

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO
PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA
ALGYMAR SRL**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR
SILVY YULIANA RAMÍREZ CAMIZÁN**

**ASESOR
CÉSAR ULISES CAMA PELÁEZ**
<https://orcid.org/0000-0002-7530-7344>

Chiclayo, 2021

**PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO
PRODUCTIVO PARA INCREMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA ALGYMAR SRL**

PRESENTADA POR:
SILVY YULIANA RAMÍREZ CAMIZÁN

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Aurora Vigo Edward Florencio
PRESIDENTE

Annie Mariella Vidarte Llaja
SECRETARIO

César Ulises Cama Peláez
VOCAL

Dedicatoria

A Dios

A mi padre que fue mi motivación para iniciar este sueño.

A mi madre por su apoyo incondicional

A mi hijo Luis Mateo que llego para impulsarme

y no dejar de luchar hasta lograr el objetivo.

Agradecimientos

A Dios por darme vida, fuerza, salud y perseverancia para culminar satisfactoriamente mis estudios universitarios.

A mis padres; Luis y Marina, a mi hijo Luis Mateo, que ha sido mi principal motivación e impulso en esta etapa de crecimiento profesional y personal.

Al Gerente General de la empresa Algymar srl, por su apoyo y confianza, por brindarme las facilidades y los recursos necesarios para realizar el estudio.

A mi asesor el Mgtr. Ing. Cesar Ulises Cama Peláez, por su apoyo en las asesorías, por contagiarme de su temperamento y seguridad para seguir con la investigación y lograr la meta.

Índice

I. INTRODUCCIÓN	12
II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA	15
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	15
2.2. FUNDAMIENTOS TEÓRICOS	18
2.2.1. Algas Marinas	18
2.2.1.1. Definición	18
2.2.1.2. Especies de algas marinas	18
2.2.1.3. Uso de algas en la agricultura	19
2.2.2. Estudio de métodos	19
2.2.2.1. Estudio de tiempos	19
2.2.2.2. Instrumentos para el estudio de tiempo	23
2.2.3. El proceso productivo	23
2.2.4. Mejora continua de los procesos	23
2.2.5. Cuello de botella	23
2.2.6. Diagrama Causa-Efecto	24
2.2.7. Diagrama de Pareto	25
2.2.8. Productividad	26
2.2.8.1. Balanceo de Línea	27
2.2.8.2. Diagrama de flujo	29
2.2.8.3. Diagrama bimanual	29
2.2.8.4. Guías para construcción de diagrama bimanual	30
III. RESULTADOS	31
3.1. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL	31
3.1.1. La empresa Algymar SRL	31
3.1.1.1. Datos generales	31
3.1.1.2. Localización geográfica	31
3.1.1.3. Estructura organizacional	32
3.1.2. Productos	32
3.1.2.1. Descripción del producto	32
3.1.2.2. Sub Productos	38
3.1.2.3. Desechos	38
3.1.2.4. Desperdicios	38
3.1.3. Insumos	38
3.1.3.1. Mano de obra directa (MOD)	38

3.1.3.2. Materia prima.....	39
3.1.3.3. Maquinaria	40
3.1.3.4. Suministros	43
3.1.4. Análisis del diagrama de procesos	43
3.1.5. Análisis del proceso de producción.....	48
3.1.6. Actuales indicadores de producción y productividad.....	54
3.1.6.1. Indicadores de producción	54
3.1.6.2. Producción histórica	55
3.1.6.3. Capacidad	56
3.1.6.4. Indicadores de calidad	58
3.1.6.5. Productividad	60
3.1.6.6. Resumen de indicadores actuales.....	62
3.1.7. Identificación de problemas del sistema de producción y sus causas.	63
3.2. DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO.....	70
3.2.1. Desarrollo de mejoras	72
3.2.1.1. Control de calidad en el proceso	72
3.2.1.1. Estandarización de procesos.....	75
3.2.1.4. Balance de línea	128
3.2.1.5. Plan de capacitaciones	138
3.2.2. Propuestos indicadores de producción y productividad.....	140
3.2.2.1. Indicadores de producción	140
3.2.2.2. Indicadores de calidad	142
3.2.2.3. Productividad propuesta	144
3.2.2.4. Comparativo de indicadores	147
3.3. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO	148
3.3.1. Beneficios de las propuestas.....	148
3.3.2. Inversión de la propuesta.....	148
3.3.3. Costos de la propuesta.....	149
3.3.4. Flujo de caja	151
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	157
4.1. CONCLUSIONES	157
4.2. RECOMENDACIONES	158
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159
VI. ANEXOS	162

Lista de tablas

Tabla 1. Calificación Sistema Westinghouse	21
Tabla 2. Presentación de producto terminado	33
Tabla 3. Ficha técnica del Sargamax Powder.....	34
Tabla 4. Cuadro de valores	34
Tabla 5. Recomendaciones para su uso	37
Tabla 6. Mano de obra directa de la empresa Algymar SRL.....	39
Tabla 7. Descripción de la Materia prima	39
Tabla 8. Principales proveedores de la empresa Algymar SRL	40
Tabla 9. Especificaciones de molino de martillos	40
Tabla 10. Especificaciones de faja transportadora de MP	41
Tabla 11. Especificaciones de Zaranda para MP	42
Tabla 12. Tiempos operativos de cada etapa de producción	49
Tabla 13. Diagrama de Operaciones del proceso (DOP).....	50
Tabla 14. Diagrama de Análisis del Proceso (DAP)	51
Tabla 15. Producción del año 2 019	56
Tabla 16. Medidas de muestra para el Ph.....	58
Tabla 17. Medidas de muestra para la conductividad.....	60
Tabla 18. Resumen de los recursos empleados de la empresa Algymar S.R.L.....	61
Tabla 19. Resumen de indicadores actuales	62
Tabla 20. Resumen de capacidades de producción	66
Tabla 21. Detalle de quejas de los principales clientes	68
Tabla 22. Problema, sus causas y su propuesta de mejora	70
Tabla 23. Muestra 01 del tiempo de lavado propuesto.....	75
Tabla 24. Muestra 02 del tiempo de lavado propuesto.....	76
Tabla 25. Muestra 03 del tiempo de lavado propuesto.....	77
Tabla 26. Muestra 04 del tiempo de lavado propuesto.....	78
Tabla 27. Muestra 05 del tiempo de lavado propuesto.....	79
Tabla 28. Muestra 06 del tiempo de lavado propuesto.....	80
Tabla 29. Muestra 07 del tiempo de lavado propuesto.....	81
Tabla 30. Muestra 08 del tiempo de lavado propuesto.....	82
Tabla 31. Muestra 09 del tiempo de lavado propuesto.....	83
Tabla 32. Muestra 10 del tiempo de lavado propuesto.....	84
Tabla 33. Tiempos propuestos de observación del procesamiento de biofertilizantes... 90	
Tabla 34. Toma de tiempos propuestos de transporte de materia prima seca	91
Tabla 35. Tomas de tiempo propuestos de Clasificado	91
Tabla 36. Tomas de tiempo propuestos de Transporte hacia pozo 1.....	91
Tabla 37. Tomas de tiempo propuestos de Transporte hacia pozo 2.....	92
Tabla 38. Tomas de tiempo propuestos de Transporte hacia pozo 2.....	92
Tabla 39. Tomas de tiempo propuestos de Lavado 1	92
Tabla 40. Tomas de tiempo propuestos de Elevar el producto.....	93
Tabla 41. Tomas de tiempo propuestos de Desfogue del agua	93
Tabla 42. Tomas de tiempo propuestos de Llenado del agua.....	93
Tabla 43. Tomas de tiempo propuestos de Lavado 2	94
Tabla 44. Tomas de tiempo propuestos de Elevar el producto.....	94
Tabla 45. Tomas de tiempo propuestos de Desfogue del agua	94
Tabla 46. Tomas de tiempo propuestos de Llenado del agua.....	95
Tabla 47. Tomas de tiempo propuestos de Lavado 3	95

Tabla 48. Tomas de tiempo propuestos de Transporte hacia el vehículo.....	95
Tabla 49. Tomas de tiempo propuestos de transporte hacia secado	96
Tabla 50. Tomas de tiempo propuestos de Tendido.....	96
Tabla 51. Tomas de tiempo propuestos de Recogido.....	96
Tabla 52. Tomas de tiempo propuestos de transporte a molino	97
Tabla 53. Tomas de tiempo propuestos de Abastecer el molino	97
Tabla 54. Tomas de tiempo propuestos de Molienda.....	97
Tabla 55. Tomas de tiempo propuestos de Extracción del polvo.....	98
Tabla 56. Tomas de tiempo propuestos de Envasado.....	98
Tabla 57. Tomas de tiempo propuestos de Transporte a almacén.....	98
Tabla 58. Cálculo de los números de observaciones de toma de tiempos.....	105
Tabla 59. Tomas de tiempo propuestos para el procesamiento de biofertilizante.....	107
Tabla 60. Tomas de tiempo propuesto para el procesamiento de biofertilizante	114
Tabla 61. Factor de valoración de las tareas.....	115
Tabla 62. Factor de valoración de los procesos.....	116
Tabla 63. Tiempos de tolerancias	117
Tabla 64. Factor de tolerancias suplementarias para los procesos	118
Tabla 65. Cálculo del tiempo estándar propuesto por actividades	126
Tabla 66. Cálculo del tiempo estándar propuesto por procesos	128
Tabla 67. Ritmo de operación de los procesos	132
Tabla 68. Rendimiento físico por procesos	133
Tabla 69. Cálculo de los números de operarios por procesos	137
Tabla 70. Cronograma de capacitaciones	138
Tabla 71. Medidas de muestra para el Ph después de las mejoras propuestas	142
Tabla 72. Medidas de muestra para la conductividad después de las mejoras propuestas	143
Tabla 73. Resumen de los recursos empleados de la empresa Algymar S.R.L.	145
Tabla 74. Resumen de indicadores antes y después de las mejoras propuestas	147
Tabla 75. Beneficios de las mejoras propuestas	148
Tabla 76. Inversión de estandarización de procesos.....	149
Tabla 77. Inversión del Control de calidad en el proceso	149
Tabla 78. Costos de estandarización de procesos.....	150
Tabla 79. Costos del Control de calidad en el proceso.....	150
Tabla 80. Costos del balance de línea.....	150
Tabla 81. Costos de capacitaciones	151
Tabla 82. Flujo de caja de propuestas de implementación	152
Tabla 83. Comparación TMAR y TIR.....	155
Tabla 84. Observaciones preliminares del proceso	162
Tabla 85. Cálculo del cociente de Mundel	163
Tabla 86. Tiempo promedio de las actividades del proceso.....	164

Lista de figuras

Figura 1: Suplementos según la OIT	22
Figura 2. Etapa 2 como cuello de botella	24
Figura 3. Modelo de diagrama Ishikawa	24
Figura 4. Modelo de diagrama de Pareto.....	26
Figura 5. Mapa de ubicación ALGYMAR SRL.....	31
Figura 6. Organización jerárquica	32
Figura 7. Maquina para proceso de molienda de materia prima picada	41
Figura 8. Maquina para traslado materia prima picada hacia el molino.....	42
Figura 9. Maquina para clasificar la materia prima picada	43
Figura 10. Recepción de MP	44
Figura 11. 1era. Etapa de tendido de MP.....	44
Figura 12. Diagrama de bloques del proceso productivo	47
Figura 13. Cuadro de índice de observaciones de Mundel.....	48
Figura 14. Diagrama de recorrido del proceso productivo	52
Figura 15. Balance de materia del proceso productivo.....	53
Figura 16. Gráfico de Control del pH.....	59
Figura 17. Gráfico de Control de Conductividad	60
Figura 18. Diagrama Causa – Efecto por la baja productividad.....	64
Figura 19. Producción real del año 2 019	66
Figura 20. Variación del tiempo de lavado.....	67
Figura 21. Diagrama bimanual del proceso actual del lavado.....	69
Figura 22. Organización jerárquica propuesta.....	72
Figura 23. Perfil de supervisor de calidad	73
Figura 24. Diagrama de flujo del proceso de control de calidad en el área de lavado ...	74
Figura 25. Diagrama bimanual del proceso propuesto de lavado.....	86
Figura 26. Diseño del puesto de trabajo del área de lavado	88
Figura 27. Balance de masa del proceso productivo de biofertilizante	127
Figura 28. Gráfico de Control del PH después de las mejoras propuestas	143
Figura 29. Gráfico de Control del PH después de las mejoras propuestas	144
Figura 30. Porcentaje anual de depósitos de ahorro	154

Resumen

La empresa Algymar S.R.L. se encarga de producir biofertilizantes a base de algas marinas. Esta investigación tuvo como objetivo general proponer una mejora en el proceso productivo para incrementar la productividad en la empresa ALGYMAR SRL. Al realizar el diagnóstico del proceso productivo, se encontró una línea desbalanceada debido al bajo factor de utilización, se identificó que los procesos no se encuentran estandarizados debido a que los tiempos no se controlan, en especial el proceso de lavado. Se hallaron tiempos improductivos debido a que los procesos con los que laboran son manuales y el personal no se encuentra capacitado para realizarlas. También se encontraron problemas por reclamos de los clientes a raíz de que el producto terminado se encuentra fuera de los parámetros del pH y conductividad. Con los problemas antes mencionados, se propuso la implementación de controles de calidad en el proceso de lavado, luego se modificaron las técnicas de trabajo con la ayuda del diagrama bimanual, se estandarizaron los tiempos de los procesos tomándose en cuenta los lineamientos del tiempo estándar de la OIT, y en base a ello, se realizó el balance de línea de acuerdo al ritmo de trabajo por proceso, estableciéndose además un plan de capacitaciones. Con estas mejoras la productividad total se incrementó en 28,6% y la producción aumentó en 66,7%, lográndose el 0.018% de la alta demanda nacional de fertilizantes. Al realizar la evaluación económica de las propuestas se obtuvo un Valor Actual Neto de 527 230,33 soles, una Tasa Interna de Retorno de 128,44%, un beneficio costo de 2,79 y un periodo de recuperación de 5 meses con 4 días.

Palabras clave: Algas marinas, tiempos, movimientos, lavado, biofertilizante.

Abstract

The company Algymar S.R.L. is responsible for producing biofertilizers based on seaweed. The general objective of this research was to propose an improvement in its production process in order to increase the productivity of the company. When making the diagnosis of the production process, an unbalanced line was found due to the low utilization factor, it was identified that the processes are not standardized because the times are not controlled, especially the washing process. Unproductive times were found because the processes they work with are manual and staff are not trained to do such work. Problems were also encountered due to customer claims that the finished product is outside the pH and conductivity parameters. With the aforementioned problems, the implementation of quality controls in the washing process was proposed, then the working techniques were modified with the help of the bimonthly diagram, The process times were standardized, taking into account the ILO standard time guidelines, and based on this, the line balance was made according to the pace of work per process, and a training plan was established. With these improvements, total productivity increased by 28,6% and production increased by 66,7%, meeting the high national demand for fertilizers. The economic evaluation of the proposals yielded a Net Present Value of 527233,33 soles, an Internal Rate of Return of 128,44%, a benefit cost of 2,79 and a recovery period of 5 months with 4 days.

Keywords: Seaweed, times, movements, washing, biofertilizer.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de algas marinas viene de siglos atrás, fueron empleadas como abonos en los campos de cultivo, el primer país en producir fertilizantes hechos de algas marinas fue en Gran Bretaña en el siglo XVI y posteriormente su uso se expandió a Japón y Canadá con excelentes resultados. Estos fertilizantes en las últimas décadas vienen remplazándose por fertilizantes sintéticos, provocando un declive en la utilización de los mismos, sin embargo, en la actualidad se utiliza productos orgánicos como la harina de algas marinas como fertilizantes o bio estimulantes, estos han demostrado superioridad en las cosechas y seguridad en los campos de cultivo. [1]

La Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes (IFA) prevé que para el 2020 la demanda de fertilizantes repunte al registrar un crecimiento del 1,6% (191,4 Mt) gracias a una mejora de los precios de los granos y a un aumento en la superficie sembrada con cereales. [2]

En el Perú existe un alto porcentaje mercado cautivo ya que la mayor cantidad de fertilizantes o bio estimulantes son importados de otros países. Actualmente en la agricultura se está dando una tendencia una revolución productiva, fomentado la generación de leyes para proteger y asegurar su producción y comercialización, dando lugar a la creación de nuevas empresas productoras y comercializadoras. Su desarrollo se basa en la desconfianza que existe en la producción de alimentos con fertilizantes convencionales (sintéticos) y los efectos negativos que estos generan en el medio ambiente. [3].

En las últimas décadas, el Perú ha exportado gran cantidad de alimentos naturales como las frutas, verduras y/o granos, los cuales para poder ser aceptados para su consumo masivo es necesario cumplir con ciertos estándares siendo uno de ellos la cantidad y porcentaje de fertilizantes sintéticos que estos tienen. Por lo que se viene dando una revolución o tendencia de aumento en la producción de insumos agrícolas con fertilizantes o bio estimulantes de origen natural, generando una gran demanda. Sin embargo, en el Perú el 89% de estos fertilizantes o bio estimulantes utilizados son importados de países como China, México, España debido a que solo se cuenta con 3 empresas del rubro en el país. [1]

No existen datos publicados sobre la producción local, pero según las fuentes consultadas la gran mayoría de empresas peruanas importan este tipo de productos y son muy pocas

las que lo producen cubriendo solo el 12% del mercado nacional. Sin embargo, las importaciones en el año 2018 fueron de 1 572 064 toneladas, donde se tuvo una participación de Chile del 23%, de España de 21% y de Italia del 19%. [4]

Es así que la empresa ALGYMAR SRL ubicada en la Ciudad de Nazca – Ica, frente a la demanda existente y a un gran porcentaje de mercado insatisfecho, inició sus labores una década atrás, con la distribución y venta de estos insumos, adquiridos a tercero. En el año 2015 instaló una planta propia para elaborar biofertilizantes de algas marinas en polvo, siendo su materia prima principal la variedad *Lessonia Nigrescens*.

Este proceso productivo inició de manera empírica y experimental, y consta de las siguientes etapas: Secado de materia prima sin lavar, lavado, secado de materia prima lavado, molienda y envasado.

Es así que, una vez iniciado el proceso de elaboración del biofertilizante de algas marinas en polvo, aun desconociendo los métodos y técnicas apropiados del proceso, surgen distintos problemas que se ven reflejados en la baja productividad de la empresa, principalmente en el área de lavado que no cuenta con un proceso estandarizado, se tomaba como criterio las pruebas sensoriales efectuadas por el personal a cargo, quien determinaba el tiempo requerido y, a su vez, si el producto estaba apto para la siguiente etapa del proceso. Por ello se tiene una variabilidad alta en el tiempo de lavado, en un rango de 6 a 7 horas, llegando hasta una hora de diferencia entre los tiempos esta etapa del proceso.

Entonces, y de acuerdo a lo descrito, se formuló la siguiente pregunta: ¿Cómo mejorar el proceso productivo de la empresa ALGYMAR SRL para aumentar la productividad?, dando respuesta a la interrogante se planteó el siguiente objetivo, proponer una mejora en el proceso productivo para incrementar la productividad en la empresa ALGYMAR SRL. Para cumplir el objetivo principal también se tomó en cuenta los objetivos específicos como: Realizar un diagnóstico del proceso productivo de la empresa Algymar SRL, elaborar la propuesta de mejora en el proceso de productivo de la empresa Algymar SRL y evaluar el impacto económico de las propuestas de mejora, logrando estos objetivos de identificar el problema real y sus causas se lograra implementar un plan de mejora efectivo.

Mediante el diagnóstico del proceso productivo que se realizó para la elaboración del bioestimulante de algas marinas en polvo, nos permitió conocer más a fondo las causas

principales de los problemas de la empresa, para luego aplicar los métodos y técnicas necesarios que aportaran al incremento de la productividad.

La presente investigación se llevó a cabo bajo la siguiente justificación, la empresa ALGYMAR SRL, cuenta con los recursos necesarios para lograr su crecimiento, por tanto, se analizó los problemas existentes dentro de procesos de la empresa y se planteó nuevas propuestas que aportaran mejoras y permitirán incrementar su productividad con productos de calidad, se eliminarán actividades improductivas que no generan valor en los procesos.

Con la implementación de esta investigación, la empresa podría disminuir los costos de producción debido a las demoras que existen en el proceso de lavado.

La empresa podría reducir las mermas manteniendo un control de estos y no desperdiándose materia prima. Así mismo con un nuevo flujo de proceso ordenado, estandarizado y controlado permitirá mejorar el clima laboral entre el personal de producción, logística y ventas que están relacionados consecuentemente.

La presente investigación permitirá el desarrollo de las herramientas de mejora aprendidas a lo largo de la formación universitaria, logrando la optimización de los procesos e incrementando la productividad de la empresa donde se desarrolla la investigación. Demostrando mi capacidad profesional para afrontar el gran reto de mantener la competitividad a la que se enfrentan las empresas en la actualidad.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Araya, en el año 2018 [5], en su investigación “Propuestas de mejora para disminuir los tiempos de aplicación de fitosanitarios en campos de frutal, verificadas por simulación”, donde se tuvo como objetivo realizar el estudio de los tiempos y movimientos destinados a la mejora de productividad. El estudio se desarrolló de manera pre-experimental, con el análisis de la documentación, así como de la observación directa, utilizando en este proceso el curso grama analítico de los operarios en el cual se registró los movimientos y desplazamientos del trabajador, se empleó un diagrama bimanual para describir movimientos de las extremidades, identificándose 24 movimientos para el nuevo método de trabajo, se utilizó formularios y tablas de la OIT, para la estandarización de tiempos. Se logró como resultados un tiempo estándar de 20 minutos, y se restableció como método de trabajo la técnica del interrogatorio. Se concluyó que se alcanzó a obtener un incremento del 25% de la productividad total, y se mejoró en un 50% en la productividad de mano de obra.

Calla, Chihuahua y Tuesta [6], en su artículo “Incremento de la productividad en una empresa conservera de pescado”, se tuvo como objetivo aplicar la ingeniería de métodos para aumentar la productividad del proceso de envasado en una empresa de conserva de pescado. Se realizó una investigación aplicada con diseño de investigación preexperimental. Se empleó el uso del análisis de frecuencias absolutas y relativas, análisis de causa y raíz, estudio de tiempos, técnica del interrogatorio y análisis documental. Se utilizaron el diagrama de Pareto e Ishikawa, para identificar el proceso a mejorar y alcanzar un aumento de la productividad; cursograma analítico del operario, donde se registró la información del proceso de envasado, y se apoyó de un diagrama de recorrido para conocer la distribución del área; y hojas de análisis de tiempo que permitió determinar los tiempos estándares. Se tuvo como resultado que, a través del cursograma analítico se determinó que el 40,20 % representaban actividades que no agregan valor al producto; se logró obtener una producción inicial promedio 48,56 cajas/hora-hombre respecto a los meses de junio-agosto; se determinó un tiempo estándar de

645,33 segundos/caja; y con la aplicación de la técnica del interrogatorio se estableció un nuevo método de trabajo. Se concluyó que, con la implementación del nuevo método de trabajo, se alcanzó una distancia recorrida menor a la anterior y se estableció un mejor tiempo estándar producto de un efectivo método de trabajo que genera mejores resultados.

Maldonado [7], en el año 2018, en su trabajo de titulación “Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de productividad en la línea de ropa interior en una empresa de confección”, analizó los tiempos y movimientos para incrementar la productividad de la línea de confección de ropa interior en la empresa Soltex Apolo. Para ello la investigación se centró en emplear módulos de trabajo, y para la recaudación de información de todas las actividades que comprendieron los procesos durante la confección (estudio de tiempos y movimientos, diagrama de hilos, VSM, simulación en flexim), información que permitió generar una propuesta de mejora en dos módulos, uno para confección de boxers y otro para la confección de calzoncillos, de manera que se logró distribuirse las actividades, optimizando la labor de los operarios, con un flujo correcto de materiales, reduciendo el inventario en proceso, los tiempos ociosos, así como los redundantes movimientos ocurridos durante la línea. Se tuvo como resultado el incremento de la productividad de 72 u/h a 101,33 u/h en la confección de bóxers y de 96 u/h a 122,66 u/h en la confección de calzoncillos. Se concluyó que se aumentó la eficiencia de la línea en 29,21%, optimizando los recursos humanos, los equipos e infraestructura de la empresa, constituyendo de esta manera una mejora en el proceso productivo de la empresa Soltex Apolo. Además, ya no se requirió de mayor inversión.

Dona, L. S. & Putri, N. T. [8], en su estudio “Application of lean manufacturing concept for redesigning facilities layout in Indonesian home-food industry: A case study”, tuvo como objetivo implementar estudio de métodos como base para la aplicación de herramientas lean. Para lo que se aplicó la metodología de estudio de tiempos y movimientos como referencia para hacer la torta (producto) para eliminar los desechos, que son Movimiento/Movimiento y Espera. De acuerdo con la mejora de diseño, se pudo reducir las desventajas de la condición original.

Como resultados se obtuvo el nuevo desplazamiento de 73 711 metros de desplazamiento/mes, mientras que la condición original tiene momento de desplazamiento de 122 037,84 metros de desplazamiento/mes. Se concluyó que el diseño recomendado de este estudio reduce los residuos al disminuir los niveles de desplazamiento originales con una reducción del 40 por ciento.

Ganosa en el año 2018 [9], en su investigación titulada “Aplicación de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en la empresa Agroindustrial Estanislao Chimú”, se planteó el objetivo de implementar mejoras en el proceso de palta con el propósito de incrementar la productividad. Se utilizó un diseño pre experimental, siendo la muestra igual a la población porque se realizó al total de procesos de la línea. Se aplicó el uso de instrumentos como la técnica de muestreo de trabajo, diagrama de Ishikawa, diagrama bimanual y el estudio de tiempos. La aplicación de la metodología se enfocó al mejoramiento de las operaciones. Asimismo, se implementó un método de trabajo en el área de producción, reduciendo los tiempos ociosos y aplicando un sistema de incentivos por productividad. Se definieron los tiempos estándares y se aplicó balance de líneas; se logró la reducción del tiempo de enfriamiento de la materia prima a una hora, y con el balance de línea se determinó el aumento a 50 personas en el área de producción. Los principales resultados fueron un aumento en la producción del 37,5%, una disminución del cuello de botella en 27,3% y una disminución del costo de mano en 33,3%. Finalmente, se concluyó que la metodología estandarización de tiempos y balance de línea en base al estudio de métodos puede conllevar a un aumento de la productividad.

Salinas [10] en su investigación titulado “Aplicación del estudio de tiempos para mejorar la atención del cliente en la empresa metalmecánica JMS, 2017”, se planteó el objetivo proponer la mejora de la atención del cliente aplicando el estudio de tiempos a través de la implementación de la metodología de estandarización de tiempos, donde se identificó la actividad del cuello de botella para reducir el tiempo estándar mediante diagramas bimanuales. De esta investigación se tomó en cuenta los tiempos promedios de la manipulación del tecele mecánico que sostiene a unas rejillas metálicas que transportan moldes.

Como resultado se logró reducir el tiempo estándar actual en 38,9% minimizando los tiempos generados por tareas improductivas. Se concluyó, que para la empresa JMS es necesario la implementación de la mejora del método de la actividad identificada como cuello de botella de la reparación para lograr eliminar los tiempos generados por tareas que no agregan valor en el proceso con el fin de mejorar la atención del cliente.

2.2.FUNDAMIENTOS TEÓRICOS

2.2.1. Algas Marinas.

2.2.1.1. Definición

Son organismos de estructura simple, de estructura celular y tejidos complejos. Clasificados en: Chlorophyta o clorofitas, Phaeophyta o feófitas y Rhodophyta o rodófitas, se caracterizan por ser verdes, pardas y rojas debido a su pigmentación predominante sobre otras. [11]

2.2.1.2. Especies de algas marinas

A. Ascophyllum nodosum

Esta es la variedad de alga marina parda, utilizada para la elaboración de fertilizantes y bioestimulantes, su crecimiento al día es muy lento y puede llegar hasta los 10 y 15 años en su habita.

B. Sargassum sp

Esta variedad de alga parda tiene tiempo de vida más corto y solo llega a los cuatro metros en seis meses, una de sus características más notorias en el gran contenido de ácido Algínico fitohormonas y proteínas es por eso su creciente aceptación en el sector agrícola.

C. Laminaria sp

Conocida como alga parda, se utiliza en la producción de cloruro de potasio e iodo, además tiene características: láminas largas y grandes.

D. Ecklonia máxima

Conocida como Alga parda gigante, contiene ácido indolacético y puede llegar hasta 300 veces mayor que el de otras algas, se utiliza además como fuente de auxinas.

2.2.1.3. Uso de algas en la agricultura

Es usado como fertilizante en el sector agrícola como bioestimulantes e insectífugos y es apto en la agricultura ecológica estos bioestimulantes se utiliza para aplicación de manera directa en hojas, en tallo o en raíces también puede aplicarse a través de riego tecnificado.

La aceptación de los bioestimulantes líquidos a base de algas marinas está ampliamente aceptados en la agricultura por su demostrado rendimiento en la absorción de nutrientes del suelo, sus efectos contra las plagas, la germinación de semillas y la resistencia que genera en los cultivos frente a condiciones adversas. La escala comercial de estos productos ha ido en crecimiento desde el año 2003.

El efecto combinado se debe al tipo especial de azúcares propio de las algas, las mismas que activan las defensas propias de las plantas generando mayores producciones y mejorando la calidad de los frutos. [1]

2.2.2. Estudio de métodos.

Tiene por finalidad definir la forma en que se ejecutará el trabajo, basándose en que tareas o actividades puede realizar un operario o un grupo de ellos utilizando equipos, maquinarias y herramientas. [12]

2.2.2.1. Estudio de tiempos

Es una herramienta básica en los métodos de trabajo. Su finalidad es la de registrar los tiempos en que los empleados demoran en realizar sus labores, mientras son observados de manera directa haciendo uso del cronometro, valorando su labor con base en normas establecidas.

Para la OIT, se debe medir el trabajo aplicando metodologías que definan el tiempo que toma desarrollar sus labores un trabajador calificado, teniendo en cuenta determinadas pautas. Las cuales son:

- a. Escoger la labor.** Que tenga el mismo sentido que para un ET.

- b. Elegir el jornalero “calificado”.** Con la finalidad de hallar al “trabajador promedio”, es decir que pueda ejecutar sus labores de forma constante y equilibradamente.
- c. Observación del trabajo.** Definidas las dos pautas anteriores, el investigador deberá describir detalladamente el método que se usará, con el objetivo de conocer de manera minuciosa las actividades que forman parte de una tarea.
- d. Dividir trabajo en elementos.** Identifica y separan las actividades improductivas, prestando atención de las condiciones que causen agotamiento al empleado, tiempo en que el trabajador tome pequeños descansos, etcétera.
- e. Realizar mediciones piloto (de prueba) e implementar una muestra inicial.** Que ayuden a establecer parámetros para definir la cantidad real de observaciones, con base en la estadística, se recomienda contar con al menos 10 observaciones iniciales.
- f. Establecer el volumen de la muestra.** Basándose en técnicas estadísticas y en información de casualidad, para medir y analizar cualquier operación factible de ser observada. La OIT recomienda usar la formula siguiente, que pretende que del 95,45% de las mediciones hechas con cronómetro, posean, por lo menos 5% de error del dato real.

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Donde:

n: tamaño de la muestra que deseamos determinar

n': número de observaciones del estudio preliminar

\sum : suma de valores

x: valor de las observaciones

40: constante para un nivel de confianza de 94,45%

- g. Cronometrar.** Es fundamental resaltar que el operario que se designe tenga un alto conocimiento en la ejecución del estudio del método de trabajo.

- h. Estimar el desempeño de los operarios.** Con la técnica de la calificación del sistema Westinghouse, calificando la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y los esfuerzos.

Tabla 1. Calificación Sistema Westinghouse

Habilidad			Esfuerzo		
+ 0.15	A1	Superhábil	+ 0.13	A1	Superhábil
+ 0.13	A2	Superhábil	+ 0.12	A2	Superhábil
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Bueno	+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Bueno	+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
- 0.05	E1	Regular	- 0.04	E1	Regular
- 0.10	E2	Regular	- 0.08	E2	Regular
- 0.16	F1	Pobre	- 0.12	F1	Pobre
- 0.22	F2	Pobre	- 0.17	F2	Pobre
Condiciones			Consistencia		
+ 0.06	A	Ideal	+ 0.04	A	Ideal
+ 0.04	B	Excelente	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buena	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
- 0.03	E	Regular	- 0.02	E	Regular
- 0.07	F	Pobre	- 0.04	F	Pobre

Fuente: [12]

- i. Apreciación de las tolerancias.** Al tiempo base se le debe adicionar las tolerancias

Tolerancia personal: tiempo otorgado al operario para que haga sus necesidades básicas.

