento para la recolección de datos

El procedimiento de recolección de datos es un proceso que implica en obtener información que sea necesario para el estudio, bajo la guía que mejorar la eficiencia productiva de la producción de harina de pescado bajo un índice metodológico que busca organizar e identificar los métodos a estudiar, siendo así un recurso clave para la recolección de datos y la obtención de los resultados identificados.

Tabla 6. *Etapas para la recolección de datos.*

Nº	ETAPAS	ACCIONES
1	Recolección de datos y cuestionario	1. Recolección de datos del proceso de producción.
		2. Encuesta al personal de la empresa.
		3. Ejecutar las preguntas planteadas.
2	Muestra e interpretación de resultados	1. Examinar a detalle los resultados empleados en el cuestionario.
		2. Identificación de bases recopiladas, aplicando ingeniería de métodos.
		3. Presentación de resultado mediante tablas de estudio de tiempo, el método de Kilbridge y

Nota. Elaborado por los autores.

2.4.5 Variables de estudio

Las variables de estudio corresponden al conjunto de técnicas y métodos utilizados que permiten cuantificar los indicadores planteados dentro de la investigación (Coronel-Carvajal et al., 2023). Por ello es necesario entender los términos de las variables dependiente e independiente.

Variable independiente: Balance de líneas.

Variable dependiente: Eficiencia productiva.

El balance de líneas se tomó como variable independiente porque permite analizar y reorganizar los tiempos de cada operación del proceso productivo, esta variable es la base para identificar dónde se generan acumulaciones, cargas desiguales y pausas operativas. Al expresarse en minutos facilita medir de forma cuantitativa cómo se distribuye el trabajo en cada estación y cómo una modificación en esa distribución puede influir en el comportamiento general del sistema, por esta razón el balance de líneas actúa como el elemento que genera el cambio dentro del proceso.

La eficiencia productiva muestra como variable dependiente porque integra los resultados del desempeño del sistema después de aplicar cambios en la distribución de tiempos, al expresarse en porcentajes del 1 al 100, permite comparar la producción obtenida frente a la producción esperada, su elección responde a la necesidad de medir de manera cuantitativa el efecto que tiene el balance de líneas en el rendimiento de la planta, es por ello que ante cualquier ajuste en los tiempos operativos impacta directamente en este indicador.

2.4.6 Operacionalización de las variables

La operacionalización de las variables se empleó en un índice de revisión bibliográfica que utiliza artículos con bases de datos confiables según Esquivel, (2023) en este procedimiento se estableció las variables tanto independiente como dependiente definiendo sus dimensiones, indicadores, ítems y técnicas a través de una matriz donde se estructuraron las técnicas, herramientas e ítems de recolección de datos lo que permitió transformar los conceptos teóricos en elementos medibles y analizables dentro del estudio.

Tabla 7. Operacionalización de variable independiente.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	
BALANCE DE LÍNEAS	El balance de líneas minimiza el tiempo de inactividad en cada estación mediante el proceso de asignación y distribución equitativa de las tareas (Martínez Rodríguez et al., 2024).	Distribución de Tareas	I1: Asignación equilibrada de actividades	¿Cree que una mejor organización de las tareas entre los trabajadores puede mejorar la continuidad del proceso de producción?	Check list	Hoja de verificación de tareas
			I2: Impacto de la carga laboral en los operarios	¿Considera que no repartir bien el trabajo entre los operarios afecta negativamente al rendimiento de la planta?		
		Identificación de Cuellos de Botella	I3: Detección de puntos críticos en el proceso	¿Piensa que la identificación de los puntos donde se acumula más el trabajo ayudaría a mejorar los resultados obtenido en la fabricación de la harina?	Estudio de tiempos y movimientos	Cronómetro digital
			I4: Reducción de tiempos de espera.	¿Usted cree que un proceso más ordenado reduce los tiempos de espera en la operación?		
		Organización de Actividades	I5: Reestructuración de procesos	¿Considera que cambiar la forma donde realizan las actividades ayudaría a los trabajadores a ser más ágiles en sus labores?	Entrevista estructurada	Guía de observación
			I6: Factores de desempeño	¿Cree usted que es necesario medir el desempeño del trabajo para mejorar la producción de harina de pescado?		
		Control de Procesos	I7: Reducción de tiempos improductivos	¿Usted cree que la implementación del balanceo de línea en las áreas de producción reduciría los tiempos de inactividad en el proceso de harina de pescado?	Encuesta	Cuestionario estructurado (Likert)
			I8: Registro de procesos	¿Considera que los métodos actuales para registrar los datos de la planta son adecuados para analizar los procesos?		
		Asignación de Tiempos	I9: Uso de diagramas en la planificación	¿Considera usted que el uso de un esquema o diagrama del proceso de producción puede ayudar a organizar mejor los tiempos de trabajo?	Análisis documental	Diagrama de procesos
			I10: Equilibrio entre estaciones de trabajo	¿Cree que el trabajo está bien repartido entre todos los compañeros?		

Nota. Elaborado por los autores.

Tabla 8. Operacionalización de variable dependiente.

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍTEMES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	
EFICIENCIA PRODUCTIVA	La eficiencia productiva se refiere a qué tan bien una empresa utiliza sus recursos para producir bienes (Guillen-Sánchez & Depaz - Paucar, 2024).	Diagrama de proceso	I11: Visualización el orden del proceso de producción	¿Considera usted que al no tener un personal adecuado pendiente del proceso de cada máquina generan retrasos en la producción?	Cronometraje / observación	Formato de registro y símbolos normalizados
			I12: Duración total de los tiempos del proceso	¿Cree que es útil calcular cuánto debe producirse en un día para cumplir con los pedidos de los clientes?		
		VSM (Mapeo del Flujo de Valor)	I13: Contribuye a la reducción de tiempo y estandarización de las actividades	¿Considera que los ajustes en el proceso productivo no contribuyen a mejorar la calidad del producto final?	Observación directa / estudio de tiempos	Formato registro de inactividad / hoja de control de estaciones
			I14: Representar un porcentaje de tiempo productivo perdido	¿Cree que reducir tiempos innecesarios en los procesos incrementa la eficiencia productiva?		
		Eficiencia general de los equipos	I15: Monitoriza y mide productividad de las máquinas de producción	¿Cree usted que medir la eficiencia general las máquinas permitirá sacar el mayor potencial de ellas?	Revisión de los registros de producción	Registro de uso de equipos / cuestionario operarios
			I16: Identifica el porcentaje de tiempo de producción	¿Piensa que un manejo inadecuado de la maquinaria provocaría paradas de la producción?		
		Diagrama Hombre-Máquina	I17: Muestra la interdependencia de las actividades improductivas	¿Piensa que el personal está capacitado para ejecutar el control de las operaciones en las áreas de producción?	Planificación de actividades	Software para cronogramas
			I18: Proporcionan una escala de tiempo visual de los pasos del proyecto	¿Piensa que aprovechar mejor la materia prima permite reducir las pérdidas en la producción?		
		FlexSim	I19: Simula en 3D modelos de los procesos	¿Considera que el proceso de producción está expuesto a fallas que retrasan la fabricación del producto?	Simulación mediante un modelo digital	Instalación de software
			I20: Simula como el operador - maquina optimiza el tiempo de producción.	¿Considera apropiado que una simulación de forma virtual de las actividades ayudaría a identificar de mejor manera los tiempos muertos?		

Nota. Elaborado por los autores.

2.4.7 Validez de instrumento

La ejecución de la encuesta realizada por un cuestionario considerando las variables de estudio detallando así un criterio de juicio por expertos que va como insignia a la experiencia de ingenieros que tiene conocimiento del tema. Es por ello por lo que se escogió a cinco ingenieros que cumplen con lo indicado que respaldan su nivel de educación que justifican los resultados de las variable dependiente e independiente, como profesionales se inició un protocolo de búsqueda de los profesionales que inspeccionaron el cuestionario donde su opinión al respecto fue precisa a sus dimensiones, indicadores, preguntas de instrumentos y de su escala de respuesta como se detalla en el Anexo 16.

2.4.8 Resultados de validación

La recolección de datos inspeccionada por los expertos siendo la calificación “Bueno” reflejada en la Tabla 9 mostrada en el cuestionario que respalda las preguntas con una excelente calificación.

Tabla 9. *Resultados de la validación.*

EXPERTO	AÑOS DE EXPERIENCIA	CALIFICACIÓN	OBSERVACIÓN
1	21	Bueno	-
2	15	Bueno	-
3	8	Bueno	-
4	6	Bueno	-
5	30	Bueno	-

Nota. Elaborado por los autores.

2.4.9 Medición de confiabilidad

Considerando los parámetros metodológicos de la investigación se da a conocer los diversos métodos que contribuyen con la medición de las técnicas de la recolección de datos mismo que se da mediante el cálculo de coeficiente de fiabilidad al cual se tabula y se agrupan

la información empleando el alfa de Cronbach para así identificar la validez de los datos que se desarrollaron en el estudio.

El cuestionario estudiado conto con la validación de contenido recolectado siendo el uso de la herramienta estadística utilizada la versión de prueba del programa SPSS Statistics 25, lo que permitió un análisis detallado y rigurosa de los resultados, se muestra a continuación la Tabla 10 con los resultados obtenidos del software.

Tabla 10. *Resultados obtenidos del software SPSS Statistics.*

VÁLIDOS	TOTAL
28	28
100 %	100 %
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,872	20

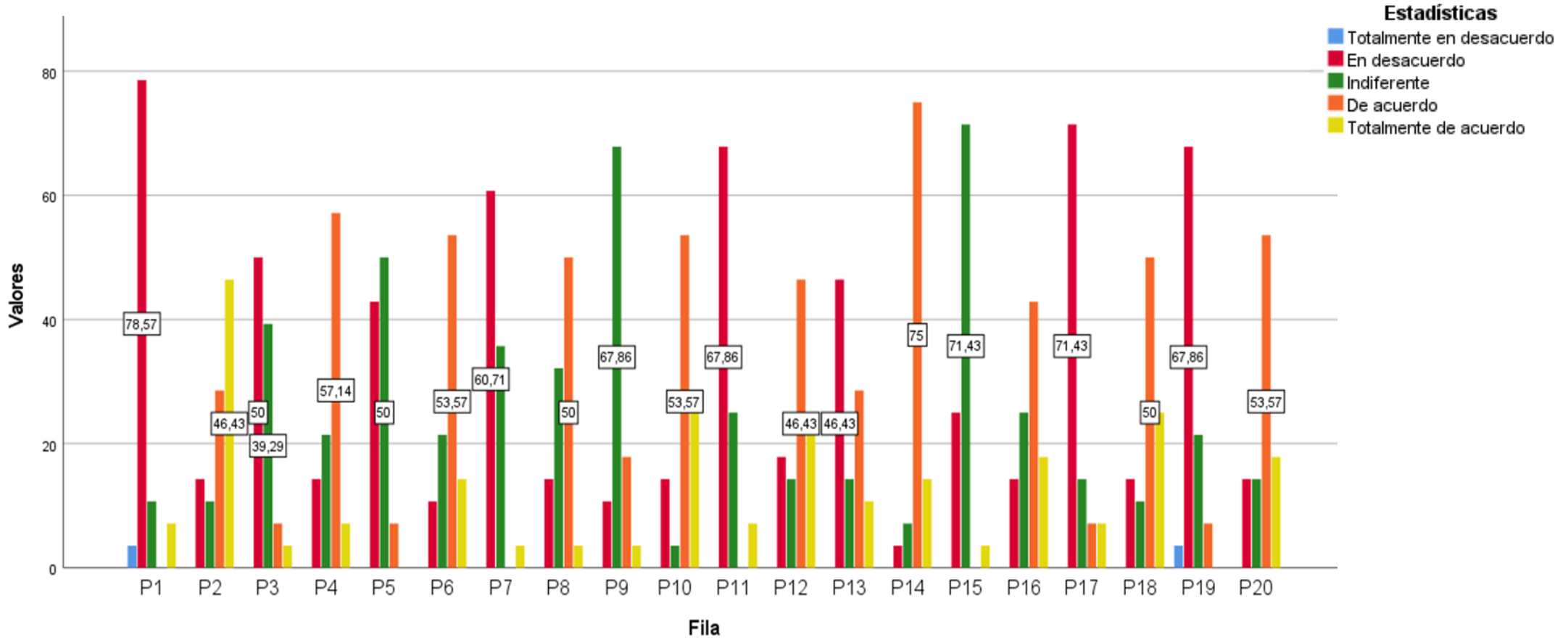
Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 10 muestra un resumen de procesamiento de datos indican la coeficiencia de fiabilidad de 0,872 al evaluar las 20 preguntas del cuestionario, correspondiente a la buena calificación de los expertos, de este modo los resultados de cada pregunta se ejecuta un método para identificar las oportunidades de mejora para balancear las líneas de producción de la empresa de harina de pescado en la empresa Ecuafeed S.A.

2.4.10 Análisis de la encuesta

En primer lugar, se identifican los posibles problemas que enfrenta la empresa Ecuafeed S.A., a través de una encuesta a empleados de planta con una escala de Likert donde se realiza una tabla estadística al relacionar las preguntas con un porcentaje se dictamino que los niveles altos de los picos tienen mayor relevancia entre las respuestas de los trabajadores, mientras los picos más bajos fueron menos seleccionados por los empleados. A continuación, se presenta el resumen del análisis de encuestas:

Figura 9. *Resultados de las encuestas.*



Nota. Elaborado por los autores.

Tabla 11. *Análisis de los puntos más críticos.*

RESULTADO DE LA ENCUESTA	PREGUNTAS	OBSERVACIÓN
P1	¿Cree que una mejor organización de las tareas entre los trabajadores puede mejorar la continuidad del proceso de producción?	Se debe mejorar la organización de las tareas entre los trabajadores provocando así una desincronización en la producción de harina de pescado.
P14	¿Cree usted que medir la eficiencia general las máquinas permitirá sacar el mayor potencial de ellas?	La falta de medición en las maquinas causa una descoordinación entre las tareas de producción y así generando retrasos.
P15	¿Cree que reducir tiempos innecesarios en los procesos incrementa la eficiencia productiva?	Considerar un proceso innecesario podría reducir los tiempos y un aumento en la eficiencia productiva
P9	¿Considera usted que el uso de esquemas o diagrama de procesos de producción puede ayudar a organizar mejor los tiempos de trabajo?	Se es necesario el uso de esquemas para controlar la diferencia en los tiempos de producción

Nota. Elaborado por los autores.

Considerando las respuestas de los trabajadores representado en la figura 9 hay aproximadamente ochos preguntas con las mínimas respuesta de 3.571 % en la escala de Likert, por otro lado, la pregunta 1 va pasando a un máximo de 78.57% se identificaron las

preguntas con mayor porcentaje de déficit según los trabajadores del área de producción correspondiente a una mejor organización de las tareas entre los trabajadores puede mejorar la continuidad del proceso de producción, como la pregunta 14 que tiene un 75% correspondiente a medir la eficiencia general de las maquinas permitirse sacar mayor potencial de ellas según la encuesta está en segundo nivel alto, en la pregunta 15 que es indiferente con un 71.43% consideran que reducir los tiempos innecesario en los procesos de producción incrementa la eficiencia productiva, la cuarta pregunta con mayor índice de desacuerdo viene siendo la pregunta 9 correspondiente a los al uso de diagramas de procesos de producción puede ayudar a organizar mejor los tiempos de trabajo con un 67.98%, es por ello que es necesario aplicar técnicas de ingeniería industrial que asocie una alternativa óptima para la situaciones actual de la empresa y buscar un mejor funcionamiento dentro del área de producción.

2.4.11 Verificación de la hipótesis

Para determinar si hay correlación entre las variables de estudio se realizó el coeficiente de Spearman con el programa IBM SPSS con bases en la recolección de datos cuantitativos al integrado a los 28 empleados encuetado en el censo poblacional donde el resultado integra una relación entre las variables de estudio.

A continuación, se muestra la interpretación que considere los resultados obtenidos mediante la correlación de Spearman al cual está representado por la simbología R indicando así una media numérica de correlación entre dos variables cuantitativas en la Tabla 12.

Tabla 12. *Interpretación de la magnitud del coeficiente de correlación de Spearman.*

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN		INTERPRETACIÓN
$0,00 \leq$	xy	$< 0,10$ Correlación nula
$0,10 \leq$	xy	$< 0,30$ Correlación débil
$0,30 \leq$	xy	$< 0,50$ Correlación media

$0,50 \leq$	xy	$< 0,75$	Correlación moderada
$0,75 \leq$	xy	< 1	Correlación fuerte

Nota. Elaborado por los autores.

Una explicación que redacte la credibilidad de la hipótesis de una manera estructurada, se planeó la hipótesis nula o la alternativa que demuestran el nivel de refutación generada en el estudio.

Hipótesis nula (Ho).

Un diseño mediante balance de líneas no presenta una mejora significativamente en la eficiencia productiva en la empresa Ecuafeed S.A. Jambelí, Santa Elena.

Hipótesis alternativa (Hi).

Un diseño mediante balance de líneas presenta una mejora significativamente en la eficiencia productiva en la empresa Ecuafeed S.A. Jambelí, Santa Elena.

2.4.12 Comprobación de hipótesis

Para poder efectuar el análisis de evaluación entre las variables dado que el valor de p es $< 0,01$, siendo así, rechazo la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alternativa (Hi), bajo este contexto, los resultados obtenidos arrojado en el software IBM SPSS, en la Tabla 13.

Tabla 13. *Comprobación de la hipótesis*

RHO DE SPEARMAN			
CORRELACIONES		VI	VD
Variable independiente	Coefficiente de correlación	1.000	0,505**
(VI)	Sig (Bilateral)	$< 0,006$	
	N	28	28
Variable dependiente	Coefficiente de correlación	0,505**	
VD	Sig. (Bilateral)	$< 0,006$	
	C	28	28

****.** La correlación es significativa en el nivel 0.1 (bilateral).

Nota. Elaborado por los autores.

Una vez analizado la hipótesis la distribución dada el nivel de significancia es menor a 0.05 siendo una prueba no paramétrica, la hipótesis a contrastar donde el censo poblacional es pequeña $n < 28$ usando, con el resultado estructura se muestra que existe una relación entre las variables con un coeficiente es de 0.505 siendo correlación moderada como se muestra en la Tabla 13, decidiendo rechazo la hipótesis nula ya que si existe una relación significativa con respecto a la correlación de Spearman con respecto a las variables balance de línea y eficiencia productiva en la empresa Ecuafeed S.A..

2.5 Diagnóstico de la situación problemática

La investigación realizada define en una gestión adecuada para la revisión bibliográfica y que se adhiere a los resultados obtenidos según Gascón Pérez et al., (2025). Evaluando la situación que identifique las causas y efectos del proyecto, diagnosticando el problema de manera objetiva para la empresa Ecuafeed S.A en el área de producción de harina de pescado.


2.5.1 Situación actual de la empresa

Es importante este apartado ya que se tuvo que conocer como actualmente está la empresa reconocer los procesos principales de la empresa lo que permitió identificar los inconvenientes presentes en la producción.

2.5.2 Tabla de observación

Esta tabla es una herramienta ampliamente utilizada para llevar a cabo la medición de tiempos, como la hoja de observaciones donde se asegura un reloj para tomar los tiempos, el diseño de la tabla se realiza de tal manera que pueda apoyarse contra el cuerpo del analista, mientras se sujeta con el antebrazo izquierdo, la mano izquierda queda en una posición que permite accionar fácilmente los controles del reloj, que para este estudio se presentaron una serie de tablas que muestran los tiempos en minutos necesario para realizar las actividades del área de producción de harina de pescado (Anexo 7).

Tabla 14. *Tabla de observaciones de los procesos de harina pescado.*

		FICHA DE OBSERVACIONES				Horario: 7:30 am		Nombre del operador
Proceso de harina de pescado		Tiempo de observación en la planta				Promedio en minutos		
Operación	Descripción de la actividad	1 Observación (min)	2 Observación (min)	3 Observación (min)	4 Observación (min)			
1	Poza de recepción	117	80	93	88	94,5	Jonathan de la Cruz, Diego González y Fabian León	
2	Cocina	11	9	10	9	9,75	Keneth Suarez, Armando Gonzabay	
3	Prestrainer	15	15	15	14	14,75	Keneth Suarez, Armando Gonzabay	
4	Prensa	5	5	5	5	5	Pedro del Pezo	
5	Separador	16	16	15	16	15,75	Pedro del Pezo	
6	Rotadín 1	3	1	3	2	2,25	Rolando	
7	Rotadín 2	44	44	50	42	45	Rolando	
8	Secador rotatorio	103	96	103	95	99,25	Rolando	
9	Purificador	15	12	13	15	13,75	Rolando	
10	Enfriador	15	12	13	15	13,75	Rolando	
11	Molienda	2	1	2	2	1,75	Oscar Pozo	
12	Ensacado	2	1	2	2	1,75	Romy Ascencio	
13	Retención de ensacado	15	14	18	20	16,75	Romy Ascencio	
14	Sellado	7	8	10	7	8	Bryan Tomala	
15	Etiquetado	3	4	3	5	3,75	Bryan Tomala	
16	Alm acenamiento de PT en tarima	1	2	1	1	1,25	Rafael Alava	
Total de tiempo total		374	320	356	338	347	minutos	
Observaciones:								

Nota. Elaborado por los autores.

Una vez entendido los tiempos de producción se procedió a calcular la eficiencia productiva, a continuación, se detalla paso a paso el cálculo de esta.












Este resultado es consistente para plantear la necesidad de aplicar el balance de líneas y herramientas como el OEE, con el fin de mejorar la continuidad de la producción y elevar el rendimiento hacia un nivel competitivo.

2.5.3 Diagrama de flujo de proceso

El diagrama permite general una visualización más amplia al orden del proceso de producción de harina de pescado, por medio de símbolos que va conectando, como se muestra

en el Diagrama 1, el actual diagrama de proceso muestra las actividades de cómo se labora en el área de producción.

Diagrama 1. Diagrama de flujo de proceso actual de harina de pescado.

