



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

TEMA:

“PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE MANUFACTURA
ESBELTA PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS EN LA
MADURACIÓN DE CAMARONES DE LA EMPRESA TEXTCUMAR
SANTA ELENA – ECUADOR”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:

GONZÁLEZ ORTEGA JOHAN GABRIEL
MUÑOZ ALEJANDRO DARWIN ANDRÉS

TUTOR:

ING. BUENAÑO BUENAÑO EDISON NOE, MGTR.

La Libertad, Ecuador

2026

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **González Ortega Johan Gabriel y Muñoz Alejandro Darwin Andrés** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**.

TUTOR

f. _____

Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe, Mgtr.

DIRECTORA DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Balón Ramos Isabel del Rocío, MSc.

La Libertad, a los 12 del mes de Agosto del año 2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación **“PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE MANUFACTURA ESBELTA PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS EN LA MADURACIÓN DE CAMARONES DE LA EMPRESA TEXCUMAR SANTA ELENA – ECUADOR”**, elaborado por los Sres. **GONZÁLEZ ORTEGA JOHAN GABRIEL** y **MUÑOZ ALEJANDRO DARWIN ANDRÉS**, estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR

f. _____

Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe, Mgtr.

La Libertad, a los 12 del mes de agosto del año 2026

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **GONZÁLEZ ORTEGA JOHAN GABRIEL** y **MUÑOZ ALEJANDRO DARWIN ANDRÉS**,

DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, **PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE MANUFACTURA ESBELTA PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS EN LA MADURACIÓN DE CAMARONES DE LA EMPRESA TEXCUMAR SANTA ELENA – ECUADOR** 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 nuestra total autoría.

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

La Libertad, a los 12 del mes de Agosto del año 2026

LOS AUTORES

f. 
GONZÁLEZ ORTEGA JOHAN GABRIEL

f. 
MUÑOZ ALEJANDRO DARWIN ANDRÉS

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **GONZÁLEZ ORTEGA JOHAN GABRIEL** y **MUÑOZ ALEJANDRO DARWIN ANDRÉS**,

Autorizamos a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, **PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE MANUFACTURA ESBELTA PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS EN LA MADURACIÓN DE CAMARONES DE LA EMPRESA TEXTCUMAR SANTA ELENA – ECUADOR**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, a los 12 del mes de Agosto del año 2026

LOS AUTORES:

f. 
GONZÁLEZ ORTEGA JOHAN GABRIEL

f. 
MUÑOZ ALEJANDRO DARWIN ANDRÉS,

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor de trabajo de investigación para titulación del tema “**PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE MANUFACTURA ESBELTA PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS EN LA MADURACIÓN DE CAMARONES DE LA EMPRESA TEXCUMAR SANTA ELENA – ECUADOR**” elaborado por el Sr. **GONZÁLEZ ORTEGA JOHAN GABRIEL** y el Sr. **MUÑOZ ALEJANDRO DARWIN ANDRÉS**, egresados de la carrera de Ingeniería Industrial, de la facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial me permito declarar que una vez analizados en el sistema anti plagio COMPILATION, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 7% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud

Atentamente,



Informe de análisis
Compilatio Magister+ | UPSE-ECU

TIC Darwin Muoz-Johan Gonzalez

ID : 420a1410ecb3f130e4310e1e955b97eb7d440041

Nombre del fichero : TIC Darwin Muoz-Johan Gonzalez.txt
Tamaño del archivo original : 3,64 MB
Número de palabras : 49 683

Depositante : EDISON NOE BUENAÑO BUENAÑO
Fecha de depósito : 8 de agosto de 2026
Tipo de carga : interface
Fecha de fin de análisis : 8 de agosto de 2026



7%
Textos sospechosos

FIRMA DEL TUTOR

f. _____

Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe, Mgtr

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: **“PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE MANUFACTURA ESBELTA PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS EN LA MADURACIÓN DE CAMARONES DE LA EMPRESA TEXTCUMAR SANTA ELENA – ECUADOR”**. Ha sido desarrollado por los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial: **JOHAN GABRIEL GONZÁLEZ ORTEGA** y **DARWIN ANDRÉS MUÑOZ ALEJANDRO** 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

Mi más sincero agradecimiento a mis padres, en especial a mi madre, porque sin su apoyo incondicional este camino habría sido mucho más difícil. Gracias por escucharme en las situaciones difíciles, por comprenderme cuando nadie lo hacía, por tus palabras de aliento cuando sentía que no podía más y por ser mi mayor inspiración para seguir adelante. Este logro también es tuyo, mamá.

A mi papá que siempre estuvo para ayudarme y apoyarme en cada situación que pase dentro de este camino, que sin sus consejos y enseñanzas aprendí a nunca rendirme así la situación sea difícil y el camino se torne gris, siempre me guio hasta el día de hoy.

A Dios porque en los momentos de mayor incertidumbre siempre encontré en la sabiduría y la fortaleza para continuar.

A mi familia que siempre ha sido mi principal motivación y motivo suficiente para seguir adelante.

Mención especial a todos los docentes han sido parte esencial de este camino, gracias a sus consejos y enseñanzas este proceso fue increíble.

Agradezco a la empresa Texcumar S.A., por haber brindado su apoyo para realizar este estudio de investigación, gracias a su apertura se logró culminar este proceso.

Johan Gabriel González Ortega

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento, en primer lugar, a mi jefe, Cristhian Tomalá, quien me brindó la oportunidad de continuar con mis estudios mientras seguía creciendo profesionalmente. Gracias por creer en mí, por confiar en mis capacidades y por abrirme las puertas para demostrar mi desempeño y mejorar cada día. Su apoyo fue fundamental para alcanzar esta meta.

Mi profunda gratitud también para mi tutor de tesis, Ing. Edison Buenaño, quien, además de ser un excelente docente, me brindó valiosos consejos que marcaron mi formación. Siempre recordaré sus palabras al decirme que la mejor inversión es la educación de uno mismo antes que cualquier otra cosa.

Asimismo, agradezco al Ing. Herrera, quien, sin tener ninguna obligación, atendió mi llamada una noche y me brindó su tiempo para escucharme y aconsejarme cuando le comenté que había sido ascendido en mi trabajo. Ese gesto de apoyo y confianza significó mucho para mí y fortaleció mi crecimiento tanto profesional como personal.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, aportaron a este proceso y me motivaron a seguir adelante. Este logro representa el esfuerzo, la dedicación y la constancia invertidos a lo largo de estos años, y constituye el inicio de nuevos retos y oportunidades en mi vida personal y profesional.

Darwin Andrés Muñoz Alejandro

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mi hermano Aldo, que desde el cielo sigue guiando mis pasos. Tu fuiste quien me recordaba que el estudio era el camino para construir un futuro mejor. Hoy al culminar este trabajo, siento que cumples un sueño que siempre tuviste para mí, verme convertido en un profesional. Donde quiera que estés, espero que estés orgulloso de mí, porque todo el camino que he recorrido siempre fue por ti.

A mi familia, que siempre ha sido mi refugio y mi fuerza. Gracias por estar ahí en los momentos de duda, por sus palabras de aliento y por nunca dejar de creer en mí. Cada logro alcanzado es también de ustedes.

Johan Gabriel González Ortega

DEDICATORIA

Dedico este logro a mí mismo, por la constancia, las ganas de seguir adelante y la perseverancia son capaces de superar cualquier dificultad. Por luchar por aquello que uno desea alcanzar, incluso cuando el camino no siempre estuvo acompañado del apoyo esperado. Este título representa la recompensa de no haber renunciado a mis sueños y de haber confiado en mis propias capacidades.

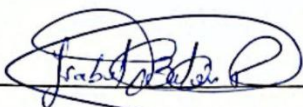
Dedico también este logro a mi abuelita Evita, quien me enseñó el valor de la humildad, el respeto y los principios, simplemente con su forma de ser y actuar. Aunque las circunstancias de la vida hicieron que hoy ya no esté junto a nosotros, siempre llevaré conmigo sus enseñanzas.

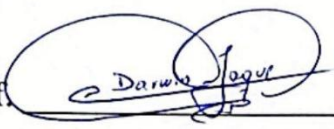
Agradezco y dedico este logro a las personas que confiaron en mí y en mis capacidades, en especial a mi jefe Cristhian Tomalá, quien me brindó la oportunidad de crecer tanto personal como profesionalmente, permitiéndome demostrar mis habilidades y seguir desarrollándome dentro del ámbito laboral.

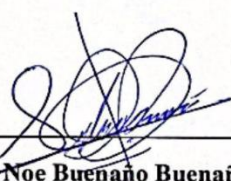
Cada jornada de trabajo, cada día de estudio y cada sacrificio realizado fueron parte de este proceso que hoy culmina con orgullo. Finalmente, dedico este logro a todas aquellas personas que luchan por salir adelante con esfuerzo y determinación, porque los sueños no dependen únicamente de las circunstancias, sino de la decisión y la voluntad de nunca renunciar a ellos.

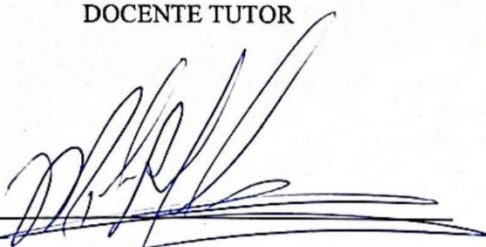
Darwin Andrés Muñoz Alejandro

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 
Ing. Isabel del Rocío Balón Ramos, MSc.
DIRECTOR DE CARRERA

f. 
Ing. Darwin Gustavo Jaque Puca, Mgtr.
DOCENTE ESPECIALISTA

f. 
Ing. Edison Noe Buenaño Buenaño, Mgtr.
DOCENTE TUTOR

f. 
Ing. Juan Carlos Muyulema Allaica, PhD.
DOCENTE UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	¡Error! Marcador no definido.
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iv
AUTORIZACIÓN.....	v
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	vi
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA.....	vii
AGRADECIMIENTOS	viii
DEDICATORIA.....	x
DEDICATORIA.....	xi
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
ÍNDICE GENERAL.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS	xix
LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS.....	xx
RESUMEN.....	xxi
ABSTRACT	xxii
1. CAPÍTULO I.....	31
1.1. Antecedentes investigativos.....	31
1.2. Estado del arte.....	31
1.3. Fundamentos teóricos.....	34
1.4. Descripción del sistema productivo actual.....	36
1.5. Estructura organizacional.....	38

2.	CAPÍTULO II.....	41
2.1.	Enfoque de investigación	41
2.2.	Diseño de investigación	42
2.3.	Población y muestra	43
2.3.1.	Técnicas de recolección de los datos	46
2.3.2.	Procedimiento de validación de encuestas	47
2.3.3.	Instrumentos de recolección de los datos	47
2.4.	Variables del estudio	48
2.5.	Operacionalización de las variables	49
2.6.	Procedimiento para la recolección de datos	49
3.	CAPÍTULO III.....	53
3.1.	Análisis de consistencia interna y resultado de la encuesta	53
3.1.1.	Análisis de fiabilidad de alfa de Cronbach.....	53
3.1.2.	Resultados de la encuesta	54
3.1.3.	Selección de herramientas a implementar	58
3.2.	Diagnóstico del estado actual del proceso de maduración.....	59
3.2.1.	Mapa de flujo de valor aplicado al proceso de maduración del camarón ..	64
3.2.2.	Evaluación descriptiva de las actividades de maduración que agregar valor al proceso (VSM).	71
3.2.3.	Selección de actividades para estandarización basadas en los resultados de la encuesta	76
3.2.4.	Análisis de Poka-Yoke en la situación actual de actividades.....	78
3.3.	Propuesta de mejora mediante manufactura esbelta	80
3.3.1.	Propuesta de implementación de la 5S.....	80
3.3.2.	Propuesta de estandarización de actividades	93
3.3.3.	Propuesta de dispositivos Poka-Yoke a prueba de errores.....	102
3.3.4.	Tablero Kanban de control operativo – tarjeta de colores.....	106
3.3.5.	Oportunidad de mejora en actividades mediante análisis de VSM	107
3.3.6.	VSM después de la propuesta.....	121
3.3.7.	Conclusión impacto global después de mejoras.....	128
3.4.	Evaluación de alternativas mediante el método de relación de ventajas y desventajas.	128
3.5.	Marco de discusión	132

3.6.	Limitaciones del estudio	134
3.7.	Recomendaciones para futuras investigaciones	135
3.8.	Presupuesto y Evaluación Financiera de la Propuesta	135
3.8.1.	Inversión Inicial y Ahorros Proyectados	136
3.8.2.	Evaluación Financiera y Resultados.....	136
CONCLUSIONES.....		137
RECOMENDACIONES.....		138
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		139
ANEXOS.....		143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Prueba FINER.	26
Tabla 2. Población de estudio de área de maduración de Texcumar S.A.	44
Tabla 3. Encuesta realizada al personal.	45
Tabla 4. Operacionalización de variables.	50
Tabla 5. Revisión por expertos para su valoración del instrumento.	51
Tabla 6. Análisis de frecuencias de rondas de validación.....	52
Tabla 7. Calificación de expertos.....	52
Tabla 8. Nivel de confianza de coeficiente.	53
Tabla 9. Fiabilidad de los datos del instrumento.....	53
Tabla 10. Fiabilidad de encuesta.....	54
Tabla 11. Resultados tabulados de la encuesta a operarios.....	54
Tabla 12. Prueba de normalidad.....	56
Tabla 13. Prueba no paramétrica.....	56
Tabla 14. Tabla de frecuencia de respuestas.	57
Tabla 15. Resumen de resultados de la encuesta.	58
Tabla 16. Herramientas Lean utilizadas en la revisión sistemática.....	58
Tabla 17. Herramienta de manufactura esbelta.....	59
Tabla 18. Resumen de tiempos obtenidos.....	62
Tabla 19. Situación actual del área de maduración respecto a la encuesta.	64
Tabla 20. Procesos del área de maduración.	65
Tabla 21. Identificación de valor agregado y tiempos de espera por etapa productiva.	66
Tabla 22. Indicadores de las actividades.....	68
Tabla 24. Indicadores globales de estado actual.	71
Tabla 24. Datos actuales de las actividades dieta – conteo y resiembra de nauplios.....	74
Tabla 25. Resultados de capacidad de ocio actual de las actividades.	75
Tabla 26. Identificación de errores potenciales en actividades críticas.	79
Tabla 27. Uso de herramientas.....	82
Tabla 28. Tabla de frecuencia.	83
Tabla 29. Ubicación de herramientas por frecuencia de uso.....	84
Tabla 30. Indicadores obtenidos de segunda etapa.	87
Tabla 31. Formatos para control estandarizado.	89

Tabla 32. Tabla de resultados de etapa 4.	89
Tabla 33. Tabla comparativa de resultados.	91
Tabla 34. Suplementación obtenida.	93
Tabla 35. Resumen de tiempo normal y estándar de actividades.....	94
Tabla 36. Comparación de estándar de tiempo actual vs mejorado.....	95
Tabla 37. Formato de la hoja de trabajo estandarizado.....	98
Tabla 38. Formato de hoja de trabajo estandarizado - Limpieza de piedras difusoras.	100
Tabla 39. Propuesta de dispositivos Poka-Yoke para actividades críticas.....	102
Tabla 40. Sistema de coloración Poka-Yoke para productos de aplicación por sala.	103
Tabla 41. Beneficios esperados del sistema Poka-Yoke.....	104
Tabla 42. Tablero Kanban de control operativo del área de maduración.	107
Tabla 43. Subactividades de dieta en espera.	108
Tabla 44. Resumen de tiempos y costos calculados en dieta.	111
Tabla 45. Mejora proyectada para recepción y transporte de alimento.	113
Tabla 46. Subactividades de conteo y resiembra de nauplios.	114
Tabla 47. Resumen de tiempos y costos calculados.	118
Tabla 48. Mejora proyectada para actividad cosecha.	119
Tabla 49. Nuevos tiempos de la etapa de maduración.	120
Tabla 50. Tabla comparativa estado actual y futuro.	121
Tabla 51. Resumen de ahorro tiempo y capacidad liberada.....	125
Tabla 52. Datos proyectados de las actividades dieta – conteo y resiembra de nauplios.	126
Tabla 53. Indicadores globales de capacidad operativa antes y después de las mejoras.	127
Tabla 54. Clasificación de las ventajas y desventajas.	129
Tabla 55. Evaluación de alternativas – relación de ventajas y desventajas.	131
Tabla 56. Resumen de indicadores financieros.....	136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo PICO.....	25
Figura 2. Criterios FINER.....	26
Figura 3. Línea de acción metodológica (análisis bibliométrico).....	31
Figura 4. Metodología PRISMA.....	32
Figura 5. Protocolo de investigación.....	33
Figura 6. Logo de empresa Texcumar S.A.	37
Figura 7. Estructura organizacional.	39
Figura 8. Flujograma.....	40
Figura 9. Diseño de investigación.....	42
Figura 10. Protocolo por seguir en el estudio.	43
Figura 11. Organización para la recopilación de datos.	46
Figura 12. Método Delphi.....	47
Figura 13. Distribución del área de maduración.	60
Figura 14. Recorrido actual del suministro de alimento (dieta).....	61
Figura 15. Diagrama de flujo de proceso de maduración.	63
Figura 16. Mapa de fujo de valor actual.....	70
Figura 17. Método de los 5 porqués – dieta.....	72
Figura 18. Método del 5 porques – conteo y resiembra de nauplios.	73
Figura 19. Metodología de Poka-Yoke.....	78
Figura 20. Etapas de la metodología 5S.....	81
Figura 21. Distribución de herramienta propuesta.....	85
Figura 22. Registro de limpieza.	88
Figura 23. Gráfico comparativo de resultados.	92
Figura 24. Comparativa de tiempo estándar actual vs mejorado en minutos	96
Figura 25. Mejora porcentual tiempo estándar en relación al actual.	97
Figura 26. Flujograma de limpieza de tanques (sifoneo).....	99
Figura 27. Flujograma de limpieza de piedras difusoras.	101
Figura 28. VSM de dieta de subactividades de dieta enfocado en esperas.	108
Figura 29. Propuesta de recorrido del suministro de alimento (dieta).	109
Figura 30. Diagrama recorrido actual y propuesto de trasporte y suministro.....	113
Figura 31. VSM de subactividades de conteo y resiembra enfocado en esperas....	115
Figura 32. Mapa de flujo de valor futuro.	122

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Base de datos Scopus.	143
Anexos B. Base de datos de Web of Science.....	143
Anexo C. Fusión de datos Scopus y WoS.	143
Anexo D. Ficha de validación de juicio por expertos.....	144
Anexo E. Cuestionario aplicado a los trabajadores.	145
Anexo F. Enfoques de investigación.	146
Anexo G. Metodologías utilizadas.	146
Anexo H. Técnicas aplicadas por autores.....	146
Anexo I. Instrumentos empleados por los investigadores.	147
Anexo J. Herramientas Lean utilizadas en la revisión sistemática.....	147
Anexo K. Resumen y análisis de cada ítem de encuesta.	148
Anexo L. Fiabilidad de instrumentos a expertos.	149
Anexo M. Fiabilidad de instrumento de operadores.....	149
Anexo N. Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk.....	150
Anexo O. Prueba de H Kruskai Wallis.....	150
Anexo P. Formato de checklist para auditoria.....	151
Anexo Q. Tabla de valoración del trabajo.	152
Anexo R. Tabla de suplementos por descanso.	152
Anexo S. Toma de datos a actividades.	153
Anexo T. Revisión de suministro y alimento.	153
Anexo U. Cuestionario a trabajadores.	153

LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

IBM SPSS: Statical Package for the Social Science (software estadístico).

JIT: Just in Time (Justo a Tiempo).

OIT: Organización Internacional del Trabajo.

PICO: Población, Intervención, Comparación, Resultado.

PRISMA: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses.

Tc: Tiempo de ciclo observado.

Ts: Tiempo estándar.

Tn: Tiempo normal.

TPS: Total Production System.

VSM: Value Steam Mapping.

WoS: Web of Science.

α : Alfa de Cronbach.

H: Estadístico de Kruskal-Wallis.

P: Nivel de significancia (p-valor).

n: Tamaño de muestra.

“PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE MANUFACTURA ESBELTA PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS EN LA MADURACIÓN DE CAMARONES DE LA EMPRESA TEXTCUMAR SANTA ELENA – ECUADOR”

Autor: González Ortega Johan Gabriel

Muñoz Alejandro Darwin Andrés

Tutor: Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe, Mgtr.

RESUMEN

La industria camaronera en Ecuador ha experimentado un crecimiento sostenido, posicionando al país como el principal exportador de camarón a nivel mundial. Sin embargo, la creciente competencia internacional exige altos niveles de eficiencia operativa, especialmente en etapas críticas como la maduración del camarón, donde la falta de estandarización de tiempos genera tiempos muertos, reprocesos y variabilidad en el desempeño del personal. La presente investigación tuvo como objetivo diseñar una propuesta basada en la metodología de la empresa Texcumar S.A., ubicada en la provincia de Santa Elena. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo con diseño no experimental de corte transversal y alcance descriptivo correlacional. Se aplicó una encuesta a 35 trabajadores, procesada mediante IBM SPSS, obteniendo un coeficiente alfa de Cronbach de 0,848 que confirmó la alta fiabilidad del instrumento. Las pruebas de normalidad y la prueba de Kruskal-Wallis sustentaron el análisis descriptivo. Los resultados revelaron tres problemas críticos: el 85,7 % de los operarios desconoce el tiempo estándar para alimentar o limpiar tanques, el 74,3 % reporta alta variabilidad en la limpieza de tanques. La propuesta de mejora incluyó la implementación secuencial de 5S, estudio de tiempos y trabajo estándar, proyectando reducciones del 70 % en la búsqueda de herramientas, 40 % en tiempo de cierre de turno y establecimiento de tiempos estándar para cinco actividades críticas y una optimización sustancial del flujo de valor mediante la eliminación de esperas e innecesarios desplazamientos. Se concluyó que la manufactura esbelta es viable en procesos biológicos como la maduración del camarón, aportando un referente metodológico para el sector acuícola.

Palabra clave: manufactura esbelta, estandarización de tiempos, estudio de tiempos, 5S, maduración de camarón.

“PROPOSED LEAN MANUFACTURING METHODOLOGY FOR TIME
STANDARDIZATION IN SHRIMP MATURATION AT TEXCUMAR, SANTA
ELENA – ECUADOR”

Authsor: González Ortega Johan Gabriel

Muñoz Alejandro Darwin Andrés

Tutor: Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe, Mgtr.

ABSTRACT

The shrimp industry in Ecuador has experienced sustained growth, positioning the country as the world’s leading shrimp exporter. However, growing international competition demands high levels of operational efficiency, especially during critical stages such as shrimp maturation, where a lack of standardized times leads to downtime, rework, and variability in staff performance. The objective of this research was to design a proposal base on lean manufacturing methodology for standardizing time in the maturation area of Texcumar S.A., located in the province of Santa Elena. The study adopted a quantitative approach with a non-experimental, cross-sectional design and a descriptive-correlational scope. A survey was administered to 35 workers and analyzed using IBM SPSS, yielding a Cronbach’s Alpha coefficient of 0.848, which confirmed the high reliability of the instrument. Normality tests and the Kruskal-Wallis test supported the descriptive analysis. The results revealed three critical problems: 85.7% of the operators are unaware of the standard time for loading or cleaning tanks, 74.3% spend more than 30 minutes a day looking for tools, and 74.3% report high variability in tank cleaning. The improvement proposal included the sequential implementation of 5S, time studies, and standard work, projecting reductions of 70% in tool search time and 40% in shift-closing time and establishing standard time for five critical activities. It is concluded that lean manufacturing is viable in biological processes such as shrimp maturation, providing a methodological framework for the aquaculture sector.

Keywords: Lean Manufacturing, time standardization, time study, 5S, shrimp maturation.

INTRODUCCIÓN

El sector de la acuicultura ha obtenido un crecimiento significativo en las últimas décadas, consolidándose como una de las principales fuentes de producción de alimentos de origen acuático en el mundo. De acuerdo con Naspirán-Jojoa et al., (2022), la producción acuícola alcanzó aproximadamente 179 millones de toneladas en el año 2018, obteniendo una cifra cercana a los 250 mil millones de dólares. Este crecimiento se ha visto impulsado, en parte, por el estancamiento de la pesca de captura desde la década de 1980, posicionando a la acuicultura como una alternativa estratégica para satisfacer la demanda global de proteínas (FAO, 2023).

Dentro de este contexto, la producción de crustáceos, especialmente el camarón, ocupa un lugar representativo en relación con el suministro mundial de alimentos acuáticos López Torres & Moreno Moreno, (2022). Este auge ha elevado las exigencias del mercado en materia de calidad, eficiencia en la cadena productiva y términos de sostenibilidad (Ocegueda Hernández, 2016).

En América Latina, y particularmente en el Ecuador, la industria camaronera constituye un pilar clave de las exportaciones no petroleras. El país se posiciona como el principal exportador de camarón a nivel mundial, abasteciendo la demanda de mercados como China, Estados Unidos y Europa (Mendoza Saltos, 2026). Desde 2020, el sector ha tenido un crecimiento promedio anual del 16 %, dinamizando la economía y generación de empleos en la zona costera (Montecé Sotomayor, 2025).

Sin embargo, para mantener esta competitividad, las organizaciones enfrentan la necesidad de modernizar la gestión de sus operaciones. En este contexto, la adopción de filosofías como Lean Manufacturing y el estudio de tiempos (Ferrer Blas et al.,

2024) se proyecta como un marco metodológico idóneo para elevar la eficiencia operacional en el laboratorios y plantas de producción acuícola.

Planteamiento del problema

A pesar de sostenido crecimiento de la industria camaronera, el sector afronta importantes desafíos en la optimización de sus etapas productivas críticas, especialmente en la fase de maduración del camarón. En este eslabón, la precesión en el control de variables físico-químicas y la ejecución oportuna de tareas determinan la calidad del producto final y la prevención de pérdidas por estrés o mortalidad (Rimbaldo Luzón et al., 2024).

No obstante, diversas empresas del sector aun exhiben limitación en la gestión técnica de sus flujos de trabajo, caracterizados por la variabilidad en los tiempos operativos y la baja aplicación de metodologías modernas en la mejora continua (Ferrer Blas et al., 2024).

Se estima que hasta un 70 % de las organizaciones camaroneras carece de un sistema estructurando de estudio de tiempos y optimización de recursos (Carmen Belissa, 2025). En este contexto, la presente investigación toma como objeto de estudio las operaciones del laboratorio de la empresa Texcumar S.A., ubicada en la comuna San Pablo, provincia de Santa Elena, dedicada a la reproducción de *Litopenaeus vannamei* bajo condiciones controladas y dotadas de infraestructura para las fases de maduración, desove, eclosión y despacho de nauplios (Texcumar, 2026).

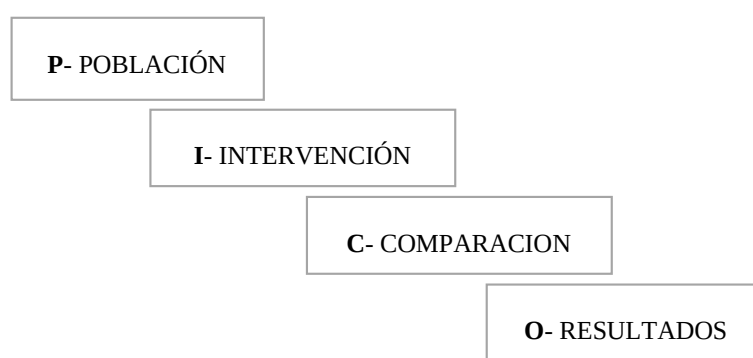
En el marco de su operativa diaria, el proceso de maduración evidencia áreas de oportunidad clase para la estandarización. Mediante observaciones directas y análisis técnicos, se han identificado fluctuaciones significativas en los tiempo de ejecución, presencia de actividades sin valor agregado (esperas y desplazamientos

innecesarios), desfasajes temporales en labores críticas como la alimentación y el monitoreo, así como oportunidades de mejora en la distribución de las cargas de trabajo y asignación de recursos (Villón Holguín, 2020). La ausencia de tiempos estándares consolidados y la limitada medición de indicadores operativos derivan en variabilidad en la productividad, sobre costos de mano de obra e ineficiencia general del flujo productivo, haciendo indispensable la formulación de una propuesta de mejora basada en la manufactura esbelta.

Formulación del problema de investigación

¿De qué manera el diseño de un modelo basado en la metodología Lean Manufacturing (I) permite reducir la variabilidad de los tiempos de ciclo (O) en el proceso de maduración de camarón (P) en la empresa Texcumar S.A (S), en comparación con la situación operativa actual (C) para optimizar su eficiencia operativa?

Figura 1. *Modelo PICO.*



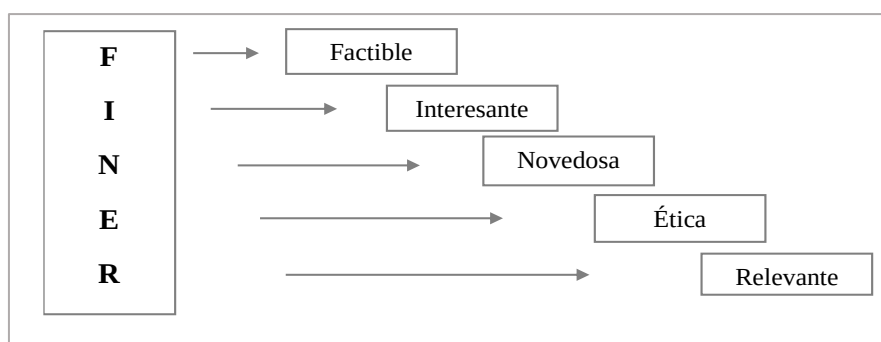
Nota. Elaborado por los autores basados en datos de Chocobar Reyes & Barreda Medina, (2025).

La Figura 1 representa la estructura metodológica del modelo PICO, una herramienta utilizada para formular preguntas de investigación de manera organizada y facilitar la identificación de evidencia científica relevante. Este modelo permite

definir los elementos principales del estudio mediante cuadro componentes: población, intervención, comparación y resultados.

La metodología PICO tiene como objetivo construir preguntas enfocadas que permitan resolver incógnitas, con lo cual ha sido una herramienta fundamental para la estandarización de preguntas de investigación (Chocobar Reyes & Barreda Medina, 2025). Una pregunta que tiene una estructura sólida y bien elaborada necesita tener características para que sea una pregunta de investigación. Dichas características son las que se menciona en los criterios FINER (Sánchez Martín 2023).

Figura 2. *Criterios FINER.*



Nota. Elaborado por los autores basados en los autores basados en datos de Sánchez Martín et al., (2023).

La Figura 2 presenta los criterios FINER, los cuales constituyen una guía para evaluar la calidad y viabilidad de una investigación. Estos criterios permitieron verificar que el estudio es factible, debido a la disponibilidad de acceso a la empresa y la información requerida.

Tabla 1. Prueba FINER.

Pregunta	Respuesta
(F): ¿Texcumar dará permiso para cronometrar al personal operativo?	Si
(I): ¿Reducir la variabilidad en la maduración es una prioridad para la empresa?	Si

(N): Se ha aplicado Lean Manufacturing específicamente en la maduración del camarón?	No
(E): ¿La toma de tiempos afectara el bienestar de los animales o causara estrés innecesario al personal?	No
(R): ¿La falta de estandarización en maduración está causando actualmente retrasos en la etapa de larvicultura o pérdidas económicas por subutilización de tanques?	Si

Nota. Elaborado por los autores. Cada sigla atribuye a una pregunta de interés con la finalidad de convertir conceptos en realidad operativa.