Tolerancia por agotamiento: tiempo dado al operario para que se recupere de la fatiga laboral, por lo general otorgado en “recesos”.

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4

2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4	45
B. Suplemento por postura anormal			2	100
Ligeramente incómoda	0	1		
incómoda (inclinado)	2	3		
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7		
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)				
Peso levantado [kg]				
2,5	0	1		
5	1	2		
10	3	4		
25	9	20		
35,5	22	máx		
D. Mala iluminación				
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0		
Bastante por debajo	2	2		
Absolutamente insuficiente	5	5		
E. Condiciones atmosféricas				
Índice de enfriamiento Kata				
16		0		
8		10		
			F. Concentración intensa	
			Trabajos de cierta precisión	0 0
			Trabajos precisos o fatigosos	2 2
			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5 5
			G. Ruido	
			Continuo	0 0
			Intermitente y fuerte	2 2
			Intermitente y muy fuerte	5 5
			Estridente y fuerte	
			H. Tensión mental	
			Proceso bastante complejo	1 1
			Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4 4
			Muy complejo	8 8
			I. Monotonía	
			Trabajo algo monótono	0 0
			Trabajo bastante monótono	1 1
			Trabajo muy monótono	4 4
			J. Tedio	
			Trabajo algo aburrido	0 0
			Trabajo bastante aburrido	2 1
			Trabajo muy aburrido	5 2

Figura 1: Suplementos según la OIT

Fuente: [12]

- j. **Cálculo del estándar.** El tiempo estándar contiene los tiempos de operación, con el factor de valoración, más suplementos. [12]

$$TE = To * Fv * (1 + S)$$

Donde:

TE: tiempo estándar

To: tiempo observado

Fv: factor de valoración

S: suplemento

2.2.2.2. Instrumentos para el estudio de tiempo

Resulta fundamental contar con un cronometro, un tablero de apuntes y los registros de estudio. [12]

Cronometro

Son utilizados para medir tiempos. Los hay digitales y analógicos.

2.2.3. El proceso productivo.

Mantilla et al. [13], definen al proceso como una serie de actividades que transforman en productos a uno o más factores productivos.

Esta transformación añade valor a los inputs que haya obtenido la empresa. Este material adquirido tiene mayor valor, lo que aumenta su potencialidad de cubrir las necesidades de los clientes a través del proceso de producción, asimismo es primordial identificar todos los inputs utilizados para obtener outputs.

Todo proceso se compone de tareas, flujos y almacenamiento.

Para Fúquene [14], el proceso productivo se define por la relación con el conjunto de operaciones y actividades ejecutadas para crear valor.

2.2.4. Mejora continua de los procesos.

Goyas y Guerrero [15], refieren que es el estudio de cada elemento del mismo; el estudio sistemático de las actividades y los flujos de cada proceso a fin de mejorarlo; con la finalidad de poder comprender el proceso y sus detalles, de esta manera optimizarlo para reducir costos e incrementar la calidad del producto y la satisfacción del cliente. [16]

2.2.5. Cuello de botella

Para Gamarra y Jiménez [17], es un recurso que tiene una capacidad inferior a la demanda cargada sobre ésta, limita el sistema y restringe la demanda solicitada. Es un punto del proceso productivo en el cual se reduce el flujo a un lado estrecho. Un cuello de botella puede ser una máquina, un operario o una herramienta.

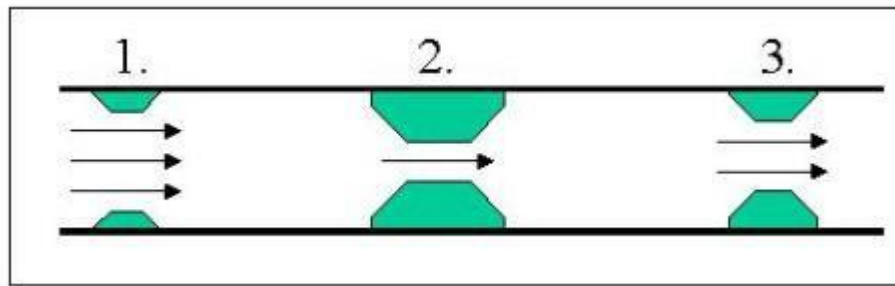


Figura 2. Etapa 2 como cuello de botella

Fuente: [17]

Bulfin y Sipper [18], la definen como la parte de la cadena que ayuda a menor ocurrencia de eventos en el resto de los componentes; y que se aplica en el caso de que la capacidad de recursos es menor a la capacidad demandada por el mercado, lo que implica una restricción de la producción.

2.2.6. Diagrama Causa-Efecto

Para la Universidad de Vigo [19], es una herramienta que permite analizar de forma detallada y fácil a través de una gráfica, las distintas causas que estén relacionadas al origen de un problema o efecto.

Es aplicada para la investigación de un problema, para esto es importante las opiniones de un grupo de personas que estén relacionadas con el problema. Se le considera una de las 7 herramientas básicas de la calidad.

El diagrama causa efecto es también conocido como diagrama Ishikawa debido al nombre de su creador, el profesor Kaoru Ishikawa), o también como el diagrama de espina de pescado por su similitud gráfica.

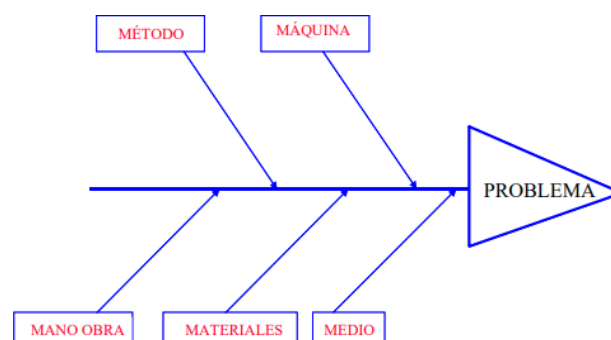


Figura 3. Modelo de diagrama Ishikawa

Fuente: [19]

- Udla [19] establece 5 pasos para elaborar el diagrama de Ishikawa:

Paso 1: Establecer una lista de las posibles causas asociadas al problema.

Paso 2: Jerarquizar las causas según niveles de generalidad.

Paso 3: Ubicar el problema o efecto en la cabeza del pescado.

Paso 4: Ubicar las categorías o las causas principales en cada uno de los extremos de las espinas del pescado.

Paso 5: Ubicar las causas secundarias en cada categoría definida en las espinas del pescado, acompañado de las sub-causas o causas terciarias.

2.2.7. Diagrama de Pareto

Para la universidad de Vigo, es la representación gráfica de datos con base a la ley 80-20 o también llamada ley de los pocos vitales y muchos triviales. Su nombre se debe a su creador, el economista Wilfredo Pareto, el mismo que indica que si dividimos las causas que generan un problema en la organización y se logra cuantificar su efecto, de podrá identificar que por lo general son unos pocos factores los que generan la mayor parte del efecto. Consiste en dos etapas:

Se define que los pasos a seguir para elaborar el diagrama de Pareto se dividen en dos etapas:

a. Antes de disponer de los datos

Primero se identifica los elementos a estudiar del problema.

Definido el elemento del problema a estudiar, se procede a recoger los datos indicando los efectos numéricos que ocasionan. [20]

b. Elaborar el diagrama con los datos obtenidos

Ordenar los datos de mayor a menor según la importancia (puede ser por costes, número de reclamos, numero de fallas, etc.) [20]

Calcular los porcentajes individual y de frecuencia de los datos seleccionados según su importancia.

Dibujar el gráfico con los datos ubicados de mayor a menor.

Trazar la curva representativa de los porcentajes acumulados, de este modo se generó el diagrama de Pareto definitivo, tal como se muestra en la figura 4.

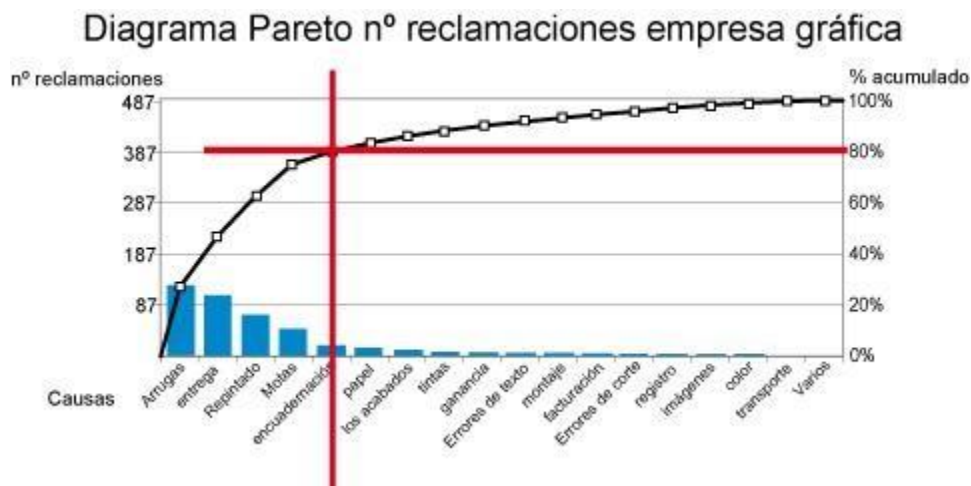


Figura 4. Modelo de diagrama de Pareto

Fuente: [20]

2.2.8. Productividad

Prokopenko [21] define a la productividad como la relación que existe entre la cantidad de bienes o servicios obtenidos (Producto terminado) y la cantidad de recursos empleados, de modo que nos permita determinar el rendimiento de estos. De tal modo nos indicaría cuanto producto final obtengo por cada recurso utilizado o invertido; y al utilizar menos recursos o al obtener una cantidad mayor de producto terminado con los mismos recursos, se puede afirmar que la productividad está incrementando, lo que resulta satisfactorio para la organización.

Existen 3 modos de incrementar la productividad:

Mantener los mismos resultados, pero empleando menos recursos.

$$Productividad = \frac{=}{-}$$

Aumentar los resultados o la producción utilizando los mismos recursos.

$$Productividad = \frac{+}{=}$$

Incrementar la producción disminuyendo los recursos utilizados, siendo este el modo ideal que se busca obtener en una organización.

$$Productividad = \frac{+}{-}$$

La productividad se divide en 3 tipos:

Productividad parcial: Es la relación que existe entre la producción (salida) entre un solo tipo de insumo (ingreso), de este modo se generan diferentes tipos de productividad parcial según el insumo a evaluar (Productividad de MP, Productividad económica, Productividad de RRHH, etc.).

$$P. Parcial = \frac{Producción}{Insumo}$$

Productividad de factor total: Es la relación que existe entre la producción y los insumo mano de obra y capital.

$$P. factor total = \frac{Producción}{Mano de obra + capital}$$

Productividad total: Es la relación que existe entre la producción y la suma de todos los insumos o recursos empleados.

$$P. Total = \frac{Producción}{Insumo 1 + insumo 2 + insumo 3 + \dots}$$

2.2.8.1. Balanceo de Línea

Constituye uno de los factores críticos para la productividad de una organización, cuya finalidad es encontrar una distribución de la capacidad adecuada, y así garantizar un continuo y uniforme flujo de los productos mediante distintos procesos al interior de la planta, hallando diversas formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones y potenciar todo el aprovechamiento posible de la mano de obra y del equipo, y en consecuencia minimizar o eliminar el tiempo ocioso. Para que la producción se considere práctica, se debe contar con: [22]

1. Cantidad: el volumen de producción debe cubrir los costos de preparación de la línea, lo que a su vez depende del ritmo de producción y de la duración de la tarea
2. Equilibrio: los tiempos necesarios para cada operación en línea deben ser aproximadamente iguales.
3. Continuidad: se debe ser precavido para garantizar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, sub-ensambles y la prevención de fallas de equipo.

La tasa de producción y la eficiencia son dos factores fundamentales en el balanceo de línea de ensamble, la primera es la reunión de artículos o servicios desarrollados en un cierto tiempo, y la segunda tiene que ver con el uso de los canales disponibles racionalmente para lograr un objetivo planteado con antelación en el menor tiempo posible y reduciendo al mínimo el posible uso de los recursos, alcanzando la optimización. Para calcular la eficiencia del balanceo de una línea se divide el tiempo total de las tareas entre el producto del número de estaciones de trabajo requeridas, por el tiempo de ciclo asignado [23].

$$E = \frac{\sum t_{tareas}}{(No. real ET) * (TC_{asignado})}$$

Donde:

Tiempos de tareas (t_{tareas}): es el tiempo que lleva hacer el producto.

Tiempo de ciclo (TC): es el intervalo que transcurre para que los productos terminados dejen la línea operativa o de producción. Si el tiempo requerido en cualquier estación excede el disponible para un trabajador, tienen que agregarse trabajadores.

$$TC = \frac{t \text{ produc. disponible por día}}{Unid. requeridas por día}$$

El número mínimo teórico de trabajo (ET = estación de trabajo): es el tiempo total de duración de las tareas, dividido entre el tiempo del ciclo.

$$No. mín ET = \sum_{i=1}^n \frac{t \text{ para tarea } i}{TC}$$

2.2.8.2. Diagrama de flujo

Es una gráfica que describe los pasos a seguir en toda secuencia de actividades, a través de un proceso, identificándolos con símbolos según su naturaleza. Engloba toda la información considerada necesaria para el análisis, como las distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Con el objetivo de analizar y ayudar a descubrir y eliminar las actividades ineficientes, se clasifican las acciones realizadas durante el proceso. Estas son conocidas como operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes. [24]

Operación. Es cuando un objeto es modificado en sus características o al recibir o dar información o se planea algo.

Ejemplos: Tornear una pieza, un cambio en un proceso, etc.

Transporte. Se da al mover un objeto o un grupo de ellos de un lugar a otro, exceptuando los movimientos que forman parte de una operación o inspección.

Ejemplos: Mover material a mano, un recorrido de un horno, etc.,

Inspección. Es consecuencia de comprobar o verificar los artículos respecto de su calidad y cantidad, sin sufrir cambio alguno.

Ejemplos: Revisar botellas que están saliendo de un horno, etc.

Demora. Ocurre cuando se interfiere en el flujo de un objeto o flujo de ellos.

Retrasando el siguiente paso. Puede ser evitable o inevitable.

Ejemplos: Esperar un elevador.

Almacenamiento. Se da cuando algo permanece en un sitio sin ser trabajado o en proceso de elaboración. Puede ser temporal o permanente.

Ejemplos: Almacén general cuarto de herramientas, banco de almacenaje de máquinas.

2.2.8.3. Diagrama bimanual

Representa todos los movimientos hechos para la mano izquierda y por la mano derecha, indicando su relación.

La composición del diagrama en sí ayuda al que lo realiza a saber cada pormenor de trabajo y gracias al diagrama puede estudiar cada elemento de por sí y en relación con los demás. Para que pueda proyectar las posibles mejoras. Cada idea se debe representar gráficamente en un diagrama de cada una, así su

comparación es más sencilla. Generalmente, el método es aplicable a distintos trabajos de montaje, de elaboración a máquina y también de oficina. [24]

2.2.8.4. Guías para construcción de diagrama bimanual

Tiene que incluir la información habitual en el espacio en la parte superior; un espacio adecuado para el croquis del lugar de trabajo y la información que se considere necesaria como número de parte, número de plano, descripción de la operación o proceso, fecha de elaboración, nombre de la persona que lo elabora, etcétera; también se debe considerar espacio para los movimientos de ambas manos y para un resumen de movimientos y análisis del tiempo improductivo. Al elaborar diagramas es conveniente tener presente estas observaciones:

1. Estudiar el ciclo de las operaciones varias veces antes de comenzar las anotaciones.
 2. Registrar una sola mano cada vez.
 3. Registrar unos pocos símbolos cada vez.
 4. El momento de recoger o hacer otra pieza al comienzo de un ciclo de trabajo se presta para iniciar las anotaciones.
 5. Registrar las acciones en el mismo renglón cuando tienen lugar al mismo tiempo.
 6. Las acciones que tienen lugar sucesivamente deben registrarse en renglones distintos.
- Verifíquese si en el diagrama la sincronización entre las dos manos corresponde a la realidad.
7. Procure registrar todo lo que hace el operario y evítese combinar las operaciones con transportes o colocaciones, a no ser que ocurran realmente al mismo tiempo.

III. RESULTADOS

3.1. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL

3.1.1. La empresa Algymar SRL

3.1.1.1. Datos generales

La empresa ALGYMAR SRL tiene más de 10 años de creación siendo su principal rubro la compra venta de algas marinas para exportación, es así que luego de 5 años nace la idea de incluir una nueva línea de proceso de harina de algas marinas de la variedad LESSONIA NIGRESCENS para aplicación en cultivos orgánicos.

ALGYMAR SRL, tiene como clientes principales las agroindustrias, distribuidoras de fertilizantes y formuladores del sur y norte del país. La empresa ALGYMAR SRL cuenta con un único producto que es vendido a granel por toneladas o envasado, en las siguientes presentaciones: cilindro de 25 kg, bolsa bilaminadas de 1kg y ½ kg. El precio de venta por mayor es de S/ 30,00 soles el kg y a granel y S/ 49,00 el kg envasado.

3.1.1.2. Localización geográfica

La empresa se encuentra ubicada en carretera Panamericana Sur S/N – km 452 Sector Portachuelo en el distrito de vista Alegre – Nazca – Ica, como se muestra en la figura 5.

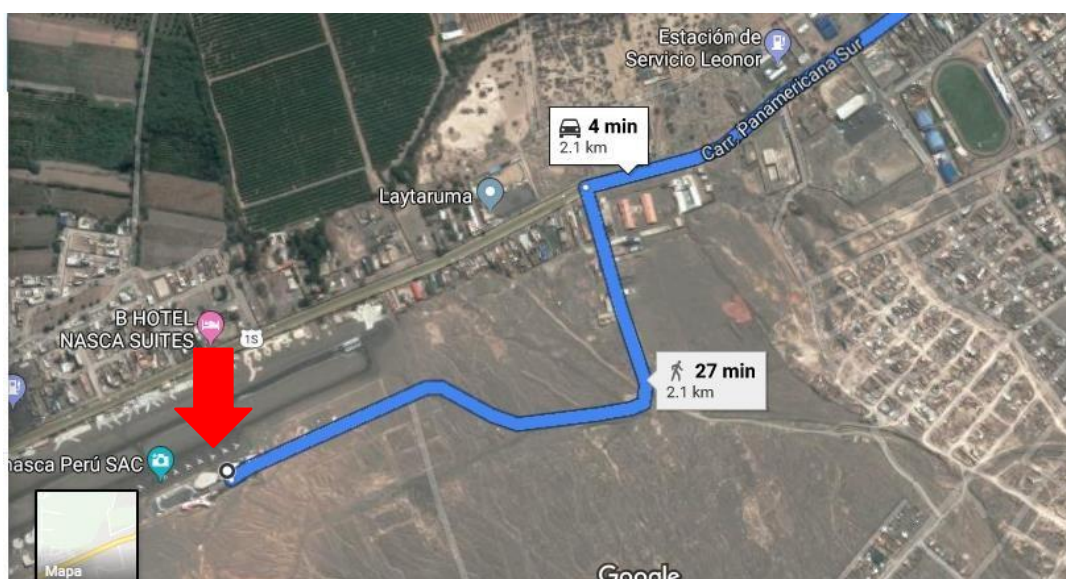


Figura 5. Mapa de ubicación ALGYMAR SRL

3.1.1.3. Estructura organizacional

La empresa Algymar SRL está dividida en tres áreas. La administrativa, la de producción y la de mantenimiento, en el área administrativa se tiene (1) asistente en el área de finanzas, (2) asistentes en el área contable, (1) asistente de RRHH, (1) supervisor administrativo, en el área de producción se cuenta con (2) operarios en el área de polveo, con (3) operarios en el área de lavado y tendido, y en área de mantenimiento se tiene al (1) Jefe Mto, como lo muestra en la figura 6.

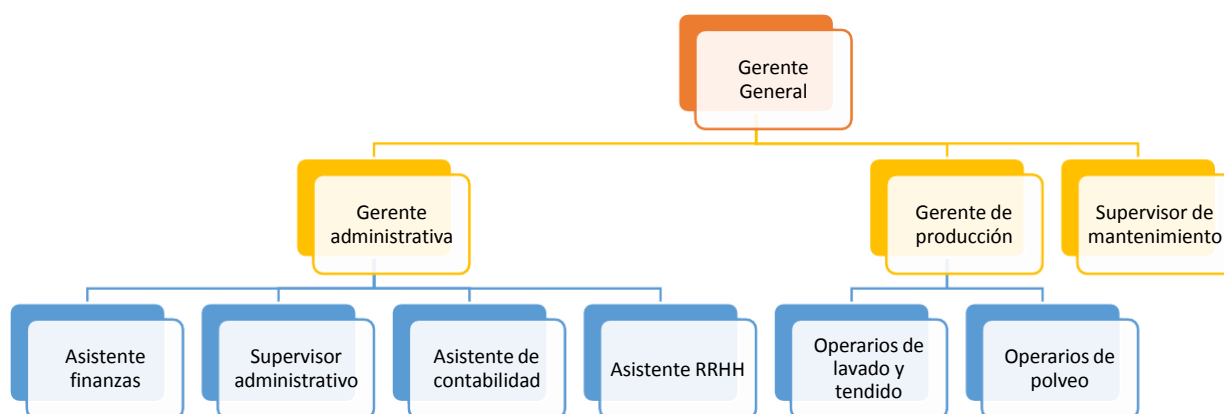


Figura 6. Organización jerárquica

3.1.2. Productos

3.1.2.1. Descripción del producto

Para obtener harina de algas marinas, que luego será envasada y distribuida como Bioestimulante para aplicación en todo tipo de cultivo, se lleva a cabo varias etapas dentro del proceso de elaboración y así obtener un producto de calidad de acuerdo a los requerimientos de su exigente cartera de clientes.

La harina de algas (bioestimulante) es guardada en sacos de 50 kg y colocadas en el almacén para posteriormente ser envasada en bolsas de aluminio bilaminadas, envases de cartón prensado o sacos de polipropileno, con los siguientes pesos:

- Bolsas por ½ kg
- Bolsas por 1 kg
- Envases por 25 kg
- Sacos por 50 kg a granel.

Tabla 2. Presentación de producto terminado

PRODUCTO	DESCRIPCION DEL ENVASE	PESO
	Bolsas bilaminadas (20 x 10 cm)	500 gr
	Bolsas bilaminadas (30 x 15 cm)	1000 gr
	Envases de cartón prensado	25 kg
	44 x 62 cm	

En la tabla 3 se observa que la presentación del producto terminado, las mismas que deben cumplir ciertos requisitos exigidos por los clientes, en este caso las agroindustrias del norte y sur del Perú, estos requisitos están detallados en la ficha técnica que se adjunta a continuación.

Tabla 3. Ficha técnica del Sargamax Powder

SARGAMAX POWDER
SARGAMAX POWDER, Polvo de Algas Marinas 100% orgánico soluble en agua, utilizado como Bioestimulante de uso foliar y radicular altamente concentrado. Las propiedades de las algas marinas contienen Micro y Macro elementos que son esenciales en el desarrollo óptimo de los cultivos.
SARGAMAX POWDER, es proveedor natural de Hormonas Vegetales como citoquininas, giberilinas, auxinas; ácido algínico, aminoácidos y agentes quelatantes, proporcionando un efecto reductor y preventivo de estrés en trasplantes o cambios de clima (frio o sequia) convirtiéndolo en un potente reforzador de la planta, promoviendo la capacidad de asimilación de los nutrientes liberados en contacto con el sustrato y el sistema radicular, algo que no se logra con fertilizantes sintéticos.

Tabla 4. Cuadro de valores

Materia Seca	91%	
Materia Orgánica	73 -	80%
Cenizas	19 – 20 %	
Nitrógeno	1,9 -	2,0%
Fósforo	0,5 -	0,60%
Potasio	4,1 -	4,50%
Magnesio	0,7 -	0,80%
Sodio	1,5 -	1,70%
Hierro	2 180 – 2 390 ppm	
Boro	77 – 84 ppm	
Manganeso	14,7 -	16,1 ppm
Calcio	1,9 -	2,10%
Zinc	8,9 -	9,70%
Cobre	3,1 -	3,40%
Aminoácidos:	(mg / 100 gr)	
Ácido Aspártico	73	
Ácido Glutámico	82	
Treonina	64	
Arginina	91	
Valina	64	
Conductividad	1,6 - 1,8	
Ph	6,5 - 7,0	
Protohormonas:	Citoquininas, Giberilinas, Auxinas	
Carbohidratos:	Ácido Algínico, Manitol	

VENTAJAS:

Su contenido de Citoquinas, giberilinas y auxinas estimula el crecimiento y división celular de las plantas, así como mayor resistencia a las plagas.

Proporcionan gran variedad de mejoras químicas físicas y biológicas.

Contribuyen en el desarrollo del sistema radicular, forma raíces más saludables y fuertes, mejorando el anclaje de la planta al suelo ayudando con la asimilación de nutrientes.

SARGAMAX POWDER aporta al desarrollo de follaje y frutos engrosando notoriamente, amplia y equilibra el crecimiento foliar, suministra nutrientes equilibrados al cultivo.

Mejora la resistencia al estrés biótico y abiótico.

SARGAMAX POWDER mejora la germinación de las semillas promoviendo el desarrollo de brotes.

Ayuda a equilibrar la fecundidad del suelo descompactando y restaurando sus condiciones.

SARGAMAX POWDER produce una rápida traslocación de los nutrientes a los sectores de mayor necesidad reparando en forma rápida y eficaz casos de deficiencia nutricional.

PROPIEDADES:

Por la calidad de nuestros procesos para elaborar SARGAMAX POWDER, hemos logrado que las propiedades y características de las algas marinas puedan ser empleadas y aplicadas a todo tipo de cultivos de manera efectiva.

COMPATIBILIDAD:

SARGAMAX POWDER, es compatible con una gran variedad de insecticidas, fungicidas y fertilizantes comerciales. En caso de requerir ajustes de PH, para mezclas ácidas debe añadir surfactantes luego que el producto haya sido disuelto por completo. Se recomienda hacer muestras de compatibilidad si será mezclado con químicos desconocidos.

ALMACENAMIENTO:

SARGAMAX POWDER, debe ser almacenado en condiciones secas, libre de heladas y humedad, lejos de la luz del sol.

MODO DE USO:

Utilizar guantes y mascarilla de protección para realizar diluciones y/o mezclas, el polvo de algas por ser higroscópico debe conservarse en su empaque original cerrado. No es tóxico para el usuario y medio ambiente. No es inflamable, si existe contacto accidental en la piel y ojos lavar con abundante agua. Dejar fuera del alcance de los niños y mascotas. Lejos de alimentos y bebidas.

Tabla 5. Recomendaciones para su uso

CULTIVO	DOSIS	Nº APLICACIONES	MOMENTO
ARROZ	250 - 500 gr/Ha	4	1° Al estadio de 3-5 hojas
			2° en el trasplante
			3° En el macollamiento
			4° En el punto de algodón.
MAÍZ	250 - 500 gr/Ha	3 a 4	1° A los 10-15 cm. de planta
			2° A los 15 días de la primera aplicación
			3° Prefloración
			4° Inicio de formación de mazorca
CAÑA DE AZÚCAR	500 – 1 000 gr/Ha	4	1ª A los 15 – 20 cm. de planta, posteriormente cada 30 – 45 días de separación.
ALGODÓN	250 - 500 gr/Ha	3 a 4	1° A los 15 – 20 cm. de planta
			2° Prefloración
			3° Aparición de primeras bellotas
			4° A los 30 días de la última aplicación
CÍTRICOS	750 – 1 500 gr/Ha	4	1° Inicio de crecimiento vegetativo
			2° Prefloración
			3° Inicio del cuajado
			4° 6 semanas antes del corte
VID	750 – 1 500 gr/Ha	3 a 4	1° Al brote de 15 cm
			2° al brote de 40 cm
			3° a la inflorescencia hinchada.
HORTALIZAS	250 - 500 gr/Ha	3 a 4	1° Con plántulas de 4-6 hojas verdaderas, posteriormente cada 15 – 20 días de separación.
PAPA	250 - 500 gr/Ha	3 a 4	1° Al aporque, posteriormente cada 15 días de Separación.
ESPÁRRAGO	500 – 750 gr/Ha	3 a 4	1° Nuevo follaje, posteriormente cada 3 semanas.
PALTO	750 – 1 500 gr/Ha	3 a 4	1° En yema 7
			2° En Floración
			3° Inicio de cuajado
			4° Desarrollo de fruto.

3.1.2.2. Sub Productos

No cuenta con subproductos.

3.1.2.3. Desechos

Se considera como desecho todo aquello que no forma parte de la materia prima, como piedras, palos, plásticos, estos son eliminados durante el proceso zarandeo y en lavado respetivamente.

3.1.2.4. Desperdicios

En la empresa Algymar S.R.L. se puede identificar los siguientes desperdicios durante todo el proceso de elaboración, el primer desperdicio que se ha logrado identificar es en la etapa Zarandeo o codificado de la materia prima, aquí el porcentaje de merma es 1% aproximadamente por Tonelada. La segunda merma es en área de lavado y secado, en esta etapa la merma es considerable y llega a un 20% por tonelada aproximadamente y finalmente 5% en el proceso de molienda durante la extracción del alga en polvo al momento de envasar.

3.1.3. Insumos

3.1.3.1. Mano de obra directa (MOD)

Es aquella que está directamente relacionado con la elaboración del bien, cabe mencionar que el personal operativo no cuenta con una carrera técnica, no han recibido capacitación en manejo de máquinas, equipos y de proceso elaboración de este producto, su aprendizaje radica netamente en la práctica y la inducción previa al iniciar su compromiso laboral con la empresa. Algymar SRL, cuenta con 5 operarios en planta, de los cuales (3) trabajan a un turno y los (2) restantes del área de polveo trabaja a turno rotativo.

Tabla 6. Mano de obra directa de la empresa Algymar SRL

Area	Nro. Operarios
Polveo (molino turno 1)	1
Polveo (molino turno 2)	1
Área de lavado y tendido	1
Área de lavado y tendido	1
Área de lavado y tendido	1

Fuente: Algymar SRL

3.1.3.2. Materia prima

La Materia prima ingresa a la planta en sacos de 80 a 90 kg pasando por una primera operación de recepción y pesado, luego de haber pesado el total de los sacos, la materia prima (algas marinas picadas) es tendida en mantas al ambiente para conocer el porcentaje de merma por humedad que generalmente es de un 10% aproximadamente, en esta primera etapa el alga es recogida, ensaca, clasificada en la zaranda y pesada para darle ingreso al almacén de materia prima para posteriormente iniciar el proceso para la elaboración de la harina de algas marinas.

Tabla 7. Descripción de la Materia prima

PRODUCTO	DESCRIPCION DEL ENVASE	PESO
	Sacos de polipropileno color negro con capacidad para 100 kg.	80 a 90 kg

Fuente: Algymar S.R.L.

En la tabla 8 se muestra el ingreso la materia prima a planta del año 2 019, teniendo un total de 123 toneladas de algas marinas picada, el producto principal para elaborar el Bioestimulante (harina de algas).

Tabla 8. Principales proveedores de la empresa Algymar SRL

Proveedor	Descripción	Peso
Altamar SRL	Algas marinas picadas	110 t
Seabronw	Algas marinas picadas	13 t

Fuente: Algymar SRL

3.1.3.3. Maquinaria

a. Molinos:

Es la maquina principal para proceso de elaboración de la harina de algas, está elaborado de fierro negro, es conocido también como molino de martillos, funciona con motor eléctrico y tiene una capacidad de diseño de 75 kg/h. como se muestra tabla 9.

Tabla 9. Especificaciones de molino de martillos

Etapa	Maquina	Especificaciones
Molienda	Molino de Martillos	Capacidad de producción:
		75 kg/h
		Eje: 0,6 m3
		Motor: 7,5 hp
		Marca: Siemens

Fuente: Algymar SRL



Figura 7. Máquina para proceso de molienda de materia prima picada.

b. Faja transportadora

La estructura de esta máquina es de fierro negro y aluminio, funciona con un pequeño motor eléctrico.

La principal función de esta máquina es trasladar la materia prima picada y clasificada, hacia los molinos para ser abastecidos como en la figura 8.

Tabla 10. Especificaciones de faja transportadora de MP

Etapa	Máquina	Especificaciones
Proceso	Faja transportadora	Voltaje: 380/400/460 V N° de fases: 3 + Tierra Frecuencia: 50/60 Hz Potencia: 0,5 kw

Fuente: Algymar SRL



Figura 8. Máquina para traslado materia prima picada hacia el molino.

c. Zaranda

La estructura de esta máquina es de fierro negro y aluminio, funciona con un pequeño motor eléctrico adherido y a la máquina, su principal función es clasificar la materia prima picada, de acuerdo al tamaño que se requiera, es necesario cambiar la criba, como en la figura 9.

