

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



**Simulación de la mejora en el proceso productivo de la empresa Algymar
SRL para incrementar su productividad**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

Ana Jamilet Vasquez Jara

ASESOR

Santos Confesor Gabriel Blas

<https://orcid.org/0000-0003-0306-108X>

Chiclayo, 2023

TIB FINAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%	24%	2%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	11%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	10%
3	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1%
5	1library.co Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1%
7	Submitted to Universidad Tecnológica del Perú Trabajo del estudiante	<1%
8	www.ingenieriaindustrialonline.com Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	4
Abstract	5
I. INTRODUCCIÓN.....	6
II. MARCO TEÓRICO	8
III. METODOLOGÍA	10
IV. RESULTADOS.....	10
V. DISCUSIÓN.....	24
VI. CONCLUSIONES.....	24
VII.RECOMENDACIONES.....	25
VIII. REFERENCIAS.....	26
IX. ANEXOS	28

Resumen

El desarrollo de la presente investigación se realizó en la empresa ALGYMAR SRL, la cual se dedica a la producción y comercialización de biofertilizante a base de algas pardas, esta empresa tiene un único producto el biofertilizante orgánico este es vendido en cilindros de 25 kg, cuyo precio de venta de 750 soles, sobre este producto se presentaron pérdidas económicas de S/ 1 965 750,00 anuales, por la baja productividad. Como primer paso de la investigación, se realizó el diagnóstico la situación actual y posteriormente se simuló en el ProModel, Seguidamente se propuso la propuesta de mejora que consiste en realizar una estandarización de tiempos de producción, luego se realizó el balance de línea, aumentando el número de operarios de 7 a 9 trabajadores, en consecuencia se logró aumentar la en 29% productividad y el porcentaje de producción en 75%, Finalmente se realizó el costo beneficio donde según los indicadores la propuesta es viable.

Palabras clave: Balance de Línea, Estandarización de tiempos, Productividad, Producción

Abstract

The development of the present investigation was carried out in the company ALGYMAR SRL, which is dedicated to the production and commercialization of biofertilizer based on brown algae, this company has a single product, the organic biofertilizer, which is sold in 25 kg cylinders, whose sale price of 750 soles, on this product there were economic losses of S/ 1,965,750.00 per year, due to low productivity. As a first step in the investigation, the diagnosis of the current situation was carried out and later it was simulated in the ProModel. Next, the improvement proposal was proposed, which consists of carrying out a standardization of production times, then the line balance was carried out, increasing the number of operators from 7 to 9 workers, consequently it was possible to increase the productivity by 29% and the percentage of production by 75%. Finally, the cost benefit was made where according to the indicators the proposal is viable.

Keywords: Line Balance, Time Standardization, Productivity, Production

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día la necesidad de las empresas productivas que tienen por utilizar la automatización se da principalmente debido a que aumenta la productividad, en consecuencia, tienen grandes beneficios económicos generando estabilidad en la organización, cualquier proceso automatizado consta de procesos que se desarrollan de manera eficiente, sin necesidad de control manual. Trayendo grandes ventajas para la empresa para la empresa que opte por este método, ya que no se interrumpe los procesos productivos, es por ello, que actualmente en la industria la automatización.

Según la FAO [1], Al año se recolectan aproximadamente 25 millones de algas marinas de todo tipo para posteriormente darle usos como alimentos, cosméticos o fertilizantes [1]. Actualmente los extractos de plantas están teniendo gran aceptación en el mercado de agricultura, debido a los grandes beneficios nutricionales en beneficio de los vegetales, mejorando la calidad, rendimiento y floración.

En Perú aproximadamente 1 millón 400 mil toneladas son los fertilizantes que se importan, lo cual tiene un mercado muy amplio para cualquier tipo de fertilizantes y mucho mejor si es de ámbito ecológico.

En este sentido, la empresa estudiada ALGYMAR SRL, tomando los datos de la investigación de Ramírez Camizán [1]. Indicando que frente a demanda insatisfecha del mercado existente comercializan harina de algas como biofertilizante de la *Lessonia Nigrescens*, la cual es la principal alga que se utiliza como materia prima, entre los principales problemas que tiene la empresa es que no tiene tiempos estandarizado, especialmente el proceso de lavado, ya que este se realiza tres veces, debido a que la materia prima es altamente gelatinosa y requiere un mayor tiempo de lavado en donde se toman un rango aproximado de 6 a 7 horas, es decir una hora de diferencia, asimismo, se identificó tiempos improductivos, consecuencia que todas las etapas del proceso se realiza de manera manual y con los operarios que realizan el trabajo de forma empírica, sin recibir manuales o capacitaciones que ayuden a complementar su labor producto de ello es que la empresa tiene una baja productividad, Posteriormente también se identificó insatisfacción por parte de los clientes

producto de no cumplir con pedidos atendidos, además que muchas veces los productos que reciben no cumplen con las especificaciones y parámetros exigidos, es por ello, que se realizó la siguiente pregunta ¿Cómo la simulación de la mejora del proceso productivo de la empresa ALGYMAR SRL permitirá incrementar su productividad? Como objetivo general del presente estudio se plantea diseñar un modelo de simulación del proceso automatizado de producción de la empresa ALGYMAR SRL para incrementar su productividad, teniendo como objetivos específicos describir y analizar la situación actual del proceso de producción de la empresa, realizar la propuesta del diseño automatizado del proceso de producción de la empresa utilizando el software ProModel y por último evaluar el costo beneficio de la propuesta.

La justificación del presente estudio de la empresa ALGYMAR SRL, es debido a que la empresa tiene los recursos necesarios para lograr un mayor rendimiento y desarrollo, debido a que cuenta con los recursos necesarios para hacerlo, con ayuda de la simulación y tecnología dentro de las operaciones, hará que la empresa sea más competitiva y rentable posible, por lo que la presente investigación servirá para incrementar la productividad del mercado de biofertilizante orgánico a base de algas marinas, lo que implica reducir tiempos mediante la estandarización de los tiempos actuales, y establecer el número ideal de operarios en cada etapa productiva, aumentando así la la capacidad de producción por ende aumentar la rentabilidad.

II. MARCO TEÓRICO

A lo largo de los años, se observa como la simulación de procesos se ha convertido en una herramienta oportuna e ideal para un buen funcionamiento en los procesos industriales. Para Orinoco Alfredo, Maneiro [1], La simulación de procesos resume la teoría relacionada con el proceso en el cual remplazan las situaciones por unas creadas de manera artificial, esto les permite encontrar las variables, factores y criterios de proceso que pueden repercutir en la solución de circunstancias que pongan en riesgo al producto o proceso, contribuir al desarrollo de la realización de mejoras o la ejecución de productos nuevos en el producto o proceso. La simulación de procesos y sistemas, las decisiones son predeterminadas por el que modela la formación de reglas de operación. También, es ejecutado en tiempo “comprimido” o aún más rápido que lo real. Esto es conveniente, dado que, puede ir mucho más rápido que lo normal a quien quiera hacerlo y también se puede realizar experimentos en un tiempo muy reducido.