En la Tabla 1 se muestra la aplicación de los criterios FINER confirma que la pregunta de investigación es factible y pertinente para el contexto de Texcumar S.A. El interés institucional por manufactura esbelta (I) y la novedad de su aplicación en maduración de camarón (N) justifican el desarrollo de la propuesta, mientras que la viabilidad ética (E) y la relevancia operativa (R) aseguran que el estudio pueda realizarse sin afectar el bienestar animal ni la productividad.

Alcance de la investigación: el presente estudio se enfoca en el diseño de una propuesta basada en la metodología de manufactura esbelta para la estandarización de los tiempos de procesos en el área de maduración de camarones de la empresa Texcumar S.A., ubicada en la provincia de Santa Elena, Ecuador. El objetivo por seguir del estudio es identificar ineficiencias operativas dentro de esta etapa del proceso productivo y estructurar soluciones prácticas fundamentadas en herramientas de mejora continua aplicadas al sector acuícola (Quiroz Flores et al., 2022).

El estudio se centra específicamente en el área de maduración, considerada una de las fases destacadas dentro de la cadena de valor del cultivo de camarón, debido a que, su eficiencia depende de factores clave como la calidad genética y la capacidad reproductiva del producto final (Rodríguez Guaranda, 2023).

En este caso, se analizan procesos internos tales como la siembra de reproductores, alimentación, limpieza de tanques, distribución del personal y uso de recursos. Sin embargo, el estudio no tomara en cuenta de manera directa otras áreas de la empresa, como larvicultura, comercialización o gestión administrativa, aunque se reconoce que las mejoras en la etapa de maduración pueden generar efectos positivos que tienen un impacto en toda la cadena de producción. El alcance de la investigación comprende una fase de diagnósticos del estado actual del proceso, seguida del diseño de una propuesta de mejora basada en herramientas de manufactura esbelta, tales como el mapeo de flujo de valor (VSM), la metodología 5S, el análisis de desperdicios, la estandarización de procesos, técnicas de gestión visual y control de tiempos (Chillogallo Rumipulla & Heredia Reinoso Román Genaro, 2024).

Para el desarrollo del estudio se emplean técnicas como la observación directa, encuestas al personal operativo, medición de tiempos, análisis de recorridos de trabajo, elaboración de diagramas de proceso y análisis de datos, con el fin de fundamentar las propuestas de mejora. Entre las principales limitaciones se encuentra la ausencia de un análisis financiero detallado sobre la implementación de las herramientas Lean o la incorporación de tecnologías de alto costo.

El enfoque de la investigación se orienta hacia soluciones de bajo costo y alto impacto. Asimismo, el estudio se desarrolla en un periodo de tiempo prolongado, porque los resultados se presentan como proyecciones de mejora potencial, sin evaluar su impacto a largo plazo mediante implementación completa de las propuestas.

Finalmente, se espera que esta investigación contribuya a la mejora de la eficiencia operativa en la empresa Texcumar S.A., y que sirva como referencia técnica para otras empresas del sector acuícola que enfrentan problemáticas parecidas. La aplicación de la manufactura esbelta en procesos biológicos, como la maduración del

camarón, representa una innovación metodológica que puede generar ventajas competitivas sostenibles en el tiempo.

Justificación de la investigación: el propósito de la aplicación de la metodología Lean Manufacturing es impulsar la mejora continua en los sistemas de producción, mediante la optimización de procesos, la reducción de desperdicios y el incremento de la eficiencia operativa (Bravo Fernández, 2023).

Por lo tanto, la presente investigación se justifica en la necesidad de aplicar herramientas de mejora continua en el proceso de maduración del camarón, con el fin de optimizar los tiempos operativos, reducir desperdicios y mejorar la eficiencia del sistema productivo en la empresa Texcumar S.A.

Preguntas directrices (subproblemas)

1. ¿Cuál es la situación actual del proceso de maduración en la empresa Texcumar S.A., en términos de tiempos operativos, cuellos de botella y desperdicios?
2. ¿Qué herramientas de manufactura esbelta son las más adecuadas para ser aplicadas en el proceso de maduración de camarones?
3. ¿Cómo pueden adaptarse las herramientas de manufactura esbelta a las condiciones operativas del área de maduración en Texcumar S.A.?
4. ¿Cuál sería el impacto potencial de la aplicación de herramientas de manufactura esbelta en la reducción de tiempos, mejor de la productividad y eficiencia operativa?
5. ¿Cómo estructurar una propuesta de mejora basada en manufactura esbelta para optimizar el proceso de maduración del camarón?

Objetivos

Objetivo general

Diseñar una propuesta basada en la metodología de manufactura esbelta en la empresa Texcumar S.A., para la estandarización los tiempos de proceso, el mejoramiento de la eficiencia operativa y reducción de desperdicios en el área de maduración.

Objetivos específicos

OE. 1. Sintetizar la evidencia científica sobre manufactura esbelta mediante una revisión sistemática de la literatura para la estandarización de procesos

OE. 2. Analizar el proceso de maduración en Texcumar S.A., mediante técnicas e instrumentos de recopilación de información orientados a la reducción de desperdicios y tiempos improductivos.

OE. 3. Diseñar una propuesta de mejora basada en herramientas de manufactura esbelta, evaluando su impacto en indicadores de desempeño.

1. CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

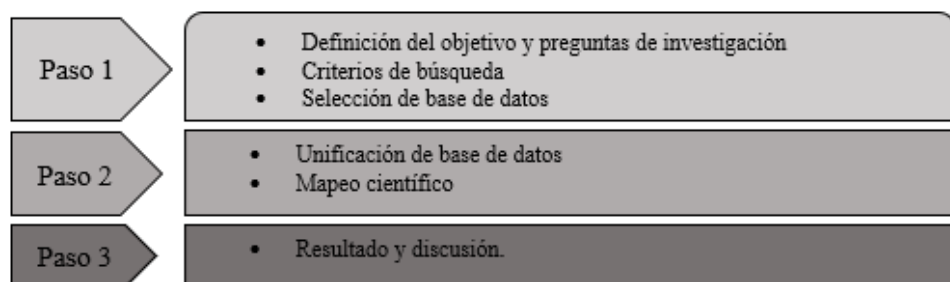
1.1. Antecedentes investigativos

En el área de la gestión de operaciones, diversas investigaciones han abordado la optimización de procesos productivos mediante la implementación de metodologías orientadas a la mejora continua. En este caso, la manufactura esbelta se ha consolidado como una de las herramientas destacadas para la eliminación de desperdicios, la reducción de variabilidad y el incremento de la eficiencia operativa. Según Bravo Fernández, (2023), esta metodología permite mejorar la calidad de los procesos eliminando los despilfarros o errores que ocurren en el sistema productivo con la cual generan una gran pérdida de productividad.

1.2. Estado del arte

Según Corzo Domínguez et al., (2022) se considera como una investigación de campo de la ciencia, para construir un inventario de repertorio de información que identifica las tendencias de la cantidad de información que existe relacionado al tema de interés.

Figura 3. Línea de acción metodológica (análisis bibliométrico).



Nota. Elaborado por los autores en base al análisis bibliométrico.

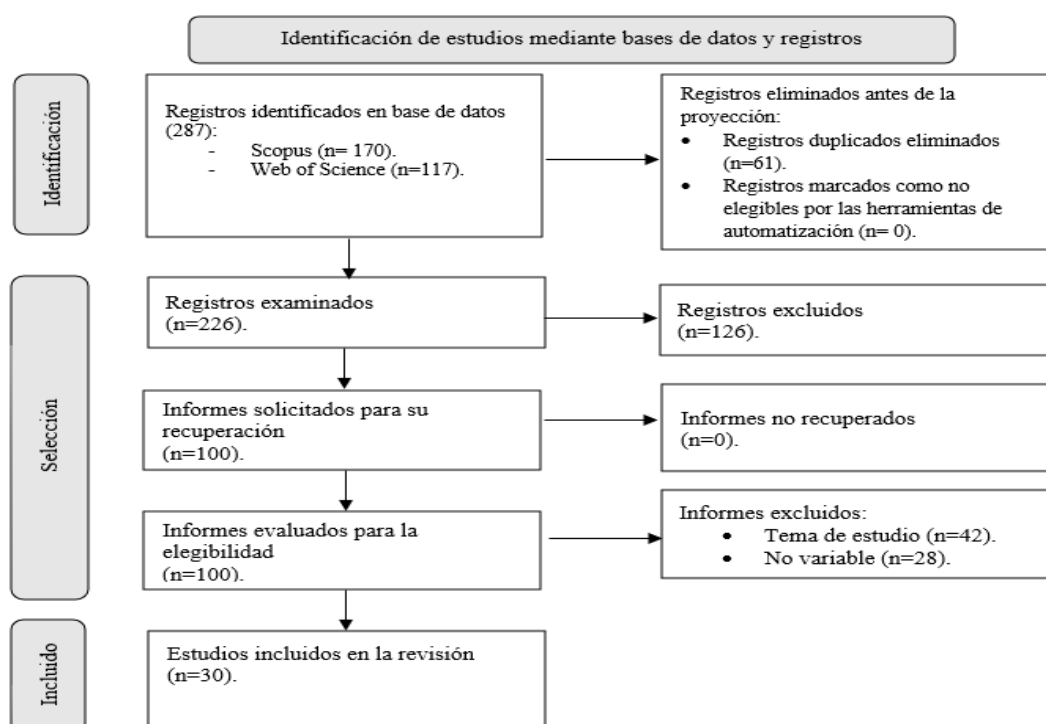
En la Figura 3 se muestra los pasos para desarrollar el análisis investigativo se empleó el análisis bibliométrico como una herramienta metodológica que se enfoca en

identificar, organizar y examinar de manera estructurada la información que se encuentra disponible a nivel global. Como se muestra en la Figura 3, se detallan los pasos necesarios para realizar el estado del arte.

Resultado y discusión

Los resultados de la revisión literaria demuestran un total de 287 artículos, 170 fueron seleccionados de la base de datos Scopus y 117 de Web of Science. En la Figura 9 está el procedimiento de exclusión donde 61 artículos se descartaron por ser duplicados. Los cuales 126 fueron excluidos al no estar relacionado con el objeto de estudio. En esta etapa se eliminaron 42 artículos al no estar alineados con la temática y 28 debido al no haber variables de estudio requeridas. Finalmente, se seleccionaron 30 artículos que fueron utilizados en el análisis literario.

Figura 4. Metodología PRISMA



Nota. Elaborado por los autores.

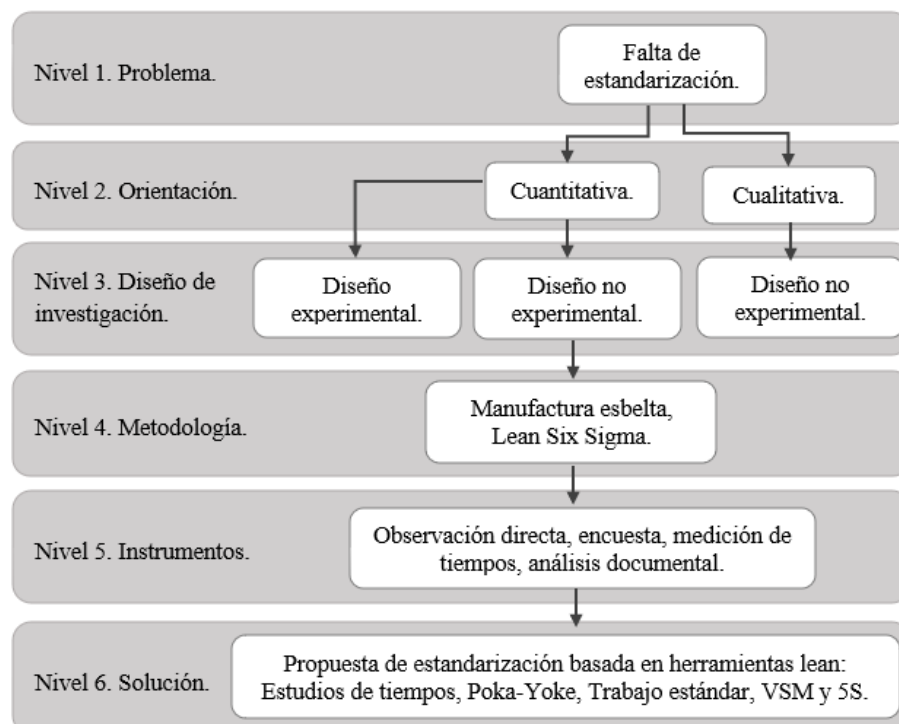
La Figura 4 presenta el proceso de selección de la literatura científica mediante la metodología PRISMA. Se localizaron 287 registros provenientes de la base de datos

Scopus (170) y Web of Science (117). Posteriormente, se eliminaron 61 registros duplicados, obteniendo un total de 226 estudios para la etapa de revisión inicial.

Durante la fase de selección, tras el análisis de títulos y resúmenes, se excluyeron 1266 registros por no cumplir con los criterios de inclusión previamente establecidos, quedando 100 artículos para la evaluación del texto completo.

A continuación, se muestra un esquema de los métodos fundamentales identificados en la revisión literaria para optimizar el proceso de maduración del camarón. Así mismo, se destacan herramientas de la metodología manufactura esbelta. Complementando con técnicas analíticas como el flujograma, checklist y diagrama de recorrido, que facilitan la comprensión y estructuración del proceso inicial. Por este motivo, este enfoque permite diseñar una propuesta viable para la estandarización de tiempo en el área de maduración de la empresa Texcumar S.A.

Figura 5. *Protocolo de investigación.*



Nota. Elaborado por los autores en base al esquema metodológico en base al análisis bibliométrico.

En la Figura 5 el protocolo de investigación está dividido por niveles, a partir de la revisión sistemática, con lo cual tenemos el primer nivel que tiene problema principal de la falta de estandarización de actividades, el segundo nivel que se trata de la orientación de estudio de tipo cuantitativo por la selección de actividades que se realiza en el área de maduración con un aporte de 50 % en los estudios. A su vez, la metodología idónea es manufactura esbelta por su enfoque práctico y costo mínimo.

Por consecuencia, la técnica de recolección de datos se basa en encuesta, dado que tiene un índice positivo por los investigadores con un 33,33 % y la técnica de observación directa que tiene un 30,00 %. Finalmente, para el levantamiento de información que se realiza a la empresa sugiere ser mediante un cuestionario con un índice de utilización de 36,66 % dentro del estudio (Anexo F, G, H)

1.3.Fundamentos teóricos

Lean Manufacturing

La definición que recibe el sistema justo a tiempo (Just in Time) en la región occidente. También recibe el nombre de clase mundial y sistema de producción Toyota. Según Socconini, (2019) se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y la reducción de mermas o excesos que no aportan valor al sistema en un proceso, aunque si costo y operaciones. Esta reducción sistemática se lleva a cabo mediante trabajo con equipos de personas capacitadas y organizadas.

Mejora continua

Se define como una filosofía de dirección con el fin de conseguir ventajas competitivas que se basa en la perfección de la calidad y calidad total. Además, pretende lograr calidad en gestión estratégica, operativa y procesos de administración, se aplica y tiene un impacto en varias áreas (Barreras, 2022).

Las 5S

El significado es originario de Japón, es una herramienta que desarrolla una forma novedosa de realizar actividades en una organización o empresa. Esta forma mejorada produce un cambio que trae beneficios, así como las restricciones para establecer técnicas de gestión modernas. (Salazar, 2022).

Productividad

Se conoce como la relación existente entre el volumen total de la producción y los recursos utilizados para alcanzar dicho nivel de producción, en otras palabras, es la razón entre salidas e ingresos (Ulloa-Pimienta et al., 2023).

Estudio de tiempos

Se define como la mejora de la productividad de cierta empresa, que mide mediante cronometro, el cual permite analizar y optimizar cada etapa del proceso y establecer estándares operativos en las actividades de estudio (Citlali de la Cruz Martínez et al., 2024).

Optimización de procesos

Se basa en mejorar actividades organizacionales mediante análisis de estrategias, rediseños y aplicación de metodologías para un análisis de todos los procesos y así conseguir eliminar errores potenciales y, la meta, ser eficientes y eficaces. El objetivo es obtener una mayor rentabilidad y mejor desempeño competitivo en toda la organización.(Hidalgo Pozzi et al., 2024).

Tiempo estándar

Su significado se traduce como el resultado en unidades de tiempo, de realizar una actividad, donde incluyen elementos aislados dados durante el desarrollo del

estudio de tiempo. Es el resultado del tiempo normal sumado a los suplementos propios del trabajo que ayuda a la planificación y determinación del tiempo empleado para este (Bravo Fernández, 2023).

El tiempo estándar se calcula aplicando la fórmula 1:

$$\textbf{Fórmula 1: } T_e = T_n(1 + A)$$

Dónde:

T_e = tiempo estandar.

T_n = tiempo normal.

A = porcentaje de suplementos por fatiga o demoras inevitables.

Tiempo normal

Lozano Nación, (2023) define el trabajo normal como el tiempo requerido que un operario calificado realiza una actividad a un ritmo constante sin interrupciones.

El trabajo normal se calcula aplicando la fórmula 2:

$$\textbf{Fórmula 2 : } T_n = T_e \times \left(\frac{R_o}{R_n} \right)$$

Donde

T_n = Tiempo normal.

T_e = Tiempo observado.

R_o = Ritmo observado.

1.4.Descripción del sistema productivo actual

La empresa Texcumar S.A., inició sus actividades en el año 2003 con la finalidad de contribuir al desarrollo del sector camaronero del Ecuador, mediante la producción de nauplios y postlarvas de calidad excepcional y la implementación de estrategias novedosas y tecnologías en cada una de las etapas de la cadena productiva (Texcumar, 2026).

Figura 6. Logo de empresa Texcumar S.A.



Nota. Extraído de Texcumar (2026).

Misión

“Contribuir al desarrollo del sector camaronero a través de la producción de nauplios y postlarvas de calidad”.

Visión

“Mantener el liderazgo en la producción de nauplios y postlarvas de calidad en el Ecuador y proyectarnos a nuevos mercados, siendo referentes en la industria mundial de camarón”.

La entidad Texcumar S.A nació en el año 1999, fundada por un ciudadano norteamericano de origen de Texas, de allí el nombre de la empresa. Establecido en Ecuador, decidió involucrase en la producción de nauplios de camarón, iniciando sus

operaciones. La empresa ecuatoriana está ubicada en la comuna San Pablo del cantón Santa Elena.

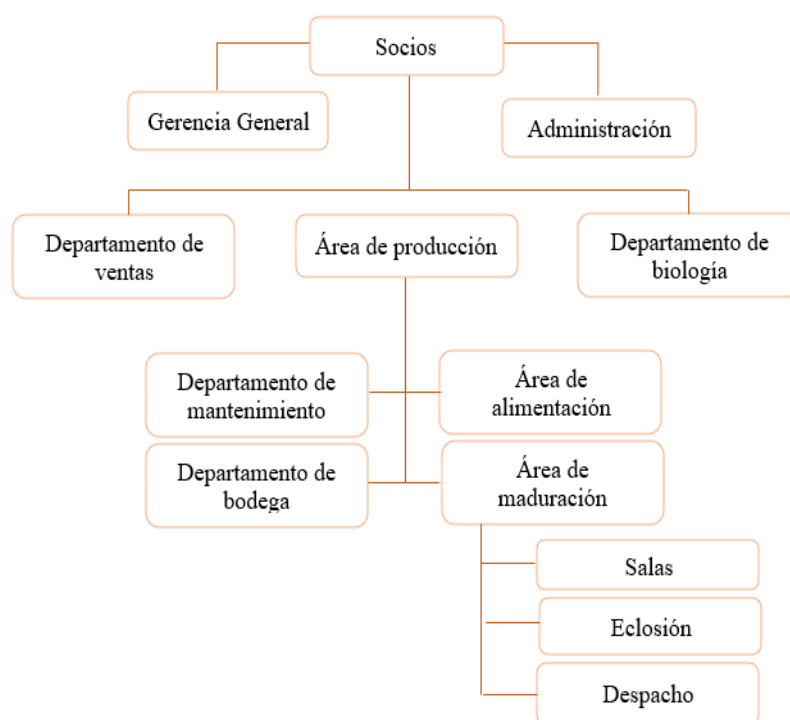
Es un centro de mejoramiento genético de camarón (*Litopenaeus vannamei*) con más de 20 años de experiencia en la producción de nauplios y postlarvas de alta calidad, incluyendo programas de mejoramiento genético enfocado en su crecimiento, supervivencia y resistencia a enfermedades, lo que los convierte en líderes del sector camaronero en el país (Texcumar, 2026).

En contexto a proceso de reestructuración, el fortalecimiento del equipo técnico y administrativo, instalación de tecnología con desarrollo sostenible, certificaciones internacionales, inocuidad alimentaria, trazabilidad, responsabilidad ambiental y social y el desarrollo de programas de mejoramiento genético, ofrecen a la industria una producción alrededor de 800 millones de nauplios diarios provenientes de 7 bases/maduraciones en la provincia de Santa Elena en los sectores de San Pablo, Mar Bravo y Punta Carnero. Así mismo cuentan con 9 módulos de producción en los laboratorios de postlarvas, ubicada en la vía a la comuna Monteverde, lo que les permite producir alrededor de 600 millones de postlarvas al mes de la mejor calidad, garantizando a los laboratorios un excelente producto y las camaroneras un futuro camarón de exportación competitivo en los mercados internacionales.

1.5. Estructura organizacional

La estructura organizacional de Texcumar S.A., define la distribución jerárquica de los cargos, las líneas de autoridad y las responsabilidades de cada uno de los colaboradores que integran la empresa. Esta organización permite una adecuada coordinación entre las diferentes áreas, facilitando la comunicación, la toma de decisiones y el cumplimiento eficiente de los procesos productivos y administrativos.

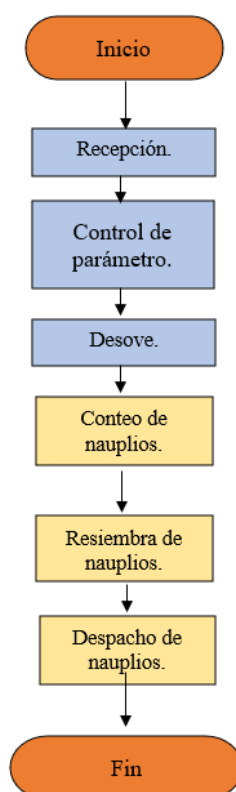
Figura 7. Estructura organizacional.



Nota. Elaborado por los autores en base a datos de (Texcumar, 2026).

En la Figura 7 se observa la estructura de la organización, la función de cada uno de los que forman parte de la empresa, desde la alta dirección hasta el personal operativo. Cada eslabón desempeña funciones específicas orientadas al cumplimiento de los objetivos organizacionales, contribuyendo al desarrollo de las actividades bajo criterios de eficiencia, calidad y mejoramiento continuo.

Figura 8. Flujograma.



Nota. Elaborado por los autores en base a datos de (Texcumar, 2026).

En la Figura 8 se esquematiza el flujo secuencial de las actividades en el área de maduración. El proceso inicia con la recepción y control de parámetros ambientales requeridos para inducir el desove. Posteriormente, se trasciende a la etapa de cuantificación y manejo biológico mediante el conteo y la resiembra de nauplios, finalizando la cadena de valor con el despacho del producto. El esquema permite identificar visualmente posibles cuellos de botellas así como actividades que no agregan valor. (Luque Huanca & Rojas Polo, 2021).

Su análisis sistemático facilitara la futura aplicación de herramientas como el mapeo de flujo de valor y la identificación de mermas del área de maduración. Con este fundamento teórico de la manufactura esbelta y sus herramientas, el siguiente capítulo detalla la metodología adoptada para el diagnóstico y la propuesta de estandarización de tiempo en Texcumar S.A.

2. CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

Esta investigación que se plantea se acopla con el método científico, con lo cual permite observar, identificar, analizar y proponer alternativas favorables en el área de producción de nauplios, siendo más concretos en el área de maduración. Con lo cual se propone una mejora en las actividades que se llevan a cabo, esto se realiza mediante la metodología de manufactura esbelta o “Lean Manufacturing”. Con ello se identifican actividades que no aportan valor a la cadena de producción, a su vez optimizando recursos y tiempos mediante herramientas que contiene esta metodología.

Para la recolección de información necesaria para esta investigación se utiliza una lista de chequeo, encuestas, observación directa. Con la finalidad de tener información sólida de actividades puntuales para la aplicación de esta metodología en el área de maduración de camarón.

Así mismo, lo que se busca es estandarizar tiempos en el área de maduración en la empresa Texcumar S.A, para ello es esencial realizar un análisis, identificación de actividades para aplicar los métodos que ayudaran a reducir tiempos y recursos en el área de maduración.

2.1.Enfoque de investigación

Según Ordoñez Pacheco, (2025), el enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con bases de medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamientos y probar teorías. Este enfoque se caracteriza por ser secuencial, deductivo y buscar la máxima objetividad.

En base a lo anterior, el presente estudio adopta un enfoque cuantitativo, ya que el objetivo central es medir y analizar numéricamente los tiempos que demanda cada

actividad del proceso de maduración. La recolección de datos se realiza mediante observación directa y encuestas estructuradas, lo que permite obtener valores objetivos de duración, frecuencia y variabilidad. Posteriormente, estos datos permitieron obtener resultados estadísticos para establecer tiempos estándar y comparar el desempeño entre turnos y operarios.

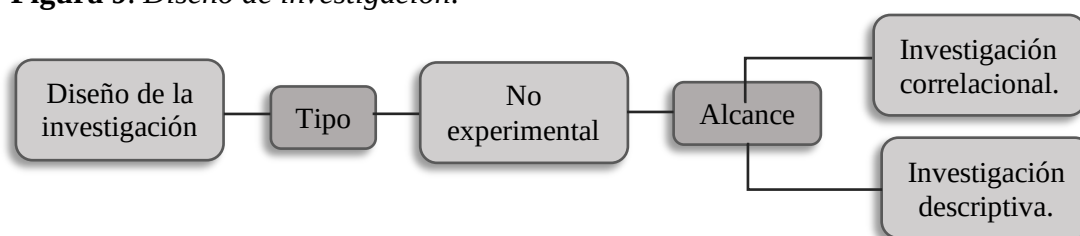
2.2.Diseño de investigación

El estudio adopta un diseño no experimental de corte transversal, ya que las variables se observaron en su contexto natural sin manipulación deliberada y los datos se recolectaron en un único punto temporal (Ordoñez Pacheco 2025). La investigación integra dos alcances principales:

Descriptivo: Cuantifica y caracteriza la situación actual del área de maduración de Texcumar S.A., determinando tiempos medios, variaciones y frecuencias de tiempos improductivos.

Correlacional: Evalúa el grado de relación estadísticamente significativa entre la metodología de manufactura esbelta y la estandarización de tiempos.

Figura 9. *Diseño de investigación.*



Nota. Elaborado por los autores en base a (Ordoñez Pacheco, 2025).

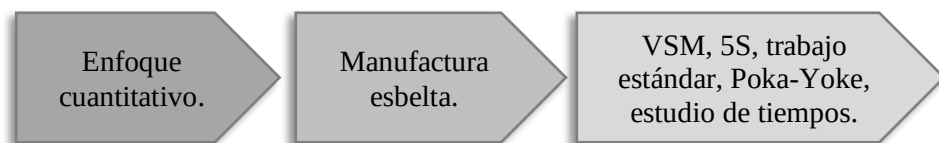
La Figura 9 presenta el diseño metodológico de la investigación, el cual corresponde a un enfoque no experimental, debido a que las variables fueron observadas en su contexto natural sin ser manipuladas. Asimismo, el estudio posee un alcance descriptivo, ya que permitió caracterizar la situación actual del área de

maduración e identificar las principales problemáticas relacionadas con la estandarización de tiempos, de igual manera, presenta un alcance correlacional.

Protocolo de investigación.

A partir de la revisión de literatura donde predomina el enfoque cuantitativo (50%) y la manufactura esbelta (70%) como eje para la eliminación de desperdicios se estructuro un protocolo orientado a solucionar la falta de estandarización en el proceso de maduración de camarón. El protocolo resumido se presenta en la Figura 10.

Figura 10. *Protocolo por seguir en el estudio.*



Nota. Elaborado por los autores.

La Figura 10 muestra el enfoque cuantitativo con la metodología de manufactura esbelta, integra herramientas que permiten optimizar los procesos y las actividades, las herramientas son piezas clave para mejorar la situación como lo es la falta de estandarización en la empresa Texcumar S.A.

2.3. Población y muestra

Censo

En la Tabla 2 se justifica el estudio elegido, que son los procesos clave que integran esta área como lo es alimentación, limpieza control de parámetros, conteo de nauplios La población de estudio está conformada por 72 trabajadores operativos del área de maduración de camarón de la empresa. Al realizar un censo del personal de Texcumar S.A.

Tabla 2. Población de estudio de área de maduración de Texcumar S.A.

Departamentos	Nº de trabajadores	% de contribución
Alimentación y control.	18	25,0 %
Limpieza y recambio de agua de tanques.	16	22,2 %
Control de parámetros.	14	19,5 %
Conteo, manejo y despacho de nauplios.	24	33,3 %
Total	72	100 %

Nota. Elaborado por los autores en base a la población requerida para la elaboración del estudio.

En la Tabla 2 en la población de 72 trabajadores se distribuye equitativamente entre las áreas críticas, destacando el área de conteo y despacho de nauplios con un 33,3 % como la de mayor concentración de personal, lo que refleja su importancia en el flujo productivo y justifica su inclusión en el análisis.

Muestreo por conveniencia

En la presente investigación se ejecutó el criterio estadístico de muestreo por conveniencia, lo que hace referencia a la selección de la muestra realizada de acuerdo con la discreción de los investigadores, por lo cual permite decidir de manera oportuna la cantidad de participante que formaran parte del estudio.

Tabla 3. Encuesta realizada al personal.

Departamentos	Personal	Criterios	Exclusión	Muestra
Alimentación.	18	Falta de tiempo.	7	11
Limpieza de tanques.	16	Usuarios ocupados.	8	8
Control de parámetros.	14	No brindan información.	10	4
Conteo, manejo y despacho de nauplios.	24	No brindan información.	12	12
Total	72		37	35

Nota. Elaborado por los autores.

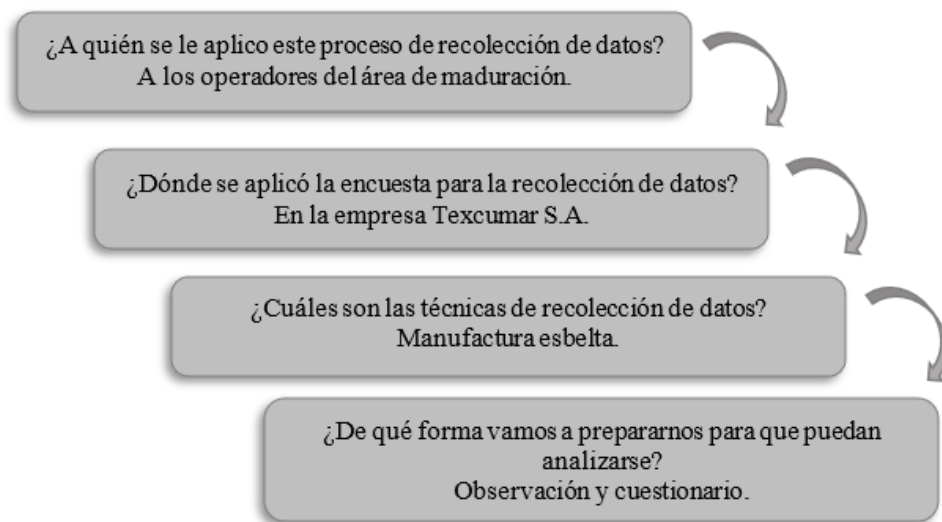
En la Tabla 3 se muestran las áreas que son objeto de estudio. Para seleccionar a los participantes de la encuesta, por restricciones de tiempo y políticas de no interrumpir la producción, 35 operarios fueron representante del área de maduración el 48,6%, priorizando las actividades con mayor carga operativa.

Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos

Métodos de recolección de los datos.

Para obtener una información que sea válida y confiable en la recolección de datos, la persona que está llevando a cabo esta investigación debe seguir un plan detallado de lo que se hará en la recolección de datos (Hernández Mendoza & Duana Ávila, 2020).

Figura 11. Organización para la recopilación de datos.



Nota. Elaborado por los autores en base a (Hernández Sampieri et al., 2014).

En la Figura 11 se observa cómo están organizado los datos para recopilar información esencial de la empresa, con el fin de establecer una ruta de acceso ideal, precisa y estructurada de los procesos que se analizarán con el fin de acoplar recursos clave que mejoren la calidad y eficacia de los datos obtenidos.

2.3.1. Técnicas de recolección de los datos

Observaciones.

Esta técnica consiste en observar cómo se desarrolla un fenómeno que se desea estudiar o analizar. Esta metodología tiene la forma de analizarse de forma cualitativa o cuantitativa de acuerdo con la necesidad del investigador que la implementa.

Cuestionarios y encuestas.

Estas técnicas son las cuales se presentan una lista de preguntas cerradas para la obtención de datos precisos para la investigación. Cabe aclarar que estas técnicas se utilizan preguntas abiertas para permitir un análisis cualitativo. Es de gran utilidad al obtener información clara con la cual estos resultados permiten calcular porcentajes lo que facilita tener análisis en menor tiempo con información útil.

2.3.2. Procedimiento de validación de encuestas

Técnica Delphi.

La metodología Delphi se basa con un instrumento de investigación que se emplea con la finalidad para alcanzar la mayor comprensión posible de la realidad de un tema de investigación a partir de diferentes perspectivas. En este caso en la maduración del camarón, con la finalidad de orientar en la toma de decisiones y obtener resultados precisos a través de un cuestionario. Los resultados se cuantifican y se analizan como información cuantitativa (Ramírez Chávez & Ramírez Torres 2024).

Figura 12. Método Delphi.



Nota. Elaborado por los autores en base a (Ramírez Chávez & Ramírez Torres, 2024).

En la Figura 12 se muestra las etapas de método Delphi aplicado para la validación del instrumento de investigación. Este proceso permite estructurar, revisar y validar el cuestionario mediante la participación de expertos, garantizando que las preguntas sean claras, pertinentes y alineadas con los objetivos del estudio antes de su aplicación final.

2.3.3. Instrumentos de recolección de los datos

Según Cisneros Caicedo et al., (2022), uno de los instrumentos que más se utilizan en la recolección de datos en una investigación es el cuestionario (Anexo G), teniendo un enfoque cuantitativo y cualitativo, gracias a ello permite obtener datos a través de preguntas que sean de interés para el desarrollo de la investigación.

Se necesita de una escala para evaluar a las respuestas, para ellos se utilizó la escala de Likert, que es un instrumento psicométrico que mide las respuestas de los participantes si están de acuerdo o no respecto a la pregunta asignada. Cada pregunta tiene una escalar de valores que han sido establecidos y valorados, de mayor a menor o viceversa, con el fin de obtener un resultado satisfactorio o insatisfactorio (Cisneros Caicedo et al., 2022).

Para el desarrollo de esta investigación y la recolección de datos que serán esenciales para el análisis del proceso estudiado, se utilizaran diferentes programas y herramientas informáticas que permitieron organizar, procesar, analizar y representar la información obtenida, se utilizan los siguientes programas:

Software para análisis de datos:

1. IBM SPSS.
2. EXCEL.

2.4. Variables del estudio

Las variables de estudio son las propiedades o atributos de la realidad que son objeto de análisis. Según (PÉREZ et al., 2007), una variable es una característica que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse. En este contexto de la investigación, las variables constituyen la información que se extrae con el fin de dar una solución a un problema específico.

En la presente investigación, orientada a la propuesta de una metodología de manufactura esbelta para la estandarización de tiempo en el área de maduración de camarones de la empresa Texcumar S.A., en la aplicación del estudio se identifican las siguientes variables.

- Variable independiente (VI):

Manufactura esbelta es definida como el conjunto de herramientas, técnicas y principios enfocados en la eliminación de desperdicios, la mejora continua y la optimización de los procesos productivos. Representan las causas o acciones que influyen en otros fenómenos dentro del estudio.

- Variable dependiente (VD):

Estandarización de tiempos, entendida como el grado de uniformidad, control y cumplimiento de los tiempos establecidos en las actividades del proceso de maduración de camarones. Las variables dependientes y permiten medir los efectos fenómeno estudiado.

2.5.Operacionalización de las variables

Según Pérez et al., (2007) la operacionalización de las variables se enfoca en señalar los atributos que contiene cada una de las variables, y que es lo que al investigador le interesa medir. Este proceso permite traducir conceptos teóricos en variables empíricas, haciendo posible su medición a través de técnicas e instrumentos adecuados.

2.6. Procedimiento para la recolección de datos

Se fundamentó en la metodología de Delphi, un método estructurado que permite alcanzar consenso entre expertos y validar instrumentos mediante un proceso iterativo y controlado. En la presente investigación, esta técnica se aplicó con el propósito de validar el contenido del cuestionario dirigido al personal operativo del área de maduración de Texcumar S.A.

Tabla 4. Operacionalización de variables.

Variable Independiente	Concepto	Categoría	Indicadores	Técnicas e Instrumento
VI: Manufactura esbelta.	Variable controlada por el investigador, la mejora continua, aprovechamiento del potencial de la cadena de valor (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010).	Eliminación de desperdicios.	% tiempo no valorado.	Encuesta.
		Mejora continua.	Tasa de ideas de mejora implementadas.	
		Potencial de cadena de valor.	% de cumplimiento de 5S.	Observación.
Variable Dependiente	Concepto	Categoría	Indicadores	Técnicas e Instrumento
VD: Estandarización de tiempos.	Establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea específica (Bello Parra et al., 2020).	Estándar de tiempo.	% conocimiento del método estándar.	Encuesta.
		Variabilidad de tiempos.	Rango de variación de tiempos.	Observación.
		Desempeño operativo.	Eficiencia de la mano de obra.	

Nota. Elaborado por los autores.

La Tabla 4 se ve la relación entre variables, categorías e indicadores permite medir de manera precisa el impacto de la manufactura esbelta sobre la estandarización de tiempos. Los indicadores seleccionados tales como % de tiempo no valorado, tasa de ideas implementas.

Confiabilidad y validez de los instrumentos

Para validar el instrumento utilizado, se aplicó un cuestionario dirigido a los operarios, se realizó mediante una serie de preguntas que se enfocan en las actividades y la percepción del tiempo que se tiene para resolver cierta actividad. Para validar el instrumento se utilizó el método Delphi siguiendo las etapas que están a continuación:

Etapas 1. Diseño de cuestionario

En esta fase inicial, se elaboró el cuestionario que este compuesto por 20 ítems distribuidos en dos bloques: el primer bloque orientado a medir la percepción sobre tiempos perdido, orden y desperdicios que están vinculados a la variable independiente manufactura esbelta.

Etapas 2. Discusión de expertos

Se conformo un panel de cinco expertos en las áreas de ingeniería industrial. Los expertos recibieron el instrumento junto con la ficha de validación donde evaluaron cada ítem según los criterios de pertinencia, claridad y suficiencia, logrando un consenso sobre los ajustes necesarios.

Etapas 3. Validación

Con base en las observaciones de los expertos, se modificaron algunos ítems como la eliminaron de preguntas redundantes, se ajustó la redacción de términos técnicos y se unifico la escala de respuesta. En la Tabla 5 se muestran los resultados obtenidos mediante la validación de expertos

Tabla 5. *Revisión por expertos para su valoración del instrumento.*

Revisión por expertos		
Expertos	Ronda I	Ronda II
1	X	
2	X	
3	X	
4		X
5		x
Total	3	2

Nota. Elaborado por los autores.

Tabla 6. *Análisis de frecuencias de rondas de validación.*

Rondas	F	F. Acumulada	F. Relativa	%
I	3	3	0.60	60 %
II	2	5	0.40	40 %
Total		4	1	100 %

Nota. Elaborado por los autores.

Los resultados que se muestran en la Tabla 6 describen la tendencia del análisis de frecuencias de las rondas de preguntas que se han realizado al comité de expertos que se seleccionó, donde en la primera ronda, tres de los cinco expertos validaron el instrumento que representan el 60 %, mientras que avanza el proceso.

Tabla 7. *Calificación de expertos.*

Validación N° de experto	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
E1	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5
E2	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5
E3	4	4	5	4	4	4	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5
E4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4
Promedio	4,4	4,6	4,8	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
Validación (Si/No)	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Nota. Elaborado por los autores.

Los resultados que se muestran en la Tabla 7 se exponen los resultados de las 20 preguntas del instrumento que se realizó a los expertos que analizaron, aprobaron y firmaron el documento. El promedio de calificación de 4,54 sobre 5 confirma que los expertos consideran el cuestionario como pertinente y claro.

Etapas 4. Ejecución del cuestionario

Una vez validado el instrumento, se procedió a su aplicación. Considerando las limitaciones operativas de la empresa y la disponibilidad del personal, se aplicó el cuestionario diseñado para evaluar la situación actual el cual fue aprobado ya que el promedio de calificación abarca el 4,54 que se califica como excelente.

3. CAPÍTULO III

MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de consistencia interna y resultado de la encuesta

Para garantizar la calidad y consistencia de los datos recolectados mediante el cuestionario aplicado a los 35 trabajadores del área de maduración, se procedió a evaluar la fiabilidad del instrumento a través del coeficiente alfa de Cronbach, antes de realizar el análisis e interpretación de los datos recopilados.

3.1.1. Análisis de fiabilidad de alfa de Cronbach

El coeficiente alfa de Cronbach fue propuesto en 1951 para medir la confiabilidad de un instrumento. La finalidad del uso de este método es lograr la fiabilidad, en la que se receptan en base a los ítems del cuestionario propuesto, exponiendo información verdadera (Toro et al., 2022).

Tabla 8. *Nivel de confianza de coeficiente.*

Coeficiente.	$0,8 < k > 0,9$	Eficiente.
Coeficiente.	$0,5 < k > 0,8$	Es confiable.
Coeficiente.	$k < 0,5$	Es inestable.

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 8 se presentan los niveles de confianza según el coeficiente alfa de Cronbach, que puede ser eficiente con un rango de 0.8 a 0.9, es confiable con un rango de 0.5 a 0.8 y es inestable que k sea menor que 0.5, junto con los criterios de aceptación.

Tabla 9. *Fiabilidad de los datos del instrumento.*

Coeficiente de fiabilidad del instrumento	Número de elementos
0,902	20

Nota. Obtenido del software Excel.

La prueba de Alfa de Cronbach arrojo un valor de 0.92 (Tabla 9 / Anexo N), lo que confirma una excelente interna al superar el umbral mínimo aceptable de 0,7. Asimismo, los resultados obtenidos de la encuesta aplicada del área de maduración de la empresa Texcumar S.A., (Anexo L), se ingresó en el software IBM SPSS, registrando las variables de estudio junto con las respuestas proporcionadas por los operarios. Posteriormente, se procedió a calcular el coeficiente alfa de Cronbach para determinar la confiabilidad del instrumento (Anexo O).

Tabla 10. *Fiabilidad de encuesta.*

Coefficiente de fiabilidad del instrumento	Número de elementos
0,848	20

Nota. Obtenido del software SPSS.

En la Tabla 10, se logra observar los resultados obtenidos del coeficiente de confiabilidad de la encuesta que se ejecutó, ya que se encuentran dentro del rango permitido basado a la calificación del alfa de Cronbach, para llegar a la estandarización de tiempos en la empresa Texcumar S.A.

3.1.2. Resultados de la encuesta

Los resultados obtenidos de la encuesta reflejan la situación actual del proceso de maduración en Texcumar S.A., donde se brinda un panorama adecuado que evidencia cifras preocupantes en cuanto a la eficiencia operativa y la estandarización de tiempos.

Tabla 11. *Resultados tabulados de la encuesta a operarios.*

Preguntas	Opción 1	Opción 2	Opción 3
	Punt.	Punt.	Punt.
P1	12	14	9
P2	11	15	9

P3	10	13	12
P4	8	17	10
P5	8	19	8
P6	9	18	8
P7	10	17	8
P8	7	16	12
P9	11	12	12
P10	9	17	9
P11	12	13	10
P12	18	12	5
P13	10	16	9
P14	9	15	11
P15	10	16	9
P16	11	14	10
P17	8	18	9
P18	7	17	11
P19	9	17	9
P20	10	16	9

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 11 se presenta la distribución de las puntuaciones obtenidas en cada pregunta de la encuesta. Se observa un predominio de la opción 2 en la mayoría de los ítems, lo que permite identificar la tendencia general de las respuestas y sirve como base para el análisis e interpretación del diagnóstico inicial.

Prueba de normalidad

Para este caso se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de los puntajes obtenidos en las preguntas del cuestionario, con la justificación que se

realizó a 35 operadores, con lo cual esta prueba es la idónea, ya que esta se aplica cuanto existe menos de 50 participantes.

Tabla 12. *Prueba de normalidad.*

Shapiro- Wilk	
Sig. (p-valor)	0,0001

Nota. Elaborado por los autores.

Los resultados presentados en la Tabla 12, indican que el valor de $p < 0,001$ en la prueba de Shapiro Wilk indica que los datos no siguen una distribución normal tal como se muestra en el Anexo P. Este resultado es consistente con escalas de Likert de 3 puntos y con el tamaño muestral reducido.

Se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para comparar la mediana de las puntuaciones obtenidas en las veinte preguntas del cuestionario. Los resultados muestran un estadístico H igual a 12,578 con 19 grados de libertad y un p-valor de 0,859, lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las preguntas. Esta ausencia de significación se atribuye a la escala reducida de respuestas de 1 a 3 y al tamaño de la muestra que fueron 35 participantes (Anexo Q).

Tabla 13. *Prueba no paramétrica.*

Kruskal-Wallis	
(P-valor)	0,859

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 13 la prueba no paramétrica dio como resultado un P-valor de 0.859, valor superior al nivel de significancia de 0.05. esto indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados. Los resultados obtenidos son similares entre los grupos y que las variaciones observadas se deben al azar y no a diferencias reales.

Tabla 14. *Tabla de frecuencia de respuestas.*

Preguntas	Opción 1		Opción 2		Opción 3	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
P1	12	34,3 %	14	40,0 %	9	25,7 %
P2	11	31,4 %	15	42,9 %	9	25,7 %
P3	10	28,6 %	13	37,1 %	12	34,3 %
P4	8	22,9 %	17	48,6 %	10	28,6 %
P5	8	22,9 %	19	54,3 %	8	22,9 %
P6	9	25,7 %	18	51,4 %	8	22,9 %
P7	10	28,6 %	17	48,6 %	8	22,9 %
P8	7	20,0 %	16	45,7 %	12	34,3 %
P9	11	31,4 %	12	34,3 %	12	34,3 %
P10	9	25,7 %	17	48,6 %	9	25,7 %
P11	12	34,3 %	13	37,1 %	10	28,6 %
P12	18	51,4 %	12	34,3 %	5	14,3 %
P13	10	28,6 %	16	45,7 %	9	25,7 %
P14	9	25,7 %	15	42,9 %	11	31,4 %
P15	10	28,6 %	16	45,7 %	9	25,7 %
P16	11	31,4 %	14	40,0 %	10	28,6 %
P17	8	22,9 %	18	51,4 %	9	25,7 %
P18	7	20,0 %	17	48,6 %	11	31,4 %
P19	9	25,7 %	17	48,6 %	9	25,7 %
P20	10	28,6 %	16	45,7 %	9	25,7 %

Nota. Elaborado por los autores en base a la encuesta a trabajadores.

No obstante, el análisis descriptivo de frecuencias que se presenta en la Tabla 14 evidencia que las preguntas P1, P12 y P15 concentran los mayores porcentajes de respuestas negativas, lo que justifica la propuesta de implementación de herramientas manufactura esbelta en el área de maduración.

Tabla 15. *Resumen de resultados de la encuesta.*

Nº	Interpretación
P1	El 74,3 % de los operarios pierde más de 30 minutos diarios buscando herramientas o materiales fuera de su sitio. Muestra la falta de organización, ausencia de lugares fijo y falta de señalización.
P12	El 85,7 % de los trabajadores desconoce o solo conoce en parte el tiempo máximo permitido para alimentar o limpiar tanques. Esto evidencia la ausencia de estándares operativos y de comunicación visual en el área de maduración.
P15	El 74,3 % reporta variabilidad media o alta en la limpieza de tanques entre turnos y compañeros. Indica que existe un método único y estandarización para realizar una actividad crítica.

Nota. Elaborado por los autores.

Estas deficiencias que se observa en la Tabla 15 están directamente relacionadas con la ausencia de herramientas de manufactura esbelta, específicamente estandarización de operaciones, gestión visual, metodología 5S y estudio de tiempos. Permitiría establecer una base sólida para la mejora continua.

3.1.3. Selección de herramientas a implementar

En la elección de las herramientas ideales para darle solución a la problemática encontrada se fundamentó en los resultados del diagnóstico obtenido mediante la encuesta aplicada a los 35 trabajadores del área de maduración, donde se identificaron tres problemas asociada al desorden como se muestra en la Tabla 15. Asimismo, se consideró la revisión sistemática de la literatura efectuada en el apartado 1.2.

Tabla 16. *Herramientas Lean utilizadas en la revisión sistemática.*

Herramientas	Nº de documentos	% de utilización
Estudio de tiempos.	24	80,0 %

5S.	21	70,0 %
VSM.	18	60,0 %
Total, documentos	30	100,00 %

Nota. Elaborado por los autores en base al análisis de los 30 artículos seleccionados en la revisión sistemática. Un mismo artículo puede emplear múltiples herramientas.

Con base a estos parámetros, la Tabla 16 se muestra el porcentaje de aplicación de estas herramientas dentro de los artículos revidados, justificando su selección para la estandarización de tiempos en el área de maduración de la empresa Texcumar S.A. En el Anexo L se presenta la frecuencia de uso de las principales herramientas manufactura esbelta identificadas en los 30 artículos revisados. Se observa que el estudio de tiempos contine un 80 % de utilización, las 5S un 70 % y el VSM contiene un 60 % respectivamente detectados en Texcumar S.A.

Tabla 17. *Herramienta de manufactura esbelta.*

Problemas existentes	Propuesta
Falta de estandarización	5S, VS, estudio de tiempo

Nota. Elaborado por los autores.

La Tabla 17 muestra que el principal problema identificado en el área de estudio es la falta de estandarización de los procesos. Para dar solución a esta situación, en conjunto, estas herramientas contribuirán a mejorar la eficiencia operativa, reducir la variabilidad de los procesos y fortalecer la productividad del área de maduración.

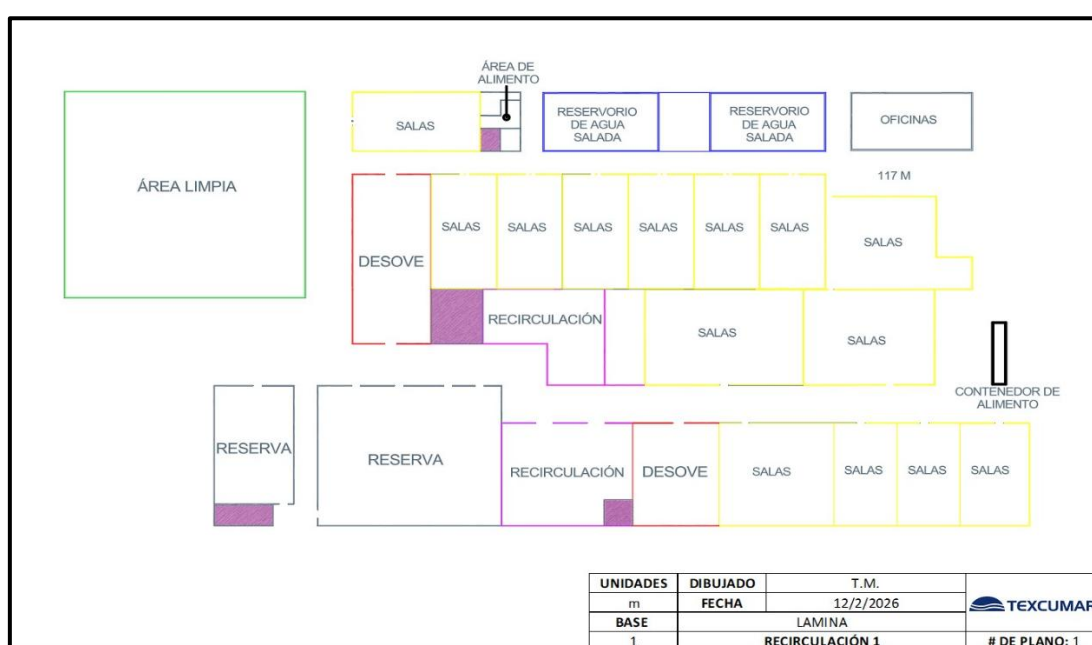
3.2.Diagnóstico del estado actual del proceso de maduración

En contexto en la maduración de Texcumar S.A., los resultados de la encuesta que están en la Tabla 14 muestran aspectos susceptibles de mejora en la organización,

la asignación de lugares fijos y las rutinas de limpieza, lo que sustenta la implementación de la herramienta 5S.

El área de maduración de Texcumar S.A., está distribuida en un espacio que integra varias zonas funcionales interconectadas, acorde a las operaciones conjunta para un mismo fin. Cada zona cumple una función específica dentro del proceso productivo, permitiendo el desarrollo continuo de las actividades diarias.

Figura 13. Distribución del área de maduración.



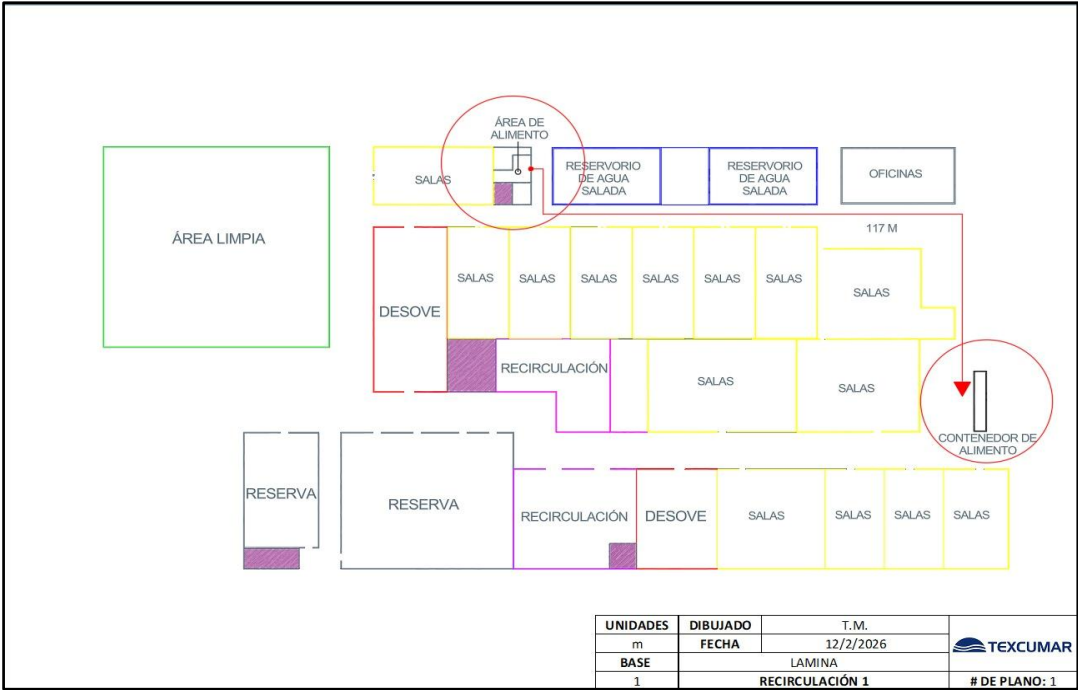
Nota. Elaborado por los autores.

En la Figura 13 se muestra el área principal está compuesta por múltiples salas de producción dispuestas en un esquema organizado, donde se ubican los tanques de reproductores y salas, se encuentran las áreas de desove, áreas donde se realizan una variedad de actividades.

El sistema cuenta con un área de recirculación que incluye filtros principales y reservorios de agua salada, los cuales abastecen y mantienen las condiciones físico-químicas del agua, además, se dispone de un área limpia para actividades que requieren

condiciones controladas, para los despachos y la atención al cliente, así como oficinas administrativas y de supervisión ubicadas en un extremo de la distribución del área. A pesar de esta distribución funcional, se evidencia oportunidades de mejora afectando la eficiencia operativa y la seguridad del personal. Así mismo, en la Figura 14 se muestra la distancia recorrida actual del área de alimentación al contenedor de suministro y alimento.

Figura 14. *Recorrido actual del suministro de alimento (dieta).*



Nota. Elaborado por los autores.

En la Figura 14 se presenta el diagrama de recorrido correspondiente a la situación inicial del proceso de abastecimiento y traslado de suministro al área de alimento. Este recorrido actual representa una distancia total de 117 metros por cada ciclo de traslado del proceso de dieta. De acuerdo con el recorrido se toma tiempo de los desplazamientos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 18. Resumen de tiempos obtenidos.

Concepto	Valor
Tiempo promedio actual.	35,0 min.
Tiempo mínimo registrado.	30,8 min.
Desperdicios por ciclo.	4,2 min.
Desperdicios por mes (30 días).	126,0 min $\approx$ 2,10 horas.

Nota. Elaborado por los autores de acuerdo con el autor Zapata Sánchez, (2017) señala que en trabajos contables se toma en cuenta los 30 días que equivale a un mes de trabajo.

En la Tabla 18 se muestra un resumen de los datos obtenidos mediante la toma de tiempos que se realizó en la subactividad de transporte y alimento. La tabla de tiempos tomadas y datos obtenidos se encuentran en el Anexo W. Haciendo énfasis en la pérdida de tiempo que se refleja en los 10 ciclos de trabajo se obtiene un valor de costo con relación al costo por hora de un operario. Para determinar el impacto económico del tiempo no valorado, se toma como base una remuneración mensual de \$482 USD por operario, a partir de la cual se calcula el costo por hora.

$$\text{Costo por hora} = \frac{482 \text{ dolares}}{\text{mes}} \times \frac{1 \text{ mes}}{30 \text{ dias}} \times \frac{1 \text{ dia}}{8 \text{ horas}}$$

$$\text{Costo por hora} = \frac{2,00 \text{ dolares}}{\text{hora}}$$

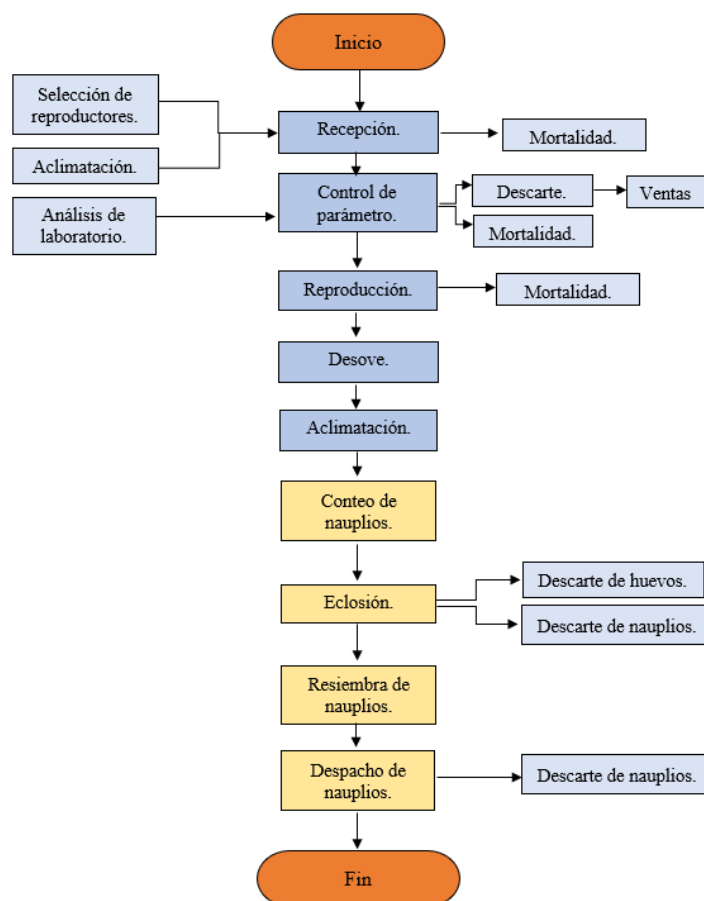
$$\text{Costo de desperdicio mensual} = \frac{2,00 \text{ dolares}}{\text{hora}} \times \frac{2,10 \text{ horas}}{\text{mes}}$$

$$\text{Costo de desperdicio mensual} = \frac{4,21 \text{ dolares}}{\text{mes}}$$

Con base en dicho cálculo, la ineficiencia asociada al desplazamiento no productivo durante la actividad de transporte de alimento representa un acumulado de 126 minutos mensuales (2.1 horas/operario). Este tiempo improductivo genera un

sobrecosto operativo directo de \$4.21 USD mensuales por operario involucrado en el proceso. La secuencia detallada y los puntos de flujo en los que se origina dicho desperdicio se ilustran en el flujograma a continuación.

Figura 15. Diagrama de flujo de proceso de maduración.



Nota. Elaborado por los autores en base a datos de (Texcumar, 2026).

La Figura 15 presenta el flujograma del proceso de maduración de camarón de Texcumar S.A. Muestra las diferentes etapas desde la selección de reproductores hasta despacho de nauplios, pasando por aclimatación, control de parámetros, desove, eclosión, conteo y resiembra. A partir de los resultados de la encuesta, se han identificado los siguientes indicadores de la situación actual relacionado directamente con la ausencia de 5S.

Tabla 19. *Situación actual del área de maduración respecto a la encuesta.*

Indicador	Resultado actual	Interpretación
P1: Tiempo perdido buscando herramientas.	74,3% 30 min diarios.	> Desorganización, ausencia de clasificación y orden.
P8: Área siempre limpia y ordenada.	34,3 %	Falta de rutina de limpieza (seiso).
P9: Herramientas con lugar fijo y señalizado.	34,3 %	Ausencia de orden y estandarización visual (seiton).
P10: Tiempo de cierre de turno.	45 min promedio.	Inexistencia de un estándar de cierre de jornada.

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 19, los indicadores obtenidos en la línea base sugieren la presencia de oportunidades de mejora relacionadas con la organización y la estandarización de las actividades. Estos resultados sirven como punto de referencia para evaluar los cambios esperados tras la implementación de la herramienta 5S.

Para el levantamiento de información se implementa la herramienta de mapeo de flujo de valor con el cual servirá para identificar las actividades principales del proceso de maduración del camarón, con sus tiempos de ciclos tomados, tiempos de espera y cantidad de operarios que se encuentran en las diferentes actividades a lo largo de la cadena de valor.

