



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

BALANCE DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE POTA EN REFRIGERADOS FISHOLG & HIJOS S.A.C.

Darwin Chiroque-Luzuriaga

Piura, julio de 2016

FACULTAD DE INGENIERÍA

Área Departamental de Ingeniería Industrial y de Sistemas

Chiroque, D. (2016). *Balace de la línea de producción de pota en Refrigerados Fisholg & Hijos S.A.C.* (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial y de Sistemas). Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Piura, Perú.



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura](https://repositorio.institucional.pirhua.edu.pe/)

UNIVERSIDAD DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA



“Balance de la línea de producción de pota en Refrigerados Fisholg & Hijos S.A.C”

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Industrial y de Sistemas

Darwin Christian Chiroque Luzuriaga

Asesor: Ing. José Luis Calderón Lama

Piura, Julio 2016

Dedicatoria

A Dios Padre, Dios Hijo y Dios Espíritu Santo.

A mis abuelos, Enrique, Teófilo, Victoria y Mercedes.

A mis padres Mery y Alberto.

A mi esposa Sandra e hija Analía.

A los dueños de la empresa, el Sr. Santos Olaya y Walter Olaya.

A mis compañeros de trabajo, Sr. Joe, Ing. Giancarlo y Ricardo.

Y a todos los que me apoyaron en el desarrollo de este estudio.

Índice general

Resumen

Introducción.....	1
Capítulo 1. La empresa y el producto.....	3
1.1. La empresa.....	3
1.1.1. Misión y visión.....	3
1.1.2. Localización y dirección.....	3
1.1.3. Organización.....	4
1.1.4. Disposición de la planta.....	6
1.1.5. Productos.....	7
1.2. El producto: la pota.....	7
1.2.1. Descripción general.....	7
1.2.2. Biología.....	7
1.2.3. Distribución geográfica y hábitat.....	7
1.2.4. Desarrollo y reproducción.....	8
1.2.5. Hábitos alimenticios y depredación.....	8
1.2.6. Composición química y nutricional.....	9
1.2.7. Composición física.....	10
1.2.8. Principales productos de pota en la empresa.....	10
1.2.9. Proceso de la pota.....	10
Capítulo 2. Marco teórico.....	21
2.1. Estudio de métodos.....	21
2.1.1. Objetivos.....	21
2.1.2. Etapas.....	21
2.2. Medición del trabajo.....	26
2.2.1. Objetivos.....	27
2.2.2. Cronometraje industrial.....	27
2.3. Balance de línea.....	36
2.3.1. Objetivos.....	36
2.3.2. Métodos para el balanceo de línea.....	36
Capítulo 3. Estudio de métodos y tiempos.....	39
3.1. Selección de trabajo.....	39

3.2. Proceso actual.....	40
3.2.1. Diagramas del proceso actual.....	41
3.2.2. Determinación del tiempo actual.....	45
3.2.3. Productividad de la línea actual.....	67
3.3. Mejora de las operaciones individuales.....	70
3.3.1. Análisis y propuestas de mejoras de las operaciones individuales.....	70
3.3.2. Determinación de los tiempos estándar individuales después de las mejoras.....	77
3.3.3. Cálculo de la mejora de la productividad después de las mejoras.....	82
Capítulo 4. Balance de línea.....	85
4.1. Área de recepción, tratamiento primario y mecanizado.....	85
4.1.1. Determinación del tiempo máximo del ciclo.....	85
4.1.2. Determinación del número de estaciones de trabajo o de trabajadores.....	85
4.1.3. Comparación de la eficiencia de la línea mejorada con la actual.....	88
4.2. Área de cocinado.....	89
4.2.1. Determinación del tiempo máximo del ciclo.....	89
4.2.2. Determinación del número de operarios.....	89
4.2.3. Comparación de la eficiencia de la línea mejorada con la actual.....	89
4.3. Envasado.....	90
4.3.1. Determinación del tiempo máximo del ciclo.....	90
4.3.2. Determinación del número de operarios.....	91
4.3.3. Comparación de la eficiencia de la línea mejorada con la actual.....	92
4.4. Empaque.....	93
4.4.1. Determinación del tiempo máximo del ciclo.....	93
4.4.2. Determinación del número de operarios.....	93
4.4.3. Comparación de la eficiencia de la línea mejorada con la actual.....	94
Capítulo 5. Resultados, conclusiones y recomendaciones.....	97
5.1. Resultados.....	97
5.2. Conclusiones.....	97
Bibliografía.....	99

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo balancear la línea de producción de filetes precocidos, que es el producto que mayor costo genera. Para poder equilibrar la línea se ha recurrido a las dos técnicas fundamentales del estudio de trabajo que son: el estudio de métodos (que analiza los métodos existentes para idear otros más eficaces, combinarlos o eliminarlos, utilizando un conjunto de herramientas como los diagramas de proceso), y la medición de trabajo (que determina el tiempo que un trabajador invierte en hacer una tarea y así poder calcular su efectividad con los mejores métodos ideados); para esto se ha utilizado el método de cronometraje industrial con vuelta a cero.

Como resultado de estos estudios, se ha propuesto implantar unas máquinas automatizadas en reemplazo de la mano de obra directa en algunas operaciones. Luego se ha comparado la productividad del método actual con el propuesto.

Finalmente se ha equilibrado la línea utilizando el método TOL (tiempo de operación más largo), asignando la misma carga de trabajo en cada estación y determinando la cantidad de mano de obra exacta necesaria en cada una de ellas.

Introducción

En la actualidad, muchas empresas que producen grandes volúmenes de un producto o una pequeña variedad de ellos, pueden obtener ventajas económicas utilizando un proceso de producción en línea, es decir, que el producto siga un flujo de operaciones sin parar durante su transformación.

Diseñar los mejores métodos para realizar cada actividad permite dar una utilización eficaz a las herramientas, equipos, material y fuerza laboral; y determinar los tiempos estándar con los mejores métodos diseñados, permite controlar el rendimiento de la mano de obra, establecer tarifas e implantar planes de incentivos.

Las empresas que basan su diseño en una distribución física orientada al producto, tienen que subdividir el trabajo en elementos para distribuirlos en las estaciones de trabajo, de tal modo que en cada estación de trabajo se demore el mismo tiempo de ciclo. Esta subdivisión del trabajo, contar con equipo especializado y alta repetición del trabajo, son estrategias que una empresa emplea cuando el producto se encuentra en la etapa de madurez.

Estos conceptos fueron introducidos en la industria de EE.UU a inicios del siglo XX, cuando Henry Ford fabricó automóviles idénticos de manera masiva.

Capítulo 1

La empresa y el producto

1.1. La empresa

Refrigerados Fisholg & Hijos S.A.C, creada en el año 2007, es una empresa peruana dedicada a la producción de productos hidrobiológicos, para realizar ventas nacionales e internacionales.

Cuenta con un equipo responsable, con un alto nivel de profesionalismo y experiencia, para garantizar la calidad de los productos.

1.1.1. Misión y visión

Tiene como misión ser una empresa dedicada a elaborar productos hidrobiológicos congelados, para atender a los mercados internacionales más exigentes, brindando productos de óptima calidad listos para la mesa del consumidor.

Y como visión ser una empresa consolidada y reconocida en el sector pesquero, debido a la eficacia de sus servicios y excelencia en la calidad de sus productos.

1.1.2. Localización y dirección

La planta se encuentra localizada en el extremo noroeste del Perú, en la provincia de Paita del departamento de Piura, exactamente a 57 km de la ciudad de Piura, en la avenida Los Diamantes, Mz. “C”, Lote 02, Zona Industrial II de Paita. La figura 1 muestra dónde está ubicada la provincia de Paita en el mapa del Perú.

Altitud y Aspectos Climáticos¹: situada al occidente de la costa norte del Perú, con

¹ Wikipedia (2014). *Provincia de Paita: Historia*. Recuperado de http://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Paita

un clima cálido seco tropical cuya temperatura promedio es de 25°C, siendo su máxima altitud de 3 msnm y sus coordenadas son 05°04'57" longitud oeste.



Figura 1. Ubicación de Paita en el mapa del Perú
Elaboración: Hidrofood S.A.C (2010).

1.1.3. Organización

La empresa cuenta con aproximadamente 56 empleados y 135 obreros laborando en las distintas áreas. A continuación, la tabla 1 muestra la cantidad de empleados de cada área y, en la figura 2 se muestra la estructura de la empresa mediante un organigrama.

Tabla 1. Número de empleados de cada área.

Área	Número de trabajadores
Gerencia general	1
Sub gerencia general	1
Gerencia administrativa	2
Contabilidad	4
Recursos humanos	5
Comercio exterior	5
Sistemas e informática	2
Jefatura de planta	1
Logística y almacenes	4
Mantenimiento	12
Producción	145*
Calidad	7
Producto terminado	2

* Incluye 135 obreros y 10 empleados

Fuente: Elaboración propia.