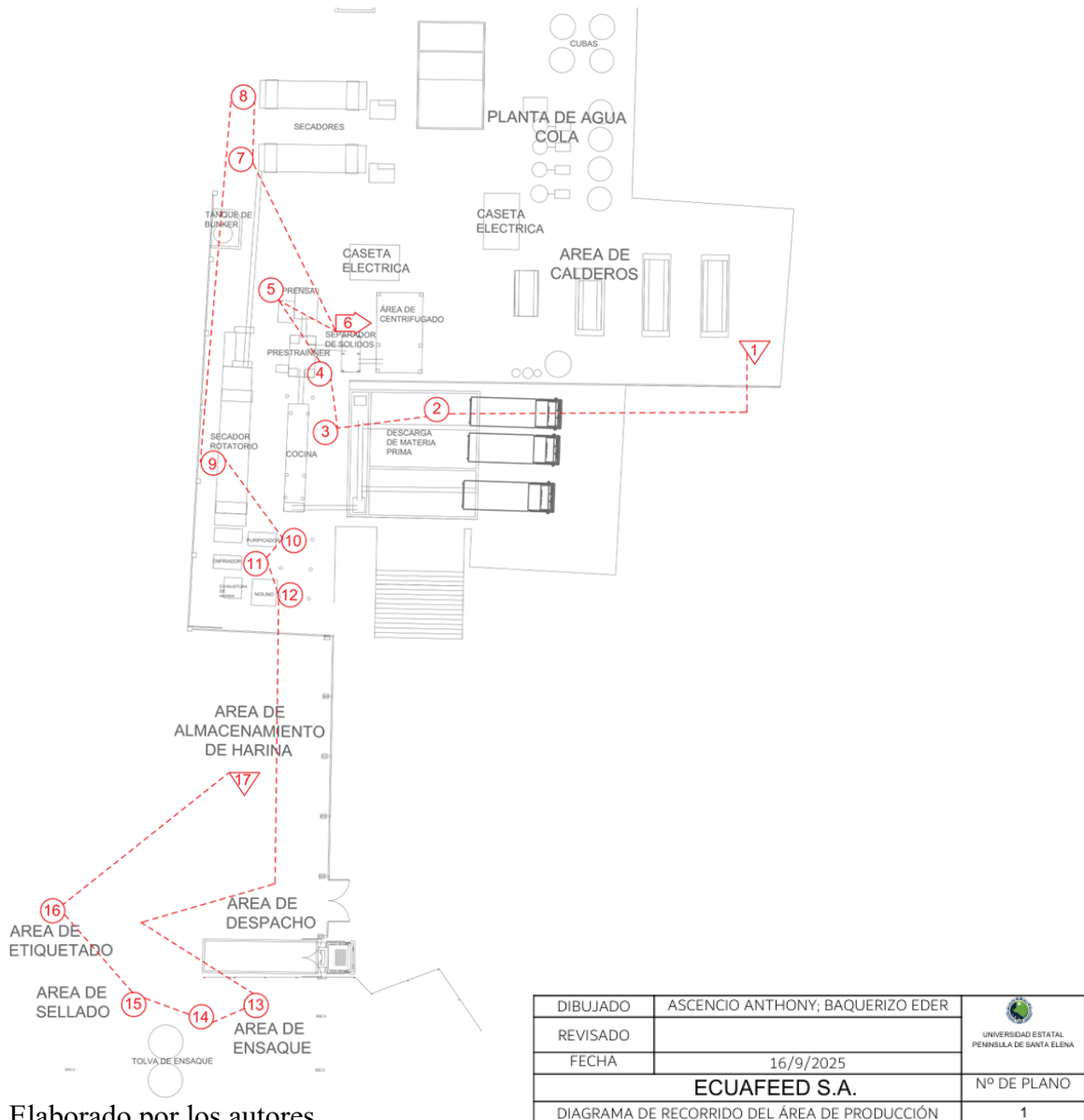
PLANTA DE ELABORACIÓN DE HARINA DE PESCADO "ECUAFEED"		Diagrama de flujo de proceso							
		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Actual					
		OPERACIONES	En el proceso de producción se desarrollan todas las operaciones.						
		TRASPORTE	La materia prima procesada se traslada entre los diferentes procesos.						
Elaborado: 16/09/2025 Por: : Ascencio Anthony y Baquerizo Eder		INSPECCIÓN	Las inspecciones realizadas en el proceso incluyen: son de verificación calidad de acabados, entre otros.						
		DEMORAS	Las demoras y tiempo de espera que ocurren en el proceso pero son necesarias para la producción.						
		ALMACENAMIENTO	En el proceso hay almacenamientos temporales desde el inicio de las actividades hasta el final en donde se almacena la producción.						
DEPARTAMENTO	ÁREA DE PRODUCCIÓN (HARINA DE PESCADO)	SÍMBOLOS					ACTUAL		
Nº	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD						Tiempo (min)	Dist(m)	Observación
1	Poza de recepción						94,5 min.	4 m.	
2	Cocina						9,75 min.	3 m.	
3	Prestrainer						14,75 min.	2.5 m.	
4	Prensa						5 min.	4 m.	
5	Separador						15,75 min.	3.5 m.	
6	Rotadín 1						2,25 min.	6.5 m.	
7	Rotadín 2						45 min.	5 m.	
8	Secador rotatorio						99,25 min.	4 m.	
9	Purificador						13,75 min.	5.5 m.	
10	Enfriador						13,75 min.	7.5 m.	
11	Molienda						1,75 min.	1.5 m.	
12	Ensacado						1,75 min.	5 m.	
13	Retención de ensacado						16,75 min.	2 m.	
14	Sellado						8 min.	2 m.	
15	Etiquetado						3,75 min.	2 m.	
16	Almacenamiento de PT en tarima						1,25 min.	22 m.	
	TOTAL	13	1	0	0	3	347 min.		

Nota. Elaborado por los autores.

2.5.4 Diagrama de recorrido

El esquema de recorrido del Diagrama 1 muestra de color de color rojo muestra el movimiento de la materia prima para producir la harina de pescado que avanza por los rotadines 1 y 2 luego pasar al secador rotatorio donde se reduce el contenido de agua, como siguiente paso el producto atraviesa el purificador, el enfriador y la molienda, hasta llegar al ensacado y finalmente al almacenamiento de producto terminado en tarima, completando así la transformación integral de la materia prima en harina de pescado.

Diagrama 2. Diagrama de recorrido del área de producción actual.



Nota. Elaborado por los autores.

2.5.5 Perspectiva de las actividades del proceso de harina de pescado

La Tabla 15 muestra una perspectiva de las actividades del proceso de harina de pescado, clasificadas con un visto (1) para poder determinar que su tiempo, el personal que está a cargo, si agregar valor (VA), no agregan valor (NVA) y si es necesario, pero no de valor agregado.

Tabla 15. Calificación de actividades en el proceso de harina de pescado.

EQUAFEED		FICHA DE OBSERVACIONES			Tiempo (min)	Nombre del operador
Proceso de aceite de pescado		Clasificación de la actividad				
Operación	Actividades	VA	NVA	NNVA		
1	Poza de recepción			1	94,5	Jonathan de la Cruz, Diego González y Fabian León
2	Cocina	1			9,8	Keneth Suarez, Armando Gonzabay
3	Prestrainer	1			14,8	Keneth Suarez, Armando Gonzabay
4	Prensa	1			5,0	Pedro del Pezo
5	Separador	1			15,8	Pedro del Pezo
6	Rotadín 1	1			2,3	Rolando
7	Rotadín 2	1			45,0	Rolando
8	Secador rotatorio	1			99,3	Rolando
9	Purificador	1			13,8	Rolando
10	Enfriador	1			13,8	Jorge Orrala
11	Molienda	1			1,8	Jorge Orrala
12	Ensacado	1			1,8	Ronny Ascencio
13	Retención de ensacado		1		16,8	Ronny Ascencio
14	Sellado	1			8,0	Bryan Tomalá
15	Etiquetado	1			3,8	Bryan Tomalá
16	Almacenamiento de PT en tarima			1	1,3	Rafael Alava
TOTAL		13	1	2	347	min.
		235	15	141,75	100%	
		68%	4%	36%	100%	

Nota. Elaborado por los autores.

El resultado de Tabla 15 busca reconocer la validez de las actividades para la elaboración del proceso de harina de pescado, es por este motivo que al realizar una clasificación total de una parte de los proceso responde en un 75 %, mientras la verificación de las que no agregan valor (NVA) como la retención de ensacado tiene un punto crítico a observar correspondiente a un 4 %, por otra parte dentro de dos actividades que si nos necesarias, pero no de valor agregado dado en un 22 %, una vez analizada la tabla se genera para detectar las actividades que puede ser eliminadas para mejorar el proceso de harina de pescado .

2.5.6 Aplicación para resolución del problema

Una vez que se han establecidos las actividades que representa el valor establecido con el único fin de encontrar cuales serias las restricciones que general retrasos de tiempo, cuello de botellas y desbalances en las áreas de producción. Mediante la observación directa en la industria contribuyente a las entrevistas generadas por los empleados. Con el fin de conocer las necesidades más importantes se realizó una tabla de observación para conocer las problemáticas presentadas a continuación:

Tabla 16. Situación de la empresa observada.

Nº	SITUACIONES DE LA EMPRESA OBSERVADA	NIVEL DE FRECUENCIA	OBSERVACIONES
1	Falta de sincronización en la producción de harina de pescado	6	Los tiempos de estaciones no reflejan un balance adecuado
2	Diferencia en tiempo de producción	6	Descoordinación de tiempos entre las operaciones de la línea de producción
3	Proceso que no genera valor	5	Una de las actividades no puede ser útil en el proceso
4	Descoordinación entre las tareas de producción	4	Personal no concretando en su jornada laboral.
5	Tiempos Perdido	2	Tiempo que tiende a ser perdido que retrasan el proceso harina de pescado.
6	Deficiencia en la planificación del personal de producción	1	Mala distribución del personal
7	Paradas no programadas de maquinaria	1	Máquinas de la planta deja de funcionar de manera inesperada y obliga a detener el proceso productivo.
8	El personal trabaja de una manera desequilibrada en las áreas de trabajo	1	Los trabajadores cuentan con más trabajo de las corresponde sus áreas.
9	Desconocimiento del potencial de los equipos	1	No se sabe si las máquinas trabajan a su máxima capacidad.
10	Ser ágil en el trabajo	1	El proceso no facilita en un trabajo más rápido.
		28	

Nota. Elaborado por los autores.

2.5.7 Tabla de frecuencia de desperdicios

La Tabla 17 muestra la frecuencia generada por las situaciones observadas en la empresa Ecuafeed S.A., correspondiente a la encuesta registrada, considerando la frecuencia de defectos acumulados y su porcentaje total correspondiente:

Tabla 17. *Situación de la empresa observada.*

DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	FRECUENCIA DE DEFECTOS ACUMULADOS	% DE TOTAL	% DE ACUMULADO TOTAL
Falta de sincronización en la producción de harina de pescado	6	6	21%	21%
Proceso que no genera valor	6	12	21%	43%
Diferencia en tiempo de producción	5	17	18%	61%
Descoordinación entre las tareas de producción	4	21	14%	75%
Tiempos improductivos	2	23	7%	82%
Deficiencia en la planificación del personal de producción	1	24	4%	86%
Paradas no programadas de maquinaria	1	25	4%	89%
Carga en el entorno laboral distribuida inequitativamente	1	26	4%	93%
Desconocimiento del potencial de los equipos	1	27	4%	96%
Ser ágil en el trabajo	1	28	4%	100%
	28			

Nota. Elaborado por los autores.

Para poder llegar a un conceso claro de cómo se llegó a reconocer los defectos encontrados en la empresa, por medio de la encuesta se idéntico los cuellos de botellas correspondiente a los resultados obtenidos en la Figura 9 cuyos picos más alto contaron con un mayor dominio entre los trabajadores.

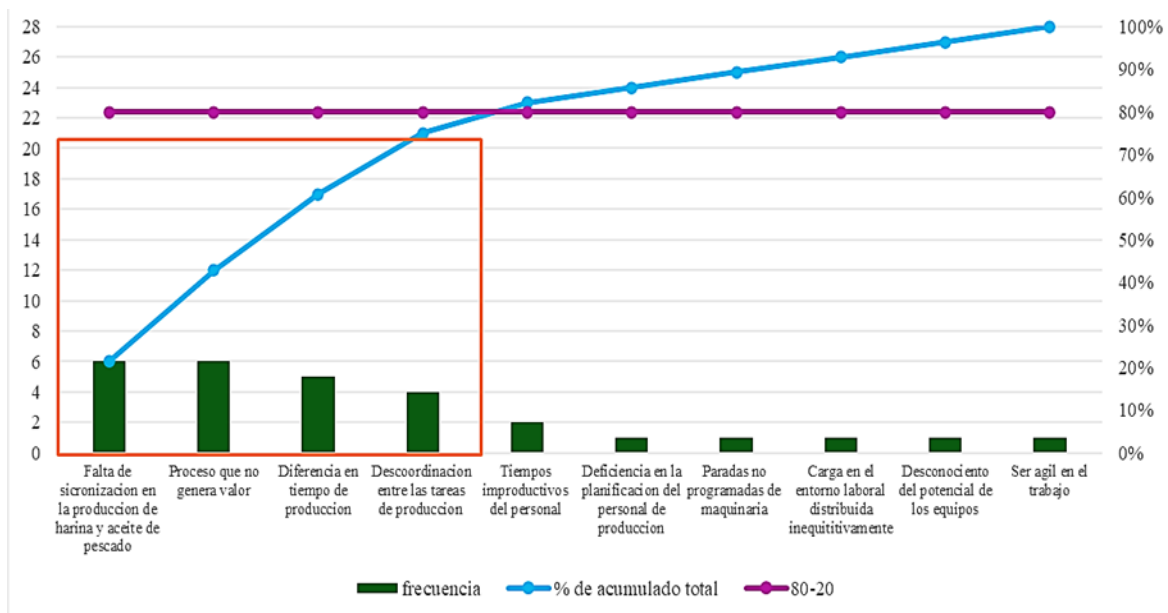
Representado en la tabla de frecuencia de desperdicios representado por indicios que hacen frente a los defectos ocurridos en la empresa representado por la falta de sincronización

en la producción de harina de pescado con un 21%, proceso que no genera valor con un 21%, diferencia en tiempo de producción con un 18 %, descoordinación entre las tareas de producción con un 14 %, generando una gran parte de defectos y esperas que no ayuden a mejorar la situación de la empresa.

2.5.8 Diagrama de Pareto de los defectos principales

Considerando los defectos principales que ocasionan un desbalance en las estaciones de trabajo, reducción de tiempos ociosos que ocasionan una baja eficiencia en los equipos, además de actividades que no puede comprometer un mejor tiempo en terminar el producto final. En el Diagrama 3 se representa un diagrama de Pareto con defectos que perjudican en el proceso de harina de pescado en la empresa Ecuafeed S.A.

Diagrama 3. Defectos en el área de producción



Nota. Elaborado por los autores.

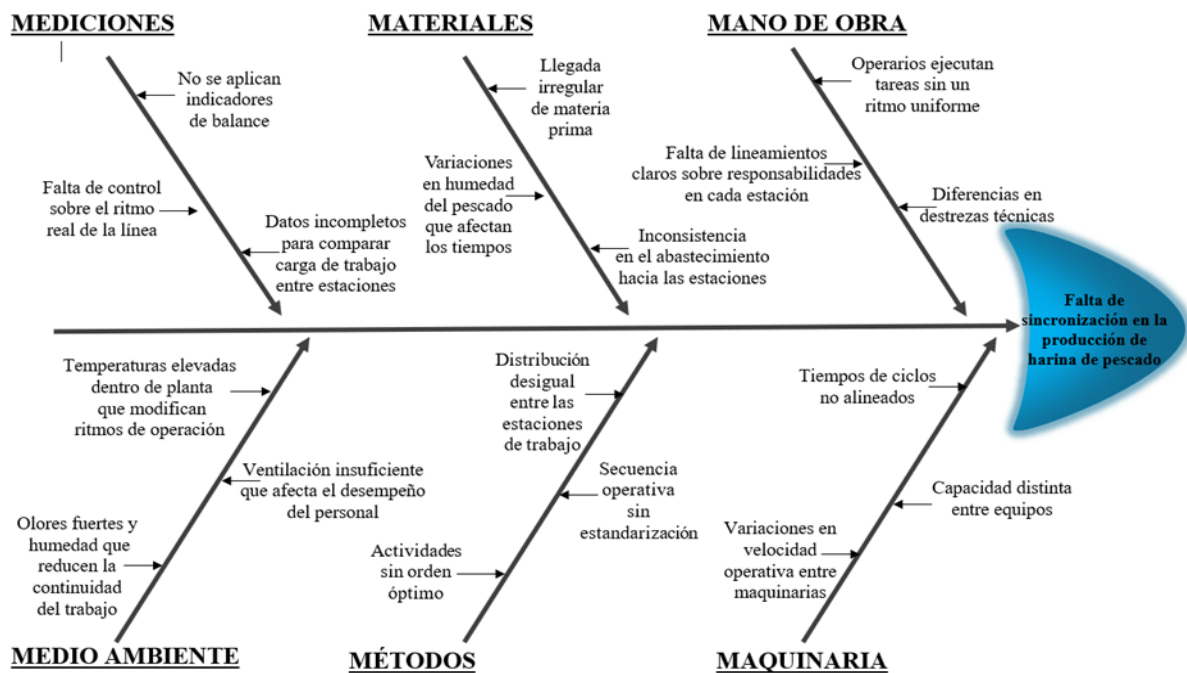
Con base en el diagrama de Pareto se detalla cuales seria los defectos en el área de producción catalogando la falta de sincronización en la producción de harina de pescado, proceso que no generan valor, diferencia en los tiempos de producción, Descoordinación entre las tareas de producción, aplicando la ley del 80-20 consideras el 20 % de los defectos que determinar cerca de un 80 % de impacto con la situación, lo que indica que existen un mayor

por ciento en las causas registrada en la empresa, estos resultados justifican la implementación de balance en la línea de producción que intuye en el cuello de botella, es por ellos que se necesitan herramientas de ingeniería industrial que impliquen resolverse los factores que afectan su eficiencia productiva.

2.5.9 Diagrama de causa y efecto

Es por ello por lo que se realiza un diagrama de Ishikawa para identificar y estructurar de manera visual las causas raíz que afectan la eficiencia y productividad de la línea de producción enfocándonos en las categorías clave: mediciones, materiales, mano de obra, medio ambiente, métodos y maquinaria.

Diagrama 4. Diagrama de Ishikawa



Nota. Elaborado por los autores.

Tras la identificación y categorización de las causas potenciales mediante el diagrama de Ishikawa, se procedió a su evaluación cuantitativa mediante una matriz de priorización. Cada causa fue valorada en una escala del 1 al 5 según tres criterios técnicos que son:

Frecuencia: número de veces que la causa se observó o evidenció.

Impacto: grado en que la causa influye directamente en el problema principal

Evidencia: nivel de respaldo objetivo obtenido durante la visita técnica o recolección de datos

La fórmula que se utilizó fue la sumatoria de los tres criterios, esto nos permite priorizar de manera objetiva las causas con mayor contribución al problema, enfocando el análisis en aquellas que presentan el puntaje total más alto.

Tabla 18. *Ponderación de las causas identificadas.*

NOMBRE	CAUSA IDENTIFICADA	FRECUENCIA (1-5)	IMPACTO (1-5)	EVIDENCIA (1-5)	TOTAL
MEDICIONES	No se aplican indicadores de balance.	1	3	3	7
	Falta de control sobre el ritmo real de la línea	2	3	2	7
	Datos incompletos para comparar carga de trabajo entre estaciones	2	2	3	7
MATERIALES	Llegada irregular de materia prima.	4	3	3	10
	Variaciones en humedad del pescado que afectan los tiempos.	3	2	2	7
	Inconsistencia en el abastecimiento hacia las estaciones.	2	3	3	8
MANO DE OBRA	Operarios ejecutan tareas sin un ritmo uniforme.	4	3	3	10
	Diferencias en destrezas técnicas.	1	2	3	6
	Falta de lineamientos claros sobre responsabilidades en cada estación	3	2	2	7
MEDIO AMBIENTE	Temperaturas elevadas dentro de planta que modifican ritmos de operación	3	3	3	9
	Ventilación insuficiente que afecta el desempeño del personal	1	2	3	6
	Olores fuertes y humedad que reducen la continuidad del trabajo	4	3	3	10
MÉTODOS	Distribución desigual de tareas entre estaciones de trabajo.	4	5	5	14
	Secuencia operativa sin estandarización.	4	3	3	10
	Actividades sin orden óptimo.	4	3	3	10
MAQUINARIA	Capacidad distinta entre equipos.	2	1	2	5
	Tiempos de ciclos no alineados.	2	2	2	6
	Variaciones en velocidad operativa entre maquinarias	1	2	2	5

Nota. Elaborado por los autores.

Una vez identificada la causa con mayor ponderación, correspondiente a la distribución desigual de tareas entre estaciones de trabajo, con una sumatoria de 14, se aplicó la técnica de los “5 porqués” para analizar el motivo de esta situación.

1. ¿Por qué la producción no avanza de manera continua y hay esperas entre estaciones?

Porque la estación de limpieza acumula trabajo, mientras la de empaque espera material.

2. ¿Por qué se acumula la estación de limpieza?

Porque tiene asignadas más tareas y operaciones que los demás operarios.

3. ¿Por qué tiene asignadas más tareas que las demás?

Porque cuando se diseñó el proceso, no se calcularon los tiempos de cada actividad para distribuir la carga equitativamente.

4. ¿Por qué no se calcularon y balancearon esos tiempos?

Porque no hay un formato o método para medir y registrar los tiempos de ciclo de cada operación de manera periódica.

5. ¿Por qué no existe ese formato o método de medición?

Porque no se ha implementado la herramienta básica de mejora continua.

Se encontró en la pregunta 5 la causa raíz ya que tiene una falta de métodos estandarizados para medir tiempos y redistribuir tareas con base en datos.

Una vez identificada la causa en el diagrama de Ishikawa, se desarrolló la secuencia de preguntas del método, lo que permitió analizarla y determinar que se encontraba vinculada con el origen del problema.

2.5.10 Análisis de la causa-raíz identificada

Ante esta identificación como la causa raíz que impacta directamente en la eficiencia de la línea de producción, se concluye en proponer la implementación de un proyecto formal de balance de línea, el cual no solo corrige la desigualdad actual, sino que establece un sistema de mejora continua basado en datos, el cual tiene como objetivo equilibrar la carga de trabajo entre estaciones, eliminar cuellos de botella, reducir tiempos muertos y aumentar la eficiencia productiva.

2.5.11 Factores por considerar

Para una formulación efectiva y estructurada, es fundamental definir y organizar claramente los elementos clave que la componen. A continuación, en la siguiente tabla se presentan los factores esenciales que deben considerarse en el proceso de formulación

Tabla 19. Factores esenciales para las formulaciones.