3.2.1. Mapa de flujo de valor aplicado al proceso de maduración del camarón

En el contexto de maduración de Texcumar S.A., el VSM se aplica para complementar el diagnóstico de la situación actual de la empresa, ya que las herramientas anteriores se centran en actividades específicas, mientras que el VSM permite realizar un levantamiento integral de información del sistema productivo,

identificando los tiempos de ciclo para diagnosticar la eficiencia del área de maduración.

Procedimiento para el levantamiento del VSM actual

Para la construcción del VSM en la situación inicial, se siguió un procedimiento estructurado en cinco etapas, adaptado a las condiciones operativas de la empresa Texcumar S.A. Se aplica exclusivamente al área de maduración, desde la selección de reproductores que sería el proveedor interno, hasta el despacho de nauplios.

Selección de las etapas a mapear

Para evitar una complejidad excesiva en el diagnóstico, se han seleccionado las siguiente 7 etapas principales del proceso, las cuales concentran la mayor parte del tiempo de ciclo y de los recursos al momento de ejecutar las actividades dentro del área de maduración.

Tabla 20. *Procesos del área de maduración.*

Nº	Etapas	Descripción
1	Control de parámetros.	Control de parámetros físico-químicos.
2	Dieta.	Alimentación diaria controlada.
3	Selección de copulas.	Pesca de hembras maduras y que estes copulas.
4	Desove.	Recolección de huevos de hembras desovadas, adaptación de temperatura y salinidad de huevos a las condiciones controladas.
5	Siembra y eclosión.	Incubación de huevos hasta nauplios.
6	Conteo y resiembra de nauplios.	Muestreo, conteo manual y redistribución en tanques de resiembra.

7	Despacho de nauplios.	Distribución, empaque y entrega a la siguiente etapa (larvicultura o cliente final).
---	-----------------------	--

Nota. Elaborado por los autores.

La Tabla 20 describe las principales etapas que conforman el proceso de área de maduración, desde el control de los reproductores hasta el despacho de nauplios. Cada etapa cumple una función específica y secuencial que garantiza la continuidad del proceso productivo.

Tabla 21. *Identificación de valor agregado y tiempos de espera por etapa productiva.*

Etapas	Tiempo de ciclo (C/T) min.	Tiempo de espera (W/T) min.	¿Agrega valor? (Si/No)	Observaciones
Control de parámetros.	180.0	15.0	Si.	El W/T corresponde a la revisión de equipo y registro de observaciones.
Dieta.	110.0	60.0	No.	Se evidencia oportunidades para la optimización de tiempos.
Selección de copulas.	120.5	30.0	No.	Existen W/T por disponibilidad de reproductores y ejecución
Desove.	185.2	90.0	Si.	Requiere supervisión permanente, W/T son dependientes.
Siembra y eclosión.	600.0	30.0	Si.	Tiempo de espera propio del proceso biológico.
Conteo y resiembra de nauplios.	84.5	150.0	No.	Espera por conteo y manejo manual de los nauplios.
Despacho de nauplios.	180.0	90.0	No.	Espera por coordinación y preparación del despacho.

Nota. Elaborado por los autores.

La Tabla 21 presenta los tiempos de ciclo y de espera, permitiendo identificar aquellas actividades que no agregan valor y donde existen mayores oportunidades de

mejora. Se observa que las etapas de dieta, conteo y resiembra de nauplios y despacho presentan los mayores tiempos de espera, asociados principalmente actividades manuales y de coordinación.

El tiempo de ciclo se refiere al tiempo que realmente dura la actividad, el tiempo de espera se define al tiempo que el producto espera entre una etapa y la siguiente. También se considera si se agrega valor la etapa que transforma el producto de una manera que le cliente final pagaría.

Cálculo de indicadores del estado actual:

- Lead Time o tiempo de entrega total.

Su fórmula es:

$$\text{Tiempo de entrega total} = \sum (CT + WT)$$

- Tiempo de valor agregado.

Su fórmula es:

$$VA = CT1 + CT4 + CT5$$

- Ratio de valor agregado.

$$RV = \frac{\text{Tiempo de valor agregado}}{\text{Lead time}}$$

Con los datos recolectados, se elaborará un mapa del flujo de valor actual utilizando la simbología estándar de VSM tales como caja de procesos, flecha de material, triángulos de espera, línea de tiempo. El mapa muestra gráficamente las etapas, los tiempos y los puntos de espera. En la Figura 14 se presenta el mapa de flujo

de valor actual del área de maduración de Texcumar S.A., construido a partir de los datos recolectados en campo. En la Tabla 23 se resume los indicadores calculados.

Tabla 22. *Indicadores de las actividades.*

Etapas	Tiempo de ciclo (C/T) (min)	Tiempo de espera (W/T) (min)	Subtotal (min)
Control de parámetros.	180.0	15.0	195.0
Dieta.	110.0	60.0	170.0
Selección de copulas.	120.5	30.0	150.5
Desove.	185.2	90.0	275.2
Siembra y eclosión.	600.0	30.0	630.0
Conteo y resiembra de nauplios.	84.5	150.0	234.5
Despacho de nauplios.	180.0	90.0	270.0
Total	1460.2	465.0	1925.2 min

Nota. Elaborado por los autores.

La Tabla 22 en indicadores calculados, el Lead Time total de 1925,2 minutos y la ratio de valor agregado del 50,1 % indican que la mitad del tiempo del proceso se pierde en esperas y actividades de soporte. Este diagnóstico revela la oportunidad de mejora en la sincronización y eliminación de desperdicios.

El Lead Time actual es igual a 1925,2 minutos que equivale a 32,1 horas y a su vez su equivalencia en días es 1,3 días. Para calcular el tiempo de valor agregado se suma los tiempos de ciclos de las etapas que si agregan valor al proceso al cual son los siguientes:

- Control de parámetros: 180, minutos.

- Desove: 185,2 minutos.
- Siembra y eclosión: 600,0 minutos.

$$VA = 180,0 \text{ min} + 185,2 \text{ min} + 600,0 \text{ min}$$

$$VA = 965,2 \text{ min}$$

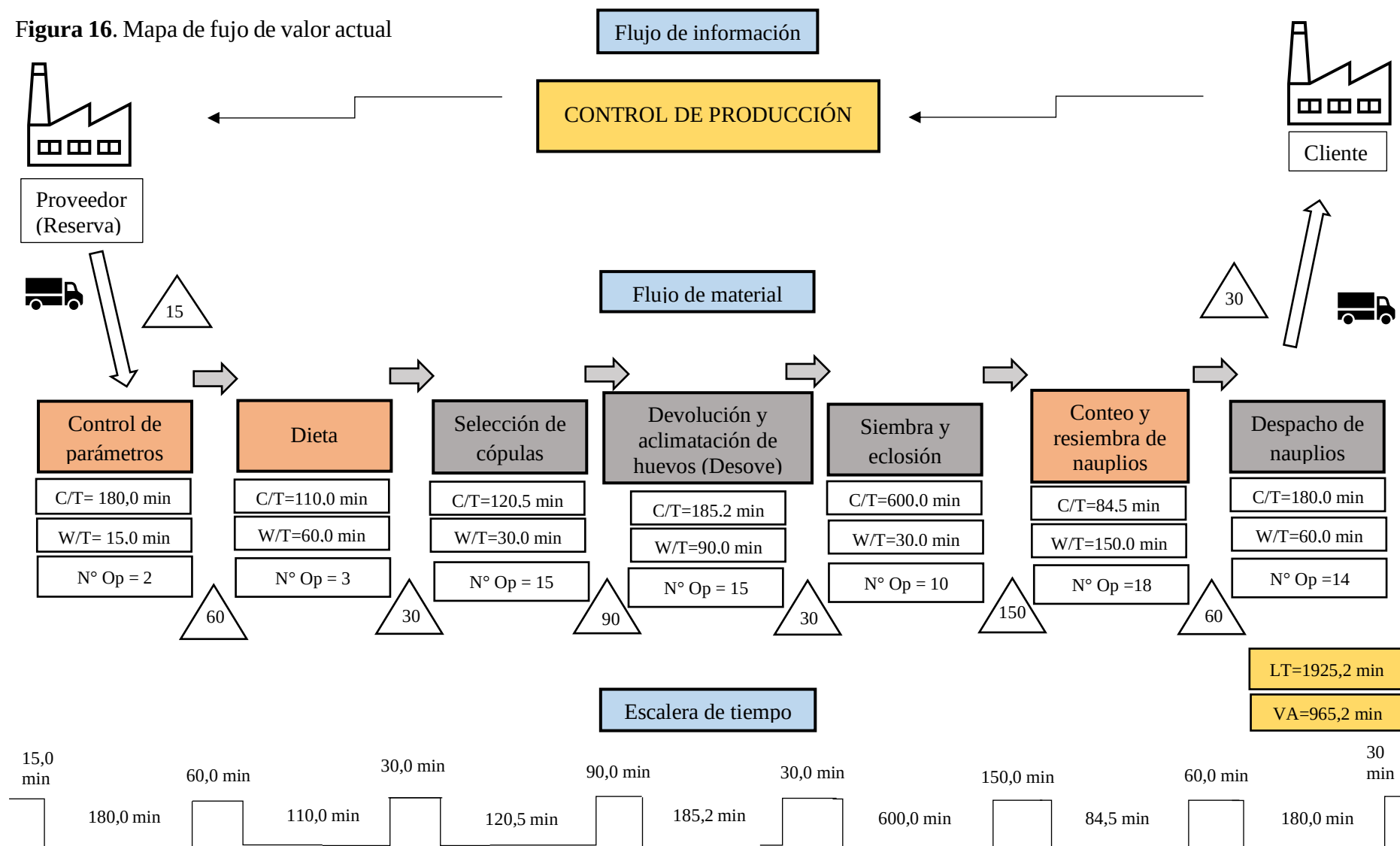
Para calcular la ratio de valor agregado se procede con la siguiente operación.

$$RV = \frac{965,2}{1925,2} \times 100\%$$

$$RV = 50,1\%$$

Solo el 50,1 % de tiempo total del proceso de maduración es realmente productivo que son las actividades que agregan valor. El 49,9 % restante son esperas, desplazamientos y actividades de soporte que no transforma el producto final. En el VSM actual que se presenta en la Figura 16, se detalla actividades con sus tiempos de ciclo, tiempos de espera y cantidades de operarios que realizan cada actividad.

Figura 16. Mapa de flujo de valor actual



Nota. Elaborado por los autores.

En la Figura 16 se muestra el VSM actual el Lead Time total es de 1925,2 minutos lo que equivale a 32,1 horas, de los cuales solo el 50,1 % corresponde a valor agregado. Los triángulos de espera entre etapas, especialmente en conteo y dieta, revelan los principales desperdicios a eliminar.

Tabla 23. *Indicadores globales de estado actual.*

Indicador	Valor
Lead Time total.	1,925,2 min
Tiempo de valor agregado.	965,2 min
Ratio de valor agregado.	50,1 %

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 23, el mapa de flujo de valor actual de área de maduración muestra el Lead Time total de 1925,2 minutos, aproximadamente, es decir, aproximadamente 32,1 horas, de los cuales 965,2 minutos corresponden a un 50,1 % este valor es el tiempo de valor agregado y 960 minutos que representan a un 49,9% se refiere a los tiempos de espera y actividades que no transforman el producto. Esto nos ayuda a la evaluación de las actividades a desarrollar la mejora.

3.2.2. Evaluación descriptiva de las actividades de maduración que agregar valor al proceso (VSM).

Al analizar de los tiempos que agregan valor excluyo el estudio a fondo del control de parámetros, debido a restricciones de confidencialidad institucional y falta de acceso a los datos primarios de sus equipos, no obstante, esta fase opera bajo estándares consolidados para medir calidad de agua, temperatura y manejo de válvulas.

En consecuencia, el estudio se concentró prioritariamente en dieta y control y resiembra de nauplios. Tras delimitar sus tiempos de ciclos y mapear el flujo de valor (VSM), el análisis se orientó a determinar las causas de la variabilidad observada

mediante un diagnóstico de causa raíz, permitiendo aislar las mudas o desperdicios que restan fluidez al proceso de maduración.

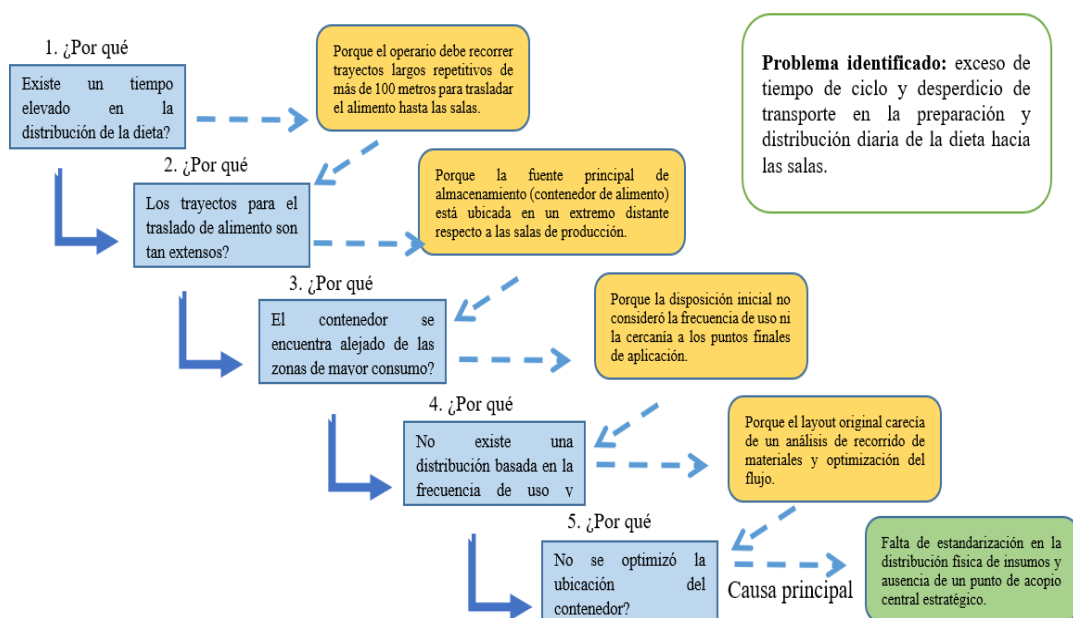
La dieta presenta un tiempo de ciclo de 110 minutos y un tiempo de espera de 60 minutos sumando un subtotal de 170 minutos (8.8 % del Lead Time). Los principales problemas son:

- La preparación de alimento fresco es manual y no esta estandarizada, lo que genera tiempos de ciclos elevados.
- La espera de 60 minutos entre la preparación y la distribución del alimento, que se debe a la falta de sincronización entre áreas.

Con el propósito de profundizar en los factores que originan tanto la falta de estandarización en la preparación manual como la deficiente sincronización operacional entre áreas, se aplicó la metodología de los 5 porqués. Análisis de causa raíz aplicando la metodología de 5 porqués.

Análisis de causa raíz (5 porqués) – Actividad: dieta.

Figura 17. Método de los 5 porqués – dieta.



Nota. Elaborado por los autores.

En la Figura 17 se muestra la aplicación de la técnica de los 5 porqués permitió identificar que el elevado tiempo de ciclo y el exceso de transporte en la distribución de la dieta no obedecen a un bajo rendimiento del operario, sino a una deficiencia de origen en la distribución física de la planta (layout).

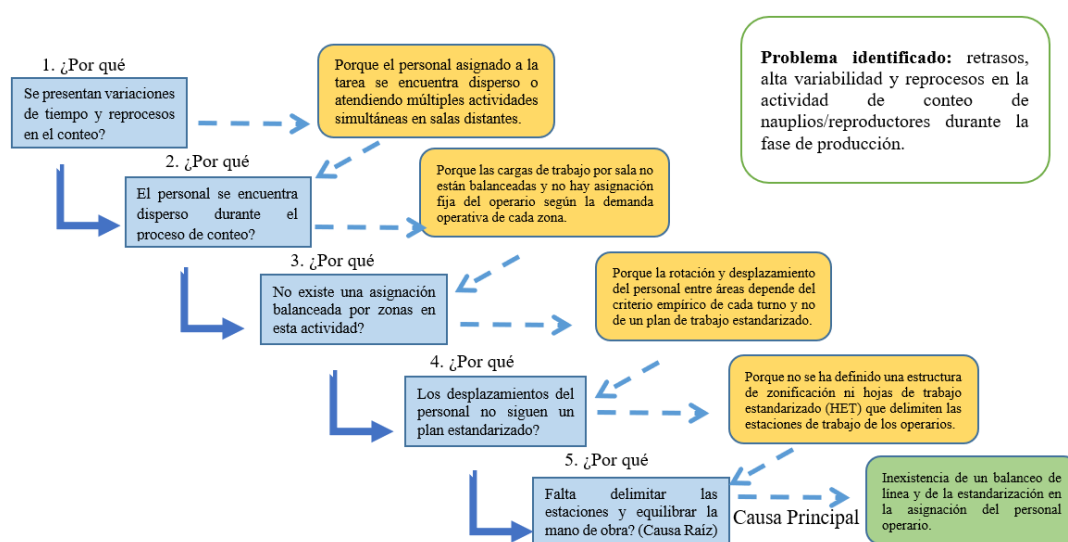
El **conteo y resiembra de nauplios** presenta un tiempo de ciclo de 84.5 minutos y el tiempo de espera más alto de todo el proceso:

150 minutos, lo que representa el 6.5 % del Lead Time total. Esta espera se debe principalmente a la falta de personal disponible para el conteo y a la disponibilidad limitada de tanques de resiembra en los momentos de mayor producción.

Con el propósito de profundizar en los factores que originan tanto la falta de estandarización en la preparación manual como la deficiente sincronización operacional entre áreas, se aplicó la metodología de los 5 porqués.

Análisis de causa raíz (5 porqués) – Actividad: conteo y resiembra de nauplios.

Figura 18. Método del 5 porques – conteo y resiembra de nauplios.



En la Figura 18 se muestra la aplicación de la técnica de los 5 porqués permitió trazar la cadena causal desde el sistema operativo (retrasos y reprocesos en el conteo) hasta su origen sistémico. Se evidencia que la alta variabilidad en los tiempos no responde a un bajo rendimiento del personal, sino a deficiencias organizativas en la distribución de la mano de obra.

La capacidad ociosa se define como el tiempo en que los operarios no están realizando su tarea principal, pero que puede ser utilizado para actividades de apoyo necesarias que no agregan valor directamente al producto final, pero son esenciales para el buen funcionamiento del proceso: preparación del área, mantenimiento preventivo y control de calidad.

Para cuantificar el impacto global, se calculó la capacidad total disponible, la capacidad ociosa y el porcentaje de utilización de las áreas de dieta y conteo. Considerando una jornada de 480 minutos (8 horas) por operario:

Tabla 24. *Datos actuales de las actividades dieta – conteo y resiembra de nauplios.*

Datos de capacidad total disponible	
Número de trabajadores total.	21 operarios.
Tiempo laboral al día en minutos.	480 minutos = 8 horas.
Tiempo total de dieta.	170 minutos.
Número de trabajadores de dieta.	3 operarios.
Tiempo de ciclo en dieta.	110 minutos.
Tiempo total de conteo y resiembra.	234,5 minutos.
Número de trabajadores de conteo.	18 operarios.
Tiempo de ciclo en conteo.	84,5 minutos.

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 24 se muestra los datos para el cálculo del porcentaje de utilización, la empresa consta con un total de 21 trabajadores para esas actividades, que se realizan en 480 minutos, desglosando en tiempos de ciclos individual y también el número de trabajadores para las actividades.

Fórmulas:

Capacidad total disponible:

$$\text{Capacidad total disponible} = N^{\circ} \text{ Operarios} \times \text{minutos al día trabajados}$$

Tiempo ocupado actual:

$$\begin{aligned} \text{Tiempo ocupado actual} \\ &= (\text{Tiempo Dieta} \times N^{\circ} \text{ operarios}) \\ &+ (\text{Tiempo Conteo} \times N^{\circ} \text{ operarios}) \end{aligned}$$

Capacidad ociosa:

$$\text{Tiempo ocioso actual} = \text{Capacidad total dieta} + \text{Capacidad total conteo}$$

Porcentajes de utilización actual:

$$\text{Tiempo ocioso actual} = \text{Dieta} \left(\frac{CT}{\text{Tiempo acti}} \right) \times 100 + \text{Conteo} \left(\frac{CT}{\text{Tiempo acti}} \right)$$

Tabla 25. Resultados de capacidad de ocio actual de las actividades.

Capacidad ociosa y su uso en actividades de apoyo.	
Capacidad total disponible.	10.080 minutos.
Tiempo ocupado actual.	4731 minutos.
Capacidad ociosa actual.	5349 minutos.
Porcentajes de utilización actual.	45.8 %.

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 25 se muestran que estos resultados son importantes ya que ayudan a definir en que porcentaje, capacidad y tiempo están trabajando los operarios que conforman el área de maduración y como esto se puede ver mejorado mediante el transcurso de esta investigación, con un porcentaje de utilización actual del 45.8 %.

3.2.3. Selección de actividades para estandarización basadas en los resultados de la encuesta

En base a los resultados de la encuesta a los trabajadores, se señalaron una alta variabilidad y tiempo improductivos en actividades clave, como se menciona en P14, P15, P17, P18, por ser labores que se ejecutan de forma recurrente, se han seleccionados las siguientes ocho actividades para ser estandarizadas.

- ❖ Limpieza de tanque o sifoneo.
- ❖ Limpieza de piedras difusoras.
- ❖ Desinfección de pisos.
- ❖ Preparación de suministro y alimento.
- ❖ Limpieza de filos de tanques.
- ❖ Desinfección de material.
- ❖ Aplicación de productos.
- ❖ Alimentación.

Que permite fundamentar y que la propuesta de esta herramienta tenga un impacto positivo en la estandarización de tiempos en las actividades identificadas. En

el contexto del área de maduración de Texcumar S.A., el trabajo estándar consolida los resultados obtenidos con el estudio de tiempos y con la metodología 5S.

Su propósito es que cualquier operario, independientemente de su turno o experiencia, ejecute las actividades críticas de la misma manera, en el mismo tiempo y con los mismos estándares de calidad. Esto permite reducir la variabilidad, facilitar la capacitación del personal nuevo y servir en base para la mejora continua.

En contexto con los tiempos en las actividades de maduración se va a tomar en cuenta parámetros para determinar el tiempo estándar que un operario calificado y con un ritmo normal necesita para realizar una tarea específica, siguiendo un método definido. Se basa en cronometrar las actividades, aplicar una valoración del ritmo y añadir suplementos por fatiga y necesidades personales.

Se evalúa el ritmo del operario respecto a un concepto de ritmo normal que es el 100 %, ajustando los tiempos observados si es necesario. Se calcula el tiempo estándar, que es el tiempo que necesita un operario capacitado para realizar la tarea a un ritmo normal, incluyendo las concesiones por fatiga y necesidades personales.

Se aplica las siguientes fórmulas:

Fórmula 2 - Tiempo normal:

$$T_n = T_e \times \left(\frac{R_o}{R_n} \right)$$

T_n = Tiempo normal. T_e = Tiempo observado. R_o = Ritmo observado.

R_n = Ritmo normal.

Formula 1 - Tiempo estándar:

$$T_s = T_n \times (1 + S)$$

Dónde:

$T_s = \text{Tiempo estandar}$. $T_n = \text{Tiempo normal}$.

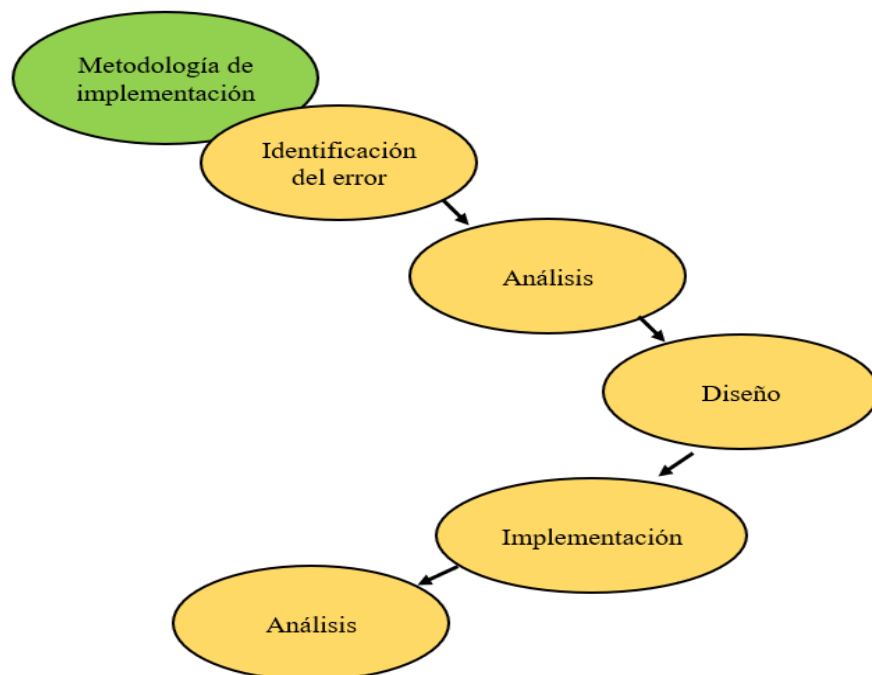
$S = \text{Suplemento según tabla de OIT}$.

3.2.4. Análisis de Poka-Yoke en la situación actual de actividades

El Poka-Yoke es una herramienta del Lean Manufacturing diseñada para prevenir que los operarios comenten errores involuntarios durante la ejecución de sus tareas. Su objetivo es eliminar la posibilidad de equivocaciones mediante dispositivos mecánicos, visuales o electrónicos que alertan o impiden la ejecución incorrecta de una operación.

En la Figura 19 se muestra cómo se va a implementar la metodología Poka-Yoke para complementar las hojas de trabajo estandarizado, asegurando que los tiempos estándar definidos se cumplan de manera consistente y que la calidad del producto final no se vea afectada por errores humanos en actividades críticas.

Figura 19. Metodología de Poka-Yoke.



Identificación de errores potenciales en base a Poka-Yoke

A partir del análisis de las hojas de trabajo estandarizado y del diagnóstico realizado en la encuesta, se identificaron cinco actividades críticas con alto riesgo de error humano, cuyas consecuencias impactan directamente en la eficiencia operativa y la calidad del proceso.

Tabla 26. *Identificación de errores potenciales en actividades críticas.*

Actividad	Error potencial	Consecuencia	Frecuencia estimada
Preparación de suministro y alimento.	Dosificación incorrecta de alimento (peso o proporción).	Mala alimentación de reproductores; afecta la calidad del desove y la supervivencia de larvas.	Alta.
Aplicación de productos por sala.	Dilución incorrecta de productos químicos.	Ineficacia del tratamiento p daño a los reproductores.	Media.
Limpieza de tanques.	No eliminar completamente los residuos del fondo.	Contaminación del agua; estrés en reproductores; aumento de mortalidad.	Alta.
Conteo y resiembra de nauplios.	Error en el conteo manual.	Despacho incorrecto; insatisfacción del cliente; pérdidas económicas.	Media.
Limpieza de filos de tanques.	No eliminar la lama por completo.	Proliferación de bacterias; afecta la calidad del agua; riesgo sanitario.	Media.

Nota. Elaborado por los autores a partir de las hojas de trabajo estandarizado y el diagnóstico de la encuesta.

La Tabla 26 identifica los principales errores potenciales presentes en las actividades críticas del área de maduración, así como sus consecuencias y frecuencia estimada. Los resultados muestran que la preparación del alimento y la limpieza de tanques presentan una mayor prioridad de atención. Esta información sirvió como base para definir acciones preventivas orientadas a minimizar errores operativos.

3.3.Propuesta de mejora mediante manufactura esbelta

A partir del diagnóstico técnico integral, sustentado en la encuesta estructurada, el estudio de tiempos, el diagrama de recorrido, el mapa de flujo de valor actual y la evaluación de las condiciones operativas en el área de maduración, se formula una propuesta de mejora basada en la filosofía Lean Manufacturing.

Dicha propuesta articula la implementación sistemática de las 5S para la optimización y organización del entorno de trabajo, el trabajo estandarizado para reducir la variabilidad operacional, dispositivos Poka-Yoke para la prevención de errores en la fuente y el diseño del VSM futuro como hoja de ruta estratégica. En conjunto, este marco metodológico está orientado a la eliminación continua de desperdicios, la estabilización de los tiempos de proceso y la estandarización de las operaciones en el área estudiada.

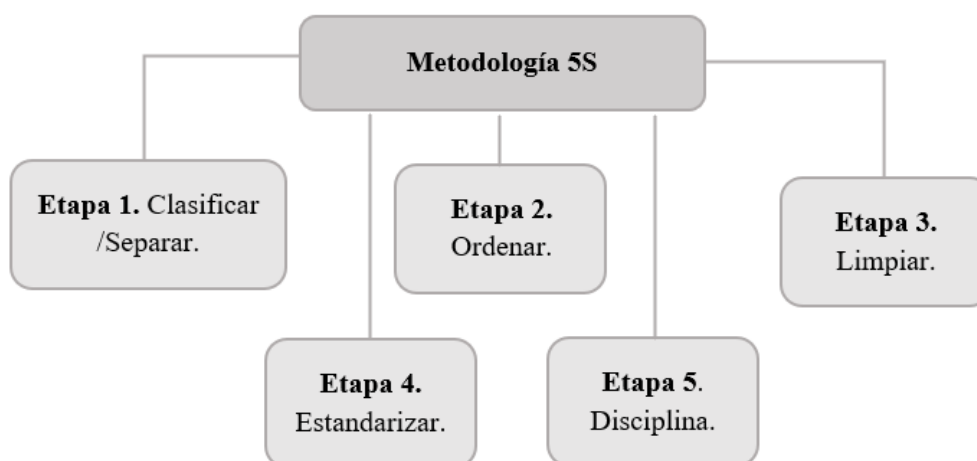
3.3.1. Propuesta de implementación de la 5S

Como resultado del diagnóstico inicial, se propone implementar la metodología 5S para mejorar el orden, la limpieza y la estandarización del área de maduración. Esta herramienta permite optimizar la organización del espacio de trabajo, reducir tiempos improductivos asociados a la búsqueda de herramientas y materiales, así como establecer condiciones que favorezcan la ejecución uniforme de

las actividades y faciliten la posterior implementación del trabajo estándar y las demás herramientas de manufactura esbelta propuesta en la investigación.

A continuación, se detallan las acciones concretas para cada una de las 5S, adaptadas a las condiciones operativas del área de maduración. En la Figura 20 se muestra las etapas a seguir para la implementación de las 5S.

Figura 20. *Etapas de la metodología 5S.*



Nota. Elaborado por los autores

La Figura 20 muestra las etapas de la herramienta 5S, orientadas a mejorar la organización y las condiciones del área de trabajo. Su aplicación permite clasificar, ordenar y limpiar los recursos utilizados, además de establecer estándares y disciplina para mantener las mejoras alcanzadas. Esta herramienta contribuye a reducir desperdicios y mejorar la eficiencia operativa del proceso.

Etapa 1. Clasificar / Separar

El objetivo de la primera etapa es separar lo necesario de lo innecesario y retirar del área todo aquello que no se utiliza, clasificando y evitando los desperdicios de herramientas o materiales que se ocupan en cada una de las actividades.