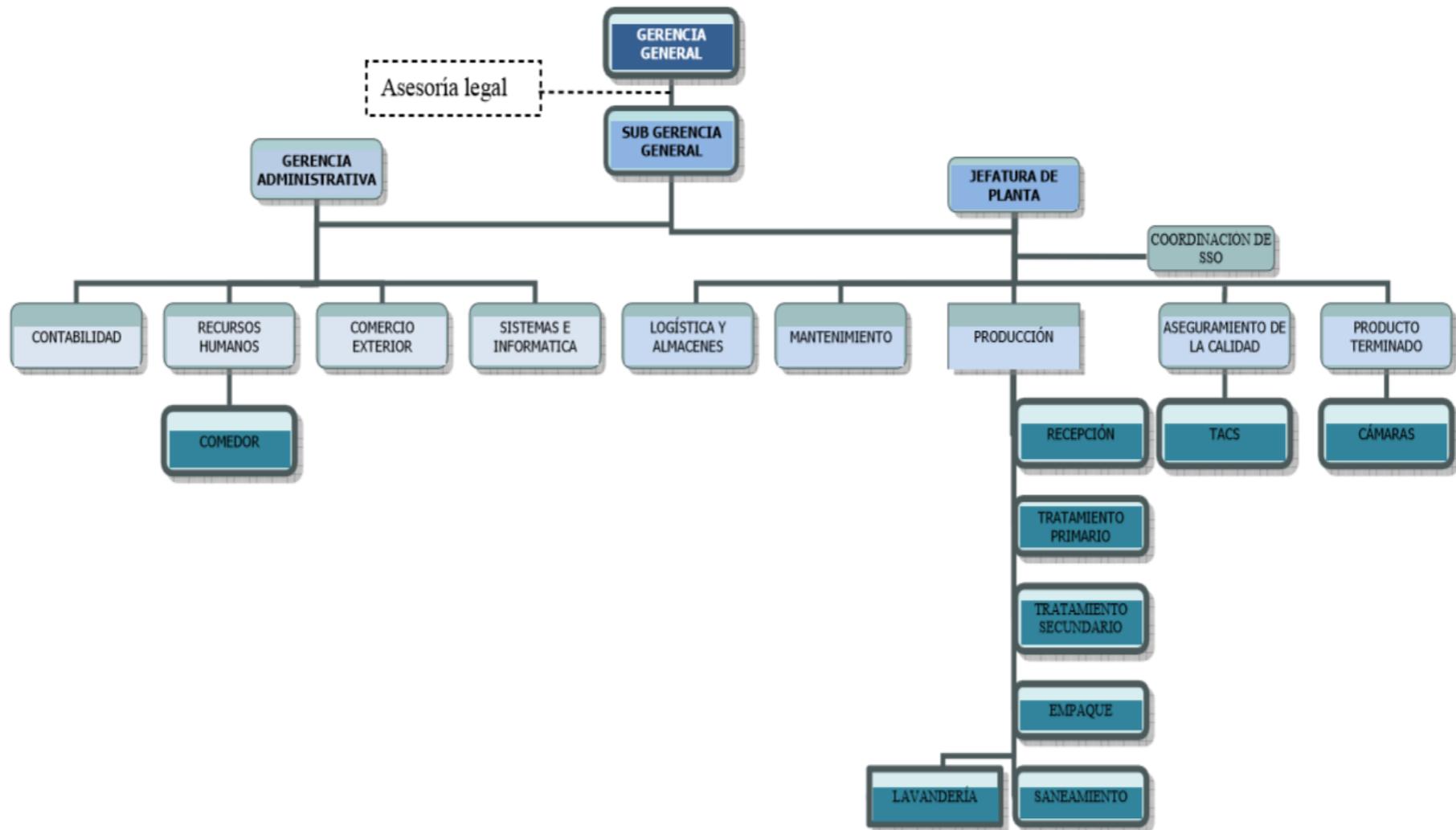


Figura 2. Organigrama de Refrigerados Fisholg & Hijos S.A.C.
 Fuente: Jefe del departamento de recursos humanos de la empresa (2012).

1.1.4. Disposición de la planta

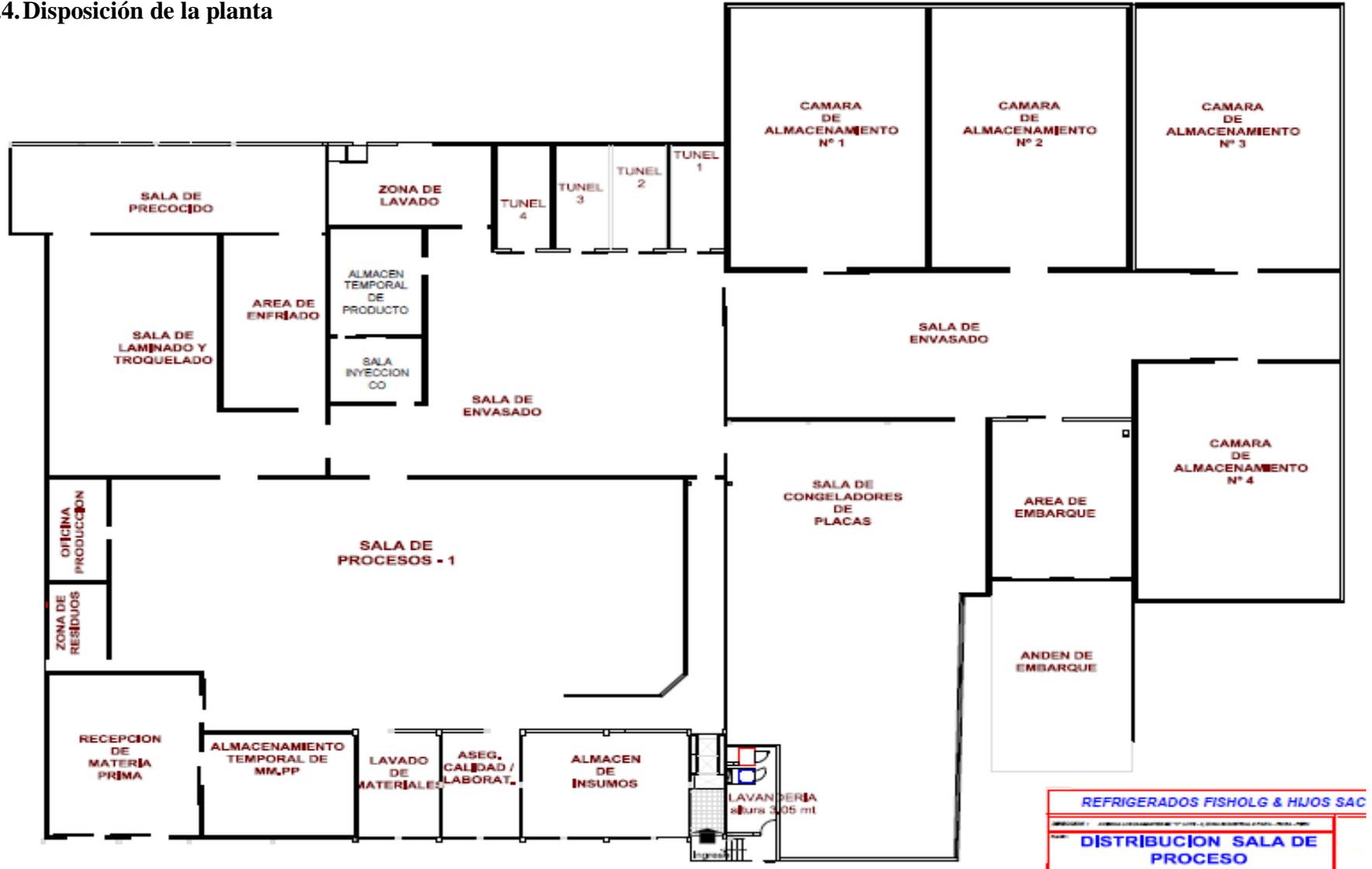


Figura 3. Plano de las áreas de producción de Refrigerados Fisholg & Hijos S.A.C.
Fuente: Jefe del departamento de mantenimiento.

1.1.5. Productos

La empresa está diseñada para procesar una cierta variedad de especies hidrobiológicas como: la anchoveta, el atún, la caballa, el calamar, la concha de abanico, el perico, el langostino, la merluza y la pota.

1.2. El producto: la pota

1.2.1. Descripción general

La pota, cuyo nombre científico es *Dosidicus Gigas*, pertenece a la clase *Cephalopoda*, subclase *Coleoidea*, orden *Teuthida*. Es parecido al calamar, por lo que siempre es confundido con esta especie².