Variable	Operación	Resultados
Jornada laboral		10 horas
Tiempo de almuerzo y merienda		1 hora
Días trabajo por mes		26 días
Jornadas	Matutina- Nocturna	
Tiempo Extra		1-6 horas
Tiempo correspondiente a limpieza del área		1 hora
Tiempos disponibles	Jornada - Tiempo almuerzo - Tiempo de limpieza	10h-1h-1h= 8 Horas
Tiempo disponible	Jornada+ Tiempo extra	10+5 = 15 horas
Tiempo efectuado en la investigación	Jornada matutina- Tiempo almuerzo- Tiempo de limpieza.	Jornada matutina 10h-1h-1h= 8 Horas
	Jornada- Tiempo almuerzo- Tiempo de limpieza+ Horas extras	Jornada nocturna 10h-1h-1h+ 5= 13 horas

Nota. Elaborado por los autores.

Se realiza un diagnóstico de la demanda en los 3 meses de la investigación por esta razón se consideró con información verídica puesta por la empresa Ecuafeed S.A., desde la materia prima, cantidad de sacos entregados y la cantidad de toneladas registrada.

Tabla 20. *Diagnóstico de la demanda (3 meses).*

MESES	MATERIA PRIMA	SACOS	TONELADAS
Agosto	88,01 Ton	410,7 sacos	18,576 Ton
Septiembre	74,612 Ton	305,5 sacos	17,3066 Ton
Octubre	62,416 Ton	290,4 sacos	14,4466 Ton
Total	225,038 Ton	1006,6 sacos	50,3292 Ton

Nota. Elaborado por los autores.

Con respecto a la consagración registrada en el periodo de agosto, septiembre y octubre en un análisis correspondido de 225.04 toneladas de materia prima La empresa Ecuafeed S.A., encargada de la fabricación de harina de pescado catalogando una de las industrias más importante de la provincia de Santa Elena, considerando las especies marinos el producto principal como el pescados llamado botellas (*Auxis brachydorax*), pescados llamado picudillo (*Decapterus macrosoma*), pescados morenillos (*Scomber japonicus*), pescados llamado sardinas (*Pilchardus*), pescados llamado hojas (*Choloroscombrus orqueta*), pescados llamados gallinazos (*Peprilus medius*), pescados llamado tilapia (*Oreochromis*), pescados llamados pedora (*Pagrus pagrus*), camaroneras y viseras., Además se registró 1006.6 sacos de harina de 50 kg siendo 50.33 toneladas.

2.5.12 Porcentaje actual de rendimiento de la harina

El análisis del rendimiento actual de la harina de pescado permitió evaluar la proporción de producto con respecto a 225.04 toneladas de materia prima usada en la planta de Ecuafeed S.A, este cálculo se realizó a partir de los datos registrados en las líneas de producción considerando los volúmenes de entrada de pescado y las salidas correspondientes de harina.

Para considerar el nivel de rendimiento generado en la planta correspondiente a un total de 50.033 toneladas de harina procesada es por esta razón que justifica la pérdida de toneladas una vez procesada por ello se aplicó la fórmula del rendimiento.

$$\begin{aligned}\% \text{ Rendimiento} &= \frac{\text{Producción de harina}}{\text{Total de materia prima}} * 100\% \\ \% \text{ Rendimiento} &= \frac{50.33 \text{ Ton. de harina}}{225.04 \text{ Ton. de materia prima}} * 100\% \\ &= 22.23\% \text{ de harina de pescado}\end{aligned}$$

El resultado generado formula el porcentaje final de toneladas que registro el proceso terminado, es por esta razón que se consideró un 77.77 % de desperdicios donde se concentra en el área de prensado disminuyendo el líquido del pescado de la misma manera se registra una pérdida viseras, huesos y el stickwater (nutriente de pescado) siendo un subproducto líquido que es separado en los líquidos.

Considerando el cálculo de la producción diaria de la harina de pescado con:

$$\begin{aligned}\text{Producción diaria} &= \text{Capacidad de procesamiento} * \text{Rendimiento} \\ \text{Producción diaria de harina} &= 225.04 \frac{\text{Ton.}}{\text{horas}} * 22.23\% \text{ de harina de pescado} \\ &= 50.33 \text{ Tonelada de harina}\end{aligned}$$

El estudio presentado de la producción de harina de pescado catalogada con una capacidad de procesamiento de 22.504 Ton/horas de materia prima, midiendo un rendimiento de 22.23 % considerable de producción, midiendo una producción de harina de pescado dada en 50.33 toneladas al día correspondiente a la investigación considerada.

2.5.13 Producción actual mensual de harina

$$\text{Producción mensual} = \text{Producción diaria} * \text{Dia de trabajo}$$

$$\begin{aligned} \text{Producción mensual de harina} &= 50.33 \text{ ton} * 26 \text{ días/mes} \\ &= 1308.58 \text{ Tonelada de harina al mes} \end{aligned}$$

Por lo consiguiente, el estudio presentado de la producción mensual de harina de pescado catalogada con una capacidad de procesamiento de 1308.58 Ton/días por los 26 días al mes de trabajo, descartando 4 días de la semana que se toma descanso al personal, consistentemente el proceso se va generando con una producción de 1308.58 Toneladas de harina al mes.

2.5.14 Tasa actual de producción de harina de pescado

La tasa de producción representa la velocidad con la que se fabrican dichos productos en una línea de producción que genera una mejora en las estaciones de trabajo, siendo crucial en la empresa Ecuafeed S.A., calculando la materia prima en las unidades por hora, por turno de trabajo o por día indicando una gestión clave para el desarrollo del proyecto.

Se presentará el cómo calcular la tasa de producción

$$\begin{aligned} \text{Tasa de producción de harina} \left(\frac{\text{Toneladas}}{\text{hora}} \right) &= \frac{\text{Cantidad Producida}}{\text{Tiempo de producción}} \\ &= \text{Tasa de producción de harina} \left(\frac{\text{Toneladas}}{\text{hora}} \right) = \frac{50.33 \text{ Ton}}{21 \text{ horas}} = 2.40 \text{ Ton/h} \end{aligned}$$

En cuestión, la industria Ecuafeed S.A., considera un proceso de fabricación en la tasa de producción 2.40 Ton/hora de harina de pescado que atribuye la cantidad de materia prima para que tilde en la producción en 21 horas de trabajo.

2.5.15 Takt time actual de harina

El cálculo se realizó identificando que los procesos se disponen con 50 kg de sacos de harina de pescado que distribuyeren al cliente, como el proceso terminado genera 50.33 toneladas en polvo de harina se contabiliza una producción de 1006.6 sacos.

$$\begin{aligned} \text{sacos kg} &= \frac{50.33 \text{ ton}}{1 \text{ ton}} * 1000 \text{ kg} = 50330 \text{ kg} = \frac{50330 \text{ kg}}{\frac{50\text{kg}}{\text{sacos}}} = 10006.6 \text{ sacos} \\ &= \frac{1006.6 \text{ sacos}}{3} = 335.33 \text{ sacos} = \frac{335.33 \text{ sacos}}{26 \text{ dias}} = 12.829 \text{ sacos/dias} \end{aligned}$$

Por esta razón que al considerar que la entrega hacia la empresa Carguil pide una producción de 12.829 sacos de harina por día, la empresa está obligada a realizar el pedido en tiempo determinado, siendo así que como la jornada está constituido en dos jornadas dado así que un turno trabaja en horario matutino de 8 horas, el turno nocturno se enfoca en trabajar 13 horas para realizar almacenar el producto terminado como se refleja en la Tabla 19, al aplicar la formula del takt time donde se debe producir aproximadamente cada 98.44 min/sacos para cumplir la demanda diaria ajustando al ritmo de trabajo en la línea de producción.

Tiempo disponible de producción = Jornada matutina + Jornada nocturna = 8 h + 13h

$$= 21 \text{ horas} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 1260 \text{ min}$$

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo disponible de produccion}}{\text{Demanda del cliente}}$$

$$\text{Takt time} = \frac{1260 \text{ min}}{12.829 \text{ sacos}} \text{Takt time} = 98.44 \text{ min/sacos}$$

2.5.16 Funcionamiento actual de los equipos de la producción de harina de pescado

La eficiencia general de los equipos es un indicador de rendimiento que permite medir la eficiencia integrando tres indicadores que se necesita saber si la calificación dada puede ser acta en su ejecución como se muestra en la Tabla 19 dado omiso que como empresa buscar detectar los cuellos de botella y mejorar el control operativo de las maquinas industriales en Ecuafeed S.A.

Tabla 21. Métrica de calificación de la OEE.

OEE	MÉTRICA DE CALIFICACIÓN
< 65%	Inaceptable
65% ≤ OEE < 75%	Regular
75% ≤ OEE < 85%	Aceptable
85% ≤ OEE < 95%	Buena
≥ 95%	Excelente

Nota. Elaborado por los autores basado en la OEE.

El cálculo de la eficiencia general de los equipos siendo clave para integrar la disponibilidad, rendimiento, y la calidad para evaluar la eficiencia de las máquinas industriales dentro de las áreas de producción. Considerando la situación actual de la industria de harina de pescado que busca poner en práctica el desempeño de los empleados a un punto clave que mida la eficiencia productiva.

Disponibilidad: analiza el desempeño tomando en cuenta el tiempo que la máquina está en funcionamiento, obteniendo al dividir el tiempo de operación entre el tiempo total programado.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo real de operación}}{\text{Tiempo programado de operación}} * 100\%$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{347 \text{ min.}}{480 \text{ min.}} * 100\%$$

$$\text{Disponibilidad} = 0.72 * 100\% = 72.29\%$$

Rendimiento: se determina al dividir la cantidad realmente producida durante el tiempo de operación entre la cantidad que, en teoría, podría haberse producido en ese mismo período.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción real de harina}}{\text{Producción teórica de materia prima}} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 100 - \frac{50.33 \text{ Ton. de harina}}{225.04 \text{ Ton. de materia prima}} 100\%$$

$$= 100 - 22.3 \text{ de harina de pescado} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 77 * 100 \% = 77\%$$

Calidad: como empresa se especializa en distribuir un producto que cumpla con los estándares de calidad correspondiente al que el producto sea aceptado al cliente, para poder realizar la operación dividiendo la tonelada de sacos de harina sobre el total producido en el día.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Toneladas en sacos de harina}}{\text{Toneladas totales producida}} * 100\%$$

$$\text{Calidad} = \frac{50.33 \text{ Ton} - 10.20 \text{ Ton}}{50.33 \text{ Ton}} * 100\%$$

$$\text{Calidad} = 0.797 * 100\% = 80\%$$

La cantidad de harina de pescado procesado en el día de 50.33 toneladas considerando un almacenaje para su reproceso en la maquina más adelante, siendo esta la razón la que la calidad está representado en un 80 %.

2.5.17 Eficiencia total de los equipos actual harina de pescado

El OEE se obtuvo multiplicando los tres valores previamente calculados, dando como resultado un 44 % con una calificación “Inaceptable” en su eficiencia bajo los parámetros actuales que infiere en los procesos productivo de harina de pescado en la empresa Ecuafeed S.A.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad}$$

$$\text{OEE} = 72\% * 77\% * 80\% = \text{OEE} = 44 \%$$

2.5.18 Proceso actual del balance de línea con la harina de pescado

Es el método por el cual se puede determinar el número ideal de operarios en la empresa Ecuafeed S.A., en una línea de producción en donde cada trabajador ejecuta cada máquina de manera consecutiva para realizar el proceso de harina de pescado.

El presente estudio sitúa el proceso actual de las actividades procedente a la harina de pescado correspondiente a un tiempo asignado en una tabla de procedencia, el trabajo presente permite enfocarnos en el método heurístico Kilbridge y Wester, para poder identificar los cuellos de botellas y sobre todo falta de sincronización que genera la producción de harina de pescado, para ello se presenta la siguiente tabla.

Tabla 22. *Tareas de procedencia de la harina de pescado.*

Nº	ACTIVIDADES	TAREA	TIEMPO	TAREAS DE PROCEDENCIA
1	Recepción de materia prima	A	94,5	
2	Cocina	B	9,75	A
3	Prestrainer	C	14,75	A
4	Prensa	D	5	B, C
5	Separador	E	15,75	D
6	Rotadín 1	F	2,25	E
7	Rotadín 2	G	45	E
8	Secador rotatorio	H	99,25	F, G
9	Purificado	I	13,75	H
10	Enfriador	J	13,75	I
11	Molienda	K	1,75	J
12	Ensacado	L	1,75	J
13	Retención de ensacado	M	16,75	K, L
14	Sellado	N	8	M
15	Etiquetado	Ñ	3,75	M
16	Almacenamiento de PT en tarima	O	1,25	N, Ñ
			347,5	

Nota. Elaborado por los autores.

Por otro lado, se debe conocer el tiempo de producción de la harina de pescado, para poder realizar el trabajo se consideró el tiempo promedio una tonelada equivalente a 225.04 de

materia prima a procesar, siendo proceda y producida 50.033 de harina de pescado, por ello se debe realizar el tiempo de ciclo y verificar el número de estaciones establecidas.

Tiempo disponible: 8 horas * 13 horas

(480 minutos)(780 minutos) = 6240 minutos.

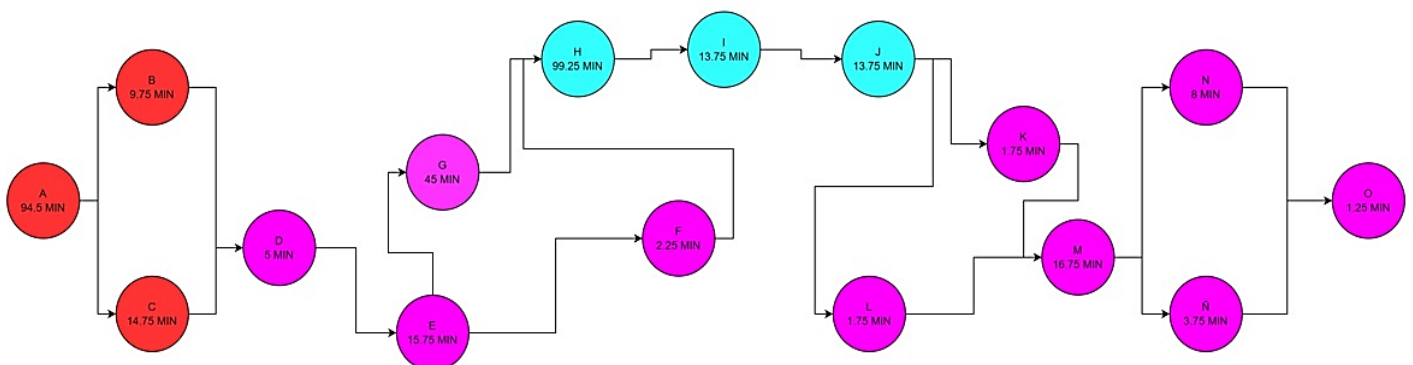
$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{6240 \text{ minutos}}{50.33 \text{ Toneladas}} = 123.982 \text{ min/Ton}$$

$$\text{Número de estaciones} = \frac{347}{123 \text{ min/ton}} = 2.8 = 3$$

2.5.19 Método heurístico actual Kilbridge y Wester de harina de pescado

Considerando las asignaciones de tareas en las estaciones de trabajo se realizó un diagrama de procedencia donde se contempla las dos estaciones generadas con el tiempo de las actividades.

Diagrama 5. Diagrama de procedencia del proceso de harina de pescado.



Nota. Elaborado por los autores.

En la siguiente tabla se identifican cuantas estaciones de trabajo se maneja la empresa actualmente, quiere decir que las tareas del proceso de producción de harina de pescado distribuida en dos partes equilibradas, siendo agrupadas las estaciones para que los tiempos inactivos logra reducirse para lograr una producción continua.

Tabla 23. *Tabla de estaciones asignadas para el proceso de harina de pescado.*

EVENTO O TAREA	TIEMPOS	SUMA DE TIEMPOS	TIEMPO TOTAL	TC	EFICIENCIA
A	94,5	A+B+C	119	123,98	104 %
B	9,75			123,98	
C	14,75			123,98	
D	5			123,98	
E	15,75			123,98	
F	2,25			123,98	
G	45			123,98	
H	99,25	H+I+J	126.75	123,98	98 %
I	13,75			123,98	
J	13,75			123,98	
K	1,75			123,98	
L	1,75			123,98	
M	16,75			123,98	
N	8			123,98	
Ñ	3,75			123,98	
O	1,25	D+E+F+G+K+L+M+N +Ñ+O	101.25	123,98	122 %

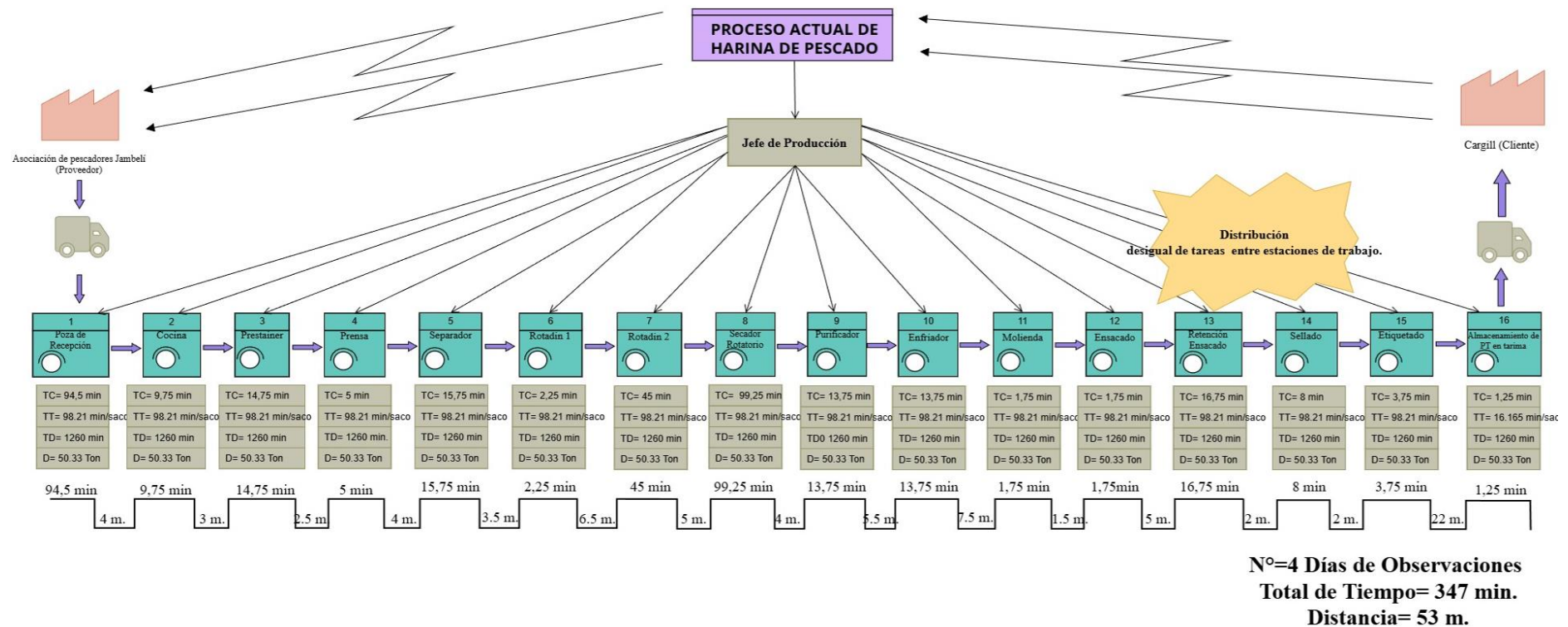
Nota. Elaborado por los autores.

2.5.20 Mapeo de la cadena de valor actual

A continuación, se presentará un mapeo de la cadena de valor en donde se aplicó con el propósito de identificar y analizar cada etapa del proceso productivo de harina de pescado en Ecuafeed S.A., permitiendo distinguir las actividades que agregaban y no agregaban valor esta herramienta se buscó visualizar los flujos de materiales e información para detectar desperdicios, tiempos improductivos y operaciones innecesarias, con el fin de proponer acciones que optimicen la eficiencia y reduzcan las pérdidas en las líneas de producción.

2.5.21 Construcción del mapa de flujo de valor actual de la producción de harina de pescado

Diagrama 6. VSM de la producción de harina de pescado.



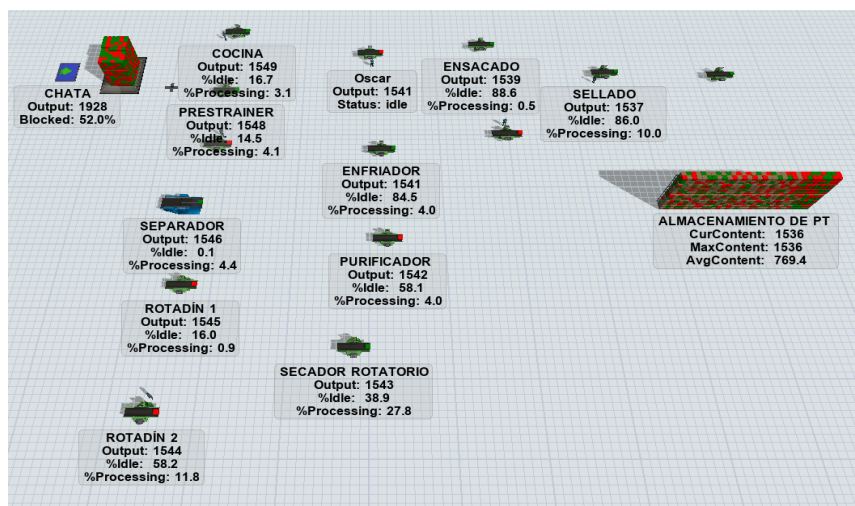
Nota. Elaborado por los autores.

El VSM de la línea de harina de pescado muestra una desalineación en los tiempos de ciclo entre procesos, especialmente en las etapas de, retención de ensacado, sellado y etiquetado donde se concentran los mayores tiempos de espera, estas variaciones provocan interrupciones en el flujo continuo de producción y generan acumulación de producto intermedio.

2.5.22 Modelo en FlexSim actual del proceso de harina de pescado

Se realizó un FlexSim para simular y analizar los procesos industriales antes de implementarlo en la realidad, evitando costos, riesgos y tiempos de prueba físicos, el modelo actual de simulación desarrollado en FlexSim representó el flujo operativo existente en la línea de producción de harina de pescado de la empresa Ecuafeed S.A. en donde se evidenció una baja sincronización entre las máquinas y tiempos ociosos lo que afectó directamente al cumplimiento de la producción diaria estimada.