Tabla 27. *Uso de herramientas.*

Herramienta	N° de operarios	% de frecuencia
Mangueras de jacuzzi.	12	100 %
Baldes plásticos.	12	100 %
Redes / mallas.	12	100 %
Cepillos de limpieza.	11	91,7 %
Termómetro / sensores.	12	100 %
pH metro.	10	83,3 %
Guantes de nitrilos.	12	100 %
Bombas de agua portátiles.	7	58,3 %
Cubetas de conteo.	9	75,0 %
Cronometro.	6	50,0 %
Carro de transporte.	8	66,7 %
Botequín.	0 (uso no diario).	0 %

Nota. Elaborado por los autores. El botiquín tiene frecuencia 0 % porque no se usa a diario, pero por razones de seguridad debe permanecer en el área.

En la Tabla 27 se listan las herramientas/insumos que más se utilizan en el área, a su vez junto con la frecuencia de uso estimado. Para determinar qué elementos deben permanecer en el área de trabajo y cuales deben ser retirados, se realizó un análisis de frecuencia de uso de las principales herramientas e insumos.

Tabla 28. *Tabla de frecuencia.*

Rango de frecuencia	Acción propuesta
80 % - 100 %	Permanece en el área de trabajo, alcance inmediato.
50 % - 79 %	Colocar en lugares cercanos, pero fuera de la línea de producción.
20 % - 49 %	Trasladar a bodega general.
< 20 %	Evaluar si realmente es necesario.
0% (obligatorio)	Punto fijo señalizado, no retirar por seguridad y normativa.

Nota. Elaborado por los autores.

La Tabla 28 presenta los resultados obtenidos para un turno tipo de 12 operarios al cual estuvieron basados en observación directa y consulta con el supervisor. En base a estos valores, se establecieron los siguientes criterios. Se considero un turno habitual de 12 operarios, que es el promedio con el cual logro aplicar en la empresa.

Etapas 2. Ordenar

El objetivo es establecer un lugar específico, identificando y de fácil acceso para cada herramienta, material o insumo que permanece en el área de trabajo, de modo que cualquier operario pueda localizarlo en menos tiempo y devolverlo a su sitio tras su uso. En base a la clasificación por frecuencia de uso, se definen los siguientes criterios de ubicación.

Tabla 29. *Ubicación de herramientas por frecuencia de uso.*

Rango de frecuencia	Ubicación recomendada	Ítems
80 % - 100 %	Permanece en el área de trabajo, alcance inmediato.	Mangueras, baldes, redes, guantes.
50 % - 79 %	Estantes o paneles a menos de 5 metros de trabajo.	Bombas portátiles, cubetas, cronometro.
20 % - 49 %	En bodega cercana.	Herramientas de uso esporádico.
0% obligatorio	Punto fijo señalizado, no retirar por seguridad y normativa.	Botiquín, extintor.

Nota. Elaborado por los autores.

La Tabla 29 presenta la ubicación recomendada de herramientas según su frecuencia de uso, con el fin de optimizar la organización del área de trabajo. Los elementos de mayor utilización se mantienen al alcance inmediato, mientras que los de uso ocasional se almacenan en zonas específicas.

Señalización y etiquetado

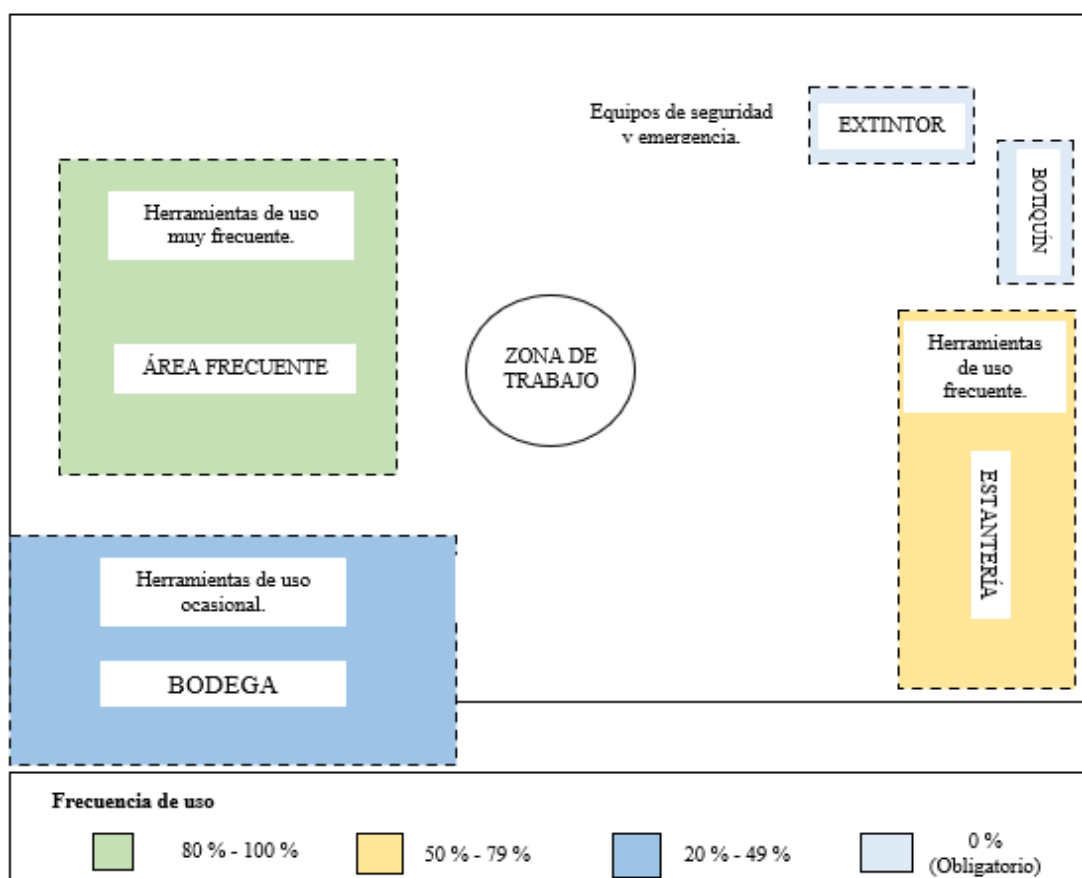
Para garantizar que cada herramienta regrese a su lugar, se propone:

- ❖ Etiquetas de sombra: dibujar o pegar la silueta de la herramienta en el lugar donde debe guardarse.
- ❖ Código de colores: asignar un color por tipo de herramienta.
- ❖ Carteles identificadores: colocar una tarjeta o placa con el nombre de la herramienta y, si aplica, una breve instrucción de uso.

Distribución propuesta

Se representa la distribución propuesta de las herramientas en el área de trabajo desarrollada bajo los principios de la metodología 5S, elaborada con base en los criterios de frecuencia de uso y accesibilidad, con el propósito de facilitar las operaciones y optimizar la organización del proceso. Además, la nueva distribución busca reducir desplazamiento innecesario, facilitar la ubicación de herramientas y materiales, y mejorar las condiciones de orden y limpieza del área.

Figura 21. *Distribución de herramienta propuesta.*



Nota. Elaborado por los autores.

En la Figura 21 se muestra la distribución propuesta de área de preparación donde se almacenan las herramientas, después de aplicar la segunda etapa. Los cambios están en relación con la tabla de herramientas más frecuentes que utilizan los operadores. Zona de herramienta de alta frecuencia, área designada de productos químicos alejada del paso (pasillos despejados). Cálculo de indicadores.

(Para la proyección de beneficios de la etapa 2 se utilizaron las siguientes ecuaciones:

Para indicadores que disminuyan (P1, P10) se utiliza la fórmula:

$$Proyección = Vi \times (1 - R)$$

Dónde:

Vi = Valor inicial (de la encuesta).

R = Reducción mínima reportada.

Para indicadores que se espera que aumenten (P8) se utiliza fórmula:

$$Proyección = Vi \times (1 + M)$$

Dónde:

Vi = Valor inicial (de la encuesta).

M = Mejora mínima estimada.

Para el porcentaje de mejora se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% mejora = \frac{Valor actual - Proyección}{Valor actual} \times 100$$

Dónde:

Vi = Valor inicial (de la encuesta).

P = Proyección.

En base a los indicadores obtenidos de la encuesta que se encuentra en la Tabla 28, se estima que la implementación de la segunda etapa se obtuvo las siguientes mejoras cuantificables.

Tabla 30. Indicadores obtenidos de segunda etapa.

Indicador	Situación actual	Proyección	% de mejora	Justificación de mejora
P1. % operadores pierde > 30 min buscando herramientas.	74,3 %	< 22,3 %	70 %	Reducción del 70-85 %, se tomó 70 % (Socconini, 2019).
P8. % que considera área limpia.	34,4 %	~55 %	60 %	Mejora de percepción de 60-80 %, se toma 60 %.
P9. % de herramientas con lugar fijo.	34,3 %	>84 %	+49,3 %	Cobertura del 75 %-95 %, se tomó 75 % déficit (Salazar et al., 2022).
P10. Tiempo de cierre de turno.	45 min.	27 min.	40 %	Reducción del 40-60 %, se tomó 40 % (Socconini, 2019).

Nota. Elaborado por los autores.

La Tabla 30 presenta la proyección de los indicadores obtenidos para la segunda etapa de la propuesta de mejora. Se observa una disminución en el porcentaje de operaciones que pierden tiempo, evidenciando una mayor eficiencia operativa. Asimismo, se proyecta un incremento en la percepción de orden y limpieza del área, así como en la disponibilidad de herramientas con ubicación fija.

Etapas 3. Limpiar

Lo que esta etapa busca es establecer una rutina de limpieza diaria que permitiría mantener el orden alcanzado con la segunda etapa y detectar anomalías

tempranas. Para ello se propone implementar un registro de limpieza diaria que cada operario debería llenar al inicio y al final de su turno.

El registro no solo documenta la limpieza, sino que también crea el hábito de inspeccionar el área diariamente. Además, esta práctica contribuiría a prevenir la acumulación de suciedad y facilitar la identificación oportuna. De esta manera, se fortalecería la disciplina operativa y se garantizaría la conservación de las mejoras implementadas en las etapas anteriores.

Figura 22. Registro de limpieza.

REGISTRO DE LIMPIEZA DIARIA					
Fecha:		Firma Supervisor:			
Inicio:	Fin:	Turno (M/T/N)	Operario	Zona designada:	Firma Operario:
Observaciones.					

Nota. Elaborado por autores.

En la Figura 22 se muestra el registro de limpieza con la rutina de limpieza documentada, se estima que el porcentaje de trabajadores que perciben el área siempre limpia y ordenada como se muestra el en indicador P8 aumente desde el 55 % hasta al menos 63 % tomando el valor conservador de la literatura. Además, el registro permite hacer seguimiento y tomar acciones correctivas rápidas.

Etapas 4. Estandarizar

Lo que busca esta etapa es documentar visualmente los procedimientos de orden, limpieza y clasificación para que cualquier trabajador e incluso alguien de nuevo ingreso pueda seguir los estándares sin necesidad de supervisor constante.

En este apartado se espera un impacto indirecto para los indicadores P1, P8, P9, P10, ya que garantiza que las mejoras logradas desde la etapa 1 hasta la 3 se mantengan con el tiempo, para ello en la siguiente tabla se sugiere los formatos de control estandarizados.

Tabla 31. *Formatos para control estandarizado.*

Formato	Propósito
Manual visual 5S.	Documentar el estado ideal del área.
Cartel resumen 5S.	Recordatorio visual para todo el personal.
Registro de limpieza diaria.	Controlar el cumplimiento de la etapa 3.
Checklist de auditoria 5S.	Evaluar periódicamente el cumplimiento global.

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 31 presenta los principales beneficios esperados como resultados de implementación de la etapa de estandarización. Aunque esta etapa no genera mejoras directas en los indicadores operativos, si finalidad es asegurar la permanencia de los resultados alcanzados en las etapas anteriores mediante la definición de procedimientos y rutinas de trabajo.

Tabla 32. *Tabla de resultados de etapa 4.*

Indicador	Valor después de la etapa 1,2,3	Valor esperado después de la etapa 4
P9	84 %	$\geq 84 \%$
P10	27 min.	$\leq 27 \text{ min}$

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 32 se muestran los resultados obtenidos en la etapa 4 cumplen con los valores esperados establecidos, evidenciados la estabilidad de las mejoras aplicadas y la sostenibilidad de las acciones propuesta mediante la metodología de manufactura esbelta.

La etapa 4 no aporta mejoras adiciones por sí mismo, pero evita la regresión. Sin estandarización, hasta un 40 % de las mejoras de 5S pueden perderse en los primeros tres meses (Socconini, 2019). Por lo tanto, los beneficios es la sostenibilidad de los logros cuantitativos anteriores.

Etapa 5. Disciplina

Con esta última etapa se garantiza el cumplimiento sostenido de los estándares a través de auditorías regulares y las correcciones inmediatas de desviaciones. Para ello se tiene la propuesta de realizar auditorías semanales sorpresas, que consiste en cada supervisor o encargado del área aplicara un checklist de auditoria 5S en cada zona del área designada. El tiempo de la auditoria no dura ni 10 minutos y evalúa aspectos clave de las 5S.

Sistema de puntuación.

Cada ítem del checklist se califica con 0= no cumple, 1= cumple parcialmente, 2= cumple totalmente.

La puntuación máxima posible depende del número de ítems, se coloca mediante un código de colores donde el color verde representa mayor o igual que el 80 % que se traduce en aceptable, amarillo entre un 59 % y 79 % que se traduce en requiere atención, rojo menor que 50 % se traduce en acción correctiva inmediata. Si

una zona obtiene rojo, el supervisor o encargado debe reunirse con los operarios responsables, identificar las causas de incumplimiento y establecer un plan de acción con fecha de corrección. La misma zona se vuelve a auditar en unos días posteriores, si aún persiste la zona roja, se toma acciones disciplinarias progresivas.

Tablero visual de indicadores 5S

Colocar un pequeño tablero en la zona de supervisión donde se publique la puntuación semanal de cada zona, esto fomenta la competencia sana por el cumplimiento. En el Anexo S se presenta el formato sugerido de checklist de auditoría 5S para utilizarlo en Texcumar S.A.

La implementación secuencial de las 5S sienta las bases de orden y disciplina necesaria para aplicar las herramientas de manufactura esbelta que se muestra a continuación, como es el estudio de tiempos y el VSM. En los siguientes apartados se desarrollan estas dos herramientas, apoyándose en el entorno estandarizado que las 5S garantizan.

Tabla 33. *Tabla comparativa de resultados.*

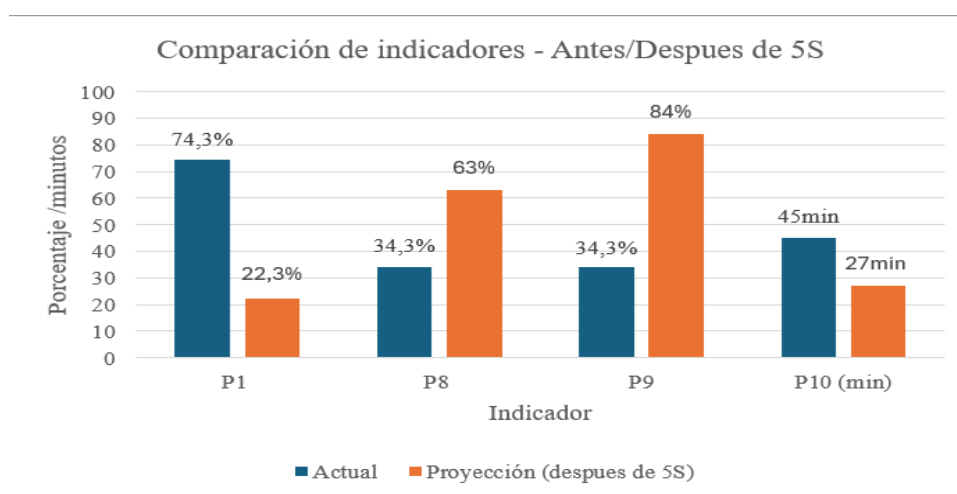
Indicador	Antes de 5S	Después de 5S	Mejora
Tiempo perdido en búsqueda de herramientas.	74,3 %	$\leq 22,3 \%$	52 % menos.
Percepción de limpieza y orden.	34,3 %	$\geq 60 \%$	25,7 %
Herramientas con lugar fijo.	34,3 %	$\geq 84 \%$	49,7 puntos porcentuales.

Ahorro diario por operario.	45 min	$\leq 22,3 \text{ min}$	18 min ahorrados por operario.
--------------------------------	--------	-------------------------	--------------------------------------

Nota. Elaborado por los autores.

En Tabla 33 se presenta la comparación proyectada del antes y después de la metodología 5S permitiendo evaluar los beneficios potenciales de su implementación sin constituir datos de una aplicación real. las estimaciones muestran una reducción del 52% en el tiempo perdido en búsqueda de herramientas, un ahorro de 18 minutos diarios por operarios y un incremento del 25.7% en la percepción de limpieza.

Figura 23. Gráfico comparativo de resultados.



La Figura 23 evidencia la mejora proyectada tras la implementación de la metodología 5S. El indicador P1 disminuye de 74 % a 22,3 % reflejando una reducción significativa del problema asociado al desorden en el área de trabajo. Asimismo, los indicadores P8 y P9 incrementan de 34,3 % a 63 % y 84 %, respectivamente, lo que demuestra una mejora en el conocimiento y cumplimiento de los estándares de trabajo. En el P10 se reduce de 45 a 27 minutos, evidenciando una mayor eficiencia en la ejecución del proceso.

Resultados de la propuesta de la implementación de 5S

La implementación propuestas de la metodología de 5S en el área de maduración de Texcumar S.A., generaría mejoras sustanciales y cuantificables en todos los indicadores críticos: reducción del tiempo de en búsqueda de herramientas del 74,3 % al 22,3 %, la mejora notable en la percepción de limpieza incremento del 34,3% al 63%, lo que se considera una mejora notable en este aspecto, el porcentaje de herramientas con lugar fijo pasa de 34,3 % al 84% y finalmente el tiempo promedio para rotar entre un turno y otro baja de 47 min a 27 min, lo que supone un ahorro de por operario al día.

3.3.2. Propuesta de estandarización de actividades

Cálculo de tiempo estándar

Para ello se tiende a enfocarse en las actividades mencionadas, a su vez para la valoración del trabajo se basó en la escala británica para la valoración del trabajo que se encuentra en el Anexo T. Como se menciona en la escala, mediante observación se optó por definir una escala de 90 con una descripción de que el trabajador realiza su actividad de manera constante. En base a aquello se procede a realizar los cálculos de tiempo de ciclo (TC), Tiempo normal (TN), Tiempo estándar (TS). Por el lado de la suplementación por el descanso se optó por un 19 %, otro punto a aclarar es el sexo del personal que solo hombres trabajan en esta área. En la siguiente tabla se calcula el porcentaje de suplementación obtenido para todas las actividades.

Tabla 34. *Suplementación obtenida.*

Sistema de suplementos por descanso		Calificación
S. constantes	Necesidades personales.	5
	Básico por fatiga.	4
Suplemento	Trabajo se realiza a pie.	2

	Postura: Incomoda (inclinación del cuerpo).	2
	Uso de la fuerza: Peso levantado por kg = 15.	5
	Monotonía mental: Trabajo bastante monótono.	1
Total		19 %

Nota. Elaborado por los autores. La calificación se interpreta como porcentaje en la sumatoria final, el resultado fue 19 puntos que se interpreta como 19%.

La Tabla 34 muestra la suplementación requerida por descanso, considerando factores constantes y variables asociados a las condiciones de trabajo. Se obtuvo una suplementación total del 19 %, estos resultados evidencian que las características físicas de la actividad y el esfuerzo requerido influyen directamente en la asignación de tiempos suplementarios, permitiendo establecer una compensación adecuada dentro del cálculo del tiempo estándar del proceso.

En la Tabla 35 resume los tiempos estándar obtenidos para cada una de las nueve actividades mejorar. Para la valoración de trabajo se utilizó la normativa británica que se muestra en el Anexo T sobre el ritmo de trabajo calificado.

Tabla 35. *Resumen de tiempo normal y estándar de actividades.*

Actividad	Reducción por 5S	Tiempo observado (Te)	Tiempo Normal (Tn)	Tiempo Estándar (Ts)
Limpieza de tanques por sala.	10 %	30,0	27,0	32,1
Limpieza de piedras difusoras por sala.	5 %	25,0	22,5	26,8
Desinfección de pisos por sala.	10 %	30,0	27,0	32,1
Prep. de suministro y alimento.	10 %	180,0	162,0	192,8
Limpieza de filos de tanques por sala.	5 %	7,5	6,8	8,1

Desinfección de material de desove.	10 %	120,0	108,0	128,5
Desinfección de material de are limpia.	5 %	75,0	67,5	80,3
Aplicación de productos por sala.	10 %	10,0	9,0	10,7
Alimentación por sala	5 %	12,0	10,8	8,09

Nota. Elaborado por los autores. Para ser conservadores, se ha aplicado una reducción de 10 % en actividades principales y de 5 % de menor duración. Estos porcentajes figuran en el potencial de mejora reportado en la literatura para entornos productivos con problema de orden y organización (Socconini, 2019).

En la Tabla 35 se muestra la aplicación de reducciones conservadoras genera nuevos tiempos estándar mejorados, como limpieza de tanques y preparación de alimento. Estos valores demuestran que la estandarización y el orden reducen los tiempos de ciclo de manera consistente. En la Tabla 36 se muestra la comparación de resultados entre el tiempo estándar actual y el proyectado.

Tabla 36. Comparación de estándar de tiempo actual vs mejorado.

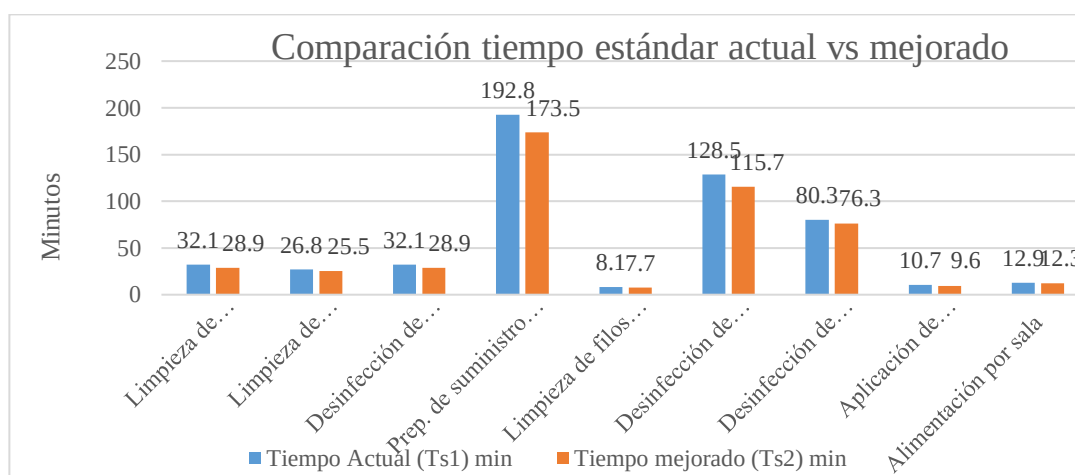
Actividad	Tiempo Estándar 1 (Ts1) min	Tiempo Estándar 2 (Ts2) min	Mejora (Ts1-Ts2) min	% de mejora
Limpieza de tanques por sala.	32,1	28,9	3,2	10,0
Limpieza de piedras difusoras por sala.	26,8	25,5	1,3	4,9
Desinfección de pisos por sala.	32,1	28,9	3,2	10,0
Prep. de suministro y alimento.	192,8	173,5	19,3	10,0
Limpieza de filos de tanques por sala.	8,1	7,7	0,4	4,9
Desinfección de material de desove.	128,5	115,7	12,8	10,0

	80,3	76,3	4	5,0
Desinfección de material de are limpia.	10,7	9,6	1,1	10,3
Aplicación de productos por sala.	12,9	12,3	0,6	4,7
Alimentación por sala.				

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 36 muestra las mejoras porcentuales oscilan entre 4,7 % y el 10,3 %, siendo la preparación de alimento la actividad con mayor reducción absoluta con 19,3 minutos. Esta comparación cuantifica el impacto real de la propuesta de mejora en las actividades críticas del área de maduración.

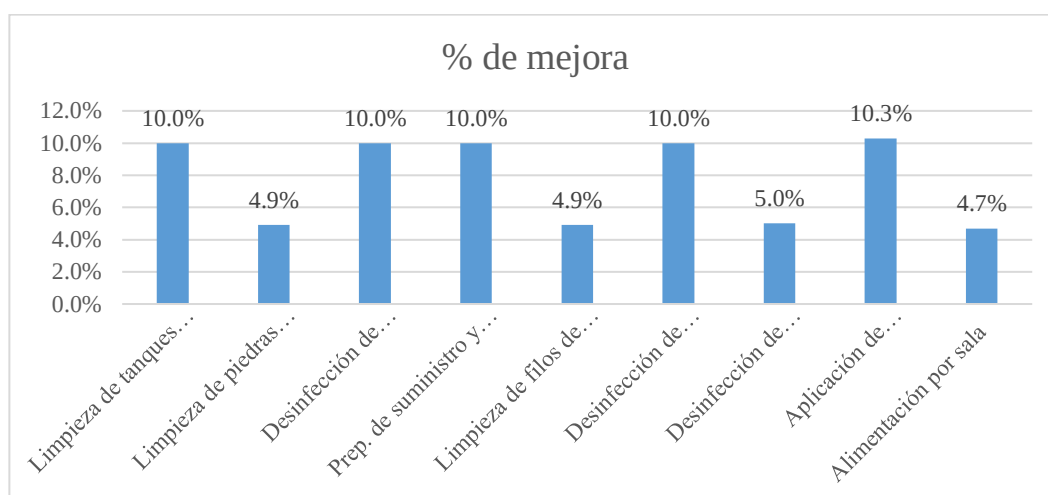
Figura 24. Comparativa de tiempo estándar actual vs mejorado en minutos



Nota. Elaborado por los autores.

En la Figura 24 se muestra la comparación de tiempos estándar actual y mejorados evidencia reducciones consistentes en todas las actividades, especialmente en preparación de alimento pasando de 192,8 a 173,5 minutos. Este gráfico visualiza el ahorro de tiempo logrado con la estandarización de métodos.

Figura 25. *Mejora porcentual tiempo estándar en relación al actual.*



Nota. Elaborado por los autores.

En la Figura 25 se muestra la actividad con mayor reducción absoluta es limpieza de tanques, que pasa de 192.8 minutos a 173.5 minutos, lo que representa un ahorro de 19.3 minutos por ciclo en otros términos el 10,0 %. Le sigue desinfección de material de desove con una reducción de 12.8 minutos que representa el 10,0.

Las actividades de menor duración, como limpieza filos de tanques por salas y alimentación por salas, con ahorros de 0.4 y 0.6 minutos respectivamente, valores consistentes con su menor margen de optimización.

A continuación, se presentan de formatos propuestos para la estandarización de actividades que se realizó en la propuesta anterior que es el estudio de tiempos, se trabajara con la actividad de limpieza de tanques y limpieza de piedras difusoras adjuntando flujograma dado que los datos calculados se podrán realizar las demás fichas y flujogramas de actividades que se menciona en la estandarización de tiempos.

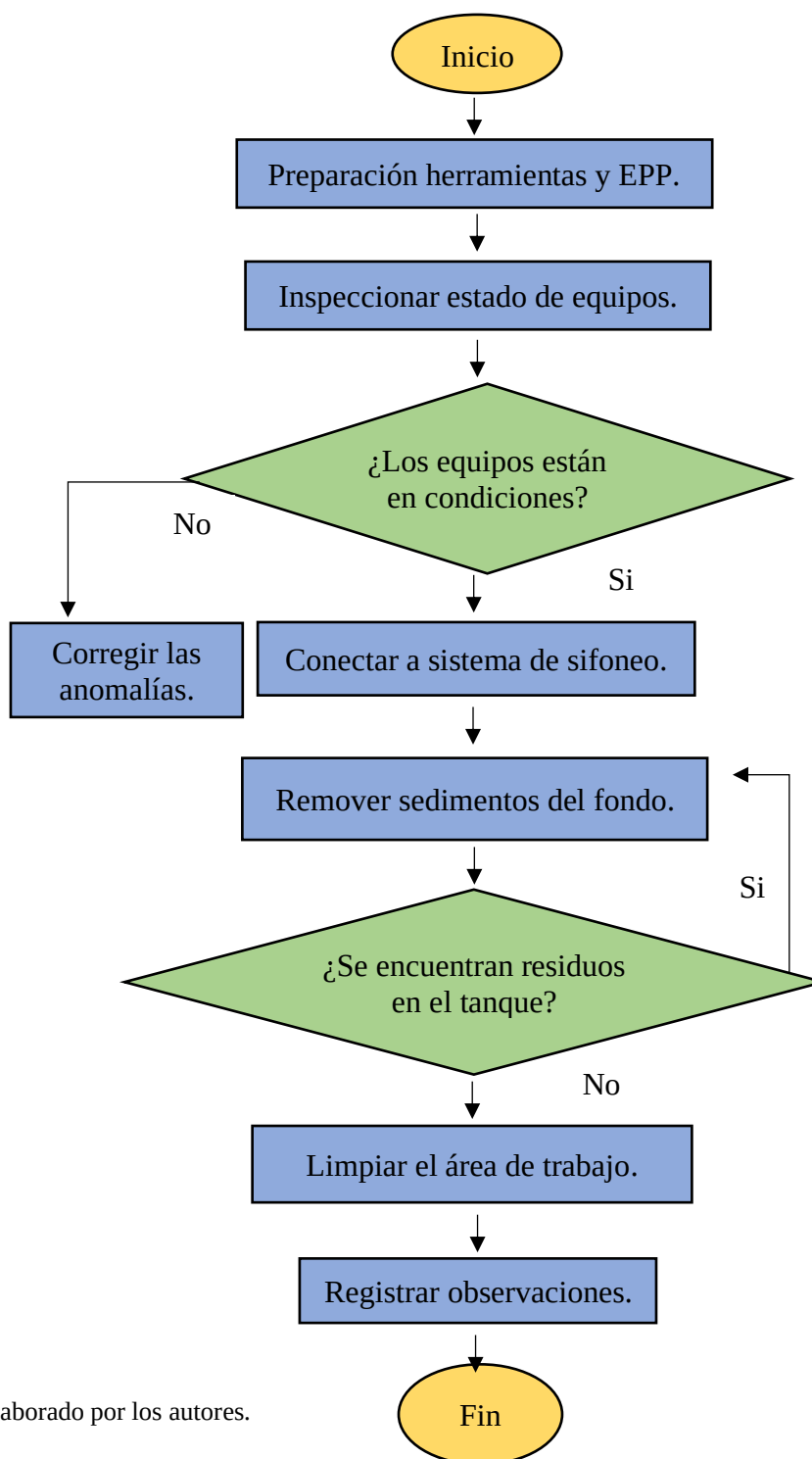
Tabla 37. Formato de la hoja de trabajo estandarizado.

Limpieza de Tanques por sala (sifoneo)		
Elemento	Descripción de la secuencia	Punto de control / seguridad
Tiempo estándar	28,9 minutos.	
Herramientas necesarias	Manguera de lavado, guantes de nitrilo, canal de residuos, escobas, desinfectante.	Verificar que todo esté en su lugar.
Secuencia de pasos		
Preparación.	Reunir las herramientas todas las herramientas como manguera y guantes.	No salpicar fuera del área de drenaje.
Sifoneo de fondo.	Conectar la manguera al sistema de desagüe. Sifonear el fondo del tanque con movimientos de barrido uniformes, eliminando restos de alimento y heces.	No salpicar fuera del área de drenaje.
Limpieza del área.	Barrer y recoger residuos del suelo alrededor del tanque.	Pasillo despejado.
Guardar herramientas.	Limpiar la manguera y guantes. Colocar cada herramienta en su lugar fijo.	Comprobar que todas las herramientas estén secas y en buen estado.
Observaciones	El supervisor de turno verificar la actividad luego de realizarla, dentro y fuera del tanque, si el canal necesita un enjuague también.	