Para Salazar López, Bryan [1], El balanceo o balance de línea es uno de las herramientas que se utilizan mayormente para gestionar el flujo de manera correcta de un sistema de producción, empieza desde lo teórico de la fabricación equilibrada; el mejoramiento está sujeto a las variables que repercutan en la productividad, las cuales son los tiempos de fabricación, los inventarios de producto en proceso y las entregas parciales de producción. El objetivo principal de un balanceo de línea coincide a nivelar el tiempo que se trabajó en todo el proceso, el cual una línea de producción balanceada necesita de una buena y prudente consecución de datos, movimientos de recursos, aplicación teórica e inversiones económicas.

Según Barrios Gómez, Manuel [4], el balance de líneas es un aspecto crucial en el rendimiento de una empresa, su objetivo es encontrar una distribución de la capacidad adecuada, con la finalidad de asegurar que el flujo de productos sea estandarizado y continuo, todo esto por medio de los procedimientos dentro de la planta, tratando de tener un equilibrio entre tiempos de actividades, llegando a suprimir cualquier inactividad mediada por los trabajadores y logrando maximizar el uso de los instrumentos y mano de obra.

Para Engineering [4], Mediante la simulación puede esquematizarse o medirse un proceso por medio de la elaboración de algún modelo que extraiga el sistema de producción en la planta, por medio de la virtualidad. En el proceso virtual, cualquier ineficiencia o inconveniente se puede solucionar sin que afecte a la planta productiva, lo cual permite prevenir cualquier resultado. Por medio de la simulación se puede examinar cualquier propuesta antes de ser realizada sin tener algún coste adicional, siendo esta de forma rápida, libre de cualquier peligro y con gran precisión. En el cual se puede verificar el lay-out y el posicionamiento de los elementos que están compuestos, optimizando tiempos de ciclo, accesos, manipulaciones y la ausencia de colisiones.

Por otro lado, durante los últimos años se han venido desarrollando diversos estudios sobre el tema en cuestión, así pues, En 2021, Sosa Rondoy [3], en su tesis titulada “Diseño y simulación de un sistema automatizado del proceso de producción de arándanos frescos para el incremento de la productividad en una empresa exportadora” tuvieron como objetivo diseñar un modelo de simulación del proceso automatizado de producción de arándanos para el incremento de la productividad, donde se descubrió que la empresa realizaba sus procesos productivos de forma manual, con una cantidad elevada de operarios en las diferentes zonas, lo que ocasionaba que los tiempos no sean uniformes, con aplicación de la metodología se logró estandarizar estos tiempos, aumentando su productividad de 7,29 t/turno a 11 t/turno , aumentando su eficiencia en un 12%, finalmente se redujo en 10% el costo de producción.

En 2021, Galán Galán [6] , en su tesis titulada “Impacto de la herramienta Justo a Tiempo en el proceso de armado de pizzas”, donde tuvo como objetivo Mejorar el proceso de armado de pizzas usando la herramienta Justo a tiempo (JIT), Para ello, se utilizó el método de flujo uniforme, Mediante este proceso se logró desarrollar la cantidad adecuada y usos correctos de recursos, estableciendo el número de estaciones necesarias, para que los operarios atiendan rápidamente sus funciones, con esta metodología se logró aumentar la producción en un 8%, y reducir en 60% el número de operarios para producir pizzas familiares.

En 2019, Bustamante Villegas [9], en su tesis titulada “Mejora del proceso de conserva de espárrago verde en la empresa Alpes Chiclayo S.A.C., para aumentar la productividad”, donde propuso una mejora para aumentar la

productividad, por lo que utilizo las siguiente metodología, un diagrama bimanual, estableciendo rendimientos por puestos de trabajo, asimismo, la estandarización de los tiempos para posteriormente realizar un balance de línea, con estas mejoras pudo obtener como resultados el incremento de la productividad total de 0, 309 a 0, 343 e incrementar la producción de 3857 a 4 063 latas diarias de esparrago.

III. METODOLOGÍA

Para la descripción y análisis de la situación actual de la empresa, se realizó un análisis documental, de los datos mostrados por Ramírez Camizan[1], de la cual se consideró el sistema productivo e identificación de las etapas del proceso de producción, tiempos operativos en cada etapa, identificación del cuello de botella, además de la determinación del impacto económico de la problemática, asimismo se diseñó el modelo de la propuesta de simulación del proceso de producción de fertilizantes con el software ProModel para incrementar la productividad de la empresa para ello, se propone realizar primeramente la estandarización de tiempos para posteriormente realizar el balance de línea del proceso productivo, mediante el ProModel para determinar el resultado de las mejoras que permita el incremento de la productividad, finalmente se realizó una evaluación del costo beneficio de la propuesta, Para ello, se realizó una revisión documental y se estimó la inversión que representa la implementación, asimismo, se calcularan los indicadores VAN, TIR, Costo/beneficio para determinar la viabilidad de la propuesta.

IV. RESULTADOS

Descripción y análisis de la situación actual de la empresa La empresa ALGYMAR SRL dedica a la fabricación y comercialización de harina de algas marinas como fertilizante orgánico para uso de cultivos. La empresa cuenta con un único producto el cual es vendido en cilindros de 25 kg, El precio de venta es de 750 soles y el margen de utilidad es de 10%.



Figura 1: Presentación del fertilizante orgánico

Fuente: Empresa ALGYMAR SRL

En la tabla 1, se presenta la producción del año 2019, donde se observa producciones no uniformes por lo que le generara pérdidas económicas debido a que algunos meses produce menos cantidad de cilindros.

Tabla 1: Producción del año 2019

Producción del año 2019			
Mes	Días Laborables	Cilindros	Soles
Enero	26	314	S/ 235 500
Febrero	25	328	S/ 246 000
Marzo	27	321	S/ 240 750
Abril	26	303	S/ 227 250
Mayo	27	321	S/ 240 750
Junio	26	322	S/ 241 500
Julio	26	317	S/ 237 750
Agosto	26	301	S/ 225 750
Septiembre	26	317	S/ 237 000
Octubre	26	328	S/ 246 000
Noviembre	26	316	S/ 237 000
Diciembre	25	311	S/ 233 250
Total	312	3 799	S/ 2 849 250,00

Fuente: Empresa ALGYMAR SRL

A continuación, en la figura 2, Se muestra el diagrama de bloques del proceso productivo.