Figura 10. Modelado en el programa FlexSim del proceso actual de harina de pescado.



Nota. Elaborado por los autores.

2.5.23 Diagrama hombre-máquina del proceso de harina de pescado

El diagrama hombre-máquina aplicado al proceso de harina de pescado permite analizar la interacción entre el operario y las máquinas durante la etapa de retención de ensacado que está identificado como el punto crítico dentro del flujo productivo ya que esta herramienta facilita visualizar los tiempos de trabajo y espera tanto del operario como del equipo, ayudando a visualizar las causas del retraso.

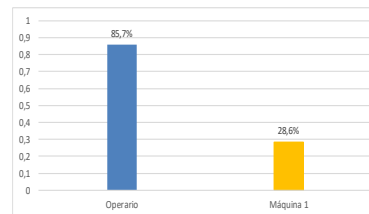
Diagrama 7. Diagrama hombre - máquina (proceso de ensacado).

DIAGRAMA HOMBRE - MAQUINA			
Hoja N° __1__	De: _1_	Diagrama N°: _01_	Proceso: ENSACADO
Fecha:	25/10/2025	Elaborado por:	ASCENCIO, BAQUERIZO
Área:	PRODUCCIÓN	Operario:	RONNY A

Tiempo	Operario		Máquina 1	
	Uso	Actividad	Uso	Actividad
1	X	SACO VACIO		
2			X	TOLVA LLENADO
3			X	TOLVA LLENADO
4	X	PESAR SACOS	X	PESAR SACOS
5	X		X	
6	X	TRANSPORTE ZONA RETENCION		
7	X			
8	X			
9	X			
10	X			
11	X			
12	X	ETIQUETADO		
13	X			
14	X			

Resumen y Análisis de la información				
Tipo	Tiempo del Ciclo	Tiempo de Acción	Tiempo de Inactividad	% UTILIZACIÓN
Operario	14	12	2,00	85,7%
Máquina 1	14	4	10,00	28,6%

■	Actividad Operario
■	Actividad Maquina 1



Nota. Elaborado por los autores.

La utilización 85.7 % operario vs 21.6 % máquina confirma la necesidad de eliminar el transporte a zona de retención, ya que esta actividad mantiene al operario sobrecargado mientras la máquina permanece subutilizada, esta distribución inequitativa justifica la reestructuración del proceso para balancear las cargas de trabajo.

Con el diagnóstico de la situación actual se permitió contar con una visión clara de los factores que afectan el funcionamiento y con estos resultados se establece el sustento necesario para construir alternativas de mejora y desarrollar la propuesta que se presenta en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL PROCESO OPTIMIZADO (MODELO TO-BE)

3.1 Alternativas de solución

Para abordar el problema que existe en Ecuafeed S.A., se identificaron dos alternativas basadas en el diagnóstico previo que son:

- Método SMED (Single-Minute Exchange of Die)
- Balance de Líneas (Método de Kilbridge y Wester)

Para identificar las alternativas se realiza una tabla donde se pueda comparar los dos métodos:

Tabla 24. *Comparación de las dos alternativas.*

Criterio	Balance de Líneas	SMED
Alineación con la causa raíz	Ataca directamente el desbalance y cuellos de botella.	No resuelve el problema raíz.
Costo-beneficio	Alto retorno con mínima inversión.	Retorno bajo en este contexto.
Implementación	Rápida y con recursos existentes.	Requeriría tiempo y cambios sin garantía de impacto global.
Resultados medibles	Reducción inmediata de tiempos muertos y aumento de productividad.	Impacto limitado a tiempos de cambio, sin mejorar el flujo general.

Nota. Elaborado por los autores.

Tras evaluar las dos alternativas se determinó que el balance de líneas es la única metodología que aborda directamente la causa raíz de la ineficiencia productiva en Ecuafeed S.A., ya que el método SMED es herramienta valiosa, pero es complementaria al balance de líneas ya que se puede implementar posteriormente una vez equilibrada la línea para afinar detalles operativos.

3.2 Implementación de la propuesta

Tras la recolección de los datos observados en la empresa descrita aplicada en el diagrama de Ishikawa hallada en Diagrama 4, distribución desigual de tareas entre estaciones de trabajo en la empresa Ecuafeed S.A., lo que genera interrupciones en el flujo continuo de materiales por ello hay que considerar un modelo de desbalancear las líneas de producción.

3.2.1 Propuesta de la demanda

Considerando una demanda trimestral de harina de pescado propuesto con un requerimiento igual a 225.04 toneladas de materia prima se rectifica un aumento de producción de sacos de harina de pescado equivalente 56.98 toneladas, por esta razón se preside en términos que la empresa busque mejorar su producción.

Tabla 25. *Demanda propuesta.*


MESES	MATERIA PRIMA	SACOS	TONELADAS
Agosto	88,01 Ton	429,996 sacos	20,4033 Ton
Septiembre	74,612 Ton	379,5986 sacos	19,3633 Ton
Octubre	62,416 Ton	329,9856 sacos	17,213 Ton
Total	225,038 Ton	1139,5802 sacos	56,9796 Ton

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 14 se observa las actividades asignadas a cada trabajador con sus respectivos tiempos de cada actividad en sus estaciones de trabajo de manera específica, una manera que busca eficientizar el proceso productivo al eliminar estos procesos intermedios reduciendo los tiempos y como puede mejorar la eficacia general de los equipos en el área de producción.

3.2.2 Estudio de tiempo propuesto en el proceso de harina de pescado

Tabla 26. Ficha de observación del proceso de harina de pescado con sus operadores.

		FICHA DE OBSERVACIONES				Horario: 7:30 am		Nombre del operador
Proceso de harina de pescado		Tiempo de observación en la planta				Promedio en minutos		
Operación	Descripción de la actividad	1 Observación (min)	2 Observación (min)	3 Observación (min)	4 Observación (min)			
1	Poza de recepción	117	80	93	88	94,5	Jonathan de la Cruz, Diego González y Fabian León	
2	Cocina	11	9	10	9	9,75	Keneth Suarez, Armando Gonzabay	
3	Prestrainer	15	15	15	14	14,75	Keneth Suarez, Armando Gonzabay	
4	Prensa	5	5	5	5	5	Pedro del Pezo	
5	Separador	16	16	15	16	15,75	Pedro del Pezo	
6	Rotadrn 1	3	1	3	2	2,25	Rolando	
7	Rotadrn 2	44	44	50	42	45	Rolando	
8	Secador rotatorio	103	96	103	95	99,25	Rolando	
9	Purificador	15	12	13	15	13,75	Rolando	
10	Enfriador	15	12	13	15	13,75	Rolando	
11	Molienda	2	1	2	2	1,75	Oscar Pozo	
12	Ensayado	2	1	2	2	1,75	Ronny Ascencio	
13	Sellado y etiquetado	7	8	10	7	8	Bryan Tomala	
14	Almacenamiento de PT en tarima	1	2	1	1	1,25	Rafael Alava	
Total de tiempo total		356	302	335	313	326,5	minutos	
Observaciones:								

Nota. Elaborado por los autores.












En la Tabla 26, se observa los cambios concretados, en donde existió una retención de ensacado y juntas las actividades de sellado y etiquetado se obtuvo una reducción de tiempo en las réplicas generadas en los 4 días de trabajos, considerando un tiempo total de 326.5 min, el tiempo asignado para realizar el estudio de la operación de harina de pescado.

3.2.3 Diagrama de flujo propuesto del proceso de harina de pescado

Estos diagramas permiten visualizar la secuencia optimizada de actividades luego del análisis realizado con el propósito es eliminar tiempos improductivos, reducir esperas y mejorar la sincronización entre las operaciones para así garantizando un flujo continuo entre las

actividades con nueva distribución que facilitan una mayor eficiencia operativa en cuanto a la línea de producción de harina de pescado.

Diagrama 8. Diagrama de flujo de proceso propuesto de harina de pescado.

PLANTA DE ELABORACIÓN DE HARINA DE PESCADO "ECUAFEED"		Diagrama de flujo de proceso							
		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Actual					
			OPERACIONES	En el proceso de producción se desarrollan todas las operaciones.					
			TRASPORTE	La materia prima procesada se traslada entre los diferentes procesos.					
Elaborado: 16/09/2025 Por: Ascencio Anthony y Baquerizo Eder			INSPECCIÓN	Las inspecciones realizadas en el proceso incluyen: son de verificación calidad de acabados, entre otros.					
			DEMORAS	Las demoras y tiempo de espera que ocurren en el proceso pero son necesarias para la producción.					
			ALMACENAMIENTO	En el proceso hay almacenamientos temporales desde el inicio de las actividades hasta el final en donde se almacena la producción.					
DEPARTAMENTO	ÁREA DE PRODUCCIÓN (HARINA DE PESCADO)	SÍMBOLOS					ACTUAL		
Nº	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD						Tiempo (min)	Dist(m)	Observación
1	Poza de recepción						94,5 min.	4 m.	
2	Cocina						9,75 min.	3 m.	
3	Prestrainer						14,75 min.	2,5 m.	
4	Prensa						5 min.	4 m.	
5	Separador						15,75 min.	3,5 m.	
6	Rotadín 1						2,25 min.	6,5 m.	
7	Rotadín 2						45 min.	5 m.	
8	Secador rotatorio						99,25 min.	4 m.	
9	Purificador						13,75 min.	5,5 m.	
10	Enfriador						13,75 min.	7,5 m.	
11	Molienda						1,75 min.	1,5 m.	
12	Ensacado						1,75 min.	5 m.	
13	Retención de ensacado						16,75 min.	2 m.	
14	Sellado						8 min.	2 m.	
15	Etiquetado						3,75 min.	2 m.	
16	Almacenamiento de PT en tarima						1,25 min.	22 m.	
	TOTAL	13	1	0	0	3	347 min.		

Nota. Elaborado por los autores.

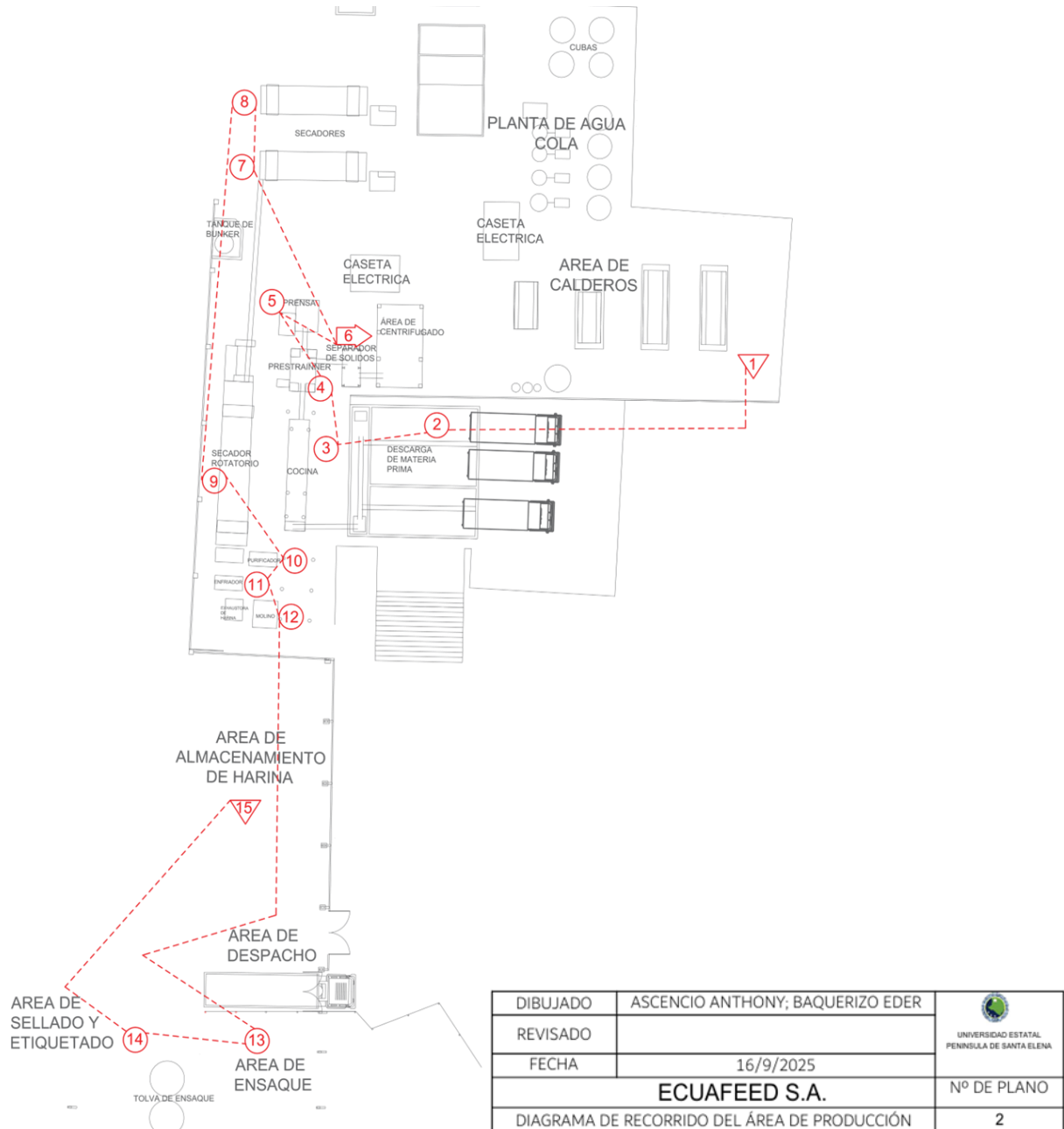
La eliminación de la retención de ensacado y la unificación de sellado con etiquetado optimiza el flujo al reducir inventarios intermedios y tiempos de manipulación creando un proceso más continuo y eficiente que minimiza paradas innecesarias y mejora la productividad general.

3.2.4 Diagrama de recorrido propuesto

El diagrama de recorrido propuesto representa nuevos desplazamientos dentro de la planta diseñado para optimizar los trayectos y reducir movimientos innecesarios, lo que busca

este esquema es mejorar la coordinación entre áreas, y visualizar el cómo se propone una distribución más ordenada y funcional del espacio de trabajo.

Diagrama 9. Diagrama de recorrido propuesto del área de producción.



Nota. Elaborado por los autores.

3.2.5 Propuesta de mejora de las restricciones de producción de la harina de pescado

Tras identificar cuáles son las etapas en donde hay un cuello de botella es necesario obtener los datos estructurados de la tasa de producción recopilada a la cantidad de harina de

pescado obtenida en el periodo de elaboración, midiendo así los tiempos de productividad en las maquinas que funcionan dentro del área de producción.

Porcentaje de rendimiento del proceso de harina de pescado:

Para considerar el nivel de rendimiento generado en la planta correspondiente a un total de 56.98 tonelada de harina procesada es por esta razón que justifica la perdida de toneladas una vez procesada por ello se aplicó la formula del rendimiento.

$$\begin{aligned}\% \text{ Rendimiento} &= \frac{\text{Producción de harina}}{\text{Total de materia prima}} * 100\% \\ \% \text{ Rendimiento} &= \frac{56.98 \text{ Ton. de harina}}{225.04 \text{ Ton. de materia prima}} * 100\% \\ &= 25.28\% \text{ de harina de pescado}\end{aligned}$$

El resultado generado formula el porcentaje final de toneladas que registro el proceso terminado, es por esta razón que se consideró un 25.28 % de desperdicios donde se concentra en el área de prensado disminuyendo el líquido del pescado de la misma manera se registra una perdida viseras, huesos y el stickwater siendo un subproducto líquido que es separado en los líquidos

Considerando el cálculo de la producción diaria de la harina de pescado con:

$$\text{Produccion diaria} = \text{Capacidad de procesamiento} * \text{Rendimiento} * \text{Horas de trabajo}$$

$$\begin{aligned}\text{Producción diaria de harina} &= 225.04 \frac{\text{Ton.}}{\text{horas}} * 25.28\% \text{ de harina de pescado} \\ &= 56.98 \text{ Toneladas de harina}\end{aligned}$$

El estudio presentado de la producción de harina de pescado catalogada con una capacidad de procesamiento de 22.504 Ton/horas de materia prima, midiendo un rendimiento

de 25.28 % considerable de producción, midiendo una producción de harina de pescado dada en 56.98 toneladas al día correspondiente a la investigación considerada.

3.2.6 Cálculo de la producción mensual de harina de pescado

Producción mensual = Producción diaria * Día de trabajo

$$\begin{aligned} \text{Producción mensual de harina} &= 56.98 \frac{\text{Ton}}{\text{día}} * 26 \text{ días/mes} \\ &= 1481.5 \text{ Toneladas de harina al mes} \end{aligned}$$

Por lo consiguiente, el estudio presentado de la producción mensual de harina de pescado catalogada con una capacidad de procesamiento de 56.98 toneladas considerando que la empresa se labora por los 26 días al mes de trabajo, descartando 4 días de la semana que se toma descanso al personal, consistentemente el proceso se va generando con una producción de 1481.5 toneladas de harina al mes.

3.2.7 Tasa de producción propuesto de harina de pescado

La tasa de producción representa la velocidad con la que se fabrican dichos productos en una línea de producción que genera una mejora en las estaciones de trabajo, siendo crucial en la empresa Ecuafeed S.A., calculando la materia prima en las unidades por hora, por turno de trabajo o por día indicando una gestión clave para el desarrollo del proyecto

Se presenta la forma de cálculo de la tasa de producción

$$\begin{aligned} \text{Tasa de producción de harina} \left(\frac{\text{Toneladas}}{\text{hora}} \right) &= \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Tiempo de producción}} \\ &= \text{Tasa de producción de harina} \left(\frac{\text{Toneladas}}{\text{hora}} \right) = \frac{56.98 \text{ Ton}}{21 \text{ horas}} = 2.71 \text{ Ton/h} \end{aligned}$$

En cuestión, la industria Ecuafeed S.A, considera un aumento significativo de la tasa de producción 2.71 Ton/hora de harina de pescado que atribuye la cantidad de materia prima para que tilde un incremento en la producción.

3.2.8 Takt time propuesto de harina

El cálculo se realizó identificando que los proceso se disponen con 50 kg de sacos de harina de pescado que distribuyeren al cliente, como el proceso terminado genera 50.33 toneladas en polvo de harina se contabiliza una producción de 1006.6 sacos.

$$\begin{aligned} \text{Sacos kg} &= \frac{56.98 \text{ ton}}{1 \text{ ton}} * 1000 \text{ kg} = 56980 \text{ kg} = \frac{56980 \text{ kg}}{\frac{50\text{kg}}{\text{sacos}}} = 1139.6 \text{ sacos} \\ &= \frac{1139.6 \text{ sacos}}{3} = 379.866 \text{ sacos} = \frac{379.8666 \text{ sacos}}{26 \text{ dias}} = 14.610 \text{ sacos/dias} \end{aligned}$$

Por esta razón que al considerar que la entrega hacia la empresa Carguil pide una producción de 14.6 sacos de harina al día, la empresa está obligada a realizar el pedido en tiempo determinado, siendo así que como la jornada la boral está constituido en dos jornadas dado así que un turno trabaja en horario matutino de 8 horas, mientras el turno nocturno se enfoca en trabajar 13 horas para realizar almacenar el producto terminado como se refleja en la Tabla 19, donde al aplicar la formula del takt time donde se debe producir aproximadamente cada 86.242 min/sacos para cumplir la demanda diaria ajustando al ritmo de trabajo en la línea de producción.

Tiempo disponible de producción en el dia = Jornada matutina + Jornada nocturna

$$= 8 \text{ h} + 13\text{h} = 21 \text{ horas} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 1260 \text{ min}$$

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo disponible de produccion}}{\text{Demanda del cliente}}$$

$$\text{Takt time} = \frac{1260 \text{ min} * \text{dias}}{14.610 \frac{\text{sacos}}{\text{dia}}}$$

$$\text{Takt time} = 86.242 \text{ min/sacos}$$

3.2.9 Propuesta de la eficiencia general de los equipos de la harina de pescado.

El cálculo de la OEE (eficiencia general de los equipos) siendo clave para integrar la disponibilidad, rendimiento, y la calidad para evaluar la eficiencia de las maquinas industriales dentro de las áreas de producción. Considerando la situación actual de la industria de harina de pescado que busca poner en práctica el desempeño de los empleados a un punto clave que mida la eficiencia productiva.

Disponibilidad:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo real de operación}}{\text{Tiempo programado de operación}} * 100\%$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{326.5 \text{ min.}}{347 \text{ min.}} * 100\%$$

$$\text{Disponibilidad} = 0.94 * 100\% = 94\%$$

Identificando los factores que interviene en el funcionamiento de las maquinas con el tiempo de operación propuesto con la eliminación de la actividad y uniéndose dos actividades el proceso productivo con una disponibilidad de 94 %.

Rendimiento:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción teórica}} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 100 - \frac{56.98 \text{ Ton. de harina}}{225.04 \text{ Ton. de materia prima}} * 100\% =$$

$$= 100 - 25.3 \text{ de harina de pescado} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 75 * 100 \% = 75\%$$

Por otra parte, el resultado generado fórmula el porcentaje final de toneladas que registro el proceso terminado, es por esta razón que se consideró un 75 % estimado al rendimiento del proceso de harina de pescado.

Calidad:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Toneladas en sacos de harina}}{\text{Toneladas totales producida}} * 100\%$$

$$\text{Calidad} = \frac{56.98 \text{ Ton} - 10.20 \text{ Ton}}{56.98 \text{ Ton}} * 100\%$$

$$\text{Calidad} = 0.821 * 100\% = 82\%$$

La cantidad de harina de pescado procesado en el día de 56.98 toneladas considerando un almacenaje para su reproceso en la maquina más adelante, siendo esta la razón la que la calidad está representado en un 82 %.

3.2.10 Resolución de la eficiencia general de los equipos harina de pescado

El OEE se obtuvo multiplicando los tres valores previamente calculados, dando como resultado un 58 % con una calificación “Ineficiente” en su eficiencia bajo los parámetros propuesto que infiere en los procesos productivo de harina de pescado en la empresa Ecuafeed S.A. Sin embargo, se analiza un aumento de eficiencia establecida como propuesta dada.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad}$$

$$\text{OEE} = 94\% * 75\% * 82\%$$

$$\text{OEE} = 58\%$$

3.2.11 Proceso propuesto del balance de línea con la harina de pescado

El presente estudio sitúa el proceso propuesto de las actividades procedente a la harina de pescado correspondiente a un tiempo asignado en una tabla de procedencia, el trabajo

presente permite aplicar en el método heurístico Kilbridge y Wester, para poder identificar los cuellos de botellas y sobre todo falta de sincronización que genera la producción de harina de pescado.