Nota. Elaborado por los autores. Este formato debe fijarse en un lugar visible cerca del área de trabajo.

La Tabla 37 presenta la estandarización del proceso de limpieza de tanques mediante sifoneo, estableciendo la secuencia operativa, el tiempo estándar, los recursos requeridos y los criterios de control para asegurar la remoción eficiente de residuos y la uniformidad en la ejecución de la actividad.

Figura 26. *Flujograma de limpieza de tanques (sifoneo).*



Nota. Elaborado por los autores.

La Figura 26 representa el flujo del proceso de limpieza de tanques mediante sifoneo, detallado la secuencia de actividades desde la preparación de herramientas y equipos de protección personal hasta el registro de observaciones finales.

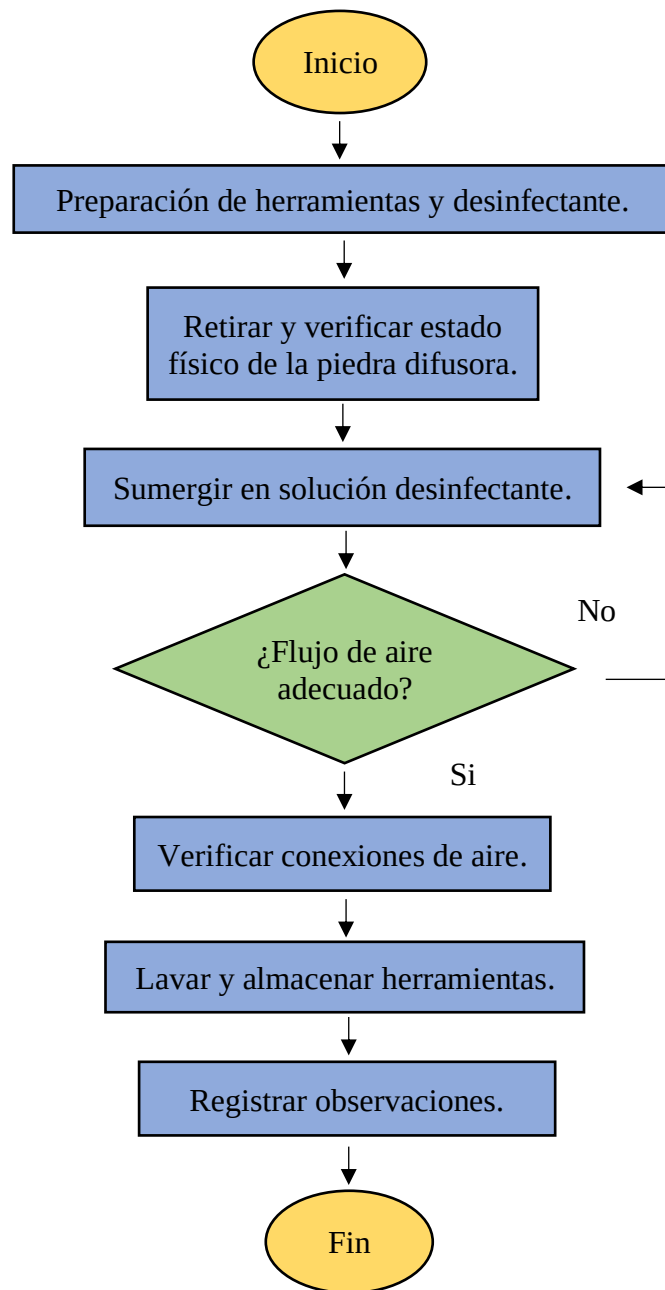
Tabla 38. Formato de hoja de trabajo estandarizado - Limpieza de piedras difusoras.

Limpieza de piedras difusoras por sala		
Elemento	Descripción de la secuencia	Punto de control / seguridad
Tiempo estándar.	25.5 minutos.	
Herramientas necesarias.	Cepillo pequeño de cerdas duras, baldes con agua limpia, desinfectante, guantes.	Verificar que el desinfectante este en su envase etiquetado.
Secuencia de pasos		
Extracción.	Retirar la piedra difusora del tanque con cuidado que no dañar la manguera de aire.	Realizar que el sistema este con aire.
Cepillado.	Sumergir la piedra en el balde con agua y desinfectante. Cepillar suavemente hasta eliminar incrustaciones.	No usar objetos punzantes (evita dañar la porosidad).
Enjuague.	Enjuagar con agua limpia corriente hasta retirar.	Verificar que el agua fluya libremente por los poros.
Reubicación.	Colocar la piedra nuevamente en su posición y colocar dentro del tanque la manguera de aire.	Comprobar que no haya fugas de aire en la conexión.
Guardar herramientas.	Limpiar la manguera y el cepillo. Colocar cada herramienta en su lugar fijo.	Comprobar que todas las herramientas estén secas y en buen estado.
Observaciones	Si el sistema de aireación del tanque, no están en buen estado, que el supervisor haga la respectiva observación.	

Nota. Elaborado por los autores.

La Tabla 38 establece la estandarización del procedimiento de limpieza de piedras difusoras, definiendo la secuencia operativa, los recursos necesarios y los puntos de control para preservar la eficiencia del sistema de aireación y garantizar la continuidad.

Figura 27. *Flujograma de limpieza de piedras difusoras.*



Nota. Elaborado por los autores

La Figura 27 representa el flujo del proceso de limpieza de piedras difusoras, detallado la secuencia de actividades desde la preparación de herramientas y desinfectantes hasta el registro de observaciones finales.

3.3.3. Propuesta de dispositivos Poka-Yoke a prueba de errores

Tabla 39. *Propuesta de dispositivos Poka-Yoke para actividades críticas.*

Actividad	Error potencial	Poka-Yoke propuesto	Tipo	Implementación sugerida
Preparación de suministro y alimento.	Dosificación indirecta.	Cucharas dosificadoras calibradas con marcas de nivel según ración por tanque.	Valor fijo.	Adquirir cucharas graduadas y capacitación en su uso.
Aplicación de productos por sala.	Dilución incorrecta.	Sistema de coloración para envases, cartel de proporciones fijado en el área de preparación.	Contacto.	Etiquetara envases con colores y colocar cartel plastificado.
Limpieza de tanques (sifoneo).	Residuos no eliminados.	Linternas LED de alta intensidad y un checklist para una revisión visual adecuada.	Advertencia.	Dotar cada sala con una lampara y un checklist de inspección obligatoria.
Limpieza de filos de tanques.	Lama persistente.	Cepillo con indicador de desgaste, indicando cuando deben reemplazarse.	Contacto.	Adquirir cepillos con indicado de desgaste y establecer reemplazo periódico.

Nota. Elaborado por los autores. Los dispositivos propuestos son de bajo costo y flexibles de implementar, sin requerir inversiones significativas.

La Tabla 39 presenta los dispositivos Poka-Yoke propuesto para prevenir los errores identificados en las actividades críticas del proceso. Las soluciones planteadas son de fácil implementación y bajo costo, enfocándose en mejorar la dosificación, identificación, inspección y control de las operaciones. Su aplicación permite reducir la probabilidad de errores humanos, fortalecer la estandarización y contribuir a una mayor confiabilidad del proceso.

De esta manera se espera fortalecer la estandarización de las actividades, reducir la variabilidad operativa y mejorar la confiabilidad y seguridad de las operaciones en el área de maduración. Su implementación favorece el cumplimiento de los procedimientos establecidos, incrementa la confiabilidad de las actividades críticas y fortalece la cultura de prevención dentro del área de maduración. En conjunto con las demás herramientas de manufactura esbelta, estos dispositivos contribuyen al mejoramiento continuo y a la estabilidad del proceso productivo.

Tabla 40. Sistema de coloración Poka-Yoke para productos de aplicación por sala.

Categoría del producto	Color Asignado	Código de color – Pantone	Productos en Texcumar	Rango de dilución típico	Lugares de aplicación
Desinfectantes/Oxidantes.	Rojo	Pantone 485 C.	Cloro, Yodo, Peróxido, formol.	1-5 ml/L.	Desinfección de pisos, baldes, paredes.
Probióticos.	Verde	Pantone 34 C.	General.	1-10 ml/L.	Tanques de maduración
Vitaminas.	Amarillo	Pantone 116 C.	Vitaminas generales.	2-5 ml/L.	Tanques de producción.
Acondicionadores de agua.	Azul	Pantone 300 C.	General.	1-5 ml/L.	Tanques de producción.
Otros.	Negro	Pantone 426 C.		Variable.	General.

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 40 se muestra del sistema de coloración Poka-Yoke, los productos que se usan en las salas de producción permiten que el operador no pierda tiempo en buscar un producto que necesita para una actividad específica, evitando accidentes al utilizar el producto incorrecto.

Flujogramas de trabajo como apoyo visual

Para complementar el sistema Poka-Yoke y reforzar la comunicación visual en el área de maduración, se han diseñado flujogramas de trabajo para cada actividad

crítica. Estos flujogramas muestran la secuencia donde se aplican los dispositivos Poka-Yoke.

Los flujogramas estarán fijados en lugares estratégicos del área de trabajo junto a las hojas de trabajo estandarizadas, de modo que el personal pueda consultarlos rápidamente durante la ejecución de sus tareas. Esta herramienta visual facilita la capacitación del personal nuevo y reduce la probabilidad de errores por omisión de pasos.

Beneficios esperados del Poka-Yoke.

La implementación de los dispositivos Poka-Yoke, junto con los flujogramas de trabajo estandarizados, permite prevenir errores durante la ejecución de las actividades críticas del proceso de maduración. Como resultado, se esperan beneficios tanto cuantitativos como cualitativos, reflejados en una mayor ejecución en las operaciones, mitigando errores, mejora de la calidad del proceso y un mejor control mediante indicadores que faciliten el seguimiento preciso de los resultados obtenidos.

Tabla 41. *Beneficios esperados del sistema Poka-Yoke.*

Beneficio	Impacto estimado	Indicador asociado
Reducción de errores en dosificación de alimento.	Disminución del 80 % en desviación de peso.	% de raciones con peso correcto.
Reducción de errores en dilución de productos.	Eliminación de diluciones incorrectas.	% de aplicaciones con dilución correcta.
Disminución de reprocesos por limpieza deficiente.	Reducción del 60 % en reprocesos de limpieza.	Nº de reprocesos por semana.

Reducción de errores en conteo de nauplios.	Disminución del 90 % e errores de conteo.	% de despacho con conteo exacto.
Mejora en la calidad del agua.	Reducción del 50 % en incidentes de contaminación.	Nº de eventos de contaminación por mes.

Nota. Elaborado por los autores. Los impactos estimados son proyecciones conservadoras basadas en la literatura y en la experiencia documentadas de la implementación del Poka-Yoke en entornos productivos similares.

La Tabla 41 presenta los beneficios esperados de la implementación del sistema Poka-Yoke en el proceso de maduración. De acuerdo con las proyecciones, esta herramienta permitiría reducir significativamente los errores operativos relacionados con la dosificación de alimento, la disolución de producto, lo que contribuye a disminuir los reprocesos y mejorar la calidad de agua.

Conclusiones

El sistema Poka-Yoke propuesto, complementado con los flujogramas de trabajo, constituye una capa adicional de control que asegura la consistencia de los tiempos estándar y la calidad del proceso de maduración. Al prevenir errores humanos en actividades críticas, se reduce la variabilidad, se minimizan los reprocesos y se fortalece la cultura de mejora continua en Texcumar S.A.

3.3.4. Tablero Kanban de control operativo – tarjeta de colores

En la Tabla 49 se presenta el diseño del tablero Kanban operativo implementando para coordinar ritmos de trabajo, reducir ordenes verbales y supervisar al instante el estado de las salas sin desplazamientos. El sistema opera bajo tres principios fundamentales:

1. Control visual por colores: cada tarjeta del tablero posee un color asignado de forma exclusiva a una sala de producción. Esto evita la mezcla de dosis, dietas o herramientas entre las y garantiza la trazabilidad del proceso.

2. Flujo de trabajo dinámico en 3 fases:

Por preparar-pendiente: al iniciar la jornada, el supervisor ubica en esta columna las tarjetas con los requerimientos estandarizados del turno.

En proceso/aplicando: al acudir al punto de acopio central, el operario toma la tarjeta correspondiente a su sala y la desplaza a esta columna. Esto actúa como una señal visual en tiempo real de que la sala está siendo intervenida, previniendo duplicidad de tareas.

Completado: tras ejecutar el alimentado o el conteo en la sala, el operario anota la hora de cierre y mueve la tarjeta a la columna final.

Tabla 42. *Tablero Kanban de control operativo del área de maduración.*

Tablero Kanban de Control Operativo					
1. Por preparar /Pendiente.	2. En proceso /Aplicando.	3. Completado.			
Tarjeta Roja	Tarjeta Verde	Tarjeta amarilla			
Sala 1: Maduración.	Sala 3: Maduración.	Sala 2: Maduración.			
Tarea: Aplicación dieta.	Tarea: Sifoneo/Limpieza.	Tarea: Conteo de nauplios.			
Tarjeta azul	Tarjeta naranja	Tarjeta violeta			
Sala 4: Maduración.	Sala 5.	Sala 6.			
Tarea: Conteo de nauplios.	Tarea: Resiembra de nauplios.	Tarea: Despacho.			
Sistema Poka-Yoke de colores asignado por sala					
Sala 1	Sala 2	Sala 3	Sala 4	Sala 5	Sala 6

En la Tabla 42 se muestra del sistema de tarjetas de colores Kanban, con lo cual persigue a la reducción de la dependencia de órdenes y facilita la supervisión instantánea del estado de las salas a intervenir.

3.3.5. Oportunidad de mejora en actividades mediante análisis de VSM

En el análisis de causa raíz, se identificó el problema de dieta que consiste en exceso de tiempo de ciclo y desperdicio de transporte en la preparación y distribución diaria de la dieta y conteo y resiembra con retrasos, alta variabilidad y reprocesos en la actividad de conteo de nauplios/reproductores.

Aplicación de metodología en dieta

En la etapa de dieta consume 170 minutos por ciclo que lo conforma en 110 minutos de tiempo de ciclo en actividad y 60 minutos en tiempo de espera. Para identificar las causas de estos tiempos improductivos, se desglosa subactividades que componen el tiempo de espera, los resultados se presentan en a continuación.

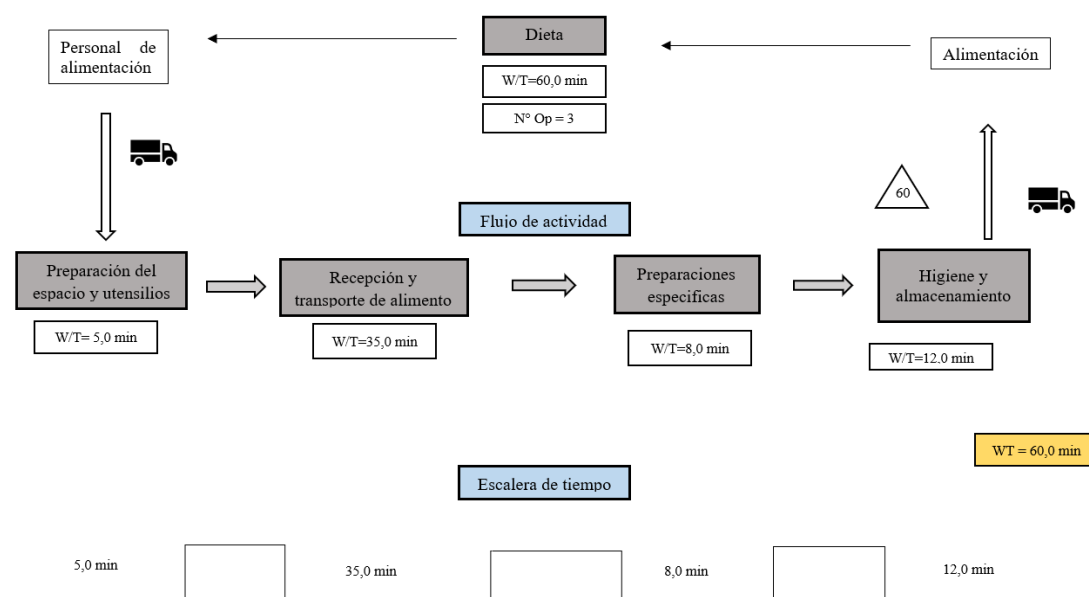
Tabla 43. Subactividades de dieta en espera.

Nº	Actividad	Tiempo de espera (min)
1	Preparación del espacio y utensilios.	5
2	Recepción y transporte de alimento.	35
3	Preparaciones específicas.	8
4	Higiene y almacenamientos.	12
Total		60

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 43 se evidencia que el tiempo total de espera de la etapa asciende a 60 minutos. La subactividad de recepción y transporte de alimento concentra el mayor tiempo de espera, con 35 minutos, equivalente al 58.3 % del total, lo que indica que el principal desperdicio del proceso. Evidencian oportunidades de mejora orientadas a optimizar el abastecimiento y reducir tiempos de espera. Para ello se presenta un VSM detallado de la actividad de dieta enfocado en esperas.

Figura 28. VSM de dieta de subactividades de dieta enfocado en esperas.

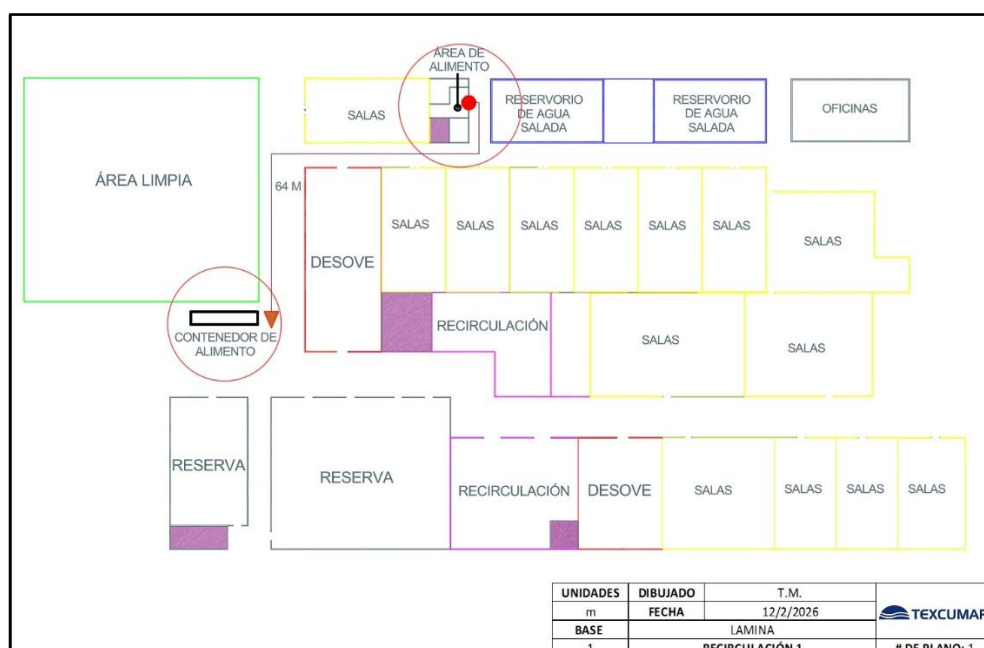


Nota. Elaborado por los autores.

En la Figura 28 se presenta el VSM de subactividades enfocado en las esperas dentro de la etapa de dieta. Este diagrama permite visualizar que el transporte de alimento es el principal cuello de botella, representando el 58,3 % del tiempo de espera total. Este tiempo corresponde al desplazamiento del personal hacia la bodega para recolectar el alimento congelado y trasladarlo al área de preparación. Actualmente, este proceso se realiza una vez al día: una vez para la ración matutina y otra para la vespertina.

La solución propuesta consiste en reubicar un contenedor en el área de alimentación, lo que permitiría reducir la distancia de recorrido de 117 metros a 64 metros para el transporte de alimento. De esta manera se reduce el tiempo de que tarda el operario en ir a ver el alimento, transportarlo y llevarlos al área de preparación.

Figura 29. *Propuesta de recorrido del suministro de alimento (dieta).*



Nota. Elaborado por los autores.

En la Figura 29 se muestra la ubicación propuesta del contenedor con la reducción de distancia que recorre el operario al día llegando a 64 metros, con lo cual

se ve una mejora positiva el tiempo. A continuación, se detallan los cálculos propuestos para evidenciar la mejora de la propuesta.

Situación propuesta: trasladar el contenedor.

Datos:

1 viaje = 35 minutos.

Distancia inicial = 117 metros.

Distancia final = 64 metros.

$$Tiempo\ total\ propuesto = \frac{64\ metros \times 35\ minutos}{100\ metros}$$

$$Tiempo\ total\ propuesto = \mathbf{19,1\ min}$$

$$Ahorro = Tiempo\ inicial - Tiempo\ propuesto$$

$$Ahorro = \mathbf{15,9\ min}$$

Este ahorro de 15,9 min/día corresponde a reducir el recorrido. El valor de ahorro se transforma en valor monetario, en este caso se utiliza los mismos datos tales el costo por hora del operario y el salario del operador, todo esto se proyecta al mes, con el fin de calcular el ahorro mensual si se aplicase esta reubicación.

Datos.

Costo por hora = \$2,00 /hora.

Tiempo ahorrado propuesta = 15,9 min.

$$Tiempo\ ahorrado\ al\ mes = \frac{7,95\ horas}{mes}$$

$$\text{Ahorro mensual} = \frac{7,95 \text{ horas}}{\text{mes}} \times \frac{2,00 \text{ dolares}}{\text{hora}}$$

$$\text{Ahorro mensual} = \frac{15,90 \text{ dolares}}{\text{mes}}$$

$$\text{Ahorro anual} = \frac{190,80 \text{ dolares}}{\text{Anual}}$$

Con la reubicación del congelador en el área de alimentación, el tiempo de recorrido para el transporte de alimento se reduce de 35,0 a 19,1 minutos, lo que representa un ahorro de 15,9 minutos por ciclo. Dado que esta actividad se realiza una vez al día, el ahorro diario es de 15,9 minutos. Proyectando a 30 días laborales al mes, el ahorro mensual asciende a 477,0 minutos equivalente a 7,95 horas.

Tabla 44. *Resumen de tiempos y costos calculados en dieta.*

Concepto	Valor
Tiempo actual promedio.	35,0 min.
Tiempo mejora mediante reubicación.	19,1 min.
Ahorro por ciclo.	15,9 min.
Ahorro tiempo mensual.	477,0 min $\approx$ 7,95 horas.
Ahorro tiempo anual.	5.724 min $\approx$ 95,4 horas.
Costo por hora.	\$2,00.
Ahorro mensual por operario.	\$15,90.
Ahorro anual por operario.	\$190,80.

Nota. Elaborado por los autores. Para el cálculo del costo por hora del operario se utilizaron las tres cifras para mayor precisión en los costos.

En la Tabla 44 en términos económicos, con un salario mensual de \$485 por operario, el costo por hora del operario es de \$2,00 por hora, el ahorro mensual por operario es de \$15,90 por mes, lo que representa un ahorro anual de \$190,80. Este

ahorro se logra sin incurrir en costos adicionales de contratación, ya que se basa exclusivamente en la reubicación del congelador y la reducción de desplazamientos innecesarios, lo que demuestra el alto impacto de las mejoras propuestas con una inversión mínima.

Cálculo de impacto global de la etapa.

Impacto en el W/T de la etapa dieta:

$$\text{Nuevo } W/T = 60 \text{ min} - 15,9 \text{ min}$$

$$\text{Nuevo } W/T = \mathbf{44,1 \text{ min}}$$

Nuevo subtotal de la etapa dieta:

$$\text{Nuevo subtotal} = 110 \text{ min} + 44,1 \text{ min}$$

$$\text{Nuevo subtotal} = \mathbf{154,1 \text{ min}}$$

Mejora porcentual en el subtotal de la dieta:

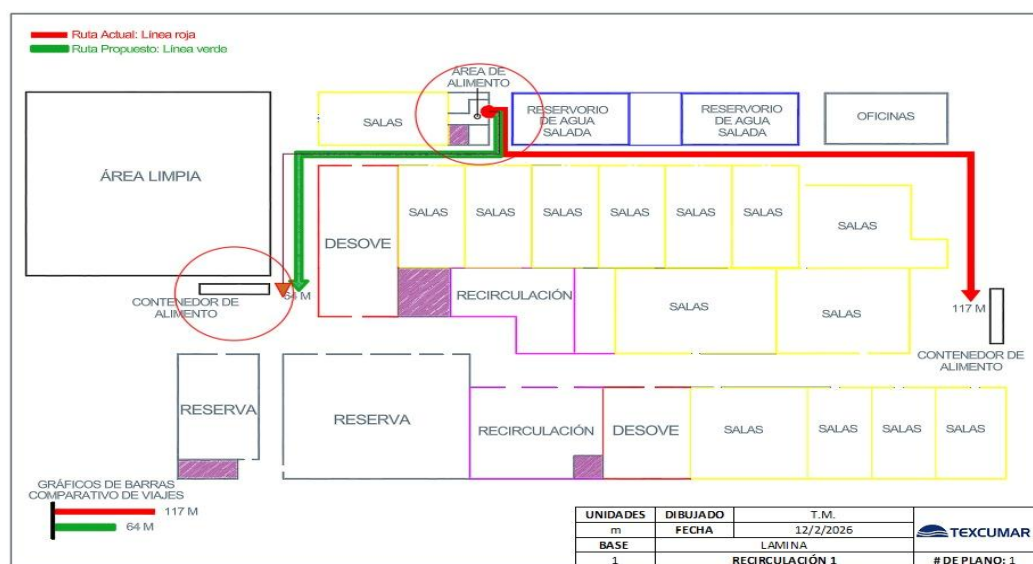
$$\text{Reducción} = 170 \text{ min} - 154,1 \text{ min}$$

$$\text{Reducción} = \mathbf{15,9 \text{ min}}$$

$$\% \text{ mejora} = \mathbf{9,35\%}$$

Este ahorro equivale a una reducción del 30 % en el tiempo de transporte de alimento. Además, al tener el alimento disponible en el área de alimentación, se reduce la espera entre la preparación y la distribución, generando un ahorro total de 15,9 minutos por ciclo. En la Figura 30 se muestra el diagrama de recorrido actual y el propuesto de la actividad de transporte de alimento y suministro.

Figura 30. Diagrama recorrido actual y propuesto de transporte y suministro.



Nota. Elaborado por los autores. Las dimensiones actuales y propuestas en la distribución del área se muestran con mediciones in situ.

En la Tabla 45 se muestra los resultados obtenidos mediante la propuesta de reubicación del contenedor de suministro y alimento se muestra a continuación la mejora proyectada para la subactividad de recepción y transporte de alimento y como este valor influye en la actividad en general.

Tabla 45. Mejora proyectada para recepción y transporte de alimento.

Indicador	Situación Actual	Situación Propuesta	Reducción
Tiempo de transporte de alimento (min).	35,0	19,1	45,4 %
W/T total etapa dieta.	60,0	44,1	26,5 %
Subtotal dieta.	170,0	154,1	9,35 %

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 45 el tiempo de 35 minutos por viaje se obtuvo mediante cronometraje directo del recorrido área de preparación a bodega y regresar al área de

preparación. Así mismo la eliminación de desplazamientos innecesarios es un principio básico de manufactura esbelta.

El ahorro calculado es conservador, ya que no se incluye tiempos adicionales como la espera por la apertura de la bodega o el transporte. Si el ahorro por ciclo es de 35,0 minutos, y se reduce la distancia de 117 metros a 64 metros por recorrido, el ahorro diario sería de 15,1 minutos por jornada.

Aplicación de metodología en conteo y resiembra de nauplios

La etapa de conteo y resiembra de nauplios es una de las actividades críticas del área de maduración, ya que consume 234,5 minutos por ciclo que lo conforma un 84,5 minuto de tiempo de ciclo y 150 minutos de tiempo de espera. Para identificar las causas de estos tiempos improductivos, se realizó un desglose de subactividades que componen el tiempo de espera de 103 minutos, resultados se presentan en la Tabla 46.

Tabla 46. *Subactividades de conteo y resiembra de nauplios.*

Nº	Actividad	Tiempo de espera (min)
1	Preparación de espacio y utensilios.	20
2	Cosecha.	64
3	Distribución de nauplios.	21
4	Aclimatación.	26
5	Transporte y resiembra.	19
Total		150

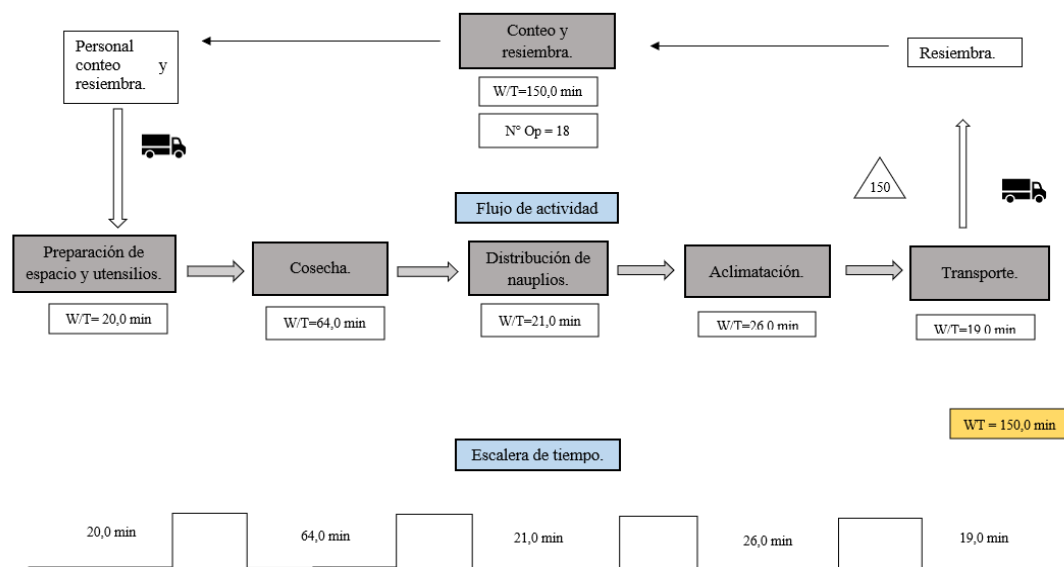
Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 46 como se observa, la subactividad que concentra el mayor tiempo de espera es la cosecha con 64 minutos, que representa el 42,7 % de tiempo de espera

total de la etapa. Este tiempo corresponde a la recolección manual de los nauplios desde los tanques de eclosión, una actividad que depende de la habilidad del operario y del volumen de producción.

Así mismo en la Figura 31 se presenta el VSM de subactividades en resiembra y conteo con sus tiempos respectivos con la finalidad de identificar el posible cuello de botella en base al tiempo excesivo que conlleva en hacer la actividad y proponiendo una posible solución.

Figura 31. VSM de subactividades de conteo y resiembra enfocado en esperas.



Nota. Elaborado por los autores.

En la Figura 31 se presenta el VSM de subactividad enfocado en las esperas dentro de la etapa de conteo y resiembra de nauplios. Este tiempo corresponde a la recolección manual de los nauplios desde los tanques de eclosión, actividad que depende de la habilidad del operario y del volumen de producción, y que actualmente es realizado por un número limitado de operarios. La solución propuesta consiste en reubicar al personal de cosecha de 10 a 12 operarios, lo que permitiría distribuir la carga de trabajo y reducir el tiempo de espera de esta actividad.