Tabla 11. Especificaciones de Zaranda para MP

Etapa	Máquina	Especificaciones
Proceso	Zaranda	Marca: Vulcano
		Modelo: CV60-80
		Voltaje: 220 – 380 – 440
		Suministro: Monofásico
		Repuestos: Criba, resortes, pernos.

Fuente: Algymar S.R.L.



Figura 9. Maquina para clasificar la materia prima picada.

3.1.3.4. Suministros

a. Agua potable

El agua potable utilizado en el proceso productivo pertenece al agua y desagüe de la red pública, en donde el costo promedio mensual es de S/ 848,82.

b. Energía eléctrica

La energía eléctrica con la que trabaja la empresa es de la red pública, de instalación trifásica, el costo mensual promedio de energía eléctrica de la planta es de S/ 2 732,18.

3.1.4. Análisis del diagrama de procesos

A. Recepción de materia prima

Las algas marinas pardas como materia prima se reciben en la zona de recepción, la misma que está situada a 5 metros aproximadamente de la zona de tendido, en esta parte del proceso, el alga ingresa con un porcentaje de humedad de 8 a 10%.



Figura 10. Recepción de MP.

B. Tendido (01) de MP sin lavar

En esta etapa del proceso, la Materia prima que ingresa es tendida por primera vez en la loza cubierta con mantas para que el alga termine su etapa de secado. Cabe resaltar el método que se utiliza es el artesanal (se tiende para ser secado al sol) con la finalidad de que propiedades y los valores macro y micro nutrientes se mantengan.



Figura 11. 1era. Etapa de tendido de MP.

C. Proceso de clasificado en zaranda

Luego que la MP, (alga seca) ha pasado por la primera etapa de secado, el alga es recogida en sacos negros de polietileno de 80 a 90 kg cada saco y es pasada por la zaranda para ser clasificada en tres tamaños:

Producto fino (hojas)

Producto semi grueso (tallos medianos)

Producto grueso (Risoide picado)

En el caso de la materia de menor calibre (hojas) el proceso de molienda tomara menos tiempo tres hrs aproximadamente, el mismo procedimiento es para el producto de calibre semi grueso (tallos medianos) y el grueso (rizoide picado) esta etapa de clasificación es importante ya que determinara el color del lote de producto terminando y el tiempo de proceso que se le dará el molino.

Luego que la materia prima ha pasado por la zaranda nuevamente es recepcionada en sacos de las características ya mencionadas para ser trasladados al almacén a espera del proceso de lavado.

D. Proceso de lavado de materia prima

El proceso inicia introduciendo el alga picada en las pozas de lavado con dimensión de 2.5 m² x 80 cm de alto, cada poza tiene una capacidad de 1200 litros de agua, en esta etapa se elimina el exceso sales y metales que estas contienen de manera natural, el tiempo promedio que toma este proceso es de 6 a 7 horas por cada 300 a 320 kg de materia prima, la actividad principal aquí es el remojo que se le da a la materia prima, el tiempo estimado es de cinco horas y media, (el criterio que los operarios utilizan para determinar que el alga esta apta para retirarla de las pozas, es que, esta se sienta blanda y libre de sal) la finalidad, es obtener el ph y conductividad deseado y posteriormente un producto terminado con las características de calidad que los clientes desean.

E. Extendido de materia prima lavada

Aquí la materia prima es depositada en mantas ya habilitadas en las losas de secado expuesta al sol y al aire libre, en esta etapa se elimina el agua contenida en su estructura, el alga estará lista para recoger cuando el porcentaje de

humedad sea 5% máximo, el secado dependerá mucho de la estabilidad del clima, este proceso se realiza de manera natural para no alterar de la calidad del producto terminado.

Hasta el momento no se utilizado el secado industrial ya que este tipo de procesos afectaría directamente la composición nutricional de la materia prima, una vez que el producto se encuentra seco con una humedad mínima del 5%, es recogida en sacos de polipropileno para ser almacenada hasta el momento que se el área de producción (área de molienda) lo requiera.

F. Etapa de molienda

Es una de las operaciones principales, aquí el molino es habilitado con materia prima cada tres o cuatro horas, dependerá del calibre que se va a procesar, cabe resaltar que, para evitar problemas durante la molienda, el alga (picada, seleccionada, lavada y seca) debe cumplir las características mínimas de humedad para ser transformada en polvo fino a una granulometría de 150 mesh, ideal para que el polvo este apto a ser disuelto a un 96% en agua.

Pasado el tiempo necesario de molienda, se retira el alga en polvo por medio de un extractor que a su vez está unida a una manga, esta se encarga de recoger el producto para ser envasado en cilindros con capacidad de 25 kg, luego estos envases son sellados con precintos en la tapa superior para mayor seguridad en el trayecto de entrega al cliente o almacenamiento según corresponda.

G. Etapa de almacenamiento de producto terminado

En esta etapa del proceso, el producto terminado ya envasado en los cilindros por 25 kg es apilado sobre parihuelas en filas de cinco unidades de alto por 3 de largo, manteniendo la distancia entre cada parihuela de 50 cm respectivamente.

Como producto terminado el pH debe cumplir con los parámetros establecidos de 6,9 a 7,1, y la conductividad entre 1,6 a 1,8.

En la figura 12 se detalla el diagrama de bloques del proceso productivo, el que se divide en dos etapas, las que son lavadas y polveo.

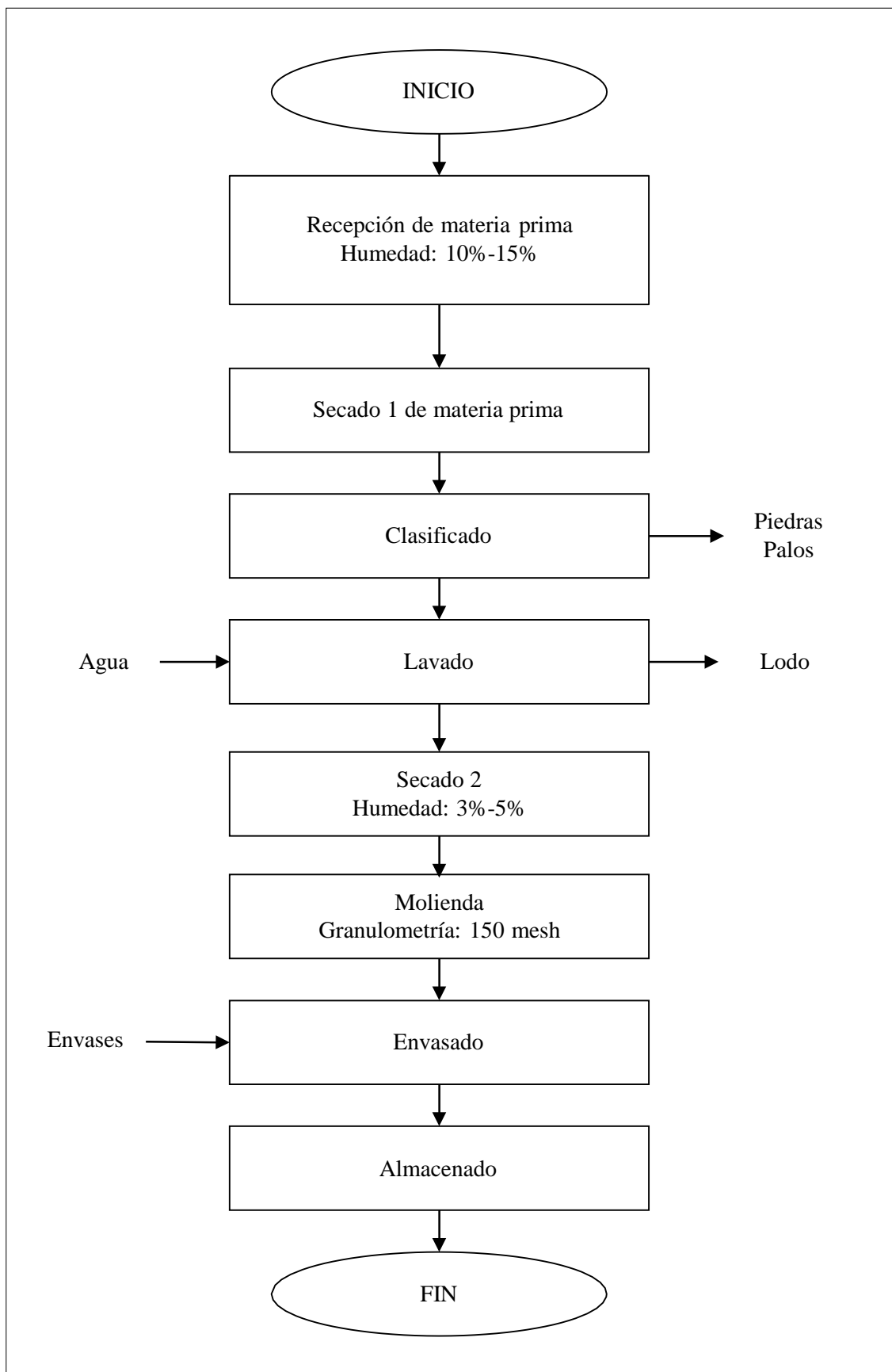


Figura 12. Diagrama de bloques del proceso productivo

3.1.5. Análisis del proceso de producción

a. Tiempos promedios

La toma de tiempos se realizó teniendo en cuenta el cuadro de Mundel, mostrado en la figura 13, como indica Mundel para los tiempos menores a 2 minutos se realizan 10 observaciones preliminares y para tiempos mayores a 2 minutos se realizan 5 observaciones preliminares, esto debido a que en tiempos cortos hay una mayor probabilidad de desviación.

El método de Mundel empleado, según Tejada, Gisbert y Pérez [25] considera un nivel de confianza del 95% y un margen de error de 5%. Además, nos indica que se consideran procesos de flujo continuo, que no conlleve almacenamientos intermedios porque este puede tardar desde horas hasta días. Es por ello, que no se consideró los procesos de secado porque tienen influencia directa con factores climáticos que no depende de la empresa.

$\frac{(A-B)}{(A+B)}$	Serie inicial de	
	5	10
0,05	3	1
0,06	4	2
0,07	6	3
0,08	8	4
0,09	10	5
0,1	12	7
0,11	14	8
0,12	17	10
0,13	20	11
0,14	23	13
0,15	27	15
0,16	30	17
0,17	34	20
0,18	38	22
0,19	43	24
0,2	47	27
0,21	52	30
0,22	57	33
0,23	63	36
0,24	68	39
0,25	74	42
0,26	80	46
0,27	86	49

Figura 13. Cuadro de índice de observaciones de Mundel

En el anexo A muestra las observaciones preliminares tomadas respecto al proceso. Los resultados son verificados en la tabla de Mundel para determinar el número de observaciones requeridas, las cuales se muestran en el anexo B. En el anexo C se muestra las observaciones tomadas según el cálculo de Mundel.

Para determinar el cuello de botella se controlaron los tiempos de producción para un lote de ingreso de 320 kg de materia prima, que en promedio se obtienen 12 cilindros de 25 kg siendo este su unidad de venta, mostrándose los resultados en la tabla 12.

Tabla 12. Tiempos operativos de cada etapa de producción

PROCESOS	TIEMPO (seg/lote)
LAVADO	
Transporte de materia prima seca	187
Clasificado de granos	933
Transporte hacia lavado 1	149
Lavado 1	4 878
Escurreido y transporte hacia lavado 2	2 804
Lavado 2	4 580
Escurreido y transporte hacia lavado 3	2 712
Lavado 3	8 551
Escurreido y transporte hacia secado	135
Tendido	133
Recogido	146
POLVEO	
Transporte	202
Abastecer el molino	303
Molienda	3 767
Extracción del polvo	356
Envasado	511
Transporte a almacén	196

Como se aprecia en la tabla 12, el lavado presenta un tiempo operativo de 23 674 segundos por lote de producto y, por tanto, se presentan como el cuello de botella, esto se debe a diversos factores como los operarios encargados de esta área no se encuentran capacitados para realizar sus procesos de manera eficiente, no se cuentan con procedimientos de trabajo establecidos, el diseño

del proceso productivo no se encuentra definido, entre otros. Los tiempos de recepción, inspección y secado no son considerados debido a que son condiciones de almacenamiento y no está definido por la cantidad de MP.

b. Diagrama de operaciones del proceso (DOP)

El diagrama de operaciones del proceso se detalla en la tabla 13.

Tabla 13. Diagrama de Operaciones del proceso (DOP)

PLANTA INDUSTRIAL		Resumen				
		Actividad	Cantidad			
Objetivo	Describir el Diagrama de Análisis de las Operaciones	Operación	○	14		
Proceso	Cilindro de fertilizante de 25 kg	Transporte	⇒	0		
Descripción	Todo el proceso productivo	Espera	D	0		
Lote	12 cilindros de 25 kg	Inspección	□	0		
		Almacén	▽	0		
		TOTAL			14	
Descripción General de Actividades	Tiempo (segundo)	Símbolos				
		○	⇒	D	□	▽
1.- Ingreso de materia prima	-	●				
2.- Pesado de sacos	-	●				
3.- Tendido de la materia prima	-	●				
4.- Secado	-	●				
5.- Recogido	-	●				
6.- Clasificado de granos	933	●				
7.- Lavado	23 674	●				
8.- Tendido	133	●				
9.- Secado	-	●				
10.- Recogido	146	●				
11.- Abastecer el molino	303	●				
12.- Molienda	3 767	●				
13.- Extracción del polvo	356	●				
14.- Envasado	511	●				

c. Diagrama de análisis del proceso (DAP)

El diagrama de análisis del proceso se detalla en la tabla 14.

Tabla 14. Diagrama de Análisis del Proceso (DAP)

PLANTA INDUSTRIAL			Resumen				
			Actividad			Cantidad	
Objetivo	Describir el Diagrama de Análisis de las Operaciones		Operación	○	14		
Proceso	Cilindro de fertilizante de 25 kg		Transporte	⇒	7		
Descripción	Todo el proceso productivo		Espera	⊐	0		
Lote	12 cilindros de 25 kg		Inspección	□	0		
			Almacén	▽	1		
Descripción General de Actividades			TOTAL		22		
			Símbolos				
			○	⇒	⊐	□	▽
1.- Ingreso de materia prima	-	-	●				
2.- Transporte de sacos	10	-	●	●			
3.- Pesado de sacos	-	-	●				
4.- Transporte de sacos	35	-	●	●			
5.- Tendido de la materia prima	-	-	●				
6.- Secado	-	-	●				
7.- Recogido	-	-	●				
8.- Transporte de materia prima seca	25	187	●	●			
9.- Clasificado de granos	-	933	●				
10.- Transporte hacia lavado	10	149	●	●			
11.- Lavado	-	23 674	●	●			
12.- Ecurrido y transporte hacia secado	35	135	●	●			
13.- Tendido	-	133	●				
14.- Secado	-	-	●				
15.- Recogido	-	146	●				
16.- Transporte	25	202	●	●			
17.- Abastecer el molino	-	303	●				
18.- Molienda	-	3 767	●				
19.- Extracción del polvo	-	356	●				
20.- Envasado	-	511	●				
21.- Transporte a almacén	10	196	●	●			
22.- Almacenado	-	-				●	

Calcula de actividades improductivas:

$$\% \text{ Act. improductivas} = \frac{\text{Transporte} + \text{Almacén}}{\text{Total de actividades}} = \frac{7 + 1}{22} = \frac{8}{22} = 36\%$$

El 36% de las actividades del proceso productivo de biofertilizantes corresponde a actividades improductivas.

d. Diagrama de recorrido del proceso

El diagrama de recorrido del proceso se detalla en la figura 14.

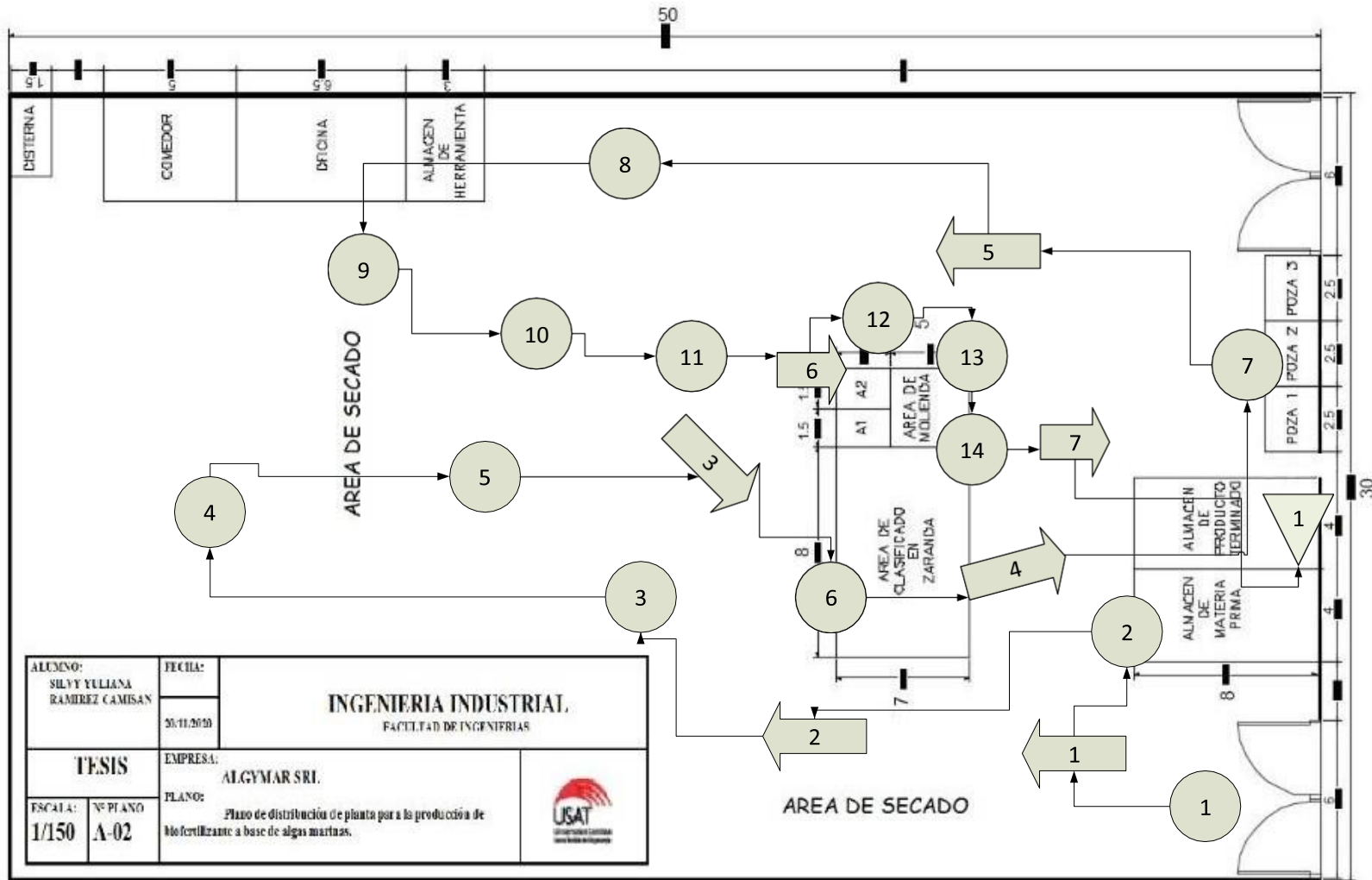


Figura 14. Diagrama de recorrido del proceso productivo

e. Balance de materia

El balance de materia del proceso se detalla en la figura 15, donde se tiene un rendimiento del 95,66%.

Figura 15. Balance de materia del proceso productivo

3.1.6. Actuales indicadores de producción y productividad

3.1.6.1. Indicadores de producción

Según Krajewski [16] se tomaron los siguientes indicadores:

a. Producción teórica

Para poder determinar la producción se tiene en cuenta un tiempo por turno el cual es de 8 horas de trabajo.

En el caso del lavado se trabaja 1 turno al día siendo el tiempo de trabajo de 8 horas al día, un tiempo de ciclo de 23 674 segundos por el proceso de lavado como se muestra en el Diagrama de Análisis del Proceso (DAP) que se encuentra en la tabla 14, y con los 320 kg de materia prima se obtiene en promedio 306 kg de producto terminado, se debe tener en cuenta que el peso es de 25 kilogramos por cilindro.

Por lo tanto, la producción teórica es de 14,8 cilindros por día.

$$\begin{aligned}
 \text{Producción teórica} &= \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Ciclo}} \\
 \text{Producción teórica} &= \frac{8 \frac{h}{\text{día}}}{\frac{23\ 674\ \text{seg}}{306\ \text{kg}} * \frac{1h}{3\ 600\ \text{seg}} * 25 \frac{kg}{\text{cilindro}}} \\
 \text{Producción teórica} &= 14,8 \frac{\text{cilindros}}{\text{día}}
 \end{aligned}$$

Con lo mencionado anteriormente, se identifica que el ritmo de producción lo determina el proceso de lavado.

b. Producción real

La producción de los fertilizantes es por lotes de 12 cilindros cada uno, cabe recordar que el tiempo de lavado de un lote es de 23 674 segundos o 6,58 horas.

Por lo tanto, no alcanza para producir más de un lote diario.

Su producción real es de 12 cilindros por día.

$$\text{Producción real} = 12 \frac{\text{cilindros}}{\text{día}}$$

c. Cuello de botella

Según los tiempos promedios en la tabla 14 el cuello de botella es la etapa de lavado, teniendo un tiempo de 23 674 segundos por un lote de 12 cilindros de 25 kilogramos de producto terminado.

Por tanto, el cuello de botella es:

$$Cuello\ de\ botella = \frac{Salida\ PT}{Tiempo\ promedio}$$

$$Cuello\ de\ botella = \frac{12\ cilindros}{23\ 674\ segundos}$$

$$Cuello\ de\ botella = 0,0005\ \frac{cilindro}{segundo} \cong 0,035\ \frac{cilindro}{minuto}$$

Entonces, según el cuello de botella se están produciendo 0,035 cilindros en un minuto de trabajo.

d. Ciclo

Resultado de la inversa del cuello de botella:

$$Ciclo = \frac{1}{Cuello\ de\ botella}$$

$$Ciclo = \frac{1}{0,0005\ cilindro/segundo}$$

$$Ciclo = 2\ 000\ \frac{segundo}{cilindro} = 33,3\ \frac{minutos}{cilindro}$$

Por tanto, se necesitan de 33,3 minutos para procesar un cilindro de producto terminado.

3.1.6.2. Producción histórica

En la tabla 15 se detalla la producción del año 2 019, donde se tienen picos de descensos en la producción, porque no se optimizan los recursos de la empresa. También se obtienen quejas de los clientes, debido no se satisfacen con el producto porque no cumplen con las especificaciones y migran a la competencia. Sin embargo, siguen comprando, ya que el precio es el más bajo del mercado y lo mezclan con los productos de la competencia. Como es el ejemplo del cliente

Agrovictoria, que redujo sus requerimientos a la tercera parte, y lo cabecean con productos de la competencia. Cabe recordar que no hay producción de otros productos en la empresa.

Tabla 15. Producción del año 2 019

MESES	Días laborables	2 019	
		U.F. (cilindros)	U.M. (soles)
Enero	26	314	235 500,00
Febrero	25	328	246 000,00
Marzo	27	321	240 750,00
Abril	26	303	227 250,00
Mayo	27	321	240 750,00
Junio	26	322	241 500,00
Julio	26	317	237 750,00
Agosto	26	301	225 750,00
Setiembre	26	317	237 750,00
Octubre	26	328	246 000,00
Noviembre	26	316	237 000,00
Diciembre	25	311	233 250,00
TOTAL	312	3 799	2 849 250,00

3.1.6.3. Capacidad

a. Capacidad diseñada

La capacidad viene marcada por el lavado, debido a que no se puede abastecer más de lo que los pozos pueden almacenar, cabe recordar que se cuenta con 3 pozos. Por lo que, para calcular la capacidad diseñada, primero se tiene que calcular el número de veces que se puede realizar el lavado para lo cual se tiene en cuenta que el tiempo es de 23 674 segundos o 6,6 horas (por lo que no se puede realizar más de un lote al día), y se dispone de un tiempo base de 8 horas.

$$N^{\circ} \text{ lavadas} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Tiempo de lavado}}$$

$$N^{\circ} \text{ lavadas} = \frac{8 \text{ h/día}}{\frac{23\ 674 \text{ segundos}}{\text{lavado}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3\ 600 \text{ seg}}}$$

$$N^{\circ} \text{ lavadas} = 1,21 \frac{\text{lavadas}}{\text{día}} \cong 1 \frac{\text{lavada}}{\text{día}}$$

Luego se calcula la capacidad diseñada teniendo en cuenta el número de lavadas que se pueden realizar al día y el tamaño de lote que, teniendo en cuenta que hay 3 pozos de capacidad de 1 lote cada uno, y cada lote comprende 12 cilindros.

$$\text{Capacidad diseñada} = N^{\circ} \text{ lavadas} * \text{tamaño de lote} * N^{\circ} \text{ pozos}$$

$$\text{Capacidad diseñada} = 1 \frac{\text{lavada}}{\text{día}} * \frac{12 \text{ cilindros}}{1 \text{ lavada}} * 3 \text{ pozos}$$

$$\text{Capacidad diseñada} = 36 \text{ cilindros/día}$$

Por tanto, Algymar cuenta con una capacidad diseñada que le permite procesar cilindros diarios.

b. Capacidad real

La capacidad real es la producción que actualmente está alcanzando, la cual es:

$$\text{Capacidad real} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Días laborados}}$$

$$\text{Capacidad real} = \frac{3\,799 \text{ cilindros}}{312 \text{ días}} = 12,2 \frac{\text{cilindros}}{\text{día}}$$

c. Capacidad utilizada

La capacidad utilizada es la relación que existe entre la capacidad real entre la capacidad diseñada. Por lo que actualmente se está utilizando el 33,8% de la capacidad diseñada.

$$\text{Capacidad utilizada} = \frac{\text{Capacidad real}}{\text{Capacidad diseñada}}$$

$$\text{Capacidad utilizada} = \frac{12,2 \frac{\text{cilindros}}{\text{día}}}{36 \frac{\text{cilindros}}{\text{día}}}$$

$$\text{Capacidad utilizada} = 33,8\%$$

3.1.6.4. Indicadores de calidad

Debido al estudio de tiempos de las operaciones en el área de lavado, se ha visto conveniente realizar también un registro de toma de muestras del producto terminado (Bioestimulante de algas marinas en polvo) para evaluar el Ph y Conductividad, factores que son de suma importancia que determinan la productividad y calidad del estándar exigido por los clientes, de acuerdo a las especificaciones que se muestra en la ficha técnica.

Ambos factores deben cumplir los límites o parámetros exigidos del Ph 7,1 como máximo y de conductividad 1,80 como máxima para ser distribuidos, el mismo que en los dos últimos años ha venido variando.

a. Parámetros de Ph

En la tabla 16 se detallan las medidas de las muestras, las cuales debe cumplir con los parámetros establecidos de 6,9 a 7,1. Como se muestra en dicha tabla los valores están por encima de lo establecido, este valor del Ph refleja mayor contenido de sales en el producto terminado y esto afecta a los cultivos en su proceso de crecimiento.

Tabla 16. Medidas de muestra para el Ph

MEDIDA DE MUESTRA		50gr/200ml	
MUESTRAS	PH	MUESTRAS	PH
1	7,97	11	7,52
2	7,95	12	7,94
3	7,84	13	8,18
4	7,85	14	7,82
5	7,96	15	7,43
6	7,62	16	7,84
7	7,70	17	7,88
8	8,18	18	7,76
9	8,20	19	7,72
10	7,57	20	7,75
PROMEDIO	7,83	PROMEDIO	7,83

En la figura 16 se observan los valores de las mediciones del Ph, donde se han considerado 20 muestras aleatorias del producto terminado de diferentes lotes de

producción, encontrando que estos valores no se encuentran en el rango establecido lo que causa insatisfacción en los clientes por no tener un producto acorde a las características.

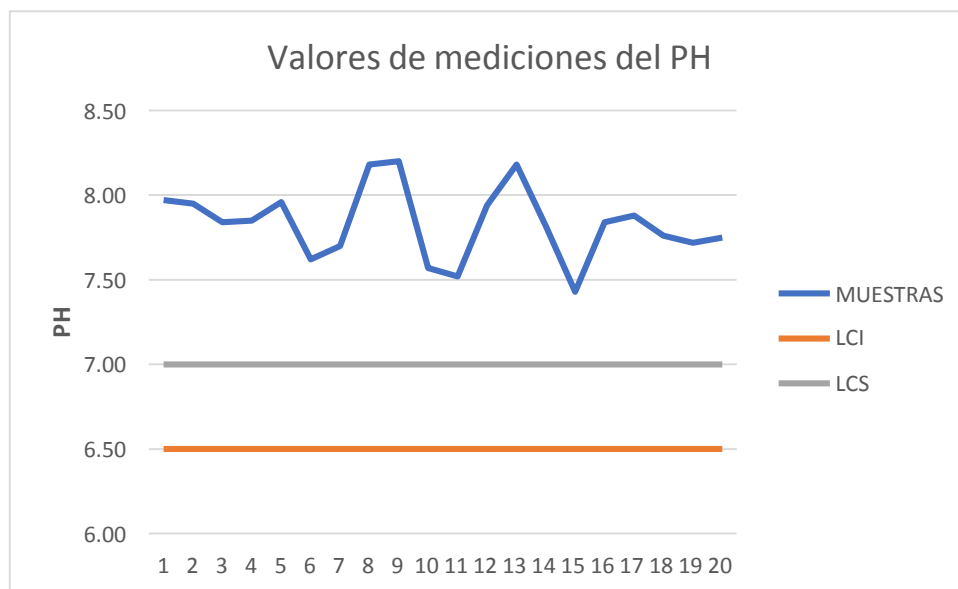


Figura 16. Gráfico de Control del pH

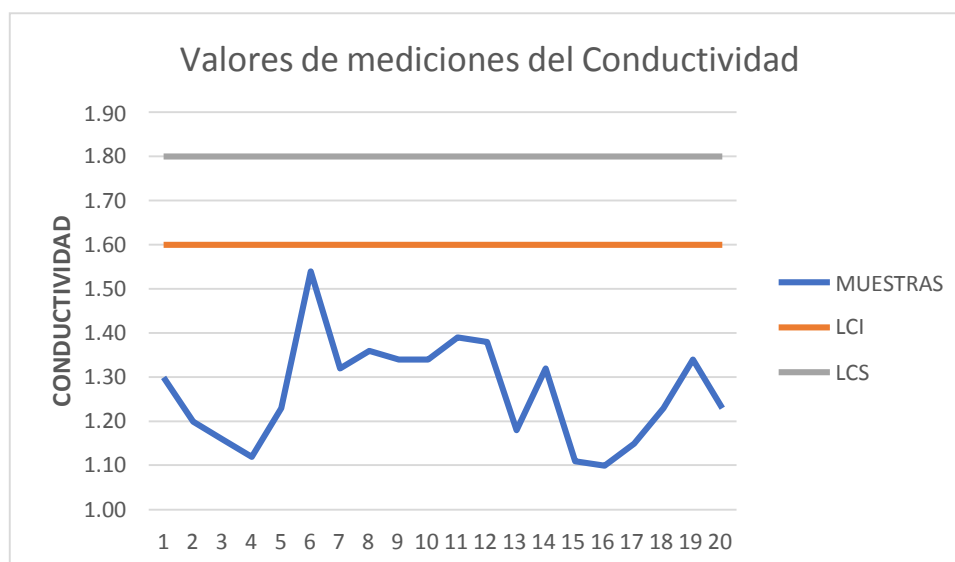
b. Parámetros de conductividad

En la tabla 17 se detallan las medidas de las muestras, las cuales debe cumplir con los parámetros establecidos de 1,6 a 1,8. Como se muestra en dicha tabla los valores están por debajo de lo establecido, este resultado refleja la cantidad de metales pesados que contiene el producto terminado, y el que esté fuera del estándar, hará que los cultivos corran mayor riesgo de ser afectados por la radiación y a su vez bloque su proceso de crecimiento

Tabla 17. Medidas de muestra para la conductividad

MEDIDA DE MUESTRA		50gr/200ml	
MUESTRAS	CONDUCTIVIDAD	MUESTRAS	CONDUCTIVIDAD
1	1,30	11	1,39
2	1,20	12	1,38
3	1,16	13	1,18
4	1,12	14	1,32
5	1,23	15	1,11
6	1,54	16	1,10
7	1,32	17	1,15
8	1,36	18	1,23
9	1,34	19	1,34
10	1,34	20	1,23
PROMEDIO	1,27	PROMEDIO	1,27

En la figura 17 se observan los valores de las mediciones de la conductividad, donde se han considerado 20 muestras aleatorias del producto terminado de diferentes lotes de producción, encontrando que los valores no se encuentran en el rango establecido lo que causa insatisfacción en los clientes por no tener un producto acorde a las características.