Tabla 27. *Tareas de procedencia propuesto de harina de pescado.*

Nº	ACTIVIDADES	TAREA	TIEMPO	TAREAS DE PROCEDENCIA
1	Recepción de materia prima	A	94,5	
2	Cocina	B	9,75	A
3	Prestrainer	C	14,75	A
4	Prensa	D	5	B, C
5	Separador	E	15,75	D
6	Rotadín 1	F	2,25	E
7	Rotadín 2	G	45	E
8	Secador rotatorio	H	99,25	F, G
9	Purificado	I	13,75	H
10	Enfriador	J	13,75	I
11	Molienda	K	1,75	J
12	Ensacado	L	1,75	J
13	Sellado y etiquetado	M	8	K, L
14	Almacenamiento de PT en tarima	N	1,25	M
			326,5	

Nota. Elaborado por los autores.

Por otro lado, se debe conocer el tiempo de producción de la harina de pescado, para poder realizar el trabajo se consideró el tiempo promedio una tonelada equivalente a 225.04 de materia prima a procesar, siendo proceda y producida 56.98 de harina de pescado, por ello se debe realizar el tiempo de ciclo y verificar el número de estaciones establecidas.

Tiempo disponible: 8 horas(480 minutos) * 13 horas(780 minutos) = 6240 minutos.

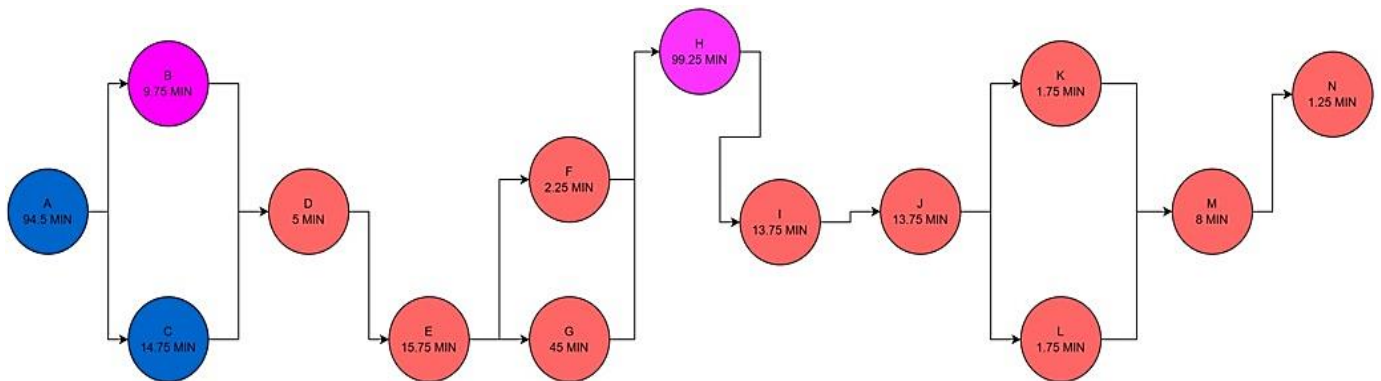
$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{6240 \text{ minutos}}{56.98 \text{ Toneladas}} = 109.5 \text{ min/Ton}$$

$$\text{Número de estaciones} = \frac{326.50}{109.5 \text{ min/ton}} = 3.0 = 3$$

3.2.12 Realización del método heurístico Kilbridge y Wester propuesto

Considerando las asignaciones de tareas en las estaciones de trabajo se realizó un diagrama de procedencia donde se contempla las dos estaciones generadas con el tiempo de las actividades con la nueva propuesta para el diagrama de procedencia en la elaboración de harina de pescado.

Diagrama 10. Diagrama de procedencia del proceso de harina de pescado propuesto.



Nota. Elaborado por los autores.

En la siguiente tabla se identifican cuantas estaciones de trabajo se maneja la empresa con las actividades propuesta, la tabla de estaciones quiere decir que las tareas del proceso de producción de harina de pescado distribuida en dos partes equilibradas, siendo agrupadas las estaciones para que los tiempos inactivos logra reducirse para lograr una producción continua.

Tabla 28. Tabla de estaciones asignadas para el proceso de harina de pescado propuesto.

EVENTO O TAREA	TIEMPOS	SUMA DE TIEMPOS	TIEMPO TOTAL	TC	EFICIENCIA
A	94,5	A+C	109,25	109,5	100%
C	9,75			109,5	
B	14,75			109,5	
D	5			109,5	
E	15,75			109,5	
G	2,25			109,5	
F	45			109,5	
H	99,25	B+H	109,0	109,5	100%

I	13,75			109,5	
J	13,75			109,5	
K	1,75			109,5	
L	1,75			109,5	
M	8			109,5	
		D+E+G+F+			
N	1,25	I+J+K+L+M+N	108.3	109,5	101%

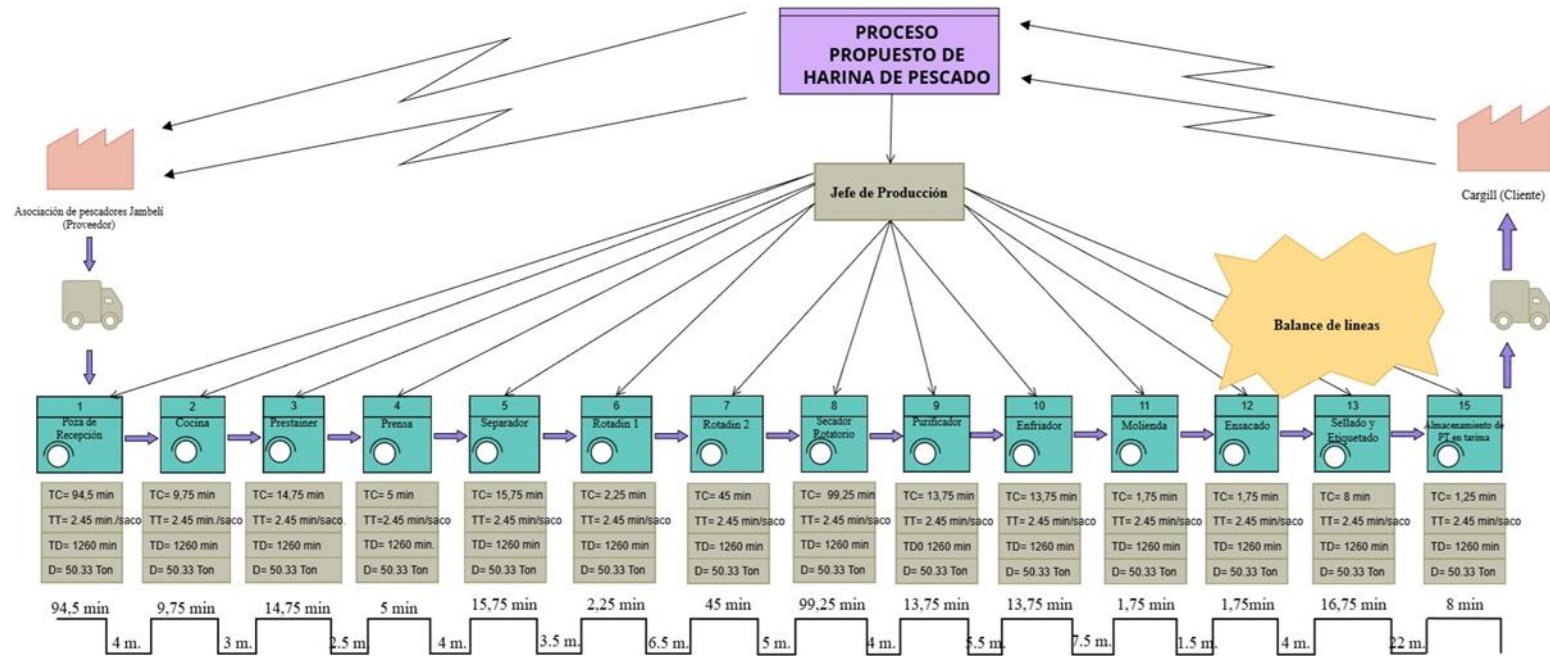
Nota. Elaborado por los autores.

3.2.13 Mapeo de la cadena de valor propuesto

Frente a la identificación de cuellos de botellas y a la duplicidad de actividades se hizo necesaria la intervención del VSM para visualizar lo que ya se solucionó en el balance de líneas con el fin de reafirmar la solución, es por ello que a continuación se presenta el V SM propuesto.

3.2.14 Construcción del mapa de flujo de valor propuesto de la producción de harina de pescado

Diagrama 11. Mapeo del flujo de valor de la producción de harina de pescado propuesto.



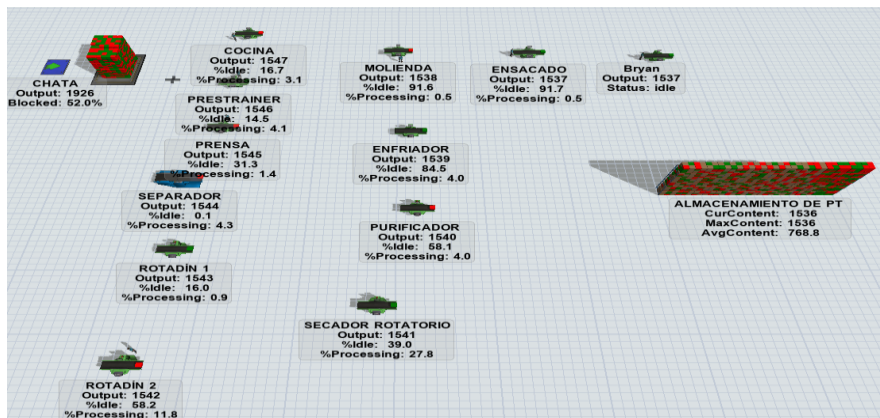
Nº=4 Días de Observaciones
 Total de Tiempo= 326,5 min.
 Distancia= 51 m.

Nota. Elaborado por los autores.

3.2.15 Modelo propuesto en FlexSim proceso de harina de pescado

El modelo propuesto en FlexSim integró las mejoras obtenidas mediante la aplicación del balance de líneas, redistribuyendo las cargas de trabajo entre las estaciones críticas y reduciendo los tiempos improductivos, ajustando así los intervalos de operación estableciendo secuencias más equilibradas, dando como resultado, el sistema simulado mostró mayor estabilidad en el ritmo de producción, menor tiempo total de proceso y mejor aprovechamiento de maquinaria y mano de obra.

Figura 11. Modelado en el programa FlexSim del proceso propuesto de harina de pescado.



Nota. Elaborado por los autores.

3.3 Justificación económica

Para desarrollar el presupuesto se estimó un monto asociado a la implementación de las herramientas seleccionadas para alcanzar un balance de líneas en la empresa Ecuafeed S.A. En la Tabla 29 se presentan los costos referenciales de cada elemento considerados para la propuesta, entre ellos, se analizó la inversión correspondiente a los rubros como lo fueron recursos humanos, oficina, evaluación de diseño, equipos propuestos.

Tabla 29. *Análisis de factibilidad técnica.*

INVERSIÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
	Honorarios para los investigadores	2	\$ 530,00	\$ 1.060,00
Recursos humanos	Capacitación sobre balance de línea	1	\$ 215,00	\$ 215,00
	Capacitación sobre la OEE	1	\$ 215,00	\$ 215,00
	Capacitación sobre software FlexSim	1	\$ 215,00	\$ 215,00
Oficina	Servicio de internet	4	\$ 44,00	\$ 176,00
	Hojas de papel	6	\$ 3,50	\$ 21,00
	Impresiones	230	\$ 0,10	\$ 23,00
	Esferos	11	\$ 0,50	\$ 5,50
Viáticos	Alimentación	32	\$ 3,50	\$ 112,00
	Mantenimiento de laptop	2	\$ 800,00	\$ 1.600,00
	Calibración de maquinas	2	\$ 450,00	\$ 900,00
Evaluación de diseño	Elaboración del informe técnico final	3	\$ 130,00	\$ 390,00
	Presentación de resultado a gerencia	1	\$ 50,00	\$ 50,00
	Diseño de propuesta de mejora de procesos	2	\$ 200,00	\$ 400,00
	Subtotal			\$ 5.382,50
	Imprevistos		10%	\$ 538,25
	Reajuste		15%	\$ 80,74
	Total			\$ 6.001,49

Nota. Elaborado por los autores.

Para concretar la propuesta dada se realizó una inversión en activos fijos de \$ 6.001,49 con un flujo anual durante los 5 años próximos de \$8.780,33, con una tasa de descuento del 10 %.

Tabla 30. *Flujo de caja actual.*

FLUJO DE CAJA ACTUAL						
PERIODOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
inversión	\$6.001,49					
Flujo anual		\$8.780,33	\$9.658,36	\$10.141,28	\$11.155,41	\$12.270,95
Activo fijo		\$6.001,49	\$6.601,64	\$7.261,80	\$7.987,98	\$8.786,78
Flujo de caja	\$-6.001,49	\$2.778,84	\$3.056,73	\$2.879,48	\$3.167,43	\$3.484,17
Flujo de caja neto	\$-6.001,49	\$2.778,84	\$3.056,73	\$2.879,48	\$3.167,43	\$3.484,17
Ultimo FC negativo		\$-3.222,65	\$-165,92	\$2.713,56	\$5.880,99	\$9.365,16

Nota. Elaborado por los autores.

En estado financiero se calculó mediante el valor actual neto (VAN) realiza por la fórmula:

$$VAN = TMAR * \sum + \text{FLUJO DE CAJA ACTUAL} + \text{AÑONULO}$$

$$VAN = 24\% * (\$2.778,84 + \$3.056,73 + \$2.879,48 + \$3.167,43 + \$3.484,17) + \$6.001,49 = \$2.265,97$$

La tasa interna de retorno (TIR) se entiende como la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a 0. También se calcula el Payback Ratio conocido como periodo de recuperación (PR) para analizar el tiempo que es necesario para recuperar la inversión y viabilidad del trabajo.

$$TIR\% = 76\% \text{ FLUJO DE CAJA}$$

$$TIR\% = 76\%(-\$6.001,49 + \$2.778,84 + \$3.056,73 + \$2.879,48 + \$3.167,43 + \$3.484,17) = 41\%$$

Considerando los días de recuperación de la inversión seria de:

PRI	1,94	1 AÑOS
	11,3085494	11 MESES
	9,25648258	9 DÍAS

3.4 Justificación ambiental

El proyecto de balance de líneas desarrollado en Ecuafeed S.A., se alineó con el ODS 9 “Industria, Innovación e Infraestructura” ya que nuestro proyecto también buscó impulsar una industria sostenible, mediante la optimización de los procesos productivos, la redistribución eficiente de tareas y la eliminación de cuellos de botella permitieron reducir el consumo de recursos como agua y energía por tonelada de harina de pescado producida, disminuyendo la huella ambiental de la planta, la aplicación de herramientas de ingeniería industrial como el método Kilbridge y Wester y la simulación en FlexSim promovió el uso de tecnologías limpias, incrementando la competitividad y sostenibilidad operativa de la empresa en coherencia con los objetivos de desarrollo industrial sostenible de la comuna.

3.5 Justificación social

El proyecto de balance de líneas en Ecuafeed S.A., no solo mejora la eficiencia productiva, sino también fortalece el vínculo entre la empresa y la comunidad al optimizar el manejo de subproductos como el agua sangre, el cual es canalizado hacia los sistemas de riego de siembras en la comuna, al reducir los tiempos de proceso y estandarizar las operaciones se minimizan los riesgos de contaminación ambiental y se asegura que este recurso hídrico antes considerado un desecho sea aprovechado de manera sostenible por los agricultores locales, de esta forma el proyecto no solo incrementa la productividad de la planta, sino que también promueve una mejora en las condiciones de vida de la población al apoyar la agricultura local y refuerza el compromiso de la empresa con el desarrollo social de la zona.

3.6 Análisis comparativo

Al realizar una verificación de los resultados obtenidos con la OEE de la empresa Ecuafeed S.A., refleja un porcentaje comparativo con base en los análisis realizados y

considerando el potencial de mejora en el proceso de producción de la harina de pescado, reflejada en la Tabla 31.

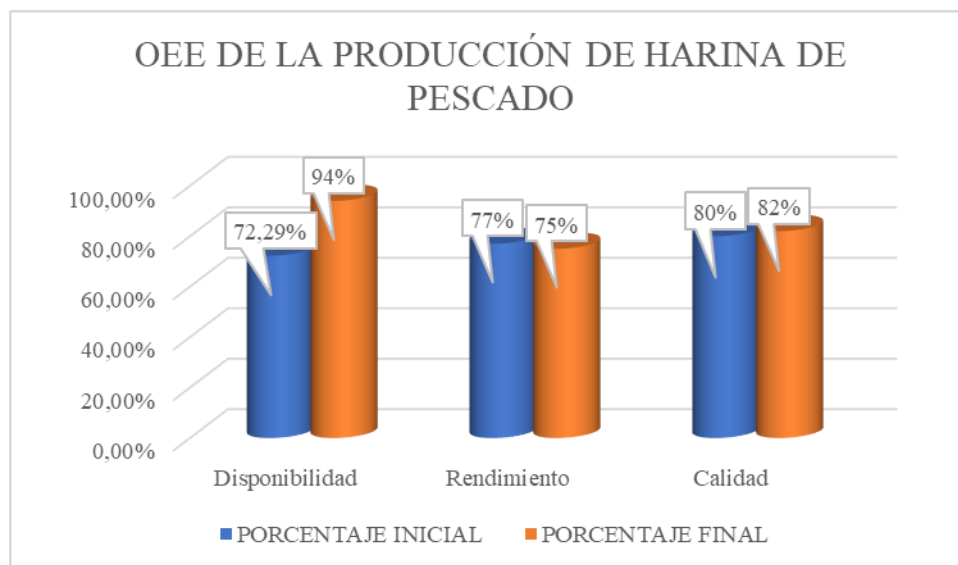
3.6.1 Porcentaje actual y propuesto de la OEE de la producción de harina de pescado

Tabla 31. *Porcentajes de OEE actual y propuesto (harina de pescado).*

EFICIENCIA GENERAL DE LOS EQUIPOS	PORCENTAJE INICIAL	PORCENTAJE FINAL
Disponibilidad	77,29 %	94 %
Rendimiento	77 %	75 %
Calidad	80 %	82 %
Eficiencia final	44 %	58 %

Nota. Elaborado por los autores.

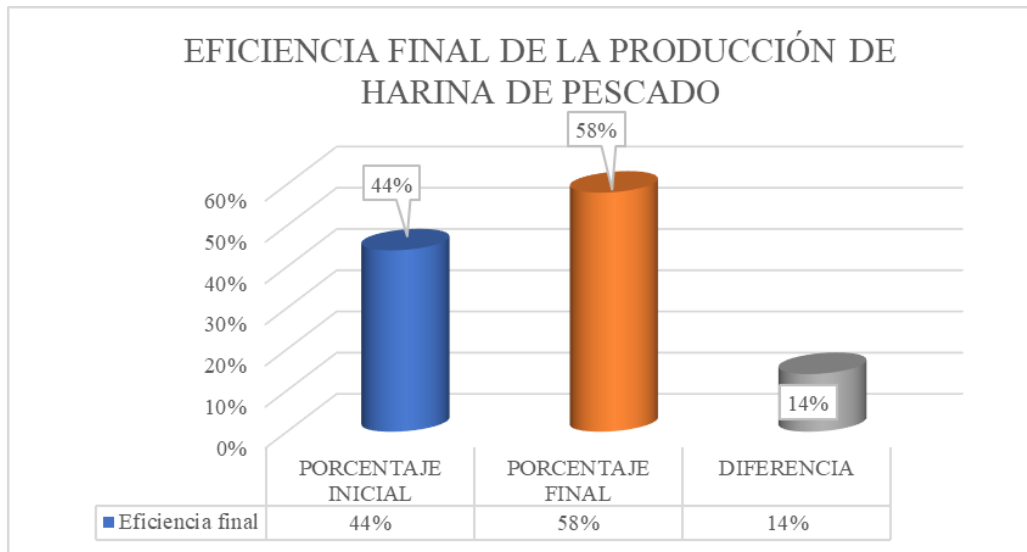
Figura 12. *Comparación actual y propuesto de la OEE (harina de pescado).*



Nota. Elaborado por los autores.

Como resultado de la realización de la OEE, en la producción de harina de pescado donde se estableció una mejora en la eficiencia en las maquinas industriales estableciendo factores clave que redimieron el valor de la disponibilidad de los tiempos productivo siendo de 72 % a 94 %, esto es gracias a que realizo un estudio de tiempos y se descartó actividades que no generan valor que se disminuyó los tiempo de las actividades, en el rendimiento se dispone en 77 % por que se lo se disminuye de 75 % y la calidad pasó de 80 % a 82 %.

Figura 13. Comparación actual y propuesto de la eficiencia (harina de pescado).



Nota. Elaborado por los autores.

En consecuencia a los resultados obtenidos en la OEE, donde los perjuicios generados en el aumento de tiempo de producción produjo menor rentabilidad en la producción de harina de pescado, demoras en la finalización de tareas y considerando una producción ineficiente en el proceso actual por esta razón la propuesta de la OEE definida en la Tabla 26 por los datos obtenidos en la eliminación de actividades que no generan valor dentro del proceso y unión de dos actividades donde se produjo un aumento el proceso de productividad, disminuyendo el tiempo finalización de las tareas y donde la producción logro ser eficiente para un buen funcionamiento de las maquinas industriales, por lo que en la Figura 14 se visualiza como resultados obtenidos un incremento de un 14 %, dando una mejoraría al finalizar el proceso de producción de harina de pescado.

3.6.2 Resolución de estudio de tiempo

En resumen, el estudio de tiempo verificó los cambios con respecto a las actividades de la empresa Ecuafeed S.A, por ello se debe calcular el tiempo total para el proceso de harina de pescado.

3.6.3 Estudio final de proceso de harina de pescado

Tabla 32. *Estudio de tiempo en el proceso de harina de pescado.*

	TIEMPO ACTUAL	TIEMPO PROPUESTO	TIEMPO DE MEJORA
Total, tiempo total	347	326,5	20,5

Nota. Elaborado por los autores.