Dosidicus gigas tiene diferentes nombres en el uso comercial tales como: pota, calamar gigante y *jibia*. En inglés recibe el nombre de “*Jumbo Flying Squid*”.

1.2.2. Biología

La pota es una especie que puede medir hasta 120 cm de longitud de manto, llegando a pesar hasta 50 kg³.

La parte de su manto tiene la forma de un torpedo; la parte dorsal tiene forma de cono incluyendo sus aletas en la parte terminal y su cartílago de sifón en forma de “T” invertida. El calamar gigante posee ocho tentáculos que cuentan con dos hileras de ventosas y dos reproductores con cuatro hileras de ventosas. Cada tentáculo posee entre 100 a 200 ventosas⁴. Su boca posee un poderoso pico desgarrador y tiene dos ojos desarrollados.

Este *cefalópodo dioico*, molusco con la cabeza pegada a los tentáculos, que posee en su especie dos sexos, hembra y macho, presenta un cierto dimorfismo sexual. Los machos poseen un manto cilíndrico grueso y duro respecto a las hembras, mientras que en las hembras el manto se extiende ligeramente en su parte media, donde se hallan los oviductos llenos.

1.2.3. Distribución geográfica y hábitat

El calamar gigante habita en el Océano Pacífico oriental, bajo profundidades mayores a 200 m, desde California (aproximadamente 36° norte) hasta Tierra de

² Wikipedia (2014). *Pota*. Recuperado de <http://es.wikipedia.org/wiki/Pota>

³ Instituto del Mar del Perú (s.f.). *Calamar Gigante*. Recuperado de http://www.imarpe.pe/imarpe/index.php?id_detalle=0000000000000007846

⁴ Kurth, J y Garzio, M (2009). *Animal Diversity Web: Dosidicus gigas*. Recuperado de http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Dosidicus_gigas/

Fuego, presentando su mayor abundancia entre el Ecuador y 18° sur y desde los 16° a 28° norte⁵. La figura 4 muestra la distribución mencionada anteriormente.

Este calamar es una especie subtropical, por lo que visita aguas tropicales. Su rango de distribución es oceánico y nerítico, presentando migraciones verticales y horizontales de regulares distancias debido a los procesos de alimentación y reproducción; en sus migraciones horizontales puede viajar hasta 100 kilómetros en un período de 3 a 4 días⁵.

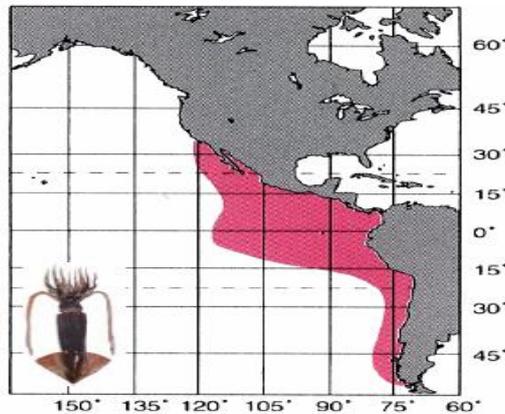


Figura 4. Distribución geográfica de la pota.
Fuente: Instituto del mar del Perú (2009).

1.2.4. Desarrollo y reproducción

La pota que tiene una esperanza de vida de un año. Principalmente en los cuatro primeros meses de su crecimiento, posee un desarrollo muy rápido. El desarrollo del embrión es de seis a nueve días; luego pasa a la etapa paralarval (1 a 10 mm longitud de manto). La paralarva crece en la capa superior planctónica hasta cuando es joven (15 a 100 mm de longitud de manto). Posteriormente pasa a ser subadulto (150 a 250 mm de longitud de manto) antes de convertirse en adulto⁵.

En el proceso de reproducción, el calamar hembra y el calamar macho entrelazan sus tentáculos, en una posición cabeza con cabeza, para que el macho coloque sus *espermátóforos* dentro de la bucal de la membrana de la hembra (vía oral). Las temporadas con mayor desove se encuentran en verano y primavera.

1.2.5. Hábitos alimenticios y depredación

La *Dosidicus Gigas* puede llevar la presa a su boca gracias a sus largos tentáculos y ventosas. Cuando el calamar es joven, sus principales alimentos son los *copépodos* y los camarones *pelágicos*. Una vez llegada su etapa de madurez se alimentan de una gran variedad de peces, calamares y pulpos, inclusive jóvenes de

⁵ Instituto del Mar del Perú (2009). *Situación de la pesca artesanal en las regiones de Piura y Tumbes: Bioecología y pesquería del recurso pota, Dosidicus gigas, en la costa norte del Perú*. Recuperado de http://www.imarpe.gob.pe/paita/conferencias/pota_paita09.pdf

su propia especie.

Cuando la pota es joven, son presa fácil de los peces carnívoros de no muy grandes tamaños, de gaviotas y otros calamares.

Cuando superan los 150 mm de longitud, son presa de los peces dorados, de tiburones, lobos marinos, cachalotes, pez espada y ballenas piloto de aletas cortas. En la figura 5, se muestra las especies que son alimentos de la pota (abajo) y las especies que son los principales depredadores de la misma (arriba).



Figura 5. Hábitos alimentarios y depredación de la Pota.
Fuente: Instituto del mar del Perú (2009).

1.2.6. Composición química y nutricional⁶

A. Análisis proximal

Tabla 2. Análisis proximal de la pota.

Componente	Promedio (%)
Humedad	81.1
Grasa	1.1
Proteínas	16.0
Sales minerales	1.7
Calorías (100 g)	101

Fuente: Instituto del mar del Perú (s.f.).

B. Componentes minerales

Tabla 3. Composición de minerales de la pota.

Macroelementos	Promedio (%)
Sodio (mg/100g)	198.2
Potasio (mg/100g)	321.9
Calcio (mg/100g)	9.1
Magnesio (mg/100g)	45.6

Fuente: Instituto del mar del Perú (s.f.).

⁶ Instituto del Mar del Perú (s.f.). *Pota: Composición química y nutricional y características físicas*. Recuperado de <http://www.imarpe.gob.pe/paita/especies/invertebrados/pota/pota.htm>

1.2.7. Composición física⁶

Tabla 4. Composición física de la pota.

Componente	Promedio (%)
Cuerpo o tubo	49.3
Aleta	13.4
Tentáculos	21.4
Vísceras	15.4

Fuente: Instituto del mar del Perú (s.f.).

1.2.8. Principales productos de pota en la empresa

Tabla 5. Principales productos de la pota.

Materia prima	Producto
Tentáculo entero	Rejos corte bailarina e individual
	Reproductores
	Nuca
Aleta	Aleta fresca
	Aleta precocida
Tubo	Filetes precocidos
	Filetes frescos
	Recortes precocidos
	Recortes frescos
	Anillas y botones

Fuente: Elaboración propia.

1.2.9. Proceso de la pota

La pota durante el proceso de transformación primero pasa por el área de recepción, luego por el área de proceso, posteriormente por el área de envasado, y por último por el área de empaquetado.

A. En el área de recepción

Esta área, que es por donde comienza el proceso, abarca desde la recepción de materia prima hasta cuando la pota es pesada o puesta en espera para pasar al siguiente proceso. A continuación, se explica las actividades que abarca el área y se muestra sus secuencias mediante un diagrama de flujo en la figura 6.

1. Recepción

Es el proceso en el cual se recibe la materia prima en las cámaras isotérmicas que se ubican en la puerta de recepción. Estas cámaras deben mantener la materia prima a temperaturas menores o iguales a 4.4 °C, para poder evitar la carga microbiana.

2. Vaciado

Este proceso consiste en evacuar la materia prima, depositadas en cajas plásticas, de la cámara isotérmica hacia la *mesa acanalada* de inicio del proceso.