**Figura 17.** Gráfico de Control de Conductividad

3.1.6.5.Productividad

A. Productividad total

La productividad actual de la empresa del año 2019 se tomará en cuenta la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 \text{Productividad total} &= \frac{\text{Ventas (Soles)}}{C. MOD + C. suminitros + CIF + C. otros} \\
 \text{Productividad total} &= \frac{2\,849\,250,00 \text{ soles}}{(479\,700 + 105\,840 + 42\,972,00 + 5\,000,00) \text{ soles}} \\
 \text{Productividad total} &= \frac{2\,849\,250,00 \text{ soles}}{633\,512,00 \text{ soles}} = 4,5
 \end{aligned}$$

La productividad total es de 4,5, este índice indica que, por sol invertido en los costos de insumos, costos de mano de obra directa, costos de suministros, costos indirectos de fabricación y de depreciación la empresa obtiene de ventas 4,5 soles. Cabe recordar, que los costos que se han utilizado no son en su totalidad los costos de la empresa.

En la tabla 18 detalla el resumen de los recursos empleados para llevar a cabo la producción del año 2019, ascendiendo a 773 912,00 soles.

Tabla 18. Resumen de los recursos empleados de la empresa Algymar S.R.L.

RECURSOS EMPLEADOS			TOTAL
Costo de insumos (ítem 3.1.3.4.)	S/ 3 900,00	123 toneladas	S/ 479 700,00
Costo de MOD (5 operarios) (Tabla 6)	S/ 8 820,00	12 meses	S/ 105 840,00
Suministros (Tabla 8)	S/ 3 581,00	12 meses	S/ 42 972,00
CIF+ depreciación 5%			S/ 5 000,00
TOTAL			S/ 633 512,00

B. Productividad MP

Para determinar la productividad de la materia prima se tendrá en cuenta la producción del 2019 y el ingreso de la materia prima (algas marinas). En el 2019 se utilizó 123 toneladas de materia prima como se muestra en la tabla 8.

$$\begin{aligned}
 \text{Productividad de MP} &= \frac{\text{Cilindros}}{\text{Peso de las algas}} \\
 \text{Productividad de MP} &= \frac{3\,799 \text{ cilindros}}{123 \text{ toneladas}} = 30,8 \frac{\text{cilindros}}{\text{tonelada}}
 \end{aligned}$$

Lo que indica que el año 2019, por cada tonelada de alga marina se está logrando obtener 30,8 cilindros vendidos.

C. Productividad MOD

En cuanto a la productividad de MOD, se tiene en cuenta la cantidad de operarios MOD mostrados en la tabla 6, el cual asciende a 5 trabajadores en el proceso.

$$Productividad\ MOD = \frac{Cilindros}{MOD}$$

$$Productividad\ MOD = \frac{3\ 799\ cilindros}{5\ trabajadores}$$

$$Productividad\ MOD = 759,8\ cilindros/operario$$

Se demuestra que, por cada trabajador del proceso productivo, la empresa envió 759,8 cilindros, en el año 2019.

3.1.6.6. Resumen de indicadores actuales

En la tabla 19 se detalla el resumen de los indicadores actuales del proceso productivo en la empresa Algymar SRL.

Tabla 19. Resumen de indicadores actuales

INDICADORES	UNIDADES	VALORES ACTUALES
Producción teórica	Cilindros/día	14
Producción real	Cilindros/día	12
Ciclo	Minutos/cilindro	33,3
Producción del año 2019	Cilindros/año	3 799
Ph promedio		7,83
Conductividad promedio		1,27
Productividad total	Soles de ventas/Soles de recursos	4,5
Productividad MP	Cilindros/Toneladas	30,8
Productividad MOD	Cilindros/Operarios	759,8

3.1.7. Identificación de problemas del sistema de producción y sus causas

Como se explicó anteriormente, el consumo de biofertilizantes a nivel mundial está en crecimiento, por lo tanto, la empresa Algymar SRL enfrenta el reto de mantenerse al ritmo del crecimiento de la demanda y lograr mantener una competitividad sólida en el mercado nacional. Para lograrlo, se está realizando las mejoras del proceso productivo, para ello se identificaron diversos factores para mejorar y son mostrados en la figura 18.

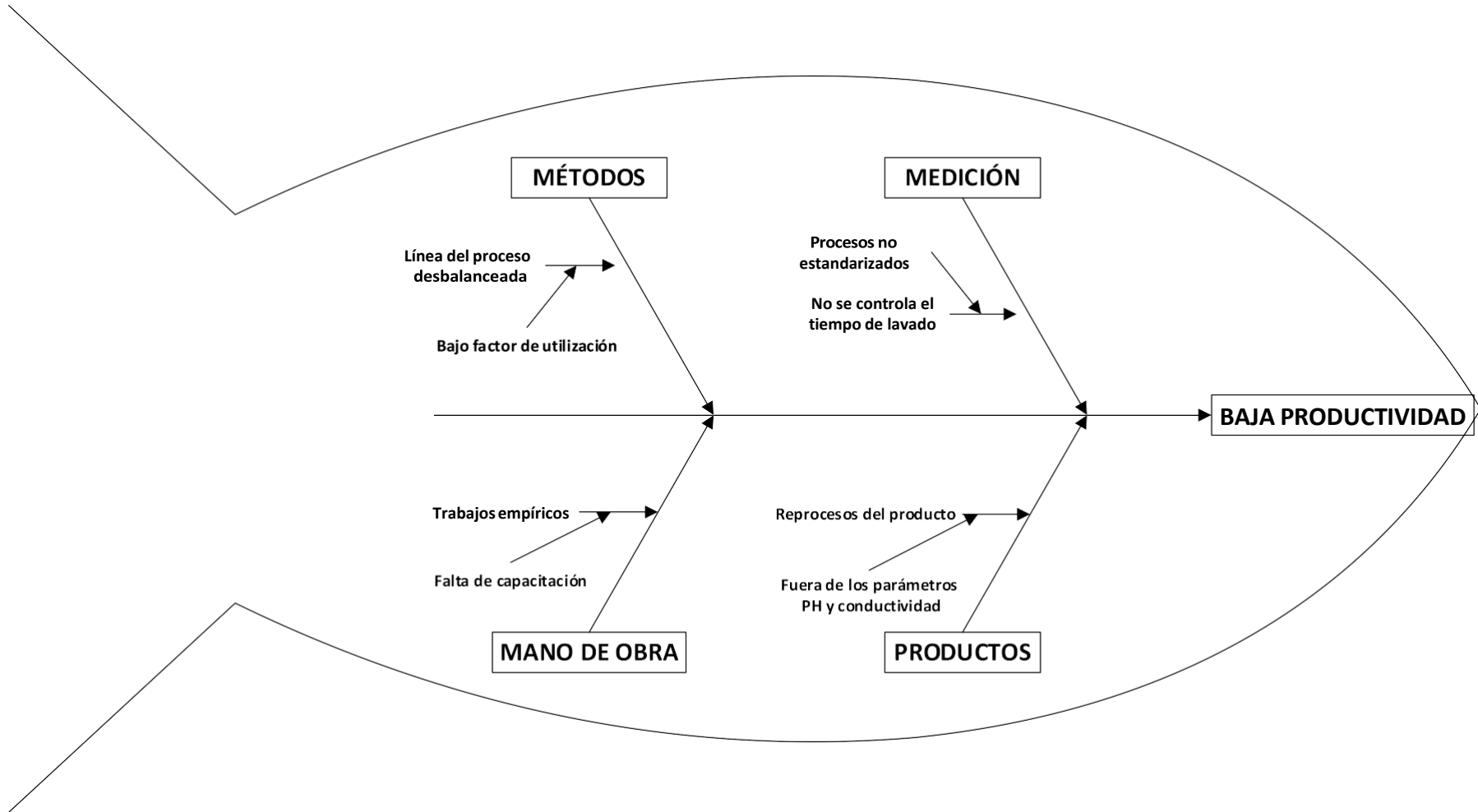


Figura 18. Diagrama Causa – Efecto por la baja productividad

a. Línea del proceso desbalanceada

En la tabla 9 se detalla la producción por capacidades del diseño de la maquinaria de molinos de martillo, obteniendo 7 488 cilindros por año o 187 200 kilogramos por año.

La capacidad de diseño se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad diseñada} = 75 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * 8 \frac{\text{h}}{\text{día}} * 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}}$$

$$\text{Capacidad diseñada} = 187\,200 \text{ Kg/año}$$

$$\text{Capacidad diseñada} = 7\,488 \text{ cilindros/año}$$

La capacidad efectiva que se asumió que es el 65%, obteniendo 4 867 cilindros por año.

La capacidad efectiva se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad efectiva} = 7\,488 \frac{\text{cilindros}}{\text{año}} * 65\% = 4\,867 \text{ cilindros/año}$$

En la figura 19 se observa como la producción tiene algunas bajas en meses del año 2 019, ocasionando pérdidas económicas para la empresa. Las condiciones de este descenso en la producción pueden estar relacionados con la falta de tiempos estándares para cada proceso, con el control y supervisión de los procesos. Por lo que se realizará una evaluación profunda para determinar estos factores, que como consecuencia ocasionó una disminución en las ventas. Es necesario recordar que la demanda nacional no es abastecida por la producción nacional de biofertilizantes, por lo que es necesario importar.

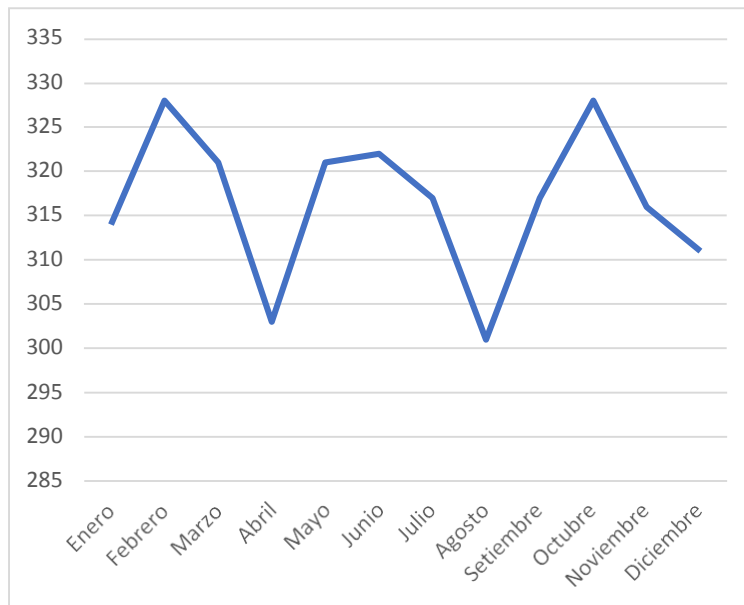


Figura 19. Producción real del año 2 019

En la tabla 20 se detalla la producción real del año 2 019, en comparación con la producción programada y obtenida este año.

Tabla 20. Resumen de capacidades de producción

	POR AÑO (cilindros/año)
Producción real	3 799
Capacidad de diseño	7 488
Capacidad efectiva (OEE=65%)	4 867

$$Utilización = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ de\ diseño} = \frac{3\ 799}{7\ 488} = 50,1\%$$

$$Eficiencia = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ efectiva} = \frac{3\ 799}{4\ 867} = 78,1\%$$

El indicador de la utilización es de 50,1%, es bajo porque se está produciendo casi la mitad, ocasionando pérdidas económicas.

b. No se controla el tiempo de lavado

En la empresa Algymar SRL no se controla el tiempo destinado para cada proceso, ni se cuentan con tiempos establecidos. Adicional a ello, no se tiene

supervisión por personal capacitado, ni se cuenta con un área del aseguramiento de la calidad.

En la figura 20 se diagramó los tiempos calculados en 10 días diferentes de la producción, donde se muestra variación, en un rango de 6 a 7 horas, llegando hasta una hora de diferencia entre los tiempos de lavado. Estos tiempos dependen de las pruebas sensoriales efectuadas por el personal encargado, basándose en una apreciación subjetiva el cual determina que no se encuentre muy salado.

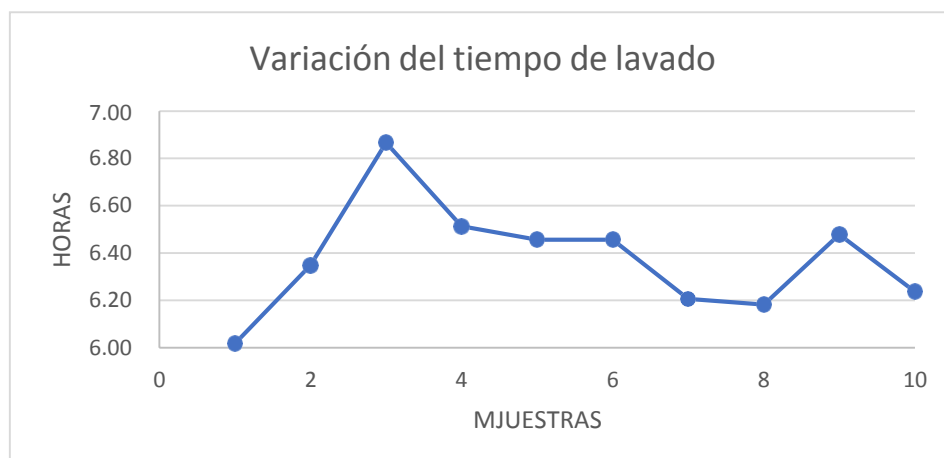


Figura 20. Variación del tiempo de lavado

c. Reprocesos del producto

La empresa tiene problemas con la calidad de su producto porque se encuentra fuera de los parámetros, ocasionando que se regrese a la empresa para mezclarlo con otro producto que se encuentre dentro de los parámetros establecidos y así evitar que el cliente migre a la competencia.

En la tabla 21 se detallan los principales clientes, sus quejas con respecto al fertilizante y las respectivas consecuencias que ocasionaron cada queja. Se puede observar que las quejas de los clientes se deben a que el producto no está cumpliendo con las especificaciones del pH y la conductividad, esto afecta directamente al crecimiento de las plantaciones y la insatisfacción de los clientes. Las compras se redujeron en 750 cilindros por año, teniendo en cuenta que cada unidad tiene un precio de venta 750 soles, este monto asciende a un total de 562 500 soles.

Tabla 21. Detalle de quejas de los principales clientes

CLIENTE	CAUSAS	DETALLE DE LA QUEJA	CONSECUENCIA
Agroindustria A	El pH está por encima de lo establecido y la conductividad está por debajo.	El pH y la conductividad del fertilizante se encuentran fuera del rango establecido, afectando el crecimiento de las plantaciones.	Reducieron la compra de 320 cilindros de fertilizantes por año, lo que equivale a 240 000 soles anuales.
Agroindustria B	La conductividad está por debajo.	La conductividad eléctrica es de 1,3, siendo inferior a lo requerido por el cliente.	Reducieron la compra de 250 cilindros de fertilizantes por año, lo que equivale a 187 500 soles anuales.
Agroindustria C	El pH está por encima de lo establecido.	El pH del fertilizante se encuentra por encima del 7,1, característica específica del producto.	Reducieron la compra de 180 cilindros de fertilizantes por año, lo que equivale a 135 000 soles anuales.

d. Trabajos empíricos

Algymar SRL no cuenta con un método estandarizado debido a la falta de instrucción y evaluación de técnicas, por lo que se realizó un estudio de movimientos para mostrar la técnica usada actualmente en los procesos manuales que realizan. No se toma las operaciones de transporte debido a que ya se mostró anteriormente que son actividades que no generan valor agregado y, como parte de las mejoras a proponer, éstas serán eliminadas.

En la figura 21 se observa el diagrama bimanual del proceso actual del cuello de botella del lavado, donde se tiene un 61% de actividades improductivas.

DIAGRAMA BIMANUAL									
DIBUJO Y PIEZA: ESTACIÓN DE TRABAJO				DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO					
PRODUCTO: BIOFERTILIZANTE									
OPERACIÓN: LAVADO									
LUGAR: ALGYMAR S.R.L.									
OPERARIO: JUAN CAMPOS RODRIGUEZ									
COMPUESTO POR: -									
FECHA: 10/05/2020									
MANO IZQUIERDA				MANO DERECHA					
Coger el saco	X				X				Coger el saco
Sostener el saco				X	X				Retira el hilo
Sostener el saco				X	X				Soltar el hilo
Sostener el saco				X		X			Transporte hacia el saco
Sostener el saco				X				X	Sostener el saco
Mover el saco	X				X				Mover el saco
Mover las algas al pozo 1	X				X				Mover las algas al pozo 1
Transportar el saco hacia el piso		X				X			Transportar el saco hacia el piso
Soltar el saco	X				X				Soltar el saco
Esperar			X				X		Esperar
Transporte hacia el escurridor		X				X			Transporte hacia el escurridor
Sostener el escurridor				X				X	Sostener el escurridor
Transporte hacia el pozo 1		X				X			Transporte hacia el pozo 1
Coger algas con el escurridor	X				X				Coger algas con el escurridor
Transporte hacia el pozo 2		X				X			Transporte hacia el pozo 2
Vaciar las algas al pozo 2	X				X				Vaciar las algas al pozo 2
Transportar el escurridor hacia el piso		X				X			Transportar el escurridor hacia el piso
Soltar el escurridor	X				X				Soltar el escurridor
Esperar			X				X		Esperar
Transporte hacia el escurridor		X				X			Transporte hacia el escurridor
Sostener el escurridor				X				X	Sostener el escurridor
Transporte hacia el pozo 2		X				X			Transporte hacia el pozo 2
Coger algas con el escurridor	X				X				Coger algas con el escurridor
Transporte hacia el pozo 3		X				X			Transporte hacia el pozo 3
Vaciar las algas al pozo 3	X				X				Vaciar las algas al pozo 3
Transportar el escurridor hacia el piso		X				X			Transportar el escurridor hacia el piso
Soltar el escurridor	X				X				Soltar el escurridor
Esperar			X				X		Esperar
Transporte hacia el escurridor		X				X			Transporte hacia el escurridor
Sostener el escurridor				X				X	Sostener el escurridor
Transporte hacia el pozo 3		X				X			Transporte hacia el pozo 3
Coger algas con el escurridor	X				X				Coger algas con el escurridor
Transporte hacia el vehículo		X				X			Transporte hacia el vehículo
Vaciar las algas al vehículo	X				X				Vaciar las algas al vehículo
Transportar el escurridor hacia el piso		X				X			Transportar el escurridor hacia el piso
Soltar el escurridor	X				X				Soltar el escurridor
RESUMEN									
METODO	ACTUAL			PROPUESTO					
OPERACIÓN	13	15	-	-	-	-	-	-	-
TRANSPORTE	13	14	-	-	-	-	-	-	-
ESPERA	3	3	-	-	-	-	-	-	-
SOSTÉN	7	4	-	-	-	-	-	-	-
TOTALES	36	36	-	-	-	-	-	-	-

Figura 21. Diagrama bimanual del proceso actual del lavado

Las actividades improductivas son las que no generan valor al producto terminado, siendo estas el transporte, la espera y el sostén.

$$\% \text{Actividades improductivas} = \frac{13 + 14 + 3 + 3 + 7 + 4}{36 + 36} = 61\%$$

3.2. DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO

En la tabla 22 se resume lo de la figura 18 que es el Diagrama Causa Efecto de la baja productividad de la empresa Algymar, donde se identifican problemas, sus causas y propuesta de mejora.

Tabla 22. Problema, sus causas y su propuesta de mejora.

PROBLEMA	CAUSAS	SUB-CAUSAS	PROPUESTA DE MEJORA
Baja productividad	Línea del proceso desbalanceado	Bajo factor de utilización	Balance de línea
	No se controla el tiempo de lavado	Procesos no estandarizados	Estandarización de procesos
	Reprocesos del producto	Fuera de los parámetros del PH y conductividad	Control de calidad en el proceso
	Trabajos empíricos	Falta de capacitación	Plan de capacitación

Fuente: Elaboración propia

Para mejorar la productividad en la empresa Algymar se propone controlar la calidad en el proceso productivo con la aplicación de un área encargada el cual estará a cargo de un supervisor de calidad que tiene como función velar por la calidad del producto terminado, en especial monitorear el proceso de lavado que afecta directamente las características del producto terminado.

Luego se estandarizan los procesos en base a lo establecido por la Organización Internacional de Trabajo [21], tomando en cuenta la metodología de los tiempos promedios, la valoración del trabajo y los tiempos complementarios por proceso. Cabe resaltar que los tiempos propuestos de lavado se realizaron de manera experimental en la empresa y se midió el pH y la conductividad eléctrica con instrumentos proporcionados por la empresa.

No se consideraron otros métodos de lavado porque estos son de alta inversión, por la instalación de tendido de energía y las instalaciones de equipos. De igual forma no se consideró equipos de secado industrial.

Luego se propone balancear la línea de producción en base al ritmo de producción, en base a la investigación de Barrios [22] y tomando en cuenta que el proceso no es continuo y en el proceso de lavado la línea se divide en tres para aumentar la capacidad de producción.

Adicional se propone implementar un plan de capacitaciones para que el personal tenga conocimiento de las mejoras y este más capacitado para realizar sus labores.

3.2.1. Desarrollo de mejoras

3.2.1.1. Control de calidad en el proceso

La empresa Algymar no cuenta con personal especialista en el aseguramiento de la calidad, es por ello, que se propone incorporar un puesto de trabajo de supervisor de calidad. El cual tiene como función principal asegurar la calidad del producto terminado, para cumplir con los parámetros establecidos.

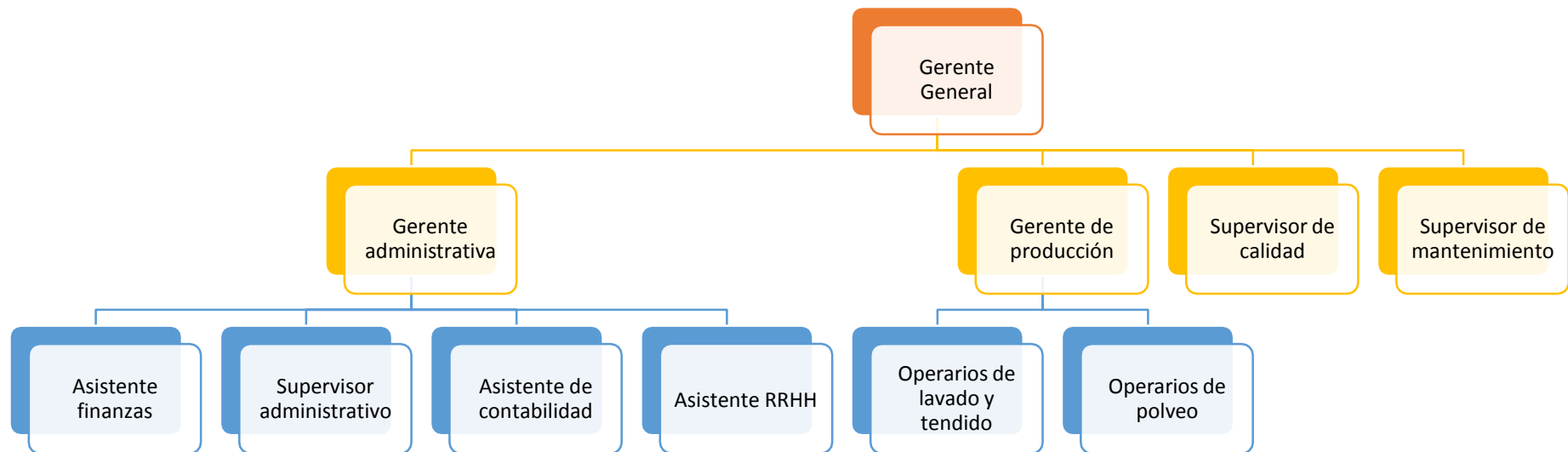


Figura 22. Organización jerárquica propuesta

El personal supervisor de calidad debe cumplir con el perfil profesional que se observa en la figura 23.

SUPERVISOR DE CALIDAD	
FUNCIÓN BÁSICA	
Planificar y gestionar el aseguramiento de la calidad de acuerdo a los procedimientos y parámetros establecidos en cada etapa de los procesos productivos con la finalidad de entregar al cliente productos que cumplan con las especificaciones técnicas.	
SUPERVISIÓN	
Cargo al que se reporta	Gerente general
Cargo de quienes supervisa	Operarios
ATRIBUCIONES DEL CARGO	
Es responsable del cumplimiento de las funciones de su área.	
FUNCIONES	
Supervisar, controlar y reportar a diario el proceso completo de lavado.	
Realizar controles diarios y crear reportes informativos.	
Evaluación de productos devueltos.	
Las demás funciones que le asigne su jefe inmediato.	
REQUISITOS MÍNIMOS	
EDUCACIÓN	
Poseer título de instituto superior tecnológico en la especialidad.	
Haber asistido a cursos de capacitación referente a la especialidad.	
EXPERIENCIA	
Tener experiencia 2 años como mínimo, en lo que respecta a aseguramiento de la calidad.	
CAPACIDADES, HABILIDADES Y ACTITUDES	
Capacidad para trabajar en equipo y bajo presión	
Actitud crítica, proactiva y con orientación a resultados	

Figura 23. Perfil de supervisor de calidad

En la figura 24 se observa el diagrama de flujo del proceso de control de calidad del proceso de lavado.

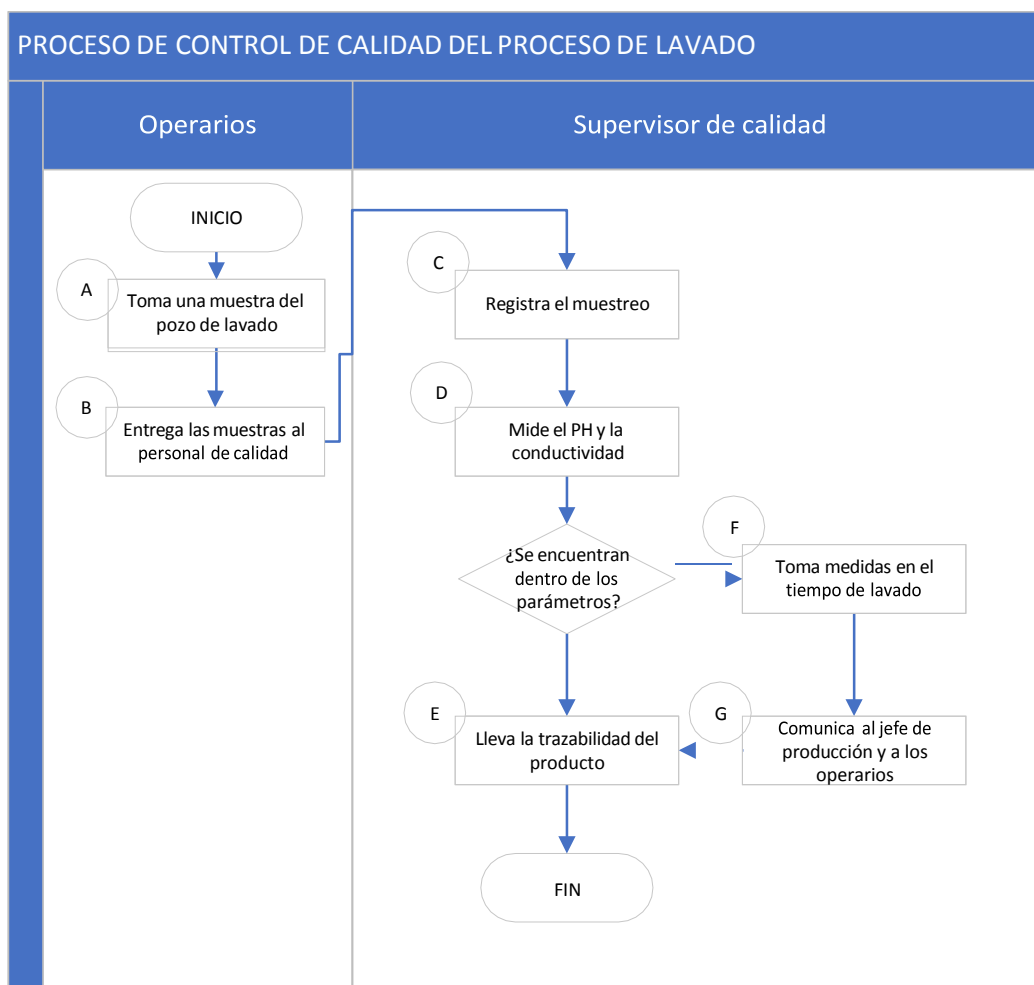


Figura 24. Diagrama de flujo del proceso de control de calidad en el área de lavado

A continuación, se describe el proceso de control de calidad del área de lavado:

- A. El operario debe tomar la muestra del pozo de lavado, se deben tomar dos muestras cada vez que sea aprovisionado de producto.
- B. Se entregan las muestras al personal de calidad.
- C. El supervisor de calidad registra el muestreo, para realizar las pruebas de laboratorio.
- D. En la prueba de laboratorio de las muestras miden el pH y la conductividad del producto.
- E. En el caso que no se encuentre dentro de los parámetros, se toman las medidas necesarias en el tiempo de lavado.
- F. Se comunica al jefe de producción y a los operarios.
- G. En el caso que el producto se encuentre dentro de los parámetros establecidos, se registra en el formato para llevar la trazabilidad del producto.

3.2.1.1. Estandarización de procesos

Para determinar el tiempo necesario del proceso de lavado, se realizaron 10 muestras en diferentes días del mes de diciembre del año 2019, donde se monitoreó el pH y la conductividad eléctrica de las algas marinas en los 3 pozos. En la tabla 23 se detalla la muestra 01 del tiempo de lavado propuesto, donde se tiene un tiempo total del proceso de 5 horas con 26 minutos, sin embargo, al no tener en cuenta los tiempos improductivos de transportes, el tiempo solo de operación es de 4 horas con 13 minutos. En este tiempo el pH final del proceso es de 7,1 y el de conductividad eléctrica es de 1,4 dS/m , estando muy cerca de los límites permitidos.

Tabla 23. Muestra 01 del tiempo de lavado propuesto

01 MUESTRA	
Hora de inicio:	9:30:00
Hora final:	14:56:00
Tiempo total:	5:26:00
Fecha:	2/12/2019
DATOS	
Lavada 01	
Hora de inicio:	9:30:00
Hora final:	10:39:00
Tiempo de lavado:	1:09:00
pH:	5,1
Conductividad:	2,4
Lavada 02	
Hora de inicio:	11:38:00
Hora final:	12:45:00
Tiempo de lavado:	1:07:00
pH:	5,9
Conductividad:	2,1
Lavada 03	
Hora de inicio:	12:59:00
Hora final:	14:56:00
Tiempo de lavado:	1:57:00
pH:	7,1
Conductividad:	1,4

En la tabla 24 se detalla la muestra 02 del tiempo de lavado propuesto, donde se tiene un tiempo total del proceso de 4 horas con 57 minutos, sin embargo, al no tener en cuenta los tiempos improductivos de transportes, el tiempo solo de operación es de 4 horas con 5 minutos. En este tiempo el pH final del proceso es de 6,6 y el de conductividad eléctrica es de 1,8 *dS/m*, estando dentro de los límites permitidos.

Tabla 24. Muestra 02 del tiempo de lavado propuesto

02 MUESTRA	
Hora de inicio:	7:59:00
Hora final:	12:56:00
Tiempo total:	4:57:00
Fecha:	3/12/2019
DATOS	
Lavada 01	
Hora de inicio:	7:59:00
Hora final:	8:56:00
Tiempo de lavado:	0:57:00
pH:	5,3
Conductividad:	2,8
Lavada 02	
Hora de inicio:	9:28:00
Hora final:	10:34:00
Tiempo de lavado:	1:06:00
pH:	6,1
Conductividad:	2,2
Lavada 03	
Hora de inicio:	10:54:00
Hora final:	12:56:00
Tiempo de lavado:	2:02:00
pH:	6,6
Conductividad:	1,8

En la tabla 25 se detalla la muestra 03 del tiempo de lavado propuesto, donde se tiene un tiempo total del proceso de 5 horas con 24 minutos, sin embargo, al no tener en cuenta los tiempos improductivos de transportes, el tiempo solo de operación es de 3 horas con 58 minutos. En este tiempo el pH final del proceso es de 6,9 y el de conductividad eléctrica es de 1,7 *dS/m*, estando muy cerca de los límites permitidos.

