



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TESIS**  
**APLICACIÓN DE BALANCE DE LÍNEA PARA  
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA  
ELABORACIÓN DE MANGO EN CONSERVA EN LA  
EMPRESA GANDULES INC. SAC.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
INDUSTRIAL**

**Autor**

**Bach. López Pérez Carlos Alberto**  
**<https://orcid.org/0009-0005-0484-212X>**

**Asesor**

**Dr. Vasquez Coronado Manuel Humberto**  
**<https://orcid.org/0000-0003-4573-3868>**

**Línea de Investigación**

**Tecnología e innovación en desarrollo de la construcción y la  
industria en un contexto de sostenibilidad**

**Sublínea de Investigación**

**Gestión y sostenibilidad en las dinámicas empresariales de industrias y  
organizaciones.**

**Pimentel – Perú**  
**2023**

**APLICACIÓN DE BALANCE DE LÍNEA PARA INCREMENTAR LA  
PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE MANGO EN CONSERVA EN GANDULES  
INC. SAC.**

**Aprobación del jurado**

---

Dra. RAFFO RAMIREZ FLOR DE MARIA

**Presidente del Jurado de Tesis**

---

Dr. VASQUEZ CORONADO MANUEL HUMBERTO

**Secretario del Jurado de Tesis**

---

Mg. ALVITES ADAN TOÑO ELDRIN

**Vocal del Jurado de Tesis**


**DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD**

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado (s) Carlos Alberto López Pérez, del Programa de Estudios de **Ingeniería Industrial** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

**APLICACIÓN DE BALANCE DE LÍNEA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE MANGO EN CONSERVA EN GANDULES INC. SAC.**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

López Pérez Carlos Alberto	DNI: 73703404	
----------------------------	---------------	---

Pimentel, 03 de 05 del 2024.

## **Dedicatoria**

Esto está dedicado a mi hija Thalía, aunque no lo sepa eres y serás lo más importante en mi vida he dado un más para servir de ejemplo a la persona que más amo en este mundo, gracias a ti e decidido subir un escalón más como persona y como profesional. Espero que un día comprendas que lo que soy ahora es gracias a ti y este logro sirva para guiar cada uno de tus pasos. Gracias por existir, te amo.

## **Agradecimientos**

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre por el gran amor y devoción, por el apoyo incondicional que siempre me has dado, por haberme formado como hombre de bien, por ser la mujer que me dio la vida y enseñarme a vivirla; gracias a mi padre por nunca darte por vencido conmigo, por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guían durante mi vida. Esta tesis es para honrar su amor incondicional y su fe en mí.

También agradecer a mi esposa Arly por entenderme en todo, gracias porque en todo instante fue un acompañamiento incondicional en mi vida, fue la alegría encajada en solo una persona, fue mi todo reflejado en otra persona a la cual yo amo bastante, y por la cual estoy dispuesto a combatir todo y en todo instante.

## Índice

Dedicatoria .....	iv
Agradecimientos.....	v
Índice .....	vi
Índice de tablas .....	viii
Índice de figuras .....	xi
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema .....	9
1.3. Hipótesis .....	10
1.4. Objetivos .....	10
1.4.1. Objetivo general .....	10
1.4.2. Objetivos específicos.....	10
1.5. Teorías relacionadas al tema .....	10
1.5.1. Balance de línea.....	10
1.5.2. Productividad.....	20
II. MATERIALES Y MÉTODO .....	22

2.1.	Tipo y Diseño de Investigación.....	22
2.1.1.	Tipo .....	22
2.1.2.	Diseño .....	22
2.2.	Variables, Operacionalización .....	22
2.2.1.	Variables .....	22
2.2.2.	Operacionalización .....	23
2.3.	Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección .....	25
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ..	25
2.4.1.	Observación directa.....	25
2.4.2.	Análisis documental.....	25
2.4.3.	Entrevistas.....	25
2.4.4.	Validez .....	25
2.4.5.	Confiabilidad.....	26
2.5.	Procedimiento de análisis de datos .....	26
2.6.	Criterios éticos .....	26
2.6.1.	Autonomía .....	26
2.6.2.	Beneficencia.....	26
2.6.3.	No-maleficencia.....	27
2.6.4.	Justicia. ....	27
III.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	28
3.1.	Resultados .....	28
3.1.1.	Diagnóstico de la empresa .....	28
3.1.2.	Propuesta de investigación.....	50
3.1.3.	Análisis costo/beneficio de la propuesta .....	76

3.2. Discusión .....	78
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	79
4.1. Conclusiones.....	79
4.2. Recomendaciones.....	80
V. REFERENCIAS .....	81
VI. ANEXOS.....	84
Anexo 1. Guía de entrevista.....	84
Anexo 2. Validación de entrevista .....	86
Anexo 3. Guía de Observación .....	88
Anexo 4. Validación de observación .....	89
Anexo 5. Carta de autorización de recolección de la información .....	91

### **Índice de tablas**

Tabla 1. Operacionalización de la variable dependiente.....	23
Tabla 2. Operacionalización de la variable independiente .....	24
Tabla 3. Entrevista al jefe de producción frutales.....	40
Tabla 4. Guía de observación realizada .....	42
Tabla 5. Producción de kilogramos drenados por formato de envase campaña de mango 2023 GANDULES INC. SAC.....	43
Tabla 6. Tiempos estándar actuales y uniformidad de unidad de medida actual ..	44



Tabla 7.	Tiempo que toma producir una unidad actual .....	45
Tabla 8.	Balance de línea actual.....	45
Tabla 9.	Resumen del balance de línea actual .....	46
Tabla 10.	Variable dependiente actual.....	50
Tabla 11.	Toma de tiempos en segundos.....	52
Tabla 12.	Abastecer a materia prima y a línea.....	53
Tabla 13.	Lavado.....	54
Tabla 14.	Desinfección. ....	54
Tabla 15.	Paletizado de materia prima post desinfección .....	55
Tabla 16.	Abastecimiento a pelador .....	55
Tabla 17.	Pelado .....	56
Tabla 18.	Corte en mitades .....	56
Tabla 19.	Recuperación.....	57
Tabla 20.	Corte en tiras .....	57
Tabla 21.	Estivo a lavado y desinfección .....	58
Tabla 22.	Desinfección .....	58
Tabla 23.	Acomodo en línea.....	59
Tabla 24.	Envasado.....	59

Tabla 25.	Pesado .....	60
Tabla 26.	Escaldado .....	60
Tabla 27.	Drenado.....	61
Tabla 28.	Adición de líquido de gobierno.....	61
Tabla 29.	Tapado .....	62
Tabla 30.	Cerrado.....	62
Tabla 31.	Secado .....	63
Tabla 32.	Limpieza .....	63
Tabla 33.	Paletizado.....	64
Tabla 34.	Tiempo promedio.....	65
Tabla 35.	Valoración del ritmo de trabajo (Westinghouse).....	66
Tabla 36.	Tiempo normal.....	67
Tabla 37.	Suplementos de descanso – Organización internacional del trabajo (OIT) 68	
Tabla 38.	Tiempo estándar .....	70
Tabla 39.	Conversión de unidades de medida.....	71
Tabla 40.	Uniformidad de unidad de medida .....	71
Tabla 41.	Tiempo que toma producir una unidad.....	72

Tabla 42.	Balance de línea .....	74
Tabla 43.	Resumen del balance de línea.....	75
Tabla 44.	Variable dependiente con la propuesta.....	76
Tabla 45.	Comparativo de productividad actual y propuesta.....	76
Tabla 46.	Beneficio de la propuesta .....	77
Tabla 47.	Costo de la aplicación de la propuesta.....	77

### **Índice de figuras**

Figura 1.	Problemas de equilibrado de líneas – ALBP .....	12
Figura 2.	Organigrama de la GANDULES INC. SAC.....	29
Figura 3.	Distribución de planta.....	31
Figura 4.	Diagrama de recorrido.....	31
Figura 5.	Desinfección .....	32
Figura 6.	Paletizado de producto.....	32
Figura 7.	Pelado.....	33
Figura 8.	Corte en mitades.....	34
Figura 9.	Corte en tiras.....	34
Figura 10.	Envasado.....	35

Figura 11. Pesado.....	35
Figura 12. Cerrado.....	36
Figura 13. Pasterización.....	37
Figura 14. Diagrama de operaciones .....	38
Figura 15. Diagrama de análisis de proceso .....	39
Figura 16.....	47
Figura 17. Diagrama de Ishikawa de la elaboración de mango en conserva. ....	47
Figura 18. Diagrama de Pareto de kilogramos drenamos por formato de envase campaña de mango 2023 GANDULES INC. SAC. ....	48

## Resumen

El objetivo general fue incrementar la productividad en la elaboración de mango en conserva mediante la aplicación de un balance de línea para incrementar los márgenes de ganancia en la empresa GANDULES INC. SAC.

Se utilizó la siguiente metodología: La investigación es tipo aplicada y cuantitativa, con un diseño cuasi experimental de corte transversal. Las técnicas que se utilizan son la observación directa, el análisis documental y el cuestionario; los instrumentos son la guía de observación y la entrevista para ambas variables. La población se comprende la empresa GANDULES INC. SAC y la totalidad de recursos que la conforman y la muestra corresponde a los elementos de producción que intervinieron en la línea de producción mango en conserva.

La conclusión principal fue que al aplicar el balance de línea modelo SALBP-2 en la elaboración de mango en conserva se consiguió un incremento en la productividad. Se obtuvo una productividad de mano de 133.67 frascos/persona incrementándose un 22.18%, una productividad de horas hombre de 16.71 frascos/hora-hombre incrementándose un 22.15% y una productividad de costo de mano de obra a 3.07 frascos/sol registrando un incremento de 21.83%. La relación beneficio – costo de la propuesta es mayor a 1.00 demostrando ser un proyecto viable a favor de la empresa.

**Palabras Clave:** balance de línea, productividad, mango, conserva.

## **Abstract**

The general objective was to increase productivity in the production of canned mango by applying a line balance to increase profit margins in the company GANDULES INC. SAC.

The following methodology was used: The research is applied and quantitative, with a cross-sectional quasi-experimental design. The techniques used are direct observation, documentary analysis and questionnaire; The instruments are the observation guide and the interview for both variables. The population includes the company GANDULES INC. SAC and all the resources that make it up and the sample corresponds to the production elements that were involved in the canned mango production line.

The main conclusion was that by applying the SALBP-2 model line balance in the production of canned mango, an increase in productivity was achieved. A labor productivity of 133.67 bottles/person was obtained, increasing by 22.18%, a man-hour productivity of 16.71 bottles/man-hour, increasing by 22.15%, and a labor cost productivity of 3.07 bottles/sun, registering an increase of 21.83%. The benefit-cost ratio of the proposal is greater than 1.00, proving to be a viable project in favor of the company.

**Keywords:** line balance, productivity, mango, preserves

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Realidad problemática

En México la industria procesadora es el sector económico más importante, representa en promedio 17% del PIB del país y genera importantes oportunidades de empleo formal. El incremento de la productividad laboral ha mostrado un margen negativo en los últimos tiempos, lo que refleja el envejecimiento de la fuerza productiva, por lo que el proceso de innovación debe ser considerado un elemento fundamental ante los rendimientos decrecientes [1] .

Según Herrero [2] la productividad sudamericana está estrechamente relacionada con el comercio regional en todas las etapas de la integración. Debido a la productividad insuficiente, es imposible detener las importaciones de países extranjeros y es imperativo limitar el valor agregado de las exportaciones. El crecimiento de la productividad en América del Sur afectaría desproporcionadamente el comercio de los países en esta región.

La productividad es de vital importancia para cualquier empresa a nivel mundial, y su adecuada gestión es muy importante para los hacedores de políticas, este es un punto que adolece a Sudamérica. El uso de modernas tecnologías para optimizar los procesos productivos es una gran oportunidad para brindar mejoras tangibles [3].

La innovación para mejorar las exportaciones manufactureras es la base para la industrialización en América del Sur. Mirando hacia atrás en la historia reciente, podemos ver cómo la productividad y la asignación de factores que se han identificado tradicionalmente como las principales causales. Los retos recurrentes más destacados a la hora de determinar el plan a seguir son proyectos de gran ambición que inician cambios estructurales sin priorizar objetivos. Este documento realiza ajustes para la productividad total de los factores, los capitales físicos y humanos. Priorizándolos como variables que probablemente afecten las

exportaciones manufactureras en los países en proceso de desarrollo de la región sudamericana. Una regresión de los cambios interanuales en las variables identifica a la PTF como la variable más importante cuando se analiza por país, mientras que el capital físico es la variable de mayor relevancia como región [4].

Para Ibujés y Franco [5] en Ecuador se muestra que en el sector industrial el indicador de productividad y el número de empresas que cumplen la meta en nueve años depende del tamaño de la empresa y mantendrá una tendencia constante hasta 2022. Además, los resultados para el mismo período muestran que existe una brecha negativa de productividad, pero la tendencia se mantiene constante hasta 2022.

En gran parte de Sudamérica los volúmenes de producción automotriz son limitados, tecnologías obsoletas, niveles de productividad por debajo del promedio del mercado mundial y la introversión industrial regional son características comunes en ambos países del proceso de acumulación de capital, que aún se organiza en torno a la participación en el capital industrial del país [6].

Escalante [7] da a conocer que más del 80 % de las empresas de fabricación peruanas no disponen de una línea de producción completamente automatizada, por lo que es necesario equilibrar adecuadamente cada estación de trabajo para aprovechar al máximo los recursos. En general, la distribución de líneas de producción y el montaje de las máquinas se realizan de forma empírica, sin el uso de técnicas o herramientas avanzadas que ayuden a utilizar los recursos existentes para aumentar la productividad. En estas situaciones, es necesario buscar una variedad de instrumentos de mejora continua que satisfagan los objetivos financieros, espaciales y de demanda de cada organización.

Con respecto a Perú, según el último informe del FEM, la competitividad de Perú ha disminuido entre 2012 y 2018, ubicándose en el puesto 63 detrás de socios estratégicos clave como Chile y México. Los principales pilares que inciden en la competitividad son la



productividad laboral, la calidad de las instituciones estatales y particulares, la amplitud de innovación, la introducción de nuevas técnicas para mejorar la información y comunicación, el financiamiento de las pymes y la dinámica de la capacidad empresarial [8].

La industria manufacturera de Perú representa el 13% del PIB del país y es el segundo sector representativo más grande de la economía. En este sector, la industria de comestibles tiene una participación total del 23,3%, entre otras existen empresas especializadas en el procesamiento de granos. La mayoría de las personas ahora consumen granos como una parte esencial de su dieta, y esta elección ha aumentado la demanda de granos procesados, aumentando así el crecimiento de las empresas de molienda. Sin embargo, surgieron problemas que incrementaron sus costos y redujeron la productividad. Por lo tanto, necesitan mantener el control sobre sus procesos y la eficiencia de su capacidad de entrega para lograr una mayor rentabilidad [9].

Los salarios, el capital y el desarrollo tecnológico son las variables que determinan la productividad del sector fabricación de alimentos y bebidas en las economías APEC (Foro de cooperación económica Asia Pacífico) durante el período 1998-2016. La variable más influyente en la productividad es la variable de remuneración de los empleados [10].

En una investigación realizada por Requema y Alcalá [11] en Trujillo con el objetivo de mejorar la producción mediante la aplicación del estudio de tiempos, planificación de requerimiento de material y el balanceo de línea para así reducir sobrecostos en una empresa de calzado. Es una investigación tipo cuantitativa para la cual se usaron modelos matemáticos para la medición y el cálculo de las variaciones de los resultados y su impacto sobre la variable dependiente. Acto seguido se tuvo como resultado que la productividad de la mano de obra aumentó un 7.72% y los sobrecostos generados en el área de producción después del uso de las herramientas de ingeniería, fueron de S/ 0.00 con un ahorro del S/ 12, 760.00.

Una investigación realizada por Andrade, Del Rio y Albear [12] en la Universidad de Otavalo en Ecuador nombrada “Estudio de tiempos y movimientos para incrementar la eficiencia en una empresa de producción de calzado”. Mediante el uso hábil de instrumentos, así como el d. de Ishikawa (procedimiento de las 6 m), el diagrama operacional (DOP), el diagrama de dos manos y el análisis de los tiempos, se investiga el método de trabajo actual y se deducen las causas de las ineficiencias del sistema. Los resultados obtenidos con las herramientas anteriores dieron como resultado un aumento de la productividad de mano de obra del 5,49% para el fabricante de calzado.

En una investigación realizada en el extranjero relacionada con la mejora en una línea de montaje PCB mediante el estudio del trabajo. Sugerencias de mejora, implementación de mejoras a través de estudios de obra, seguimiento y resultados del análisis financiero determinaron la factibilidad del proyecto y lograron un VAN positivo (s/.65,043.1) y TIR (94%) por encima de la tasa descontada. La conclusión es que la aplicación logró aumentar la productividad del 69,8% al 81,6% o 13,5%. En el análisis de las conclusiones se obtuvo un valor de prueba de 0.00 lo que asegura que la aplicación de la investigación laboral realmente aumenta el rendimiento de la producción en la línea de ensamblaje de PCB [13].

Un trabajo científico en Perú que tiene relación con el uso del balance de línea para incrementar el rendimiento de la producción en una empresa que procesa vidrio templado. Esta investigación se desarrolló con herramientas como “(TOC) la cual teóricamente consta de 5 restricciones que consisten en Identificar, explotar, subordinar la restricción (cuello de botella) y verificar si existe o se originó un nuevo cuello de botella (Mejora continua).De acuerdo a la aplicación del instrumento ya mencionado se tienen las siguientes conclusiones un aumento de la productividad en un 11.9%, obteniendo un costo unitario (CU) de S/69.11 inferior que el S/77.34 original, permitiendo que la empresa pueda aumentar el margen de ganancias en la misma proporción [7].

En la investigación relacionada con el análisis de tiempos y movimientos en el procesamiento de Camú Camú para aumentar el rendimiento de la producción en una empresa agroindustrial, desarrollada por Cárdenas [14] en la Universidad Señor de Sipán. Se hizo uso del estudio de trabajo (movimientos y tiempos) para determinar el estándar de tiempo para las actividades y generar una data para la programación de la producción. Los resultados de la ejecución del análisis de tiempos determinaron un estándar de 230.4 minutos/ciclo, 48.75 minutos menos que el tiempo utilizado habitualmente en el proceso que era de 279.16 minutos / ciclo. Tras fijar el nuevo tiempo estándar, el resultado alcanzado fue la producción de 1.762 cajas por hora/ por día, lo que significó un aumento de 401 cajas por día en comparación con la producción original, y según el estudio aplicado, se determinó que la eficiencia fue de 41,45 % en comparación con la eficiencia original de 38,8 % y la productividad por operador por día por caja aumentó un 12%. El costo - beneficio resulta ser superior a "1" por lo tanto, el proyecto es rentable: el costo de inversión de la compañía se recuperará en un corto periodo de tiempo.

En Lambayeque en una investigación relacionada con el incremento del rendimiento de la producción con ayuda del estudio de tiempos y movimientos en una empresa pesquera. Se hizo uso de herramientas tales como estudio de tiempos y gráficos de dos manos para determinar el tiempo estándar y los pasos que debe seguir cada operador. Los resultados demuestran que el estándar de tiempo para la operación de corte se mostró un decrecimiento de 37,8 min/cesto de pan a 22,6 min/cesto de pan (40,2%); los retrasos se eliminaron en un 100.0%; la producción del área de corte aumentó de 3540 cajas de pan/día a 4762 cajas de pan/día (34,5%), el tiempo muerto se redujo de 0,20 min/caja de pan a 0,13 min/caja de pan (36%). Estos resultados se reflejan en el incremento de la productividad en la estación de corte de 0,63 a 0,7 toneladas por hora (12,5%); los nuevos métodos de corte incrementaron la producción de materia prima de 29,2 a 31,5 t/t (7,8%). La conclusión es que establecer un tiempo estándar y analizar los movimientos utilizados para realizar las tareas

puede aumentar la productividad [15].