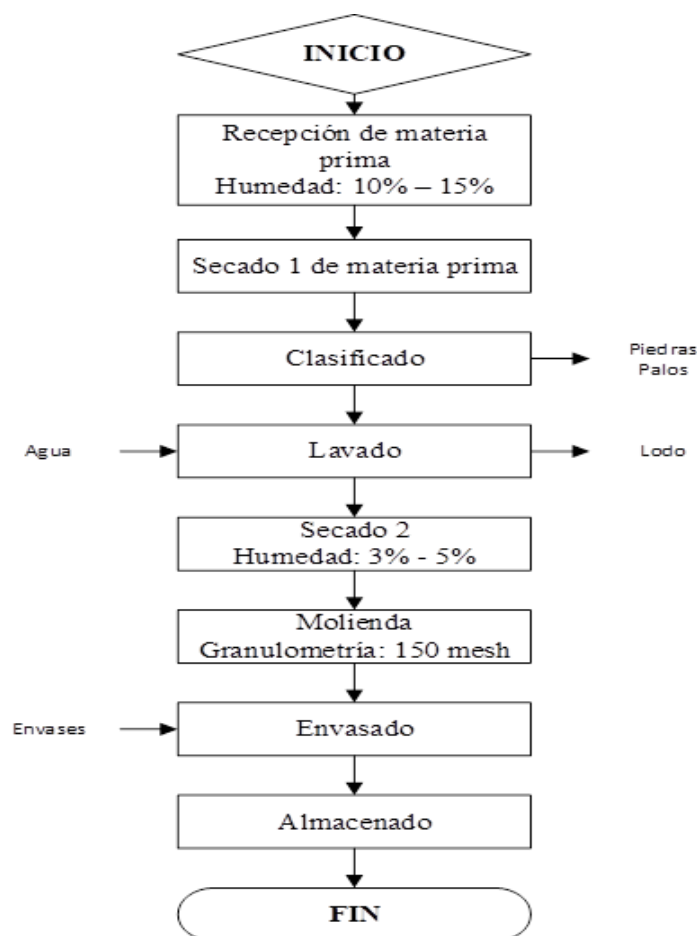


Figura: 2. Proceso productivo de la empresa ALGYMAR SRL

El proceso comienza con la etapa de recepción de materia prima, las algas pardas, estas entran con parámetros de humedad entre 8 y 10%, asimismo, esta etapa solo cuenta con un trabajador. Una vez de la recepción de las algas, estas son ingresadas a la etapa del tendido, donde son tendidas en mantas grandes y secadas al aire libre, siendo un proceso artesanal, Posteriormente se pasa la etapa de clasificado en zarandas, donde se es pasada las algas secas del anterior proceso, estas son recolectadas en sacos de 80 kg aproximadamente, Por consiguiente, las algas clasificadas entran a la etapa de lavado donde estas ingresan a pozos de 3 metros de alto con una capacidad de 1 100 litros de agua, este etapa tiene como fin eliminar el exceso de materiales tóxicos, el tiempo de demora es aproximadamente 6 horas por cada ingreso de 320 kg de MP, Posteriormente esta materia prima pasa a la etapa de extendido de materia prima lavada, donde es depositada en mantas gigantes expuestas a la luz del sol y al aire libre, una vez seco con un porcentaje de 5% de humedad, esta es recolectada

en sacos y posteriormente enviada a la etapa de molienda, la materia prima seca entra por la copa de molino, donde estas son molidas y retiradas por una manga, para posteriormente sean envasadas en cilindros de 25 kg, Finalmente, se prosigue en la etapa de almacenamiento donde se almacén los cilindros de 25 kg para posteriormente ser distribuidos. Tal y como se muestra en la figura 2 se detalla el diagrama de bloques del proceso, asimismo, en la tabla 2, se muestra los tiempos operativos las etapas del proceso, Para un lote de 12 cilindros de 25 kg cada uno, donde el ingresa 320 kg de materia prima, asimismo, se aprecia que el cuello de botella es la etapa de lavado con de 29 339 segundos, esto se da debido a que los operarios no cuentan con protocolo del proceso, ni alguna máquina que les ayude con esta etapa, ya que lo realizan de manera manual.

Tabla 2: Tiempos de producción

Actividad	Tiempo lote/seg	T. estación (minutos/lote)
Transporte de materia prima	187	3,12
Clasificado	933	15,55
lavado	29 339	488,98
Secado	414	6,90
Molienda	4 628	77,13
Envasado	511	8,52
Transporte al almacén PT	196	3,27

Fuente: Empresa ALGYMAR SRL

A continuación, se muestra los indicadores actuales de la línea de producción

- **Producción teórica:** Para el cálculo de este indicador, se ha considerado un tiempo de trabajo 10 horas al día, con un turno diario, con un tiempo ciclo de 23 674 segundos, con un ingreso de 320 kg, con 306 kg de producto terminado, donde cada presentación del cilindro contiene 25 kg.

$$PT = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Ciclo}} = \frac{10 \frac{h}{\text{día}}}{\frac{29339 \text{ seg}}{306 \text{ kg}} * \frac{1h}{3600 \text{ seg}} * 25 \frac{\text{kg}}{\text{cilindro}}} = 25 \text{ cilindro/día}$$

- **Producción real:** La producción real de la empresa es de 12 cilindros diarios, teniendo una producción anual de 3744 cilindros.
- **Cuello de botella:** El proceso con mayor tiempo de operación es el de lavado con 29 339 segundos, donde se produce un lote de 12 cilindros con 25 kg cada cilindro.

- **Productividad actual:** Para el desarrollo de la productividad actual se utilizó los costos actuales costo de mano de obra 479 700 soles, costos de suministros de 105 840 soles, 5000soles de otros costos en donde nos da un resultado de 4,5, es decir, por cada recurso empleados la empresa gana 4.5 soles.

$$PT = \frac{\text{Ventas (Soles)}}{C.MOD+C.suministros+CIF+C.otros} = \frac{2\,849\,250,00 \text{ soles}}{(479\,700 + 105\,840 + 42\,972,00 + 5\,000,00)\text{soles}} = 4,5$$

- **Productividad Mano de obra directa:** La empresa cuenta con 7 trabajadores en total dentro de sus etapas del proceso, cada trabajador realiza 535 cilindros/operario en el año 2019.

$$\text{Productividad MOD} = \frac{\text{Cilindros}}{\text{MOD}} = \frac{3\,799 \text{ cilindros}}{5 \text{ trabajadores}} = 759,8 \frac{\text{cilindros}}{\text{operario}}$$

En la tabla 3. se detalla el resumen de los indicadores actuales del proceso productivo en la empresa Algymar SRL.