Tabla 25. Muestra 03 del tiempo de lavado propuesto

03 MUESTRA	
Hora de inicio:	8:06:00
Hora final:	13:30:00
Tiempo total:	5:24:00
Fecha:	5/12/2019
DATOS	
Lavada 01	
Hora de inicio:	8:06:00
Hora final:	8:59:00
Tiempo de lavado:	0:53:00
pH:	5,2
Conductividad:	2,6
Lavada 02	
Hora de inicio:	9:34:00
Hora final:	10:38:00
Tiempo de lavado:	1:04:00
pH:	5,8
Conductividad:	2,3
Lavada 03	
Hora de inicio:	11:29:00
Hora final:	13:30:00
Tiempo de lavado:	2:01:00
pH:	6,9
Conductividad:	1,7

En la tabla 26 se detalla la muestra 04 del tiempo de lavado propuesto, donde se tiene un tiempo total del proceso de 4 horas con 50 minutos, sin embargo, al no tener en cuenta los tiempos improductivos de transportes, el tiempo solo de operación es de 4 horas con 07 minutos. En este tiempo el pH final del proceso es de 6,7 y el de conductividad eléctrica es de 1,6 dS/m , estando muy cerca de los límites permitidos.

Tabla 26. Muestra 04 del tiempo de lavado propuesto

04 MUESTRA	
Hora de inicio:	9:36:00
Hora final:	14:26:00
Tiempo total:	4:50:00
Fecha:	7/12/2019
DATOS	
Lavada 01	
Hora de inicio:	9:36:00
Hora final:	10:49:00
Tiempo de lavado:	1:13:00
pH:	5,1
Conductividad:	2,4
Lavada 02	
Hora de inicio:	11:08:00
Hora final:	12:45:00
Tiempo de lavado:	1:37:00
pH:	5,9
Conductividad:	2,1
Lavada 03	
Hora de inicio:	13:09:00
Hora final:	14:26:00
Tiempo de lavado:	1:17:00
pH:	6,7
Conductividad:	1,6

En la tabla 27 se detalla la muestra 05 del tiempo de lavado propuesto, donde se tiene un tiempo total del proceso de 5 horas con 32 minutos, sin embargo, al no tener en cuenta los tiempos improductivos de transportes, el tiempo solo de operación es de 4 horas con 09 minutos. En este tiempo el pH final del proceso es de 6,8 y el de conductividad eléctrica es de 1,8 *dS/m*, estando muy cerca de los límites permitidos.

Tabla 27. Muestra 05 del tiempo de lavado propuesto

05 MUESTRA	
Hora de inicio:	8:14:00
Hora final:	13:46:00
Tiempo total:	5:32:00
Fecha:	10/12/2019
DATOS	
Lavada 01	
Hora de inicio:	8:14:00
Hora final:	9:59:00
Tiempo de lavado:	1:45:00
pH:	5,1
Conductividad:	2,6
Lavada 02	
Hora de inicio:	10:38:00
Hora final:	11:25:00
Tiempo de lavado:	0:47:00
pH:	5,9
Conductividad:	2,1
Lavada 03	
Hora de inicio:	12:09:00
Hora final:	13:46:00
Tiempo de lavado:	1:37:00
pH:	6,8
Conductividad:	1,8

En la tabla 28 se detalla la muestra 06 del tiempo de lavado propuesto, donde se tiene un tiempo total del proceso de 4 horas con 49 minutos, sin embargo, al no tener en cuenta los tiempos improductivos de transportes, el tiempo solo de operación es de 3 horas con 53 minutos. En este tiempo el pH final del proceso es de 6,9 y el de conductividad eléctrica es de 1,7 *dS/m*, estando muy cerca de los límites permitidos.

Tabla 28. Muestra 06 del tiempo de lavado propuesto

06 MUESTRA	
Hora de inicio:	8:06:00
Hora final:	12:55:00
Tiempo total:	4:49:00
Fecha:	14/12/2019
DATOS	
Lavada 01	
Hora de inicio:	8:06:00
Hora final:	8:59:00
Tiempo de lavado:	0:53:00
pH:	5,3
Conductividad:	2,9
Lavada 02	
Hora de inicio:	9:29:00
Hora final:	10:42:00
Tiempo de lavado:	1:13:00
pH:	5,8
Conductividad:	2,3
Lavada 03	
Hora de inicio:	11:08:00
Hora final:	12:55:00
Tiempo de lavado:	1:47:00
pH:	6,9
Conductividad:	1,7

En la tabla 29 se detalla la muestra 07 del tiempo de lavado propuesto, donde se tiene un tiempo total del proceso de 4 horas con 57 minutos, sin embargo, al no tener en cuenta los tiempos improductivos de transportes, el tiempo solo de operación es de 4 horas con 02 minutos. En este tiempo el pH final del proceso es de 6,9 y el de conductividad eléctrica es de 1,8 *dS/m*, estando muy cerca de los límites permitidos.

Tabla 29. Muestra 07 del tiempo de lavado propuesto

07 MUESTRA	
Hora de inicio:	7:52:00
Hora final:	12:49:00
Tiempo total:	4:57:00
Fecha:	16/12/2019
DATOS	
Lavada 01	
Hora de inicio:	7:52:00
Hora final:	8:46:00
Tiempo de lavado:	0:54:00
pH:	5,2
Conductividad:	2,8
Lavada 02	
Hora de inicio:	9:22:00
Hora final:	10:48:00
Tiempo de lavado:	1:26:00
pH:	6,1
Conductividad:	2,5
Lavada 03	
Hora de inicio:	11:07:00
Hora final:	12:49:00
Tiempo de lavado:	1:42:00
pH:	6,9
Conductividad:	1,8

En la tabla 30 se detalla la muestra 08 del tiempo de lavado propuesto, donde se tiene un tiempo total del proceso de 5 horas con 32 minutos, sin embargo, al no tener en cuenta los tiempos improductivos de transportes, el tiempo solo de operación es de 4 horas con 06 minutos. En este tiempo el pH final del proceso es de 6,7 y el de conductividad eléctrica es de 1,6 *dS/m*, estando muy cerca de los límites permitidos.

Tabla 30. Muestra 08 del tiempo de lavado propuesto

08 MUESTRA	
Hora de inicio:	8:07:00
Hora final:	13:39:00
Tiempo total:	5:32:00
Fecha:	20/12/2019
DATOS	
Lavada 01	
Hora de inicio:	8:07:00
Hora final:	9:05:00
Tiempo de lavado:	0:58:00
pH:	5,3
Conductividad:	2,9
Lavada 02	
Hora de inicio:	9:56:00
Hora final:	11:19:00
Tiempo de lavado:	1:23:00
pH:	5,9
Conductividad:	2,3
Lavada 03	
Hora de inicio:	11:54:00
Hora final:	13:39:00
Tiempo de lavado:	1:45:00
pH:	6,7
Conductividad:	1,6

En la tabla 31 se detalla la muestra 09 del tiempo de lavado propuesto, donde se tiene un tiempo total del proceso de 5 horas con 26 minutos, sin embargo, al no tener en cuenta los tiempos improductivos de transportes, el tiempo solo de operación es de 3 horas con 57 minutos. En este tiempo el pH final del proceso es de 6,9 y el de conductividad eléctrica es de 1,7 *dS/m*, estando muy cerca de los límites permitidos.

Tabla 31. Muestra 09 del tiempo de lavado propuesto

09 MUESTRA	
Hora de inicio:	9:30:00
Hora final:	14:56:00
Tiempo total:	5:26:00
Fecha:	21/12/2019
DATOS	
Lavada 01	
Hora de inicio:	9:31:00
Hora final:	10:29:00
Tiempo de lavado:	0:58:00
pH:	5,1
Conductividad:	2,8
Lavada 02	
Hora de inicio:	11:06:00
Hora final:	12:08:00
Tiempo de lavado:	1:02:00
pH:	5,9
Conductividad:	2,4
Lavada 03	
Hora de inicio:	12:59:00
Hora final:	14:56:00
Tiempo de lavado:	1:57:00
pH:	6,9
Conductividad:	1,7

En la tabla 32 se detalla la muestra 10 del tiempo de lavado propuesto, donde se tiene un tiempo total del proceso de 5 horas con 21 minutos, sin embargo, al no tener en cuenta los tiempos improductivos de transportes, el tiempo solo de operación es de 3 horas con 58 minutos. En este tiempo el pH final del proceso es de 6,7 y el de conductividad eléctrica es de 1,6 dS/m , estando muy cerca de los límites permitidos.

Tabla 32. Muestra 10 del tiempo de lavado propuesto

10 MUESTRA	
Hora de inicio:	9:28:00
Hora final:	14:49:00
Tiempo total:	5:21:00
Fecha:	23/12/2019
DATOS	
Lavada 01	
Hora de inicio:	9:28:00
Hora final:	10:35:00
Tiempo de lavado:	1:07:00
pH:	5,1
Conductividad:	2,4
Lavada 02	
Hora de inicio:	11:08:00
Hora final:	12:19:00
Tiempo de lavado:	1:11:00
pH:	5,9
Conductividad:	2,1
Lavada 03	
Hora de inicio:	13:09:00
Hora final:	14:49:00
Tiempo de lavado:	1:40:00
pH:	6,7
Conductividad:	1,6

Con estas pruebas, se puede determinar que el tiempo de lavado en el pozo 1 debe ser de 60 minutos, en el pozo 2 debe ser de 60 minutos y en el pozo 3 debe ser de 120 minutos. En base a este nuevo dato, se establece una mejora en las técnicas de trabajo.

Para tal propósito, se emplea el diagrama bimanual como herramienta para identificar las actividades, tal como se realizó en la etapa de diagnóstico, y eliminar o reducir aquellas improductivas que producen un exceso de movimientos en las técnicas operativas. Dicho procedimiento se realizará a cada etapa de cuello de botella previamente identificada, siendo esta el lavado.

La figura 25 muestra el diagrama bimanual respecto a la técnica propuesta del lavado; en donde se puede apreciar que, frente a lo mostrado por la figura 21, se han reducido los movimientos necesarios para ejecutar las actividades; los cuales han pasado de 72 a 40 actividades reduciendo en 44%.

DIAGRAMA BIMANUAL									
DIBUJO Y PIEZA: ESTACIÓN DE TRABAJO					DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO				
PRODUCTO: BIOFERTILIZANTE									
OPERACIÓN: LAVADO									
LUGAR: ALGYMAR S.R.L.									
OPERARIO: JUAN CAMPOS RODRIGUEZ									
COMPUESTO POR: -									
FECHA: 3/09/2020									
MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA				
Coger el saco	X				X				Coger el saco
Sostener el saco				X	X				Retira el hilo
Sostener el saco				X	X				Soltar el hilo
Sostener el saco				X		X			Transporte hacia el saco
Sostener el saco				X				X	Sostener el saco
Mover el saco	X				X				Mover el saco
Vaciar el contenido al pozo 1	X				X				Vaciar el contenido al pozo 1
Transportar el saco hacia el piso		X				X			Transportar el saco hacia el piso
Soltar el saco				X				X	Soltar el saco
Esperar			X				X		Esperar
Accionar el tecla para subir	X				X				Accionar el tecla para subir
Esperar			X				X		Esperar
Accionar el tecla para bajar	X				X				Accionar el tecla para bajar
Esperar			X				X		Esperar
Accionar el tecla para subir	X				X				Accionar el tecla para subir
Esperar			X				X		Esperar
Transportar hacia el costado		X				X			Transportar hacia el costado
Accionar el tecla para bajar	X				X				Accionar el tecla para bajar
Esperar			X				X		Esperar
Transporte al piso		X				X			Transporte al piso
RESUMEN									
METODO	ACTUAL			PROPUESTO					
OPERACIÓN	13	15		7	9				
TRANSPORTE	13	14		3	4				
ESPERA	3	3		5	5				
SOSTÉN	7	4		5	2				
TOTALES	36	36		20	20				

Figura 25. Diagrama bimanual del proceso propuesto de lavado

Con esta variación en las técnicas de trabajo en el proceso de lavado, se consideran las siguientes herramientas de trabajo:

2 tecles mecánicos

1 viga de 10 metros de largo

3 mallas metálicas de 2,5 m x 1,5 m x 0,8 m

6 cadenas de fierro de 3 m

Estas herramientas de trabajo van a modificar el espacio de trabajo en el proceso de lavado, donde se colocan en los extremos los tecles mecánicos y la viga servirá de soporte para sostener a las mallas metálicas con producto.

Las algas se colocan en las tres mallas metálicas de manera simultánea, luego se esperará el tiempo establecido para el lavado 1 que es de una hora. Pasada la hora del lavado 1 se accionará el tecla para subir la viga que sostiene a las tres mallas, y el agua que estaba en los pozos se desfoga por la tubería. Cuando los pozos estén vacíos, se llenan los pozos con agua limpia y se acciona el tecla para que bajen las mallas con las algas, el lavado 2 se realiza igual que el lavado 1, se espera una hora y se vuelven a subir las mallas con algas para que el agua que estaba en los pozos se retire. Luego los pozos se vuelven a llenar con agua limpia y se bajan las mallas con algas, en el lavado 3 se debe esperar 120 minutos y se suben las mallas para transportarlas a un costado de los pozos, como se puede observar en la figura 26.

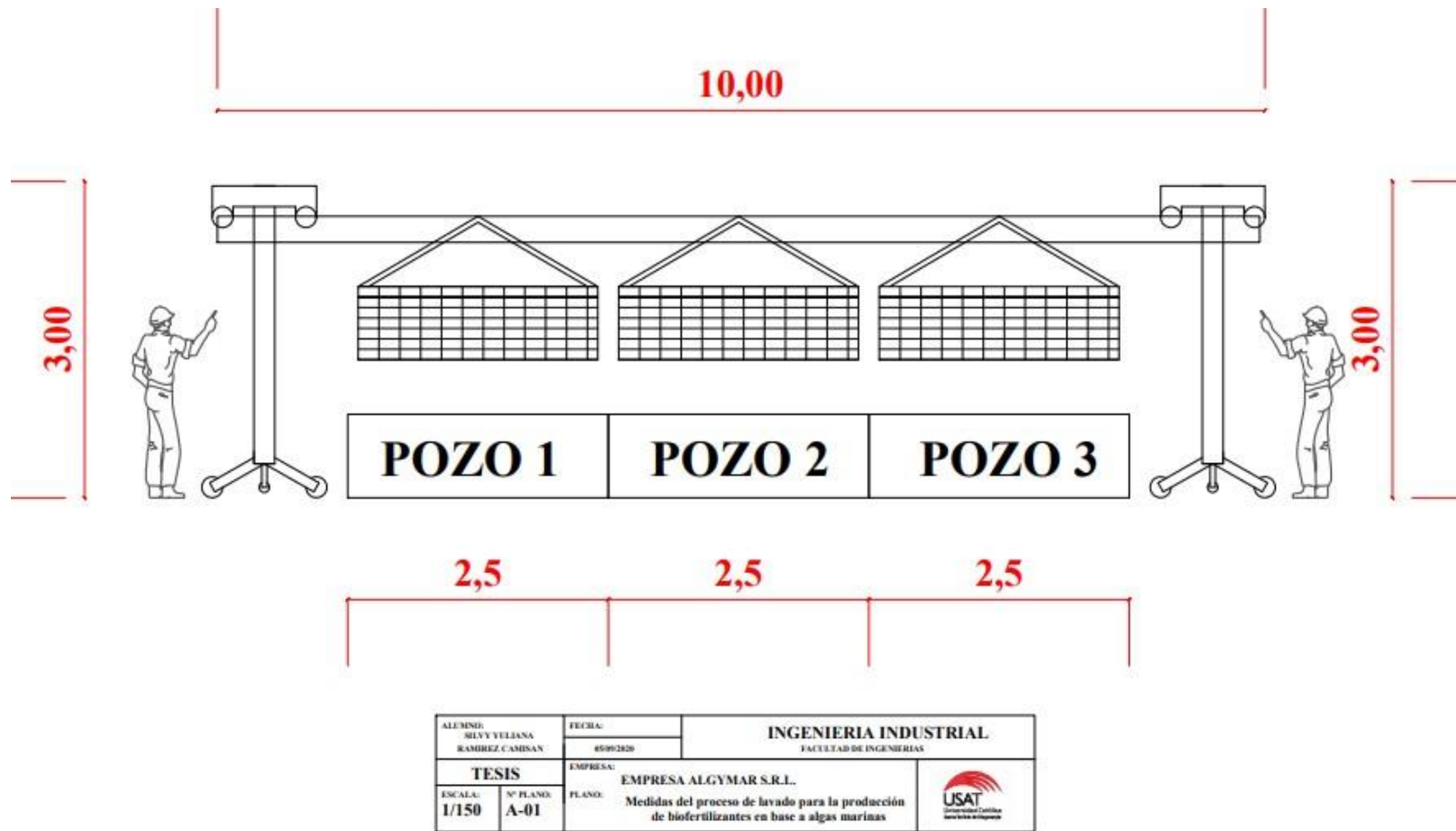


Figura 26. Diseño del puesto de trabajo del área de lavado

Para esta propuesta de mejora, se calculó el tiempo estándar de los procesos manuales, para ello se tomaron observaciones preliminares en base al anexo A, luego, en base a la OIT, se determinaron observaciones necesarias para cada proceso y según los resultados se tomaron los tiempos faltantes por proceso, adicional a ello se calculó los tiempos suplementarios y el factor de valoración de cada proceso. El estudio se realizará en base el tiempo operativo necesario para procesar tres lotes de 12 cilindros cada lote.

Toma de observaciones

Los tiempos propuestos de observación de los procesos se detallan en la tabla 33. Se han realizado ciertas modificaciones, el proceso de lavado tendrá un promedio de 4 horas. Cabe resaltar, que de la investigación de Salinas [10] se tomó en cuenta los tiempos promedios de la manipulación del teclé mecánico.

Tabla 33. Tiempos propuestos de observación del procesamiento de biofertilizantes

PROCESOS	1	2	3	4	5	Promedio (seg)
LAVADO						
Transporte de materia prima seca	590	522	528	567	593	560
Clasificado	2 843	2 681	2 587	2 837	2 978	2 785
Transporte hacia pozo 1	157	150	139	149	155	150
Transporte hacia pozo 2	157	141	144	150	130	144
Transporte hacia pozo 3	151	134	149	146	152	132
Lavado 1	3 419	3 847	3 540	3 508	3 636	3 590
Elevar el producto	59	56	53	59	60	57
Desfogue del agua	911	932	956	956	977	946
Llenado del agua	915	902	951	920	932	924
Lavado 2	3 705	3 521	3 309	3 314	3 540	3 478
Elevar el producto	60	53	56	53	57	56
Desfogue del agua	942	923	927	974	945	942
Llenado del agua	905	938	915	989	963	942
Lavado 3	7 340	7 206	6 626	7 121	7 676	7 194
Transporte hacia el vehículo	146	128	123	143	123	132
Transporte hacia secado	506	507	482	483	474	490
Tendido	482	507	497	474	494	491
Recogido	681	686	666	693	678	681
POLVEO						
Transporte	1 047	1 029	920	923	899	963
Abastecer el molino	1 352	1 484	1 377	1 353	1 487	1 410
Molienda	18 623	17 688	20 841	17 976	20 397	19 105
Extracción del polvo	1 620	1 418	1 416	1 565	1 590	1 522
Envasado	2 280	2 219	2 250	2 315	2 294	2 271
Transporte a almacén	876	881	909	782	882	866

Cálculo del número de observaciones

Para poder realizar el cálculo, es necesario calcular los cuadrados de los tiempos observados y a su vez la suma de sus cuadrados, esto se realizó por cada proceso y se detalla desde la tabla 34 hasta la tabla 57.

Tabla 34. Toma de tiempos propuestos de transporte de materia prima seca

Transporte de materia prima seca			
Toma de tiempos	X		X²
1	590		347 510
2	522		272 484
3	528		278 784
4	567		321 489
5	593		351 649
ΣX	2 800	ΣX^2	1 571 916
$(\Sigma X)^2$	7 837 200		

Tabla 35. Tomas de tiempo propuestos de Clasificado

Clasificado			
Toma de tiempos	X		X²
1	2 843		8 079 806
2	2 681		7 187 761
3	2 587		6 692 569
4	2 837		8 045 732
5	2 978		8 865 506
ΣX	13 925	ΣX^2	38 871 375
$(\Sigma X)^2$	193 891 700		

Tabla 36. Tomas de tiempo propuestos de Transporte hacia pozo 1

Transporte hacia pozo 1			
Toma de tiempos	X		X²
1	157		24 649
2	150		22 500
3	139		19 321
4	149		22 201
5	155		24 025
ΣX	750	ΣX^2	112 696
$(\Sigma X)^2$	562 500		

Tabla 37. Tomas de tiempo propuestos de Transporte hacia pozo 2

Transporte hacia pozo 2			
Toma de tiempos	X		X²
1	157		24 649
2	141		19 881
3	144		20 736
4	150		22 500
5	130		16 900
ΣX	722	ΣX^2	104 666
$(\Sigma X)^2$	521 284		

Tabla 38. Tomas de tiempo propuestos de Transporte hacia pozo 2

Transporte hacia pozo 3			
Toma de tiempos	X		X²
1	151		22 801
2	134		17 956
3	149		22 201
4	146		21 316
5	152		23 104
ΣX	732	ΣX^2	107 378
$(\Sigma X)^2$	535 824		

Tabla 39. Tomas de tiempo propuestos de Lavado 1

Lavado 1			
Toma de tiempos	X		X²
1	3 419		11 689 561
2	3 847		14 799 409
3	3 540		12 531 600
4	3 508		12 306 064
5	3 636		13 220 496
ΣX	17 950	ΣX^2	64 547 130
$(\Sigma X)^2$	322 202 500		

Tabla 40. Tomas de tiempo propuestos de Elevar el producto

Elevar el producto			
Toma de tiempos	X		X²
1	59		3 422
2	56		3 080
3	53		2 756
4	59		3 422
5	60		3 600
$\sum X$	285	$\sum X^2$	16 281
$(\sum X)^2$	81 225		

Tabla 41. Tomas de tiempo propuestos de Desfogue del agua

Desfogue del agua			
Toma de tiempos	X		X²
1	911		829 010
2	932		867 692
3	956		912 980
4	956		912 980
5	977		953 552
$\sum X$	4 730	$\sum X^2$	4 476 215
$(\sum X)^2$	22 368 170		

Tabla 42. Tomas de tiempo propuestos de Llenado del agua

Llenado del agua			
Toma de tiempos	X		X²
1	915		837 225
2	902		812 702
3	951		904 401
4	920		845 480
5	932		867 692
$\sum X$	4 619	$\sum X^2$	4 267 501
$(\sum X)^2$	21 330 542		

Tabla 43. Tomas de tiempo propuestos de Lavado 2

Lavado 2			
Toma de tiempos	X		X²
1	3 705		13 727 025
2	3 521		12 397 441
3	3 309		10 949 481
4	3 314		10 982 596
5	3 540		12 531 600
ΣX	17 389	ΣX^2	60 588 143
$(\Sigma X)^2$	302 377 321		

Tabla 44. Tomas de tiempo propuestos de Elevar el producto

Elevar el producto			
Toma de tiempos	X		X²
1	60		3 600
2	53		2 756
3	56		3 080
4	53		2 756
5	57		3 249
ΣX	278	ΣX^2	15 442
$(\Sigma X)^2$	77 006		

Tabla 45. Tomas de tiempo propuestos de Desfogue del agua

Desfogue del agua			
Toma de tiempos	X		X²
1	942		887 364
2	923		851 006
3	927		859 329
4	974		947 702
5	945		893 025
ΣX	4 710	ΣX^2	4 438 427
$(\Sigma X)^2$	22 184 100		

Tabla 46. Tomas de tiempo propuestos de Llenado del agua

Llenado del agua			
Toma de tiempos	X		X²
1	905		818 120
2	938		878 906
3	915		837 225
4	989		977 132
5	963		927 369
ΣX	4 709	ΣX^2	4 438 753
$(\Sigma X)^2$	22 169 972		

Tabla 47. Tomas de tiempo propuestos de Lavado 3

Lavado 3			
Toma de tiempos	X		X²
1	7 340		53 875 600
2	7 206		51 926 436
3	6 626		43 903 876
4	7 121		50 708 641
5	7 676		58 920 976
ΣX	35 969	ΣX^2	259 335 529
$(\Sigma X)^2$	1 293 768 961		

Tabla 48. Tomas de tiempo propuestos de Transporte hacia el vehículo

Transporte hacia el vehículo			
Toma de tiempos	X		X²
1	146		21 170
2	128		16 256
3	123		15 129
4	143		20 306
5	123		15 129
ΣX	661.5	ΣX^2	87 991
$(\Sigma X)^2$	437 582		

Tabla 49. Tomas de tiempo propuestos de transporte hacia secado

Transporte hacia secado			
Toma de tiempos	X		X²
1	506		255 530
2	507		257 049
3	482		231 842
4	483		233 289
5	474		224 676
ΣX	2 451	ΣX^2	1 202 387
$(\Sigma X)^2$	6 007 401		

Tabla 50. Tomas de tiempo propuestos de Tendido

Tendido			
Toma de tiempos	X		X²
1	482		231 842
2	507		257 049
3	497		246 512
4	474		224 676
5	494		243 542
ΣX	2 453	ΣX^2	1 203 622
$(\Sigma X)^2$	6 014 756		

Tabla 51. Tomas de tiempo propuestos de Recogido

Recogido			
Toma de tiempos	X		X²
1	681		463 761
2	686		469 910
3	666		443 556
4	693		480 249
5	678		459 684
ΣX	3 404	ΣX^2	2 317 160
$(\Sigma X)^2$	11 583 812		

Tabla 52. Tomas de tiempo propuestos de transporte a molino

Transporte a molino			
Toma de tiempos	X		X²
1	1 047		1 096 209
2	1 029		1 058 841
3	920		845 480
4	923		851 006
5	899		807 302
ΣX	4 817	ΣX^2	4 658 839
$(\Sigma X)^2$	23 198 672		

Tabla 53. Tomas de tiempo propuestos de Abastecer el molino

Abastecer el molino			
Toma de tiempos	X		X²
1	1 352		1 826 552
2	1 484		2 200 772
3	1 377		1 896 129
4	1 353		1 830 609
5	1 487		2 209 682
ΣX	7 052	ΣX^2	9 963 745
$(\Sigma X)^2$	49 723 652		

Tabla 54. Tomas de tiempo propuestos de Molienda

Molienda			
Toma de tiempos	X		X²
1	18 623		346 797 506
2	17 688		312 865 344
3	20 841		434 347 281
4	17 976		323 136 576
5	20 397		416 037 609
ΣX	95 525	ΣX^2	1 833 184 316
$(\Sigma X)^2$	9 124 930 100		

Tabla 55. Tomas de tiempo propuestos de Extracción del polvo

Extracción del polvo			
Toma de tiempos	X		X²
1	1 620		2 624 400
2	1 418		2 009 306
3	1 416		2 005 056
4	1 565		2 447 660
5	1 590		2 528 100
ΣX	7 608	ΣX^2	11 614 523
$(\Sigma X)^2$	57 881 664		

Tabla 56. Tomas de tiempo propuestos de Envasado

Envasado			
Toma de tiempos	X		X²
1	2 280		5 198 400
2	2 219		4 921 742
3	2 250		5 062 500
4	2 315		5 356 910
5	2 294		5 260 142
ΣX	11 357	ΣX^2	25 799 695
$(\Sigma X)^2$	128 970 092		

Tabla 57. Tomas de tiempo propuestos de Transporte a almacén

Transporte a almacén			
Toma de tiempos	X		X²
1	876		767 376
2	881		775 280
3	909		826 281
4	782		610 742
5	882		777 924
ΣX	4 329	ΣX^2	3 757 604
$(\Sigma X)^2$	18 740 241		

Con estos datos se puede calcular el número de observaciones mínimas establecidas por la OIT, el cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra a determinar

n': Número de observaciones preliminares.

\sum : Suma de valores

x: Valor de las observaciones.

En el proceso de Transporte de materia prima seca es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5 * (1\,571\,916) - (7\,837\,200)^2}}{2\,800} \right)$$

$$n = 4,57 = 5$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 5 observaciones como mínimo para el proceso de Transporte de materia prima seca.

En el proceso de Clasificado es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5 * (38\,871\,375) - (193\,891\,700)^2}}{13\,925} \right)$$

$$n = 3,84 = 4$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 4 observaciones como mínimo para el proceso de Clasificado.

En el proceso de Transporte hacia pozo 1 es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5} * (112\ 696) - (562\ 500)}{750} \right)^2$$

$$n = 2,79 = 3$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 3 observaciones como mínimo para el proceso de Transporte hacia pozo 1.

En el proceso de Transporte hacia pozo 2 es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5} * (104\ 666) - (521\ 284)}{722} \right)^2$$

$$n = 6,28 = 7$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 7 observaciones como mínimo para el proceso de Transporte hacia pozo 2.

En el proceso de Transporte hacia pozo 3 es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5} * (107\ 378) - (535\ 824)}{732} \right)^2$$

$$n = 3,18 = 4$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 4 observaciones como mínimo para el proceso de Transporte hacia pozo 3.

En el proceso de Lavado 1 es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5} * (1\ 584\ 505) - (7\ 912\ 969)}{2\ 813} \right)^2$$

$$n = 2,65 = 3$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 3 observaciones como mínimo para el proceso de Lavado 1.

En el proceso de Elevar el producto es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5 * (7\ 236) - (36\ 100)}}{190} \right)^2$$

$$n = 3,55 = 4$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 4 observaciones como mínimo para el proceso de Elevar el producto.

En el proceso de Desfogue de agua es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5 * (1\ 989\ 429) - (9\ 941\ 409)}}{3\ 153} \right)^2$$

$$n = 0,92 = 1$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 1 observación como mínimo para el proceso de Desfogue de agua.

En el proceso de Llenado de agua es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5 * (1\ 896\ 667) - (9\ 480\ 241)}}{3\ 079} \right)^2$$

$$n = 0,52 = 1$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 1 observación como mínimo para el proceso de Llenado de agua.

En el proceso de Lavado 2 es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5 * (1\ 896\ 667) - (9\ 480\ 241)}}{3\ 079} \right)^2$$

$$n = 2,98 = 3$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 3 observaciones como mínimo para el proceso de Lavado 2.

En el proceso de Elevar el producto es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5 * (60\ 588\ 143) - (302\ 377\ 321)}}{17\ 389} \right)^2$$

$$n = 4,21 = 5$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 5 observaciones como mínimo para el proceso de Elevar el producto.

En el proceso de Desfogue de agua es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5 * (1\ 972\ 634) - (9\ 859\ 600)}}{3\ 140} \right)^2$$

$$n = 0,58 = 1$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 1 observación como mínimo para el proceso de Desfogue de agua.

En el proceso de Llenado de agua es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5 * (1\ 972\ 779) - (9\ 853\ 321)}}{3\ 139} \right)^2$$

$$n = 1,72 = 2$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 2 observaciones como mínimo para el proceso de Llenado de agua.

En el proceso de Lavado 3 es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5 * (259\ 335\ 529) - (1\ 293\ 768\ 961)}}{35\ 969} \right)^2$$

$$n = 3,60 = 4$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 4 observaciones como mínimo para el proceso de Lavado 3.

En el proceso de Transporte hacia vehículo es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5} * (39\ 107) - (194\ 481)}{441} \right)^2$$

$$n = 8,67 = 9$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 9 observaciones como mínimo para el proceso de Transporte hacia vehículo.

En el proceso de Transporte hacia secado es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5} * (534\ 394) - (2\ 669\ 956)}{1\ 634} \right)^2$$

$$n = 1,21 = 2$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 2 observaciones como mínimo para el proceso de Transporte hacia secado.

En el proceso de Tendido es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5} * (534\ 943) - (2\ 673\ 225)}{1\ 635} \right)^2$$

$$n = 0,89 = 1$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 1 observación como mínimo para el proceso de Tendido.

En el proceso de Recogido es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5} * (1\ 029\ 849) - (5\ 148\ 361)}{2\ 269} \right)^2$$

$$n = 0,27 = 1$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 1 observación como mínimo para el proceso de Recogido.

En el proceso de Transporte hacia el molino es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5} * (2\ 070\ 595) - (10\ 310\ 521)}{3\ 211} \right)^2$$

$$n = 6,59 = 7$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 7 observaciones como mínimo para el proceso de Transporte hacia el molino.

En el proceso de Abastecer el molino es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5} * (4\ 428\ 331) - (22\ 099\ 401)}{4\ 701} \right)^2$$

$$n = 3,06 = 4$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 4 observaciones como mínimo para el proceso de Abastecer el molino.

En el proceso de Molienda es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5} * (814\ 748\ 585) - (4\ 055\ 524\ 489)}{63\ 683} \right)^2$$

$$n = 7,19 = 8$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 8 observaciones como mínimo para el proceso de Molienda.

En el proceso de Extracción del polvo es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5} * (5\ 162\ 010) - (25\ 725\ 184)}{5\ 072} \right)^2$$

$$n = 5,28 = 6$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 6 observaciones como mínimo para el proceso de Extracción del polvo.

En el proceso de Envasado es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5} * (11\ 466\ 531) - (57\ 320\ 041)}{7\ 571} \right)^2$$

$$n = 0,35 = 1$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 1 observación como mínimo para el proceso de Envasado.