En un estudio implementado en una empresa del departamento de Lambayeque relacionado con la mejora en el proceso productivo para incrementar la productividad en una empresa comercio, industria y servicios. Se calculó la productividad vigente de la compañía frente a los recursos para las celdas de trabajo problemáticas y encontró que, en la primera mitad de 2019 los puntajes de productividad laboral fueron 43.67 para codificar, empacar y sellar huevos duros y 28.98 para codificar, empacar y sellar pan. Entre las mejoras, se propuso automatizar la estación de codificación, empaque y sellado para dos líneas de producción de la empresa. Conclusión: si se aplica el protocolo de investigación, se espera que la productividad laboral en la línea de procesamiento de pan aumente en un 260.25 % y en la línea de procesamiento de huevos cocidos en un 158.87 %, estos resultados son extremadamente importantes para la empresa. Finalmente se calcula el costo efectividad del programa de investigación y se obtiene 17.44. Se determina 10 años como el tiempo de vida del proyecto, y cada año se pueden lograr 779.218,90 soles y 77'921.89 de utilidad neta, y el que se necesitaran es de 0.57 años para recuperar el capital de inversión, lo que significa que después de implementar el programa de mejora, la inversión se puede recuperar a menos de 1 año. Los costos beneficios obtenidos muestran que la empresa recibirá 16.44 soles por cada sol invertido [16].

Añorga, Becerra, González, Patiño, Vereau y Castillo [17] En una empresa de derivados lácteos del norte peruano se llevó a cabo una investigación relacionada con el estudio de tiempos y movimientos, diseño ABC y un sistema de incentivos para la reducción de costos. Los resultados arrojaron un ahorro 79. 15% con respecto a las pérdidas iniciales de la compañía, la aplicación reduce el tiempo de ciclo de producción en 27.66 min de 378.23 minutos iniciales a 350.57 min, evidenciando un incremento de la productividad de 7.3%.

Mediante la simulación de balance de línea en una industria farmacéutica con la programación por metas de producción. Luego de simular la configuración original propuesta por la compañía, durante el estudio de los resultados se encontró que la línea de montaje estaba congestionada en las estaciones de pesaje al 100 % de carga, lo que generaba un 30 % de inactividad o tiempo de inactividad, lo que reducía la productividad y aumentaba los tiempos de finalización de los lotes y costo total de la línea de producción. Para mejorar la situación, el modelo propuesto distribuye la carga de las estaciones de cuello de botella, teniendo en cuenta algunos supuestos y condiciones ambientales entre varias estaciones, permite aumentar la productividad en un 43% en comparación con el escenario original, también es posible aumentar el porcentaje de tiempo de inactividad del 30% Reducido al 15%. En general, el tiempo de procesamiento por lotes se redujo en un 40 % y la eficiencia aumentó en casi un 85 % [18].

Matos, Bezerra y Alves [19] en una investigación llevada a cabo en Brasil relacionada con el balanceo de línea como estrategia para aumentar la productividad en una empresa electrónica. El sector en estudio presentó pérdidas en su proceso y baja productividad, con una eficiencia del 73,1%. Luego del análisis de los datos, se detectaron algunos puntos vulnerables, que corroboran la existencia de deformidad en el referido proceso, considerando que existe discrepancia en algunas estaciones en relación al tiempo de funcionamiento y el tiempo disponible, así como la realización de actividades innecesarias, no agregando valor al producto. Así, se sugirieron acciones de mejora utilizando la herramienta de balanceo de línea, presentado en una simulación. Estas acciones, a saber, eliminación del uso de tarimas (estaciones 03 y 07); instalación de un soporte de salida para la placa después de la soldadora (estaciones 03 y 07); la redistribución de las actividades de inserción manual de componentes (estaciones 03, 04, 05 y 06) y la asignación de otra mano de obra en la estación de trabajo 10, tienen como objetivo proporcionar una mayor nivelación en el proceso de producción de dicha placa, en la medida en que proporciona: eliminación de desperdicios por manipulación,

reducción de tiempo de operación en la estación 03, disminución de mano de obra en la estación 07, disminución de mano de obra en la estación 04, equilibrio entre tiempos de operación de actividades y reducción de tiempo de operación en la estación 10. Es así que luego de la simulación se obtuvo resultados favorables como: reducción de actividades innecesarias que no agregan valor al producto, reducción del tiempo de operación de 201.1 segundos a 170.8 segundos, incremento de la eficiencia del 73.1% al 83.7%, incremento de la productividad, mejor distribución entre actividades, reducción de una plantilla. Por lo tanto, la aplicación del balanceo de línea para mejorar el proceso productivo de ensamblaje de circuitos impresos se muestra como una herramienta adecuada para solucionar los problemas que se encuentran actualmente en el proceso productivo de circuitos impresos, con el fin de contribuir a la reducción de pérdidas y optimización de la mano de obra, dotando a la empresa de mayor competitividad en el mercado globalizado.

En una investigación desarrollada en Ecuador relacionada con el análisis de tiempos estándar para balancear de línea en área soldadura en la producción de automóviles. El estudio se basa en la filosofía Just-in-Time (Justo a tiempo), lean Manufacturing (Manufactura esbelta), Toyota Production System (Sistema de producción Toyota) se concluye que estas son las más apropiadas para trabajar como herramientas importantes en el mejoramiento productivo. Analizando el método de balanceo de línea y el tiempo de trabajo, se obtuvieron los siguientes resultados: el tiempo estándar de la celda JIG 1 fue de 21 min y 46 seg, y el tiempo estándar de la celda JIG 2 fue de 20 min y 8 seg. El tiempo en la celda JIG 3 es de 39 min y 29 seg, el tiempo en la celda JIG 4 es de 45 min y 42 seg, el tiempo en la celda JIG 5 es de 33 min y 7 seg, el tiempo en la celda JIG 6 es de 6 min y 19 seg, y el tiempo en la celda JIG 7 es de 6 min y 19 seg. 43 min y 58 seg. El valor del tiempo de carrera es de 45,5 min, lo que indica la productividad del modelo M4 según lo solicitado por el cliente. El tiempo de ciclo de cada celda es menor que el takt time, lo que demuestra que ha llegado a la producción planificada de 10 unidades por día. Si JIG1-JIG2 son 42 min y 21 seg, JIG 3 son 39 min y 62

seg, JIG 4 son 45 min y 42 seg, JIG 5-JIG 6 son 29 min y 29 seg, y JIG 7 son 43 min y 58 seg [20].

La justificación desde el punto de vista teórico la aplicación del balance de línea para incrementar la productividad en la elaboración de mango en conserva en la empresa Gandules Inc. SAC se fundamenta en la importancia de esta herramienta de la ingeniería industrial para optimizar los procesos de producción. El balance de línea permite equilibrar la carga de trabajo entre las diferentes estaciones, lo que contribuye a una mayor eficiencia y sincronización del proceso. Además, el estudio de tiempos y movimientos, así como el análisis de los cuellos de botella, son aspectos teóricos clave para implementar con éxito esta técnica.

Desde el punto de vista práctico se evidencia en los resultados obtenidos. La mejora de la productividad representa un incremento en los márgenes de ganancia de la empresa. Además, la redistribución y sincronización de las actividades del proceso, producto del balance de línea, permiten una mayor eficiencia y un mejor aprovechamiento de los recursos. Estos resultados pueden ser replicados en otras empresas del sector que busquen incrementar la productividad de sus líneas de producción de frutas en conserva, lo que demuestra la aplicabilidad práctica de la investigación.

Así mismo desde el punto de vista social, radica en los beneficios que esta mejora puede generar para la comunidad. El aumento de la productividad y la optimización de los recursos humanos contribuyen a la sostenibilidad y competitividad de la empresa, lo que se traduce en mayores oportunidades de empleo y desarrollo para la comunidad local. Además, la mejora en la eficiencia del proceso productivo puede reflejarse en precios más accesibles para los consumidores finales de los productos de mango en conserva, beneficiando así a la sociedad en general. En resumen, el estudio demuestra cómo la aplicación de herramientas de ingeniería industrial puede generar beneficios tanto para la empresa como para la comunidad.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Se incrementará la productividad en la elaboración de mango en conserva en la empresa Gandules INC. SAC mediante la aplicación el balance de línea?

## **1.3. Hipótesis**

Mediante la aplicación de un balance de línea incrementará la productividad en la elaboración de mango en conserva en la empresa GANDULES INC. SAC.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Incrementar la productividad en la elaboración de mango en conserva mediante la aplicación de un balance de línea en la empresa GANDULES INC. SAC.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual de la productividad de mano de obra, horas hombre y de costo de mano de obra en la elaboración de mango en conserva.
- Aplicar el balance de línea en la elaboración de mango en conserva en la empresa Gandules Inc. SAC.
- Evaluar el beneficio – costo de la implementación.

## **1.5. Teorías relacionadas al tema**

### **1.5.1. Balance de línea**

El balanceo de línea, o balanceo, es una de las herramientas de gestión de procesos más utilizadas en el sistema productivo, se sustenta en la base teórica de la producción equilibrada; las mejoras en determinadas variables que influyen en la productividad del proceso dependen de factores como, el inventario de trabajo en proceso, tiempo de producción y entrega de partes de la producción [21].



Para Palacios [22] la finalidad del balance de línea es distribuir lo más equitativamente posible la carga de trabajo en las actividades del proceso productivo. Nivelación para los centros de trabajo, carga de las estaciones de trabajo y personas que lo conforman. La etapa, persona, centro de trabajo, máquina o persona que cuente con mayor uso de su capacidad que las demás es la estación llamada “cuello de botella” y limita y regula el flujo de proceso productivo en la totalidad de la planta.

El objetivo básico del balance de línea se refiere a la igualación de los tiempos de producción en todas las celdas de proceso. La creación de un proceso productivo equilibrado necesita una recopilación de data de forma cuidadosa, aplicación teórica de parte del profesional técnico, un movimiento de recursos disponibles e incluso una inyección de capital financiero. De esta manera, se tiene que considerar una diversidad de variables que restringen el alcance de dicha herramienta, ya que existen procesos no que no justifican su aplicación [21]. Tales condiciones son descritas a continuación:

**Cantidad:** El volumen debe ser el necesario para sustentar la preparación de la línea de producción. Es decir, se deben tener en cuenta los costos de preparación de la línea, así como el ahorro en los volúmenes de producción esperados (se debe considerar la duración del proceso).

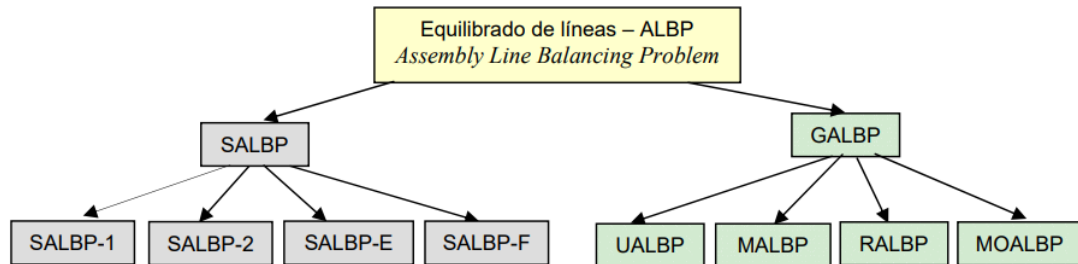
**Continuidad:** Deben existir procedimientos de control que garanticen el suministro constante de materia prima, materiales, suministros, piezas y ensamblajes. Así como implementar estrategias de mantenimiento para minimizar las fallas de los equipos que forman parte del proceso.

**Variabilidad:** Cuando utiliza esta herramienta, comienza a partir de una base de tiempo determinista. La variabilidad es inherente al proceso, por lo que los resultados reales en la práctica pueden diferir de los resultados teóricos.

#### 1.5.1.1. Técnicas de solución de problemas del balance de línea

A continuación, se da a conocer la clasificación de técnicas para resolución de diversidad de problemas del balance de línea.

**Figura 1. Problemas de equilibrado de líneas – ALBP**



Nota: Generación de secuencias de montaje y equilibrado de líneas [23].

#### **A. Problema simple de equilibrio de línea - Simple assembly line balancing problem (SALBP)**

Pastor y Capacho [23] exponen que los SALBP contienen los problemas de balanceo más simples y constan de las siguientes características: Esquemas simples, únicamente se toman en cuenta las restricciones de interdependencia, se supone que las operaciones son indivisibles, que los tiempos de fabricación son independientes de la estación y la secuencia del proceso está determinada y conocida experimentalmente de antemano, y todas las variables de inicio, la línea de producción, tienen un tiempo de ciclo fijo (o estaciones múltiples), el diseño de la línea de producción es en serie, la totalidad de las estaciones están equipadas para realizar cualquier tarea y la proporción de piezas que ingresan a la línea de producción es fija.

Se definen 4 tipos de SALBP:

**SALBP-1:** Asignar un grupo de funciones a cada una de las celdas de trabajo de tal manera que se minorice la cantidad de celdas de trabajo durante un ciclo de trabajo dado (índice de productividad). Esto suele suceder cuando se instala una nueva instalación y se pueden evaluar los requisitos externos [24].

**SALBP-2:** Intenta reducir el ciclo de trabajo (o aumentar la productividad) dado una cantidad

determinada de celdas de trabajo. Se cree que las líneas de proceso ya existen [25].

**SALBP-E:** Incremento de la eficiencia en la línea de proceso, minoriza la cantidad de celdas de trabajo y el tiempo de ciclo [24].

**SALBP-F:** Esto significa que se determina si existe una solución viable en relación de la cantidad de celdas de trabajo y ciclo (tiempo determinado); es decir, queremos saber si la línea puede trabajar con  $m$  celdas y un ciclo (tiempo determinado) dado [25].

### **B. Problemas generales de equilibrio de línea - General assembly line balancing problem (GALBP)**

Según Battaïa y Dolgui [26] los GALBP cubre todos los problemas de equilibrio de línea excepto SALBP, como estaciones paralelas, modelos híbridos, tiempos de procesamiento variables, procesamiento alterno, etc., da la oportunidad de preguntar y resolver problemas más prácticos.

En los problemas de la familia GALP se destacan los siguientes 4 tipos.

**UALBP: Problema de equilibrio de líneas tipo "U" – "U-line assembly line balancing problem".**

Se caracteriza por el uso de líneas en forma de "U" para el trabajo. En estas líneas, las estaciones están ubicadas de tal manera que se pueden procesar dos productos en diferentes puntos de la línea simultáneamente, lo que significa que los problemas pueden resolverse con una mayor eficiencia que cuando se tiene una línea en serie [27].

**MALBP: Problema de equilibrio de línea en modelos mixtos - "Mixed-model assembly line balancing problem".**

Dichos problemas surgen cuando se atienden varios modelos de un mismo bien lo que se debe realizar un grupo básico de tareas para todos los modelos, independientemente del tiempo de configuración. En este caso, también existe el problema de ordenar la variedad de modelos y determinar el tamaño de lote de cada modelo; ordenar es importante ya que el

tiempo de la tarea puede variar mucho de un modelo a otro. También se tienen variantes de tipo MALPB-1, MALBP-2 y MALBP-E [28].

**RALBP: Problema de equilibrio de líneas robotizadas – “Robotic assembly line balancing problem”.**

En esta tipología de problemas, se debe considerar la designación de tareas y la designación de un grupo de robots a las celdas de trabajo para optimizar la ejecución de las actividades en la línea de fabricación [29].

**MOALBP: Problema de equilibrio de líneas con múltiples objetivos - “Multi-objective assembly line balancing problem”.**

En esta tipología de problemas se plantean simultáneamente variedad de objetivos, como: reducir la cantidad de etapas de trabajo, el coste global de montaje o la cantidad de buffers, optimizar el rendimiento de producción de la línea de proceso, etc. La mayor parte de los problemas de equilibrio de la línea de producción abordan múltiples objetivos [30].

#### **1.5.1.2. Como balancear una línea de producción**

Para balancear una línea producción se debe [22]:

- a. Identificar la operación cuello de botella.
- b. Establecer la velocidad de la línea de ensamble o ritmo de la planta.
- c. Determinar el número de estaciones de trabajo que es igual a  $T_s$  / Ritmo.
- d. Determinar el costo por mano de obra de ensamble que es igual a la sumatoria de  $T_s$  en horas, por pieza y por tasa horario promedio de salario.
- e. Establecer la carga de trabajo de cada operador expresada porcentualmente.

Para lograr balancear una línea de proceso se tiene que trabajar con tiempos estándar en cada una de las operaciones que conforman el proceso productivo, de esta manera se podrá nivelar la carga de trabajo de manera eficiente entre las etapas del proceso.

$$\% \text{ Balance} = \left( \frac{\text{Tiempo total de operario}}{\text{Total de minutos por línea}} \right) * 100\%$$

### 1.5.1.3. Estudio de tiempos

Según Salazar [21] el estudio de tiempos implica determinar el tiempo requerido por un operador normal, calificado y capacitado para realizar un trabajo o tarea utilizando la herramienta correcta, trabajando a velocidad normal y en condiciones ambientales normales.

El estudio del tiempo, también conocido como el método del cronómetro clásico, fue desarrollado en 1881 por Frederick Taylor. Aunque se han desarrollado otros métodos para medir el trabajo, el método clásico del cronómetro sigue siendo el más utilizado. El estudio se basa en medir el tiempo que los empleados dedican a una tarea, con la finalidad de determinar el tiempo estándar [22].

Los tiempos estándar de prestación, elaboración o fabricación son los cimientos para una variedad de usos a nivel industrial y de servicio entre ellos la aplicación del balance de línea en el que se centra este estudio. [21].

### 1.5.1.4. Procedimientos para medir tiempos

#### A. Preparación

La preparación necesaria previo a la medición de tiempos contempla lo siguiente [31]:

**Selección de la operación:** Primero, necesitamos determinar qué actividad queremos medir. Depende de los objetivos generales que intentamos lograr con nuestra investigación de medición. Sin embargo, podemos usar los siguientes puntos de vista para hacer una elección:

- a) En el orden tal cual se presentan las actividades en el proceso.
- b) Según la necesidad.

**Selección del trabajador:** El colaborador a elegir para la realización del estudio debe de cubrir el siguiente perfil:

- a) Tener el tiempo de experiencia suficiente en el puesto de trabajo.
- b) Estar bien capacitado y completamente familiarizado con el método actual.
- c) Debe mostrar interés por el trabajo y cooperar en los estudios.
- d) No contratar empleados por debajo del promedio ni reclutar nuevos empleados para el puesto.
- e) No debe elegirse a un colaborador nervioso.

**Actitud frente al colaborador:** Aquí la percepción de los subordinados cobra suma importancia para:

- a) La investigación debe hacerse con la atención y el conocimiento de todos.
- b) Los analistas deben seguir todas las políticas de la empresa y tener cuidado de no criticar esas políticas a los empleados.
- c) No debe discutir o criticar el trabajo del empleado, sino solicitar su cooperación.
- d) Los empleados pueden hacer preguntas sobre el método de calificación, las cuales deben ser respondidas con paciencia y honestidad.

**Análisis de validación de datos:** Las actividades que no están estandarizadas nunca deben cronometrarse. La estandarización de los métodos de trabajo se refiere al proceso de establecer estándares de métodos de trabajo por escrito para cada actividad realizada en una fábrica. Estas normas definen el lugar de trabajo y sus características. Maquinaria y herramientas, materiales, equipos de seguridad (como gafas, máscaras, extintores, delantales, botas, etc.) necesarios para realizar las actividades anteriores, requisitos de calidad (tolerancia o acabado) para las actividades anteriores y análisis de las actividades mediante el análisis del diagrama de dos manos.