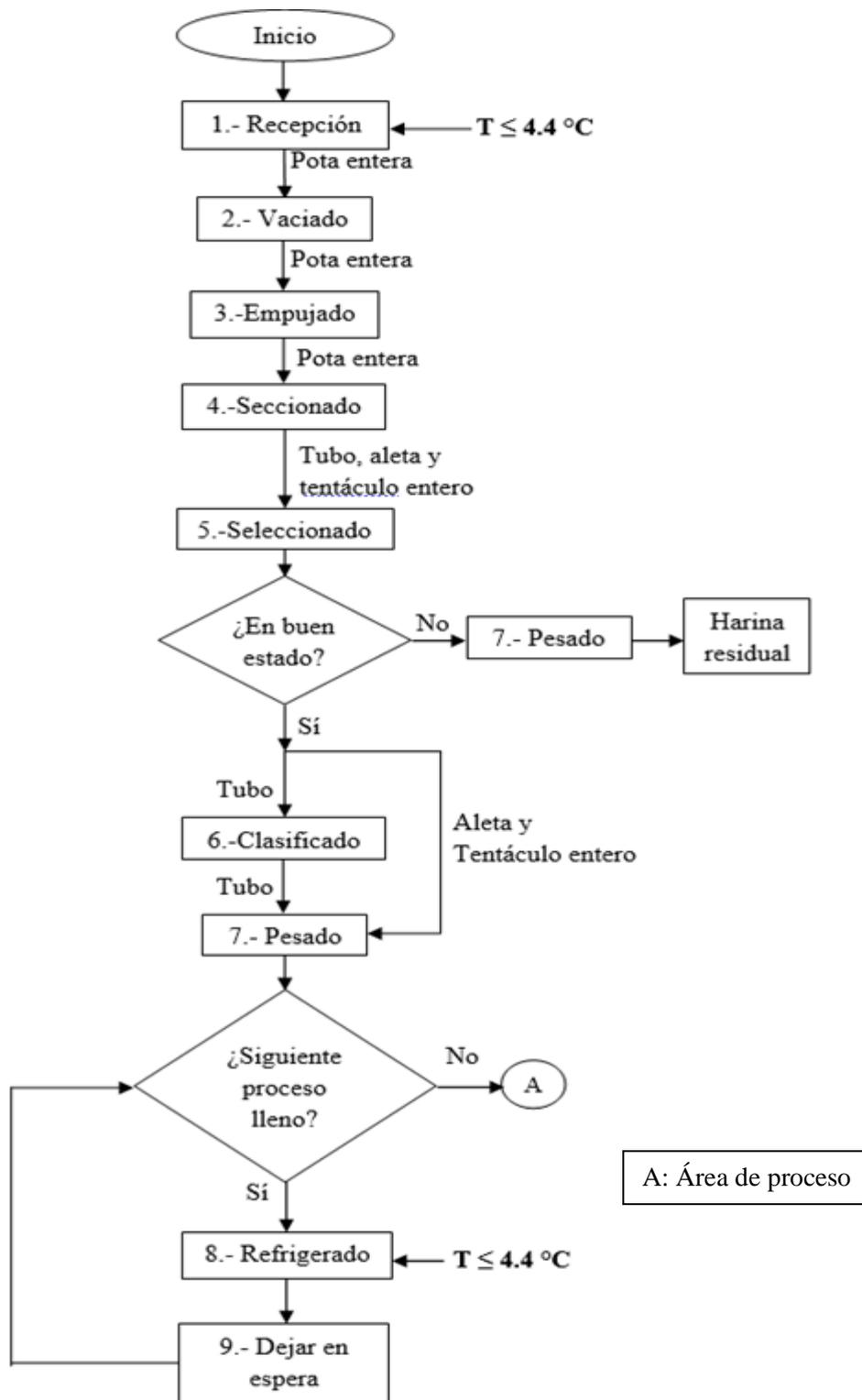


Figura 6. Diagrama de flujo del proceso de pota en el área de recepción.

Fuente: Elaboración propia.

3. Empujado

Consta de empujar la pota, desde la mesa acanalada hacia una mesa plana en donde se encuentran los primeros fileteros.

4. Seccionado

En esta parte del proceso, se realiza la división de la pota entera en 3 secciones que son: el tubo, la aleta y el tentáculo entero, este último está compuesto de nuca, rejos y reproductor.

5. Seleccionado

Es el proceso donde se determina si las secciones están en buen estado o no. Si están en buen estado continúan en la línea en la producción, en caso contrario pasan a formar parte del descarte para la harina residual. Cabe mencionar que las secciones, ya sea en buen o mal estado, son depositados en dinos de plástico diferentes (recipientes isotérmicos) para su posterior pesaje, excepto el tubo en buen estado que antes de ser pesado pasa por un proceso más, que es el clasificado.

6. Clasificado

La clasificación se realiza con el tubo en buen estado en función del tamaño y espesor. Esto hace que los tubos se clasifiquen en tres tamaños y se coloquen en dinos de plástico diferentes.

7. Pesado

Para realizar esta actividad se utiliza una balanza industrial de plataforma, que pesa cada dino cuando es llenado. La balanza genera una *wincha* que refleja el peso total de la materia prima que ingresa a la cámara (tanto la materia prima en buen estado como el descarte).

8. Refrigerado

Este paso se realiza si el siguiente proceso está lleno. El refrigerado consiste en agregar hielo molido a los dinos que contienen el producto seccionado, para mantener su $T \leq 4.4$ °C.

9. Dejar en espera

Este paso consiste en dejar los dinos refrigerados en espera en la pre-cámara (área aislada), hasta cuando el siguiente proceso de la línea esté desocupado.

B. Área de proceso

Esta área, que es la segunda área por donde pasan los tres componentes seccionados, se divide en tres sub-líneas de procesos: una para el tubo, una para la aleta y la última para el tentáculo entero. A continuación se detallan las actividades para cada sub-línea de proceso y además la figura 7 muestra la secuencia de las actividades mediante un diagrama de flujo.

10. Fileteo y eviscerado

Consiste en hacer un corte al tubo para darle la forma de manto, y así poder sacar las vísceras y tripas que contenga.

11. Pelado

Aquí se le quita la piel al manto eviscerado para obtener filete sin piel pero aún con membrana (parte externa del tubo) y con telilla (parte interna del tubo).

12. Lavado

Consiste en quitar la membrana al filete y en seguida raspar las superficies del filete para quitarle los fragmentos de tripas que aún contenga.

13. Refrigerado

Casi igual al congelado anterior, consiste en agregar hielo molido a los dinos donde se encuentran los filetes con agua clorada, para mantenerlos con la temperatura adecuada ($T \leq 4.4$ °C) durante el tiempo de llenado del mismo dino con filetes.

14. Laminado

Para realizar este proceso se emplea una máquina laminadora. Esta máquina recibe los filetes de espesor desigual para obtener filetes de espesor uniforme.

Para obtener filetes precocidos blancos es necesario que los filetes tengan 0.7 cm de espesor o más, y para los filetes precocidos grasos es necesario que los filetes tengan un espesor mayor o igual a 0.5 cm. Cuando se desea procesar anillas y botones, el espesor del filete laminado debe ser igual a 1 cm.

Cabe mencionar que los recortes obtenidos en este proceso pueden pasar directamente a envasado para conseguir recortes frescos o a la cocina para hacer recortes precocidos, dependiendo de la demanda del mercado nacional e