En el proceso de Transporte al almacén es:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5 * (1\ 670\ 046) - (8\ 328\ 996)}}{2\ 886} \right)^2$$

$$n = 4,08 = 5$$

Con este cálculo se obtiene que es necesario contar con 5 observaciones como mínimo para el proceso de Transporte al almacén.

En la tabla 58 se realiza un resumen del cálculo de los números de observaciones por procesos según lo predeterminado por la OIT.

Tabla 58. Cálculo de los números de observaciones de toma de tiempos

PROCESOS	Cálculo	Nº de observaciones
LAVADO		
Transporte de materia prima seca	4,57	5
Clasificado de granos	3,84	4
Transporte hacia pozo 1	2,79	3
Transporte hacia pozo 2	6,28	7
Transporte hacia pozo 3	3,18	4
Lavado 1	2,65	3
Elevar el producto	3,55	4
Desfogue del agua	0,92	1
Llenado del agua	0,52	1
Lavado 2	2,98	3
Elevar el producto	4,21	5
Desfogue del agua	0,58	1
Llenado del agua	1,72	2
Lavado 3	3,60	4
Transporte hacia el vehículo	8,67	9
Transporte hacia secado	1,21	2
Tendido	0,89	1
Recogido	0,27	1
POLVEO		
Transporte	6,59	7
Abastecer el molino	3,06	4
Molienda	7,19	8
Extracción del polvo	5,28	6
Envasado	0,35	1
Transporte a almacén	4,08	5

En base a la tabla 58, se ha realizado la toma de tiempos propuestos, esto se va a observar en la tabla 59. Recordar que se producen tres lotes de 12 cilindros cada lote, el producto terminado es de un cilindro de 25 kg.

Tabla 59. Tomas de tiempo propuestos para el procesamiento de biofertilizante

PROCESOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Promedio
LAVADO										
Transporte de materia prima seca	590	522	528	567						552
Clasificado de granos	2 843	2 681	2 587	2 837	2 978					2 785
Transporte hacia pozo 1	157	150	139							149
Transporte hacia pozo 2	157	141	144	150	130	163	143			147
Transporte hacia pozo 3	151	134	149	146						145
Lavado 1	3 419	3 847	3 540							3 602
Elevar el producto	59	56	53	59						56
Desfogue del agua	911									911
Llenado del agua	915									915
Lavado 2	3 705	3 521	3 309							3 512
Elevar el producto	60	53	56	53	57					56
Desfogue del agua	942									942
Llenado del agua	905	938								921
Lavado 3	7 340	7 206	6 626	7 121						7 073
Transporte hacia el vehículo	146	128	123	143	123	93	80	83	95	113
Transporte hacia secado	506	507								506
Tendido	482									482
Recogido	681									681
POLVEO										
Transporte	1 047	1 029	920	923	899	632	593			863
Abastecer el molino	1 352	1 484	1 377	1 353						1 391
Molienda	18 623	17 688	20 841	17 976	20 397	187 632	19 742	19 624		40 315
Extracción del polvo	1 620	1 418	1 416	1 565	1 590	1 083				1 449
Envasado	2 280									2 280
Transporte a almacén	876	881	909	782	882					866

Cálculo del tiempo promedio observado

Con los valores de la tabla 59 se calculó el valor promedio del tiempo en segundos de los procesos.

Para el proceso de Transporte de materia prima seca

$$Tiempo_{promedio} = \frac{590 + 522 + 528 + 567}{4}$$

$$Tiempo_{promedio} = 552 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del proceso de Transporte de materia prima seca es de 552 segundos.

Para el proceso de Clasificado

$$Tiempo_{promedio} = \frac{2\ 843 + 2\ 681 + 2\ 587 + 2\ 837 + 2\ 978}{5}$$

$$Tiempo_{promedio} = 2\ 785 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del proceso de Clasificado es de 2 785 segundos.

Para transporte a Transporte hacia pozo 1

$$Tiempo_{promedio} = \frac{157 + 150 + 139}{3}$$

$$Tiempo_{promedio} = 149 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del transporte a Transporte hacia pozo 1 es de 149 segundos.

Para el proceso de Transporte hacia pozo 2

$$Tiempo_{promedio} = \frac{157 + 141 + 144 + 150 + 130 + 163 + 143}{7}$$

$$Tiempo_{promedio} = 147 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del proceso de Transporte hacia pozo 2 es de 147 segundos.

Para transporte a Transporte hacia pozo 3

$$Tiempo_{promedio} = \frac{151 + 134 + 149 + 146}{4}$$

$$Tiempo_{promedio} = 145 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del transporte a Transporte hacia pozo 3 es de 145 segundos.

Para proceso de Lavado 1

$$Tiempo_{promedio} = \frac{3\,419 + 3\,847 + 3\,540}{3}$$

$$Tiempo_{promedio} = 3\,602 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del proceso de Lavado 1 es de 3 602 segundos.

Para el proceso de Elevar el producto

$$Tiempo_{promedio} = \frac{59 + 56 + 53 + 59}{4}$$

$$Tiempo_{promedio} = 56 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del proceso de Elevar el producto es de 56 segundos.

Para proceso de Desfogue del agua

$$Tiempo_{promedio} = \frac{911}{1}$$

$$Tiempo_{promedio} = 911 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del proceso de Desfogue del agua es de 911 segundos.

Para el proceso de Llenado del agua

$$Tiempo_{promedio} = \frac{915}{1}$$

$$Tiempo_{promedio} = 915 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del proceso de Llenado del agua es de 915 segundos.

Para proceso de Lavado 2

$$Tiempo_{promedio} = \frac{3705 + 3521 + 3309}{3}$$

$$Tiempo_{promedio} = 3512 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del proceso de Lavado 2 es de 3 512 segundos.

Para el proceso de Elevar el producto

$$Tiempo_{promedio} = \frac{60 + 53 + 56 + 53 + 57}{5}$$

$$Tiempo_{promedio} = 56 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del proceso de Elevar el producto es de 56 segundos.

Para proceso de Desfogue del agua

$$Tiempo_{promedio} = \frac{942}{1}$$

$$Tiempo_{promedio} = 942 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del proceso de Desfogue del agua es de 942 segundos.

Para el proceso de Llenado del agua

$$Tiempo_{promedio} = \frac{905 + 938}{2}$$

$$Tiempo_{promedio} = 921 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del proceso de Llenado del agua es de 921 segundos.

Para proceso de Lavado 3

$$Tiempo_{promedio} = \frac{7\,340 + 7\,206 + 6\,626 + 7\,121}{4}$$

$$Tiempo_{promedio} = 7\,073 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del proceso de Lavado 3 es de 7 073 segundos.

Para el proceso de Transporte hacia vehículo

$$Tiempo_{promedio} = \frac{146 + 128 + 123 + 143 + 123 + 93 + 80 + 83 + 95}{9}$$

$$Tiempo_{promedio} = 113 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del proceso de Transporte hacia vehículo es de 113 segundos.

Para proceso de Transporte hacia secado

$$Tiempo_{promedio} = \frac{506 + 507}{2}$$

$$Tiempo_{promedio} = 506 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del proceso de Transporte hacia secado es de 506 segundos.

Para el proceso de Tendido

$$Tiempo_{promedio} = \frac{842}{1}$$

$$Tiempo_{promedio} = 842 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del proceso de Tendido es de 842 segundos.

Para el proceso de Recogido

$$Tiempo_{promedio} = \frac{681}{1}$$

$$Tiempo_{promedio} = 681 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del proceso de Recogido es de 681 segundos.

Para proceso de Transporte hacia el molino

$$Tiempo_{promedio} = \frac{1\,047 + 1\,029 + 920 + 923 + 899 + 932 + 1\,093}{7}$$

$$Tiempo_{promedio} = 977 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del proceso de Transporte hacia el molino es de 977 segundos.

Para el proceso de Abastecer el molino

$$Tiempo_{promedio} = \frac{1\,352 + 1\,484 + 1\,377 + 1\,353}{4}$$

$$Tiempo_{promedio} = 1\,391 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del proceso de Abastecer el molino es de 1 391 segundos.

Para proceso de Molienda

$$Tiempo_{promedio} = \frac{18\,623 + 17\,688 + 20\,841 + 17\,976 + 20\,397 + 18\,632 + 19\,742 + 19\,624}{8}$$

$$Tiempo_{promedio} = 19\,190 \text{ segundos}$$

El tiempo promedio del proceso de Molienda es de 19 190 segundos.

Para el proceso de Extracción de polvo

$$Tiempo_{promedio} = \frac{1\ 620 + 1\ 418 + 1\ 416 + 1\ 565 + 1\ 590 + 1\ 083}{6}$$

$$Tiempo_{promedio} = 1\ 449\ segundos$$

El tiempo promedio del proceso de Extracción de polvo es de 1 449 segundos.

Para proceso de Envasado

$$Tiempo_{promedio} = \frac{2\ 280}{1}$$

$$Tiempo_{promedio} = 2\ 280\ segundos$$

El tiempo promedio del proceso de Envasado es de 2 280 segundos.

Para el proceso de Transporte al almacén

$$Tiempo_{promedio} = \frac{876 + 881 + 909 + 782 + 882}{5}$$

$$Tiempo_{promedio} = 866\ segundos$$

El tiempo promedio del proceso de Transporte al almacén es de 866 segundos.

En la tabla 60 se resumen los tiempos promedios en segundos de los procesos calculados anteriormente.

Tabla 60. Tomas de tiempo propuesto para el procesamiento de biofertilizante

PROCESOS	Promedio
LAVADO	
Transporte de materia prima seca	552
Clasificado de granos	2 785
Transporte hacia pozo 1	149
Transporte hacia pozo 2	147
Transporte hacia pozo 3	145
Lavado 1	3 602
Elevar el producto	56
Desfogue del agua	911
Llenado del agua	915
Lavado 2	3 512
Elevar el producto	56
Desfogue del agua	942
Llenado del agua	921
Lavado 3	7 073
Transporte hacia el vehículo	113
Transporte hacia secado	506
Tendido	482
Recogido	681
POLVEO	
Transporte	977
Abastecer el molino	1 391
Molienda	19 190
Extracción del polvo	1 449
Envasado	2 280
Transporte a almacén	866

Factor de valoración

El factor de valoración según la calificación de Westinghouse, que es el método más completo y el más utilizado, este método se basa en cuatro factores que son la habilidad, que es la destreza del operario para realizar el trabajo, el esfuerzo, que es el empeño del trabajador en realizar sus labores, las condiciones, son las condiciones que afectan directamente al operario como la temperatura, el ruido, la luz y la ventilación, y la consistencia, que es la forma repetida de acción del trabajador de un determinado trabajo.

Tabla 61. Factor de valoración de las tareas

FACTOR DE VALORACIÓN / TAREA		
HABILIDAD		
Superior	A1	0.15
Superior	A2	0.13
Excelente	B1	0.11
Excelente	B2	0.08
Buena	C1	0.06
Buena	C2	0.03
Media	D	0
Aceptable	E1	-0.05
Aceptable	E2	-0.1
Malo	F1	-0.16
Malo	F2	-0.22
ESFUERZO		
Superior	A1	0.13
Superior	A2	0.12
Excelente	B1	0.1
Excelente	B2	0.08
Buena	C1	0.05
Buena	C2	0.02
Media	D	0
Aceptable	E1	-0.04
Aceptable	E2	-0.08
Malo	F1	-0.12
Malo	F2	-0.17
CONDICIONES		
Ideales	A	0.06
Excelente	B	0.04
Buenas	C	0.02
Medias	D	0
Aceptables	E	-0.03
Malas	F	-0.07
CONSISTENCIA		
Perfecta	A	0.04
Excelente	B	0.03
Buena	C	0.01
Media	D	0
Aceptable	E	-0.02
Mala	F	-0.04

Fuente: OIT [25]

Con respecto a la tabla 61 se determinaron los factores de valoración por cada proceso y se obtiene una valoración total mostrados en la tabla 62.

Tabla 62. Factor de valoración de los procesos

PROCESOS	Factor de valoración												Valoración total
	Habilidad			Esfuerzo			Condiciones			Consistencia			
LAVADO													
Transporte de materia prima seca	0,03	C2	Buena	0,02	C2	Buena	0	D	Regulares	0,01	C	Buena	0,06
Clasificado de granos	0,03	C2	Buena	0	D	Regular	0,02	C	Buenas	0,01	C	Buena	0,06
Transporte hacia pozo 1	0,03	C2	Buena	0	D	Regular	0	D	Regulares	0	D	Regular	0,03
Transporte hacia pozo 2	0	D	Regular	0,02	C2	Buena	0,02	C	Buenas	0	D	Regular	0,04
Transporte hacia pozo 3	0,03	C2	Buena	0	D	Regular	0	D	Regulares	0	D	Regular	0,03
Lavado 1	0,03	C2	Buena	0,02	C2	Buena	0	D	Regulares	0	D	Regular	0,05
Elevar el producto	0	D	Regular	0,02	C2	Buena	0,02	C	Buenas	0	D	Regular	0,04
Desfogue del agua	0,03	C2	Buena	0	D	Regular	0	D	Regulares	0,01	C	Buena	0,04
Llenado del agua	0,03	C2	Buena	0,02	C2	Buena	0,02	C	Buenas	0	D	Regular	0,07
Lavado 2	0	D	Regular	0	D	Regular	0	D	Regulares	0,01	C	Buena	0,01
Elevar el producto	0,03	C2	Buena	0	D	Regular	0	D	Regulares	0	D	Regular	0,03
Desfogue del agua	0	D	Regular	0,02	C2	Buena	0,02	C	Buenas	0	D	Regular	0,04
Llenado del agua	0	D	Regular	0	D	Regular	0	D	Regulares	0,01	C	Buena	0,01
Lavado 3	0	D	Regular	0	D	Regular	0	D	Regulares	0,01	C	Buena	0,01
Transporte hacia el vehículo	0,03	C2	Buena	0,02	C2	Buena	0,02	C	Buenas	0	D	Regular	0,07
Transporte hacia secado	0	D	Regular	0	D	Regular	0	D	Regulares	0,01	C	Buena	0,01
Tendido	0	D	Regular	0,02	C2	Buena	0	D	Regulares	0	D	Regular	0,02
Recogido	0,03	C2	Buena	0	D	Regular	0,02	C	Buenas	0	D	Regular	0,05
POLVEO													
Transporte	0	D	Regular	0,02	C2	Buena	0,02	C	Buenas	0	D	Regular	0,04
Abastecer el molino	0,03	C2	Buena	0	D	Regular	0	D	Regulares	0	D	Regular	0,03
Molienda	0	D	Regular	0	D	Regular	0,02	C	Buenas	0,01	C	Buena	0,03
Extracción del polvo	0,03	C2	Buena	0,02	C2	Buena	0	D	Regulares	0	D	Regular	0,05
Envasado	0	D	Regular	0	D	Regular	0,02	C	Buenas	0,01	C	Buena	0,03
Transporte a almacén	0	D	Regular	0,02	C2	Buena	0	D	Regulares	0,01	C	Buena	0,03

Tolerancias suplementarias

Las tolerancias suplementarias establecidas por la OIT se detallan en la tabla 63, en el cual se diferencia si el trabajador es hombre o mujer, debido a que son tolerancias por descanso y a las diversas condiciones de trabajo para la realización de sus labores.

Tabla 63. Tiempos de tolerancias

TABLA DE TOLERANCIAS DE LA OIT						
TOLERANCIAS por descanso		HOMBRE (%)	MUJER (%)			
1	Tolerancias Constantes			2.E.2. Regular	2-4	2-4
	1.A. Tolerancias personales	5	7	2.E.3. Desfavorable	4-7	4-7
	1.B. Tolerancias Básico por fatiga	4	4	2.E.4 Muy desfavorable	7-10	7-10
2	Tolerancias Variables			2.F. Mucha atención		
	2.A. Tolerancia Estándar	4	4	2.F.1 Moderadamente fino	0	0
	2.B. Tolerancia por posición Normal			2.F.2 Fino a de precisión	2	2
	2.B.1. Ligeramente molesto	0	1	2.F.3 Muy fino o muy preciso	5	5
	2.B.2 Molesto (encorvado)	2	3	2.G. Nivel de Ruido		
	2.B.3 Muy molesto (acostado o estirado)	7	7	2.G.1 Continuo	0	0
	2.C. Empleo de fuerza o energía muscular			2.G.2 Intermitente ruidoso	2	2
		2,5	0	2.G.3 Intermitente muy ruidoso	5	5
		5	1	2.G.4 De alta frecuencia-ruido	5	5
		7,5	2	2.H. Esfuerzo Mental		
		10	2	2.H.1 Proceso moderadamente completo	0	0
		12,5	3	2.H.2 Complejo o que requiere alta atención	2	2
		15	3	2.H.3 Muy complejo	5	5
		17,5	7	2.I. Monotonía		
		20	9	2.I.1 Poca	0	0
		22,5	11	2.I.2 Moderada	2	2
		25	13	2.I.3 Excesiva	5	5
		30	17	2.J. Tediosa		
		35,5	22	2.J.1 Algo tedioso	0	0
	2.D. Mala Iluminación			2.J.2 Tedioso	2	2
	2.D.1 Ligeramente debajo	0	0	2.J.3 Muy tedioso	5	5
	2.D.2 Muy bajo	2	2	Tolerancias de Contingencia		
	2.D.3 Sumamente inadecuado	5	5	Por pausas activas	1	
	2.E. Condiciones Atmosféricas (calor y humedad)			Tolerancias Especiales	Limpieza de fajas	0
	2.E.1 Favorable	0-2	0-2		Lavado de guantes y marroquines	0

Fuente: OIT [25]

En base a la tabla 63 se asignaron las tolerancias por cada proceso y de acuerdo al género del trabajador, y con la suma se obtuvo el total de los tiempos suplementarios, el cual se observa en la tabla 64.

Tabla 64. Factor de tolerancias suplementarias para los procesos

PROCESOS	Tolerancias por descanso												Tolerancias especiales	TOTAL	Suplementos	
	Tolerancias constantes		Tolerancias variables													
	1.A	1.B	2.A	2.B	2.C	2.D	2.E	2.F	2.G	2.H	2.I	2.J				
LAVADO																
Transporte de materia prima seca	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	17	0,17	
Clasificado de granos	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	17	0,17	
Transporte hacia pozo 1	5	4	4	0	22	0	0	0	0	0	2	2	0	39	0,39	
Transporte hacia pozo 2	5	4	4	0	22	0	0	0	0	0	2	2	0	39	0,39	
Transporte hacia pozo 3	5	4	4	0	22	0	0	0	0	0	2	2	0	39	0,39	
Lavado 1	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	17	0,17	
Elevar el producto	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	17	0,17	
Desfogue del agua	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	17	0,17	
Llenado del agua	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	17	0,17	
Lavado 2	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	17	0,17	
Elevar el producto	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	17	0,17	
Desfogue del agua	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	17	0,17	
Llenado del agua	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	17	0,17	
Lavado 3	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	17	0,17	
Transporte hacia el vehículo	5	4	4	2	22	0	0	0	0	0	2	2	0	41	0,41	
Transporte hacia secado	5	4	4	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	41	0,19	
Tendido	5	4	4	0	22	0	0	0	0	0	2	2	0	39	0,39	
Recogido	5	4	4	0	22	0	0	0	0	0	2	2	0	39	0,39	
POLVEO																
Transporte	5	4	4	0	22	0	0	0	0	0	2	2	0	39	0,39	

Abastecer el molino	5	4	4	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0	19	0,19
Molienda	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	17	0,17
Extracción del polvo	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	17	0,17
Envasado	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	17	0,17
Transporte a almacén	5	4	4	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0	19	0,19

Cálculo del tiempo estándar

La fórmula del cálculo del tiempo estándar que estableció la OIT es:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

Para el proceso de Transporte de materia prima seca:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,17) * ((1 + 0,06) * 552)$$

$$Tiempo\ estándar = 684\ segundos$$

El tiempo estándar para el proceso de Transporte de materia prima seca es de 1 061 segundos.

Para el proceso de Clasificado:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,17) * ((1 + 0,06) * 2\ 785)$$

$$Tiempo\ estándar = 3\ 454\ segundos$$

El tiempo estándar para el proceso de Clasificado es de 5 386 segundos.

Para el transporte a Transporte hacia pozo 1:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,39) * ((1 + 0,03) * 149)$$

$$Tiempo\ estándar = 213\ segundos$$

El tiempo estándar para el transporte a Transporte hacia pozo 1 es de 213 segundos.

Para el proceso de Transporte hacia pozo 2:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,39) * ((1 + 0,05) * 147)$$

$$Tiempo\ estándar = 212\ segundos$$

El tiempo estándar para el proceso de Transporte hacia pozo 2 es de 212 segundos.

Para el proceso de Transporte hacia pozo 3:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,39) * ((1 + 0,05) * 145)$$

$$Tiempo\ estándar = 208\ segundos$$

El tiempo estándar para el proceso de Transporte hacia pozo 3 es de 208 segundos.

Para el Lavado 1:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,30) * ((1 + 0,04) * 3\ 602)$$

$$Tiempo\ estándar = 4\ 425\ segundos$$

El tiempo estándar para el Lavado 1 es de 4 425 segundos.

Para el proceso de Elevar el producto:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,17) * ((1 + 0,04) * 56)$$

$$Tiempo\ estándar = 68\ segundos$$

El tiempo estándar para el proceso de Elevar el producto es de 68 segundos.

Para el proceso de Desfogue del agua:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,17) * ((1 + 0,07) * 911)$$

$$Tiempo\ estándar = 1\ 108\ segundos$$

El tiempo estándar para el proceso de Desfogue del agua es de 1 108 segundos.

Para el proceso de Llenado del agua:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,17) * ((1 + 0,03) * 915)$$

$$Tiempo\ estándar = 1\ 145\ segundos$$

El tiempo estándar para el proceso de Llenado del agua es de 1 145 segundos.

Para el Lavado 2:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,17) * ((1 + 0,01) * 3\ 512)$$

$$Tiempo\ estándar = 4\ 150\ segundos$$

El tiempo estándar para el Lavado 2 es de 4 150 segundos.

Para el proceso de Elevar el producto:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,17) * ((1 + 0,03) * 56)$$

$$Tiempo\ estándar = 67\ segundos$$

El tiempo estándar para el proceso de Elevar el producto es de 67 segundos.

Para el proceso de Desfogue del agua:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,17) * ((1 + 0,04) * 943)$$

$$Tiempo\ estándar = 1\ 164\ segundos$$

El tiempo estándar para el proceso de Desfogue del agua es de 1 164 segundos.

Para el proceso de Llenado del agua:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,17) * ((1 + 0,01) * 921)$$

$$Tiempo\ estándar = 1\ 088\ segundos$$

El tiempo estándar para el proceso de Llenado del agua es de 1 088 segundos.

Para el Lavado 3:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,17) * ((1 + 0,01) * 7\ 073)$$

$$Tiempo\ estándar = 8\ 358\ segundos$$

El tiempo estándar para el Lavado 3 es de 8 358 segundos.

Para el proceso de Transporte hacia el vehículo:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,41) * ((1 + 0,07) * 113)$$

$$Tiempo\ estándar = 170\ segundos$$

El tiempo estándar para el proceso de Transporte hacia el vehículo es de 170 segundos.

Para el proceso de Transporte hacia secado:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,41) * ((1 + 0,01) * 506)$$

$$Tiempo\ estándar = 608\ segundos$$

El tiempo estándar para el proceso de Transporte hacia secado es de 608 segundos.

Para el transporte a Tendido:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,39) * ((1 + 0,02) * 482)$$

$$Tiempo\ estándar = 683\ segundos$$

El tiempo estándar para el transporte a Tendido es de 683 segundos.

Para el proceso de Recogido:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,39) * ((1 + 0,05) * 681)$$

$$Tiempo\ estándar = 994\ segundos$$

El tiempo estándar para el proceso de Recogido es de 994 segundos.

Para el proceso de Transporte:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,39) * ((1 + 0,04) * 977)$$

$$Tiempo\ estándar = 1\ 413\ segundos$$

El tiempo estándar para el proceso de Transporte es de 1 413 segundos.

Para el proceso de Abastecer el molino:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,19) * ((1 + 0,03) * 1\ 391)$$

$$Tiempo\ estándar = 1\ 705\ segundos$$

El tiempo estándar para el proceso de Abastecer el molino es de 1 705 segundos.

Para el transporte a Molienda:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,17) * ((1 + 0,03) * 19\ 190)$$

$$Tiempo\ estándar = 23\ 126\ segundos$$

El tiempo estándar para el transporte a Molienda es de 23 126 segundos.

Para el proceso de Extracción del polvo:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,17) * ((1 + 0,05) * 1\ 449)$$

$$Tiempo\ estándar = 1\ 779\ segundos$$

El tiempo estándar para el proceso de Extracción del polvo es de 1 779 segundos.

Para el transporte a Envasado:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,17) * ((1 + 0,03) * 2\ 280)$$

$$Tiempo\ estándar = 2\ 748\ segundos$$

El tiempo estándar para el transporte a Envasado es de 2 748 segundos.

Para el proceso de Transporte al almacén:

$$Tiempo\ estándar = (1 + suplemento) * ((1 + valoración) * Tiempo_{promedio})$$

$$Tiempo\ estándar = (1 + 0,19) * ((1 + 0,03) * 866)$$

$$Tiempo\ estándar = 1\ 061\ segundos$$

El tiempo estándar para el proceso de Transporte al almacén es de 1 061 segundos.

En la tabla 65 se detalla el resumen de los tiempos estándar de cada proceso, el cuello de botella sigue siendo el proceso de lavado con 22 189 segundos por tres lotes de 12 cilindros cada lote.

Tabla 65. Cálculo del tiempo estándar propuesto por actividades

Actividades	Tiempo estándar (seg)
LAVADO	
Transporte de materia prima seca	684
Clasificado de granos	3 454
Transporte hacia pozo 1	213
Transporte hacia pozo 2	212
Transporte hacia pozo 3	208
Lavado 1	4 425
Elevar el producto	68
Desfogue del agua	1 108
Llenado del agua	1 145
Lavado 2	4 150
Elevar el producto	67
Desfogue del agua	1 146
Llenado del agua	1 088
Lavado 3	8 358
Transporte hacia el vehículo	170
Transporte hacia secado	608
Tendido	683
Recogido	994
POLVEO	
Transporte	1 413
Abastecer el molino	1 705
Molienda	23 126
Extracción del polvo	1 779
Envasado	2 748
Transporte a almacén	1 061

Establecimiento de rendimientos

Se realizó un establecimiento de rendimientos físicos en el procesamiento de biofertilizantes, donde los procesos que tienen mermas son el clasificado, los lavados, el secado y las moliendas, se realizó en base a la investigación de Silva [26]. Se debe tener un mayor control en los procesos de lavado, debido que estos procesos son críticos para la calidad del producto terminado. En la figura 27 se establece un modelo del balance de masa propuesto adecuado al tiempo estándar calculado en la tabla 65.

Figura 27. Balance de masa del proceso productivo de biofertilizante

Este balance de masa se establece como una medida de control del producto en proceso y con ello evitar algún desvío respecto a los rendimientos de los procesos y a sus respectivas mermas.

3.2.1.4. Balance de línea

El balance de línea se realizó con la finalidad de definir el número de operarios por procesos para obtener un flujo de producción continuo, en base a la cantidad de producto final deseado. Teniendo en cuenta la tabla 66 se resumen las actividades en procesos y se obtienen los tiempos estándar por cada uno de ellos.

Tabla 66. Cálculo del tiempo estándar propuesto por procesos

PROCESOS	Tiempo estándar (seg)
Recepción de MP	684
Clasificado	3 454
Lavado 1	5 058
Lavado 2	6 472
Lavado 3	10 660
Secado	2 455
Molienda	26 244
Envasado	4 527
Almacenamiento	1 061

Ritmos de operación por proceso

Los ritmos de operación se determinan de acuerdo al avance de una persona promedio para la realización de las labores, por lo cual será calculado en cada proceso antes descrito en base al tiempo estándar hallado previamente.

Recepción de MP

Para el proceso de Recepción de materia prima se debe tomar en cuenta el tiempo estándar calculado en la tabla 63 y en el peso de 36 cilindros de producto terminado que pesa 25 kg. Cabe recordar que el tiempo estándar se encuentra calculado a tres lotes que comprenden 36 cilindros.

$$\begin{aligned} \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \frac{\text{kg}}{\text{cilindro}} * 36 \text{ cilindros}}{TE_{\text{Selección}}} \\ \text{Ritmo operación} &= \frac{900 \text{ kg}}{684 \text{ s} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}} \\ \text{Ritmo operación} &= 4\,735,97 \text{ kg/hora} \end{aligned}$$

El ritmo de operación del proceso de Recepción de materia prima es de 4 735,97 kilogramos por hora.

Clasificado

Para el proceso de Clasificado se debe tomar en cuenta el tiempo estándar calculado en la tabla 63 y en el peso de 36 cilindros de producto terminado que pesa 25 kg. Cabe recordar que el tiempo estándar se encuentra calculado a tres lotes que comprenden 36 cilindros.

$$\begin{aligned} \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \frac{\text{kg}}{\text{cilindro}} * 36 \text{ cilindros}}{TE_{\text{Selección}}} \\ \text{Ritmo operación} &= \frac{900 \text{ kg}}{3\,454 \text{ s} * \frac{1 \text{ h}}{3\,600 \text{ s}}} \\ \text{Ritmo operación} &= 938,09 \text{ kg/hora} \end{aligned}$$

El ritmo de operación del proceso de Clasificado es de 938,09 kilogramos por hora.

Lavado 1

Para el proceso de Lavado 1 se debe tomar en cuenta el tiempo estándar calculado en la tabla 63 y en el peso de 36 cilindros de producto terminado que pesa 25 kg. Cabe recordar que el tiempo estándar se encuentra calculado a tres lotes que comprenden 36 cilindros.

$$\begin{aligned} \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \frac{\text{kg}}{\text{cilindro}} * 36 \text{ cilindros}}{TE_{\text{Selección}}} \\ \text{Ritmo operación} &= \frac{900 \text{ kg}}{5\,058 \text{ s} * \frac{1 \text{ h}}{3\,600 \text{ s}}} \\ \text{Ritmo operación} &= 640,60 \text{ kg/hora} \end{aligned}$$

El ritmo de operación del proceso de Lavado 1 es de 640,60 kilogramos por hora.

Lavado 2

Para el proceso de Lavado 2 se debe tomar en cuenta el tiempo estándar calculado en la tabla 63 y en el peso de 36 cilindros de producto terminado que pesa 25 kg. Cabe recordar que el tiempo estándar se encuentra calculado a tres lotes que comprenden 36 cilindros.

$$\begin{aligned} \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \frac{\text{kg}}{\text{cilindro}} * 36 \text{ cilindros}}{TE_{\text{Selección}}} \\ \text{Ritmo operación} &= \frac{900 \text{ kg}}{6\,472 \text{ s} * \frac{1 \text{ h}}{3\,600 \text{ s}}} \\ \text{Ritmo operación} &= 500,65 \text{ kg/hora} \end{aligned}$$

El ritmo de operación del proceso de Lavado 2 es de 500,65 kilogramos por hora.

Lavado 3

Para el proceso de Lavado 3 se debe tomar en cuenta el tiempo estándar calculado en la tabla 63 y en el peso de 36 cilindros de producto terminado que pesa 25 kg. Cabe recordar que el tiempo estándar se encuentra calculado a tres lotes que comprenden 36 cilindros.

$$\begin{aligned} \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \frac{\text{kg}}{\text{cilindro}} * 36 \text{ cilindros}}{TE_{\text{Selección}}} \\ \text{Ritmo operación} &= \frac{900 \text{ kg}}{10\,660 \text{ s} * \frac{1 \text{ h}}{3\,600 \text{ s}}} \\ \text{Ritmo operación} &= 303,94 \text{ kg/hora} \end{aligned}$$

El ritmo de operación del proceso de Lavado 3 es de 303,94 kilogramos por hora.

Secado

Para el proceso de Secado se debe tomar en cuenta el tiempo estándar calculado en la tabla 63 y en el peso de 36 cilindros de producto terminado que pesa 25 kg. Cabe recordar que el tiempo estándar se encuentra calculado a tres lotes que comprenden 36 cilindros.

$$\text{Ritmo operación} = \frac{25 \frac{\text{kg}}{\text{cilindro}} * 36 \text{ cilindros}}{TE_{\text{Selección}}}$$

$$\text{Ritmo operación} = \frac{900 \text{ kg}}{2\,455 \text{ s} * \frac{1 \text{ h}}{3\,600 \text{ s}}}$$

$$\text{Ritmo operación} = 1\,319,87 \text{ kg/hora}$$

El ritmo de operación del proceso de Secado es de 1 319,87 kilogramos por hora.