Un trabajo estandarizado o normalizado significa que la pieza de material será

siempre entregada al operador en las mismas condiciones y podrá realizar la operación con la cantidad de trabajo especificada, movimientos básicos, con los mismos equipos y técnicas. en las mismas condiciones de trabajo.

La ventaja de los métodos de trabajo estandarizados es que aumenta la capacidad de trabajo del operador, mejorando así la calidad del trabajo y reduciendo la supervisión personal. Además, se requieren menos inspecciones, lo que reduce los costos.

### **B. Ejecución del estudio de tiempos**

García [31] dice que durante el estudio de tiempos, el evaluador debe obtener y registrar toda la información sobre la operación. Es importante que el analista registre toda la información relevante obtenida durante la observación directa para referencia posterior en los estudios de tiempos.

Por lo tanto, es necesario estudiar sistemáticamente el proceso de promover productos y la eficiencia de producción y eliminación, que forma el análisis de la operación.

#### **Medición de tiempos.**

Cuando se ha registrado toda la información sobre las operaciones y operarios que pueden afectar a la realización del trabajo y se ha comprobado la idoneidad del método utilizado, pasamos a la fase del cronometraje [32].

#### **Calcular número de ciclos a cronometrar (Tamaño de muestra)**

Se calcula matemáticamente al utilizando la siguiente ecuación [22]:

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

Donde:

n = Tamaño de muestras que deseamos calcular (número de observaciones).

n' = Número de observaciones del estudio preliminar,

$\sum x$  = Sumatoria de tiempos observados.

40 = Constante de nivel de confianza del 94.45%.

### **Cálculo del tiempo promedio ( $T_p$ )**

Tiempo requerido por el operador para realizar las tareas delegadas, medido por el reloj (excluidas las pausas por fatiga o para atender sus necesidades)[33].

$$T_p = \left( \frac{\sum x}{n} \right)$$

Donde:

$T_p$  = Tiempo promedio.

$\sum x$  = Sumatoria de tiempos observados.

$n$  = Tamaño de muestra (Número de observaciones).

### **C. Valoración del ritmo de trabajo**

Para la valoración del trabajo se utiliza el método de nivelación. Este método de valoración considera cuatro factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia [32].

**Habilidad:** Se determina pidiendo al observador que califique y califique la habilidad demostrada por el operador en seis (6) escalas al seguir un método dado: muy hábil, excelente, buena, regular, promedio y deficiente.

**Esfuerzo:** Es una expresión del deseo de trabajar con eficacia. El esfuerzo se refiere a la velocidad a la que se usa la habilidad y, generalmente el operador lo controla en gran medida.

**Condiciones:** Estas son condiciones que solo afectan al operador, no a la operación. Los factores que afectan las condiciones de trabajo son: la temperatura, la ventilación, la monotonía, la iluminación, el ruido, etc.



**Consistencia:** Es el grado de cambio en el tiempo transcurrido (mínimo y máximo) desde la media, estimado en base a la naturaleza de la operación y la habilidad y esfuerzo del operador.

### **Cálculo del tiempo básico o normal ( $T_n$ )**

El tiempo normal es hallado al añadir el índice de valoración (Factor Westinghouse) al tiempo promedio estudiado. Esto es necesario porque el tiempo de observación está influenciado por las habilidades y circunstancias específicas de los trabajadores, y existe la necesidad de estandarizar los datos recopilados. La fórmula utilizada para su cálculo es la siguiente:

$$T_n = T_p * (1 + fw)$$

**Donde:**

$T_n$  = Tiempo básico o normal

$T_p$  = Tiempo promedio

$fw$  = Valorización de trabajo (Factor Westinghouse)

### **D. Suplementos del estudio de tiempos**

Para [32] esta fase corresponde a la fijación de los suplementos, es extremadamente sensible al estudio de tiempos en la investigación, ya que requiere el más alto grado de objetividad y un fuerte sentido de equidad por parte del experto. Durante la etapa de evaluación del ritmo de trabajo se halla el tiempo de trabajo básico o normal. Si este tiempo se utiliza para calcular el volumen de producción estándar a alcanzar en un período de tiempo determinado, será difícil que alcancemos este estándar en la fase de observación inmediata.

### **Cálculo del tiempo estándar ( $T_s$ )**

El tiempo estándar se calcula añadiendo los suplementos de descanso (OIT) al tiempo normal [33].

$$T_s = T_n * (1 + OIT)$$

**Donde:**

T<sub>s</sub> = Tiempo Estándar

T<sub>n</sub> =Tiempo Normal

OIT = Suplementos de descanso - Organización internacional del trabajo.

### **1.5.2. Productividad**

La productividad se puede definir como "el arte de crear, producir o mejorar bienes y servicios". En términos económicos básicos, es la tasa de eficiencia del proceso. La productividad total se puede obtener considerando todas las entradas y salidas. Cuando la producción total del proceso de producción se resta del total de salidas, se obtiene el ingreso total generado por la producción. El rendimiento de una compañía depende en buena medida de la productividad. Esto, a su vez, significa más ganancias, que en la mayor parte del mercado es el objetivo principal de las compañías [34].

Por definición general, la productividad es la relación que existe entre el producto terminado o semiterminado de un sistema productivo o servicio y los recursos usados para su producción. Así, la productividad puede definirse como el uso de los recursos (capital, energía, materiales, mano de obra, tierra, información) de manera eficiente en la fabricación de gran variedad de bienes y servicios [35].

Mayor productividad representa obtener más manteniendo la cantidad de recursos o lograr mayores rendimientos y calidad con los mismos insumos. Suele representarse mediante la siguiente fórmula:

$$Productividad = \frac{Producto}{Insumo}$$

#### **1.5.2.1. Evaluación de la productividad**

Para Vicharra y Pacheco [35] la valoración de la productividad a nivel macroeconómico implica un análisis a nivel absoluto de la productividad y también a través de estadísticas históricas, expresadas como una serie de variables. Sin tal indicador, el valor agregado, ingreso nacional, PNB y el PBI pueden no reflejar el verdadero estado de la economía de una nación o industria. Por ejemplo, el PIB puede incrementar cada año, pero la productividad en realidad puede disminuir si los costos de los factores incrementan más rápido que los costos de los productos.

La productividad se puede medir en dos tipos de relación, esto aplica a todo nivel económico:

#### **1.5.2.1.1. Productividad parcial.**

La productividad parcial es la productividad que conecta todo lo que produce por un sistema (salida) con un recurso que utiliza (entradas o insumos)[36].

$$Productividad\ parcial = \frac{Salida\ total}{Una\ entrada}$$

#### **1.5.2.1.2. Productividad total.**

La productividad total incluye todos los recursos (entradas) utilizados por el sistema; es decir, es la relación entre la salida y la suma de recursos de entrada [37].

$$Productividad\ total = \frac{Salida\ total}{Entrada\ total}$$

Expresado de una forma más detallada:

$$Productividad\ total = \frac{Bienes\ y\ servicios\ producidos}{Mano\ de\ obra + Capital + Materias\ primas + Otros}$$

## **II. MATERIALES Y MÉTODO**

### **2.1. Tipo y Diseño de Investigación**

#### **2.1.1. Tipo**

Esta investigación es tipo aplicada y cuantitativa. Bajo este tipo de investigación tiene como base estudiar el proceso productivo mango en conserva para luego representar numéricamente los tiempos que se deben emplear en el desarrollo de las distintas operaciones, y así incrementar la productividad. La investigación obtuvo los datos de forma directa de la unidad de análisis, es decir, de la línea de producción de mango en conserva de la empresa GANDULES INC. SAC.

#### **2.1.2. Diseño**

La investigación es cuasi experimental puesto que se manipula una variable independiente, pero los muestra no se asignan al azar puesto que existen criterios de selección y de corte transversal.

### **2.2. Variables, Operacionalización**

#### **2.2.1. Variables**

Variable dependiente : Productividad.

Variable independiente : Balance de línea.

## 2.2.2. Operacionalización

**Tabla 1.** Operacionalización de la variable dependiente

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala de medición
Productividad	Es la relación que existe entre el producto terminado o semiterminado o de un sistema productivo o servicio y los recursos usados para su producción	Es utilizada como indicador para medir la relación entre la producción y la mano de obra.	Productividad de mano de obra	$p_{MO} = \frac{Producción}{\#Personas}$	-Guía de observación. -Guía de análisis documentario -Cuestionario.	Cuantitativa o continua
			Productividad de horas hombre	$p_{Hr*Hm} = \frac{Producción}{Horas Hombre}$		
			Productividad de costo de mano de obra	$p_{cmo} = \frac{Producción}{Soles}$		

**Tabla 2. Operacionalización de la variable independiente**

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala de medición
Balance de línea	Es una Herramienta para el control de procesos que se sustenta en la base teórica de la producción equilibrada.	Tiene como finalidad distribuir lo más equitativamente posible la carga de trabajo en las estaciones de trabajo	Nro. de observaciones	$n = \left( \frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$		
			Tiempo promedio (T <sub>p</sub> )	$T_p = \left( \frac{\sum x}{n} \right)$	-Guía de observación.	Nominal
			Tiempo normal (T <sub>n</sub> )	$T_n = T_p * (1 + fw)$	-Guía de análisis documentario	
			Tiempo estándar (T <sub>s</sub> )	$T_s = T_n * (1 + OIT)$	-Cuestionario.	
%Balance de línea	$\%B = \left( \frac{Min\ total\ operario}{Total\ min\ por\ linea} \right) * 100\%$					

### **2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección**

La población de la investigación comprende la empresa GANDULES INC. SAC y la totalidad de recursos que la conforman.

La muestra corresponde a los elementos de producción que intervinieron en la línea de producción mango en conserva de la empresa, conformada por los operarios, máquinas y el proceso de producción.

### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

#### **2.4.1. Observación directa**

Esta técnica permitió obtener información de primera mano y confiable de las operaciones llevadas a cabo en el proceso productivo del mango en conserva. El instrumento utilizado es la guía de observación.

#### **2.4.2. Análisis documental**

Con esta esta técnica se analizaron los archivos con los documentos existentes de registro las operaciones llevadas a cabo en el proceso productivo del mango en conserva. El instrumento que se utilizará será fichas de registro.

#### **2.4.3. Entrevistas**

Se realizaron una serie de preguntas a los jefes de logística, producción y almacenes. Esta técnica permitirá obtener información sobre el proceso productivo de mango en conserva. El instrumento utilizado es un cuestionario.

#### **2.4.4. Validez**

Le permite obtener los resultados correctos, en otras palabras, el nivel en el que los resultados se interpretan correctamente. Se puede saber si el investigador realmente observó lo que se proponía observar. Es decir, si se observan los datos y medidas previstos, los fenómenos están bien definidos y las variables se nombran correctamente, entonces la validez se puede demostrar con precisión. Las herramientas de adquisición de datos se

validan con base en el juicio experto de ingenieros familiarizados con el tema de investigación.

#### **2.4.5. Confiabilidad**

En esta investigación no se utilizarán las encuestas por lo cual la confiabilidad no será evaluada.

### **2.5. Procedimiento de análisis de datos**

Los datos e información obtenida se procesaron y analizaron de la siguiente manera:

- Revisión de la información obtenida.
- Registro de la información cualitativa del proceso de mango en conserva con ayuda de Microsoft Word.
- Registro de la información cuantitativa del proceso productivo, con ayuda de Microsoft Excel.
- Tabulación de los datos numéricos con su respectiva representación gráfica.
- Análisis e interpretación de los resultados.

### **2.6. Criterios éticos**

#### **2.6.1. Autonomía**

Se definen como el derecho que tienen todas las personas de decidir por sí mismas sobre todos los asuntos que le afectan de una u otra forma, conociendo los hechos y sin ningún tipo de coacción. También es coherente con el deber de todos de respetar la autonomía de los demás.

#### **2.6.2. Beneficencia**

Las personas tienen derecho a vivir de acuerdo con su idea de vida, perfección y felicidad. Está íntimamente vinculado con la autonomía, y también determina la obligación del individuo de buscar el bien de los demás, no según su propia visión de la vida, sino con la



finalidad de buscar el bien que la otra persona busca para sí misma.

### **2.6.3. No-maleficencia**

Es definido como el derecho que tienen todas las personas de no ser discriminadas por motivos biológicos como raza, edad, sexo, estado de salud, etc. Impone el deber de no hacer daño, inclusive cuando la persona lo solicite adrede.

### **2.6.4. Justicia.**

Es definido como el derecho que tienen todas las personas de no ser discriminadas por motivos culturales, políticos, ideológicos, sociales o económicos. Establece las obligaciones respectivas para cumplir con las condiciones antes mencionadas y distribuir equitativamente los riesgos y beneficios entre todos los miembros de la sociedad.

### **III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1. Resultados**

##### **3.1.1. Diagnóstico de la empresa**

###### **3.1.1.1. Información general**

La empresa Gandules INC. SAC. es una empresa fundada el año 2002, cuya planta industrial se encuentra ubicada en la Ctra. Fernando Belaúnde Terry #375 – Jayanca, departamento de Lambayeque. Es reconocida en la actualidad tanto en el ámbito nacional como internacional como una de las empresas más importantes del sector agroindustrial del Perú, que ha sabido integrar totalmente sus operaciones productivas y la exportación de sus productos a clientes en más de 45 países dentro de 3 principales líneas de negocio: Conservas, Congelados y Frescos.

Gandules INC. SAC. es una empresa innovadora dedicada a la siembra, producción, procesamiento, empaque, envasado y comercialización de sus propios productos en una amplia variedad de presentaciones: pimientos, jalapeños, gandul, green chili, mango, piña entre otros; empleando una población laboral que oscila entre 3,500 y 5,000 trabajadores en todas las etapas de su cadena productiva.

#### **Misión.**

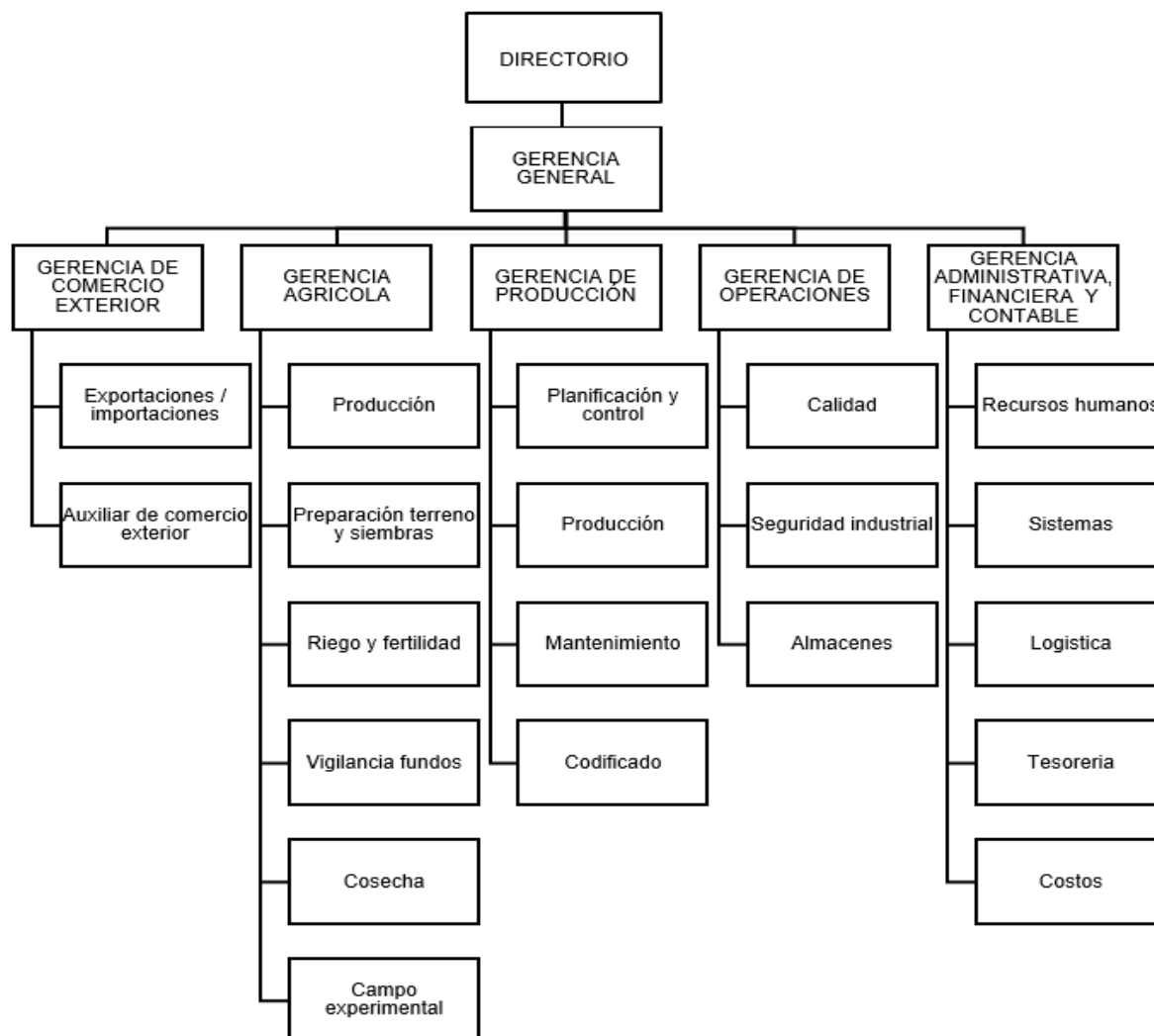
Brindar al mundo una amplia gama de hortalizas y frutas, producidas con los más altos estándares de seguridad alimentaria, tecnología especializada, comprometidos con la satisfacción de nuestros clientes, el cuidado del medioambiente, y la responsabilidad social.

#### **Visión.**

Consolidarnos a nivel global como la empresa agroindustrial más innovadora y especializada en hortalizas y frutas.

## Organigrama

Figura 2. Organigrama de la GANDULES INC. SAC



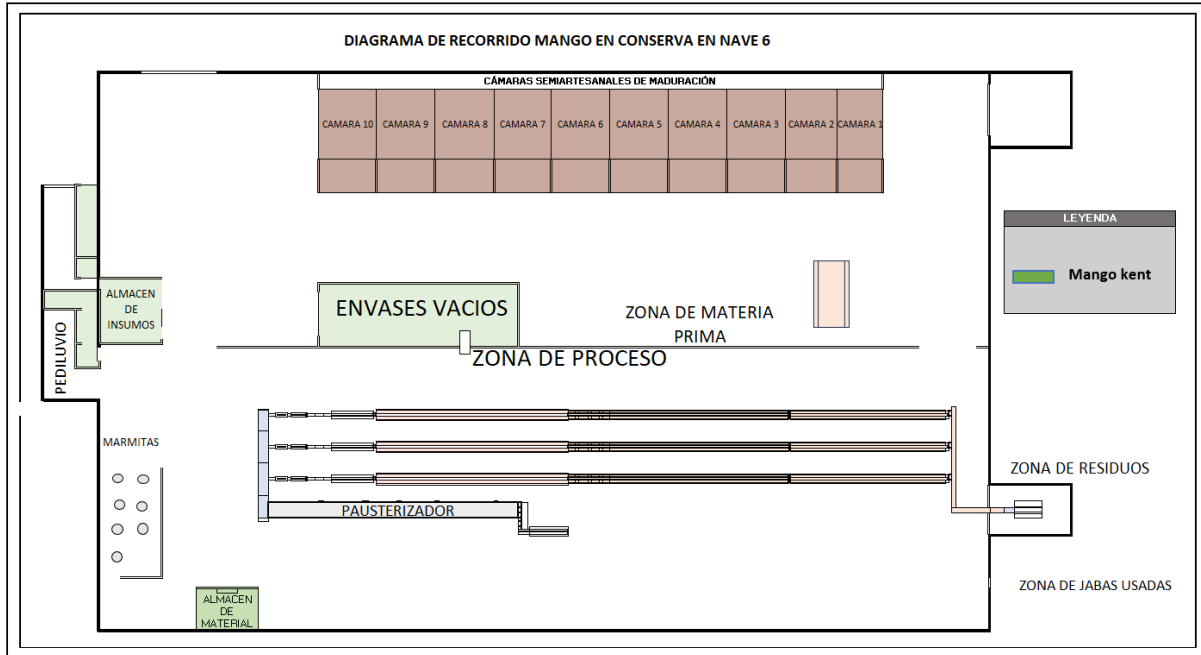
### Distribución de planta.