Tabla 3. Resumen de indicadores actuales

INDICADORES	UNIDADES	VALORES ACTUALES
Producción teórica	Cilindros/día	24
Producción actual	Cilindros/día	12
Producción 2019	Cilindros/día	3 744
Productividad total	Soles de ventas/Soles de recursos	4,5
Productividad MOD	Cilindros/Operarios	535

Fuente: Empresa ALGYMAR SRL

A nivel mundial el mercado de los biofertilizantes está en constante desarrollo y crecimiento, por ello, la empresa estudiada enfrenta grandes retos para afrontar el ritmo del crecimiento de la demanda y lograr mantenerse, dado que nuestro país importa aproximadamente 1 millón 400 mil toneladas, debido a que el mercado peruano no satisface la demanda actual.

En la figura 3 se muestra el diseño del proceso, el cual consta de 7 etapas, presenta el cuello de botella en la etapa de lavado, los tiempos corresponden a un lote de 12 cilindros diarios, en un periodo de 10 horas, donde cada etapa tiene un operario, en total operarios sería 7.

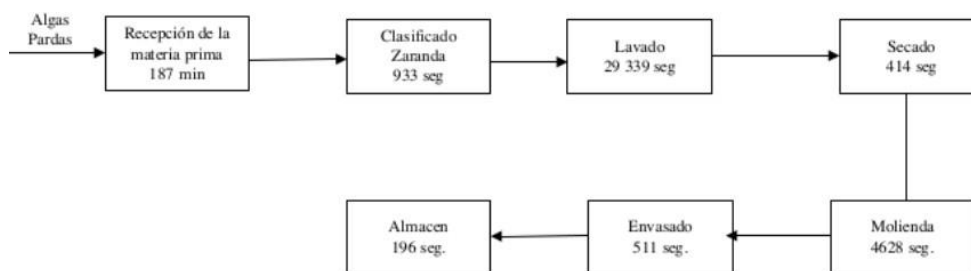


Figura 3: Diseño del proceso actual del proceso

Fuente: ProModel

Diseño del proceso actual de producción ProModel

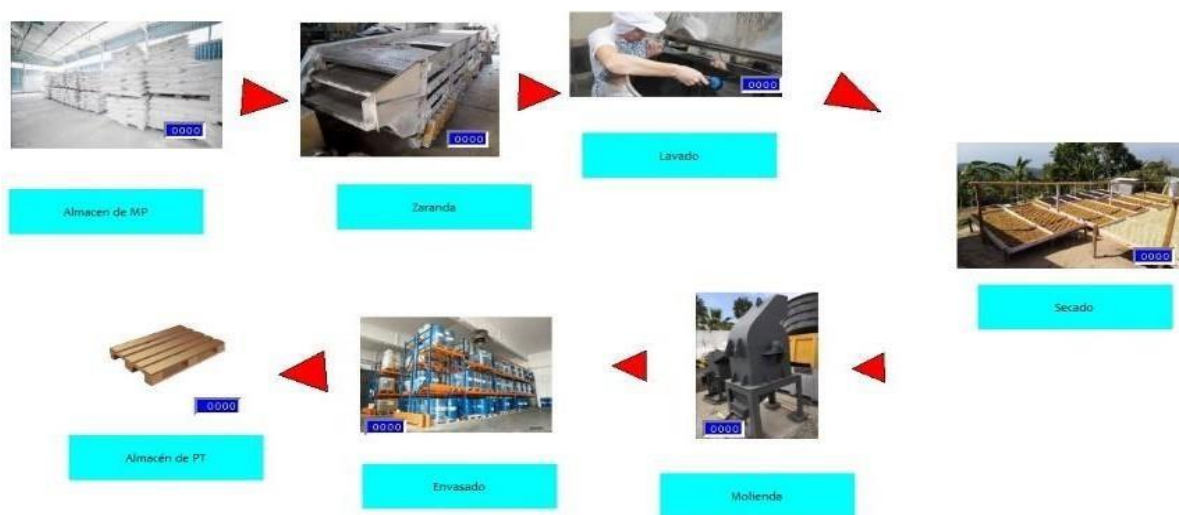


Figura 4: Diseño del proceso actual del proceso

Fuente: ProModel

Simulación del proceso actual con ProModel

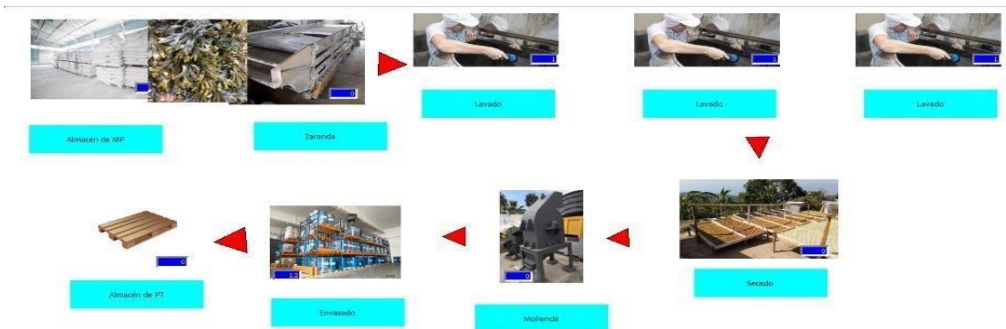


Figura 5: Simulación del proceso actual con el ingreso de la MP

Fuente: ProModel

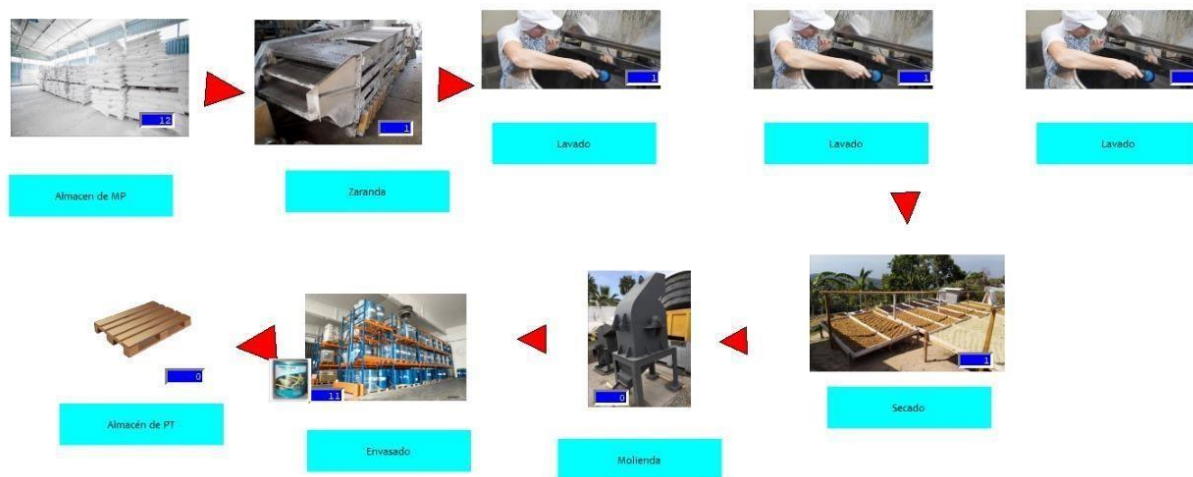


Figura 6: Simulación del proceso actual con la salida del cilindro al almacén
Fuente: ProModel