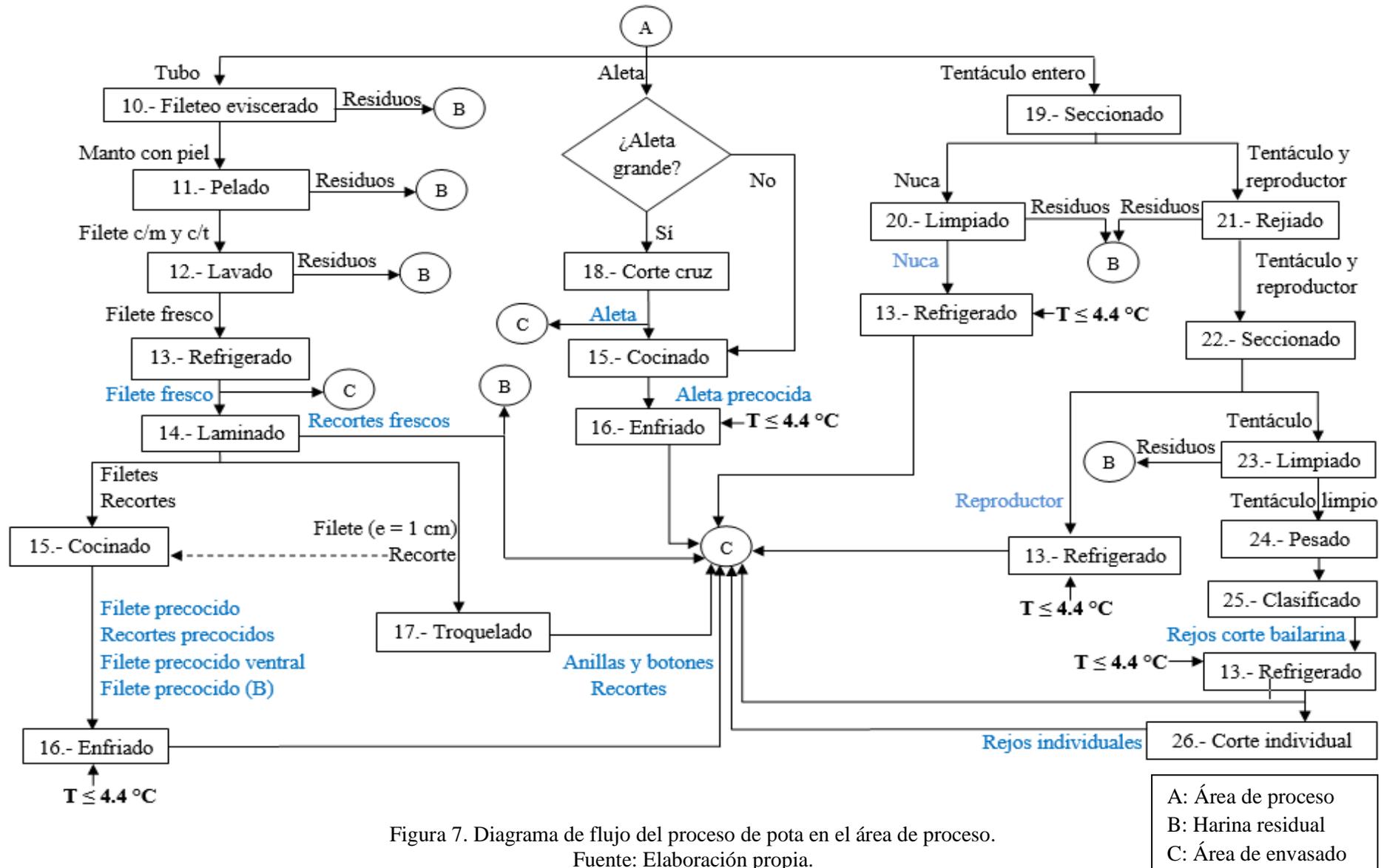


Figura 7. Diagrama de flujo del proceso de pota en el área de proceso.
 Fuente: Elaboración propia.

internacional. En caso que haya stock de ambas presentaciones, pasan a formar parte de los residuos para la harina.

15. Cocinado

Se utilizan ollas industriales, donde se hierva agua. En esas ollas se introducen canastillas de acero que contienen en su interior las presentaciones que se quieren cocinar. Estas canastillas son elevadas y controladas por teclas.

El tiempo de cocinado para la aleta de contextura normal comprende entre 40 a 45 minutos y de contextura flácida o gelatinosa es de 45 a 50 minutos. En el caso del filete y recortes de contextura normal comprende de 10 a 12 minutos, y de contextura flácida de 14 a 15 minutos.

16. Enfriado

Esta actividad se realiza después del cocido. Los elementos cocidos son pasados nuevamente a unos dinos para luego echarles hielo molido, y así alcanzar temperaturas que eviten cargas microbianas ($T \leq 4.4 \text{ }^\circ\text{C}$).

17. Troquelado

Para realizar este proceso se utiliza un aparato llamado troquel, que funciona con el aire comprimido producido por una compresora. Este proceso consiste en posicionar el troquel de manera vertical y desplazarlo de arriba hacia abajo haciendo presión sobre el filete reposado en la mesa y cortándolo. De este proceso resultan las siguientes presentaciones: anillas, anillas dobles, anillas triples, botones y recortes, que posteriormente pasan directamente al envasado.

18. Corte cruz

Este proceso se realiza para las aletas de grosor y tamaño grande. Consiste en dividir en dos o cuatro partes la aleta con un cuchillo.

19. Seccionado

Aquí se realiza la división del tentáculo entero en dos partes (con un cuchillo), que son: la nuca y el tentáculo más reproductor.

20. Limpiado

Consiste en hacer un corte a la nuca para sacarle los residuos que contiene en su interior (básicamente los residuos son los ojos y pequeñas tripas en su interior). Luego se procede a lavar la nuca con agua clorada a través de un caño

a presión. Acabado este proceso se obtienen nucas limpias para posteriormente ser envasadas.

21. Rejiado

Este nombre se da al proceso de quitarle las ventosas a los tentáculos y cortarles las uñas a los reproductores. Para el proceso se utilizan unas tijeras especiales.

22. Seccionado

Aquí se separa mediante un corte los reproductores del tentáculo.

23. Limpiado

Se le hace un corte a la parte superior del tentáculo para extraerle el pico y tripas. Posteriormente se lava con agua clorada. Cuando finaliza este proceso se logran obtener tentáculos limpios denominados “corte bailarina”.

24. Pesado

Consiste en pesar cada tentáculo corte bailarina en una balanza electrónica.

25. Clasificado

Aquí el tentáculo es clasificado en función del peso. Las categorías son de 0-1 kg, de 1-2 kg, de 2-3 kg y de 3 kg a más.

26. Corte individual

Este proceso consta de separar los tentáculos que están unidos a una misma base para obtener tentáculos individuales.

C. Área de envasado

En esta área existen dos sub-líneas de envasado, una para los productos frescos y la otra para los productos cocidos.

Los diferentes productos son envasados en bloques de acero inoxidable rectangulares. Estos bloques se dejan reposar sobre una parihuela antes de ser colocados en los *racks* para el congelado en túneles o para el congelado en las placas. Las actividades que se realizan en esta área se muestran mediante un diagrama de flujo en la figura 8 y se detallan a continuación.

27. Ecurrido

Este proceso consta de sacar el producto de los dinos con unas canastillas de plástico. Las canastillas hacen la función de un colador, sacando el producto y a la vez escurriendo el hielo y el agua.

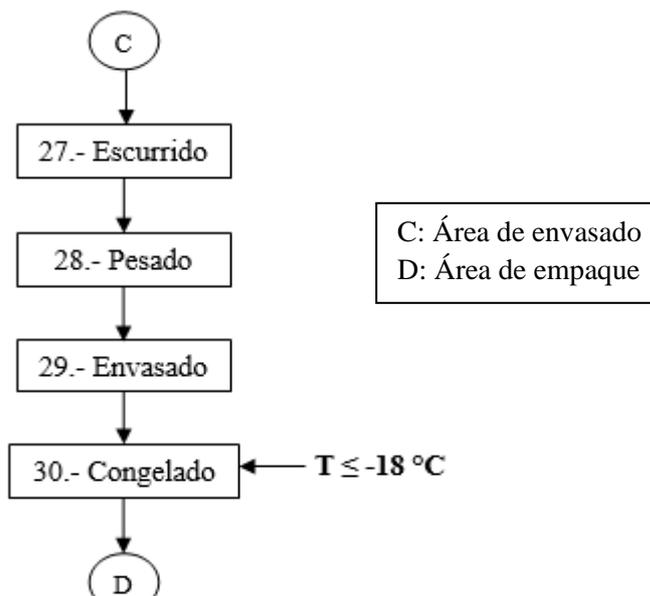


Figura 8. Diagrama de flujo del proceso de pota en el área de envasado
Fuente: Elaboración propia.

28. Pesado

Aquí cada canastilla es pesada, aumentándole o quitándole producto según la presentación que se desee obtener (para bloques de: 7.5 kg, 9.5 kg y 10 kg).

Cabe mencionar que cuando la canastilla es pesada, se le agrega un poco de producto (peso adicional), debido a que en el proceso de congelamiento se produce una pérdida en el peso. El peso adicional varía según el producto.

29. Envasado

Esta actividad, en primer lugar, consiste en colocar sobre la mesa de trabajo una plancha de acero. Ésta sirve de base inferior para colocar un aro rectangular de acero encima de ella. Luego se procede a cubrir el interior de la bandeja (aro más plancha) con una lámina de plástico. Posteriormente la bandeja se llena con la cantidad de producto que dispone la canastilla. Finalmente se cubre la parte superior con el mismo plástico.

30. Congelado

Las bandejas son colocadas en una parihuela hasta completar 65 unidades.

El congelado se hace en los túneles o en placas.

Cuando se realiza en los túneles, las bandejas son colocadas en un rack y trasladadas a los túneles.

Cuando el congelamiento se realiza en placas, éstas son llenadas directamente por el trabajador con las bandejas.

La temperatura deseada para los productos en el congelamiento es menor o igual a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. El tiempo para alcanzar tales temperaturas en los túneles es de aproximadamente 12 a 14 horas, y en las placas es de 3 a 3.5 horas.

D. Área de empaquetado

Esta área, que es la última de todo el proceso, abarca desde cuando los productos en las bandejas son sacados del congelamiento hasta cuando se almacenan en sacos en las cámaras de congelamiento. Estas cámaras de congelamiento funcionan a temperaturas menores o iguales a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

A continuación, se detallan las actividades del proceso y se muestra la sucesión de ellas mediante el diagrama de flujo de la figura 9.