La planta cuenta con 6430.28 m<sup>2</sup>, cuenta con diseño sanitario e impermeabilidad contra plagas y filtración de lluvias. La distribución de planta se detalla a continuación.

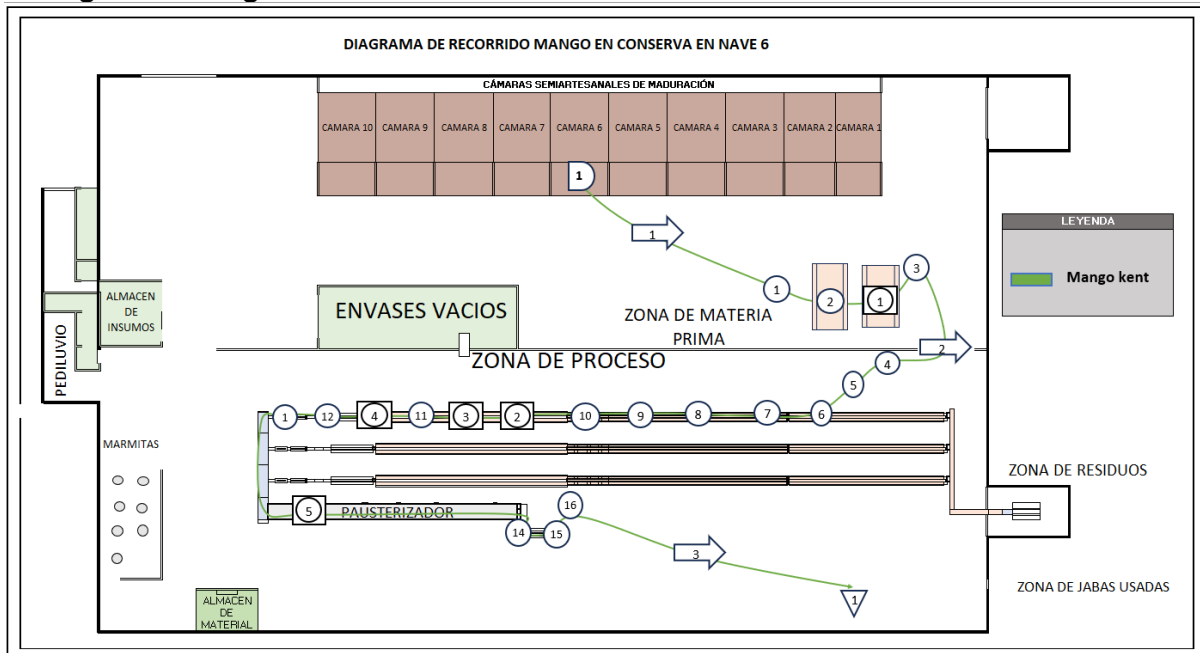
- **Zona de materia prima:** En esta zona se acondiciona la materia prima para su posterior proceso, es decir el lavado y desinfección para mantener la carga microbiana controlada.
- **Cámaras semi- artesanales:** Lugar donde reposa la materia prima para alcanzar el grado de madurez óptimo para el proceso.

- **Zona de proceso:** Zona en la cual la materia prima es transformada en producto semiterminado inocuo, de calidad y con una vida útil en anaqueles de 3 años.
- **Envases vacíos:** Aquí se tiene a la mano la formatearía envases y tapas requeridas para las diferentes operaciones.
- **Almacén de insumos:** Lugar donde se ubican los insumos necesarios para la formulación de diferentes recetas de líquido de gobierno.
- **Almacén de materiales:** Este es un almacén inmediato donde se ubican los materiales que mayor rotación o uso tiene en los diferentes procesos productivos.
- **Marmitas:** Zona en la que se formula las diferentes recetas del líquido de gobierno. Punto crítico de control que debe de asegurar las especificaciones referidas al líquido de gobierno detalladas en la ficha técnica tales como: PH, °Brix, acidez, etc.
- **Pasteurizador:** Punto crítico de control donde la maquinaria se encarga de dar un tratamiento térmico determinado a productos acidificados y así darles esterilidad comercial.
- **Pediluvio:** Única entrada y salida para el personal, aquí se realiza procedimientos de lavado de botas y manos para mantener controlada la carga microbiana en el proceso productivo.
- **Zona de jabs usadas:** Lugar delimitado para paletizar jabs usadas previamente en el proceso productivo.
- **Zona de residuos:** Zona donde se reciben los residuos sólidos generados durante la producción y posteriormente ser derivados a compostaje.
-

**Figura 3. Distribución de planta**



**Figura 4. Diagrama de recorrido**



### 3.1.1.2. Descripción del proceso productivo

- a) **Abastecimiento de producto:** Consiste en la entrega de la materia prima en pallets post – maduración para ser acondicionada para proceso.
- b) **Lavado:** La finalidad de esta actividad es retirar las meterías extrañas tales como el polvo, hojas, demás residuos, realiza sumergiendo las jabas de materia prima en agua de red.

- c) **Desinfección:** La finalidad de esta etapa es controlar la carga microbiana presente en la materia prima, para lo cual es la materia prima en jabas es sumergida por un periodo de 5 segundos en una solución de cloruro de potasio en una concentración de 100 - 200 PPM disuelto en agua de red.

**Figura 5. Desinfección**



- d) **Paletizado de materia prima:** Esta actividad consiste en apilar las jabas con materia prima post desinfección en pallets para su transporte al proceso productivo.

**Figura 6. Paletizado de producto**



- e) **Abastecimiento a línea de proceso:** Es la ejecución en la entrega de los pallets previamente acondicionados para su procesamiento en la línea de producción.

- f) **Abastecimiento a pelador:** Esta labor consiste en abastecer una jaba del pallet recepcionado anteriormente a los peladores (Control de avance).
- g) **Pelado:** Durante esta actividad se el operador retira la corteza del mango y a su vez deja expuesta la pulpa de esta fruta.

**Figura 7. Pelado**



- h) **Corte en mitades:** Durante esta operación el mango es cortado en mitades retirando la pepa la pulpa.

**Figura 8. Corte en mitades**



- i) **Recuperación:** La finalidad de esta operación es retirar los defectos de la materia prima tales como: deficiencia de calcio, golpe, mosca de la fruta, pedúnculo, restos de pepa, etc.
- j) **Corte en tiras:** En esta actividad trata de cortar las mitades de mango en trozos más pequeños, con altura, espesor y ancho según las especificaciones del cliente.

**Figura 9. Corte en tiras**



- k) **Envasado:** En esta etapa las tiras son colocadas y acomodadas en un frasco de 42



onzas (previamente desinfectado), según tonalidad de color y tamaño.

**Figura 10. Envasado**



- l) **Pesado:** En esta etapa se completa o quita peso de los frascos envasados de tal manera que el peso del llenado sea de 850 gr.

**Figura 11. Pesado**



- m) **Escaldado:** En la ejecución de esta operación los frascos pesados con llenados con agua a 90°C (previamente calentada en las marmitas) por un periodo de 30 segundo. Esto es de vital importancia para la inactivación de enzimas y la expulsión de oxígeno de las células de la metería prima generando ayudando a ganar vacío.
- n) **Drenado:** Retiro del agua caliente encontrada dentro de los frascos después del periodo

de 30 segundos de contacto.

- o) Tapado:** En esta actividad se coloca la tapa de 82 milímetros en la rosca de la boca del frasco de 42 onzas.
- p) Cerrado:** Durante esta etapa la lapa es ajustada en la rosca para prevenir posibles fugas de contenido o infiltración de microorganismos patógenos.

**Figura 12. Cerrado**



- q) Pasteurización:** Tipo de tratamiento térmico a temperatura moderada para productos acidificados, en el caso del mango Kent en 42 onzas el tratamiento es de 90°C por un periodo de 30 minutos.

**Figura 13. Pasterización**

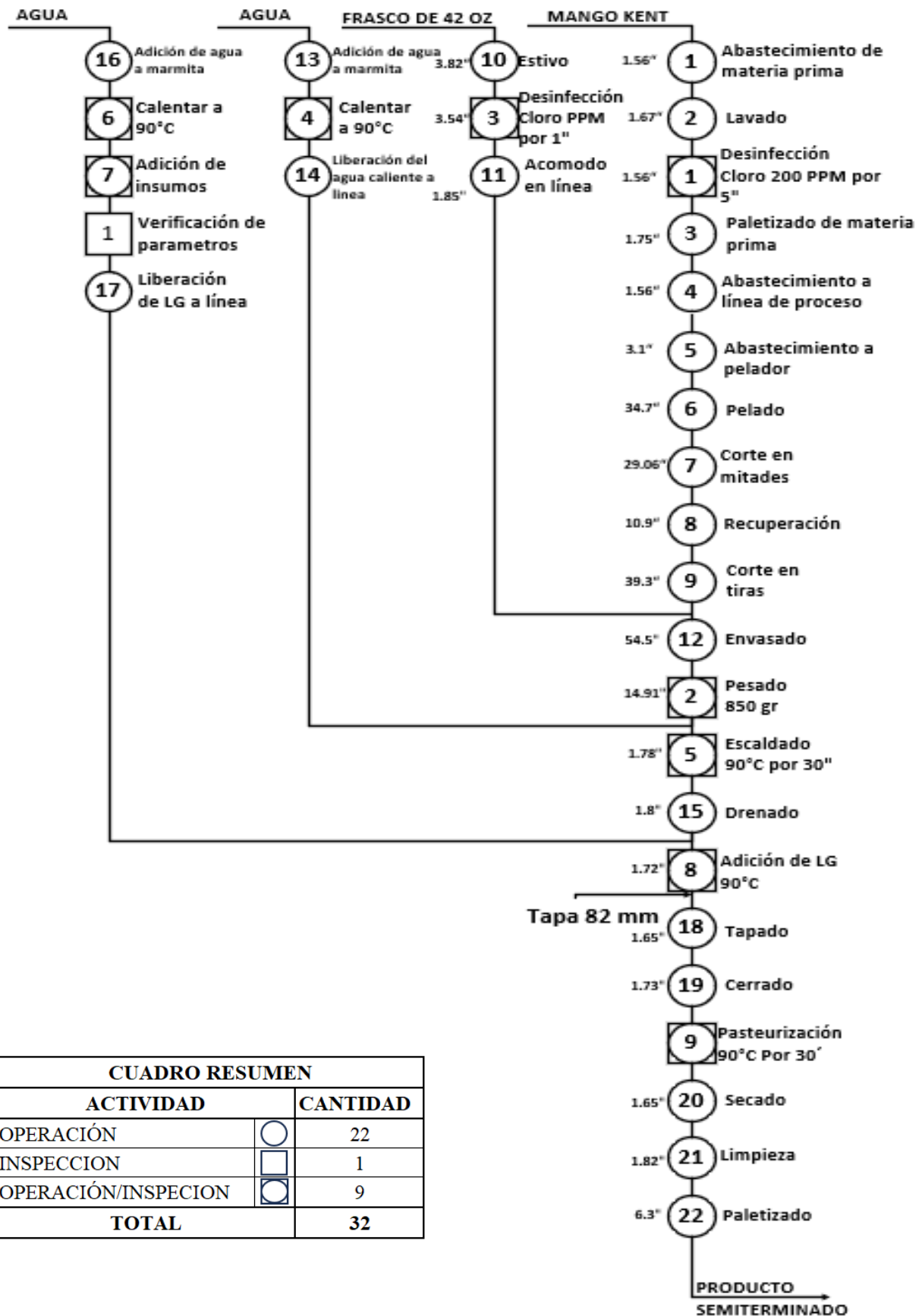


- r) **Secado:** Retiro de agua en la superficie de los envases post tratamiento térmico.
- s) **Limpieza:** Remisión de caliche o sarro adherido al envase durante el tratamiento térmico, además de la aplicación de vaselina en la parte metálica (tapa) para prevenir la oxidación de la misma.



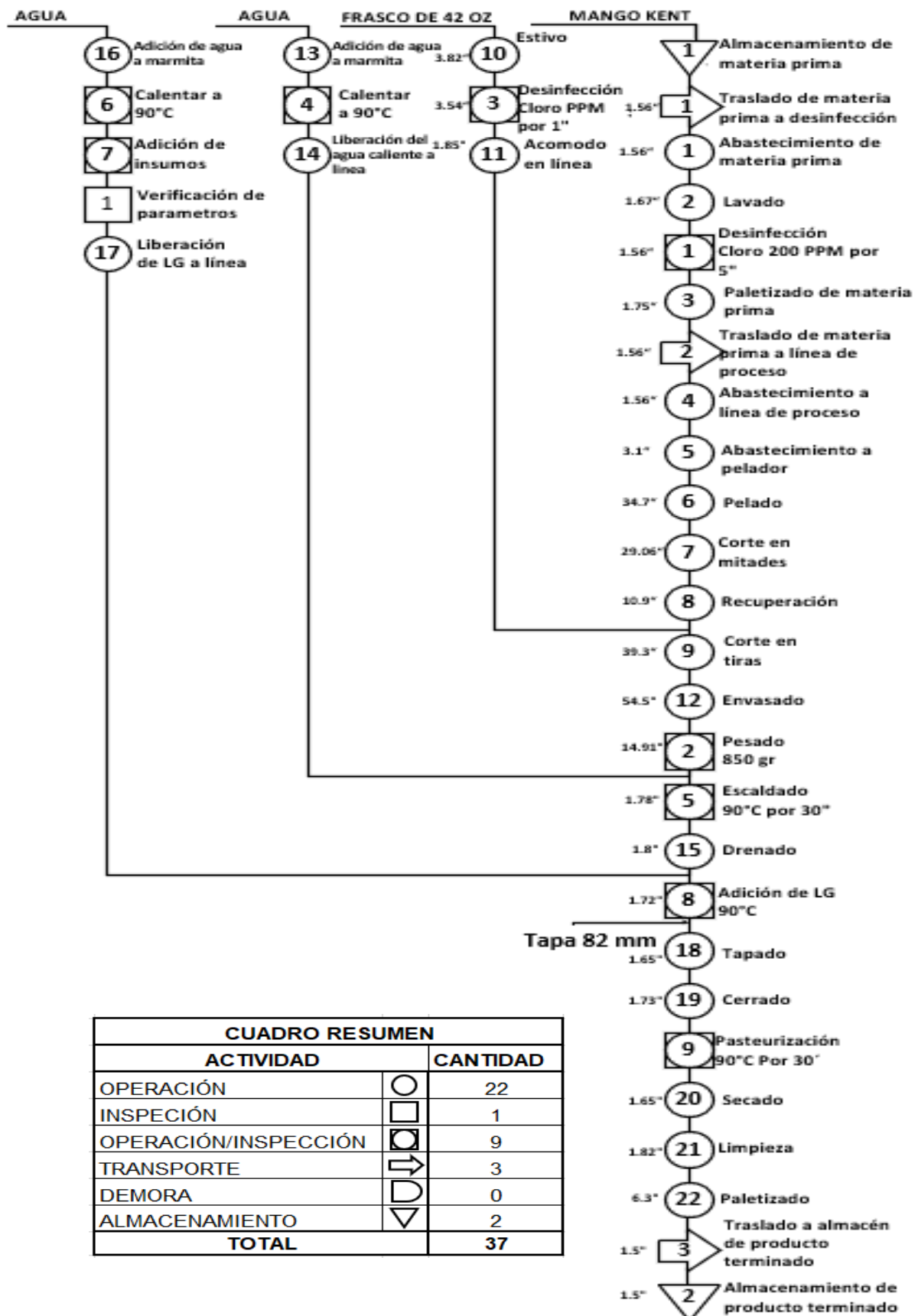
- t) **Paletizado:** Esta actividad consiste en apilar los frascos en pallets de 540 unidades cada uno.

Figura 14. Diagrama de operaciones



CUADRO RESUMEN		
ACTIVIDAD		CANTIDAD
OPERACIÓN	○	22
INSPECCION	□	1
OPERACIÓN/INSPECCION	◻	9
<b>TOTAL</b>		<b>32</b>

Figura 15. Diagrama de análisis de proceso



### 3.1.1.3. Análisis de la problemática

Para llevar a cabo el análisis de la problemática para la aplicación de balance de línea en la elaboración de mango en conserva en la empresa Gandules Inc. SAC., se realizó el diagnóstico mediante la aplicación de instrumentos como la guía de observación, entrevista y el análisis documental. Instrumentos de recaudación de información para lograr los objetivos planteados.

#### 3.1.1.3.1. Resultados de la aplicación de instrumentos

##### Resultados de la entrevista

**Tabla 3. Entrevista al jefe de producción frutales**

Pregunta	Respuesta
1. ¿Cuentan con base de datos histórica de la productividad de la mano de obra?	Si, se tiene el control de la productividad con respecto a las horas hombre del personal.
2. ¿Cree usted que es fundamental incrementar la productividad en el proceso productivo? ¿Por qué?	Claro, incrementar la productividad es de vital importancia, porque con el aumento de la productividad los costos disminuyen y aumenta el margen de ganancia de la empresa.
3. ¿Cree usted que se pueden aprovechar de una mejor manera la mano de obra en el proceso productivo?	Si, la idea es tener una mejora continua y constante, pero a simple vista es notorio que el personal tiene un exceso de tiempo muerto el cual puede

---

	reducirse aún más y con eso aumentaría la productividad de ese apartado.
4. ¿Existe un sistema de control con respecto al proceso de mango en conserva?	Claro, directamente en el proceso productivos contamos con control de avance por etapa, objetivo de costo de mano de obra de la producción.
5. ¿Tienen un objetivo de productividad diaria?	No contamos con objetivo de productividad diaria, se cuenta con objetivo de costo de mano de obra y de rendimiento (aprovechamiento) de materia prima.
6. ¿Cuáles son los principales problemas del balance de línea en la producción?	Bueno tenemos etapas donde las personas está trabajando al 100% y etapas donde el personal tiene un exceso de tiempo muerto.
7. ¿Qué piensa acerca de los inconvenientes presentados en la línea de producción?	Que pueden ser resuelto haciendo un estudiando los estándares de tiempos de cada etapa y con ello realizar balance de línea más a detalle.
8. ¿La línea de proceso esta planificada de acuerdo a un balance de línea?	Si esta planificada de acuerdo a un balance de línea, con la productividad por operación con la que contamos.
9. ¿La a operaciones tienen tiempos estándar?	Si contamos con tiempo estándar por operación, pero al parecer el personal se ha especializado en cada

---

---

una de ellas y esos tiempos estándar ya están desactualizados.

---

Interpretación: De acuerdo a la entrevista realizada al jefe de producción frutales de la empresa Gandules Inc. SAC. indico que el principal problema el exceso de tiempos muertos que presenta el personal, que hay una mala ejecución del balance de línea ya que los tiempos estándar con los que se realiza la planificación de la producción ya se encuentran desactualizados.