Resumen de las locaciones Actual

La figura 7. Muestra el que el almacén de materia prima tiene el mayor porcentaje de utilización de 99,5%, el de clasificado de 98,49% seguido del lavado con 97,28%.

Locación Resumen								
Nombre	Tiempo Programado (Day)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Hr)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
Almacén de MP	0.33	1.00	5.00	1.59	1.00	1.00	1.00	99.59
Envasado	0.33	12.00	1.00	5.49	0.69	1.00	0.00	5.72
Molienda	0.33	1.00	1.00	0.20	0.02	1.00	0.00	2.45
Zaranda	0.33	1.00	3.00	2.63	0.98	1.00	1.00	98.49
Lavado 1	0.33	1.00	2.00	3.89	0.97	1.00	1.00	97.28
Escurreido	0.33	1.00	1.00	0.42	0.05	1.00	0.00	5.30
Recogido	0.33	1.00	1.00	0.03	0.00	1.00	0.00	0.38
Tendido	0.33	1.00	1.00	0.03	0.00	1.00	0.00	0.38
Almacén PT	0.33	12.00	12.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00

Figura 7: Resumen de las locaciones Actual
Fuente: ProModel

Cuadro de indicadores

Cuadro de indicadores				
Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)	Costo Promedio
Alga	1.00	496.97	494.12	0.00
Barril con alga	12.00	516.64	8.99	0.00
Barril vacio	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura 8: Cuadro de indicadores
Fuente: ProModel

Se realizó la simulación por ProModel de la situación actual, donde se obtuvo una salida de 12 barriles por día, debido al alto cuello de botella del área de lavado.

Capacidad de las locaciones- baseline

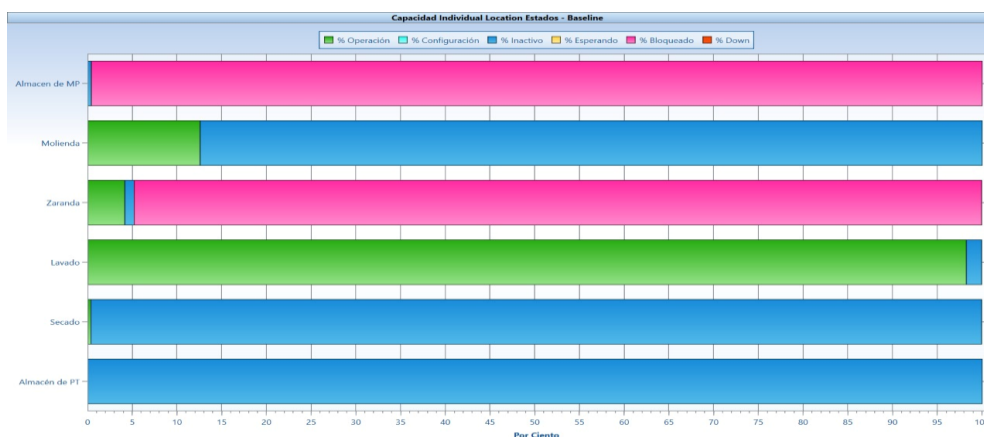


Figura 9: Capacidad de las locaciones

Fuente: ProModel

cómo se puede observar a través de la figura 9, el área de mayor operación es el de lavado con 98,36%, lo que significa es nuestro cuello de botella, teniendo áreas del proceso productivo con baja operación, apreciándose la línea desbalanceada del proceso.

Propuesta de Mejora

Para la propuesta de mejora, se propone realizar la estandarización de tiempos para posteriormente realizar el balance de línea.

En la siguiente tabla 4, se ha realizado primeramente una estandarización de los tiempos actuales, por medio de 5 observaciones se ha considerado el promedio de tiempos para posteriormente darle uso en la tabla, de acuerdo al desempeño se ha considerado 75% según la norma británica a excepción del área de molienda que se le considero el 50%, debido a que los operarios no tienen un buen desempeño, asimismo, el porcentaje de 70% se debe a constantes movimientos sin prisa, el operario no está bien dirigido y vigilado, realizando un trabajo lento, con respecto al suplemento se consideró un 13%, estos datos se puede apreciar en el Anexo 1 y Anexo 2, Finalmente se logró calcular el tiempo estándar para el proceso de producción.

Tabla 4. Estandarización de tiempos de producción

Actividad	Tiempo promedio de segundos por lote	Desempeño	Tiempo normal	Suplemento	Tiempo Estándar
Transporte de MP	187	75%	140	18,2	158
Clasificado	933	75%	700	91,0	791
lavado	29 339	75%	22 004	2 860,6	24 865
Secado	414	75%	311	40,4	351
Molienda	4 628	50%	2 314	300,8	2615
Envasado	511	75%	383	49,8	433
Transporte al almacén PT	196	75%	147	19,1	166
Tiempo de ciclo					29 213

Fuente: Empresa ALGYMAR SRL

Posteriormente se realizó el balance de línea para igualar la carga de trabajo entre las estaciones, tomando en cuenta el proceso actual.

Para realizar el balance de línea se determinó el tiempo de ciclo

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Cilindros requeridos}} = \frac{10 \text{ h} \times 60}{48} = 12.5 \text{ min/cilindro}$$

En la tabla 5. Se observa los tiempos estandarizados de cada etapa de producción, asimismo, y en base a ello, se realizó el balance de línea, el cual nos indica la cantidad de operarios necesaria para cada actividad, Según los tiempos ya estandarizados se propone incrementar el número de operarios en las etapas con mayor tiempo de demora como es el caso de lavado que se propone 2 operarios más.