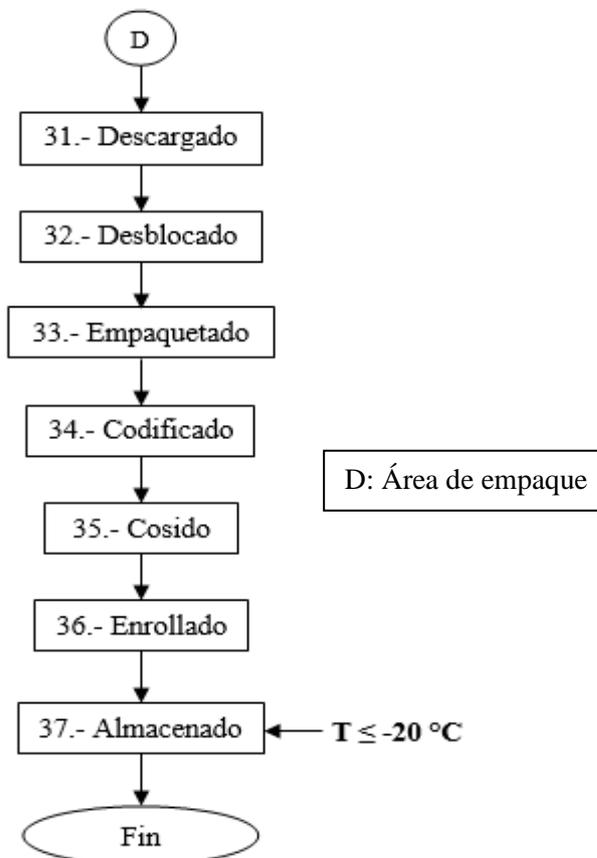


Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de pota en el área de empaquetado.
Fuente: Elaboración propia.

31. Descargado

Consiste en sacar las bandejas, que contienen los productos, de los túneles o de las placas y llevarlas al desbloqueo.

32. Desbocado

Después del congelado, las bandejas contienen en su interior los productos en forma de bloques rectangulares.

Cuando los productos han sido congelados en placas, se utiliza una máquina llamada desbocadora, que trabaja con aire comprimido, para desprender el bloque del aro.

Cuando el congelado de los productos se ha realizado en los túneles, este proceso se realiza de manera manual.

33. Empaquetado

Este paso consiste en colocar una cierta cantidad de bloques en sacos, dependiendo de la presentación que el cliente desee.

Mayormente las presentaciones son las siguientes: dos bloques de 10 kg para sacos de 20 kg, tres bloques de 10 kg para sacos de 30 kg, cuatro bloques de 7.5 kg para sacos de 30 kg y 3 bloques de 9.5 kg para sacos de 28.5 kg.

34. Codificado

Este proceso consiste en codificar el saco con el nombre del producto empaquetado, el peso del bloque, el peso del saco y el número del lote al cual pertenece.

35. Cosido

Este proceso consiste en coser los sacos una vez se haya puesto una cierta cantidad de bloques en su interior.

36. Enrollado

Cada vez que se cose un saco, se coloca encima de una parihuela para formar un *pallet*. Una vez formado un *pallet*, éste es enrollado con una lámina llamada *stretch film* para proceder a su almacenamiento.

37. Almacenado

Formado un pallet, éste es llevado a las cámaras de congelamiento para su respectivo almacenamiento. Estas cámaras funcionan a temperaturas menores o iguales a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Capítulo 2

Marco teórico

2.1. Estudio de métodos

Consiste en registrar, analizar y realizar un examen crítico y sistemático de los métodos de trabajo existentes, para poder eliminar movimientos innecesarios o combinarlos. Mediante este estudio se podrán obtener métodos más eficaces y económicos que ayuden a simplificar las operaciones en la elaboración de un producto o servicio.

2.1.1. Objetivos⁷

- Mejorar el proceso, los procedimientos y la disposición del lugar de trabajo.
- Economizar esfuerzo humano, materiales y el uso de máquinas.
- Aumentar la seguridad y crear mejores condiciones de trabajo con el fin de hacer más fácil y seguro el desempeño laboral.

2.1.2. Etapas

Este estudio consta de ocho etapas que son: seleccionar, registrar, examinar, idear, evaluar, definir, implantar y controlar

A. Seleccionar el trabajo al cual se realizará el estudio, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones⁸:

- a. Consideraciones humanas

Trabajos que producen insatisfacción al trabajador.

⁷ Calderón, José (2013). *Diseño de Operaciones: Productividad Operativa*. Universidad de Piura, Perú.

⁸ Oficina Internacional del trabajo (1996). *Introducción al estudio del trabajo* (4ta ed.). México: Limusa

Actividades que al momento de realizarse son peligrosas, poniendo el riesgo la salud del trabajador.

También incluye los trabajos que son monótonos o repetitivos y los que son poco eficientes.

b. Consideraciones técnicas o tecnológicas

Estas consideraciones se toman en cuenta cuando la empresa quiere incrementar el nivel de tecnología, tanto para aumentar el nivel de producción como el grado de automatización de la empresa.

c. Consideraciones económicas

Cuando las operaciones son muy costosas en realizarse, afectando las ganancias y rentabilidad.

Cuando existen cuellos de botella en la línea de producción, causando demora en el tiempo de elaboración del producto.

Cuando la distribución de planta hace que el flujo de personas, materiales e inventarios sea muy largo.

Además de estas consideraciones, el especialista debe precisar la extensión del estudio estableciendo límites, es decir, qué cosas abarcará el estudio y qué no.

B. Registrar los datos, detalles e información del método actual por medio de diagramas y gráficos.

Existen variedades de gráficos y diagramas que indican la sucesión de los hechos como: cursograma sinóptico, cursograma analítico, diagrama bimanual y cursograma administrativo, los que indican escalas de tiempo como: diagrama de actividades múltiples y simograma; y por último, los que indican movimiento como: diagrama de recorridos, diagramas de hilos, ciclograma, cronociclograma y gráfico de trayectoria.

En este trabajo se detallarán los gráficos y diagramas que se utilizan como herramientas para el estudio.

a. Cursograma sinóptico o diagrama de operaciones

Es un diagrama donde se puede visualizar la sucesión cronológica de las operaciones y las inspecciones que requiera la elaboración de un producto o servicio (mediante líneas verticales). Además este cursograma incluye los

tiempos que requiere cada operación y los ingresos de los materiales o componentes para la fabricación (mediante líneas horizontales).

La representación y descripción de las actividades principales que maneja este diagrama se detallan en la tabla 6.

Los casos especiales que posee este diagrama se muestran en figura 10.

Tabla 6. Representación y descripción de las actividades del cursograma sinóptico.

Símbolo	Actividad	Descripción
○	Operación	Indica la modificación o cambio de estado del elemento que se está procesando.
□	Inspección	Controla las especificaciones establecidas respecto a la cantidad y calidad.

Fuente: elaboración propia.

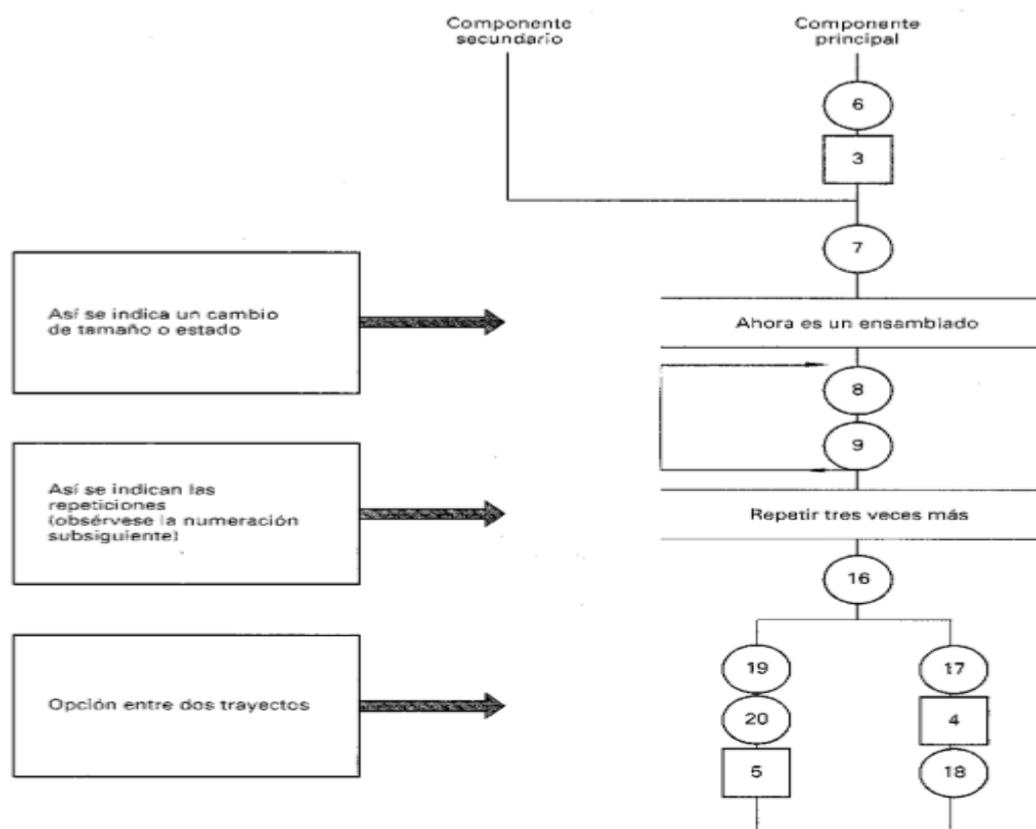


Figura 10. Casos especiales del diagrama de operaciones.