### Resultados de la guía de observación

**Tabla 4. Guía de observación realizada**

---

<b>N°</b>	<b>Acciones a evaluar</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>Observaciones</b>
1	Existe un registro de productividad por etapa	X		
2	Existe un registro de productividad por persona	X		
3	El personal sabe su productividad (avance)	X		
4	El personal tiene el mismo método de trabajo	X		
5	La carga de trabajo está distribuida correctamente		x	
6	Existen estándares de tiempo por operación	X		Existen, pero están desactualizados

---



---

<b>7</b>	La distribución de personal planificada es la misma que la ejecutada	x
<b>8</b>	Existen acumulaciones en la línea de producción	x

---

Interpretación: De lo apreciado se puede manifestar que en el proceso productivo existen acumulaciones de producto en las diferentes etapas, si bien las actividades cuentan con tiempo estándar este está desactualizado propiciado que la carga de trabajo no este distribuida correctamente y que la distribución planificada no sea la misma que la ejecutada, puesto al generarse las acumulaciones vuelven a distribuir la planta empíricamente.

#### **Resultados del análisis documentario**

A continuación, se cuantifica la cantidad de kilogramos drenados de mango en conserva producidos por formato durante la campaña 2023 es sus presentaciones de 13 oz, 15 oz, 42 oz y 60 oz, que comprende un periodo de 5 meses (enero - mayo).

**Tabla 5. Producción de kilogramos drenados por formato de envase campaña de mango 2023 GANDULES INC. SAC**

---

<b>Mes</b>	<b>13 onzas</b>	<b>15 onzas</b>	<b>42 onzas</b>	<b>60 onzas</b>	<b>Total</b>
Enero	34,026.30	45,510.25	789,586.38	0.00	869,122.93
Febrero	24,227.06	121,529.25	47,602.89	17,668.80	211,028.00
Marzo	0.00	0.00	310,557.24	0.00	310,557.24
Abril	1,002.10	123,858.87	102,600.27	6,470.40	233,931.64

---

Mayo	19,814.52	26,915.16	1,363.23	6,470.40	54,563.31
<b>Total</b>	<b>79,069.98</b>	<b>317,813.53</b>	<b>1,251,710.01</b>	<b>30,609.60</b>	<b>1,679,203.12</b>

**Tabla 6. Tiempos estándar actuales y uniformidad de unidad de medida actual**

<b>Estación de trabajo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo estándar (Seg)</b>	<b>Ciclo (Unidades)</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Ciclo Frascos</b>	<b>Unidad de medida</b>
1	Abas. a MMPP y línea	871.89	1	Pallets	508.1	Frascos
2	Lavado	933.37	42	Jabas	508.1	Frascos
3	Desinfección	951.16	42	Jabas	508.1	Frascos
4	Paletizado de MMPP	978.09	42	Jabas	508.1	Frascos
5	Abas. a pelador	1890.13	42	Jabas	508.1	Frascos
6	Pelado	483.69	50	Mangos	12.7	Frascos
7	Corte en mitades	486.09	60	Mangos	15.2	Frascos
8	Recuperación	91.16	60	Mitades	7.6	Frascos
9	Corte en tiras	547.82	100	Mitades	12.7	Frascos
10	Estivo a desinfección	378.18	90	Frascos	90	Frascos
11	Desinfección	140.18	36	Frascos	36	Frascos
12	Acomodo en línea	146.52	72	Frascos	72	Frascos
13	Envasado	526.3	10	Frascos	10	Frascos
14	Pesado	268.38	20	Frascos	20	Frascos
15	Blanqueo	97.9	50	Frascos	50	Frascos
16	Drenado	90	40	Frascos	40	Frascos
17	Adición de LG	75.68	40	Frascos	40	Frascos
18	Tapado	123.75	60	Frascos	60	Frascos
19	Cerrado	114.18	60	Frascos	60	Frascos
20	Secado	181.5	100	Frascos	100	Frascos
21	Limpieza	200.2	100	Frascos	100	Frascos
22	Paletizado PST	630	100	Frascos	100	Frascos

**Tabla 7. Tiempo que toma producir una unidad actual**

<b>Estación de trabajo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo estándar (Seg)</b>	<b>Ciclo Frascos</b>	<b>Tiempo que toma producir una unidad (Seg)</b>
1	Abas. a MMPP y línea	871.89	508.1	1.72
2	Lavado	933.37	508.1	1.84
3	Desinfección	951.16	508.1	1.87
4	Paletizado de MMPP	978.09	508.1	1.92
5	Abas. a pelador	1890.13	508.1	3.72
6	Pelado	483.69	12.7	38.17
7	Corte en mitades	486.09	15.2	31.97
8	Recuperación	91.16	7.6	11.99
9	Corte en tiras	547.82	12.7	43.23
10	Estivo a desinfección	378.18	90	4.2
11	Desinfección	140.18	36	3.89
12	Acomodo en línea	146.52	72	2.04
13	Envasado	526.3	10	52.63
14	Pesado	268.38	20	13.42
15	Escaldado	97.9	50	1.96
16	Drenado	90	40	2.25
17	Adición de LG	75.68	40	1.89
18	Tapado	123.75	60	2.06
19	Cerrado	114.18	60	1.9
20	Secado	181.5	100	1.82
21	Limpieza	200.2	100	2
22	Paletizado PST	630	100	6.3

**Tabla 8. Balance de línea actual**

<b>Estación de trabajo</b>	<b>Descripción de la tarea</b>	<b>Tiempo para producir una unidad por un trabajador (seg)</b>	<b>N.º de trabajadores en la operación</b>	<b>Tasa de producción por unidad (Seg)</b>
1	Abas. a MMPP y línea	1.72	1	1.72

2	Lavado	1.84	1	1.84
3	Desinfección	1.87	1	1.87
4	Paletizado de MMPP	1.92	1	1.92
5	Abas. a pelador	3.72	2	1.86
6	Pelado	38.17	20	1.91
7	Corte en mitades	31.97	16	2.00
8	Recuperación	11.99	7	1.71
9	Corte en tiras	43.23	21	2.06
10	Lanzado a lavado	4.20	3	1.40
11	Recojo	3.89	3	1.30
12	Abastecimiento a línea	2.04	1	2.04
13	Envasado	52.63	24	2.19
14	Pesado	13.42	6	2.24
15	Blanqueo	1.96	1	1.96
16	Drenado	2.25	1	2.25
17	Adición de LG	1.89	1	1.89
18	Tapado	2.06	1	2.06
19	Cerrado	1.90	1	1.90
20	Secado	1.82	1	1.82
21	Limpieza	2.00	1	2.00
22	Paletizado PST	6.30	3	2.10

**Tabla 9. Resumen del balance de línea actual**

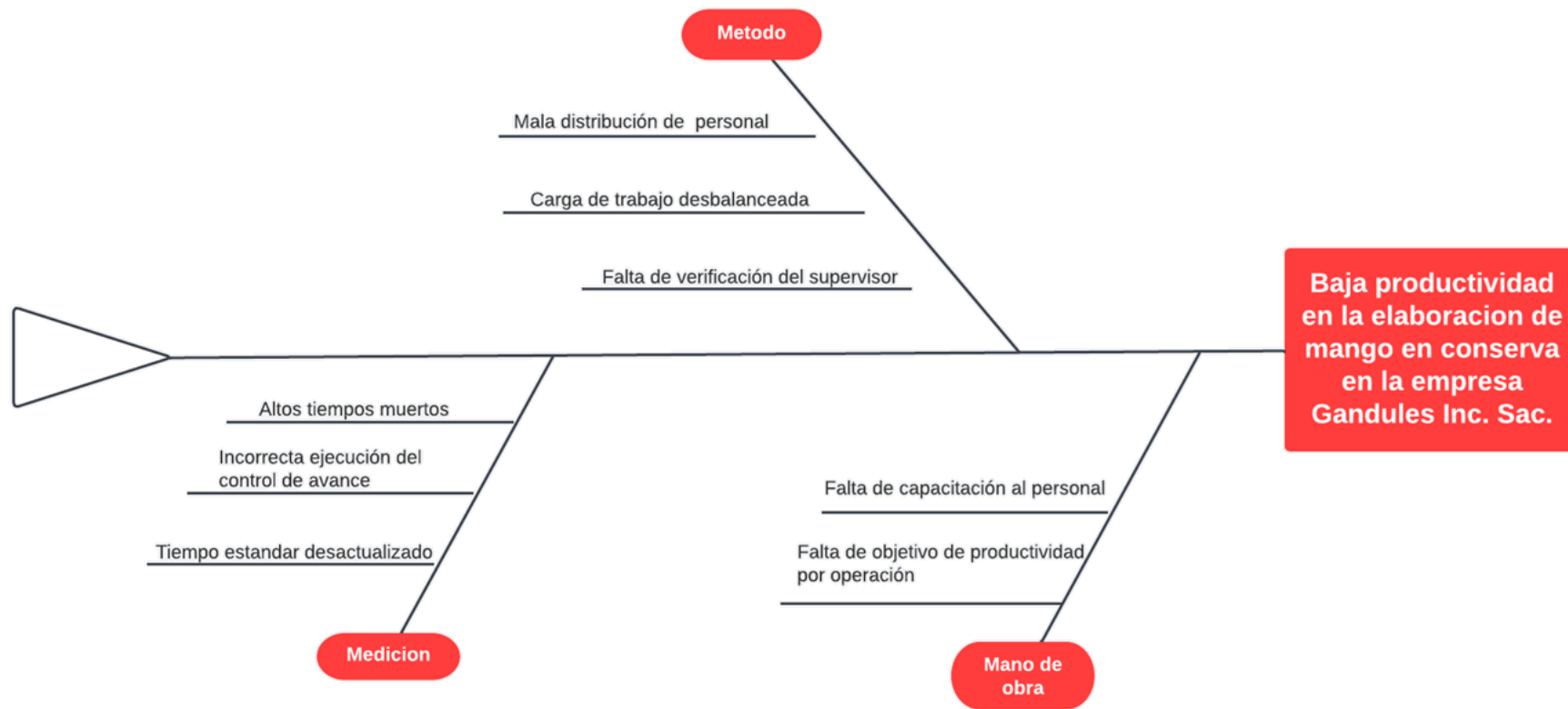
<b>Resumen</b>	
Tiempo total por unidad por trabajador (seg)	232.79
Ciclo de control (ritmo del cuello) (seg)	2.25
No. De operarios en la línea	117
Tiempo total de la línea (seg)	263.25
% Eficiencia del balance de línea	88.43%
Unidades / hora	1,600
Unidades / turno (8 horas)	12,800

### 3.1.1.3.2. Herramientas de diagnóstico

#### Diagrama de Ishikawa

Con los datos recolectados mediante la ejecución de la entrevista y la guía de observación en el proceso de mango en conserva se procede con el diagnóstico de la problemática con la ayuda del diagrama de Ishikawa o también llamada espina de pescado.

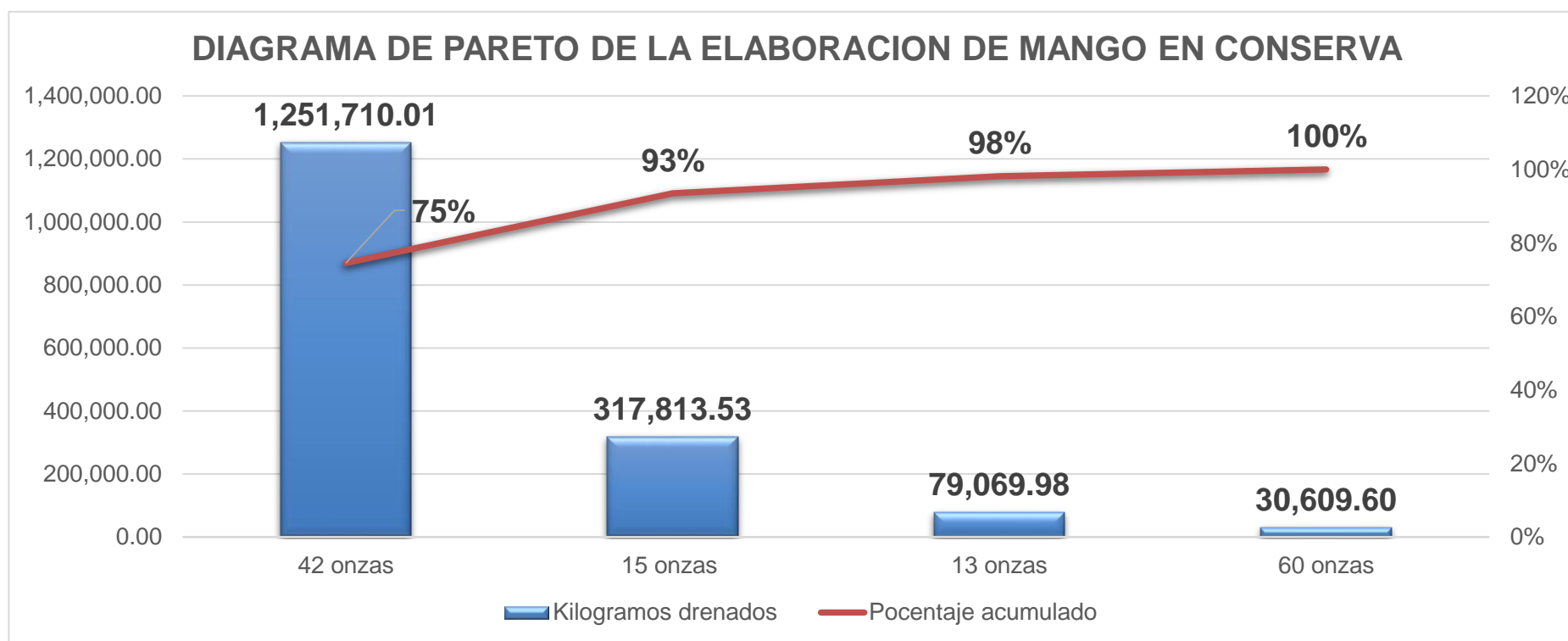
Figura 16. Diagrama de Ishikawa de la elaboración de mango en conserva



## Diagrama de Pareto

Con los datos recolectados en el análisis documentario tabla n°7 se grafica el siguiente diagrama de Pareto que está elaborado en relación a la participación de kilogramos drenados por formato, durante la campaña de mango 2023 donde se observa que el formato de 42 onzas es el que tiene mayor representación, por esto el estudio se centrara en este producto.

**Figura 17. Diagrama de Pareto de kilogramos drenamos por formato de envase campaña de mango 2023 GANDULES INC. SAC**



### 3.1.1.4. Situación actual de la variable dependiente

*Cálculo de Productividad de mano de Obra ( $P_{MO}$ )*

$$P_{MO} = \frac{\text{Producción}}{\#Hombres}$$

$$P_{MO} = \frac{\text{Produccion de FRASCOS} * \text{Turno}}{\#Hombres}$$

$$P_{MO} = \frac{12,800 \text{ Frascos} * \text{Turno}}{117 \text{ Hombres}}$$

$$P_{MO} = 109.40 \frac{\text{Frascos} * \text{Turno}}{\text{Hombre}}$$

*Cálculo de Productividad de Hora - Hombre ( $P_{Hr-Hm}$ )*

$$P_{Hr-Hm} = \frac{\text{Producción}}{\text{Horas} - \text{Hombre}}$$

$$P_{Hr-Hm} = \frac{\text{Produccion de FRASCOS} * \text{Turno}}{\#Horas \text{ por persona} * \#Hombres}$$

$$P_{Hr-Hm} = \frac{12,800 \text{ Frascos} * \text{Turno}}{8 \text{ Horas} * \text{Turno} * 117 \text{ Hombres}}$$

$$P_{Hr-Hm} = \frac{12,800 \text{ Frascos} * \text{Turno}}{936 \text{ Horas} * \text{Hombre} * \text{Turno}}$$

$$P_{Hr-Hm} = 13.68 \frac{\text{Frascos}}{\text{Hora} * \text{Hombre}}$$

*Cálculo de Productividad de Costo de Mano de Obra ( $C_{mo}$ )*

$$P_{Hr-Hm} = \frac{\text{Producción}}{\text{Soles}}$$

$$P_{Hr-Hm} = \frac{\text{Produccion de FRASCOS} * \text{Turno}}{\text{Costo de MO} * \text{Turno} * \#Hombres}$$

$$P_{Hr-Hm} = \frac{12,800 \text{ Frascos} * \text{Turno}}{S/43.47 * \text{Turno} * 117 \text{ Hombres}}$$

$$P_{Hr-Hm} = \frac{12,800 \text{ Frascos} * \text{Turno}}{S/5,085.99 * \text{Turno}}$$

$$P_{Hr-Hm} = 2.52 \frac{\text{Frascos}}{\text{Sol}}$$

**Tabla 10. Variable dependiente actual**

<b>Productividad en el trabajo</b>	
Productividad de Mano de Obra (Frascos/Persona)	109.40
Productividad de Horas-Hombre (Frascos/Hr. Hm)	13.68
Productividad Costo de mano de obra (Frascos/Soles)	2.52

Nota: El costo por jornal de trabajo es de S/. 43.47

### **3.1.2. Propuesta de investigación**

#### **3.1.2.1. Fundamentación**

El balance de línea tiene como base teórica la producción equilibrada. Que tiene como finalidad distribuir lo más equitativamente posible la carga de trabajo en las etapas del proceso productivo optimizando la utilización del cuello de botella del proceso productivo. Para distribuir la carga de trabajo en las personas, máquinas o estaciones de trabajo se necesita la ayuda del estudio de tiempos.

Mediante el uso de esta herramienta se optimiza el uso del recurso humano dentro del proceso productivo, esto a su vez se ve reflejado en un aumento de la productividad operativa.

#### **3.1.2.2. Objetivos de la propuesta**

- Optimizar la mano de obra utilizada en las diferentes estaciones de trabajo.
- Distribuir lo más equitativamente posible la carga entre trabajo las etapas del proceso productivo
- Aumentar la productividad utilizando de manera eficiente los recursos disponibles

#### **3.1.2.3. Desarrollo de la propuesta**



La solución al problema de balance de línea que se tiene en la elaboración de mango en conserva es de tipo SALBP-2 ya que se intentara aumentar la productividad del sistema teniendo una cantidad determinada de celdas de trabajo. Para esto se estudiaron los tiempos de las operaciones necesarias para la elaboración de la conserva y se balanceo la línea en función al cuello de botella del sistema.

## **Desarrollo del estudio de tiempos**

### **A. Preparación para el estudio de tiempos**

Se llevan a cabo los pasos previos al estudio de tiempos tales como:

- **Selección de la operación:** Será en el orden en que se presenten en el proceso productivo.
- **Selección del trabajador:** Se eligió a un colaborador una experiencia necesaria, capacitado, cooperativo y que está familiarizado con el método de trabajo.
- **Actitud frente al trabajador:** Se hizo conocer al trabajador la finalidad del estudio y la confianza necesaria para que se sienta cómodo y realice la operación con normalidad.