Molienda

Para el proceso de Molienda se debe tomar en cuenta el tiempo estándar calculado en la tabla 63 y en el peso de 36 cilindros de producto terminado que pesa 25 kg. Cabe recordar que el tiempo estándar se encuentra calculado a tres lotes que comprenden 36 cilindros.

$$\text{Ritmo operación} = \frac{25 \frac{\text{kg}}{\text{cilindro}} * 36 \text{ cilindros}}{TE_{\text{Selección}}}$$

$$\text{Ritmo operación} = \frac{900 \text{ kg}}{26\,244 \text{ s} * \frac{1 \text{ h}}{3\,600 \text{ s}}}$$

$$\text{Ritmo operación} = 123,46 \text{ kg/hora}$$

El ritmo de operación del proceso de Molienda es de 123,46 kilogramos por hora.

Envasado

Para el proceso de Envasado se debe tomar en cuenta el tiempo estándar calculado en la tabla 63 y en el peso de 36 cilindros de producto terminado que pesa 25 kg. Cabe recordar que el tiempo estándar se encuentra calculado a tres lotes que comprenden 36 cilindros.

$$\text{Ritmo operación} = \frac{25 \frac{\text{kg}}{\text{cilindro}} * 36 \text{ cilindros}}{TE_{\text{Selección}}}$$

$$\text{Ritmo operación} = \frac{900 \text{ kg}}{4\,527 \text{ s} * \frac{1 \text{ h}}{3\,600 \text{ s}}}$$

$$\text{Ritmo operación} = 715,69 \text{ kg/hora}$$

El ritmo de operación del proceso de Envasado es de 715,69 kilogramos por hora.

Almacenamiento

Para el proceso de Almacenamiento se debe tomar en cuenta el tiempo estándar calculado en la tabla 63 y en el peso de 36 cilindros de producto terminado que pesa 25 kg. Cabe recordar que el tiempo estándar se encuentra calculado a tres lotes que comprenden 36 cilindros.

$$\text{Ritmo operación} = \frac{25 \frac{\text{kg}}{\text{cilindro}} * 36 \text{ cilindros}}{TE_{\text{Selección}}}$$

$$\text{Ritmo operación} = \frac{900 \text{ kg}}{1\ 061 \text{ s} * \frac{1 \text{ h}}{3\ 600 \text{ s}}}$$

$$\text{Ritmo operación} = 3\ 053,12 \text{ kg/hora}$$

El ritmo de operación del proceso de Almacenamiento es de 3 053,12 kilogramos por hora.

En la tabla 67 se detalla los ritmos de operación por procesos calculado anteriormente.

Tabla 67. Ritmo de operación de los procesos

PROCESOS	Ritmos de operación (Kg/hora.op)
Recepción de MP	4 735,97
Clasificado	938,09
Lavado 1	640,60
Lavado 2	500,65
Lavado 3	303,94
Secado	1 319,87
Molienda	123,46
Envasado	715,69
Almacenamiento	3 053,12

Cálculo del rendimiento por procesos

Para determinar los operarios por procesos, se realizó un rendimiento físico por proceso de acuerdo a la figura 27, donde solo existirán mermas un máximo del

7% en todo el proceso obteniendo como 36 cilindros de 25 kg cada uno, como se muestra en la tabla 68.

Tabla 68. Rendimiento físico por procesos

PROCESOS	INGRESO (kg)	SALIDA (kg)	RENDIMIENTO
Recepción de MP	960	960	100,00%
Clasificado	960	926	96,50%
Lavado 1	926	960	103,61%
Lavado 2	960	993	103,42%
Lavado 3	993	1 046	105,38%
Secado	1 046	923	88,19%
Molienda	923	913	98,92%
Envasado	913	913	100,00%
Almacenamiento	913	913	100,00%

Cálculo de número de operarios por proceso

El número de operarios por proceso se calculó con la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\text{Ingreso} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{hora}} \right)}{\text{Ritmos de operación} \left(\frac{\text{kg}}{\text{hora. oper}} \right)}$$

Recepción de MP

Para el proceso de recepción de materia prima se tomó en cuenta el ingreso de cada proceso de la tabla 68 entre las 8 horas de trabajo al día, sobre los ritmos de operación de cada proceso detallados en la tabla 67.

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\text{Ingreso} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{hora}} \right)}{\text{Ritmos de operación} \left(\frac{\text{kg}}{\text{hora. oper}} \right)}$$

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\frac{960 \text{ Kg}}{8 \text{ horas}}}{4\,735,97 \frac{\text{kg}}{\text{hora. oper}}} = 0,03 = 1 \text{ operario}$$

El número de operarios calculado en el proceso de recepción de materia prima es de 1.

Clasificado

Para el proceso de clasificado se tomó en cuenta el ingreso de cada proceso de la tabla 68 entre las 8 horas de trabajo al día, sobre los ritmos de operación de cada proceso detallados en la tabla 67.

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\text{Ingreso } \left(\frac{\text{Kg}}{\text{hora}} \right)}{\text{Ritmos de operación } \left(\frac{\text{kg}}{\text{hora. oper}} \right)}$$

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\frac{960 \text{ Kg}}{8 \text{ horas}}}{938,09 \frac{\text{kg}}{\text{hora. oper}}} = 0,13 = 1 \text{ operario}$$

El número de operarios calculado en el proceso de Clasificado es de 1.

Lavado 1

Para el proceso de lavado 1 se tomó en cuenta el ingreso de cada proceso de la tabla 68 entre las 8 horas de trabajo al día, sobre los ritmos de operación de cada proceso detallados en la tabla 67.

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\text{Ingreso } \left(\frac{\text{Kg}}{\text{hora}} \right)}{\text{Ritmos de operación } \left(\frac{\text{kg}}{\text{hora. oper}} \right)}$$

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\frac{926 \text{ Kg}}{8 \text{ horas}}}{640,60 \frac{\text{kg}}{\text{hora. oper}}} = 0,18 = 1 \text{ operario}$$

El número de operarios calculado en el proceso de lavado 1 es de 1.

Lavado 2

Para el proceso de lavado 2 se tomó en cuenta el ingreso de cada proceso de la tabla 68 entre las 8 horas de trabajo al día, sobre los ritmos de operación de cada proceso detallados en la tabla 67.

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\text{Ingreso } \left(\frac{Kg}{\text{hora}} \right)}{\text{Ritmos de operación } \left(\frac{kg}{\text{hora. oper}} \right)}$$

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\frac{960 \text{ Kg}}{8 \text{ horas}}}{500,65 \frac{kg}{\text{hora. oper}}} = 0,24 = 1 \text{ operario}$$

El número de operarios calculado en el proceso de lavado 2 es de 1.

Lavado 3

Para el proceso de lavado 3 se tomó en cuenta el ingreso de cada proceso de la tabla 68 entre las 8 horas de trabajo al día, sobre los ritmos de operación de cada proceso detallados en la tabla 67.

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\text{Ingreso } \left(\frac{Kg}{\text{hora}} \right)}{\text{Ritmos de operación } \left(\frac{kg}{\text{hora. oper}} \right)}$$

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\frac{993 \text{ Kg}}{8 \text{ horas}}}{303,94 \frac{kg}{\text{hora. oper}}} = 0,41 = 1 \text{ operario}$$

El número de operarios calculado en el proceso de lavado 3 es de 1.

Secado

Para el proceso de secado se tomó en cuenta el ingreso de cada proceso de la tabla 68 entre las 8 horas de trabajo al día, sobre los ritmos de operación de cada proceso detallados en la tabla 67.

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\text{Ingreso } \left(\frac{Kg}{\text{hora}}\right)}{\text{Ritmos de operación } \left(\frac{kg}{\text{hora. oper}}\right)}$$

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\frac{1\,046\, Kg}{8\, \text{horas}}}{1\,319,87 \frac{kg}{\text{hora. oper}}} = 0,10 = 1 \text{ operario}$$

El número de operarios calculado en el proceso de secado es de 1.

Molienda

Para el proceso de molienda se tomó en cuenta el ingreso de cada proceso de la tabla 68 entre las 8 horas de trabajo al día, sobre los ritmos de operación de cada proceso detallados en la tabla 67.

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\text{Ingreso } \left(\frac{Kg}{\text{hora}}\right)}{\text{Ritmos de operación } \left(\frac{kg}{\text{hora. oper}}\right)}$$

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\frac{923\, Kg}{8\, \text{horas}}}{123,46 \frac{kg}{\text{hora. oper}}} = 0,93 = 1 \text{ operario}$$

El número de operarios calculado en el proceso de molienda es de 1.

Envasado

Para el proceso de envasado se tomó en cuenta el ingreso de cada proceso de la tabla 68 entre las 8 horas de trabajo al día, sobre los ritmos de operación de cada proceso detallados en la tabla 67.

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\text{Ingreso } \left(\frac{Kg}{\text{hora}}\right)}{\text{Ritmos de operación } \left(\frac{kg}{\text{hora. oper}}\right)}$$

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\frac{913\, Kg}{8\, \text{horas}}}{715,69 \frac{kg}{\text{hora. oper}}} = 0,16 = 1 \text{ operario}$$

El número de operarios calculado en el proceso de envasado es de 1.

Almacenamiento

Para el proceso de almacenamiento se tomó en cuenta el ingreso de cada proceso de la tabla 68 entre las 8 horas de trabajo al día, sobre los ritmos de operación de cada proceso detallados en la tabla 67.

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\text{Ingreso } \left(\frac{Kg}{hora}\right)}{\text{Ritmos de operación } \left(\frac{kg}{hora.oper}\right)}$$

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{\frac{913 \text{ Kg}}{8 \text{ horas}}}{3\ 053,12 \frac{kg}{hora.oper}} = 0,04 = 1 \text{ operario}$$

El número de operarios calculado en el proceso de almacenamiento es de 1.

En la tabla 69 se detalla el número de operarios por proceso calculado anteriormente, y donde se observa que se necesitarían 6 operarios para el proceso de biofertilizantes a base de algas marinas.

Tabla 69. Cálculo de los números de operarios por procesos

PROCESOS	INGRESO (kg/h)	Ritmos de operación (Kg/hora.op)	N° operarios	N° operarios
Recepción de MP	120,00	4 735,97	0,03	1
Clasificado	120,00	938,09	0,13	
Lavado 1	115,80	640,60	0,18	2
Lavado 2	119,98	500,65	0,24	
Lavado 3	124,09	303,94	0,41	
Secado	130,77	1 319,87	0,10	1
Molienda	115,32	123,46	0,93	1
Envasado	114,08	715,69	0,16	1
Almacenamiento	114,08	3 053,12	0,04	
				6

3.2.1.5. Plan de capacitaciones

Se propone la capacitación del personal con el objetivo de desarrollar las competencias necesarias para el manejo de un adecuado criterio de producción, productividad y calidad, por parte del personal operativo que interviene a lo largo del proceso productivo. La tabla 70 muestra el cronograma de actividades propuestas y consideradas como necesarias para los propósitos anteriormente mencionados.

Tabla 70. Cronograma de capacitaciones

TEMAS	AÑO 1						DIRIGIDO:	COSTO (S/)	OBJETIVO	DURACIÓN
	E	F	M	A	M	J				
Procedimientos operativos estandarizados	X						Gerente de producción, supervisor de calidad y 6 operarios	1 920,00	Conocer la importancia de seguir con los estándares establecidos que son necesarios para desarrollar el proceso productivo.	8 horas
Manipulación del teclé mecánico	X						Gerente de producción, supervisor de calidad y 6 operarios	1 920,00	Conocer las formas de manipulación adecuada para el proceso establecido.	8 horas
Tiempos de lavado aceptable		X					Gerente de producción, supervisor de calidad y 6 operarios	1 920,00	Conocer cómo afecta el tiempo de lavado en las propiedades del producto final.	8 horas
Buenas prácticas de manufactura			X				Gerente de producción, supervisor de calidad y 6 operarios	1 200,00	Conocer la importancia de asegurar la inocuidad del producto a lo largo del proceso productivo.	5 horas

Importancia del lavado de las algas marinas			X			Gerente de producción, supervisor de calidad y 6 operarios	1 200,00	Conocer la importancia del lavado en el proceso productivo.	5 horas
Control de mermas en proceso y su impacto en la productividad				X		Gerente de producción, supervisor de calidad y 6 operarios	1 200,00	Concientización al personal de la relación entre las mermas y la productividad de la empresa.	5 horas
Conservación de las algas marinas					X	Gerente de producción, supervisor de calidad y 6 operarios	1 200,00	Establecer las prácticas que permiten alargar la vida útil de las algas marinas.	5 horas
Balance de línea de producción					X	Gerente de producción Y supervisor de calidad	500,00	Determinar la importancia de tener puestos de trabajo balanceados de acuerdo a los ritmos de producción establecidos	8 horas
Medición de tiempos y movimientos						X Gerente de producción Y supervisor de calidad	500,00	Desarrollar capacidades evaluativas en aspectos de control de procesos mediante los tiempos y movimientos, buscando la estandarización de estos.	8 horas
Los 7 desperdicios de la producción						X Gerente de producción Y supervisor de calidad	500,00	Identificar y eliminar los pasos no esenciales y sin valor del proceso.	8 horas
							12 060,00		

Para mantener un seguimiento y control de lo propuesto en el plan de capacitaciones es necesario que se aplique un indicador:

Indicador 1:

$$\% \text{ de personal capacitado} = \frac{N^{\circ} \text{ de personal capacitado}}{\text{Total de personal}}$$

Meta propuesta 1:

90%

Indicador 2:

$$\% \text{ de cumplimiento} = \frac{N^{\circ} \text{ de capacitaciones brindadas}}{\text{Total de capacitaciones propuestas}}$$

Meta propuesta 2:

90%

Este seguimiento se realizará de manera mensual, en el caso que no se esté cumpliendo, se aplicará un plan de acción para revertir ello.

3.2.2. Propuestos indicadores de producción y productividad

3.2.2.1. Indicadores de producción

a. Producción teórica propuesta

Para poder determinar la producción propuesta se tiene en cuenta un tiempo por turno el cual es de 8 horas de trabajo.

El nuevo ritmo de producción es el proceso de molienda con 26 244 segundos, como se indica en la tabla 66, para realizar 3 lotes de capacidad 960 kg de materia prima, y de 918 kg de producto terminado. Por lo tanto, se producen 40 cilindros por día.

$$\text{Producción teórica} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Ciclo}}$$

$$\text{Producción teórica} = \frac{8 \frac{h}{\text{día}}}{\frac{26\,244 \text{ seg}}{918 \text{ kg}} * \frac{1h}{3\,600 \text{ seg}} * 25 \frac{\text{kg}}{\text{cilindro}}}$$

$$\text{Producción teórica} = 40,2 \frac{\text{cilindros}}{\text{día}}$$

b. Producción real propuesta

La producción de los fertilizantes es por lotes de 12 cilindros cada uno, cabe recordar que el tiempo de lavado de un lote es de 26 244 segundos por tres lotes. Por lo tanto, no alcanza para producir más de tres lotes diario.

Su producción real es de 36 cilindros por día o 11 232 cilindros al año.

$$\text{Producción real} = 36 \frac{\text{cilindros}}{\text{día}} \cong 11\,232 \frac{\text{cilindros}}{\text{año}}$$

c. Cuello de botella

Según los tiempos promedios en la tabla 66 el cuello de botella es la etapa de molienda, teniendo un tiempo de 26 244 segundos produciéndose 36 cilindros de producto terminado.

Por tanto, el cuello de botella es:

$$\text{Cuello de botella} = \frac{\text{Salida PT}}{\text{Tiempo promedio}}$$

$$\text{Cuello de botella} = \frac{36 \text{ cilindros}}{26\,244 \text{ segundos}}$$

$$\text{Cuello de botella} = 0,0014 \frac{\text{cilindro}}{\text{segundo}} \cong 0,082 \frac{\text{cilindros}}{\text{minuto}}$$

Entonces, según el cuello de botella se están produciendo 0,082 cilindros en un minuto de trabajo.

d. Ciclo

Resultado de la inversa del cuello de botella:

$$\text{Ciclo} = \frac{1}{\text{Cuello de botella}}$$

$$\text{Ciclo} = \frac{1}{0,0014 \frac{\text{cilindro}}{\text{segundo}}}$$

$$\text{Ciclo} = 714,3 \frac{\text{segundo}}{\text{cilindro}} \cong 11,9 \frac{\text{minutos}}{\text{cilindro}}$$

Por tanto, se necesitan de 11,9 minutos para procesar una unidad de producto terminado.

3.2.2.2. Indicadores de calidad

a. Parámetros de Ph

En la tabla 71 se detallan las medidas de las 10 muestras después de las mejoras propuestas el cual en promedio es 6,82, cumpliendo con los parámetros establecidos de 6,5 a 7,0.

Tabla 71. Medidas de muestra para el Ph después de las mejoras propuestas

MEDIDA DE MUESTRA	50gr/200ml
MUESTRAS	PH
1	7,10
2	6,60
3	6,90
4	6,70
5	6,80
6	6,90
7	6,90
8	6,70
9	6,90
10	6,70
PROMEDIO	6,82

Como se muestra en dicha tabla los valores están dentro del rango establecido, este valor del Ph refleja mayor contenido de sales en el producto terminado y es de suma importancia porque afecta a los cultivos en su proceso de crecimiento. En la figura 28 se observan los valores de las mediciones del pH después de las mejoras, donde se han considerado 10 muestras aleatorias del producto terminado de diferentes lotes de producción, encontrando que los valores se encuentran dentro de los parámetros establecidos a excepción de la primera muestra.

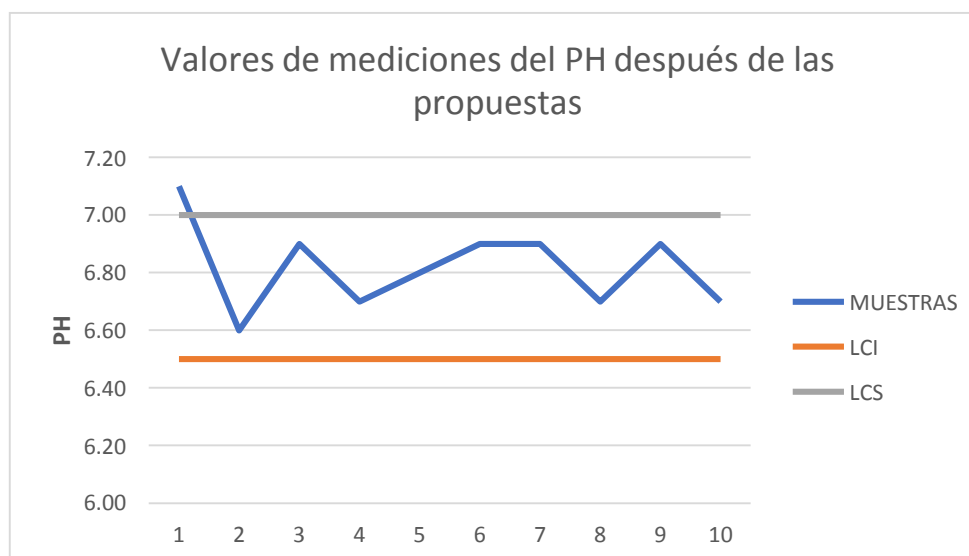


Figura 28. Gráfico de Control del PH después de las mejoras propuestas

b. Parámetros de conductividad

En la tabla 72 se detallan las medidas de las 10 muestras después de las mejoras propuestas el cual en promedio es 1,67, cumpliendo con los parámetros establecidos.

Tabla 72. Medidas de muestra para la conductividad después de las mejoras propuestas

MEDIDA DE MUESTRA	50gr/200ml
MUESTRAS	CONDUCTIVIDAD
1	1,40
2	1,80
3	1,70
4	1,60
5	1,80
6	1,70
7	1,80
8	1,60
9	1,70
10	1,60
PROMEDIO	1,67

Como se muestra en dicha tabla los valores se encuentran dentro del rango establecido, este resultado refleja la cantidad de metales pesados que contiene el producto terminado están en el estándar, por lo tanto, los cultivos no corren riesgo de ser afectados por la radiación ni se bloquee su proceso de crecimiento

En la figura 29 se observan los valores de las mediciones de la conductividad después de las mejoras, donde se han considerado 10 muestras aleatorias del producto terminado de diferentes lotes de producción, encontrando que los valores se encuentran dentro de los parámetros establecidos a excepción de la primera muestra.

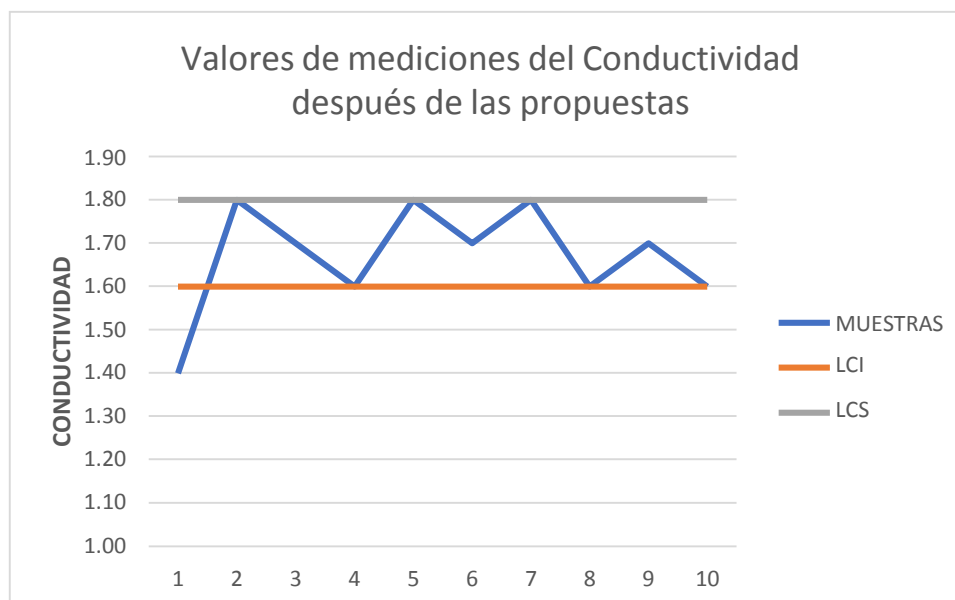


Figura 29. Gráfico de Control del PH después de las mejoras propuestas

3.2.2.3. Productividad propuesta

A. Productividad total propuesta

La productividad propuesta se tomará en cuenta la siguiente ecuación:

$$Productividad\ total = \frac{Ventas(Soles)}{C.MOD + C.suminitros + CIF + C.otros}$$

Productividad total

$$= \frac{11\ 232\ cilindros * 750 \frac{soles}{cilindro}}{(1\ 154\ 400,00 + 127\ 008,00 + 42\ 972,00 + 15\ 000,00)\ soles}$$

$$Productividad\ total = \frac{8\ 424\ 000,00}{1\ 339\ 380,00\ soles} = 6,3 \frac{soles\ de\ venta}{soles\ invertidos}$$

La productividad total es de 6,3, este índice indica que sol invertido en los costos de insumos, costos de mano de obra directa, costos de suministros, costos indirectos de fabricación y de depreciación la empresa obtiene de ventas 6,3 soles. Cabe

recordar, que los costos que se han utilizado no son en su totalidad los costos de la empresa.

En la tabla 73 detalla el resumen de los recursos empleados para llevar a cabo la producción propuesta, ascendiendo a 1 339 380,00 soles.

Tabla 73. Resumen de los recursos empleados de la empresa Algymar S.R.L.

RECURSOS EMPLEADOS			TOTAL
Costo de insumos	S/ 3 900,00	296 toneladas	S/ 1 154 400,00
Costo de MOD (6 operarios)	S/ 10 584,00	12 meses	S/ 127 008,00
Suministros	S/ 3 581,00	12 meses	S/ 42 972,00
CIF+ depreciación 5%			S/ 15 000,00
TOTAL			S/ 1 339 380,00

B. Productividad MP propuesta

Para determinar la productividad de la materia prima se tendrá en cuenta la cantidad propuesta de 11 232 cilindros, y el ingreso de la materia prima (algas marinas).

$$Productividad\ de\ MP = \frac{Cilindros}{Peso\ de\ las\ algas\ marinas}$$

$$Productividad\ de\ MP = \frac{11\ 232\ cilindros}{296\ toneladas} = 37,9 \frac{cilindros}{tonelada}$$

Lo que indica que por cada tonelada de alga marina se está logrando obtener 37,9 cilindros.

C. Productividad MOD propuesta

En cuanto a la productividad de MOD, se tiene en cuenta la cantidad de operarios MOD mostrados en el ítem 3.2.1.4., el cual asciende a 6 trabajadores en el proceso.

$$\text{Productividad MOD} = \frac{\text{Cilindros}}{\text{MOD}}$$

$$\text{Productividad MOD} = \frac{11\,232 \text{ cilindros}}{6 \text{ trabajadores}}$$

$$\text{Productividad MOD} = 1\,872 \frac{\text{cilindros}}{\text{operario}}$$

Se demuestra que, por cada trabajador del proceso productivo, la empresa envió 1 872 cilindros.

3.2.2.4. Comparativo de indicadores

En la tabla 74 se detalla el resumen de los indicadores del proceso productivo en la empresa Algymar, en donde se observa que la producción real aumentó en 66,7% con las mejoras propuestas, por lo tanto, el ciclo de producción de una unidad de producto terminado se redujo en 179,8%, la productividad total aumentó en 28,6%, la productividad de materia prima aumentó en 18,7% y la productividad de mano de obra directa aumentó en 59,4%. Estos índices representan una mejora para la empresa.

Tabla 74. Resumen de indicadores antes y después de las mejoras propuestas

INDICADORES	UNIDADES	VALORES ANTES	VALORES DESPUÉS	VARIACIÓN
Producción teórica	Cilindros/día	14	40	65,0%
Producción real	Cilindros/día	12	36	66,7%
Ciclo	Minutos/Cilindro	33,3	11,9	-179,8%
Producción histórica	Cilindros/año	3 799	12 480	69,6%
Ph promedio		7,83	6,82	- 1,01
Conductividad promedio		1,27	1,67	0,40
Productividad total	Soles de ventas/Soles de recursos	4,5	6,3	28,6%
Productividad MP	Cilindros/Toneladas	30,8	37,9	18,7%
Productividad MOD	Cilindros/Operarios	759,8	1 872	59,4%

3.3. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO

Con la propuesta de mejora del proceso productivo de biofertilizantes en base a las algas marinas en la empresa Algymar para aumentar la productividad, se determinó el análisis costo beneficio de los gastos asociados a las mejoras frente a los beneficios que trae consigo estas mejoras.

3.3.1. Beneficios de las propuestas

Los beneficios de esta propuesta se reflejan en el aumento de la producción, el cual aumenta de 12 cilindros a 36 cilindros por día, siendo un aumento de 24 cilindros diarios y 7 488 cilindros al año. El precio de venta es de 750,00 soles por cilindro, pero el margen de utilidad es de 10% del precio de venta. En la tabla 75 se calcula las ventas que aumentan con el aumento de la producción debido a las mejoras propuestas.

Tabla 75. Beneficios de las mejoras propuestas

Aumento de producción	24	cilindros/día
Días laborables	312	días/año
Aumento de producción anual	7 488	cilindros/año
Precio de venta	750,00	soles/cilindro
Aumento de ingresos	5 616 000,00	soles/año
Margen de utilidad	10%	
Aumento de utilidades	561 600,00	soles/año

Cabe recalcar que la demanda del Perú de biofertilizantes solo se abastece el 12% de la producción nacional, y el precio de venta de los biofertilizantes importados es más alto. En el año 2018 las importaciones fueron de 4 692 946 kilogramos de biofertilizantes, siendo equivalente a 187 717 cilindros al año, es decir que el aumento de la producción en la empresa Algymar solo representaría un 5,49% de las importaciones de fertilizantes a base de origen animal o vegetal, como se puede observar en el anexo F. [27]

3.3.2. Inversión de la propuesta

La inversión de las propuestas de mejora se divide en:

Inversión de la adquisición de 02 teclas mecánicas, 01 viga metálica de 10 metros el cual servirá de soporte, el costo de las 03 mallas metálicas que se van a introducir en los

pozos de lavado, las 06 cadenas de fierro de 3 metros cada uno que servirán de soporte de las mallas y el costo de implementación de los materiales antes mencionados en el área de lavado.

Tabla 76. Inversión de estandarización de procesos

Estandarización de procesos	INVERSIÓN (Soles)
02 tecles mecánicos	10 000,00
01 viga metálica de 10 metros	10 000,00
03 mallas metálicas	15 000,00
06 cadenas de fierro de 3 m	12 000,00
Implementación	15 000,00
TOTAL	62 000,00

La inversión del control de calidad en el proceso que comprende los costos de adquisición de termómetros, medidor de conductividad, de balanza de precisión, Phmetros, de salinómetros, de 02 mesas de trabajo para el laboratorio y de otros materiales necesarios para el laboratorio de calidad. Además, también se considera el pago de materiales de oficina, el computador y un escritorio para que realice sus labores. Cabe recalcar que también se están considerando el costo por habilitar una zona para que funcione de laboratorio de calidad y la implementación de los materiales antes mencionados.

Tabla 77. Inversión del Control de calidad en el proceso

Control de calidad en el proceso	INVERSIÓN (Soles)
Adquisición de termómetros	360,00
Adquisición de medidor de conductividad	400,00
Adquisición de balanza de precisión	2 000,00
Adquisición de Phmetro	600,00
Adquisición de salinómetros	800,00
Materiales de laboratorio	10 000,00
Adquisición de 02 mesas de trabajo	600,00
Computador y escritorio	5 000,00
Materiales de oficina	1 000,00
Habilitar zona de laboratorio	100 000,00
Implementación	10 000,00
TOTAL	130 760,00

3.3.3. Costos de la propuesta

Los costos de las propuestas de mejora se dividen en:

Costos de estandarización de procesos que comprende el mantenimiento anual de los tecles mecánicos, el costo de las 03 mallas metálicas que se van a introducir en los pozos

de lavado y las 06 cadenas de fierro de 3 metros cada uno que servirán de soporte de las mallas los cuales se van a cambiar anualmente.

Tabla 78. Costos de estandarización de procesos

Estandarización de procesos	Año 1	Año 2	Año 3
Mantenimiento de los tecles	2 000,00	2 000,00	2 000,00
03 mallas metálicas	15 000,00	15 000,00	15 000,00
06 cadenas de fierro de 3 m	12 000,00	12 000,00	12 000,00
TOTAL	29 000,00	29 000,00	29 000,00

Costos del control de calidad en el proceso que comprende los costos de adquisición de otros materiales necesarios para el laboratorio de calidad. Además, también se considera el pago al personal supervisor de calidad y materiales de oficina.

Tabla 79. Costos del Control de calidad en el proceso

Control de calidad en el proceso	Año 1	Año 2	Año 3
Materiales de laboratorio	10 000,00	10 000,00	10 000,00
Pago al personal supervisor de calidad	35 280,00	35 280,00	35 280,00
Materiales de oficina	1 000,00	1 000,00	1 000,00
TOTAL	46 280,00	46 280,00	46 280,00

Costos del balance de línea, en el que se considera el pago al personal operario adicional y a los equipos de protección personal para el personal de operario.

Tabla 80. Costos del balance de línea

Balance de línea	Año 1	Año 2	Año 3
Pago al personal operario	21 168,00	21 168,00	21 168,00
Equipos de Protección Personal para los 06 trabajadores	12 000,00	12 000,00	12 000,00
TOTAL	33 168,00	33 168,00	33 168,00

Costos de las capacitaciones, donde se consideran el costo a una empresa tercerizadora por concepto de capacitaciones al personal. Se le adicionó los costos de impresiones y copias, el refrigerio para el personal en las capacitaciones y el pago al personal de producción de las 68 horas anuales.

Tabla 81. Costos de capacitaciones

Capacitaciones	Año 1	Año 2	Año 3
Concepto de capacitaciones	12 060,00	12 060,00	12 060,00
Impresiones y copias	800,00	800,00	800,00
Refrigerio	640,00	640,00	640,00
Pago a personal de producción	3 487,20	3 487,20	3 487,20
TOTAL	16 987,20	16 987,20	16 987,20

3.3.4. Flujo de caja

En la tabla 82 se realizó un balance general, de los ingresos con los egresos de las propuestas de mejora.