Fuente: Oficina Internacional del trabajo (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. México: Limusa.

b. Cursograma analítico o diagrama de flujo del proceso

Es la representación gráfica de las actividades de un proceso. En este cursograma las actividades se detallan por el tipo de acción que se realiza

(operación, inspección, transporte, espera, almacenaje o actividad combinada). Además muestra el tiempo que tardan en realizarse y la distancia de un cambio de estación de trabajo para realizar otra actividad. Es por eso que este diagrama posee un nivel más detallado de información, y puede mostrar datos que a simple vista no son muy notorios.

La representación y descripción de las actividades principales se detallan en la tabla 7.

Este diagrama se puede aplicar para estudiar a un operario, al material o al equipo; es por eso que existen tres tipos de cursogramas analíticos:

- Cursograma analítico de operario: registra las tareas o actividades que hace el trabajador. Es preferible utilizar los verbos en voz activa.
- Cursograma analítico de material: registra cómo se maneja o procesa el material. Es preferible utilizar los verbos en voz pasiva.
- Cursograma analítico de equipo: registra como se usa el equipo. Es recomendable utilizar los verbos en voz pasiva.

Tabla 7. Representación y descripción de las actividades del cursograma analítico.

Símbolo	Actividad	Descripción
	Operación	Indica la modificación o cambio de estado del elemento que se está procesando.
	Inspección	Indica el control de las especificaciones establecidas respecto a la cantidad y calidad.
	Transporte	Indica el traslado de personas, materiales y equipos de un lugar a otro.
	Demora	Indica la espera del trabajo o del objeto para pasar de una actividad a otra.
	Almacenamiento	Indica que el objeto ha sido guardado bajo supervisión y vigilancia. La recepción y la salida de éste se realiza con una autorización.
	Actividades combinadas	Indica que se está realizando al mismo tiempo y en el mismo lugar de trabajo varias actividades.

Fuente: elaboración propia

c. Diagrama de recorrido

Es un diagrama que complementa en el estudio a los dos diagramas

anteriores. Para realizar este diagrama es necesario contar con un plano de la empresa o fábrica para trazar sobre ella el camino que siguen las personas, los materiales y los equipos durante un proceso de producción o de servicio.

Es necesario identificar durante el trazo el tipo de actividad que se realiza en cada punto usando los símbolos vistos anteriormente.

Mediante este diagrama se podrá examinar y analizar en detalle la disposición de planta para realizar mejoras.

C. Examinar con criterio cada uno de los pasos, usando una serie de preguntas que ayudarán a saber el modo de desempeño, el propósito de realizar el trabajo, el lugar en donde se realiza, la secuencia de las actividades y los medios utilizados. Las preguntas básicas para saber los aspectos de cada actividad son⁹:

- | | | |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Para el propósito: ¿Qué se hace? <li style="padding-left: 2.5em;">¿Por qué hay que hacerlo? | } | Se encargan de ELIMINAR actividades innecesarias. |
| <ul style="list-style-type: none"> - Para el lugar: ¿Dónde se hace? <li style="padding-left: 2.5em;">¿Por qué se hace allí? | } | Se encargan de:
COMBINAR actividades en cuanto sea posible
y
ORDENAR la secuencia con el fin de obtener mejores resultados. |
| <ul style="list-style-type: none"> - Para la secuencia: ¿Cuándo se hace? <li style="padding-left: 2.5em;">¿Por qué se hace en ese momento? | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Para la persona: ¿Quién lo hace? <li style="padding-left: 2.5em;">¿Por qué lo hace esa persona? | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Para los medios: ¿Cómo se hace? <li style="padding-left: 2.5em;">¿Por qué se hace de ese modo? | } | SIMPLIFICAN operaciones del trabajo |

Para profundizar las preguntas anteriores se emplean unas preguntas de fondo para la siguiente fase del interrogatorio. Éstas ayudarán al investigador a saber si es recomendable cambiar el lugar, la secuencia, la persona o los medios.

Las preguntas de fondo son las siguientes⁹:

- Para el propósito: ¿Qué otra cosa podría hacerse?
- ¿Qué debería hacerse?
- Para el lugar: ¿En qué otro lugar podría hacerse?
- ¿Dónde debería hacerse?

⁹ Oficina Internacional del trabajo (1996). *Introducción al estudio del trabajo* (4^{ta} ed.). México: Limusa

- Para la secuencia: ¿Cuándo podría hacerse?
¿Cuándo debería hacerse?
- Para la persona: ¿Qué otra persona podría hacerlo?
¿Quién debería hacerlo?
- Para los medios: ¿De qué otro modo podría hacerse?
¿Cómo debería hacerse?

Las preguntas deben de seguir este orden para obtener buenos resultados.

D. Idear un nuevo método económico y eficaz que ayude a eliminar la carga de trabajo, indicando los ahorros respecto a costos, tiempos, distancias, almacenamiento y esperas.

E. Evaluar las diferentes alternativas, haciendo una comparación entre el método actual y el propuesto para ver las ventajas del nuevo.

F. Definir el nuevo método de trabajo de forma clara (usando diagramas) para presentarlo a las personas que de una u otra forma se vean involucradas en su aprobación y utilización (gerentes y trabajadores).

G. Implantar el nuevo método como una práctica formal, preparando a las personas que lo ejecutarán.

Para implantar el nuevo método se siguen cinco pasos:

1. Aprobación del jefe de departamento o taller.
2. Aprobación de la dirección.
3. Conseguir que acepten el cambio los operarios y sus representantes.
4. Enseñar el nuevo método y aplicar la curva de aprendizaje.
5. Seguimiento.

H. Controlar, es decir, hacer un seguimiento periódico al nuevo método para poder seguir realizando mejoras y a la vez evitar que se repita el método anterior.

2.2. Medición del trabajo

Al igual que el estudio de métodos, la medición del trabajo es el conjunto de técnicas del estudio de trabajo que consisten en determinar el tiempo que tarda un trabajador calificado en realizar una tarea definida con un ritmo normal y con los métodos preestablecidos. De este modo se establecen tiempos como norma para medir la efectividad del trabajador.

Así como el estudio de métodos se encarga de reducir el contenido de trabajo, la medición de trabajo se encarga de reducir el tiempo improductivo.

Las técnicas utilizadas para la medición de trabajo se clasifican según el ámbito al cual se desean aplicar. Las técnicas empleadas para el trabajo manual en fábricas son: el cronometraje industrial, el muestreo del trabajo, los sistemas de tiempos predeterminados y los datos tipos. Las técnicas utilizadas para el trabajo manual en oficinas son el muestreo, registros históricos y promedios de tiempos.

2.2.1. Objetivos¹⁰

- Aumentar la eficiencia del trabajo.
- Reemplazar los métodos malos existentes por métodos buenos, eliminando movimientos del material o del operario que no son necesarios.
- Reducir y eliminar tiempo improductivo.
- Establecer tiempos estándares de trabajo que sirvan a las diferentes áreas de la empresa en tareas tales como calcular los costos, planificar la producción, contratar mano de obra, entre otras actividades.

2.2.2. Cronometraje industrial

En este trabajo solo se detallará la técnica del cronometraje industrial, ya que será la herramienta principal en la medición de trabajo.

El cronometraje industrial o también llamado estudio de tiempo es una técnica de medición de tiempo que se encarga de establecer el tiempo tipo de una operación definida, y sirve para medir la productividad de la empresa, establecer salarios e incentivos, comparar métodos de trabajo, contratar mano de obra, hallar costos, etc.

Esta técnica sigue una serie de pasos que son:

Tabla 8. Pasos a seguir en el cronometraje industrial.