### **B. Observaciones Previas**

Para la ejecución de la toma de tiempos se tomaron se hayo el ciclo de actividades de cada una de las operaciones según su unidad de medida, con esto se tomaron 10 observaciones previas por cada una de las operaciones, las cuales se muestran a continuación:

**Tabla 11. Toma de tiempos en segundos**

<b>Estación de trabajo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ob. 1</b>	<b>Ob. 2</b>	<b>Ob. 3</b>	<b>Ob. 4</b>	<b>Ob. 5</b>	<b>Ob. 6</b>	<b>Ob. 7</b>	<b>Ob. 8</b>	<b>Ob. 9</b>	<b>Obs. 10</b>	<b>Ciclo (Unid.)</b>	<b>Unid. de medida</b>
1	Abas. a MMPP y línea	607	624	589	603	647	649	595	642	617	662	1	Pallets
2	Lavado	668	691	735	643	630	649	686	629	674	682	42	Jabas
3	Desinfección	720	745	593	660	705	630	742	613	630	645	42	Jabas
4	Paletizado de MMPP	712	661	701	764	653	778	686	773	618	742	42	Jabas
5	Abas. a pelador	1,395	1,306	1,333	1,312	1,268	1,228	1,255	1,335	1,229	1,360	42	Jabas
6	Pelado	323	318	283	333	312	339	272	330	289	293	47	Mangos
7	Corte en mitades	294	309	302	324	313	335	337	325	322	290	56	Mangos
8	Recuperación	78	74	66	71	74	74	80	78	71	77	64	Mitades
9	Corte en tiras	298	271	254	235	299	262	269	260	288	298	115	Mitades
10	Estivo a desinfección	282	298	299	243	253	299	277	258	260	290	90	Frascos
11	Desinfección	100	110	112	110	120	120	103	115	114	114	36	Frascos
12	Acomodo en línea	118	110	118	103	114	103	117	100	108	113	72	Frascos
13	Envasado	389	395	376	363	440	424	365	391	433	436	12	Frascos
14	Pesado	224	231	210	230	240	235	205	202	196	224	25	Frascos
15	Blanqueo	106	113	95	104	103	99	108	103	100	123	70	Frascos
16	Drenado	57	56	63	63	63	59	63	56	59	63	37	Frascos
17	Adición de LG	51	53	53	52	51	52	52	48	52	56	37	Frascos
18	Tapado	79	70	75	78	70	67	74	75	71	66	52	Frascos
19	Cerrado	68	70	73	73	77	69	69	67	66	63	50	Frascos
20	Secado	144	145	130	138	125	125	144	144	125	142	98	Frascos
21	Limpieza	130	129	141	130	132	132	143	133	131	128	90	Frascos
22	Paletizado PST	432	323	444	428	397	321	390	422	335	375	90	Frascos

### C. Cálculo del número de observaciones

A continuación, se tabulan los tiempos observados determinan el número de observaciones necesarias para tener un nivel de confianza en el estudio del 94.45%. Se utiliza la siguiente ecuación para su cálculo.

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

Donde:

n = Tamaño de muestras que deseamos calcular (número de observaciones).

n' = Número de observaciones del estudio preliminar,

$\sum x$  = Sumatoria de tiempos observados.

40 = Constante de nivel de confianza del 94.45%

**Tabla 12. Abastecer a materia prima y a línea**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	607	368,449
2	624	389,376
3	589	346,921
4	603	363,609
5	647	418,609
6	649	421,201
7	595	354,025
8	642	412,164
9	617	380,689
10	662	438,244
Sumatoria	6,235	3,893,287
Ciclo (Unidades)		1
Unidad de medida		Pallets
Nro. de observaciones requeridas		3

**Tabla 13. Lavado**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	668	446,224
2	691	477,481
3	735	540,225
4	643	413,449
5	630	396,900
6	649	421,201
7	686	470,596
8	629	395,641
9	674	454,276
10	682	465,124
Sumatoria	6,687	4,481,117
Ciclo (Unidades)		42
Unidad de medida		Jabas
Nro. de observaciones requeridas		3
Nro. de observaciones ejecutadas		10

**Tabla 14. Desinfección.**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	720	518,400
2	745	555,025
3	593	351,649
4	660	435,600
5	705	497,025
6	630	396,900
7	742	550,564
8	613	375,769
9	630	396,900
10	645	416,025
Sumatoria	6,683	4,493,857

Ciclo (Unidades)	42
Unidad de medida	Jabas
Nro. de observaciones requeridas	9
Nro. de observaciones ejecutadas	10

**Tabla 15. Paletizado de materia prima post desinfección**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	712	506,944
2	661	436,921
3	701	491,401
4	764	583,696
5	653	426,409
6	778	605,284
7	686	470,596
8	773	597,529
9	618	381,924
10	742	550,564
Sumatoria	7,088	5,051,268
Ciclo (Unidades)	42	
Unidad de medida	Jabas	
Nro. de observaciones requeridas	8	
Nro. de observaciones ejecutadas	10	

**Tabla 16. Abastecimiento a pelador**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	1395	194,6025
2	1306	170,5636
3	1333	177,6889
4	1312	172,1344
5	1268	160,7824
6	1228	150,7984
7	1255	157,5025
8	1335	178,2225
9	1229	151,0441

	10	1360	184,9600
Sumatoria		13,021	16,982,993
Ciclo (Unidades)			42
Unidad de medida			Jabas
Nro. de observaciones requeridas			3
Nro. de observaciones ejecutadas			10

**Tabla 17. Pelado**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	323	104,329
2	318	101,124
3	283	80,089
4	333	110,889
5	312	97,344
6	339	114,921
7	272	73,984
8	330	108,900
9	289	83,521
10	293	85,849
Sumatoria	3,092	960,950
Ciclo (Unidades)		47
Unidad de medida		Mangos
Nro. de observaciones requeridas		9
Nro. de observaciones ejecutadas		10

**Tabla 18. Corte en mitades**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	294	86,436
2	309	95,481
3	302	91,204
4	324	104,976
5	313	97,969

6	335	112,225
7	337	113,569
8	325	105,625
9	322	103,684
10	290	84,100
Sumatoria	3,151	995,269
Ciclo (Unidades)		56
Unidad de medida		Mangos
Nro. de observaciones requeridas		4
Nro. de observaciones ejecutadas		10

**Tabla 19. Recuperación**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	78	6,084
2	74	5,476
3	66	4,356
4	71	5,041
5	74	5,476
6	74	5,476
7	80	6,400
8	78	6,084
9	71	5,041
10	77	5,929
Sumatoria	743	55,363
Ciclo (Unidades)		64
Unidad de medida		Mitades
Nro. de observaciones requeridas		5
Nro. de observaciones ejecutadas		10

**Tabla 20. Corte en tiras**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	298	88,804

2	271	73,441
3	254	64,516
4	235	55,225
5	299	89,401
6	262	68,644
7	269	72,361
8	260	67,600
9	288	82,944
10	298	88,804
Sumatoria	2,734	751,740
Ciclo (Unidades)		115
Unidad de medida		Mitades
Nro. de observaciones requeridas		10
Nro. de observaciones ejecutadas		10

**Tabla 21. Estivo a lavado y desinfección**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	282	79,524
2	298	88,804
3	299	89,401
4	243	59,049
5	253	64,009
6	299	89,401
7	277	76,729
8	258	66,564
9	260	67,600
10	290	84,100
Sumatoria	2,759	765,181
Ciclo (Unidades)		90
Unidad de medida		Frascos
Nro. de observaciones requeridas		9
Nro. de observaciones ejecutadas		10

**Tabla 22. Desinfección**



Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	100	10,000
2	110	12,100
3	112	12,544
4	110	12,100
5	120	14,400
6	120	14,400
7	103	10,609
8	115	13,225
9	114	12,996
10	114	12,996
Sumatoria	1,118	125,370
Ciclo (Unidades)		36
Unidad de medida		Frascos
Nro. de observaciones requeridas		5
Nro. de observaciones ejecutadas		10

**Tabla 23. Acomodo en línea**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	118	13,924
2	110	12,100
3	118	13,924
4	103	10,609
5	114	12,996
6	103	10,609
7	117	13,689
8	100	10,000
9	108	11,664
10	113	12,769
Sumatoria	1,104	122,284
Ciclo (Unidades)		72
Unidad de medida		Frascos
Nro. de observaciones requeridas		6
Nro. de observaciones ejecutadas		10

**Tabla 24. Envasado.**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	389	151,321
2	395	156,025
3	376	141,376
4	363	131,769
5	440	193,600
6	424	179,776
7	365	133,225
8	391	152,881
9	433	187,489
10	436	190,096
Sumatoria	4,012	1,617,558
Ciclo (Unidades)		12
Unidad de medida		Frascos
Nro. de observaciones requeridas		8
Nro. de observaciones ejecutadas		10

**Tabla 25. Pesado**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	224	50,176
2	231	53,361
3	210	44,100
4	230	52,900
5	240	57,600
6	235	55,225
7	205	42,025
8	202	40,804
9	196	38,416
10	224	50,176
Sumatoria	2,197	484,783
Ciclo (Unidades)		25
Unidad de medida		Frascos
Nro. de observaciones requeridas		7
Nro. de observaciones ejecutadas		10

**Tabla 26. Escaldado**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	106	11,236
2	113	12,769
3	95	9,025
4	104	10,816
5	103	10,609
6	99	9,801
7	108	11,664
8	103	10,609
9	100	10,000
10	123	15,129
Sumatoria	1,054	111,658
Ciclo (Unidades)		70
Unidad de medida		Frascos
Nro. de observaciones requeridas		9
Nro. de observaciones ejecutadas		10

**Tabla 27. Drenado**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	57	3,249
2	56	3,136
3	63	3,969
4	63	3,969
5	63	3,969
6	59	3,481
7	63	3,969
8	56	3,136
9	59	3,481
10	63	3,969
Sumatoria	602	36,328
Ciclo (Unidades)		37
Unidad de medida		Frascos
Nro. de observaciones requeridas		4
Nro. de observaciones ejecutadas		10

**Tabla 28. Adición de líquido de gobierno**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	51	2,601
2	53	2,809
3	53	2,809
4	52	2,704
5	51	2,601
6	52	2,704
7	52	2,704
8	48	2,304
9	52	2,704
10	56	3,136
Sumatoria	520	27,076
Ciclo (Unidades)		37
Unidad de medida		Frascos
Nro. de observaciones requeridas		3
Nro. de observaciones ejecutadas		10

**Tabla 29. Tapado**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	79	6,241
2	70	4,900
3	75	5,625
4	78	6,084
5	70	4,900
6	67	4,489
7	74	5,476
8	75	5,625
9	71	5,041
10	66	4,356
Sumatoria	725	52,737
Ciclo (Unidades)		52
Unidad de medida		Frascos
Nro. de observaciones requeridas		6
Nro. de observaciones ejecutadas		10

**Tabla 30. Cerrado**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	68	4,624
2	70	4,900
3	73	5,329
4	73	5,329
5	77	5,929
6	69	4,761
7	69	4,761
8	67	4,489
9	66	4,356
10	63	3,969
Sumatoria	695	48,447
Ciclo (Unidades)		50
Unidad de medida		Frascos
Nro. de observaciones requeridas		5
Nro. de observaciones ejecutadas		10

**Tabla 31. Secado**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	144	20,736
2	145	21,025
3	130	16,900
4	138	19,044
5	125	15,625
6	125	15,625
7	144	20,736
8	144	20,736
9	125	15,625
10	142	20,164
Sumatoria	1,362	186,216
Ciclo (Unidades)		98
Unidad de medida		Frascos
Nro. de observaciones requeridas		7
Nro. de observaciones ejecutadas		10

**Tabla 32. Limpieza**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	130	16,900
2	129	16,641
3	141	19,881
4	130	16,900
5	132	17,424
6	132	17,424
7	143	20,449
8	133	17,689
9	131	17,161
10	128	16,384
Sumatoria	1,329	176,853
Ciclo (Unidades)		90
Unidad de medida		Frascos
Nro. de observaciones requeridas		3
Nro. de observaciones ejecutadas		10

**Tabla 33. Paletizado**

Observaciones	Tiempo seg (x)	Tiempo seg <sup>2</sup> (x <sup>2</sup> )
1	432	186,624
2	323	104,329
3	444	197,136
4	428	183,184
5	397	157,609
6	321	103,041
7	390	152,100
8	422	178,084
9	335	112,225
10	375	140,625
Sumatoria	3,867	1,514,957
Ciclo (Unidades)		90
Unidad de medida		Frascos
Nro. de observaciones requeridas		9
Nro. de observaciones ejecutadas		10

#### D. Determinación del tiempo promedio ( $T_p$ )

Después de determinar la cantidad de observaciones necesarias para obtener un nivel de confianza del 94.45% en la toma de tiempo de las operaciones, determinamos el tiempo promedio de estas utilizando la siguiente ecuación:

$$T_p = \left( \frac{\sum x}{n} \right)$$

Donde:

$T_p$  = Tiempo promedio.

$\sum x$  = Sumatoria de tiempos observados.

$n$  = Tamaño de muestra (Número de observaciones).

**Tabla 34. Tiempo promedio**

<b>Estación de trabajo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Sumatoria de tiempos observados (Seg)</b>	<b>Nro. de observaciones</b>	<b>Tiempo promedio <math>T_p</math> (Seg)</b>
1	Abas. a MMPP y línea	6,235	10	<b>623.5</b>
2	Lavado	6,687	10	<b>668.7</b>
3	Desinfección	6,683	10	<b>668.3</b>
4	Paletizado de MMPP	7,088	10	<b>708.8</b>
5	Abas. a pelador	13,021	10	<b>1,302.10</b>
6	Pelado	3,092	10	<b>309.2</b>
7	Corte en mitades	3,151	10	<b>315.1</b>
8	Recuperación	743	10	<b>74.3</b>
9	Corte en tiras	2,734	10	<b>273.4</b>
10	Lanzado a lavado	2,759	10	<b>275.9</b>
11	Recojo	1,118	10	<b>111.8</b>
12	Abastecimiento a línea	1,104	10	<b>110.4</b>
13	Envasado	4,012	10	<b>401.2</b>

14	Pesado	2,197	10	<b>219.7</b>
15	Blanqueo	1,054	10	<b>105.4</b>
16	Drenado	602	10	<b>60.2</b>
17	Adición de LG	520	10	<b>52</b>
18	Tapado	725	10	<b>72.5</b>
19	Cerrado	695	10	<b>69.5</b>
20	Secado	1,362	10	<b>136.2</b>
21	Limpieza	1,329	10	<b>132.9</b>
22	Paletizado PST	3,867	10	<b>386.7</b>

#### E. Determinación del tiempo normal

Para la determinación del tiempo normal se añade el factor de valorización (factor Westinghouse) en el cual toma en cuenta cuatro: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

$$T_n = T_p * (1 + fw)$$

#### Donde:

$T_n$  = Tiempo básico o normal

$T_p$  = Tiempo promedio

$fw$  = Valorización de trabajo (Factor Westinghouse)

**Tabla 35. Valoración del ritmo de trabajo (Westinghouse)**



<b>Habilidad</b>		<b>Esfuerzo</b>	
+0.15	A1	+0.13	A1
+0.13	A2 – Habilísimo	+0.12	A2 – Habilísimo
+0.11	B1	+0.10	B1
+0.08	B2 – Exente	+0.08	B2 – Exente
+0.06	C1	+0.05	C1
+0.03	C2 – Bueno	+0.02	C2 – Bueno
0.00	D – Promedio	0.00	D – Promedio
-0.05	E1	-0.04	E1
-0.10	E2 - Regular	-0.08	E2 - Regular
-0.15	F1	-0.12	F1
-0.22	F2 – Deficiente	-0.17	F2 – Deficiente
<b>Condiciones</b>		<b>Consistencia</b>	
+0.06	A – Ideales	+0.04	A – Ideales
+0.04	B – Excelentes	+0.03	B – Excelentes
+0.02	C – Buenas	+0.01	C – Buenas
0.00	D – Promedio	0.00	D – Promedio
-0.03	E – Regulares	-0.02	E – Regulares

Al evaluar los cuatro factores de tabla n°33 para la valoración del ritmo de trabajo, se determinó el factor Westinghouse para cada una de las operaciones como se visualiza en tabla n°34 para el cálculo del tiempo normal.

**Tabla 36. Tiempo normal**

<b>Estación de trabajo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo promedio T<sub>p</sub> (Seg)</b>	<b>Factor Westinghouse (fw)</b>	<b>Tiempo normal T<sub>n</sub> (Seg)</b>
1	Abas. a MMPP y línea	624	0.07	<b>667.1</b>
2	Lavado	669	0.09	<b>728.9</b>
3	Desinfección	668	0.09	<b>728.4</b>
4	Paletizado de MMPP	709	0.09	<b>772.6</b>
5	Abas. a pelador	1,302	0.11	<b>1,445.30</b>
6	Pelado	309	0.08	<b>333.9</b>

7	Corte en mitades	315	0.08	<b>340.3</b>
8	Recuperación	74.3	0.11	<b>82.5</b>
9	Corte en tiras	273	0.09	<b>298</b>
10	Lanzado a lavado	276	0.09	<b>300.7</b>
11	Recojo	112	0.06	<b>118.5</b>
12	Abastecimiento a línea	110	0.02	<b>112.6</b>
13	Envasado	401	0.14	<b>457.4</b>
14	Pesado	220	0.11	<b>243.9</b>
15	Blanqueo	105	0.01	<b>106.5</b>
16	Drenado	60.2	0.11	<b>66.8</b>
17	Adición de LG	52	0.08	<b>56.2</b>
18	Tapado	72.5	0.11	<b>80.5</b>
19	Cerrado	69.5	0.12	<b>77.8</b>
20	Secado	136	0.04	<b>141.6</b>
21	Limpieza	133	0.06	<b>140.9</b>
22	Paletizado PST	387	0.06	<b>409.9</b>

#### F. Determinación del tiempo estándar

Para el cálculo del tiempo estándar se añaden los suplementos de descanso al tiempo normal, la ecuación para calcular el tiempo estándar es la siguiente:

$$T_s = T_n * (1 + OIT)$$

**Donde:**

T<sub>s</sub> = Tiempo Estándar

T<sub>n</sub> =Tiempo Normal

OIT = Suplementos de descanso - Organización internacional del trabajo.

**Tabla 37. Suplementos de descanso – Organización internacional del trabajo (OIT)**

Suplementos constantes	Hombre	Mujer
Necesidades personales	5	7

Básico por fatiga	4	4
<b>Suplementos variables</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
<b>Trabajo de pie</b>		
Trabajo realizado sentado	0	0
Trabajo realizado de pie	2	4
<b>Postura normal</b>		
Ligeramente incómoda	0	1
Incómoda (Inclinación de cuerpo)	2	3
Muy incómoda (Cuerpo estirado)	7	7
<b>Uso de fuerza o energía muscular (KG)</b>		
2.5	0	1
5	1	2
7.5	2	3
10	3	4
12.5	4	6
15	5	8
<b>Iluminación</b>		
Ligeramente por debajo (potencia calculada)	0	0
Bastante por debajo	2	2
Absolutamente insuficiente	5	5
<b>Condiciones atmosféricas, índice KATA</b>		
16	0	0
14	0	0
12	0	0
10	3	3
<b>Tensión visual</b>		
Trabajos de cierta precisión	0	0
Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
Trabajos de gran precisión	5	5
<b>Ruido</b>		
Sonido continuo	0	0
Sonidos intermitentes	2	2
Sonidos intermitentes muy fuertes	5	5
<b>Tensión mental</b>		
Proceso algo complejo	1	1
Proceso complejo o de atención	4	4

Proceso muy complejo	8	8
<b>Monotonía mental</b>		
Trabajo monótono	0	0
Trabajo bastante monótono	1	1
Trabajo muy monótono	4	4
<b>Monotonía física</b>		
Trabajo algo aburrido	0	0
Trabajo aburrido	2	2
Trabajo muy aburrido	5	5

Al asignar los suplementos de descanso constantes y variables de la tabla n°35 a cada una de las operaciones se procesaron en la tabla n°36 para el cálculo del tiempo estándar.