Con la propuesta basada en el estudio de tiempo en la producción de harina de pescado se hizo un registro del periodo actual y propuesto consistiendo en esta manera una disminución de tiempo de 20.5 minutos respectivamente donde la eliminación de una actividad que no generaban valor dentro del proceso de producción y la unión de dos tareas, reconociendo una mejoría en los lapsos respectivos dado en la finalización del proceso de harina de pescado.

3.6.4 Resultados del balance de línea

En definitiva, el balance de línea es una de las herramientas con emblema único de resolución correspondiente a las estaciones de trabajo, enfocándose en eliminar los cuellos de botella que alteran el propósito final en la producción de harina de pescado en la empresa Ecuafeed S.A., a continuación, en la Tabla 33.

3.6.5 Balance de línea en la producción de harina de pescado actual

Tabla 33. *Análisis actual del balance de líneas (harina de pescado).*

BALANCE DE LÍNEA					
ACTIVIDADES	TONE LADAS	TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN	TIEMPO TOTAL	TIEMPO DE CICLO	ESTADO DE BALANCE
16			119 min.	123,98min.	Desbalanceado
16	50,33	347 min.	126,75min.	123,98min.	Desbalanceado
16			101,25min.	123,98min.	Desbalanceado
Eficiencia Productiva actual			93%		

Nota. Elaborado por los autores.

Se infiere en la información general actual del proceso de producción de harina de pescado contando con 16 actividades con un tiempo de 347 min. de procesamiento, con ese tiempo el proceso solo llega a fabricar 50,33 toneladas entre sacos y big bag.

El proceso de producción se estipula en 3 estaciones de trabajo realizada con un diagrama de procedencia, el tiempo de ciclo infiere que los tiempos de 123.98 min. deben estar balanceadas para buscar una mejora para que el operario trabaje de manera equilibrada, por ello se deben enfatizar los tiempos que puedan estar balanceadas, siendo así que para saber la situación actual con la que enfrenta la empresa aplicando el balance de línea solo sale una eficacia productiva de 93 %.

3.6.6 Balance de línea en la producción de harina de pescado propuesto

Tabla 34. *Análisis propuesto del balance de líneas (harina de pescado).*

BALANCE DE LÍNEA					
ACTIVIDADES	TONELADAS	TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN	TIEMPO TOTAL	TIEMPO DE CICLO	ESTADO DE BALANCE
14			109,25 min.	109,5 min.	Balanceado
14	56,98	326,5 min.	109 min.	109,5 min.	Balanceado
14			108 min.	109,5 min.	Balanceado
Eficiencia Productiva propuesto			99%		

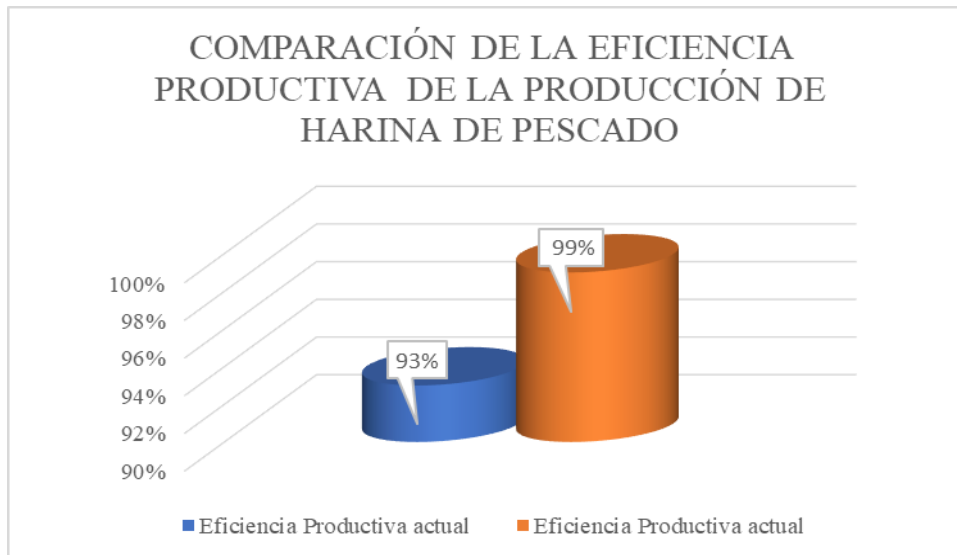
Nota. Elaborado por los autores.

Como resultado en la información general propuesto del proceso de producción de harina de pescado cuenta con 14 actividades aplicando las herramientas de ingeniera industrial con un tiempo de 326,5 min. de procesamiento, con ese tiempo el proceso solo a fabricar 56.98 toneladas entre sacos y big bag,

El proceso de producción se estipula en 3 estaciones de trabajo realizada con un diagrama de procedencia, el tiempo de ciclo infiere que los tiempos de 109,5 min. deben estar

balanceadas para buscar una mejora para que el operario trabaje de manera equilibrada, por ello se enfatizó los tiempos y se balanceo, siendo así que se propuso un balance de línea que mejoro la situación de la empresa en el área de producción evidenciando un 99 % de eficiencia productiva.

Figura 14. Comparación de la eficiencia productiva (harina de pescado).



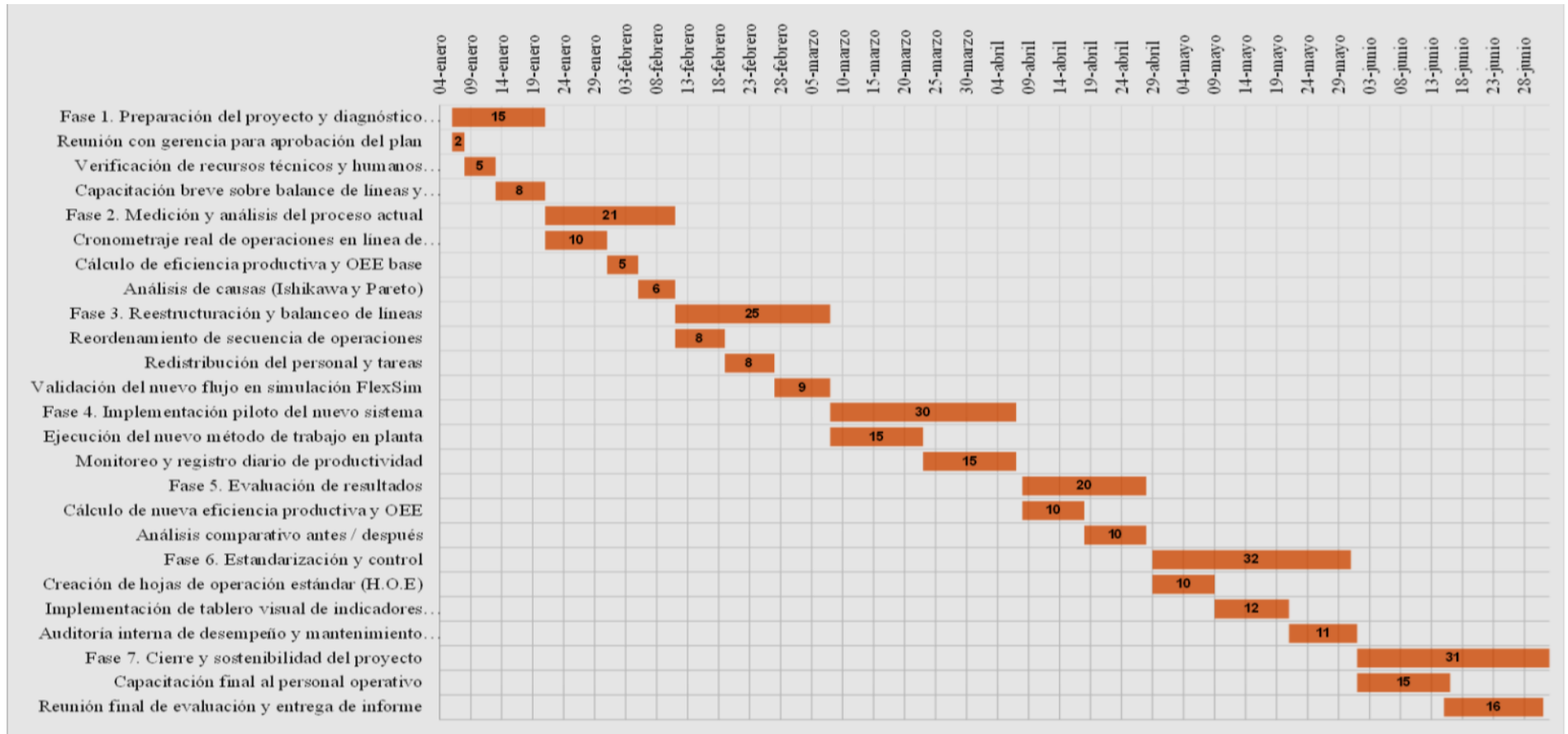
Nota. Elaborado por los autores.

Luego de haber realizado el balance línea donde al consideran las estaciones de trabajo, tiempo de ciclo y un balanceo de línea con el método Kilbridge y Wester adecuado con el tiempo ocio, con mayor número de actividades de trabajo, donde los operarios trabajan entre estaciones de trabajo manera desequilibrada provocando así un desbalance en los tiempos productivos es por esta razón que al utilizar el balance de línea igualó los tiempos de ciclo, disminuyendo las actividades de trabajo, provocando un balanceo en los tiempos productivos, otorgando así una mayor cantidad de toneladas de harina y llegando así a mejorar la eficiencia productiva en un 6 % con respecto a la propuesta generada para el área de producción.

3.7 Planning de control

El planning de control establece la programación de las tareas necesarias para poner en marcha mejoras en la planta de Ecuafeed S.A. Este plan ayuda a organizar las tareas en partes, dar trabajos y fijar fechas para hacerlas, asegurando un buen seguimiento del progreso del proyecto y alcanzando los objetivos planteados. A continuación, se presenta el planning de control que se va a implementar de mes a mes:

Diagrama 12. *Planning de control*



Nota. Elaborado por los autores.

DISCUSIONES

El marco teórico sirvió como sustento para comprender el funcionamiento interno del sistema productivo que ayudó a identificar las revisiones bibliográficas lo que facilitó reconocer analizar artículos de los cuales los escogidos ayudaron a justificar la necesidad de una evaluación más detallada en las etapas posteriores.

El enfoque cuantitativo permitió establecer relaciones directas entre las variables analizadas y confirmar mediante correlación estadística cómo el balance de líneas que influye en la eficiencia, tras aplicación del censo brindó una visión amplia del comportamiento operativo y de las percepciones internas del personal involucrado, siendo los métodos, técnicas y los diagramas generados, revelando cuellos de botella, que afectaron la eficiencia productiva.

La selección del balance de líneas como propuesta central reflejó su capacidad para ajustar las cargas de trabajo y reorganizar las actividades según las limitaciones detectadas en el diagnóstico, la comparación con el método SMED mostró que la raíz del problema no estaba asociada, lo que justificó descartar esa alternativa. La propuesta de herramientas técnicas permitió adaptar el diseño al contexto real de la planta y respaldarlo con un análisis económico que mostró la viabilidad financiera del cambio. El contraste entre los resultados actuales y los proyectados evidenció un avance notorio en tiempos y en OEE lo que confirma que la redistribución de tareas y la secuencia operativa redefinida favorecen en la eficiencia.

LIMITACIONES

Las limitaciones del estudio siguen siendo crucial para considerando el alcance que como investigador debe demostrar, cuya limitante se evidencio por una baja participación por parte de la empresa ya que un censo poblacional solo se consideró la participación de los encargado de proceso de harina de pescado, por consiguiente si hubiera el respaldo en la encuesta con respecto a los encargado del área de producción de aceite de pescado, se hubiera empleado un mayor número de empleados censados a la investigación respaldando los estudios futuros que abordan las limitaciones consistente al estudio.

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Las futuras líneas de investigación pueden orientarse a ampliar el análisis hacia otros productos derivados del mismo proceso especialmente el aceite de pescado ya que comparte etapas operativas con la producción de harina y presenta dinámicas propias que podrían evaluarse con herramientas de ingeniería industrial, este enfoque permitiría comparar el comportamiento de ambos flujos y determinar si las restricciones identificadas en la harina también se manifiestan en la extracción y refinación del aceite. Además, sería viable estudiar la aplicación de metodologías como SMED en operaciones donde los tiempos asociados al procesamiento del aceite tengan un impacto mayor, de esta manera se podría determinar si la reducción de tiempos improductivos aporta beneficios medibles en esta línea alterna y complementa el trabajo desarrollado en la presente investigación.

CONCLUSIONES

Se argumentó un marco teórico con relación al estudio de investigación relacionada al tema balance de línea y eficiencia productiva donde se detalla la revisión bibliográfica mediante una revisión sistemática empleando bases de datos como: Scopus, Pubmed, ScienceDirect y Redalyc, luego de haber hecho un criterio de inclusión se llevó a seleccionar 28 artículos claves que cumplen a relación de la variable de estudio, lo mismo que determinaron la realización de un protocolo de investigación donde se aplicaron cinco niveles que favorecen la metodología de la investigación.

Una vez diagnosticado el marco metodológico se determinó mediante técnicas de investigación definiendo a las variables un plan de recolección de datos por el cual se realizó una encuesta a veintiocho empleados del área de producción, donde la metodología de validación del instrumento se evidenció en un alfa de Cronbach de 0.872 demostrando así una fiabilidad buena con los resultados encontrados bajo el estudio de relacionado a la eficiencia productiva de la empresa, identificando la situación de diagnóstico detectando problemas que llega a afectar la situación actual de la empresa.

Como resultado de la propuesta de la implantación del balance de línea se evidenció una mejora potencial identificando procesos que no generaron valor en las actividades de producción y procesos que se puede enlazar, por tal motivo se aplicaron herramientas de ingeniería industrial, realizando un balance de línea con 14 actividades equivalente a 56.98 toneladas de harina de pescado considerando un balanceo 109 min/Ton en tiempo de ciclo del mismo modo se evidenció una mejoría del 8 %, por otra parte se planteó el costo de la investigación dada en \$6.001,49, siendo efectiva en tiempo de recuperación en 1 año 11 meses y 9 días correspondiente al balance de línea y su mejora en la eficiencia productiva, correspondiente al estudio empleado en la empresa Ecuafed S.A.

RECOMENDACIONES

Se recomienda para realización de la revisión literaria profundizar en los métodos bibliométricos y permita analizar tendencias actuales en balance de líneas y eficiencia productiva, lo que podrá facilitar comparar criterios teóricos para así asegurar que la base conceptual utilizada mantenga coherencia.

Durante el diagnóstico se recomienda incorporar herramientas de apoyo visual que permitan observar de mejor manera el comportamiento de los procesos, como tableros de control y guías de trabajo estandarizadas, estos recursos permitirán seguir cada etapa con un mayor detalle e identificar con mayor precisión los puntos que generan retrasos entre estaciones.

Se recomienda que la empresa realice evaluaciones periódicas del desempeño en la línea productiva con el fin de verificar si los porcentajes obtenidos se mantienen, progresan o requieren ajustes adicionales. Esta revisión continua permitirá detectar cambios en la demanda, variaciones en la carga operativa o necesidades de actualización técnica, además sería oportuno analizar la posibilidad de incorporar mejoras complementarias en otras etapas del proceso para sostener los resultados alcanzados y evitar retrocesos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdullah, J., Rifat, A. H., & Ray, A. D. (2025). Enhancing Overall Equipment Effectiveness (Oee) Of A Selected Machine In A Light Manufacturing Factory In Bangladesh. *Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications*, 11(52), 179–185. <https://doi.org/10.5935/JETIA.V11I52.1579>
- Aldás Guevara, T. N., & Saca Llamba, J. J. (2022). Implementación de la estandarización, balance de línea aplicando el método Helgeson & Birnie para la mejora de la productividad en el proceso de producción de la Empresa Sacha Textil. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. <https://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/18243>
- Aliyu, R., & Mokhtar, A. A. (2021). Research Advances in the Application of FlexSim: A Perspective on Machine Reliability, Availability, and Maintainability Optimization. *Journal of Hunan University (Natural Sciences)*, 48(9).
- Avila-Pisco, H., Chiok-Gonzales, D. A., & Flores-Perez, A. E. (2023). Application of TPM and Lean Manufacturing tools to increase OEE. An empirical investigation in the Peruvian textile industry. 2023 9th International Conference on Innovation and Trends in Engineering, CONIITI 2023 - Proceedings. <https://doi.org/10.1109/CONIITI61170.2023.10324213>
- Ayala Siccha, N. L., Jara Aguilar, M. A., Castillo Martínez, W. E., & Mantilla Rodríguez, L. A. (2022). Aplicación de Lean Manufacturing en la productividad del proceso de elaboración de conservas de pescado. *INGnosis*, 8(1), 10–22. <https://doi.org/10.18050/INGNOSIS.V8I1.2441>
- Bach López Pérez Carlos Alberto, A., & Vásquez Coronado Manuel Humberto, A. (2024). Aplicación de balance de línea para incrementar la productividad en la elaboración de mango en conserva en la empresa Gandules Inc. SAC. *Repositorio Institucional - USS*. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/13124>

- Bravo Fernandez, J. A. (2023). Aplicación de herramientas Lean Manufacturing (5S, Andon y Tiempo Estándar) para el aumento de la productividad en el área de producción de una empresa metalmecánica. *Industrial Data*, 26(1), 217–245. <https://doi.org/10.15381/IDATA.V26I1.24580>
- Cabrera-Tenecela, P. (2023). Nueva organización de los diseños de investigación New organization of research designs. *South American Research Journal*, 3(1), 37–51. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8050508>
- Canahua Apaza, N. M. (2021). Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. *Industrial Data*, 24(1), 49–76. <https://doi.org/10.15381/IDATA.V24I1.18402>
- Castañeda, S., Rodriguez, S., Yildiz, O., Aranda, D., & Alvarez, J. C. (2024). Increase of the Availability of Machinery in a Food Company Applying the TPM, SMED and RCM Methodologies. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 72(8), 128–138. <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V72I8P114>
- Castro, A. M., Pablo, J., Guerrero, G., Guadalupe, M., & Salcido, M. (2025). Mejora de la eficiencia general de los equipos (OEE) y reducción de tiempos de cambio (SMED) en la producción de Eva improvement of overall equipment efficiency (OEE) and reduction of changeover times (SMED) in eva production (Vol. 47, Issue 150). <https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx>
- Çelik, M. T., & Arslankaya, S. (2023a). Solution of the assembly line balancing problem using the rank positional weight method and Kilbridge and Wester heuristics method: An application in the cable industry. *Journal of Engineering Research (Kuwait)*, 11(3). <https://doi.org/10.1016/J.JER.2023.100082>

- Coronel-Carvajal, C., Guáimaro, P., & Camagüey, C. (2023). Las variables y su operacionalización. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 27. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552023000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=pt
- De Posgrado, E., Camacho, V., & Antonio, J. (2024). Relación de la optimización del proceso en la calidad de la harina de los residuos *Dosidicus Gigas*, en una empresa privada Paracas Ica, 2024. Universidad Ricardo Palma - URP. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/9632>
- Dumont, D., Rafael, J., Empresarial, G., Tesis, P., Obtener, P., Título, E. L., De, P., Quilla, A., Xiomara, Z., Rayo, F., & Smith, E. (2023). Estudio del trabajo para mejorar la productividad en el área de envasado de una empresa pesquera, Chimbote 2023. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/141685>
- Escalante Torres, O. E. (2021). Modelo de balance de línea para mejorar la productividad en una empresa de procesamiento de vidrio templado. *Industrial Data*, 24(1), 219–242. <https://doi.org/10.15381/IDATA.V24I1.19814>
- Espinales Carranza, I. M. (2024). Análisis del proceso de producción de pescado de una empresa en Manta - Ecuador. <http://biblioteca.uteg.edu.ec/xmlui/handle/123456789/2655>
- Esquivel, A. L. E. (2023). Operacionalización de variables de investigación. *CISA*, 5(5), 25–34. <https://doi.org/10.58299/CISA.V5I5.35>
- Fajardo Cueva Omar Luis. (2023, August 16). Reducción de las paradas de planta aplicando el mapeo de la cadena de valor (VSM) y cambios rápidos (SMED) de la metodología Lean Manufacturing. <https://www.redalyc.org/journal/816/81680321001/>
- Gascón Pérez, A., Batista Mainegra, A., Juan Domínguez Menéndez, J., Salvador, E., & para correspondencia, A. (2025). Metodología para la gestión de eventos científicos en la

- Universidad de La Habana. *Revista Científica Cultura, Comunicación y Desarrollo*, 10, e766–e766. <https://rccd.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/766>
- Gonzales-Vera, R., Rodriguez-Barrientos, K., Castro-Rangel, P., Alvarez, J. C., & Lepore, R. (2025). Improvement Model of OEE in the Production Process of Cardboard Boxes Through SMED, TPM, Automation, and IoT. *SSRG International Journal of Mechanical Engineering*, 12(6), 34–51. <https://doi.org/10.14445/23488360/IJME-V12I6P104>
- Govender, P., & Dewa, M. (2022). Use Of Kaizen Principle And Line Balancing Technique For Process Improvement In The Assembly Of Automotive Components. *South African Journal of Industrial Engineering*, 33(3), 69–82. <https://doi.org/10.7166/33-3-2790>
- Guillen-Sanchez, J. S., & Depaz - Paucar, A. M. (2024). Mantenimiento productivo total en la eficiencia productiva de las empresas industriales: una breve revisión de literatura. *SIGNOS - Investigación En Sistemas de Gestión*, 16(1). <https://doi.org/10.15332/24631140.8807>
- Gustabello Cogle, R., Rodríguez Conte, A., Aradith Pacheco Chanfrau, Y., Pérez Díaz, M., Abreu García, J., & electrónico arconte, C. (2022). enero-abril. In *Año 2022 (Vol. 10, Issue 1)*. <https://orcid.org/0>
- Haddad, T., Shaheen, B. W., & Németh, I. (2021). Improving Overall Equipment Effectiveness (OEE) of Extrusion Machine Using Lean Manufacturing Approach. *Manufacturing Technology*, 21(1). <https://doi.org/10.21062/mft.2021.006>
- Herault, M., Gunathilaka, B. E., Fournier, V., Le Bris, H., Lee, K. J., & Sadoul, B. (2023). Aquatic product hydrolysates increase rearing performance in red seabream (*Pagrus major*), feed a low fish meal diet, in both controlled and stressed conditions: From growth to stress responses. *Aquaculture*, 576, 739830. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2023.739830>