Tabla 5. Tiempos para la mejora del proceso con respectivos operarios

Actividad	Tiempos estándar(seg)	T. estación (minutos/lote)	Propuesta de operarios
Transporte de materia prima	158	2,64	1
Clasificado	791	13,18	1
lavado	24 865	414,41	3
secado	351	5,85	1
Molienda	2 615	43,58	1
Envasado	433	7,22	1
Almacenamiento	166	2,77	1

Fuente: Empresa ALGYMAR SRL

Simulación de la Mejora en ProModel

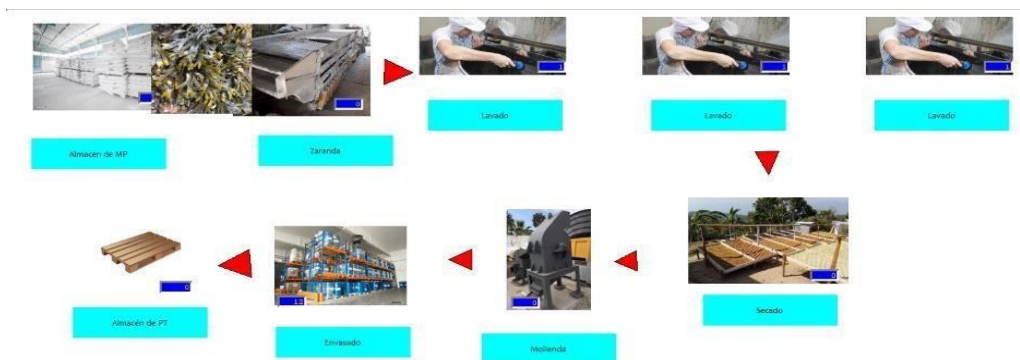


Figura 10: Simulación de la propuesta de mejora con el ingreso de la MP
 Fuente: Empresa ALGYMAR SRL

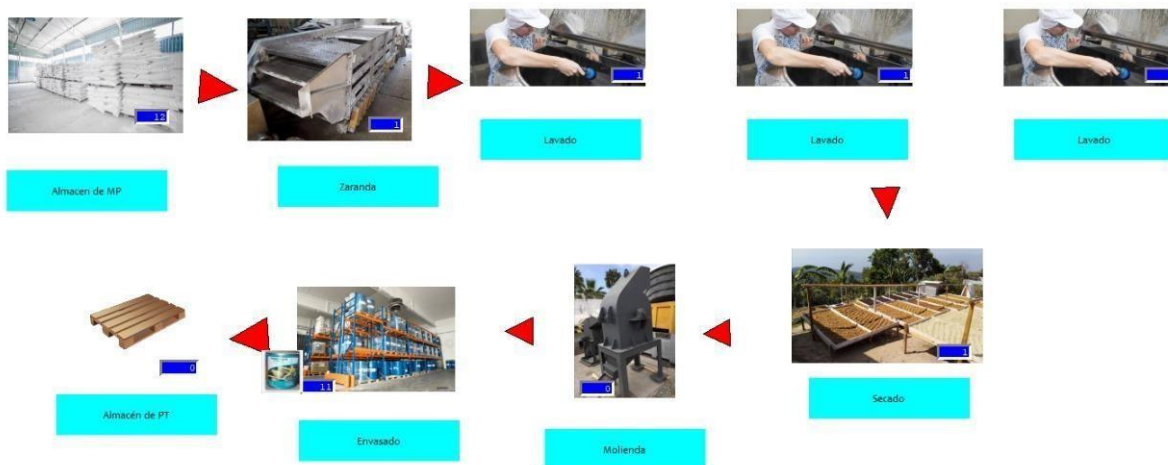


Figura 11: Simulación del proceso mejorado con la salida del cilindro al almacén
 Fuente: ProModel

Resumen de locaciones

Según la figura 11. Se aprecia que la mayoría de las etapas de producción tienen un porcentaje alto de utilización mayor a 90%, a diferencia del proceso de secado y almacén de producto terminado menor de 20%.

Locación Resumen								
Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
Almacén de MP	10.00	12.00	35.00	203.26	11.86	12.00	12.00	98.80
Envasado	10.00	12.00	13.00	528.72	11.46	12.00	9.00	95.46
Molienda	10.00	1.00	5.00	67.16	0.56	1.00	1.00	55.97
Zaranda	10.00	1.00	10.00	57.49	0.96	1.00	1.00	95.82
Lavado.1	10.00	1.00	3.00	196.52	0.98	1.00	1.00	98.26
Lavado.2	10.00	1.00	3.00	191.99	0.96	1.00	1.00	95.99
Lavado.3	10.00	1.00	3.00	189.29	0.95	1.00	1.00	94.65
Lavado	30.00	3.00	9.00	192.60	0.96	3.00	3.00	96.30
Secado	10.00	1.00	6.00	16.85	0.17	1.00	1.00	16.85
Almacén de PT	10.00	1.00	48.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00

Figura 11: Resumen de locaciones de la propuesta

Fuente: ProModel

Cuadro de Indicadores

Cuadro de indicadores				
Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)	Costo Promedio
Alga	4.00	381.27	298.88	0.00
Barril con alga	48.00	444.72	12.65	0.00
Barril vacío	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura 12: Resumen de locaciones de la propuesta

Fuente: ProModel

Se realizó la simulación por ProModel de la propuesta de mejora, donde se obtuvo una salida de 48 barriles por día, debido al alto cuello de botella del área de lavado.

Nuevos Indicadores después de la Propuesta

Producción Teórica: El tiempo total de la producción es de 24 865 segundos, con un horario de trabajo de 10 horas diarias, para realizar 4 lotes de capacidad de cilindros de 25 kg, con un ingreso de 1280 kg de materia prima y una salida de producto terminado de 1 224 kg.

$$Producción\ teórica = \frac{Tiempo\ base}{Ciclo} = \frac{10\ \frac{h}{día}}{\frac{24865\ seg}{1224\ kg} * \frac{1h}{3600\ seg} * 25\ \frac{kg}{cilindro}} = 56\ \frac{cilindros}{día}$$

Producción real: Según la propuesta planteada de la estandarización de tiempos y posteriormente un balance de línea agregando dos operarios al proceso de lavado, la producción real es de 48 cilindros diarios o 14 976 cilindros anuales, con un periodo de trabajo de 312 días laborables.

$$\text{Producción real} = 48 \frac{\text{cilindros}}{\text{día}} \cong 14\,976 \text{ cilindro/año}$$

Cuello de Botella: Según los tiempos el cuello de botella se encuentra en la etapa de lavado teniendo un tiempo de 394.57 min, para un lote de 24 cilindros diarios.

$$\text{Cuello de botella} = \frac{\text{salida cilindros}}{\text{Tiempo promedio}} = \frac{48 \text{ cilindros}}{24\,865 \text{ segundos}} = 0,0019 \frac{\text{cilindro}}{\text{segundo}}$$

Nuevo indicador de Productividad: Para calcular el nuevo indicador de productividad se ha considerado nuevos recursos para la implementación.