Demostración matemática de la mejora

La propuesta es reubicar 2 operarios, en este caso seria 12 en total para reducir el tiempo de la cosecha de 64 minutos. Asumimos que el tiempo de espera es inversamente proporcional al número de operarios.

Cálculo del nuevo tiempo de espera para la cosecha:

Datos

Nº trabajadores actuales: 10.

Nº trabajadores propuestos: 12.

Tiempo de espera actual: 64 minutos.

$$\text{Nuevo tiempo espera} = \frac{\text{Tiempo espera actual} \times \text{Operarios actuales}}{\text{Nuevo número de operarios}}$$

$$\text{Nuevo tiempo espera} = \mathbf{53,3 \text{ min}}$$

Demostración matemática en distribución de nauplios.

Cálculo del nuevo tiempo de espera para la distribución de nauplios:

Datos.

Nº trabajadores actuales: 8.

Nº trabajadores propuestos: 6.

Tiempo de espera actual: 21 minutos.

$$\text{Nuevo tiempo espera} = \frac{\text{Tiempo espera actual} \times \text{Operarios actuales}}{\text{Nuevo número de operarios}}$$

$$\text{Nuevo tiempo espera} = \mathbf{28,0 \text{ min}}$$

La redistribución de los 2 operarios de distribución pasa a cosecha. En total los trabajadores en estas dos actividades después de la distribución serian 12.

Reducción del W/T de la cosecha

$$64,0 \text{ min} - 53,3 \text{ min} = \mathbf{10,7 \text{ min}}$$

Reducción del W/T del despacho

$$21,0 \text{ min} - (-28,0 \text{ min}) = \mathbf{7 \text{ min}}$$

Diferencia W/T de cosecha y despacho

$$10,7 \text{ min} - 7,0 \text{ min} = \mathbf{3,7 \text{ min}}$$

Este ahorro de 3,7 min/día corresponde a reubicar al personal de cosecha de 10 a 12 operarios. En base a esa diferencia se realiza el cálculo del costo y el impacto que tiene a largo plazo. El valor de ahorro se transforma en valor monetario, en este caso se utiliza los mismos datos tales el costo por hora del operario y el salario del operador, todo esto se proyecta al mes, con el fin de calcular el ahorro mensual si se aplicase esta reubicación.

Datos.

Costo por hora = \$2,00 /hora.

Tiempo ahorrado propuesta = 3,7 min.

$$\text{Tiempo ahorrado al mes} = \frac{1,85 \text{ horas}}{\text{mes}}$$

$$\text{Ahorro mensual} = \frac{\mathbf{3,70 \text{ dolares}}}{\text{mes}}$$

$$\text{Ahorro anual} = \frac{\mathbf{44,40 \text{ dolares}}}{\text{Anual}}$$

Con la reubicación del personal del área de cosecha y la distribución de nauplios se obtiene una reducción de 3,7 minutos por ciclo. Proyectando a 30 días laborales al mes, el ahorro mensual asciende a 111 minutos equivalente a 1,85 horas.

Tabla 47. *Resumen de tiempos y costos calculados.*

Concepto	Valor
Tiempo actual promedio.	85,0 min.
Tiempo mejorado mediante reubicación.	81,3 min.
Ahorro por ciclo.	3,7 min.
Ahorro tiempo mensual.	111,0 min $\approx$ 1,85 horas.
Ahorro tiempo anual.	1.332 min $\approx$ 22,2 horas.
Costo por hora.	\$2,00.
Ahorro mensual por operario.	\$3,70.
Ahorro anual por operario.	\$44,40.

Nota. Elaborado por los autores. Para el cálculo del costo por hora del operario se utilizaron las tres cifras para mayor precisión en los costos.

En la Tabla 47 en términos económicos, con un salario mensual de \$450 por operario, el costo por hora del operario es de \$2,00 por hora, el ahorro mensual por operario es de \$3,70 por mes, lo que representa un ahorro anual de \$44,40. Este ahorro se logra sin incurrir en costos adicionales de contratación, ya que se basa exclusivamente en la reubicación del personal de trabajo y optimización de flujo de trabajo, lo que demuestra el alto impacto de las mejoras propuestas con una inversión mínima.

Cálculo de impacto global de la etapa.

Nuevo W/T total de la etapa:

$$150,0 \text{ min} - 3,7 \text{ min} = \mathbf{146,3 \text{ min}}$$

Nuevo subtotal de conteo y resiembra:

$$84,5 \text{ min} + 146,3 \text{ min} = \mathbf{230,8 \text{ min}}$$

Reducción total:

$$234,5 \text{ min} - 230,8 \text{ min} = \mathbf{3,7 \text{ min}}$$

Mejora porcentual:

$$\frac{3,7 \text{ minutos}}{234,5 \text{ minutos}} \times 100 = 1,57\%$$

La solución propuesta consiste en reubicar el personal de cosecha de 10 a 12 operarios, lo que permitiría distribuir la carga de trabajo y reducir el tiempo de espera de esta actividad. Se estima que el nuevo tiempo de espera de la cosecha sería de 60,3 minutos en lugar de 64 minutos, lo que reduciría el tiempo de espera total de la etapa de 150 minutos a 146,3 minutos.

Esta mejora, sumada a la reducción lograda en la etapa de dieta, contribuye a la optimización del Lead Time global del área de maduración. En la Tabla 48 se muestra la comparativa de tiempos en la etapa conteo y resiembra de nauplios antes y después de la mejora.

Tabla 48. *Mejora proyectada para actividad cosecha.*

Indicador	Situación Actual	Situación Propuesta	% de mejora
Nº de operarios conteo.	10	12	20 %

N° de operarios distribución de nauplios.	8	6	25 %
W/T de la cosecha.	64,0 min.	60,3 min.	5,7 %
W/T total de la etapa.	150,0 min.	146,3 min.	2,5 %
Subtotal conteo y resiembra (min).	234,5 min.	230,8 min.	1,6 %

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 48 la reubicación del personal de 10 a 12 operarios reduce el W/T de cosecha de 64 a 60,3 minutos o en un 20 %, disminuyendo el subtotal de la etapa de 243,5 a 230,8 min o un 2,4 %. Esta mejora sumada a la dieta contribuye a la optimización global del Lead Time.

Tabla 49. *Nuevos tiempos de la etapa de maduración.*

Etapas	Tiempo de ciclo (C/T) (min)	Tiempo de espera (W/T) (min)	Subtotal (min)
Maduración.	180,0	15,0	195,0
Dieta.	110,0	44,1	154,1
Selección de copulas.	120,5	30,0	150,5
Desove.	185,2	90,0	275,2
Siembra y eclosión.	600,0	30,0	630,0
Conteo y resiembra de nauplios.	84,5	146,3	230,8
Despacho de nauplios.	180,0	90,0	270,0
Total	1460,2	445,4	1905,6 min

Nota. Elaborado por los autores.

Los datos de la Tabla 49 se incorpora en el VMS de mejoras identificadas, mediante la instalación de un congelador en el área de alimentación, donde se disminuye la distancia del viaje diario a la bodega y reduce el tiempo de espera de la etapa dieta de 60 a 44,1 minutos, y la reubicación del personal en la cosecha de nauplios de 10 a 12 operarios, que reduce el tiempo de espera de esta actividad de 64 a 60,3 minutos, disminuyendo el tiempo de espera total de la etapa de 150 a 146,3 minutos.

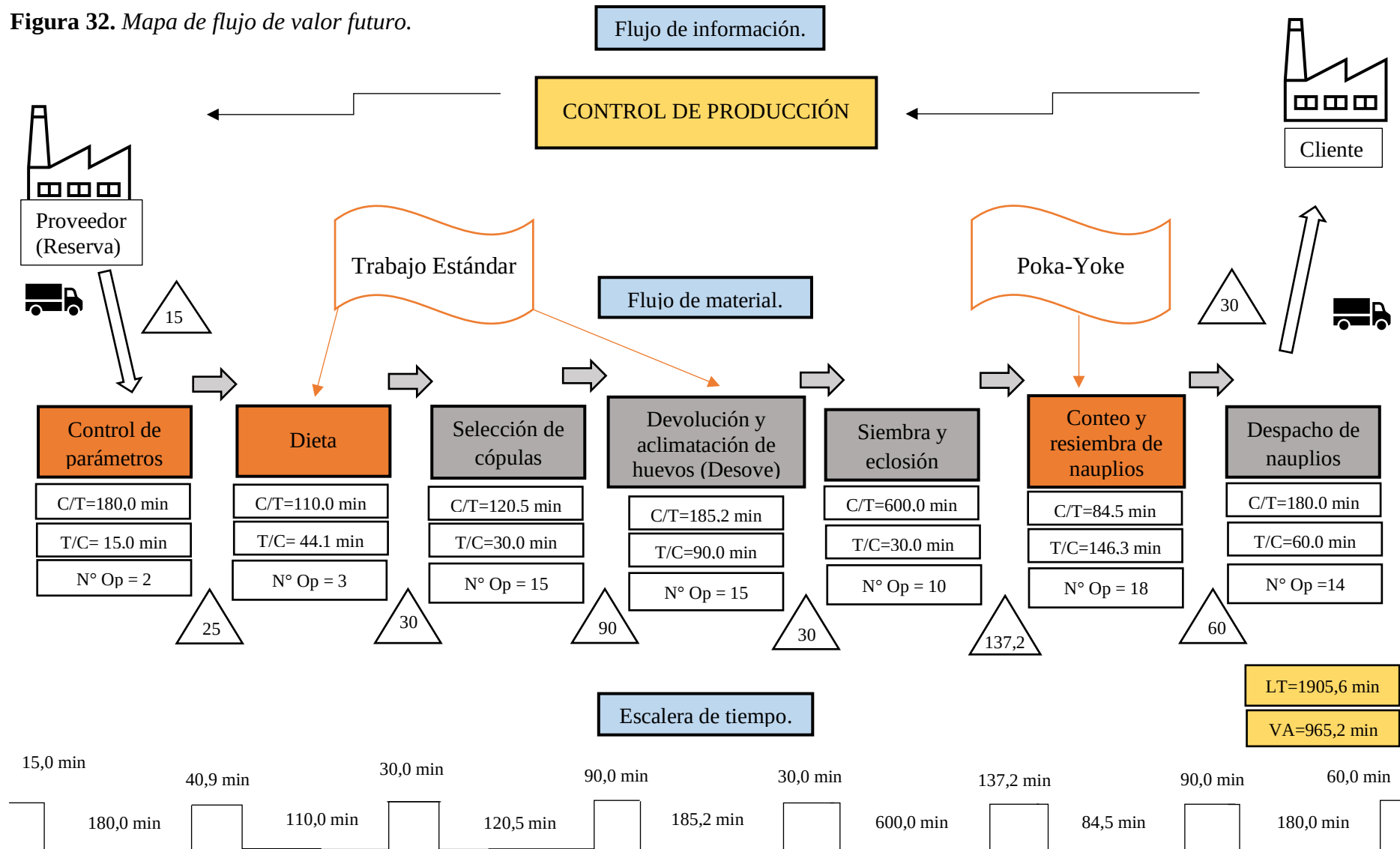
3.3.6. VSM después de la propuesta

En la siguiente Figura 32 se muestra el VSM futuro propuesto para el proceso de maduración, donde se visualiza el flujo de valor con las mejoras planteadas. En la Tabla 50 se muestra la comparación de los principales indicadores del proceso antes y después de la propuesta de implementación.

Tabla 50. *Tabla comparativa estado actual y futuro.*

Indicador	Estado Actual	Estado futuro	Mejora
Lead Time (tiempo).	1925,2	1905,6	1,2 %
Tiempo de valor agregado.	965,2 min	965,2 min	0 %
Ratio de valor agregado.	50,1 %	50,7 %	0,6 %
Mejora relativa.	50,1 %	50,7 %	1,2 %

Figura 32. Mapa de flujo de valor futuro.



En la Tabla 50 aunque los porcentajes son modestos, el impacto en la operación diaria es significativo, ya que se eliminan desplazamientos innecesarios, se reduce la espera entre actividades y se optimizan y a una mejor sincronización entre las etapas del proceso de maduración. Estas mejoras, aunque pequeñas en términos porcentuales, genera un ahorro real de 47,8 minutos por ciclo, lo que a lo largo de múltiples ciclos y turnos representa un incremento notable en la eficiencia operativa del laboratorio.

En la Figura 32 se muestra el mapa de flujo de valor futuro refleja la optimización del proceso de procesos de producción de nauplios mediante la estandarización de tiempos operativos y la reducción de esperas no agregadas. La línea abarca 7 etapas operativas.

Con las mejoras aplicadas, se estima que el Lead Time total se reduciría de 1925,2 minutos a 1905,6 minutos, lo que representa una mejora de 1,01 %. El tiempo de valor agregado se mantiene en 965,2, mientras que el radio de valor agregado pasaría de 50,1 % al 50,7 %, lo que significa un incremento de 0,6 puntos porcentuales.

Cálculo de mejora relativa:

$$\% \text{ mejora relativa} = \frac{RV \text{ final} - RV \text{ inicial}}{RV \text{ inicial}} \times 100$$

$$\% \text{ mejora relativa} = 1,2\%$$

La reducción de Lead Time se logra principalmente mediante la eliminación de esperas entre etapas esto debido a una mejor planificación y sincronización, así mismo la reducción de tiempos de ciclo en las actividades críticas mediante la estandarización de métodos y la planificación de 5S. Estos resultados

demuestran que la propuesta de mejora tiene un impacto positivo no solo en tareas individuales, sino en todo el flujo de valor del área de maduración.

Impacto global de las mejoras en la capacidad operativa

Las mejoras propuestas en dieta y conteo y resiembra generan un efecto dominó positivo en todo el flujo de valor del área de maduración. A continuación, se analiza este impacto desde tres dimensiones: reducción de la variabilidad, liberación de capacidad operativa y mejora de la calidad en actividades de valor agregado.

Reducción de la variabilidad

Para cuantificar la variabilidad del proceso actual, se realizaron 10 mediciones del tiempo de transporte de alimento (Anexo W). El tiempo promedio fue de 35,0 minutos, con una desviación estándar de 2,57 minutos, lo que indica una variabilidad moderada atribuible a factores como la distancia recorrida, la organización del área de almacenamiento y la disponibilidad de insumos. La reducción de esta variabilidad mediante la estandarización de métodos (5S y trabajo estándar) es un objetivo central de la propuesta, ya que permite predecir con mayor precisión los tiempos de ciclo y reducir los tiempos improductivos.

Ahorro de tiempo y redistribución hacia actividades de valor agregado

La reubicación del congelador reduce el tiempo de transporte de alimento de 35,0 a 19,1 minutos, generando un ahorro de 15,9 minutos por ciclo. Proyectado a 30 días, el ahorro mensual es de 477 minutos (7,95 horas) por operario. Para los 3 operarios de dieta, esto representa 23,85 horas-hombre liberadas al mes.

Este tiempo liberado no se utiliza para acelerar la siguiente actividad, sino que los 3 operarios de dieta se trasladan a la selección de cópulas, donde apoyan

para mejorar la calidad de la selección de hembras maduras, reduciendo errores y asegurando que los reproductores cumplan con los estándares requeridos. Al distribuir la carga de trabajo de manera más equilibrada, se reduce la fatiga del personal y se incrementa la atención al detalle en estas etapas críticas.

Por su parte, la redistribución de personal en conteo y resiembra (2 operarios de distribución a cosecha) reduce el tiempo de espera (W/T) de 150,0 a 146,3 minutos, generando un ahorro de 3,7 minutos por ciclo. Proyectado a 30 días, el ahorro mensual es de 111 minutos (1,85 horas) por operario. Para los 18 operarios de conteo, esto representa 33,3 horas-hombre liberadas al mes.

Tabla 51. *Resumen de ahorro tiempo y capacidad liberada.*

Concepto	Dieta	Conteo y resiembra	Total
Ahorro por ciclo.	15,9	3,7	19,6
Ahorro mensual.	477,0	111,0	588,0
N° de operarios.	3	18	21
Horas-hombre liberadas/mes.	23,85	33,30	57,15

Nota. Elaborado por los autores a partir de los datos del estudio de tiempo y VSM.

En la Tabla 51 se muestra la suma de ambos ahorros asciende a 57,15 horas-hombre mensuales, que pueden ser redirigidas hacia actividades de preparación, mantenimiento y supervisión, mejorando la calidad del proceso sin necesidad de contratar personal adicional.

Capacidad ociosa y su uso en actividades de apoyo.

La capacidad ociosa se define como el tiempo en que los operarios no están realizando su tarea principal, pero que puede ser utilizado para actividades de apoyo necesarias que no agregan valor directamente al producto final, pero son esenciales

para el buen funcionamiento del proceso: preparación del área, mantenimiento preventivo y control de calidad.

Tabla 52. *Datos proyectados de las actividades dieta – conteo y resiembra de nauplios.*

Datos de capacidad total disponible	
Número de trabajadores total.	21 operarios.
Tiempo laboral al día en minutos.	480 minutos = 8 horas.
Tiempo total de dieta.	154.1 minutos.
Número de trabajadores de dieta.	3 operarios.
Tiempo de ciclo en dieta.	110 minutos.
Tiempo Total de conteo y resiembra.	230,8 minutos.
Número de trabajadores de conteo.	18 operarios.
Tiempo de ciclo en conteo.	84,5 minutos.

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 52 se muestra los datos para el cálculo del porcentaje de utilización, la empresa consta con un total de 21 trabajadores para esas actividades, que se realizan en 480 minutos, desglosando en tiempos de ciclos individual y también el número de trabajadores para las actividades con los datos proyectados para la mejora en el tiempo total de la dieta ya no son 170 minutos, lo que se reduce es 15.9 minutos, aumentando el tiempo en la otra actividad que son simultaneas con un valor de 3.7 minutos.

Tiempo ocupado después de mejoras.

$$Tiempo\ ocupado\ actual = 4616,7\ min - \frac{hombre}{dia}$$

Capacidad ociosa mejorada

$$\text{Tiempo ocioso actual} = 5463,3 \text{ min} - \frac{\text{hombre}}{\text{día}}$$

Porcentajes de utilización actual

$$\text{Tiempo ocioso actual} = 45,8\%$$

Interpretación de los indicadores globales

En esta sección se analizan de manera integral los indicadores obtenidos de manera integral los indicadores obtenidos tras la aplicación de la propuesta de manufactura esbelta. La comparación entre la situación inicial y los resultados esperados permite evaluar el impacto de las herramientas implementadas sobre la estandarización de los tiempos, la reducción de desperdicios y la mejora del desempeño del proceso de maduración. Este análisis facilita verificar el cumplimiento de los objetivos planteados y la contribución de la propuesta a la eficiencia operativa.

Tabla 53. Indicadores globales de capacidad operativa antes y después de las mejoras.

Indicador	Dieta actual	Dieta mejorada	Conteo actual	Conteo mejorado	Total, actual	Total, mejorado
Tiempo ocupado (min-hombre/día).	510	462,3	44221	4154,4	4731	4616,7
Capacidad ociosa (min-hombre/día).	930	977,7	4419	4485,6	5349	5463,3
% de utilización.	35,4 %	32,1 %	48,9%	48,1%	46,9%	45,8%

Nota. Elaborado por los autores. La jornada laboral es de 480 minutos que equivale a 8 horas por operario al día.

Los resultados de la Tabla 53 muestran que, aunque la utilización global de la mano de obra disminuye ligeramente del 46,9 % al 45,8 % (una reducción de 1,1 puntos porcentuales), esto no significa una pérdida de eficiencia. Por el contrario, la

reducción del tiempo ocupado se debe a la eliminación de tiempos improductivos (esperas y desplazamientos innecesarios).

La capacidad ociosa total aumenta de 5.349 a 5.463,3 minutos-hombre/día, lo que representa un incremento de 114,3 minutos-hombre/día (1,9 horas) disponibles para estas tareas de apoyo. Este tiempo, aunque aparentemente "ocioso", es en realidad tiempo recuperado que puede destinarse a la mejora de la calidad (supervisión de desove y siembra) o a la capacitación del personal, sin afectar la productividad del área.

3.3.7. Conclusión impacto global después de mejoras

La eficiencia operativa global del área de maduración, medida a través de la reducción del Lead Time total del proceso, mejora en un 1,2 %, pasando de 1925,2 a 1905,6 minutos. Esta mejora global consolida el impacto de las intervenciones realizadas en las actividades de dieta, conteo y resiembra, y limpieza, sin considerar aquellas etapas cuyo tiempo no es modificable por razones biológicas o por restricción de acceso a datos. La mejora se complementa con un incremento de 0,6% en el ratio de valor agregado pasando de 50,1% a 50,7%, lo que confirma que las acciones implementadas reducen los desperdicios y aumentan el tiempo productivo del proceso.

3.4. Evaluación de alternativas mediante el método de relación de ventajas y desventajas.

La evaluación de alternativas es indispensable para garantizar decisiones técnica, económica y operativamente viables mediante criterios objetivos de comparación (Muther, 1981; García et al., 2003). Entre métodos como la evaluación de ahorros y gastos o el análisis de costos (Velasco, 2014), en este estudio se seleccionó el método de relación de ventajas y desventajas. Esta técnica permite una valoración

cualitativa y cuantitativa integral sobre la productividad, seguridad, costos y flexibilidad, alineándose con los principios de manufactura esbelta según la escala de la Tabla 54. Se muestra la alternativa con mayor puntuación total se considera la más favorable, ya que acumula el mayor número de ventajas en los distintos criterios evaluados. Este enfoque es ampliamente utilizado en la ingeniería industrial para la toma de decisiones en proyectos de mejora continua y distribución de planta (Velasco, 2014; Muther, 1981).

Tabla 54. *Clasificación de las ventajas y desventajas.*

Símbolo	Calificación	Significado
●	+ 4	Ventaja total = la alternativa resuelve completamente el aspecto evaluado.
◐	+2	Ventaja parcial = la alternativa mejora es aspecto, pero no lo resuelve por completo.
○	-2	Desventaja = la alternativa genera un impacto negativo en el aspecto evaluado.
-	0	No se puede definir = el aspecto no es aplicable o no hay información suficiente.

Nota. Elaborado por los autores.

Alternativas evaluadas

Con base en el diagnóstico realizado y en las propuestas de mejora desarrolladas en los apartados anteriores, se han identificado dos alternativas viables para la optimización de tiempo operativos en el área de maduración.

Alternativa 1: dieta - reubicación del congelador

Reubicar el contenedor que almacena y abastece en la alimentación de camarones, reduciendo la distancia de transporte de alimento de 117 metros a 64 metros. Esta mejora genera un ahorro de 15,9 minutos por ciclo, equivalente a \$190,80 en un tiempo de doce meses o anual.

Alternativa 2: conteo y resiembra - redistribución del personal

Traslado de 2 operarios del área de distribución de nauplios hacia la actividad de cosecha. Esta mejora reduce el tiempo de espera de la etapa en 3,7 minutos por ciclo, generando un ahorro de \$44,40 de forma anual en esta actividad, sin requerir inversión inicial adicional.

Evaluación mediante relación de ventajas y desventajas

A continuación, se presenta los resultados de la evaluación de las dos alternativas, aplicando el método descrito. En la Tabla 55 se detallan las preguntas de evaluación, la calificación asignada a cada alternativa y la justificación correspondiente.

Tabla 55. Evaluación de alternativas – relación de ventajas y desventajas.

Nº	Preguntas	Alternativa A	Alternativa B
1	¿Reduce costos operativos?	●	●
2	¿Mejora la productividad?	●	●
3	¿Requiere inversión significativa?	○	●
4	¿Elimina desplazamientos innecesarios?	●	●
5	¿Mejora el orden y la limpieza (5S)?	●	●
6	¿Reduce tiempos de espera?	●	●
7	¿Facilita el trabajo del operario?	●	●
8	¿Afecta a otras áreas del proceso?	-	-
9	¿Es fácil de implementar?	●	●
10	¿Permite cambios futuros?	●	●
11	¿Mejora la seguridad del personal?	●	-
12	¿Mejora el control de calidad?	-	●
13	¿Reduce el tiempo de almacenamiento?	●	-
14	¿Facilita el transporte de materiales?	●	-
15	¿Aumenta la flexibilidad operativa?	●	●
16	¿Se alinea con Lean manufacturing?	●	●
Puntuación		○	○
		●	●
		●	●
		1/-2	0/0
		4/8	7/14
		9/36	5/20
Total		42	34

Nota. Elaborado por los autores.

Como se observa en la Tabla 55, la alternativa 1 que corresponde a dieta en reubicación del congelador obtuvo una puntuación de 42, superando a la alternativa 2 que corresponde a conteo y resiembra en la redistribución del personal, que tuvo una puntuación total de 34.

La alternativa 1 presenta ventajas destacadas en aspectos clave como la reducción de costos operativos, la mejora de la productividad, la eliminación de desplazamientos innecesarios y la reducción de tiempos de espera. Su principal

desventaja es la necesidad de una inversión inicial dado que ese contenedor hay que reubicarlo. No obstante, el ahorro generado de \$190,80 anualmente, con lo cual permite una rápida recuperación de la inversión, y el impacto positivo en la eficiencia operativa es significativamente mayor que el de la alternativa 2.

En la alternativa 2 se muestran que en la redistribución del personal destaca por su facilidad de implementación, su flexibilidad operativa y su costo cero. Sin embargo, su impacto en la reducción de tiempos es menor con un 3,7 min por ciclo, el que limita su contribución al ahorro económico y a la mejora global del proceso.

Conclusión de la evaluación de alternativas

Con base a los resultados obtenidos, se concluye que la alternativa 1 es la propuesta de mejora más favorable para la empresa Texcumar S.A., ya que genera el mayor ahorro de tiempo y dinero, elimina desplazamientos innecesarios, mejora el orden y la limpieza, y se alinea con los principios de manufactura esbelta.

No obstante, la alternativa 2 también es viable y complementaria. Por lo tanto, se recomienda implementar ambas propuestas de manera secuencial: primero la reubicación del congelador por su mayor impacto y, posteriormente, la redistribución de personal para consolidar las mejoras y obtener un beneficio acumulado en la eficiencia operativa del área de maduración.

3.5. Marco de discusión

Los resultados obtenidos en la evaluación del área de maduración confirman deficiencias significativas en la materia de estandarización y organización del trabajo. En el diagnóstico descriptivo, el 85,7 % de los operarios manifestó desconocer los

tiempos estándar o máximos permitidos para la ejecución de actividades clave como la alimentación y la limpieza de tanques, mientras que un 74,3 % reportó una pérdida superior a 30 minutos diarios en la búsqueda de herramientas e insumos y un porcentaje equivalente identificó alta variabilidad en los métodos de limpieza entre turnos. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Rodríguez Guaranda (2023) en un laboratorio similar en salinas, aunque el desconocimiento en Texcumar S.A., que representa un 85,7 % supera el 65 % de dicho estudio, lo que sugiere un rezago mayor en comunicación visual y estandarización.

La problemática de desorden y pérdida de tiempo por búsqueda de herramientas es consistente con la literatura que señala la ausencia de 5S como causa común de tiempos improductivos. Bravo Fernández, (2023) documento que se alinea con la proyección conservadora del presente estudio. De manera similar, la variabilidad en limpieza de tanques es análoga a los hallazgos de (Ferrer Blas et al., (2024) en la industria alimentaria, donde la falta de estandarización generaba diferencias de hasta el 40 % entre operarios.

La fiabilidad del instrumento de alfa de Cronbach supera al mínimo aceptable de 0,70 (Hernández Sampieri et al., 2014). Aunque la prueba de Kruskal-Wallis no mostró diferencias significativas entre preguntas, atribuible a la escala reducida y al tamaño muestral, el análisis descriptivo de frecuencias fue suficiente para identificar los problemas críticos y justificar la propuesta, enfoque consistente con estudios de ingeniería industrial que priorizan el análisis práctico sobre la significación estadística de datos perceptivos (Bojórquez Molina et al., 2013).

La propuesta de mejora se fundamenta en herramientas con alta recurrencia en la literatura que representa un 80 % para el estudio de tiempos y un 70 % para 5S. El

análisis del flujo de valor mediante VSM permitió visualizar el impacto global de las mejoras propuestas.

El Lead Time total se reduciría de 1925,2 a 1902,4 minutos y la ratio de valor agregado aumentaría de 50,1 % al 50,7 %. Estos resultados confirman que la estandarización y eliminación de esperas en las etapas críticas de dieta, conteo y resiembra generan beneficios en todo el flujo de valor, alineándose con los hallazgos de (Quiroz Flores et al., 2022) sobre la aplicabilidad del VSM en laboratorios acuícolas de tamaño medio, siempre que se disponga de datos de tiempos de ciclo y espera.

Las estimaciones de impacto en la reducción de tiempos (como la disminución proyectada del 70 % en el tiempo de búsqueda de herramientas y de 40 % en los cierres de turno). Las proyecciones de mejora son conservadoras y basadas en rangos mínimos reportados (Socconini, 2019; Salazar et al., 2022), ofreciendo un escenario realista y alcanzable sin inversiones significativas. La investigación confirma que manufactura esbelta es viable en procesos biológicos como la maduración del camarón y aporta un referente para el sector acuícola.

3.6. Limitaciones del estudio

Restricción muestral por continuidad operativa: debido a las políticas internas de la empresa Texcumar S.A., para no interrumpir el flujo constante en las salas de producción de nauplios, se aplicó un muestreo por conveniencia seleccionando a 35 de los 72 trabajadores del área. Aunque la muestra fue representativa de las actividades críticas, el alcance de recolección de datos primarios se vio condicionado por la disponibilidad de tiempos de los operarios.

Captura de tiempos y sesgo de percepción: aunque se realizó cronometraje in situ para la estructura el estudio de tiempos de las 9 actividades críticas, algunas

duraciones de ciclo y tiempos de espera del VSM inicial combinaron observaciones directas con estimación reportadas por el personal directivo y operativo. esto introduce un margen potencial de sesgo por percepción de la jornada.

Exclusión de Análisis Financiero de Retorno (ROI): debido a restricciones en la disponibilidad de datos de costo de ventas, márgenes operativos directos y variaciones en la demanda del mercado de nauplios, se excluyó una evaluación financiera del retorno de inversión (VAN, TIR, ROI), enfocado el análisis en indicadores técnicos de eficiencia, productividad e ingeniería de tiempos.

3.7. Recomendaciones para futuras investigaciones

En base a las limitaciones identificadas, se recomienda a investigaciones futuras ejecutar la fase de implementación de las hojas de trabajo estandarizado, las 5S y el tablero Kanban diseñados en este estudio, con el objetivo de medir longitudinalmente las variaciones reales en los tiempos de ciclo evaluar el grado de adherencia del personal a los nuevos estándares.

Realizar investigaciones enfocadas en el análisis económico detallado que determinen el retorno de inversión derivado de la reducción de mermas, las liberaciones de capacidad instalada en los tanques y el ahorro monetarios resultante de la eliminación de horas no productivas en laboratorios acuícolas.

3.8. Presupuesto y Evaluación Financiera de la Propuesta

Para evaluar la viabilidad económica de la implementación de manufactura esbelta en el área de maduración de Texcumar S.A., se determinó el presupuesto de inversión inicial, los ahorros proyectados por eliminación de desperdicios (tiempos improductivos) y los indicadores de rentabilidad (VAN, TIR, y periodo de recuperación).

3.8.1. Inversión Inicial y Ahorros Proyectados

La propuesta no requiere compras de maquinaria ni reformas estructurales. La inversión inicial asciende a **\$1,600.00 USD**, destinada a material de señalización 5S, adecuación de herramientas, contenedores, tableros Kanban, Poka-Yokes básicos e impresiones de Hojas de Trabajo Estandarizado (**\$1,100.00 USD**), sumado a 16 horas de capacitación al personal (**\$500.00 USD**).