- Hung, Y. H., Li, L. Y. O., & Cheng, T. C. E. (2022). Uncovering hidden capacity in overall equipment effectiveness management. *International Journal of Production Economics*, 248. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108494>
- Kechaou, F., Addouche, S. A., & Zolghadri, M. (2024). A comparative study of overall equipment effectiveness measurement systems. *Production Planning and Control*, 35(1), 1–20. <https://doi.org/10.1080/09537287.2022.2037166>
- Kim, M., & Kim, S. (2023). Effects of step-by-step line balancing in apparel assembly line. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 18. <https://doi.org/10.1177/15589250231191196>
- Loor-Moreira, G. G., Indacochea Vásquez, A. M., Loor Tello, J. L., Zambrano Párraga, M. D., & Veloz Párraga, F. J. (2023). Gestión de calidad como mejora continua en las empresas pesqueras de la ciudad de Manta, Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 631–650. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.6899
- Manterola, C., Rivadeneira, J., Delgado, H., Sotelo, C., Otzen, T., Manterola, C., Rivadeneira, J., Delgado, H., Sotelo, C., & Otzen, T. (2023). ¿Cuántos Tipos de Revisiones de la Literatura Existen? Enumeración, Descripción y Clasificación. *Revisión Cualitativa. International Journal of Morphology*, 41(4), 1240–1253. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022023000401240>
- Marin-Garcia, J. A., Vidal-Carreras, P. I., & Garcia-Sabater, J. J. (2021). The role of value stream mapping in healthcare services: A scoping review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 18, Issue 3). <https://doi.org/10.3390/ijerph18030951>
- Martínez, D. V. S. (2022). Técnicas e instrumentos de recolección de datos en investigación. *TEPEXI Boletín Científico de La Escuela Superior Tepeji Del Río*, 9(17), 38–39. <https://doi.org/10.29057/ESTR.V9I17.7928>

- Martínez Rodríguez, J., Flores Sánchez, A., Gómez Zepeda, P. I., Linares Gil, M. V., & Portillo Reyes, M. (2024). Optimización de procesos en una línea de producción en una empresa de Ciudad Juárez. *Revista NeyArt*, 2(2). <https://doi.org/10.61273/neyart.v2i2.50>
- Melkamu, M., Dadi, G., & Getachew, T. (2025). Enhancing productivity of ethiopian footwear industry by integrating of work measurement with line balancing techniques. *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, 18(1), 81–90. <https://doi.org/10.71720/JOIE.2025.951134>
- Mendoza-Salguero, E., De-La-Asunción-González, A., Mejía-Vega, I., Triana-Infante, J., & Troncoso Palacio, A. (2022). Análisis de Restricciones a través del Software Arena. Caso Empresa de Fabricación de Calzado. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 4(1). <https://doi.org/10.17981/bilo.4.1.2022.02>
- Merino Febre, M. J., Mogollón Salinas, V. P., Neciosup Guibert, R., & Villar Tiravanti, L. M. (2021). Influencia del estudio de tiempos y movimientos en la productividad en el área de fileteado en una planta de conservas de pescado. *INGnosis*, 7(2). <https://doi.org/10.18050/ingnosis.v7i2.2417>
- Mohan, R., Roselyn, J. P., & Uthra, R. A. (2023). LSTM based artificial intelligence predictive maintenance technique for availability rate and OEE improvement in a TPM implementing plant through Industry 4.0 transformation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 29(4), 763–798. <https://doi.org/10.1108/JQME-07-2022-0041>
- Mortada, A., & Soulhi, A. (2023). Improvement of Assembly Line Efficiency by Using Lean Manufacturing Tools and Line Balancing Techniques. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 17(4). <https://doi.org/10.12913/22998624/169257>
- Muyulema-Allaica Juan Carlos Rodríguez-Suárez Dennis Enrique Wellington Slatter Apolinario-Floreano. (2024, April 15). Vista de Mejora de la Eficiencia General de los Equipos (EGE) en la etapa de prensado: Un estudio de caso en la industria de harina de

pescado.

<https://www.uticvirtual.edu.py/revista.ojs/index.php/revistas/article/view/200/316>

Nur Laili Afifah, A., & Lestari, E. R. (2024). Line Balancing Analysis in Ribbed Smoked Sheet Production Using Heuristics Methods (Study at PT. Wabin Jayatama, Serang, Banten, Indonesia). *BIO Web of Conferences*, 90. <https://doi.org/10.1051/BIOCONF/20249003004>

Nurprihatin, F., Rembulan, G. D., Andry, J. F., Lubis, M., Widiwati, I. T. B., & Vaezi, A. (2023). Integration of Overall Equipment Effectiveness and Six Sigma Approach to Minimize Product Defect and Machine Downtime. *Management and Production Engineering Review*, 14(4), 71–91. <https://doi.org/10.24425/MPER.2023.147205>

Ozan Yilmazlar, I., Jeyes, A., Fiore, A., Patel, A., Spence, C., Wentzky, C., Zero, N., Kurz, M. E., Summers, J. D., & Taaffe, K. M. (2020). A case study in line balancing and simulation. 48, 71–81. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.05.076>

Padilla-Avalos, C.-A., & Marroquín-Soto, C. (2021). Enfoques de Investigación en Odontología: Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. *Revista Estomatológica Herediana*, 31(4). <https://doi.org/10.20453/reh.v31i4.4104>

Pérez-Ríos, F. R., Mungaray-Lagarda, A., Flores-Anaya, Y. Z., & Velázquez-Contreras, L. E. (2021). Ineficiencia bioeconómica en la pesca artesanal mexicana. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*. <https://doi.org/10.24836/es.v31i58.1141>

Petersen, J., Nourmohammadi, A., Fathi, M., Ghobakhloo, M., & Tavana, M. (2025). Line balancing for energy efficiency in production: A qualitative and quantitative literature analysis. *Computers & Industrial Engineering*, 205, 111144. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2025.111144>

- Puerto Carrero, S. E. (2024). Calidad de vida laboral en empresas de Bogotá, Colombia revisión literaria. *Alpha Centauri*, 5(4). <https://doi.org/10.47422/ac.v5i4.182>
- Raharusun, Z., Soleman, A., & Kakerissa, A. L. (2023). Penetapan Studi Gerak, Penentuan Waktu Baku Dan Pengukuran Produktivitas Kerja Pada Proses Pengemasan Abon Ikan. I *Tabaos*, 3(1). <https://doi.org/10.30598/i-tabaos.2023.3.1.49-58>
- Reyes-Soriano, F. E., Muyulema-Allaica, J. C., Menéndez-Zaruma, C. M., Lucin-Borbor, J. M., Balón-Ramos, I. D. R., & Herrera-Brunett, G. A. (2022). Bibliometric Analysis on Sustainable Supply Chains. *Sustainability* 2022, Vol. 14, Page 13039, 14(20), 13039. <https://doi.org/10.3390/SU142013039>
- Rosario-Rodríguez, J. L., & Santos, C. del C. (2023). Actividades de tiempo libre y ocio como estilo de vida saludable. *Mentor Revista de Investigación Educativa y Deportiva*, 2(Especial). <https://doi.org/10.56200/mried.v2iespecial.6472>
- Sánchez, M. J., Fernández, M., Diaz, J. C., Sánchez, M. J., Fernández, M., & Diaz, J. C. (2021). Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. *Revista Científica UISRAEL*, 8(1), 107–121. <https://doi.org/10.35290/RCUI.V8N1.2021.400>
- Schmid, N. A., Montreuil, B., & Limère, V. (2022). A case study on the integration of assembly line balancing and feeding decisions. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 109–114. <https://doi.org/10.1016/J.IFACOL.2022.09.376>
- Simon, C. J., Truong, H., Habilay, N., & Hines, B. (2021). Feeding behaviour and bioavailability of essential amino acids in shrimp *penaeus monodon* fed fresh and leached fishmeal and fishmeal-free diets. *Animals*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/ani11030847>
- Toki, G. F. I., Ahmed, T., Hossain, M. E., Alave, R. K. K., Faruk, M. O., Mia, R., & Islam, S. R. (2023). Single Minute Exchange Die (SMED): A sustainable and well-timed approach

- for Bangladeshi garments industry. *Cleaner Engineering and Technology*, 12, 100592.
<https://doi.org/10.1016/J.CLET.2022.100592>
- Wang, G., Chen, Y., Mumtaz, J., & Zhu, L. (2023). A Study of Mixed-Flow Human–Machine Collaborative Disassembly Line Balancing Problem Based on Improved Artificial Fish Swarm Algorithm †. *Engineering Proceedings*, 45(1).
<https://doi.org/10.3390/ENGPROC2023045040>
- Westreicher, G. (2020). Proceso - Qué es, definición y concepto-Economipedia. *Economipedia*.
- Yılmaz, F., Demirel, F., Zaim, S., & Sevim, S. (2020). Assembly line balancing by using axiomatic design principles: An application from cooler manufacturing industry. *International Journal of Production Management and Engineering*, 8(1).
<https://doi.org/10.4995/ijpme.2020.11953>
- Zambrano, D., Soto, L., & Ugalde, J. (2021). Teoría de las restricciones y su impacto en las mejoras de la productividad. *Polo Del Conocimiento: Revista Científico - Profesional*, ISSN, 6(11).
- Zambrano-Campoverde, J. A., Guachichullca-Ordóñez, L. A., & Valdiviezo-Cacay, M. H. (2021). La pesca artesanal en Ecuador: miradas desde el desarrollo sostenible y la globalización. *Revista de La Universidad Del Zulia*, 12(34).
<https://doi.org/10.46925//rdluz.34.15>
- Zeng, Y., Zhang, Z., Wu, T., & Liang, W. (2024). Integrated optimization and engineering application for disassembly line balancing problem with preventive maintenance. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 127, 107416.
<https://doi.org/10.1016/J.ENGAPPAI.2023.107416>
- Zhang, W., Hou, L., & Jiao, R. J. (2021). Dynamic takt time decisions for paced assembly lines balancing and sequencing considering highly mixed-model production: An improved

artificial bee colony optimization approach. *Computers & Industrial Engineering*, 161, 107616. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2021.107616>

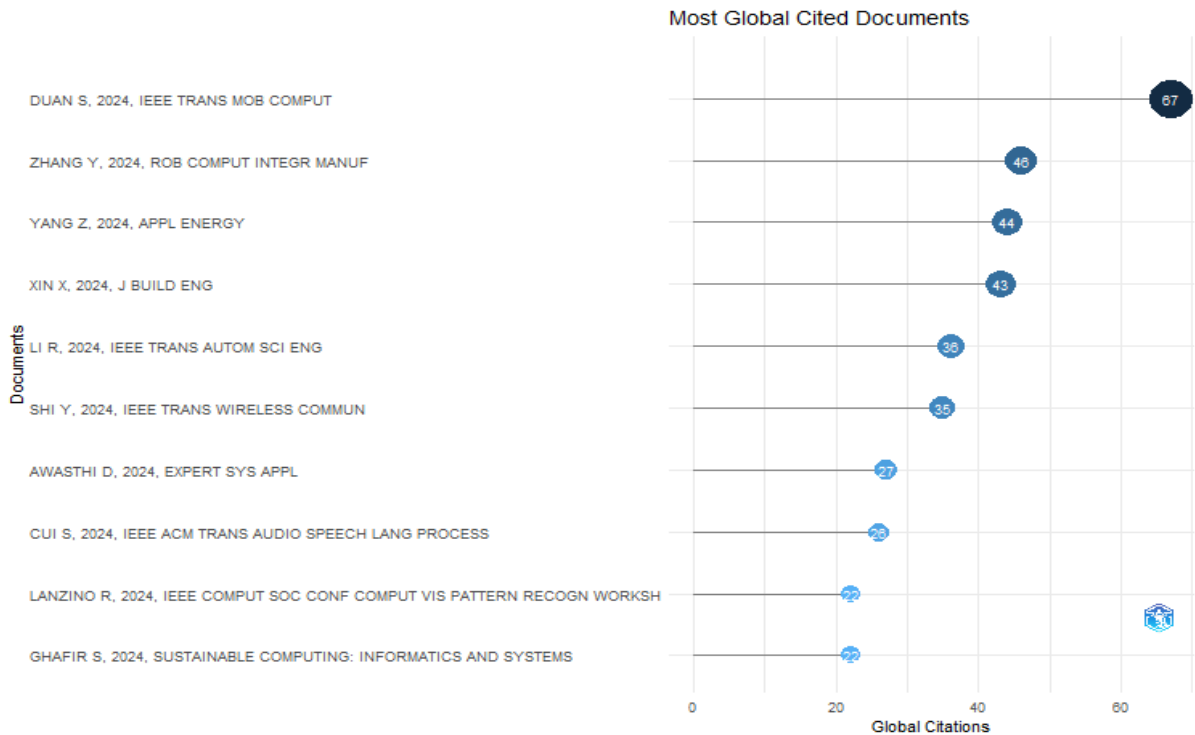
Zhou, D., Wang, J., Pan, E., Chen, H., & Chen, Z. (2025). Multi-dimensional fusion prediction and sensitivity analysis for overall equipment effectiveness based on temporal hybrid perception network. *Computers & Industrial Engineering*, 208, 111369. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2025.111369>

ANEXOS

Bibliometrix

Con la información extraída en los artículos científicos, se realizó un análisis bibliométrico a través del software RStudio para poder obtener una información más precisa por las citas de documento y fuentes de información de los títulos en inglés “line balancing and production efficiency”.

Anexo 1. *Documentos más citados a nivel mundial.*



Como se representa en el Anexo 1 se puede observar un análisis entre los documentos más citados para el proceso de selección de artículos científicos, considerando la redacción con mayor impacto globalmente donde están: Duan S. 2024, Zhang Y. 2024, Yang Z. 2024 siendo claves para la investigación del proyecto.

		empresa metalmecánica	Kaizen, Andon y Tiempo Estándar	problemas de eficiencia y eficacia en sus operaciones
A4	(Fajardo Cueva Omar Luis, 2023)	Determina en qué medida la productividad se incrementa y como disminuir el tiempo de parada.	Mejora continua, VSM	Logra reducir el tiempo de paradas de planta innecesarias e incrementar así la capacidad de producción de la planta.
A5	(Petersen et al., 2025)	Mejorar la eficiencia energética es esencial para reducir los costos operativos y minimizar el impacto ambiental.	Balance de línea, diagrama de flujo, análisis cuantitativo y cualitativo.	mejorando significativamente la precisión y el impacto de las intervenciones de eficiencia energética
A6	(Çelik & Arslankaya, 2023c)	El objetivo del equilibrado de la línea de ensamblaje es distribuir la carga de trabajo de forma equitativa entre las estaciones.	Heurísticas de Kilbridge y Wester	Se equilibró la carga de trabajo entre las estaciones, reduciendo el tiempo de ciclo de la línea de 170 s a 142,25 s. Este periodo se mantuvo por debajo del tiempo de ciclo objetivo, lo que resultó en una mejora significativa.
A7	(Zeng et al., 2024)	Está asociado mantenimiento preventivo, la estación de trabajo que realiza el mantenimiento del equipo no puede realizar operaciones de desmontaje	Mantenimiento preventivo, la método metaheurístico, balance de línea	Muestran que la optimización integrada puede garantizar la eficiencia del desmontaje regular y aprovechar al máximo las estaciones de trabajo.
A8	(Zhang et al., 2021)	Equilibrar entre estaciones, equilibrio dentro de las estaciones	tiempo takt, balance de línea	Resuelve eficazmente el balanceo interceptación dependiendo de la proporción limitada y precisa de cada producto.

A9	(Toki et al., 2023)	Reducir el tiempo de inactividad de la máquina	Eficiencia	Aseguraron la preparación del diseño de los equipos
A10	(Zhou et al., 2025)	Propone un nuevo método de cuantificación de la sensibilidad basado en derivadas y conceptos relativos.	Eficiencia general de los equipos	Mejoro el rendimiento en la línea de producción
A11	(Melkamu et al., 2025)	Mejorar la producción de zapatos al día	Tiempo de ciclo, balance de línea.	mejoro mediante la medición del trabajo, con una producción adicional de 160 pares de zapatos al día,
A12	(Gonzales-Vera et al., 2025)	Mejorar los tiempos de troquelado en las cajas de cartón	OEE, estudio de tiempo	El tiempo de preparación en troquelado se redujo a 836,69 minutos, el desgaste de la troqueladora disminuyó al 24,58%
A13	(Abdullah et al., 2025)	Medir la OEE de la máquina seleccionada, identificar las razones de su bajo rendimiento y tomar medidas para mejorarlo.	OEE	mejoró del 63 % al 73 %, lo que demuestra un aumento significativo de la eficiencia
A14	(Castañeda et al., 2024)	Propone un modelo práctico y económicamente viable adaptado a las necesidades específicas del sector alimentario.	TPM, SMED y RCM	mejora tangible en la disponibilidad de la maquinaria, que se traduce en una mayor productividad y una reducción de los costos operativos.
A15	(Kechaou et al., 2024)	Mejora en los procesos menos eficientes	OEE	este estudio permitió determinar y validar las principales características a

				considerar en la elección final de un sistema de medición de OEE
A16	(Nurprihatin et al., 2023)	detectar defectos en las bolsas de embalaje	DMAIC, Six sigma, OEE, SPSS	Mejoro la Calidad de embalaje
A17	(Mohan et al., 2023)	Cumplir con los requisitos del cliente según el cronograma de entrega con los recursos existentes siempre es un gran desafío en las industrias.	TPM, CBM, INDUSTRIA 4.0 Y OEE	Se desarrolló una red de aprendizaje profundo basada en memoria a corto plazo (MPMP) como un modelo de pronóstico de regresión para predecir la vida útil restante (RUL) de la pieza o ensamblaje y, con base en las predicciones, se implementaron acciones correctivas
A18	(Ávila-Pisco et al., 2023)	Medir la eficiencia de los equipos dentro de un proceso operativo	Manufactura esbelta, TPM, OEE	Estas metodologías podrían significar una ganancia cercana a los PEN 250.000,00 anuales y una reducción del tiempo de inactividad de hasta un 22,85%, incrementando el OEE de la empresa en un 7,83%.
A19	(Muyulema-JC, Rodríguez-Suárez, Apolinario-Floreano, 2024)	La consecución del objetivo propuesto validó que la reducción de los tiempos de cambio no solo aumenta el EGE, sino que también contribuye a la estabilidad y control del proceso	OEE, Rendimiento de producción y análisis de producción diaria y mensual.	El aumento del OEE se debió a la mejora en el índice de disponibilidad, que subió al 92,33% con un incremento del 7,17%, resultando en un aumento del OEE del 6%.

		de fabricación de harina de pescado.		
A20	(Dumont et al., 2023)	El objetivo de mejorar la productividad del envasado de harina de pescado.	SPSS, estudio de métodos, estudio de tiempo, productividad.	La técnica del proyecto de estudio es emplear los cronómetros, la productividad aumentó un 20%, fue antes de la implementación. La tasa de finalización de la productividad fue del 66,38% y la tasa de posterior fue del 87,08%.
A21	(Petersen et al., 2025)	El objetivo era optimizar el consumo de energía y reducir el número de estaciones de trabajo.	Tiempo de ciclo, método heurístico, balance de línea.	El resultado indica que disminuir el número de máquinas conlleva un mayor consumo de energía y viceversa.
A22	(Nur Laili Afifah & Lestari, 2024)	Aumentar la eficiencia de la línea de producción y reducir los retrasos.	Tiempo de ciclo, heurísticas de Kilbridge y Wester	Los resultados del análisis del balance de línea mostraron que la línea de producción tenía una mayor eficiencia de línea (LE) del 50,05%, un aumento del 25,62% hasta el 75,67%.
A23	(Espinales Carranza, 2024)	El objetivo principal es proteger y regular la producción agrícola nacional y el comercio con el objetivo de alcanzar metas de desarrollo sostenible	Diagrama de Ishiwaka y el Diagrama de flujo de procesos	Los resultados permitieron reconocer una buena estructura de control y responsabilidades, sin embargo, se concluye que su principal debilidad es la adaptación de sus recursos e instalaciones a la real necesidad de producción.
A24	(Ayala Siccha et al., 2022)	El objetivo aplicar las herramientas de Lean Manufacturing	VSM, Productividad, tiempo de ciclo.	Mejorando el tiempo de ciclo a 1.005 min/caja, concluyendo que la

		(LM) para la mejora del proceso productivo en la línea de cocido.		implementación de esta herramienta para la mejora de los procesos aumento la productividad total en un 89 %.
A25	(Wang et al., 2023)	El problema objetivo a optimizar el número de estaciones de trabajo, balance el inactivo tiempo, y minimizar el desmontaje costo.	Hombre-máquina, estudio de tiempo. Y balance de línea	La solución espectáculos eso el propuesto algoritmo optimiza el propuesto algoritmo por 14,3%, 52,3%, y 9,8%, respectivamente, en el tres objetivos.
A26	(Camacho v et al., 2024)	La optimización de procesos implica el uso de herramientas y métodos que mejoran la efectividad del proceso de producción de la industria alimentaria.	R-studio, método PRISMA, Pearson.	Los resultados dentro de las correlaciones encontradas entre tiempo y temperatura con los parámetros de calidad están en concordancia con antecedentes relevantes.
A27	(Bach López Pérez Carlos Alberto & Vasquez Coronado Manuel Humberto, 2024)	El objetivo general fue incrementar la productividad en la elaboración de mango en conserva mediante la aplicación de un balance de línea para incrementar los márgenes de ganancia en la empresa.	Balance de línea, productividad total.	Se obtuvo una productividad de mano de 133.67 frascos/persona incrementándose un 22.18%, una productividad de horas hombre de 16.71 frascos/hora-hombre incrementándose un 22.15% y una productividad de costo de mano de obra a 3.07 frascos/sol registrando un incremento de 21.83%. L

<p>A28 (Merino Febre et al., 2021)</p>	<p>El objetivo primordial es elaborar un estudio de tiempos en la línea de producción de la uva fresca para poder mejorar la productividad en la empresa Jayanca.</p>	<p>Estudio de tiempo y movimiento, balance de línea.</p>	<p>Concluyendo que, la aplicación del estudio de tiempos y movimientos aumentó la productividad de mano de obra en un 1.84 kg/hh.</p>
---	---	--	---

Anexo 6. *Visita a la empresa.*



Anexo 7. *Toma de tiempos.*



Anexo 8. *Retención de ensacado.*



Anexo 9. *Entrevista para la encuesta de preguntas.*



Anexo 10. Ficha de validación de experto 1.