Tabla 6. Recursos empleados

	Recursos Empleados		Total
Insumos	S/ 3 900,00	296 toneladas	S/ 1 154 400,00
C. Mano de Obra (9 operarios)	S/ 10 584,00	1 año	S/ 127 008,00
Suministros	S/ 3581,00	1 año	S/ 42 972,00
CIF + depreciación 5%			S/ 15 000,00
Total			S/ 1 339 380,00

Fuente: Elaboración Propia

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

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

$$\text{Productividad total} = 6,3 \text{ soles de venta /Soles .invertidos}$$

El nuevo indicador de la productividad es de 6,3, es decir, que por cada sol invertido en los costos de los recursos se obtiene 6,3 soles.

Productividad de Materia Prima de la propuesta: Para indicar el número de cilindros propuesto al año es de 14 976 cilindros, con un ingreso de 296 toneladas de materia prima.

$$\text{Productividad de MP} = \frac{\text{cilindros}}{\text{Peso de las algas}} = \frac{14976 \text{ cilindros}}{296 \text{ toneladas}} = 51 \frac{\text{cilindros}}{\text{tonelada}}$$

Este indicador nos indica que por cada tonelada de algas se obtendrá 51 cilindros de biofertilizante de 25 kg cada unidad.

Productividad de Mano de Obra Directa Propuesta:

$$\text{Productividad MOD} = \frac{\text{Cilindros}}{\text{MOD}} = \frac{14\,976 \text{ cilindros}}{9 \text{ trabajadores}} = 1664 \frac{\text{cilindros}}{\text{operario}}$$

Este indicador hace referencia que cada trabajador realiza 1664 cilindros al año.

Comparación de Indicadores

La Tabla N° 7, detalla los indicadores de producción de la empresa de biofertilizante, donde se observa que la productividad aumento en 29%, la productividad de mano de obra directa en 71%, la producción teoría vario en 75%, asimismo, la producción actual vario en 75%, finalmente la producción aumento en 75%.

Tabla 7. Comparación de Indicadores Antes y Después de la Mejora

Indicadores	Unidades	Valores Antes	Valores Después	Variación%
Producción teórica	Cilindros/día	14	56	75%
Producción actual	Cilindros/día	12	48	75%
Producción 2019	Cilindros/año	3 744	14 976	75%
Productividad total	Soles de ventas/soles de recursos	4,5	6,3	29%
Productividad MOD	Cilindros/operarios	535	1 872	71%

Fuente: Elaboración Propia

Análisis del costo beneficio de la propuesta

Para la evaluación del análisis financiero se ha considerado los sueldos de cada operario en los diferentes procesos de producción al año.

Tabla 8. Sueldos de los trabajadores de la empresa

Proceso	Sueldo mensual (Soles)	Sueldo anual	Trabajadores propuestos	Costo de MO (\$)
Transporte de MP	1 025	12 300	1	12 300
Clasificado	1 025	12 300	3	36 900
lavado	1 025	12 300	1	12 300
secado	1 025	12 300	1	12 300
Molienda	1 025	12 300	1	12 300
Envasado	1 025	12 300	1	12 300
Almacenamiento PT	1 025	12 300	1	12 300
Total	7 175	86 100	9	11 0700

Fuente: Elaboración Propia

Para la producción de 48 cilindros es decir 4 lotes de 12 cilindros, conociendo que con la producción propuesta se obtendrían 48 cilindros de 25 kg cada uno con un precio de 750 soles y con un margen de ganancia del 10%, para los ingresos se consideró la cantidad de producción en un año, tomando en cuenta que al mes la empresa labora 26 días es decir 312 al año , trabajan 10 horas por día y según la simulación ProModel se elaboran 48 cilindros en un día con una producción anual de 14 976 cilindros , con respecto a los egresos se tomó en cuenta los costos para la producción.

Tabla 9. Costos de la propuesta de la mejora

Costo de la propuesta	Costo
Mano de obra	S/ 110 700,00
Producción diaria	36
Inversión inicial	S/ 100 000,00
Producción	11 232
Precio	S/ 750,00
Ingreso	S/ 8 424 000,00
Costo	S/ 7,581,600.00
Periodo en años	5

Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente se desarrolló el flujo de caja, según los datos de la tabla 9

Tabla 10: Flujo de caja

Periodos	Flujo Económico					
	0	1	2	3	4	5
Ingresos		S/ 8 424 000,00	S/ 842 000,00	S/ 842 000,00	S/ 842 000,00	S/ 842 000,00
Egresos		S/ 7 581 600,00	S/ 7 581 600,00	S/ 7 581 600,00	S/ 7 581 600,00	S/ 7 581 600,00
Inversión	- S/100 000,00					
Flujo de caja económico	- S/100 000,00	S/ 842 400,00	S/ 842 400,00	S/ 842 400,00	S/ 842 400,00	S/ 842 400,00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11. Indicadores financieros

Tasa de descuento	8%
VAN	S/ 3 263 458,94
TIR	842%
B/C	S/ 33,63

Fuente: Elaboración Propia

Según el VAN el proyecto será rentable ya que es tiene un valor positivo y el indicador del costo beneficio de 33.63 soles, Esto nos indica que, por cada sol invertido, se ganará 0.63 céntimos, siendo está propuesta viable.

V. DISCUSIÓN

Bustamante Villegas [9], en su tesis detecto que su proceso de producción de espárragos era deficiente consecuencia de los métodos que utilizaban, debido a que sus tiempos no estaban estandarizados, al cual, al desarrollarlo y mediante un balance de línea, aumentando su producción en 5% y su productividad se incrementó en 3.4%, Asimismo, Sosa Rondoy [3], en su tesis detecto una producción ineficiente debido a que los operarios realizaban sus actividades de manera manual, por lo que se realizó la técnica de balance de línea, en donde se logró establecer el número exacto de operarios por proceso, por lo que se logró reducir en 18,96% el tiempo de producción, así como la mano de obra en 10%, y el índice de producción diaria aumento en 4%, Asimismo, Galán [6], en su tesis, detecto que en el armado de piezas tenía problemas de producción, por lo que utilizo la estandarización de tiempos, logro aumentar en 10% la productividad y reducir de 15 a 8 operarios en el proceso de producción.