Los beneficios económicos provienen de la eliminación de tiempos muertos identificados en el diagnóstico (búsqueda de herramientas, demoras en transporte de alimento y esperas en resiembra). Considerando un costo de hora-hombre de **\$2.00 USD/h** (salario mensual de **\$482.00 USD**), la reducción acumulada de tiempos genera un ahorro directo anual estimado en **\$1,747.20 USD**.

3.8.2. Evaluación Financiera y Resultados

La evaluación se proyectó a un horizonte de 5 años aplicando una tasa de descuento del 6.79% (tasa activa referencial en Ecuador). En la Tabla 56 se consolidan la inversión, el ahorro anual y los indicadores de rentabilidad obtenidos.

Tabla 56. Resumen de indicadores financieros.

Indicador	Valor	Evaluación
Inversión Inicial	\$1,600.00	Inversión requerida
Ahorro Anual Estimado	\$1,747.20	Beneficio estimado
Valor Actual Neto (VAN)	\$5,602.00	Viable: VAN > 0
Tasa Interna de Retorno (TIR)	34.5%	Rentable: TIR > 6.79%
Punto de Equilibrio (PE)	~11 meses	Recuperación en menos de 1 año

Nota. Elaborado por los autores.

Conclusión Financiera: La propuesta demuestra ser altamente rentable y de bajo riesgo. Dado que el punto de equilibrio se alcanza en aproximadamente 11 meses

y la TIR (34.5%) supera significativamente el costo de capital, se ratifica la viabilidad económica de la estandarización de tiempos en Texcumar S.A.

CONCLUSIONES

La presente investigación logro diseñar una propuesta de mejora basada en la metodología de manufactura esbelta para la estandarizar de tiempos en el área de maduración de la empresa Texcumar S.A., dando cumplimiento al objetivo general planteado. A continuación, se presentan conclusiones estructuradas en función de los objetivos específicos desarrollados a lo largo del estudio.

La síntesis de la evidencia científica, efectuada mediante una revisión sistemática de la literatura bajo la metodología PRISMA, permitió consolidar 30 artículos académicos de alto impacto como son Scopus y Web of Science. Este fundamento teórico valida que la integración del estudio de tiempos, la metodología 5S y el mapa de flujo de valor constituye un enfoque altamente eficaz y adaptable para la eliminación sistemática de desperdicios y la mitigación de la variabilidad operacional en procesos del sector agroindustrial y acuícola.

El diagnóstico situacional cuantitativo en el área de maduración evidenció una elevada ineficiencia operativa atribuible a la ausencia de estandarizado. El 85.7 % del personal operativo desconocía el tiempo estándar requerido para las labores de alimentación y limpieza de tanques, asimismo el 74,3 reporto una alta variabilidad en los métodos de ejecución entre turnos de trabajo y pérdidas de tiempo superiores a 30 minutos diarios por concepto de búsqueda de herramientas. Adicionalmente, la caracterización del flujo de valor actual y el estudio de tiempos confirmaron la prevalencia de actividades sin valor agregado, concentradas principalmente en retrasos por esperas y trayectos de transporte innecesarios durante las tareas críticas de suministro de dieta y conteo de nauplios.

Finalmente, se estructuró una propuesta de ingeniería basada en la articulación del sistema 5S, el trabajo estandarizado, dispositivos Poka-Yoke, gestión visual mediante tableros Kanban y el diseño del VSM futuro. Dicha intervención técnica está proyectada para erradicar la tasa de tiempo de ciclo en las operaciones de higienización y preparación, y liberar capacidad instalada en los tanques, maximizando así el desempeño operativo global en el flujo del proceso de maduración de camarón en la empresa.

RECOMENDACIONES

Con base en los hallazgos y la propuesta de mejora diseñada, se formulan las siguientes recomendaciones para la empresa Texcumar S.A.

Adoptar e implementar de manera progresiva la propuesta de manufactura esbelta diseñada, priorizando la ejecución de la metodología 5S y la colocación de las hojas de trabajo estandarizado visiblemente en cada sala de maduración para capacitar formalmente al personal operativo.

Instalar los dispositivos Poka-Yoke propuestos como el código de colores para la aplicación de productos y medidores volumétricos fijos y el tablero Kanban de control operativo, para minimizar los errores humanos y reducir los tiempos de esperas en la dieta y en el desove.

Establecer auditorías periódicas del cumplimiento del trabajo estándar y de las 5S, utilizando los formatos de verificación diseñados en la presente investigación, garantizando así la sostenibilidad del sistema de mejora continua y la homogeneidad en el desempeño de los operarios en todos los turnos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barreras, I. Z. (2022) la mejora continua: Elemento de competitividad empresarial. *Revista Electrónica Sobre Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación*, 9.
- Bello Parra, D., Murrieta Domínguez, F., & Cortes Herrera, C. A. (2020). Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias. *Ciencia Administrativa*.
- Bojórquez Molina, J. A., López Aranda, L., Hernández Flores, M. E., & Jiménez López, E. (2013). Utilización del alfa de Cronbach para validar la confiabilidad de un instrumento de medición de satisfacción del estudiante en el uso del software Minitab. *Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*, 14.
- 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. *SciELO Analytics*, 26.
- Chillogallo Rumipulla, & Heredia Reinoso Román Genaro. (2024). *Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en la fabricación de puertas y ventanas en PVC en la empresa Termovent* [Tesis de Maestría]. Universidad Politécnica Salesiana.
- Chocobar Reyes, E. J., & Barreda Medina, R. F. (2025). Estructuras Metodológicas Pico Y Prisma 2020 En La Elaboración De Artículos De Revisión Sistemática: Lo Que Todo Investigador Debe Conocer Y Dominar. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9.
- Cisneros Caicedo, A. J., Urdánigo Cedeño, J. J., Guevara García, A. F., & Garcés Bravo, J. E. (2022). Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que apoyan a la Investigación Científica en tiempo de Pandemia. *Dominio de LAS CIENCIAS*, 8, 1165–1185.
- Citlali de la Cruz Martínez, Garza Hernández, J., Medina Álvarez, M. Á., & Galván Rodríguez, D. G. (2024). Estudio De Tiempos Y Movimientos Para Mejorar El

Proceso De Producción En Una Pastelería. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8.

Corzo Domínguez, C. E., Flores Martínez, N. V., & Pérez Román, I. (2022). El estado del arte, ¿Necesidad o necesidad? *Opción*, 1.

FAO. (2023). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2023. Revelar el verdadero costo de los alimentos para transformar los sistemas agroalimentarios*. Roma.

Ferrer Blas, R. I., Galarcep Barba, I., & Solano Gaviño, J. C. (2024). Lean Manufacturing en la producción de alimentos: Revisión sistemática, análisis bibliométrico y propuesta de aplicación. *SciELO Analytics*, 15.

Hernández Mendoza, S., & Duana Ávila, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Universidad Autónoma Del Estado de Hidalgo*, 17.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (M. I. Rocha Martínez, Ed.; 6th ed.). McGraw-Hill / Interamericana Editores.

Hidalgo Pozzi, R., Alamo Larrañaga, K., Rojas Vela, J., Ruiz Correa, S., Gonzáles Alegría, L., & Reátegui Reátegui, M. (2024). Optimización de procesos en la estructura organizacional de los modelos de negocio. Revisión sistemática. *Anales de Investigación*, 20.

López Torres, V. G., & Moreno Moreno, L. R. (2022). *Acuicultura en Baja California: redes, actores y empresas* (1st ed.). 2022.

López Torres, V. G., Moreno Moreno, L. R., & Marín, E. (2016). *Tópicos de Pesca y Acuicultura en el Noroeste de México*. Universidad Autónoma de Baja California.

Lozano Nación, A. Q. (2023). Trabajo En Equipo Y Eficiencia Laboral En La Empresa Vidriera De La Rosa en San Juan De Miraflores. *Horizonte Empresarial*, 10.

Luque Huanca, J. C., & Rojas Polo, J. E. (2021). Mejora En El Proceso De Confección De Ropa Deportiva Usando Herramientas De Manufactura Esbelta Y Optimización Matemática. *Perspectivas y Tendencias En Tecnología y*

Habilidades Para El Desarrollo Social Sostenible. Aprovechamiento de Las Tecnologías Emergentes Para Construir El Futuro.

- Mendoza Saltos, M. (2026). 2009 - 2025 La industria camaronera creció 10 veces. *Forbes Ecuador*.
- Montecé Sotomayor, S. D. (2025). *Impacto del TLC entre China y Ecuador en la Competitividad en la Industria Camaronera* [Tesis de Pregrado]. Universidad Politécnica Salesiana.
- Muñoz Guevara, J. A., Zapata Urquijo, C. A., & Medina Varela, P. D. (2022). *Lean Manufacturing Modelos y herramientas* (Universidad Tecnología de Pereira, Ed.; Vol. 1). 2022.
- Naspirán-Jojoa, D. C., Fajardo-Rosero, A. G., Ueno-Fukura, M., & Collazos-Lasso, L. F. (2022). Perspectivas de una producción sostenible en acuicultura multitrófica integrada (IMTA): Una revisión. *Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 69 (1), 75–97.
- Ordoñez Pacheco, Á. F. (2025). Metodología de la Investigación Metodología académica con aplicación a las investigaciones sociales: enfoques, tipos, métodos y diseños. *Sociedad & Tecnología*, 8.
- PÉREZ, A. D. C., Méndez, R., & Sandoval Recinos, F. (2007). *Investigación. Fundamentos y metodología* (F. H. Carrasco, Ed.; 1st ed.). Pearson Educación de México, S.A.
- Quiroz Flores, J. C., Ríos Del Castillo, P., & Guia Espinoza, R. (2022). Modelo de Producción en la Industria Acuícola Peruana. *Revista Venezolana de Genrerencia, Edición Especial* 7.
- Rajadell Carreras, M., & Sánchez García, J. L. (2010). *LEAN MANUFACTURING la evidencia de una necesidad* (Díaz de Santos, Ed.).
- Ramírez Chávez, M. A., & Ramírez Torres, T. Z. (2024). El método DELPHI como herramienta de investigación. Una revisión. *LATAM*.

- Rimbaldo Luzon, C. A., Valarezo Macías, C. A., Prado Carpio, E. C., & Carvajal Romero, H. R. (2024). Análisis de la producción y exportación del sector camaronero en ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8.
- Rodríguez Guaranda, C. J. (2023). *Aplicación De Manufactura Esbelta En El Proceso De Maduración De Larvas De Camarón (Litopenaeus Vannamei), Del Laboratorio De Maduración Koansa S.A., Cantón Salinas, Ecuador*. Universidad Estatal Península De Santa Elena.
- Salazar, C., Castillon, C. S., & Montoya Cárdenas, G. A. (2022). Metodología 5S: Una revisión Bibliográfica y Futuras Líneas de investigación. *QANTU YACHAY*, 2.
- Sánchez Martín, M., Marina Pedreño Plana, M., Ponce Gea, A. I., & Navarro Mateu, F. (2023). Y, al principio, fue la pregunta de investigación ... Los formatos PICO, PECO, SPIDER y FINER. *Espiral. Cuadernos Del Profesorado*, 16.
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing Paso a paso* (M. Books, Ed.; 1st ed.).
- Texcumar*. (2026).
- Toro, R., Sarmiento, M. P., Avendaño Prieto, B. L., Mejía Vélez, S., & Bernal Torres, A. (2022). Análisis Empírico del Coeficiente Alfa de Cronbach según Opciones de Respuesta, Muestra y Observaciones Atípicas. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación*, 2.
- Ulloa-Pimienta, A. R., Sánchez-Trinidad, A. del C., & Balcazar-Sosa, M. T. de J. (2023). La Productividad En La Empresa De La Industria De La Transformación. *Revista De Investigaciones Universidad Del Quindío*, 35.
- Villón Holguín, H. G. (2020). *La Productividad Laboral En El Laboratorio De Larvas "Texcumar", San Pablo- Provincia De Santa Elena, Año 2020*. Universidad Estatal Península De Santa Elena.
- Zapata Sánchez, P. (2017). *Contabilidad General (Basada en Normas Internacionales de Información Financiera NIIF)* (8th ed.). Alpha Editorial.

ANEXOS

Anexo A. Base de datos Scopus.

Compleitud de los metadatos -- 170 documentos de Scopus

Metadatos	Descripción	Conteos desaparecidos	Porcentaje faltante	Estado
DE	Resumen	0	0.00	Excelente
DT	Tipo de documento	0	0.00	Excelente
ASÍ	Revista	0	0.00	Excelente
LA	Idioma	0	0.00	Excelente
PY	Año de publicación	0	0.00	Excelente
MATE	Título	0	0.00	Excelente
TC	Total de citas	0	0.00	Excelente
A	Autor	11	6.47	Bien
C1	Afiliación	12	7.06	Bien
CR	Referencias citadas	12	7.06	Bien
DE	Palabras clave	17	10.00	Bien
DE	DOI	18	10.59	Aceptable
RP	Autor correspondiente	53	31.18	Pobre
ID	Keywords Plus	67	39.41	Pobre

Nota. Datos obtenidos de RStudio.

Anexos B. Base de datos de Web of Science.

Compleitud de los metadatos -- 117 documentos de Isi

Metadatos	Descripción	Conteos desaparecidos	Porcentaje faltante	Estado
A	Autor	0	0.00	Excelente
ASÍ	Revista	0	0.00	Excelente
PY	Año de publicación	0	0.00	Excelente
MATE	Título	0	0.00	Excelente
DE	DOI	1	0.85	Bien
DE	Resumen	117	100.00	Completamente desaparecido
C1	Afiliación	117	100.00	Completamente desaparecido
CR	Referencias citadas	117	100.00	Completamente desaparecido
RP	Autor correspondiente	117	100.00	Completamente desaparecido
DT	Tipo de documento	117	100.00	Completamente desaparecido

Nota. Datos obtenidos de RStudio.

Anexo C. Fusión de datos Scopus y WoS.

Compleitud de los metadatos -- 226 documentos fusionados de 2 bases de datos

Tamaño original 287 documentos -- Eliminados 61 documentos duplicados

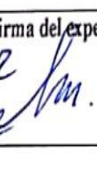
Metadatos	Descripción	Conteos desaparecidos	Porcentaje faltante	Estado
ASÍ	Revista	0	0.00	Excelente
PY	Año de publicación	0	0.00	Excelente
MATE	Título	0	0.00	Excelente
TC	Total de citas	0	0.00	Excelente
A	Autor	9	3.98	Bien
DE	DOI	17	7.52	Bien
DE	Resumen	117	51.77	Crítica
DT	Tipo de documento	117	51.77	Crítica
LA	Idioma	117	51.77	Crítica
C1	Afiliación	127	56.19	Crítica
DE	Palabras clave	131	57.96	Crítica
RP	Autor correspondiente	160	70.80	Crítica

Nota. Datos obtenidos de RStudio

Anexo D. Ficha de validación de juicio por expertos.

	FICHA DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS DEL CUESTIONARIO	
Título	PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE MANUFACTURA ESBELTA PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS EN LA MADURACIÓN DE CAMARONES DE LA EMPRESA TEXTUMAR SANTA ELENA – ECUADOR	

Datos del experto	Experto: <u>Gerardo Herrera Bruneau</u>	C.I: <u>0909254260</u>	Firma del experto: 
	Grado académico: <u>PhD Gerardo Bruneau</u>	Celular: <u>0983178375</u>	
	Años de experiencia: <u>36 Años</u>	Correo: <u>gherrera@upse.edu.ec</u>	
	Fecha de validación: <u>29 Mayo 2026</u>	<u>29 Mayo 2026</u>	

Datos del experto	Experto: <u>Alfonso Bustamante</u>	C.I: <u>0908182280</u>	Firma del experto: 
	Grado académico: <u>PhD</u>	Celular: <u>0946866782</u>	
	Años de experiencia: <u>30+</u>	Correo: <u>abustamante@upse.edu.ec</u>	
	Fecha de validación: <u>29/05/26</u>	<u>29/05/26</u>	

Datos del experto	Experto: <u>Richard Huíroz</u>	C.I: <u></u>	Firma del experto: 
	Grado académico: <u>Magr</u>	Celular: <u>0997459379</u>	
	Años de experiencia: <u>15 años</u>	Correo: <u></u>	
	Fecha de validación: <u>28/05/2026</u>	<u>rmunozb@upse.edu.ec</u>	

Datos del experto	Experto: <u>Francisco Reyes Soriano</u>	C.I: <u>0908335813</u>	Firma del experto: 
	Grado académico: <u>Magister</u>	Celular: <u>0969789623</u>	
	Años de experiencia: <u>20 años</u>	Correo: <u></u>	
	Fecha de validación: <u>31 Junio 2026</u>	<u>frs@upse.edu.ec</u>	

Datos del experto	Experto: <u>Jhon Montenegro C.</u>	C.I: <u>0916612503</u>	Firma del experto: 
	Grado académico: <u>Magister</u>	Celular: <u>096929677</u>	
	Años de experiencia: <u>15 años</u>	Correo: <u></u>	
	Fecha de validación: <u>05/06/2026</u>	<u>jmontenegro@upse.edu.ec</u>	

Nota. Aprobación de los expertos sobre las encuestas.

Anexo E. Cuestionario aplicado a los trabajadores.

CUESTIONARIO PARA RECOLECCION DE DATOS				
Área de maduración				
Nombre: <u>Emilia Muna</u>		Cedula: <u>2400149792</u>		
Sexo: Masculino (X) Femenino ()		Edad: <u>27</u>		
Instrucciones: Estimado(a) trabajador, que opina sobre la estandarización de tiempos en las actividades del área de maduración mediante la implementación de metodología Manufactura Esbelta				
Marca solo una puntuación de la escala que crees que cumple por cada ítem				
Variable/ Dimensiones/ Indicadores/ Items	Opciones de respuesta			
	1. Menos de 30 min	2. Entre 30 min y 1 hora	3. Mas de 1 hora	
Variables: Estandarización de tiempos y manufactura esbelta				
1	¿Cuánto tiempo promedio pierde en su turno buscando herramientas o materiales (baldes, mangueras, mallas) por no estar en su sitio?	(1)	2	3
2	¿Cuánto tiempo demora en recibir asistencia o solución cuando ocurre un imprevisto técnico en los tanques?	(1)	2	3
3	3. ¿Cuánto tiempo acumulado en el día considera que pierde esperando que le entreguen el alimento, insumos químicos o nuevas órdenes de trabajo?	1	(2)	3
4	¿Cuánto tiempo acumulado en el día considera que se pierde debido a traslados o caminatas innecesarias por una mala distribución del área?	(1)	2	3
5	Cuando propone una idea sencilla para reducir el tiempo o el esfuerzo al alimentar o limpiar los tanques, ¿con qué frecuencia se pone en práctica?	Casi siempre	(A veces)	Nunca
6	¿Con qué frecuencia el personal operativo propone ideas nuevas para reducir el esfuerzo o el tiempo en las actividades de los tanques?	Casi siempre	(A veces)	Nunca
7	Al detectarse una falla repetitiva, ¿con qué frecuencia se cambia la forma de trabajar para evitar que el problema vuelva a ocurrir?	(Casi siempre)	A veces	Nunca
8	¿con qué frecuencia encuentra el pasillo, las mangueras y las herramientas de su área totalmente limpias y ordenadas?	(Casi siempre)	A veces	Nunca
9	¿Las herramientas de trabajo y productos químicos cuentan con un lugar fijo, rotulado y señalizado dentro del laboratorio?	Si	(En parte)	No
10	Al finalizar sus tareas de limpieza y ordenamiento del puesto de trabajo, ¿cuánto tiempo le toma habitualmente dejarlas listas?	(1)	2	3
11	¿Existe algún manual, cartel visible o instrucción en el laboratorio que explique el paso a paso para realizar las tareas asignadas?	Si	(En parte)	No
12	¿Sabe usted cuál es el tiempo máximo permitido que se ha establecido para alimentar o limpiar tanques?	Si	(En parte)	No
13	¿Con que frecuencia se realiza capacitación al personal de nuevo ingreso?	(Siempre)	A veces	Nunca
14	¿Cuánto varía el tiempo que toma realizar el proceso de alimentación de los camarones entre un turno y otro?	(1)	2	3
15	¿Cuánto varía el tiempo que toma limpiar un tanque de maduración entre un turno y otro, o entre diferentes compañeros?	(1)	2	3
16	¿Cree usted que al momento de realizar el recambio de agua en tanques, afecta la fatiga o el estado de ánimo?	Si	A veces	(No)
17	¿Cuánto tiempo le toma la recolección, conteo preliminar y transferencia de nauplios en su jornada rutinaria?	1	(2)	3
18	Al realizar el registro diario de parámetros en las bitácoras, ¿cuánto tiempo le toma completar esta tarea por completo?	(1)	2	3
19	¿Con qué frecuencia se deben repetir tareas mal ejecutadas (retrabajos) en maduración?	Casi siempre	(A veces)	Nunca
20	¿Con qué frecuencia considera que las tareas se retrasan o no se completan eficientemente debido a la falta de herramientas o insumos a tiempo?	Casi siempre	(A veces)	Nunca

Nota. Evidencia de aplicación de encuesta aplicado al personal de Texcumar S.A.

Anexo F. Enfoques de investigación.

Enfoque de estudio	Nº de documentos	% de aportación de estudio
Cuantitativo.	15	50,00 %
Mixto.	10	33,33 %
Cualitativo.	5	16,66 %
Total	30	100 %

Nota. Elaborado por los autores en base a los datos obtenidos mediante el análisis de documentos.

Anexo G. Metodologías utilizadas.

Metodologías	Nº de documentos	% de aportación al estudio
Lean Manufacturing.	21	70 %
Lean Six Sigma.	6	20 %
Otros (híbridos y simulación).	3	10 %
Total	30	100 %

Nota. Elaborado por los autores en base a metodología obtenida mediante el análisis de documentos.

Anexo H. Técnicas aplicadas por autores.

Técnicas	Nº de documentos	% de utilización
Encuestas.	10	33,33 %
Observación directa.	9	30,00 %
Medición de tiempos.	8	26,66 %
Análisis documental.	3	10,00 %
Total	30	100,00 %

Nota. Elaborado por los autores en base a las técnicas empleadas en el estudio.

Anexo I. Instrumentos empleados por los investigadores.

Instrumentos	Nº de documentos	% de utilización
Cuestionario.	11	36,66 %
Guía de observación.	9	30, 00 %
Medición de tiempos.	8	26, 66 %
Guía de entrevista.	2	6,66 %
Total	30	100,00 %

Noas. Instrumentos con más repercusión en el estudio

Anexo J. Herramientas Lean utilizadas en la revisión sistemática.

Herramientas	Nº de documentos	% de utilización
Estudio de tiempos.	24	80,0 %
5S.	21	70,0 %
VSM.	18	60,0 %
SMED.	9	30,0 %
Kanban.	7	23,3 %
Poka -Yoke.	6	20,0 %
Otras (Trabajo estándar, Andon).	8	26,7%
Total	30	100,00 %

Nota. Elaborado por los autores en base al análisis de los 30 artículos seleccionados en la revisión sistemática. Un mismo artículo puede emplear múltiples herramientas.

Anexo K. Resumen y análisis de cada ítem de encuesta.

Ítems	Resultados
P1	El 74 % de los operarios pierde más de 30 minutos diarios buscando herramientas fuera de su sitio.
P2	La mayoría reporta demoras de entre 30 min y 2 hora para recibir asistencia técnica ante imprevistos en tanques.
P3	Mas de 65 % pierde tiempo esperando la entrega de alimentos, insumo o nuevas órdenes de trabajo.
P4	La mayoría reconoce pérdidas de tiempo por caminatas innecesarias debido a la distribución del área.
P5	Predomina la respuesta “a veces”. Indicando que las ideas de mejora propuestas por el operario no siempre se implementan.
P6	La frecuencia de propuestas de mejora por parte del personal es baja (nunca o a veces).
P7	La mayoría responde que a veces se cambia la forma de trabajar ante fallas repetitivas.
P8	Menos del 40 % encuentra siempre el área totalmente limpia y ordenada.
P9	Parte de herramientas y químicos no cuentan con un lugar fijo y señalizado.
P10	Mas del 50 % tarda entre 30 min y 1 hora en dejar listo su puesto al finalizar la jornada.
P11	La mayoría responde “no” o “en parte” ante la existencia de manuales o carteles con instrucciones paso a paso.
P12	El 85,7 % solo conoce en parte el tiempo máximo permitido para alimentar o limpiar tanques.
P13	La capacitación al personal nuevo se realiza siempre según la mayoría.
P14	La variabilidad de tiempos de alimentación entre turno es media o alta para el 70 %.
P15	El 74,3 % reporta variabilidad media o alta en limpieza de tanques entre operarios y turnos.
P16	La mayoría afirma que el recambio de agua afecta la fatiga o el estado de ánimo “sí” o “a veces”.
P17	El tiempo de recolección, conteo y transferencia de nauplios es percibido como regular (30-60 min) por más de la mitad.

- P18 El registro diario de parámetros toma entre 30 min y 1 hora para la mayoría.
- P19 Los retrasos por tareas mal ejecutadas ocurren “a veces” o “siempre” en más del 60 %.
- P20 Los retrasos por falta de herramientas o insumos a tiempos son frecuentes “a veces” o “siempre”.

Anexo L. Fiabilidad de instrumentos a expertos.

Validación N° de experto	Preguntas																				SUMA
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	
E1	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	96
E2	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	95
E3	4	4	5	4	4	4	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5	86
E4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	81
E5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	92
Promedio	4,4	4,6	4,4	4,8	4,4	4,6	4,6	4,4	4,6	4,4	4,6	4,4	4,6	4,2	4,6	4,4	4,4	4,6	4,4	4,6	
Validación (Si / No)	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	
Varianza	0,24	0,24	0,24	0,16	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,16	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	
Sumatoria de varianza	4,64																				
Varianza de la suma de los	32,4																				

k	20	Alfa	0,902
S.V	4,64		
V.T	32,4		

Nota. Obtenido mediante el software IBM SPSS.

Anexo M. Fiabilidad de instrumento de operadores.

Escala: ALL VARIABLES

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	35	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	35	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,848	20

Nota. Obtenido mediante el software IBM SPSS.

Anexo N. Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk.

Pruebas de normalidad							
Pregunta	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			Sig.
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
P1	1	,224	35	<,001	,797	35	<,001
	2	,289	35	<,001	,796	35	<,001
	3	,215	35	<,001	,809	35	<,001
	4	,223	35	<,001	,802	35	<,001
	5	,300	35	<,001	,786	35	<,001
	6	,255	35	<,001	,791	35	<,001
	7	,302	35	<,001	,786	35	<,001
	8	,222	35	<,001	,805	35	<,001
	9	,215	35	<,001	,809	35	<,001
	10	,241	35	<,001	,789	35	<,001
	11	,246	35	<,001	,810	35	<,001
	12	,215	35	<,001	,809	35	<,001
	13	,289	35	<,001	,796	35	<,001
	14	,259	35	<,001	,808	35	<,001
	15	,215	35	<,001	,809	35	<,001
	16	,310	35	<,001	,776	35	<,001
	17	,206	35	<,001	,807	35	<,001
	18	,281	35	<,001	,798	35	<,001
	19	,334	35	<,001	,756	35	<,001
	20	,222	35	<,001	,806	35	<,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Obtenido mediante el software IBM SPSS.

En este caso se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk por ser la que mejor se acopa a este tipo de datos, mediante este método se someten < 50 muestras, mientras que el método Kolmogórov-Smirnov utiliza > 50 muestras. En nuestro caso se utilizó 35 muestras que son la cantidad de operadores que se evaluó mediante el cuestionario por ende se optó por utilizar el primer método mencionado.

Anexo O. Prueba de H Kruskai Wallis.

Estadísticos de prueba ^a	
	P1
H de Kruskal-Wallis	12,578
gl	19
Sig. asin.	,859
a. Prueba de Kruskal Wallis	
b. Variable de agrupación: Pregunta	

Nota. Obtenido mediante el software IBM SPSS.

Anexo P. Formato de checklist para auditoria.

Checklist - Auditoria 5S				
Área de maduración				
Etapa 1: Clasificar	Nº	Ítem:	Puntaje	Observaciones
	1	No hay herramientas rotas o inservibles en el área.		
	2	Lo químicos vencidos han sido retirados.		
	3	No hay objetos personales en línea de producción.		
Etapa 2: Ordenar	4	Las herramientas tienen un lugar fijo y señalizado.		
	5	Las etiquetas coinciden con el área de herramientas.		
	6	Los pasillos están despejados.		
Etapa 3: Limpiar	8	El suelo está libre de residuos.		
	9	El registro de limpieza diaria estaba debidamente designado.		
	10	Las herramientas están limpias.		
Etapa 4: Estandarizar	11	Los carteles de instrucción 5S están visibles y en buen estado.		
	12	El manual visual 5S está disponible en el área de supervisión.		
	13	El personal conoce las rutinas de limpieza.		
Etapa 5: Disciplina	14	No se observan incumplimientos reiterados.		
	15	El personal utiliza los equipos de protección adecuados.		
	16	Existe evidencia de acciones correctivas cuando hay problemas recurrentes en el área.		
Total:			/ 36	

Calificación	
Verde:	≥ 27 puntos equivale a ≥ 80 %
Amarillo:	17 – 26 puntos equivale a 59 % – 79 %
Rojo:	≤ 16 puntos equivale a < 50 %

Nota. Elaborado por los autores.

Anexo Q. Tabla de valoración del trabajo.

Escala británica		
Categoría	Descripción	Calificación
Excepcionalmente rápido.	Esfuerzo intenso.	150
Muy rápido.	Actúa con seguridad, destreza.	125
Normal.	Logra nivel de calidad y precisión.	100
Constante.	Resuelto, sin prisa, parece lento.	75
Muy lento.	Movimientos topes, inseguros, sin interés.	50
Actividad nula.		0

Nota. Elaborado por los autores.

Anexo R. Tabla de suplementos por descanso.

SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	e) Condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm2/segundo)		
a) Trabajo de pie			16		0
Trabajo se realiza sentado(a)	0	0	14		0
Trabajo se realiza de pie	2	4	12		0
b) Postura normal			10		3
Ligeramente incómoda	0	1	8		10
Incómoda (inclinación del cuerpo)	2	3	6		21
Muy incómoda (Cuerpo estirado)	7	7	5		31
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)			4		45
Peso levantado por kilogramo			3		64
2,5	0	1	2		100
5	1	2	f) Tensión visual		
7,5	2	3	Trabajos de cierta precisión	0	0
10	3	4	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
12,5	4	6	Trabajos de gran precisión	5	5
15	5	8	g) Ruido		
17,5	7	10	Sonido continuo	0	0
20	9	13	Sonidos intermitentes y fuertes	2	2
22,5	11	16	Sonidos intermitentes y muy fuertes	5	5
25	13	20 (máx)	Sonidos estridentes	7	7
30	17		h) Tensión mental		
33,5	22		Proceso algo complejo	1	1
d) Iluminación			Proceso complejo o de atención dividida	4	4
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Proceso muy complejo	8	8
Bastante por debajo	2	2	i) Monotonía mental		
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo monótono	0	0
			Trabajo bastante monótono	1	1
			Trabajo muy monótono	4	4
			j) Monotonía física		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	2
			Trabajo muy aburrido	5	5

Nota. En base a la OIT.

Anexo S. *Toma de datos a actividades.*



Anexo T. *Revisión de suministro y alimento.*



Anexo U. *Cuestionario a trabajadores.*