Tabla 82. Flujo de caja de propuestas de implementación

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
INGRESOS		S/ 561 600,00	S/ 561 600,00	S/ 561 600,00
Aumento de las ventas		S/ 561 600,00	S/ 561 600,00	S/ 561 600,00
INVERSIONES	S/ 192 760,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
Rediseño del proceso productivo	S/ 62 000,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
Control de calidad en el proceso	S/ 130 760,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
COSTOS	S/ 19 276,00	S/ 130 262,00	S/ 130 262,00	S/ 130 262,00
Rediseño del proceso productivo	S/ 0,00	S/ 29 000,00	S/ 29 000,00	S/ 29 000,00
Control de calidad en el proceso	S/ 0,00	S/ 46 280,00	S/ 46 280,00	S/ 46 280,00
Balance de línea	S/ 0,00	S/ 25 968,00	S/ 25 968,00	S/ 25 968,00
Capacitaciones	S/ 0,00	S/ 17 172,00	S/ 17 172,00	S/ 17 172,00
Imprevisto 10%	S/ 19 276,00	S/ 11 842,00	S/ 11 842,00	S/ 11 842,00
Utilidad Operativa		S/ 431 338,00	S/ 431 338,00	S/ 431 338,00
(Depreciación)		S/ 6 666,67	S/ 6 666,67	S/ 6 666,67
Utilidad antes de Impuestos		S/ 424 671,33	S/ 424 671,33	S/ 424 671,33
(Impuesto a la Renta 30%)		S/ 127 401,40	S/ 127 401,40	S/ 127 401,40
Flujo de Caja Anual	-S/ 212 036,00	S/ 297 269,93	S/ 297 269,93	S/ 297 269,93
Flujo de Caja Acumulado	-S/ 212 036,00	S/ 85 233,93	S/ 382 503,87	S/ 679 773,80
VAN		527 230,33		
TIR		128,44%		
B/C		2,79		
TR		5 meses con 4 días		

Para evidenciar si las propuestas de mejora son viables, se calcula en VAN y TIR:

VAN:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t}$$

Dónde:

Io = Inversión inicial

Ft = Flujo de caja (ganancias)

N = Período de tiempo (3 años)

r = Tasa de Interés seleccionada (0,10%)

Entonces en base a la tabla 82 se obtiene:

$$\begin{aligned} VAN &= -212\,036,00 + \frac{297\,269,93}{(1+0,1)^1} + \frac{297\,269,93}{(1+0,1)^2} + \frac{297\,269,93}{(1+0,1)^3} \\ &= 527\,230,33 \text{ soles} \end{aligned}$$

El VAN nos arroja como resultado de 527 230,33 soles, obtenido de la inversión inicial, y éste nos arroja positivo lo cual indica es que rentable y viable.

TIR:

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{F_n}{(1+i)^n} = 0$$

Dónde:

Io = Inversión inicial

Ft = Flujo de caja (ganancias)

N = Período de tiempo (3 años)

r = Tasa de Interés seleccionada (10%)

Entonces en base a la tabla 82 se obtiene:

$$TIR = 0 = -212\,036,00 + \frac{297\,269,93}{(1+X)^1} + \frac{297\,269,93}{(1+X)^2} + \frac{297\,269,93}{(1+X)^3} = 128,44\%$$

La tasa interna de retorno nos arroja un resultado de 128,44% es mayor al 10%, indicando que la propuesta es viable y conviene más que colocar el dinero en un banco, ya que se obtiene mejores ganancias que los intereses del banco.

TMAR:

El TMAR, es la tasa mínima aceptable y se representa en un porcentaje el cual va a determinar si el proyecto es rentable o no comparado con el valor del TIR.

$$\text{TMAR} = \text{Tasa de inflación} + \text{Riesgo de la inversión}$$

Para el cálculo se sabe que la tasa de inflación según el BCRP [28] el crecimiento económico en el Perú en el año 2020 es del 1,6%, y debido a que nuestro riesgo de la inversión es medio porque es una empresa industrial, la tasa que se considera según evaluación en el marco teórico es del 10%.

$$\text{TMAR 1} = 1,6\% + 10\% = 11,6\%$$

Considerando como otra alternativa el costo de oportunidad, en la figura 30 se muestra el porcentaje anual de los depósitos de ahorro teniendo un mayor índice el Banco GNB con 4,16%.

Tasa Anual (%)	Depósitos de Ahorro
BBVA	0.04
Comercio	1.26
Crédito	0.10
Pichincha	2.19
BIF	1.09
Scotiabank	1.07
Citibank	0.01
Interbank	0.10
Mibanco	0.37
GNB	4.16
Falabella	1.40
Santander	0.15
Ripley	0.36
Azteca	1.00
ICBC	-
Bank of China	-
Promedio	0.14

Figura 30. Porcentaje anual de depósitos de ahorro

Fuente: Superintendencia de Banca y Seguros [29]

Con estos datos se calculó un segundo TMAR, obteniendo como resultado 5,76%.

$$\text{TMAR 1} = 1,6\% + 4,16\% = 5,76\%$$

Por lo tanto, realizando una comparación del valor de TMAR con el TIR, observamos que el TIR es más alto en porcentaje por lo cual se puede decir que la inversión es rentable para la empresa Algymar S.R.L., así se observa en el siguiente cuadro.

Tabla 83. Comparación TMAR y TIR

TMAR 1	TMAR 2	TIR
11,6%	5,76%	128,44%

De la tabla 83 se observa que siendo el valor del TIR del 128,44% y el valor porcentual de TMAR 1 es de 11,6% y del TMAR 2 es de 5,76, con se deduce que el TIR es superior a TMAR por tanto de ello se concluye que la inversión en el proyecto es factible y por ende hay beneficio en la propuesta.

Discusión

En esta investigación se ha determinado el nivel de productividad que actualmente se tiene en el proceso productivo de biofertilizantes, para lo cual se tiene un nivel de bajo por la cantidad de tiempo que se utiliza para la producción y porque solo se está utilizando el 23% de la capacidad de diseño.

En la primera parte de esta investigación se analizó la problemática actual del proceso productivo, donde se utilizaron herramientas de diagnóstico como Diagrama de Análisis del Proceso (DAP) identificándose el 40% de actividades improductivas, también se aplicó diagrama de flujo, diagramas de Pareto, diagrama de Ishikawa, diagrama de recorrido, balance de materia, estudio de tiempos preliminares en base a la metodología de Mundel. En similitud de la investigación de Calla, Chihuahua y Tuesta [6] donde se utilizaron Diagramas de Análisis del Proceso (DAP) donde se determinó que el 40,20 % representaban actividades que no agregan valor al producto, al igual que esta investigación. Debido a la problemática, la propuesta se centró en emplear la metodología de ingeniería de métodos, de manera que se logró distribuirse las actividades, optimizando la labor de los operarios, con un flujo correcto de materiales, reduciendo los tiempos ociosos, así como los redundantes movimientos ocurridos durante la línea.

En la segunda parte se propuso mejoras basadas en el estudio de métodos de trabajo y se mejoró su productividad total en 28,6%, el incremento en los resultados es semejante con respecto a la investigación de Araya [5] donde el autor tuvo un incremento del 25% en la productividad, debido a que sus propuestas también se basaron en la metodología de la ingeniería de métodos.

En la investigación de Maldonado [7] se aplicaron herramientas las cuales se basan en las herramientas de medición de tiempos para mejorar su proceso productivo, donde aplicó la metodología cuantitativa que respalda la Organización Internacional del Trabajo (OIT) tal como se realizó en la presente investigación, y con ello se logró reducir su tiempo del proceso en 18,8%, siendo este índice relativamente bajo a comparación con la presente investigación, el cual tiene un aumento de 79,8%. Esto se debe a que en la investigación de Maldonado generó una propuesta de mejora en dos módulos, tanto de la reducción de inventario como en los movimientos redundantes del proceso.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

1. La mejora del proceso productivo para la elaboración de biofertilizantes en base a algas marinas en la empresa Algymar S.R.L. permite incrementar la productividad total en 59,4%, pasando de 4,8 a 6,3 soles de venta sobre soles invertidos.
2. En el diagnóstico del proceso productivo de la empresa Algymar S.R.L. se encontró el problema de la baja productividad, el cual mediante un análisis causa efecto se pudo determinar que la empresa no tiene una línea del proceso balanceada, causando tiempos operativos altos que no son controlados y analizados para la mejora por personal competente, en especial el proceso de lavado. Con las variaciones de tiempos en el proceso de lavado, origina que el pH tenga un índice promedio de 7,83, siendo 12% mayor al límite superior establecido, en cambio la conductividad tiene un índice promedio de 1,27, siendo 20% menor al límite inferior establecido, ocasionando insatisfacción en los clientes.
3. Para mejorar la productividad en la empresa Algymar S.R.L. se propuso la estandarización de procesos, el monitoreo del proceso de lavado incorporando a personal para control de la calidad en el proceso productivo, balancear la línea de producción y adecuar un plan de capacitación. Con estas mejoras se simula un incremento de la productividad de materia prima de 30,8 a 37,9 cilindros/toneladas lo que representa el 28,6%, la productividad de la mano de obra incrementa de 759,8 a 1 872 cilindros/operarios lo que representa el 18,7% y la productividad total aumenta de 4,5 a 6,3 soles de ventas/soles invertidos en recursos en lo que representa el 59,4%, generando mayores beneficios económicos para la empresa.
4. Las propuestas de mejora del proceso productivo de la empresa Algymar es económicamente viable, evidenciándolo en el cálculo de los indicadores económicos financieros que son el Valor Actual Neto de 527 230,33 soles, la Tasa Interna de Retorno de 128,44%, el beneficio costo de 2,79 y la tasa de recuperación de 5 meses con 4 días.

4.2.RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar mejoras al proceso productivo aplicando herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa. Si bien con el presente estudio se logró incrementar la producción las siguientes acciones y de alta importancia para la empresa deberán estar orientadas a la optimización de los costos y aumento de la rentabilidad.

También se recomienda, realizar una planificación y control del proceso productivo y en base a ello, realizar una estrategia logística para la gestión de compras de los materiales.

Se recomienda realizar unos estudios de los peligros a los que se encuentran expuestos los trabajadores en sus puestos de trabajo, debido a que ponen en riesgo su salud. Con ello, la empresa evitaría demandas laborales ante la SUNAFIL.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R. E. Yáñez Torres, «Nuevos Biofertilizantes a Base de Algas Marinas,» Lima, 2017.
- [2] Centro Virtual de Negocios, «Fertilizantes,» Superintendencia de Industria y Comercio, SIC, 23 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://www.cvn.com.co/fertilizantes/>. [Último acceso: 14 Abril 2020].
- [3] R. Poblete Escanilla, «Plan de Negocios para la Fabricación y Comercialización de un Fertilizante Biológico en Base a Algas Marinas,» Santiago de Chile, 2006.
- [4] Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Lima, «Fertilizantes en Perú,» ICEX, España Exportaciones e Inversiones, 17 Abril 2019. [En línea]. Available: <https://www.icex.es/icex/GetDocumento?dDocName=DOC2019819665&urlNoAcceso=/icex/es/registro/iniciar-sesion/index.html?urlDestino=https://www.icex.es:443/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/estudios-de-mercados-y-ot>. [Último acceso: 30 Junio 2020].
- [5] R. E. Araya Beltran, «Propuestas de mejora para disminuir los tiempos de aplicación de fitosanitarios en campos de frutal, verificadas por simulación,» Universidad de Talca, Curicó, 2018.
- [6] V. F. Calla Delgado, G. Chihuala Angeles y G. P. Tuesta Sanchez, «Incremento de la productividad en una empresa conservera de pescado,» *INGnosis*, vol. 6, n° 1, pp. 36-46, 2020.
- [7] S. X. Maldonado Castro, «Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de productividad en la línea de ropa interior en una empresa de confección,» 2018.
- [8] «Tiempos estándar para balanceo de línea en área soldadura del automóvil modelo cuatro».
- [9] B. Narciso Carboni, N. Navarrete De la Cruz y R. Quiliche-Castellares, «Aplicación de la metodología PHVA para incrementar la productividad en una empresa conservera de pescado,» *INGnosis*, vol. 5, n° 2, pp. 92-105, 2019.
- [10] K. H. Salinas Ttito, «Aplicación del estudio de tiempos para mejorar la atención del cliente en la empresa metalmecánica JMS, 2017,» 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1237/TITULO%20-%20Salinas%20Ttito%2C%20Kimberly%20Helen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 19 Noviembre 2020].
- [11] C. Morales, V. Quitral, M. Sepúlveda y M. Schwartz, «Nutritional and health properties of seaweeds and its potential as a functional ingredient,» *Revista chilena de nutrición*, vol. 39, n° 4, pp. 196 - 202, 2012.
- [12] G. Baca, G. Baca C, M. A. Cristóbal, M. Cruz, J. C. Gutiérrez, M. G. Obregón, A. A. Pacheco, Á. E. Rivera y I. A. Rivera, *Introducción a la ingeniería industrial*, México: Grupo Editorial Patria, 2014.
- [13] L. M. Mantilla Falcón, C. M. Mayorga Abril, M. Moyolema Moyolema y M. Ruiz Guajala, «Procesos De Producción Y Productividad En La Industria De

- Calzado Ecuatoriana: Caso Empresa Mabelyz,» vol. 6, n° 2, pp. 88 - 100, ECA Sinergia.
- [14] C. E. Fúquene Retamoso, *Producción Limpia, Contaminación y Gestión Ambiental*, Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2007.
- [15] G. C. Goyas y G. Guerrero, «Propuesta de Mejora en los Procesos en una Empresa de Construcción de Obras Hidráulicas,» *Sinerg. innov.*, vol. 1, n° 1, 2013.
- [16] L. Krajewski, M. Malhotra y L. Ritzman, *Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor*, México: PEARSON EDUCACION, 2008.
- [17] K. A. Gamarra Martínez y J. E. Jiménez Martínez, «Análisis de dos metodologías para identificar el cuello de botella en los procesos productivos,» Bucaramanga, 2012.
- [18] R. Bulfin y D. Sipper, *Planeación y Control de la Producción*, México: Mc. Graw Hill, 1999, pp. 220 - 221.
- [19] U. d. Vigo, «Gestión de la calidad, la seguridad y el medio ambiente-Diagrama de Ishikawa,» 2014.
- [20] U. d. Vigo, «Gestión de la calidad, la seguridad y el medio ambiente-Diagrama de Pareto,» 2014.
- [21] J. Prokopenko, *La gestión de la productividad*, Ginebra: Organización Internacional de Trabajo, 1989.
- [22] M. Barrios, *Balaceo de líneas (análisis de la producción)*, 2010.
- [23] J. Heizer y B. Render, *Balaceo de la línea de ensamble. Principios de administración de operaciones*, 5ta ed., México: Pearson Educación, 2004, p. 351.
- [24] Y. A. Báez López, «Ingeniería de métodos,» s.a..
- [25] N. Tejada, N. Gisbert y A. Pérez, «Metodología de estudio de tiempo y movimiento,» de *Introducción al GSD*, 3C Empresa, investigación y pensamiento crítico, 2017, pp. 39-49.
- [26] K. F. Silva Cáceres, «ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE FERTILIZANTE A BASE DE ALGAS MARINAS PARA LA AGRICULTURA EN LA REGIÓN AREQUIPA,» UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA, Arequipa, 2019.
- [27] ICEX, «Fertilizantes en Perú,» Oficina Económica y Comercial de España en Lima, 2019.
- [28] BCRP, «Expectativas de inflación para los próximos 12 meses se ubican en 1.6%, afirma el BCR,» 09 Noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.bcrp.gob.pe/reporte-de-inflacion/16-transparencia/undefined>. [Último acceso: 23 Noviembre 2020].
- [29] SBS, «Tasa de interés promedio del sistema bancario,» 23 Noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPPortal/Paginas/TIPasivaDepositoEmpresa.aspx?tip=B>. [Último acceso: 24 Noviembre 2020].

- [30] J. A. Ávila Ponce, «Rediseño De Procesos En El Área De Producción En Una Empresa De Calzado Y Su Efecto En La Productividad - Trujillo 2017,» Trujillo, 2017.
- [31] L. S. Dona y N. T. Putri, «Application of lean manufacturing concept for redesigning facilities layout in Indonesian home-food industry,» *The TM Journal*, vol. 31, n° 5, pp. 845 - 830, Septiembre 2019.
- [32] D. J. Moreno Rivera, «Rediseño de los Procesos de Producción en la Microempresa de Muebles tu Armario BBB con un Enfoque de Productividad y Crecimiento,» Lima, 2016.
- [33] R. Torres Regalado, «Rediseño del Proceso Productivo para Mejorar la Eficiencia de los Recursos Productivos de la Pastelería L´Stación Pastiserie Fine – Lima,» Chiclayo, 2017.
- [34] J. M. Juran, *Juranis Quality Control Handbook*, New York, 1988.
- [35] W. Deming, *Calidad, productividad y competitividad*, 1989.
- [36] J. C. Prado, *El proceso de mejora continua en la empresa*, Ediciones Pirámide, 2000.
- [37] P. James, *La gestión de la calidad total: un texto introductorio*, Prentice Hall, 1997.
- [38] R. F. Naranjo Cisneros, «Mejora del proceso productivo de snacks mediante el uso de herramientas de gestión de calidad total (TQM) monitoreado a través de indicadores de calidad, caso de estudio, empresa de alimentos,» 2018.
- [39] M. Ortiz, R. Vera, J. Quiroz y J. Alvarez, «Improvement for Production Management and Control Using Lean Manufacturing Tools in the Manufacturing of Posts and Accessories,» *Advances in Intelligent Systems and Computing*, n° 1253, pp. 560-565, 2020.
- [40] Á. M. Neira García, D. L. Peña Orozco y R. A. Ruiz Grisales, «Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento,» *Scientia Et Technica*, vol. 21, n° 3, pp. 239-247, Septiembre 2016.
- [41] D. Bellido Martínez, , L. Esquivel Paredes y L. Villar Tiravanti, «Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad del filete de caballa en aceite vegetal, en la empresa Inversiones Quiaza S.A.C. Chimbote, 2016,» *INGnosis*, vol. 2, n° 2, pp. 320-33, 2016.

VI. ANEXOS

Anexo A: Observaciones preliminares

Tabla 84. Observaciones preliminares del proceso

PROCESOS	1	2	3	4	5	Promedio (seg)
LAVADO						
Transporte de materia prima seca	193	183	168	194	189	185
Clasificado de granos	910	950	938	973	999	954
Transporte hacia lavado 1	157	150	139	149	155	150
Lavado 1	4 990	4 876	4 768	4 798	4 499	4 786
Escurredo y transporte hacia lavado 2	2 864	2 854	2 695	2 732	2 605	2 750
Lavado 2	4 585	4 714	4 442	4 656	4 887	4 657
Escurredo y transporte hacia lavado 3	2 799	2 519	2 889	2 596	2 755	2 712
Lavado 3	8 373	9 742	8 789	9 635	8 663	9 040
Escurredo y transporte hacia secado	137	138	121	122	116	127
Tendido	121	138	131	116	129	127
Recogido	154	157	144	162	152	154
POLVEO						
Transporte	198	186	213	215	199	202
Abastecer el molino	301	289	318	302	291	300
Molienda	3 615	3 792	3 894	3 984	3 598	3 777
Extracción del polvo	380	345	344	343	360	354
Envasado	520	479	500	543	529	514
Transporte a almacén	184	187	206	221	188	197

Anexo B: Cálculo del cociente de Mundel

Tabla 85. Cálculo del cociente de Mundel

PROCESOS	X max	Xmin	Rmax-Rmin (A)	Rmax+Rmin (B)	A/B	N° observaciones
LAVADO						
Transporte de materia prima seca	194	168	26	362	0,07	6
Clasificado de granos	999	910	89	1 909	0,05	3
Transporte hacia lavado 1	157	139	18	296	0,06	4
Lavado 1	4 990	4 499	491	9 489	0,05	3
Ecurrido y transporte hacia lavado 2	2 864	2 605	259	5 469	0,05	3
Lavado 2	4 887	4 442	445	9 329	0,05	3
Ecurrido y transporte hacia lavado 3	2 889	2 519	370	5 408	0,07	6
Lavado 3	9 742	8 373	1 369	18 115	0,08	8
Ecurrido y transporte hacia secado	138	116	22	254	0,09	10
Tendido	138	116	22	254	0,09	10
Recogido	162	144	18	306	0,06	10
POLVEO						
Transporte	215	186	29	401	0,07	6
Abastecer el molino	318	289	29	607	0,05	3
Molienda	3 984	3 598	386	7 582	0,05	3
Extracción del polvo	380	343	37	723	0,05	3
Envasado	543	479	64	1 022	0,06	4
Transporte a almacén	221	184	37	405	0,09	10

Anexo C: Tiempo promedio de las actividades del proceso

Tabla 86. Tiempo promedio de las actividades del proceso

PROCESOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio (seg)
LAVADO											
Transporte de materia prima seca	193	183	168	194	189	195					187
Clasificado de granos	910	950	938								933
Transporte hacia lavado 1	157	150	139	149							149
Lavado 1	4 990	4 76	4 768								4 878
Ecurrido y transporte hacia lavado 2	2 864	2 854	2 695								2 804
Lavado 2	4 585	4 714	4 442								4 580
Ecurrido y transporte hacia lavado 3	2 799	2 519	2 889	2 596	2 755	2 712					2 712
Lavado 3	8 373	9 742	8 789	9 635	8 663	7 452	7 854	7 898			8 551
Ecurrido y transporte hacia secado	137	138	121	122	116	127	143	135	165	145	135
Tendido	121	138	131	116	129	127	186	133	123	126	133
Recogido	154	157	144	162	152	154	123	126	137	153	146
POLVEO											
Transporte	198	186	213	215	199	202					202
Abastecer el molino	301	289	318								303
Molienda	3 615	3 792	3 94								3 767
Extracción del polvo	380	345	344								356
Envasado	520	479	500	543							511
Transporte a almacén	184	187	206	221	188	197	177	184	201	212	196

Anexo D: Fichas técnicas de la maquinaria

DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO			
Nombre	Molino de Martillos		
Código	RS-001		
Marca	Siemens		
N° serie	Dual head		
Modelo	2-C		
Año de fabricación	2008		
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO			
Sistema de alimentación	Electricidad		
Capacidad	75 kg/h		
Motor	7,5 hp		
Eje del martillo	0,6 m ³		
Voltaje	22 v		
Amperaje	3.5 A		
DIMENSIONES			
Peso	650 kg	Ancho	2500 mm
Alto	2500 mm	Largo	3000 mm

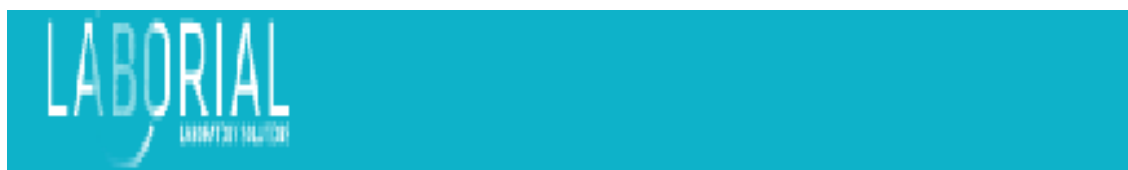


DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO			
Nombre	Faja transportadora		
Código	TR-001		
Marca	LENY		
N° serie	SN		
Modelo	A2		
Año de fabricación	1998		
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO			
Sistema de alimentación	Electricidad		
Frecuencia	50/60 Hz		
Potencia	0,5 kw		
N° fases	3 + Tierra		
Voltaje	380/400/460 V		
DIMENSIONES			
Peso	350 kg	Ancho	550 mm
Alto	900 mm	Largo	2600 mm



DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO			
Nombre	Zaranda		
Código	ME007		
Marca	Vulcano		
N° serie	RH5		
Modelo	CV60-80		
Año de fabricación	2000		
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO			
Sistema de alimentación	Electricidad		
Velocidad	35 RPM		
Voltaje	220 – 380 – 440		
Amperaje	3.5 A		
DIMENSIONES			
Peso	800 kg	Ancho	1000 mm
Alto	2000 mm	Largo	2000 mm

Anexo E: Cotizaciones



Lima, 24 de octubre del 2020

Señores

Algymar S.A.C.

Pte.-

De nuestra mayor consideración:

Nos es grato dirigirnos a Uds. con el objeto de hacerles llegar nuestra mejor propuesta económica por lo siguiente:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS (METROS)	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
21586	Mesas de trabajo	1.00 X 1.50 X 1.50	S/ 300.00	2	S/ 600.00
23648	Balanzas analíticas	0.20 X 0.33 X 0.35	S/ 500.00	4	S/ 2,000.00
24309	Termómetro	0.10 X 0.02 X 0.02	S/ 300.00	1	S/ 300.00
25307	PH metro	0.15 X 0.33 X 0.20	S/ 600.00	1	S/ 600.00
25489	Salinómetros	0.23 X 0.23 X 0.20	S/ 800.00	1	S/ 800.00
24587	Medidor de conductividad	0.42 X 0.39 X 0.35	S/ 400.00	1	S/ 400.00
ME96100	Estufa de 30 l	0.62x0.45x0.52	S/ 1,200.00	1	S/ 1,200.00
ASP0449	Calibre digital		S/ 250.00	1	S/ 250.00
ME92508	Micrómetro		S/ 120.00	1	S/ 120.00
253333	Densímetros		S/ 64.00	1	S/ 64.00
ME96113	Cronómetro	0.65 X0 0.65	S/ 35.00	2	S/ 70.00
ME92135	Fuente de alimentación CC y CA. 2A.	0.15 x 0.70 x 0.13	S/ 210.00	3	S/ 630.00
ME94180	ARO SOPORTE (Diam: 0.10m)		S/ 21.00	2	S/ 42.00
ME94192	ESCOBILLONES (55 mm)		S/ 12.00	4	S/ 48.00
258002	Escurridor laboratorio	0.42 x 0.15 x 0.61	S/ 150.00	5	S/ 750.00
MT00650	ESPÁTULAS/CUCHARAS		S/ 19.00	3	S/ 57.00
ME92411	Gradilla aluminio 16 tubos	0.65 x 0.85 x 0.15	S/ 56.00	5	S/ 280.00
ASP0205	Indicador pH 1-14		S/ 33.00	5	S/ 165.00
ME93381	Mechero Labogás roscado	0.90 x 0.11 x 0.20	S/ 390.00	4	S/ 1,560.00
MT00395	MECHERO BUNSEN ECONÓMICO		S/ 120.00	4	S/ 480.00
258274	NUEZ DOBLE		S/ 25.00	4	S/ 100.00
250402	Pinza con gancho		S/ 45.00	4	S/ 180.00
MT00401	Pinza para tubos de ensayo		S/ 10.00	4	S/ 40.00
MT00063	Pinza doble para bureta		S/ 60.00	3	S/ 180.00
o ME93576	Pinza para termómetro		S/ 64.00	4	S/ 256.00
252035	Pinza para vasos		S/ 32.00	3	S/ 96.00



Health Cluster Portugal
Plata de Cooperación de Góes



COMPETE



UNIVERSIDAD
DE TRUJILLO





MB00426	Parafilm		5/ 250.00	3	5/ 750.00
MT08736	PAPEL DE FILTRO EN DISCOS		5/ 50.00	4	5/ 200.00
MT08443	PUNTAS PARA PIPETAS		5/ 30.00	5	5/ 150.00
ME92182	Rejilla difusora		5/ 10.00	5	5/ 50.00
ME93663	Sopote para pipetas y buretas		5/ 25.00	4	5/ 100.00
ME92091	Tripode		5/ 25.00	5	5/ 125.00
ME92188	TAPONES DE GOMA		5/ 12.00	2	5/ 24.00
ME92483	TUBO DE GOMA		5/ 13.00	3	5/ 39.00
MT06647	Vidrio de reloj		5/ 9.00	1	5/ 9.00
MT06304	Vaso de precipitados		5/ 25.00	2	5/ 50.00
258309	Tubo de centrifuga		5/ 250.00	2	5/ 500.00
MT00409	Trompa de vacio		5/ 60.00	1	5/ 60.00
ME93047	Refrigerante serpentin		5/ 200.00	1	5/ 200.00
MT06664	Probeta para gases graduada		5/ 120.00	2	5/ 240.00
MT06623	Placa de Petri		5/ 25.00	5	5/ 125.00
MT06687	Pipeta Pasteur		5/ 75.00	2	5/ 150.00
MT00238	Mortero de porcelana		5/ 85.00	2	5/ 170.00
MT06586	Matraz Kitasato		5/ 65.00	3	5/ 195.00
ME95187	Matraz Erlenmeyer esmerilado		5/ 78.00	3	5/ 234.00
ME94178	Frascos lavadores		5/ 22.00	3	5/ 66.00
					5/ 14,765.00

VALIDEZ DE LA COTIZACIÓN: 05 días

FORMA DE PAGO : Contado

TIEMPO DE ENTREGA : Inmediato

Atentamente,

Ernesto Benites Escudero

Gerente comercial

Tel. 951 638 486



COTIZACIÓN 2020-374

Urma, 19 de noviembre del 2020

**TIMSOL CYC SAC**

RUC: 20602283562

Empresa:
ALGYMAR S.A.C.

De nuestra consideración:
Nos es grato hacerles llegar nuestra cotización de acuerdo a lo solicitado.

ITEM	UNIDA D	PRODUCTO	COSTO UNITARIO S/	COSTO TOTAL S/
01	02	Elevadores de materiales con tecla mecánico (R-100 Roust-A-Bout, alt. máx. 15 pies (4.6 m))	5,000.00	10,000.00
02	01	Viga metálica de 10 metros	10,000.00	10,000.00
03	03	Mallas metálicas de 2.50 metros X 2.00 metros	5,000.00	15,000.00
04	06	Cadenas de fierro de 3 metros	2,000.00	12,000.00
TOTAL			47,000.00	62,000.00

Comunicarse ante cualquier duda a los teléfonos 972-432-567 o 074-234-1234.

Agradecemos,

Gerencia General

CONDICIONES:

PRECIO EN SOLES

TIEMPO DE PAGO: 5 DIAS ENTREGADO EL TRABAJO

COTIZACION INCLUYE LISTA DE MATERIALES

EL PERIODO DE GARANTÍA DE LOS MATERIALES DEL ÍTEM 1 Y 2 ES DE 3 AÑOS

Cuenta: BCF: 305-29084040-0-75

Nombre: Timsol CYC S.A.C.



FIRST PRO

Código: 17473549

Traje De Protección Impermeable MX4Unid



★★★★★ (0) Escribir comentario

Marketplace ⓘ

Vendido por **First Pro** y enviado por **Falabella****S/ 140**

Acumula 140 CMR Puntos

Unidades disponibles: 10+

Tipo de entrega

**Despacho a domicilio**

Revisar disponibilidad >

**Retiro en tienda**

Selecciona una tienda >

AGREGAR A LA BOLSA >

¡OBTÉN TU CMR VISA AQUÍ!
Y disfruta todas las Oportunidades Únicas

Casco 3m Con Protector Facial De Policarbonato Segpro

3M / SEGPRO

★★★★★ 0 reseñas

Código: HCV_1

Características destacadas

- Casco 3M modelo H700:
- Suspensión confortable, cómoda
- Sistema de ratchet de fácil ajuste
- Liviano, diseño compacto
- Banda frontal reemplazable
- Ajuste estable
- Certificado bajo Norma ANSI/ISEA Z89.1
- Tipo I Clase E
- Protector facial de policarbonato con borde de aluminio:
- Visor fabricado en lámina de policarbonato de alta transparencia
- Resistente a altas temperaturas, impactos, líquidos corrosivos e irritantes
- Posee filtro UV
- Normas: ANSI Z8.1, EN166
- Ribete de aluminio otorga una mejor forma a la curvatura del visor
- 5 ranuras distribuidas en la banda superior para un firme



Pase el cursor sobre la imagen para ampliarla

S/ 75.00

Agregar a carrito



Despacho a domicilio



ENVÍO A DOMICILIO

TIENDA OFICIAL
SAVI SAFETY>

Comparte:





Caterpillar Guantes de Protección de Cuero CAT012205 Talla 10-XL

CATERPILLAR | SKU: 10035330

Compartir

Oferta **s/ 115** -20%
Regular **s/ 144**

NUEVO!

[Calcula](#) tus cuotas con Tarjeta oh! ▼

− 1 +

Agregar

Vendido y despachado por: **TractoStore** [Ver términos y condiciones](#) ⓘ

Despacho a domicilio

Retiro en tienda

Calzado de seguridad Access Talla 39

BATA | SKU: 88114

Compartir

Regular **s/ 259**

Despacho gratis
24 HORAS

[Calcula](#) tus cuotas con Tarjeta oh! ▼

− 1 +

Agregar

Vendido y despachado por: **Promart** [Ver términos y condiciones](#) ⓘ

Despacho a domicilio

✓ **Disponible**
Desde el 26 de nov.
A partir de S/8
[Calcular](#) >

Retiro en tienda

✓ **Disponible**
Desde el 27 de nov.
Gratis
[Ver opciones](#) >



Anexo F: Análisis de la demanda nacional de fertilizantes

AÑOS	Importaciones de fertilizantes	Producción en fertilizantes	Aumento de producción de fertilizantes
2014	1,942,606	76,498	280,800
2015	2,713,131	79,786	280,800
2016	3,061,041	82,456	280,800
2017	3,367,759	86,533	280,800
2018	4,692,946	89,765	280,800
2019	5,115,134	94,975	280,800

187,717.84