VI. CONCLUSIONES

- Se describió y analizo la situación actual de la empresa, donde se identificó que el proceso de lavado tenía mayor tiempo de demora, asimismo, se analizaron los tiempos de todo el proceso productivo.
- Se diseñó la propuesta de mejora la cual consta de la implementación de la estandarización de los tiempos productivos para posteriormente realizar el balance de línea, lo que genero aumentar en 29% la productividad y aumentar en 75% la producción anual.
- Finalmente, se evaluó el costo beneficio de la propuesta donde según los indicadores es viable, en donde por cada sol invertido se obtiene 0,63 céntimos.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que los operarios tengan constantes capacitaciones y charlas rápidas antes del inicio de sus jornadas laborales.
- Se recomienda metodologías de 5S, ya que esta facilita diferentes dinámicas de trabajo, con el fin de mejorar los espacios de producción, organización, higiene y las normas dentro de las empresas.

VIII. REFERENCIAS

- [1] FAO, *Produccion y comercialización mundial de biofertilizante*, España, 2022.
- [2] S. Y. R. CAMIZÁN, *PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA ALGYMAR SRL*, CHICLAYO, 2021.
- [3] O. A. Maneiro, *Importancia de la simulación en los procesos industriales*, Venezuela, 2018.
- [4] B. Salazar López, *Balance de Linea*, España, 2019.
- [5] B. Manuel, *Balanceo de líneas (análisis de la producción)*, España, 2018.
- [6] Engineering, *Simulacion en procesos industriales*, España, 2018.
- [7] S. R. Cecilia, *Diseño y simulacion de un sistema automatizado del proceso de produccion de arandanos frescos para el incremento de la productividad en una empresa exportadora*, Chiclayo - Perú, 2021.
- [8] V. M. G. Galan, *IMPACTO DE LA HERRAMIENTA JUSTO A TIEMPO EN EL*, Chiclayo Perú, 2020.
- [9] B. V. M. D. Milagro, *Mejora del proceso productivo de conservas de esparrago verde en la empresa alpe chiclayo SAC para aumentar la productividad*, Chiclayo- Perú, 2019.
- [10] Instituto Peruano de Economía, «Instituto Peruano de Economía,» 6 junio 2020. [En línea]. Available: <https://www.ipe.org.pe/portal/mas-de-130-mil-trabajadores-reanudaran-labores-en-el-sector-manufactura-produccion/>. [Último acceso: 14 junio 2021].
- [11] Gestión, «Gestión,» 2016. [En línea]. Available: <https://gestion.pe/impresam/melamina-desplaza-madera-muebles-oficina-hogar-13388-noticia/>. [Último acceso: junio 2021].
- [12] Andina peruana de noticias, «Andina,» 2019. [En línea]. Available: <https://andina.pe/agencia/noticia-economia-peruana-crecio-18-cuarto-trimestre-del-ano-2019-785822.aspx>. [Último acceso: 2021].
- [13] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «Reglamento Nacional de Edificaciones,» 2006. [En línea]. Available: <https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>. [Último acceso: junio 2021].
- [14] P. Y. Puma Roque, «Diseño y construcción de un prototipo de planta procesadora de ladrillo, implementado con un sistema de automatización scada-rsview32 de allen bradley, para el

- laboratorio de control y automatización de la epime,» 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4025>. [Último acceso: 2021].
- [15] J. A. Sousa Mori, «Mejora del proceso productivo para aumentar la rentabilidad en la ladrillera San Juan del Norte SAC, Pacanguilla, La Libertad, 2019,» 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55522>. [Último acceso: junio 2021].
- [16] J. Y. Martínez Guzman y Y. V. Calambas Quiñones, «Propuesta de mejora para optimizar el proceso de elaboración de ladrillo en la microempresa Buena Vista ubicada en el corregimiento el Zarzal (Tambo),» 2020. [En línea]. Available: <http://unividafup.edu.co/repositorio/files/original/bb026658d0ce885a329fe112adee4599.pdf>. [Último acceso: junio 2021].
- [17] C. I. Matos Lopez, «Automatización del generador de calor para incrementar la eficiencia en fabrica ladrillera Redigal SAC-Chiclayo 2017,» noviembre 2017. [En línea]. Available: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32422>. [Último acceso: junio 2021].
- [18] R. Vega Armao y W. Martínez Salazar, «Diseño e implementación de un sistema rotatorio de flujo constante para secado de cacao utilizando transferencia de calor por convección y control predictivo basado en modelo,» 2015. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10436>. [Último acceso: 2021].
- [19] R. Galvez Chero, «Mejora del proceso productivo de fabricación de ladrillos para la reducción de mermas en la empresa cerámicos Dett s.a.c., Rioja – San Martín,» 2019. [En línea]. Available: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2042>. [Último acceso: Junio 2021].
- [20] M. Araújo, B. Correia, V. Brandão, I. Rodrigues de Oliveira, R. Santos, G. Neto, L. Silva y A. Barbosa de Lima, «Convective Drying of Ceramic Bricks by CFD:,» *Energies*, vol. 1, n° 13, p. 2073, 2020.
- [21] Z. Whittaker, «DESIGN OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR CORNER BRICK,» *Proquest*, 2020.
- [22] H. Aguilar, E. Reynoso, J. Gómez, J. Moller y A. Hernández, «LIFE CYCLE ASSESSMENT OF A TRADITIONAL BRICK MANUFACTURE IMPROVEMENT,» *Revista Internacional de Contaminación ambiental*, vol. 35, n° 1, mayo 2018.
- [23] M. Araújo, A. Pereira, J. De Oliveira, B. Agra, F. Filho, R. Da Silva y A. Barbosa, «Industrial Ceramic Brick Drying in Oven by CFD,» *Materials*, vol. 12, n° 10, p. 1612, 2019.

IX. ANEXOS

Anexo N° 01. Valoración de desempeño

0-100 (norma Británica)	Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable (1) (Km/h)
0	Actividad nula	
50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	3,2
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de operario no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan	4,8
100 (Ritmo tipo)	Activo, capaz, como de operario calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	6,4
125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del operario calificado medio	8,0
150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por varios periodos; actuación de "virtuoso" sólo alcanzada por algunos trabajadores sobresalientes	9,6

Anexo N° 02. Descripción de Suplemento

N°	Descripción del Suplemento	Suplementos
	SUPLEMENTO POR DESCANSO	
1	Suplementos por fatiga básica	4%
	Suplementos por necesidades personales	5%
	Suplementos variables	0%
	OTROS SUPLEMENTOS	
2	Suplementos por contingencia o por eventualidades (inevitables)	4%
	Suplemento excepcional, a nivel de desempeño	0%
	Actividades que no forman parte del ciclo de trabajo	0%
	TOTAL % DE SUPLEMENTOS	13%