**Tabla 38. Tiempo estándar**

Estación de trabajo	Descripción	Tiempo normal $T_n$ (Seg)	Suplementos de descanso (OIT)	Tiempo estándar $T_s$ (Seg)
1	Abas. a MMPP y línea	667.1	27%	<b>847.22</b>
2	Lavado	728.9	24%	<b>903.84</b>
3	Desinfección	728.4	24%	<b>903.22</b>
4	Paletizado de MMPP	772.6	24%	<b>958.02</b>
5	Abas. a pelador	1,445.30	24%	<b>1,792.17</b>
6	Pelado	333.9	19%	<b>397.34</b>
7	Corte en mitades	340.3	17%	<b>398.15</b>
8	Recuperación	82.5	16%	<b>95.7</b>
9	Corte en tiras	298	17%	<b>348.66</b>
10	Lanzado a lavado	300.7	21%	<b>363.85</b>
11	Recojo	118.5	15%	<b>136.28</b>
12	Abastecimiento a línea	112.6	18%	<b>132.87</b>
13	Envasado	457.4	22%	<b>558.03</b>
14	Pesado	243.9	22%	<b>297.56</b>
15	Blanqueo	106.5	17%	<b>124.61</b>
16	Drenado	66.8	17%	<b>78.16</b>
17	Adición de LG	56.2	17%	<b>65.75</b>
18	Tapado	80.5	19%	<b>95.8</b>

19	Cerrado	77.8	22%	<b>94.92</b>
20	Secado	141.6	17%	<b>165.67</b>
21	Limpieza	140.9	17%	<b>164.85</b>
22	Paletizado PST	409.9	17%	<b>479.58</b>

### G. Determinación del tiempo para producir una unidad

Al obtenerse el tiempo estándar en la tabla n° 36, se tienen distintas unidades de medida en las operaciones tales como pallets, jabas, mangos, mitades y frascos como se visualiza en la tabla n° 9, a continuación, se procede a uniformizar la unidad de medida con ayuda utilizando como guía de conversión la tabla n°37.

**Tabla 39. Conversión de unidades de medida**

Pallet (uni)	Jabas (uni)	Mangos (uni)	Mitades (uni)	Frcos (uni)
1	42	2004.8	4009.5	508.1

Nota: Conversión de unidades de medida utilizadas durante el estudio de tiempos.

**Tabla 40. Uniformidad de unidad de medida**

Estación de trabajo	Descripción	Tiempo estándar (Seg)	Ciclo (Unidades)	Unidad de medida	Ciclo Frascos	Unidad de medida
1	Abas. a MMPP y línea	847.22	1	Pallets	508.1	Frascos
2	Lavado	903.84	42	Jabas	508.1	Frascos
3	Desinfección	903.22	42	Jabas	508.1	Frascos
4	Paletizado de MMPP	958.02	42	Jabas	508.1	Frascos
5	Abas. a pelador	1,792.17	42	Jabas	508.1	Frascos
6	Pelado	397.34	47	Mangos	11.9	Frascos
7	Corte en mitades	398.15	56	Mangos	14.2	Frascos
8	Recuperación	95.70	64	Mitades	8.1	Frascos
9	Corte en tiras	348.66	115	Mitades	14.6	Frascos
10	Lanzado a lavado	363.85	90	Frascos	90.0	Frascos

11	Recojo	136.28	36	Fascos	36.0	Fascos
12	Abastecimiento a línea	132.87	72	Fascos	72.0	Fascos
13	Envasado	558.03	12	Fascos	12.0	Fascos
14	Pesado	297.56	25	Fascos	25.0	Fascos
15	Blanqueo	124.61	70	Fascos	70.0	Fascos
16	Drenado	78.16	37	Fascos	37.0	Fascos
17	Adición de LG	65.75	37	Fascos	37.0	Fascos
18	Tapado	95.80	52	Fascos	52.0	Fascos
19	Cerrado	94.92	50	Fascos	50.0	Fascos
20	Secado	165.67	98	Fascos	98.0	Fascos
21	Limpieza	164.85	90	Fascos	90.0	Fascos
22	Paletizado PST	479.58	90	Fascos	90.0	Fascos

Una vez uniformizada la unidad de medida se procede a determinar el tiempo que implica la producción de una unidad (frasco) mostrándose a continuación en la tabla n° 39:

**Tabla 41. Tiempo que toma producir una unidad**

<b>Estación de trabajo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo estándar (Seg)</b>	<b>Ciclo Frascos</b>	<b>Tiempo que toma producir una unidad (Seg)</b>
1	Abas. a MMPP y línea	847.22	508.1	1.67
2	Lavado	903.84	508.1	1.78
3	Desinfección	903.22	508.1	1.78
4	Paletizado de MMPP	958.02	508.1	1.89
5	Abas. a pelador	1,792.17	508.1	3.53
6	Pelado	397.34	11.9	33.39
7	Corte en mitades	398.15	14.2	28.04
8	Recuperación	95.70	8.1	11.81
9	Corte en tiras	348.66	14.6	23.88
10	Lanzado a lavado	363.85	90.0	4.04
11	Recojo	136.28	36.0	3.79

12	Abastecimiento a línea	132.87	72.0	1.85
13	Envasado	558.03	12.0	46.50
14	Pesado	297.56	25.0	11.90
15	Blanqueo	124.61	70.0	1.78
16	Drenado	78.16	37.0	2.11
17	Adición de LG	65.75	37.0	1.78
18	Tapado	95.80	52.0	1.84
19	Cerrado	94.92	50.0	1.90
20	Secado	165.67	98.0	1.69
21	Limpieza	164.85	90.0	1.83
22	Paletizado PST	479.58	90.0	5.33

#### H. Implementación del balance de línea modelo SALBP-2

Con ayuda del tiempo que implica producir una unidad (frasco), se procede a distribuir lo más equitativamente posible la carga de trabajo en las etapas del proceso productivo en la del mango en conserva en la empresa Gandules Inc. SAC.

Las siguientes variables son tenidas en cuenta en la implementación del balance de línea:

- **% Eficiencia del balance:** Determina la optimización de la mano de obra en el balance. Este es mayor a medida que los tiempos de las operaciones se aproximan. Se calcula según la siguiente ecuación.

$$\% \text{ Eficiencia del balance} = \left( \frac{\text{Tiempo total de operario}}{\text{Total de minutos por línea}} \right) * 100\%$$

- Cuello de botella: Operación que determina el ritmo del proceso productivo.
- Tiempo total por trabajador: Es la sumatoria del producto entre el tiempo de cada operación y la cantidad de operaciones que la realizan.

$$T.Trabajador = \sum_{i=1} (\min * \text{operario})$$

- Tiempo total de la línea: Tiempo que toma una línea en relación a su cuello de botella.

$$T.Linea = \text{Cuello de botella} * \text{Numero de trabajadores}$$

**Tabla 42. Balance de línea**

Estación de trabajo	Descripción de la tarea	Tiempo para producir una unidad por un trabajador (seg)	N.º de trabajadores en la operación	Tasa de producción por unidad (Seg)
1	Abas. a MMPP y línea	1.67	1	1.67
2	Lavado	1.78	1	1.78
3	Desinfección	1.78	1	1.78
4	Paletizado de MMPP	1.89	1	1.89
5	Abas. a pelador	3.53	2	1.76
6	Pelado	33.39	17	1.96
7	Corte en mitades	28.04	15	1.87
8	Recuperación	11.81	6	1.97
9	Corte en tiras	23.88	13	1.84
10	Lanzado a lavado	4.04	2	2.02
11	Recojo	3.79	2	1.89
12	Abastecimiento a línea	1.85	1	1.85
13	Envasado	46.50	24	1.94
14	Pesado	11.90	6	1.98
15	Blanqueo	1.78	1	1.78
16	<b>Drenado</b>	2.11	1	2.11
17	Adición de LG	1.78	1	1.78
18	Tapado	1.84	1	1.84
19	Cerrado	1.90	1	1.90
20	Secado	1.69	1	1.69
21	Limpieza	1.83	1	1.83
22	Paletizado PST	5.33	3	1.78

Nota: Se determina la operación de “Drenado” como cuello de botella y en relación a esta se realiza en balance de línea.



**Tabla 43. Resumen del balance de línea**

<b>Resumen</b>	
Tiempo total por unidad por trabajador (seg)	194.10
Cuello de botella (seg)	2.11
No. de operarios en la línea	102
Tiempo total de la línea (seg)	215.46
% Eficiencia de balance de línea	90.09%
Unidades / hora	1,704
Unidades / turno (8 hrs)	13,634

Nota: Un turno consta de 8 horas.

### 3.1.2.4. Situación de la variable dependiente con la propuesta

*Cálculo de Productividad de mano de Obra ( $P_{MO}$ )*

$$P_{MO} = \frac{\text{Producción}}{\#Hombres}$$

$$P_{MO} = \frac{\text{Produccion de FRASCOS} * \text{Turno}}{\#Hombres}$$

$$P_{MO} = \frac{13,634 \text{ Frascos} * \text{Turno}}{102 \text{ Hombres}}$$

$$P_{MO} = 133.67 \frac{\text{Frascos} * \text{Turno}}{\text{Hombre}}$$

*Cálculo de Productividad de Hora - Hombre ( $P_{Hr-Hm}$ )*

$$P_{Hr-Hm} = \frac{\text{Producción}}{\text{Horas} - \text{Hombre}}$$

$$P_{Hr-Hm} = \frac{\text{Produccion de FRASCOS} * \text{Turno}}{\#Horas por persona * \#Hombres}$$

$$P_{Hr-Hm} = \frac{14,497 \text{ Frascos} * \text{Turno}}{8 \text{ Horas} * \text{Turno} * 102 \text{ Hombres}}$$

$$P_{Hr-Hm} = \frac{14,497 \text{ Frascos} * \text{Turno}}{816 \text{ Horas} * \text{Hombre} * \text{Turno}}$$

$$P_{Hr-Hm} = 16.71 \frac{\text{Frascos}}{\text{Hora} * \text{Hombre}}$$

*Cálculo de Productividad de Costo de Mano de Obra (Cmo)*

$$P_{Hr-Hm} = \frac{\text{Producción}}{\text{Soles}}$$

$$P_{Hr-Hm} = \frac{\text{Producción de FRASCOS} * \text{Turno}}{\text{Costo de MO} * \text{Turno} * \#\text{Hombres}}$$

$$P_{Hr-Hm} = \frac{14,497 \text{ Frascos} * \text{Turno}}{S/43.47 * \text{Turno} * 102 \text{ Hombres}}$$

$$P_{Hr-Hm} = \frac{14,497 \text{ Frascos} * \text{Turno}}{S/4,433.94 * \text{Turno}}$$

$$P_{Hr-Hm} = 3.07 \frac{\text{Frascos}}{\text{Sol}}$$

**Tabla 44. Variable dependiente con la propuesta**

<b>Productividad en el trabajo</b>	
Productividad de Mano de Obra (Frascos/Persona)	133.67
Productividad de Horas-Hombre (Frascos/Hr. Hm)	16.71
Productividad Costo de mano de obra (Frascos/Soles)	3.07

Nota: El costo por jornal de trabajo es de S/. 43.47

**Tabla 45. Comparativo de productividad actual y propuesta**

<b>Productividad en el trabajo</b>	<b>Actual</b>	<b>Propuesta</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Aumento%</b>
Productividad de Mano de Obra (Frascos/Persona)	109.40	133.67	24.27	22.18%
Productividad de Horas-Hombre (Frascos/Hr. Hm)	13.68	16.71	3.03	22.15%
Productividad Costo de mano de obra (Frascos/Soles)	2.52	3.07	0.55	21.83%

**3.1.3. EAnálisis costo/beneficio de la propuesta**

**3.1.3.1. Beneficio**

**Tabla 46. Beneficio de la propuesta**

<b>Cálculo del beneficio</b>	
Frascos de mango en conserva elaborados por día con la propuesta	13,634
Frascos de mango en conserva elaborados por día actual	12,800
Diferencia	834
Utilidad	S/0.35
Beneficio mensual	S/7,005.60
<b>Beneficio anual</b>	<b>S/84,067.20</b>

**3.1.3.2. Costo****Tabla 47. Costo de la aplicación de la propuesta.**

<b>Cálculo del costo</b>			
Descripción	Cantidad	Precio unitario	Total
Ingeniero industrial	12 meses	S/5,000	S/60,000.00
Calculadora	1 unidad	S/50	S/50.00
Laptop	1 unidad	S/4,500	S/4,500.00
Impresora	1 unidad	S/2,300	S/2,300.00
Papel bond	1 millar	S/20	S/20.00
Cámara fotográfica	1 unidad	S/4,600	S/4,600.00
Tablero	1 unidad	S/15	S/15.00
Cronometro	1 unidad	S/640	S/640.00
<b>Costo total anual</b>			<b>S/72,125.00</b>

**3.1.3.3. Cálculo del beneficio/costo**

$$B/c = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$$

$$B/c = \frac{S/84,067.20}{S/72,125.00}$$

$$B/c = 1.17$$

Al analizar el beneficio costo en el periodo de un año siendo igual a 1.17, siendo mayor a 1. Se traduce como que cada S/1.00 invertido se obtiene beneficio de S/0.17; de esta

manera refleja ser rentable para la empresa GANDULES INC. SAC.

### **3.2. Discusión**

A partir de los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis que establece que la aplicación de un balance de línea incrementara la productividad en la elaboración de mango en conserva en la empresa GANDULES INC. SAC. Obteniéndose un incremento de un 22.18% en la productividad de la mano de obra, 22.15% en la productividad hora hombre y de 21.83% en la productividad del costo de mano de obra.

Estos resultados guardan relación con lo que sostienen Requema y Alcalá [11] quienes señalan que al balancear la línea de proceso con ayuda de tiempos estándar obtuvieron un incremento del 7.72% en la productividad de mano de obra en una empresa que fabrica calzado.

Además, un trabajo científico en Perú que tiene relación con el uso del balance de línea para incrementar el rendimiento de la producción en una empresa que procesa vidrio templado desarrollada por Escalante [7] . Logra aumentar en un 11.9% la productividad de mano de obra repartiendo la carga de trabajo lo más equitativamente posible la carga de trabajo entre las celdas. Este resultado concuerda con lo que se halló puesto que en la elaboración de mango en conserva que al equilibrar la carga de trabajo entre las celdas se incrementó la productividad de mano de obra.

Condiciendo con Cárdenas [14] que incremento la productividad de mano de obra en un 12% en la elaboración de néctar de Camú Camú. Esto al balacear la línea de proceso con ayuda del estudio de tiempos y equilibrar la carga de trabajo en el proceso productivo.

Esta investigación se realizó durante las horas laborales de la empresa, en ocasiones tuvo que ser suspendida por apremio laboral, quedando tiempos limitados para el desarrollo de la misma.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

En este trabajo se incrementó la productividad en la elaboración de mango en conserva mediante la aplicación de un balance de línea en la empresa GANDULES INC. SAC. La aplicación del balance de línea permitió asignar la carga de trabajo de manera más equitativa en las etapas del proceso productivo, lo que ayudó a usar más eficientemente la mano de obra disponible. Una correcta planificación y ejecución del procedimiento para la medición de tiempos y recopilación de datos fue clave para optimizar el tiempo disponible y ejecutar eficazmente el balance de línea.

El diagnóstico de la situación actual reveló una productividad de mano de obra de 109.40 frascos/persona, de horas hombre de 13.68 frascos/hora-hombre y de costo de mano de obra de 2.52 frascos/sol, lo cual evidencia una ineficiente aplicación del balance de línea y tiempos estándar desactualizados.

La aplicación del balance de línea modelo SALBP-2 incrementó la productividad de mano de obra en 22.18% a 133.67 frascos/persona, la productividad de horas hombre en 22.15% a 16.71 frascos/hora-hombre y la productividad de costo de mano de obra en 21.83% a 3.07 frascos/sol, logrando un mayor aprovechamiento de la capacidad de mano de obra.

Se evaluó el beneficio – costo de la aplicación del balance de línea en el periodo de un año y se obtuvo una relación de 1.17, que quiere decir que por cada S/.1.00 invertido en la aplicación de la propuesta se tendrá un beneficio de S/0.17 y demostrando ser un proyecto viable favor de la empresa GANDULES INC. SAC.

## **4.2. Recomendaciones**

Se recomienda a la empresa controlar continuamente el método de balance de línea, para mantener la productividad en la elaboración de mango en conserva y también poder definir el momento apropiado para actualizar los tiempos estándar y el balance de línea.

Proponer y aplicar un balance de línea a todos los productos, y de esa forma hacer hincapié en la mejora continua en la empresa.

Se recomienda el uso de técnicas similares para incrementar la productividad en las líneas de proceso y el margen de ganancia de la empresa sea más grande.

## V. REFERENCIAS

- [1] J. F. G. Rodríguez, A. A. Ramírez, L. M. Pérez, J. R. Meza, y R. R. Ramos, «Relación entre la innovación y la productividad laboral en la industria manufacturera de México», *Investig. Oper.*, vol. 40, n.º 2, pp. 249-254, 2019.
- [2] S. H. Olarte, «The impact of the South American productivity in regional», *J. Glob. Compet. Governability*, vol. 13, n.º 1, pp. 50-61, 2019, doi: 10.3232/GCG.2019.V13.N1.02.
- [3] A. M. M. Choque, «Estudio De Tiempos Y Su Relación Con La Productividad», *Rev. Investig. En Cienc. Adm. ENFOQUES*, vol. 5, n.º 17, pp. 40-54, 2021.
- [4] S. Herrero-Olarte, «La influencia de la productividad y de los factores de producción en las exportaciones de manufacturas sudamericanas», *Reg. Sect. Econ. Stud.*, n.º 2, pp. 79-102, 2019.
- [5] J. Ibijés-Villacís y A. Franco-Crespo, «Relationship between Productivity and Efficiency with Sustainable Development Goals: The Case of the Manufacturing Industry in Pichincha, Ecuador», *Rev. Metodos Cuantitativos Para Econ. Empresa*, vol. 35, pp. 34-56, 2023, doi: 10.46661/revmetodoscuanteconempresa.5475.
- [6] A. Fitzsimons y S. Guevara, «Wages, Price, and Profit: Protection and Value Capture in the Mercosur Automotive Industry», *Lat. Am. Perspect.*, 2023, doi: 10.1177/0094582X231153146.
- [7] O. E. Escalante Torres, «Modelo de balance de línea para mejorar la productividad en una empresa de procesamiento de vidrio templado», *Ind. Data*, vol. 24, n.º 1, pp. 219-242, ene. 2021, doi: 10.15381/idata.v24i1.19814.
- [8] F. A. Trapero, J. C. V. Parra, y J. de la Garza, «Innovation factors for competitiveness in the Pacific Alliance. An approach from the world economic forum», *Estud. Gerenciales*, vol. 32, n.º 141, pp. 299-308, 2016, doi: 10.1016/j.estger.2016.06.003.
- [9] A. C. Hernández, D. D. I. Guillén, E. L. Vega, L. Y. P. Guevara, y R. C. Cabrera, «DISEÑO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, KARDEX, VSM Y BALANCE DE LÍNEA PARA REDUCIR COSTOS», *Ing. Cienc. Tecnol. E Innov.*, vol. 7, n.º 2, Art. n.º 2, dic. 2020, doi: 10.26495/icti.v7i2.1498.
- [10] O. V. Delfín-Ortega, C. L. Navarro-Chávez, y S. P. C. Álvarez, «Productivity of the Food and Beverage Industry in APEC Economies, 1998-2016: a Study using Panel Data», *Mex. Cuenca Pacífico*, vol. 12, n.º 35, pp. 79-109, 2023, doi: 10.32870/mycp.v12i35.815.
- [11] L. E. R. Fernández y M. A. Adrianzén, «Production Improvement Proposal According to Time Study, MRP and Line Balance to Reduce Over Costs in a Footwear Company. Trujillo, 2021», presentado en Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology, 2022. doi: 10.18687/LACCEI2022.1.1.149.
- [12] A. M. Andrade, C. A. Del Río, y D. L. Alvear, «A study on time and motion to increase the efficiency of a shoe manufacturing company», *Inf. Tecnol.*, vol. 30, n.º 3, pp. 83-94, 2019, doi: 10.4067/S0718-07642019000300083.
- [13] X.-X. Han y X.-H. Guo, «Application of work study to the improvement of PCB-assembly line», presentado en Proceedings of 2013 4th International Asia Conference on Industrial Engineering and Management Innovation, IEMI 2013, 2014, pp. 87-95. doi: 10.1007/978-3-642-40060-5\_9.
- [14] C. E. Cárdenas Canchanya, «Estudio de tiempos y movimientos en la elaboración de néctar de camu camu para incrementar la productividad de la empresa Premium Fruits S.A.C Lima, 2019», *Repos. Inst. - USS*, 2021, Accedido: 4 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe//handle/20.500.12802/8793>