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		
ASUNTO: VALIDACIÓN DE ENCUESTA POR EXPERTOS		
Objetivo: Conocer la opinión de los empleados sobre el diseño de proceso mediante balance de línea para mejorar la eficiencia productiva en la empresa Ecuafeed S.A Jambeli, Santa Elena.		
Dirigido a: Empleados encargado del área de producción.		
TEMA: DISEÑO DE PROCESOS MEDIANTE BALANCE DE LÍNEAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA EN LA EMPRESA ECUAFEEED S.A, JAMBELI, SANTA ELENA.		
No.	CUESTIONARIO	RESPUESTA DECLARADA POR ESCALA DE LIKERT
1	¿Cree que una mejor organización de las tareas entre los trabajadores puede mejorar la continuidad del proceso de producción?	1 2 3 4 5
2	¿Considera que no repartir bien el trabajo entre los operarios afecta negativamente al rendimiento de la planta?	1 2 3 4 5
3	¿Piensa que la identificación de los puntos donde se acumula más el trabajo ayudaría a mejorar los resultados obtenidos en la fabricación de la harina?	1 2 3 4 5
4	¿Usted cree que un proceso más ordenado reduce los tiempos de espera en la operación?	1 2 3 4 5
5	¿Considera que cambiar la forma donde realizan las actividades ayudaría a los trabajadores a ser más ágiles en sus labores?	1 2 3 4 5
6	¿Cree usted que es necesario medir el desempeño del trabajo para mejorar la producción de harina y aceite de pescado?	1 2 3 4 5
7	¿Usted cree que la implementación del balanceo de línea en las áreas de producción reduciría los tiempos de inactividad en el proceso de harina y aceite de pescado?	1 2 3 4 5
8	¿Considera que los métodos actuales para registrar los datos de la planta son adecuados para analizar los procesos?	1 2 3 4 5
9	¿Considera usted que el uso de un esquema o diagrama del proceso de producción puede ayudar a organizar mejor los tiempos de trabajo?	1 2 3 4 5
10	¿Cree que el trabajo está bien repartido entre todos los compañeros?	1 2 3 4 5
11	¿Considera usted que al no tener un personal adecuado pendiente del proceso de cada máquina generan retrasos en la producción?	1 2 3 4 5
12	¿Cree que es útil calcular cuánto debe producirse en un día para cumplir con los pedidos de los clientes?	1 2 3 4 5

13	¿Considera que los ajustes en el proceso productivo no contribuyen a mejorar la calidad del producto final?	1 2 3 4 5
14	¿Cree que reducir tiempos innecesarios en los procesos incrementa la eficiencia productiva?	1 2 3 4 5
15	¿Cree usted que medir la eficiencia general las máquinas permitirá sacar el mayor potencial de ellas?	1 2 3 4 5
16	¿Piensa que un manejo inadecuado de la maquinaria provocaría paradas de la producción?	1 2 3 4 5
17	¿Piensa que el personal está capacitado para ejecutar el control de las operaciones en las áreas de producción?	1 2 3 4 5
18	¿Piensa que aprovechar mejor la materia prima permite reducir las pérdidas en la producción?	1 2 3 4 5
19	¿Considera que el proceso de producción está expuesto a fallas que retrasan la fabricación del producto?	1 2 3 4 5
20	¿Considera apropiado que una simulación de forma virtual de las actividades ayudaría a identificar de mejor manera los tiempos muertos?	1 2 3 4 5


Escala de Likert	
5	Totalmente de acuerdo
4	De acuerdo
3	Indiferente
2	En desacuerdo
1	Totalmente en desacuerdo

DATOS DEL EXPERTO:	
NOMBRES Y APELLIDOS:	VÍCTOR MANUEL MATÍAS PILLASAGUA
PROFESIÓN:	INGENIERO INDUSTRIAL
AÑOS DE EXPERIENCIA:	21 AÑOS
TELÉFONO:	0999820204
CORREO:	vmatias@upse.edu.ec
FECHA DE VALIDACIÓN:	18 de sept. de 25

Observación sobre la validación:

Valoración:

BUENO	REGULAR	MALO
X		


Ing. Victor Manuel Matias Pillasagua PhD
C.I: 0912164043
Experto 1

Anexo 11. Ficha de validación de experto 2.

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		
ASUNTO: VALIDACIÓN DE ENCUESTA POR EXPERTOS		
Objetivo: Conocer la opinión de los empleados sobre el diseño de proceso mediante balance de línea para mejorar la eficiencia productiva en la empresa Ecuafeed S.A Jambeli, Santa Elena.		
Dirigido a: Empleados encargado del área de producción.		
TEMA: DISEÑO DE PROCESOS MEDIANTE BALANCE DE LÍNEAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA EN LA EMPRESA ECUAFEEED S.A, JAMBELI, SANTA ELENA.		
No.	CUESTIONARIO	RESPUESTA DECLARADA POR ESCALA DE LIKERT
1	¿Cree que una mejor organización de las tareas entre los trabajadores puede mejorar la continuidad del proceso de producción?	1 2 3 4 5
2	¿Considera que no repartir bien el trabajo entre los operarios afecta negativamente al rendimiento de la planta?	1 2 3 4 5
3	¿Piensa que la identificación de los puntos donde se acumula más el trabajo ayudaría a mejorar los resultados obtenidos en la fabricación de la harina?	1 2 3 4 5
4	¿Usted cree que un proceso más ordenado reduce los tiempos de espera en la operación?	1 2 3 4 5
5	¿Considera que cambiar la forma donde realizan las actividades ayudaría a los trabajadores a ser más ágiles en sus labores?	1 2 3 4 5
6	¿Cree usted que es necesario medir el desempeño del trabajo para mejorar la producción de harina y aceite de pescado?	1 2 3 4 5
7	¿Usted cree que la implementación del balanceo de línea en las áreas de producción reduciría los tiempos de inactividad en el proceso de harina y aceite de pescado?	1 2 3 4 5
8	¿Considera que los métodos actuales para registrar los datos de la planta son adecuados para analizar los procesos?	1 2 3 4 5
9	¿Considera usted que el uso de un esquema o diagrama del proceso de producción puede ayudar a organizar mejor los tiempos de trabajo?	1 2 3 4 5
10	¿Cree que el trabajo está bien repartido entre todos los compañeros?	1 2 3 4 5
11	¿Considera usted que al no tener un personal adecuado pendiente del proceso de cada máquina generan retrasos en la producción?	1 2 3 4 5
12	¿Cree que es útil calcular cuánto debe producirse en un día para cumplir con los pedidos de los clientes?	1 2 3 4 5

	para cumplir con los pedidos de los clientes?					
13	¿Considera que los ajustes en el proceso productivo no contribuyen a mejorar la calidad del producto final?	1	2	3	4	5
14	¿Cree que reducir tiempos innecesarios en los procesos incrementa la eficiencia productiva?	1	2	3	4	5
15	¿Cree usted que medir la eficiencia general las máquinas permitirá sacar el mayor potencial de ellas?	1	2	3	4	5
16	¿Piensa que un manejo inadecuado de la maquinaria provocaría paradas de la producción?	1	2	3	4	5
17	¿Piensa que el personal está capacitado para ejecutar el control de las operaciones en las áreas de producción?	1	2	3	4	5
18	¿Piensa que aprovechar mejor la materia prima permite reducir las pérdidas en la producción?	1	2	3	4	5
19	¿Considera que el proceso de producción está expuesto a fallas que retrasan la fabricación del producto?	1	2	3	4	5
20	¿Considera apropiado que una simulación de forma virtual de las actividades ayudaría a identificar de mejor manera los tiempos muertos?	1	2	3	4	5

Escala de Likert	
5	Totalmente de acuerdo
4	De acuerdo
3	Indiferente
2	En desacuerdo
1	Totalmente en desacuerdo

DATOS DEL EXPERTO:	
NOMBRES Y APELLIDOS:	MARCOS VINICIO BERMEO GARCÍA
PROFESIÓN:	INGENIERO INDUSTRIAL
AÑOS DE EXPERIENCIA:	15 AÑOS
TELÉFONO:	0985033821
CORREO:	mbermeo@upse.edu.ec
FECHA DE VALIDACIÓN:	18 de sept. de 25

Observación sobre la validación:

Valoración:

BUENO	REGULAR	MALO
/		

Bermeo

Ing. Marco Bermeo García PhD
C.I: 1707326813
Experto 2

Anexo 12. Ficha de validación de experto 3.

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL 		
ASUNTO: VALIDACIÓN DE ENCUESTA POR EXPERTOS Objetivo: Conocer la opinión de los empleados sobre el diseño de proceso mediante balance de línea para mejorar la eficiencia productiva en la empresa Ecuafeed S.A Jambeli, Santa Elena. Dirigido a: Empleados encargado del área de producción.		
TEMA: DISEÑO DE PROCESOS MEDIANTE BALANCE DE LÍNEAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA EN LA EMPRESA ECUAFEEED S.A, JAMBELI, SANTA ELENA.		
No.	CUESTIONARIO	RESPUESTA DECLARADA POR ESCALA DE LIKERT
1	¿Cree que una mejor organización de las tareas entre los trabajadores puede mejorar la continuidad del proceso de producción?	1 2 3 4 5
2	¿Considera que no repartir bien el trabajo entre los operarios afecta negativamente al rendimiento de la planta?	1 2 3 4 5
3	¿Piensa que la identificación de los puntos donde se acumula más el trabajo ayudaría a mejorar los resultados obtenidos en la fabricación de la harina?	1 2 3 4 5
4	¿Usted cree que un proceso más ordenado reduce los tiempos de espera en la operación?	1 2 3 4 5
5	¿Considera que cambiar la forma donde realizan las actividades ayudaría a los trabajadores a ser más ágiles en sus labores?	1 2 3 4 5
6	¿Cree usted que es necesario medir el desempeño del trabajo para mejorar la producción de harina y aceite de pescado?	1 2 3 4 5
7	¿Usted cree que la implementación del balanceo de línea en las áreas de producción reduciría los tiempos de inactividad en el proceso de harina y aceite de pescado?	1 2 3 4 5
8	¿Considera que los métodos actuales para registrar los datos de la planta son adecuados para analizar los procesos?	1 2 3 4 5
9	¿Considera usted que el uso de un esquema o diagrama del proceso de producción puede ayudar a organizar mejor los tiempos de trabajo?	1 2 3 4 5
10	¿Cree que el trabajo está bien repartido entre todos los compañeros?	1 2 3 4 5
11	¿Considera usted que al no tener un personal adecuado pendiente del proceso de cada máquina generan retrasos en la producción?	1 2 3 4 5
12	¿Cree que es útil calcular cuánto debe producirse en un día para cumplir con los pedidos de los clientes?	1 2 3 4 5

13	¿Considera que los ajustes en el proceso productivo no contribuyen a mejorar la calidad del producto final?	1 2 3 4 5
14	¿Cree que reducir tiempos innecesarios en los procesos incrementa la eficiencia productiva?	1 2 3 4 5
15	¿Cree usted que medir la eficiencia general las máquinas permitirá sacar el mayor potencial de ellas?	1 2 3 4 5
16	¿Piensa que un manejo inadecuado de la maquinaria provocaría paradas de la producción?	1 2 3 4 5
17	¿Piensa que el personal está capacitado para ejecutar el control de las operaciones en las áreas de producción?	1 2 3 4 5
18	¿Piensa que aprovechar mejor la materia prima permite reducir las pérdidas en la producción?	1 2 3 4 5
19	¿Considera que el proceso de producción está expuesto a fallas que retrasan la fabricación del producto?	1 2 3 4 5
20	¿Considera apropiado que una simulación de forma virtual de las actividades ayudaría a identificar de mejor manera los tiempos muertos?	1 2 3 4 5

Escala de Likert	
5	Totalmente de acuerdo
4	De acuerdo
3	Indiferente
2	En desacuerdo
1	Totalmente en desacuerdo

DATOS DEL EXPERTO:	
NOMBRES Y APELLIDOS:	DAVID A. PAREDES A.
PROFESIÓN:	INGENIERO INDUSTRIAL
AÑOS DE EXPERIENCIA:	8 AÑOS
TELÉFONO:	
CORREO:	dparedes1477@upse.edu.ec
FECHA DE VALIDACIÓN:	18 de sept. de 25

Observación sobre la validación:

Valoración:

BUENO	REGULAR	MALO
X		



Ing. David A. Paredes A.
 C.I: 0928501477
 Experto 3

Anexo 13. Ficha de validación de experto 4.

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		
ASUNTO: VALIDACIÓN DE ENCUESTA POR EXPERTOS		
Objetivo: Conocer la opinión de los empleados sobre el diseño de proceso mediante balance de línea para mejorar la eficiencia productiva en la empresa Ecuafeed S.A Jambeli, Santa Elena.		
Dirigido a: Empleados encargado del área de producción.		
TEMA: DISEÑO DE PROCESOS MEDIANTE BALANCE DE LÍNEAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA EN LA EMPRESA ECUAFEEED S.A, JAMBELI, SANTA ELENA.		
No.	CUESTIONARIO	RESPUESTA DECLARADA POR ESCALA DE LIKERT
1	¿Cree que una mejor organización de las tareas entre los trabajadores puede mejorar la continuidad del proceso de producción?	1 2 3 4 5
2	¿Considera que no repartir bien el trabajo entre los operarios afecta negativamente al rendimiento de la planta?	1 2 3 4 5
3	¿Piensa que la identificación de los puntos donde se acumula más el trabajo ayudaría a mejorar los resultados obtenidos en la fabricación de la harina?	1 2 3 4 5
4	¿Usted cree que un proceso más ordenado reduce los tiempos de espera en la operación?	1 2 3 4 5
5	¿Considera que cambiar la forma donde realizan las actividades ayudaría a los trabajadores a ser más ágiles en sus labores?	1 2 3 4 5
6	¿Cree usted que es necesario medir el desempeño del trabajo para mejorar la producción de harina y aceite de pescado?	1 2 3 4 5
7	¿Usted cree que la implementación del balanceo de línea en las áreas de producción reduciría los tiempos de inactividad en el proceso de harina y aceite de pescado?	1 2 3 4 5
8	¿Considera que los métodos actuales para registrar los datos de la planta son adecuados para analizar los procesos?	1 2 3 4 5
9	¿Considera usted que el uso de un esquema o diagrama del proceso de producción puede ayudar a organizar mejor los tiempos de trabajo?	1 2 3 4 5
10	¿Cree que el trabajo está bien repartido entre todos los compañeros?	1 2 3 4 5
11	¿Considera usted que al no tener un personal adecuado pendiente del proceso de cada máquina generan retrasos en la producción?	1 2 3 4 5
12	¿Cree que es útil calcular cuánto debe producirse en un día para cumplir con los pedidos de los clientes?	1 2 3 4 5

13	¿Considera que los ajustes en el proceso productivo no contribuyen a mejorar la calidad del producto final?	1 2 3 4 5
14	¿Cree que reducir tiempos innecesarios en los procesos incrementa la eficiencia productiva?	1 2 3 4 5
15	¿Cree usted que medir la eficiencia general las máquinas permitirá sacar el mayor potencial de ellas?	1 2 3 4 5
16	¿Piensa que un manejo inadecuado de la maquinaria provocaría paradas de la producción?	1 2 3 4 5
17	¿Piensa que el personal está capacitado para ejecutar el control de las operaciones en las áreas de producción?	1 2 3 4 5
18	¿Piensa que aprovechar mejor la materia prima permite reducir las pérdidas en la producción?	1 2 3 4 5
19	¿Considera que el proceso de producción está expuesto a fallas que retrasan la fabricación del producto?	1 2 3 4 5
20	¿Considera apropiado que una simulación de forma virtual de las actividades ayudaría a identificar de mejor manera los tiempos muertos?	1 2 3 4 5


Escala de Likert	
5	Totalmente de acuerdo
4	De acuerdo
3	Indiferente
2	En desacuerdo
1	Totalmente en desacuerdo

DATOS DEL EXPERTO:	
NOMBRES Y APELLIDOS: ABNER MUÑOZ MARTINEZ	
PROFESIÓN: INGENIERO AGROINDUSTRIAL	
AÑOS DE EXPERIENCIA: 6 AÑOS	
TELÉFONO: 0963885534	
CORREO: mabner624@gmail.com	
FECHA DE VALIDACIÓN: 18 de sept. de 25	

Observación sobre la validación:

Valoración:

BUENO	REGULAR	MALO
/		


 Ing. Abner Muñoz Martínez
 C.I: 1206432658
 Experto 4

Anexo 14. Ficha de validación de experto 5.

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL 		
ASUNTO: VALIDACIÓN DE ENCUESTA POR EXPERTOS Objetivo: Conocer la opinión de los empleados sobre el diseño de proceso mediante balance de línea para mejorar la eficiencia productiva en la empresa Ecuafeed S.A Jambeli, Santa Elena. Dirigido a: Empleados encargado del área de producción.		
TEMA: DISEÑO DE PROCESOS MEDIANTE BALANCE DE LÍNEAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA EN LA EMPRESA ECUAFEEED S.A, JAMBELI, SANTA ELENA.		
No.	CUESTIONARIO	RESPUESTA DECLARADA POR ESCALA DE LIKERT
1	¿Cree que una mejor organización de las tareas entre los trabajadores puede mejorar la continuidad del proceso de producción?	1 2 3 4 5
2	¿Considera que no repartir bien el trabajo entre los operarios afecta negativamente al rendimiento de la planta?	1 2 3 4 5
3	¿Piensa que la identificación de los puntos donde se acumula más el trabajo ayudaría a mejorar los resultados obtenidos en la fabricación de la harina?	1 2 3 4 5
4	¿Usted cree que un proceso más ordenado reduce los tiempos de espera en la operación?	1 2 3 4 5
5	¿Considera que cambiar la forma donde realizan las actividades ayudaría a los trabajadores a ser más ágiles en sus labores?	1 2 3 4 5
6	¿Cree usted que es necesario medir el desempeño del trabajo para mejorar la producción de harina y aceite de pescado?	1 2 3 4 5
7	¿Usted cree que la implementación del balanceo de línea en las áreas de producción reduciría los tiempos de inactividad en el proceso de harina y aceite de pescado?	1 2 3 4 5
8	¿Considera que los métodos actuales para registrar los datos de la planta son adecuados para analizar los procesos?	1 2 3 4 5
9	¿Considera usted que el uso de un esquema o diagrama del proceso de producción puede ayudar a organizar mejor los tiempos de trabajo?	1 2 3 4 5
10	¿Cree que el trabajo está bien repartido entre todos los compañeros?	1 2 3 4 5
11	¿Considera usted que al no tener un personal adecuado pendiente del proceso de cada máquina generan retrasos en la producción?	1 2 3 4 5
12	¿Cree que es útil calcular cuánto debe producirse en un día para cumplir con los pedidos de los clientes?	1 2 3 4 5

	para cumplir con los pedidos de los clientes?	
13	¿Considera que los ajustes en el proceso productivo no contribuyen a mejorar la calidad del producto final?	1 2 3 4 5
14	¿Cree que reducir tiempos innecesarios en los procesos incrementa la eficiencia productiva?	1 2 3 4 5
15	¿Cree usted que medir la eficiencia general las máquinas permitirá sacar el mayor potencial de ellas?	1 2 3 4 5
16	¿Piensa que un manejo inadecuado de la maquinaria provocaría paradas de la producción?	1 2 3 4 5
17	¿Piensa que el personal está capacitado para ejecutar el control de las operaciones en las áreas de producción?	1 2 3 4 5
18	¿Piensa que aprovechar mejor la materia prima permite reducir las pérdidas en la producción?	1 2 3 4 5
19	¿Considera que el proceso de producción está expuesto a fallas que retrasan la fabricación del producto?	1 2 3 4 5
20	¿Considera apropiado que una simulación de forma virtual de las actividades ayudaría a identificar de mejor manera los tiempos muertos?	1 2 3 4 5

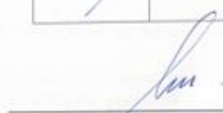
Escala de Likert	
5	Totalmente de acuerdo
4	De acuerdo
3	Indiferente
2	En desacuerdo
1	Totalmente en desacuerdo

DATOS DEL EXPERTO:	
NOMBRES Y APELLIDOS:	ALEJANDRO CRISÓSTOMO VELIZ AGUAYO
PROFESIÓN:	INGENIERO MECANICO
AÑOS DE EXPERIENCIA:	30 AÑOS
TELÉFONO:	0996866782
CORREO:	AVELIZ@UPSE.EDU.EC
FECHA DE VALIDACIÓN:	18 DE SEPT. DE 25

Observación sobre la validación:

Valoración:


BUENO	REGULAR	MALO
/		



 Ing. Alejandro Veliz Aguayo PhD
 C.I: 0908182280
 Experto 5


Anexo 15. Firma de fichas de validación por expertos.


FICHA DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS DEL CUESTIONARIO		
Título: DISEÑO DE PROCESOS MEDIANTE BALANCE DE LÍNEAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA EN LA EMPRESA ECUAFEEED S.A, JAMBELÍ, SANTA ELENA		

La libertad, 23 de septiembre del 2025	Datos del Experto	
Experto:	VÍCTOR MANUEL MATÍAS PILLASAGUA	
Grado académico:	INGENIERO INDUSTRIAL	
Experiencia profesional:	DOCENTE	
Tiempo de experiencia:	21 AÑOS	
		Firma del Experto 1

La libertad, 23 de septiembre del 2025	Datos del Experto	
Experto:	MARCOS VINICIO BERMEO GARCÍA	
Grado académico:	INGENIERO INDUSTRIAL	
Experiencia profesional:	DOCENTE	
Tiempo de experiencia:	15 AÑOS	
		Firma del Experto 2

La libertad, 23 de septiembre del 2025	Datos del Experto	
Experto:	DAVID A. PAREDES A	
Grado académico:	INGENIERO INDUSTRIAL	
Experiencia profesional:	DOCENTE	
Tiempo de experiencia:	8 AÑOS	
		Firma del Experto 3

La libertad, 23 de septiembre del 2025	Datos del Experto	
Experto:	ABNER MUÑOZ MARTÍNEZ	
Grado académico:	INGENIERO AGROINDUSTRIAL	
Experiencia profesional:	JEFE DE CALIDAD	
Tiempo de experiencia:	6 AÑOS	
		Firma del Experto 4

La libertad, 23 de septiembre del 2025	Datos del Experto	
Experto:	ALEJANDRO CRISÓSTOMO VÉLIZ AGUAYO	
Grado académico:	INGENIERO MECÁNICO	
Experiencia profesional:	DOCENTE	
Tiempo de experiencia:	30 AÑOS	
		Firma del Experto 5

Anexo 16. Resultados de las encuestas.