- [15] Y. Y. S. Ramírez y R. M. Q. Castellares, «Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de una empresa pesquera», *INGnosis*, vol. 4, n.º 1, Art. n.º 1, jun. 2018, doi: 10.18050/ingnosis.v4i1.2062.
- [16] K. A. E. Flores, J. M. T. Barahona, y M. H. V. Coronado, «GESTIÓN POR PROCESOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA “COMERCIO INDUSTRIA Y SERVICIOS GMV E.I.R.L.”», *Ing. Cienc. Tecnol. E Innov.*, vol. 7, n.º 1, Art. n.º 1, jul. 2020, doi: 10.26495/icti.v7i1.1355.
- [17] B. Ana Paula Añorga González, B. Andrés Josué Becerra Iparraguirre, B. Sergio Enrique González Velásquez, B. Daniela Patiño Botton, B. Mariafernanda Vereau Grados, y M. Rafael Castillo Cabrera, «DISEÑO DE UN SISTEMA ABC, ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS CON SISTEMA DE INCENTIVOS, CELDAS DE MANUFACTURA, MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y KARDEX PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS EN UNA EMPRESA DE DERIVADOS LÁCTEOS», *Ing. Cienc. Tecnol. E Innov.*, vol. 8, n.º 1, Art. n.º 1, feb. 2021, doi: 10.26495/icti.v8i1.1547.
- [18] J. P. Orejuela Cabrera y A. F. González, «Balanceo de líneas de producción en la industria farmacéutica mediante Programación por metas: Production line balancing in the pharmaceutical industry using Goal Programming.», *Inge-Cuc*, vol. 15, n.º 1, pp. 109-122, ene. 2019, doi: 10.17981/ingecuc.15.1.2019.10.
- [19] H. F. Matos Cardial, S. P. Bezerra Rocha, y C. A. Gomes, «Balanceamento De Linha Como Estratégia Para Melhoria Do Desempenho De Produção Em Uma Empresa De Artigos Eletroeletrônicos De Sergipe: LINE BALANCING AS A STRATEGY FOR IMPROVING PRODUCTION PERFORMANCE IN A COMPANY OF SERGIPE ELECTRO-ELECTRONIC ARTICLES.», *LÍNEA SALDO Estrateg. PARA MEJORA Prod. Rend. EN UNA EMPRESA ELECTRÓNICA SERGIPE Artíc.*, vol. 18, pp. 73-96, ene. 2017, doi: 10.21714/2178-8030gep.v18.3864.
- [20] G. Miño Cascante, J. Moyano Alulema, y C. Santillán Mariño, «Tiempos estándar para balanceo de línea en área soldadura del automóvil modelo cuatro: Standard times for line balancing in model four automotive welding area.», *Ing. Ind.*, vol. 40, n.º 2, pp. 110-122, may 2019.
- [21] B. S. López, «Balanceo de línea » Producción » Ingeniería Industrial Online», *Ingeniería Industrial Online*, 16 de junio de 2019. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/produccion/balanceo-de-linea/> (accedido 5 de julio de 2023).
- [22] L. C. Palacios Acero, *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos*. Ecoe Ediciones, 2009. Accedido: 5 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://elibro.net/es/lc/bibsipan/titulos/69107?referrerpolicy=unsafe-url&target=\\_blank](https://elibro.net/es/lc/bibsipan/titulos/69107?referrerpolicy=unsafe-url&target=_blank)
- [23] R. Pastor Moreno y L. Capacho Betancourt, «Generación de secuencias de montaje y equilibrado de líneas», *Rep. Recer. Inst. Organ. Control Sist. Ind.*, n.º 4, p. 1, 2004.
- [24] S. V. Ravelo, «Approximation algorithms for simple assembly line balancing problems», *J. Comb. Optim.*, vol. 43, n.º 2, pp. 432-443, 2022, doi: 10.1007/s10878-021-00778-2.
- [25] Y. N. Sotskov, A. Dolgui, T.-C. Lai, y A. Zatsiupa, «Enumerations and stability analysis of feasible and optimal line balances for simple assembly lines», *Comput. Ind. Eng.*, vol. 90, pp. 241-258, 2015, doi: 10.1016/j.cie.2015.08.018.
- [26] E. Gurevsky, O. Battaïa, y A. Dolgui, «Stability measure for a generalized assembly line balancing problem», *Discrete Appl. Math.*, vol. 161, n.º 3, pp. 377-394, 2013, doi: 10.1016/j.dam.2012.08.037.
- [27] G. Jia, H. Zhan, y Y. Peng, «A genetic algorithm-based robust approach for type-II U-shaped assembly line balancing problem», *Int. J. Innov. Comput. Appl.*, vol. 13, n.º 5-6, pp. 296-302, 2022, doi: 10.1504/ijica.2022.128437.



- [28]E. Andreu-Casas, A. García-Villoria, y R. Pastor, «Multi-manned assembly line balancing problem with dependent task times: a heuristic based on solving a partition problem with constraints», *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 302, n.º 1, pp. 96-116, 2022, doi: 10.1016/j.ejor.2021.12.002.
- [29]Y. Lahrichi, D. Damand, L. Deroussi, N. Grangeon, y S. Norre, «Investigating two variants of the sequence-dependent robotic assembly line balancing problem by means of a split-based approach», *Int. J. Prod. Res.*, vol. 61, n.º 7, pp. 2322-2338, 2023, doi: 10.1080/00207543.2022.2062266.
- [30]K. Meng, Q. Tang, Z. Zhang, y Z. Li, «Robust mixed-model assembly line balancing and sequencing problem considering preventive maintenance scenarios with interval processing times», *Swarm Evol. Comput.*, vol. 77, 2023, doi: 10.1016/j.swevo.2023.101255.
- [31]R. García Criollo, «Estudio del trabajo», *Biblioteca Hernán Malo González de la Universidad del Azuay*, 2005. <https://biblioteca.uazuay.edu.ec/buscar/item/73760> (accedido 5 de julio de 2023).
- [32]B. S. López, «Estudio de tiempos » Medición del trabajo » Ingeniería Industrial», *Ingeniería Industrial Online*, 25 de junio de 2019. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/que-es-el-estudio-de-tiempos/> (accedido 5 de julio de 2023).
- [33]D. Bello Parra, F. Murrieta Domínguez, y C. A. Cortes Herrera, «Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias: Analysis of times and motions in the steam production process from a company that generates clean energy.», *Rev. Cienc. Adm.*, n.º 1, pp. 1-9, ene. 2020.
- [34]E. Reverté y B. Merino Gómez, *Mejora tu productividad*. Editorial Reverté, 2018. Accedido: 6 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://elibro.net/es/lc/bibsipan/titulos/105554?referrerpolicy=unsafe-url&target=\\_blank](https://elibro.net/es/lc/bibsipan/titulos/105554?referrerpolicy=unsafe-url&target=_blank)
- [35]I. M. L. Vicharra y J. M. A. Pacheco, «Impact of Productivity Indicators on Business Management», *Rev. Filos. Venezuela*, vol. 39, n.º 101, pp. 567-581, 2022, doi: 10.5281/zenodo.6791604.
- [36]A. J. Silva, «The productivity of prison reformism in times of political democratization: legislative projects in the Chamber of Deputies (1916-1930)», *Quinto Sol*, vol. 27, n.º 2, pp. 1-20, 2023, doi: 10.19137/qs.v27i2.5594.
- [37]R. A. Lalama-Franco, A. Borja Arévalo, X. M. Pin Miranda, y C. Almeida Moncada, «Teleworking and Productivity in Ecuadorian SMEs», *Rev. Venez. Gerenc.*, vol. 28, n.º 103, pp. 1190-1203, 2023, doi: 10.52080/rvgluz.28.103.17.

## VI. ANEXOS

### Anexo 1. Guía de entrevista



#### Escuela académica profesional de ingeniería industrial

#### Entrevista dirigida al jefe de producción frutales de la empresa agroindustrial “GANDULES INC. SAC.”

Propósito: Recepcionar datos relevantes que ayuden al desarrollo del proyecto de investigación “Aplicación de balance de línea para incrementar la productividad en la elaboración de mango en conserva en la empresa Gandules INC. SAC”

**Nombre:** Ing. Alberto Carlos Alfaro Ibáñez

**Lugar y Fecha:** 11/07/2023

Pregunta	Respuesta
1. ¿Cuentan con base de datos histórica de la productividad de la mano de obra?	Si, se tiene el control de la productividad con respecto a las horas hombre del personal.
2. ¿Cree usted que es fundamental incrementar la productividad en el proceso productivo? ¿Por qué?	Claro, incrementar la productividad es de vital importancia, porque con el aumento de la productividad los costos disminuyen y aumenta el margen de ganancia de la empresa.
3. ¿Cree usted que se pueden aprovechar de una mejor manera la mano de obra en el proceso productivo?	Si, la idea es tener una mejora continua y constante, pero a simple vista es notorio que el personal tiene un exceso de tiempo muerto el cual puede reducirse aún más y con eso aumentaría la productividad de ese apartado.
4. ¿Existe un sistema de control con respecto al proceso de mango en conserva?	Claro, directamente en el proceso productivos contamos con control de avance por etapa, objetivo de costo de mano de obra de la producción.

---

5. ¿Tienen un objetivo de productividad diaria?	No contamos con objetivo de productividad diaria, se cuenta con objetivo de costo de mano de obra y de rendimiento (aprovechamiento) de materia prima.
6. ¿Cuáles son los principales problemas del balance de línea en la producción?	Bueno tenemos etapas donde las personas está trabajando al 100% y etapas donde el personal tiene un exceso de tiempo muerto.
7. ¿Qué piensa acerca de los inconvenientes presentados en la línea de producción?	Que pueden ser resuelto haciendo un estudiando los estándares de tiempos de cada etapa y con ello realizar balance de línea más a detalle.
8. ¿La línea de proceso esta planificada de acuerdo a un balance de línea?	Si esta planificada de acuerdo a un balance de línea, con la productividad por operación con la que contamos.
9. ¿La a operaciones tienen tiempos estándar?	Si contamos con tiempo estándar por operación, pero al parecer el personal se ha especializado en cada una de ellas y esos tiempos estándar ya están desfasados.

---

## Anexo 2. Validación de entrevista

### Universidad Señor de Sipán

#### Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

#### FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

**Apellidos y nombres del experto:** ALFARO ALBERTO CARLOS IBÁÑEZ.

**Grado Académico:** INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

**Cargo e Institución:** JEFE DE PRODUCCIÓN FRUTALES.

**Nombre del instrumento a validar:** GUÍA DE ENTREVISTA

**Autor del instrumento:** LÓPEZ PÉREZ CARLOS ALBERTO

**Título del Proyecto de Tesis:** “APLICACIÓN DE BALANCE DE LÍNEA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA ELABORACIÓN DE MANGO EN CONSERVA EN LA EMPRESA GANDULES INC. SAC”.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				X
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			X	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				X
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			X	
Viabilidad	Es viable su aplicación			X	

#### Valoración

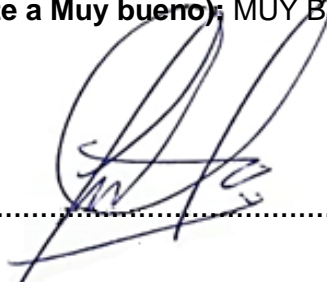
**Puntaje (De 0 a 20):** 18

**Calificación (De Deficiente a Muy bueno):** MUY BUENO

**Observaciones:** Ninguna

**Fecha:** 11/07/2023

**Firma:** .....



**Universidad Señor de Sipán**

**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial**

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

Apellidos y nombres del experto: *Alfaro Ibarra Alberto Carlos*

Grado Académico: *Ingeniero Agroindustrial*

Cargo e Institución: *Jefe de producción frutales.*

Nombre del instrumento a validar: *Guía de entrevista*

Autor del instrumento: *López Pérez Carlos Alberto*

Título del Proyecto de Tesis: "Aplicación de balance de línea para incrementar la productividad en la elaboración de mango en conserva en la empresa Gandules INC. SAC"

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				X
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			X	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				X
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			X	
Viabilidad	Es viable su aplicación			X	

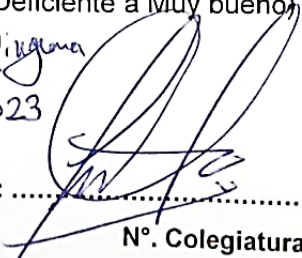
**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) : *18*

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno): *Muy Bueno*

Observaciones: *Ninguna*

Fecha: *11/07/2023*

Firma: 

Nº. Colegiatura

### Anexo 3. Guía de Observación



#### Guía de observación

Instrucciones: Observe de forma detallada si la ejecución de las actividades que se muestran está conforme a lo que la empresa agroindustrial GANDULES INC. SAC. realiza, además marque con la X sobre el cumplimiento o no para levantar las observaciones adecuadas.

N°	Acciones a evaluar	SI	NO	Observaciones
1	Existe un registro de productividad por etapa	X		
2	Existe un registro de productividad por persona	X		
3	El personal sabe su productividad (avance)	X		
4	El personal tiene el mismo método de trabajo	X		
5	La carga de trabajo está distribuida correctamente		x	
6	Existen estándares de tiempo por operación	X		Existen, pero están desfasados
7	La distribución de personal planificada es la misma que la ejecutada		x	
8	Existen acumulaciones en la línea de producción	X		

#### Anexo 4. Validación de observación

### Universidad Señor de Sipán

#### Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

#### FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

**Apellidos y nombres del experto:** CASTILLO CHERRE FRANCISCO.

**Grado Académico:** INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

**Cargo e Institución:** JEFE DE SANEAMIENTO.

**Nombre del instrumento a validar:** GUÍA DE OBSERVACIÓN.

**Autor del instrumento:** LÓPEZ PÉREZ CARLOS ALBERTO,

**Título del Proyecto de Tesis:** “APLICACIÓN DE BALANCE DE LÍNEA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA ELABORACIÓN DE MANGO EN CONSERVA EN LA EMPRESA GANDULES INC. SAC”.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible			X	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			X	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			X	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			X	
Viabilidad	Es viable su aplicación			X	

#### Valoración

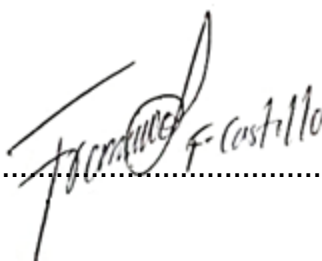
**Puntaje (De 0 a 20):** 15

**Calificación (De Deficiente a Muy bueno):** BUENO

**Observaciones:** Ninguna

**Fecha:** 11/07/2023

Firma: .....



**Universidad Señor de Sipán**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

Apellidos y nombres del experto: *CASTILLO CERNA FRANCISCO*

Grado Académico: *INGENIERO AERONAUTICO INDUSTRIAL*

Cargo e Institución: *Jefe de Saneamiento.*

Nombre del instrumento a validar: *Guía de observación*

Autor del instrumento: *López Pérez Carlos Alberto*

Título del Proyecto de Tesis: "Aplicación de balance de línea para incrementar la productividad en la elaboración de mango en conserva en la empresa Gandules INC. SAC"

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible			X	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			X	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			X	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			X	
Viabilidad	Es viable su aplicación			X	

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20): *15*

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno): *Bueno.*

Observaciones: *Ninguna*

Fecha: *11/07/2023*

Firma: *[Firma manuscrita]*  
 .....  
 N°. Colegiatura



## Anexo 5. Carta de autorización de recolección de la información

### MODELO DE CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Jayanca, 11 de Julio del 2023

**Quien suscribe:**

Ing. Rolando Infante Milla

**Representante Legal – Empresa GANDULES INC. SAC.**

**AUTORIZA:** Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado **APLICACIÓN DE BALANCE DE LINEA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA ELABORACION DE MANGO EN CORSERVA EN LA EMPRESA GANDULES INC. SAC.**

*Por el presente, el que suscribe, Ing. Rolando Infante Milla representante legal de la empresa GANDULES INC. SAC. AUTORIZO al estudiante Carlos Alberto López Pérez identificado con DNI N°73703404, estudiante del Programa de Estudios de Ingeniería Industrial y autor del trabajo de investigación denominado APLICACIÓN DE BALANCE DE LINEA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA ELABORACION DE MANGO EN CORSERVA EN LA EMPRESA GANDULES INC. SAC. al uso de dicha información que conforma el expediente técnico así como hojas de memorias, cálculos entre otros como planos para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.*

*Atentamente.*

  
Rolando Infante M.  
GERENTE DE PRODUCCIÓN

**MODELO DE CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Jayanca, 11 de Julio del 2023

**Quien suscribe:**

Ing. Rolando Infante Milla

**Representante Legal – Empresa GANDULES INC. SAC.**

**AUTORIZA:** Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado **APLICACIÓN DE BALANCE DE LINEA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA ELABORACION DE MANGO EN CORSERVA EN LA EMPRESA GANDULES INC. SAC.**

Por el presente, el que suscribe, Ing. Rolando Infante Milla representante legal de la empresa GANDULES INC. SAC. AUTORIZO al estudiante Carlos Alberto López Pérez identificado con DNI N°73703404, estudiante del Programa de Estudios de Ingeniería Industrial y autor del trabajo de investigación denominado **APLICACIÓN DE BALANCE DE LINEA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA ELABORACION DE MANGO EN CORSERVA EN LA EMPRESA GANDULES INC. SAC.** al uso de dicha información que conforma el expediente técnico así como hojas de memorias, cálculos entre otros como planos para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

DNI N°: Atentamente.

Sello de  
empresa

*Rolando Infante M.*  
GERENTE DE PRODUCCIÓN

Nombre y Apellidos:

*Gerente Producción*

Cargo de la empresa:

NOMBRE DEL TRABAJO

Tesis final - López Pérez Carlos Alberto\_  
removed.pdf

RECuento DE PALABRAS

**15834 Words**

RECuento DE CARACTERES

**74847 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**81 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**2.3MB**

FECHA DE ENTREGA

**Sep 24, 2024 8:58 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Sep 24, 2024 8:59 AM GMT-5**

● **23% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 20% Base de datos de Internet
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 17% Base de datos de trabajos entregados

Derechos Reservados - Copyright  
Dirección de Tecnología e Información  
Desarrollo de Sistemas  
eSeuss@uss.edu.pe

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

	<b>ACTA DE SEGUNDO CONTROL DE REVISIÓN DE SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN</b>	Código:	F3.PP2-PR.02
		Versión:	02
		Fecha:	18/04/2024
		Hoja:	1 de 1

Yo, Jorge Tomas Cumpa Vásquez, coordinador de investigación del Programa de Estudios de Ingeniería Industrial, he realizado el segundo control de originalidad de la investigación, el mismo que está dentro de los porcentajes establecidos para el nivel de pregrado según la Directiva de similitud vigente en USS; además certifico que la versión que hace entrega es la versión final del informe titulado: APLICACIÓN DE BALANCE DE LÍNEA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA ELABORACIÓN DE MANGO EN CONSERVA EN LA EMPRESA GANDULES INC. SAC., elaborado por el bachiller LÓPEZ PÉREZ CARLOS ALBERTO.

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del 23%, verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software de similitud TURNITIN.

Por lo que se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en la Directiva sobre índice de similitud de los productos académicos y de investigación vigente.

---

Derechos Reservados - Copyright  
 Dirección de Tecnologías de la Información  
 Desarrollo de Sistemas  
 eSeuss@uss.edu.pe

Pimentel, 23 de setiembre de 2024



**Mg. Jorge Tomás Cumpa Vásquez**

**Coordinador de Investigación**

**Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**

**DNI N° 42851553**