Paso	Descripción
A	Seleccionar el trabajo objeto de estudio
B	Obtener y registrar información de la tarea y del operario
C	Descomponer las operaciones en elementos
D	Examinar si se utilizan los mejores métodos en las tareas
E	Determinar el tamaño de la muestra
F	Cronometrar y registrar el tiempo de cada elemento
G	Promediar los tiempos cronometrados
H	Valorar la velocidad del trabajo
I	Convertir el tiempo observado promedio a tiempo normal
J	Determinar los suplementos
K	Determinar el tiempo estándar o tiempo tipo

¹⁰ Oficina Internacional del trabajo (1996). *Introducción al estudio del trabajo* (4^{ta} ed.). México: Limusa

- A. Seleccionar el trabajo objeto de estudio.
- B. Obtener y registrar toda la información necesaria acerca de la tarea y del operario, además de los factores que pueden influir en la realización de la labor.
- C. Descomponer las operaciones en elementos.

El elemento es una parte limitada, debido a que tiene inicio y fin con una duración de pocos segundos, de una operación definida. Esta descomposición hace que el investigador tenga una mejor observación, medición y análisis.

Lo elementos pueden ser de ocho tipos, que son¹¹:

- Elementos repetitivos: son los que se encuentran en cada ciclo del trabajo.
- Elementos casuales: son lo que no aparecen en cada ciclo de trabajo, si no en intervalos de ciclos diferentes. Estos intervalos pueden ser regulares o irregulares.
- Elementos constantes: son los que presentan la misma duración respecto al tiempo básico de ejecución.
- Elementos variables: son aquellos que presentan un tiempo básico de ejecución variable debido a las características del producto, equipo o proceso como dimensiones, peso, tamaño, calidad, etc.
- Elementos manuales: son aquellos que son ejecutados por la mano del hombre.
- Elementos mecánicos: son aquellos que son ejecutados por una fuerza motriz a través de una máquina.
- Elementos dominantes: son los que duran más tiempo en comparación con los demás elementos de la misma operación.
- Elementos extraños: son aquellos que se presentan durante el estudio, pero son considerados como no necesarios para formar parte del trabajo.

A la sucesión de todos los elementos para acabar una operación o acabar una unidad de producción se le denomina **ciclo de trabajo**.

Para una adecuada descomposición de los elementos es necesario que éstos sean fáciles de identificar y breves hasta donde sea posible; pero cómodos para su cronometraje (por ejemplo, durar más de 2.4 segundos). Además se debe separar los elementos manuales de los mecánicos, los constantes de los variables, y los regulares de los irregulares y extraños.

- D. Examinar si se están utilizando los mejores métodos en la ejecución de las tareas.

¹¹ Universidad Nacional Autónoma de México. (s/f). *Estudio del trabajo*. Recuperado de http://www.ingenieria.unam.mx/industriales/descargas/documentos/catedra/libro_ET.pdf

E. Determinar el tamaño de la muestra.

Se trata de determinar el número de observaciones para cada elemento, para un nivel de confianza y un margen de error deseados.

Para hallar el tamaño de la muestra se pueden emplear dos métodos que son: el tradicional o el estadístico. Para este estudio, se aplicará el método estadístico que consiste en hacer un número de observaciones preliminares y luego aplicar las siguientes fórmulas¹²:

- Sí se conoce la desviación estándar:

$$n = \left(\frac{Zs}{e} \right)^2$$

Siendo:

n = Tamaño de la muestra que se quiere determinar.

Z = Nivel de confianza deseado expresado en número de desviaciones estándar en la distribución normal.

s = Desviación estándar.

- Si no se conoce la desviación estándar:

$$n = \frac{Z^2 [n' \sum X^2 - (\sum X)^2]}{e^2 (\sum X)^2}$$

Siendo:

n' = Número de observaciones preliminares.

Z = Nivel de confianza deseado expresado en número de desviaciones estándar en la distribución normal.

X = Tiempo de cada observación.

Si el investigador desea tener un nivel de confianza del 95,45 %, un margen de error de +/- 5 % y si no se conociera la desviación estándar, entonces:

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

F. Cronometrar y registrar el tiempo que al operario le lleva en la realización de cada elemento.

El cronometraje se puede realizar de dos maneras:

- El cronometraje acumulativo: se basa en iniciar el conteo del reloj al inicio

¹² Oficina Internacional del trabajo (1996). *Introducción al estudio del trabajo* (4^{ta} ed.). México: Limusa

del primer elemento y darle fin al término del último elemento del ciclo de trabajo, cada vez que un elemento finaliza, se toma nota del tiempo que va dando el reloj para que al final del estudio, mediante restas, se logre obtener el tiempo que dura cada elemento.

- El cronometraje vuelta a cero: se basa en volver a cero el reloj cada vez que se inicia un nuevo elemento, es decir, cada vez que un elemento finaliza, se toma nota del tiempo que tomó en realizarse y en seguida volver el reloj a cero para tomar nota del siguiente.

G. Promediar los tiempos cronometrados y observados directamente por el especialista de cada elemento.

H. Valorar la velocidad del trabajo efectiva de cada operación o tarea, con el juicio de que el analista tenga respecto al ritmo tipo del trabajo.

Para valorar el ritmo de trabajo se empleará el **método de Westinghouse**, técnica desarrollada por Westinghouse Electric Corporation, que permite determinar el tiempo que un trabajador normal emplea en ejecutar un trabajo bajo ciertos factores; es otras palabras, busca nivelar todas las actividades a una actividad normal de trabajo. Este método es el más utilizado en la actualidad debido a que los otros sistemas de valoración requieren de mucha experiencia.

La metodología de Westinghouse considera cuatro factores, que son¹³:

- **Habilidad:** este factor aumenta con la experiencia del trabajador, ayudándolo a realizar las operaciones con mayor libertad y rapidez. También puede disminuir su nivel a causa de un daño físico o psicológico del operador. Además, depende de las condiciones naturales del trabajador.

Tabla 9. Niveles de habilidad¹³

Habilidad		
0.15	A1	Habilísimo
0.13	A2	Habilísimo
0.11	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Bueno
0.03	C2	Bueno
0	D	Promedio
-0.05	E1	Regular
-0.10	E2	Regular
-0.16	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente

¹³ García Criollo, Roberto (2005). *Estudio de trabajo: Ingeniería de métodos y estudio de trabajo* (2^{da} ed.). McGraw Hill: México.

- Esfuerzo: es la demostración de la voluntad para realizar un trabajo efectivo. Se hace notar cuando el operario es capaz de aplicar con rapidez la habilidad y a la vez, controlarla en alto grado. Cabe recalcar que sólo se debe tomar en cuenta el esfuerzo real en las operaciones, obviando el esfuerzo mal dirigido.

Tabla 10. Niveles de esfuerzo¹³

Esfuerzo		
0.13	A1	Excesivo
0.12	A2	Excesivo
0.10	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.05	C1	Bueno
0.02	C2	Bueno
0	D	Promedio
-0.04	E1	Regular
-0.08	E2	Regular
-0.12	F1	Deficiente
-0.17	F2	Deficiente

- Condiciones: este factor solo evaluará las condiciones que afectan al operario, mas no a la operación.

Entre las diferentes condiciones se podría tener la temperatura, el ruido, la luz, la ventilación, etc.

Tabla 11. Niveles de condiciones¹³

Condiciones		
0.06	A	Ideales
0.04	B	Excelentes
0.02	C	Buenas
0	D	Promedios
-0.03	E	Regulares
-0.07	F	Malas

- Consistencia: este factor hace referencia a las actitudes que toma el operario con su tarea. Se tiene una consistencia perfecta cuando los valores de tiempos tomados en una operación son constantes; pero esto casi siempre no ocurre, debido a los factores que afectan la operación como herramientas desgastadas, piezas poco flexibles, la habilidad y el esfuerzo del operario, etc.

Los elementos que son realizados por un control mecánico, haciendo que su consistencia sea casi perfecta, no son tomados en cuenta en la evaluación.

Tabla 12. Niveles de consistencia¹³

Consistencia		
0.04	A	Perfecta
0.03	B	Excelente

Consistencia		
0.01	C	Buena
0	D	Promedio
-0.02	E	Regulares
-0.04	F	Deficiente

- I.** Convertir el tiempo observado promedio a un tiempo normal, mediante el valor ritmo.

Como ya se mencionó anteriormente, para la valorización del ritmo de trabajo se utilizará el método de Westinghouse, que consiste en calificar cada operación de acuerdo a los cuatro factores: habilidad, esfuerzo, condición y consistencia.

Teniendo la calificación con su respectivo valor numérico, se procederá a sumar tales valores añadiendo la unidad (1.00). Finalmente se realiza el producto del tiempo observado promedio con el valor total calculado.

- J.** Determinar los suplementos que se le agregarán al tiempo normal de cada operación o tarea.

Se debe proveer de suplementos para que el trabajador tenga tiempo de descansar y de realizar sus necesidades personales, además de algunas contingencias o casos especiales que le pueda suceder.

Los suplementos que pueden darse son:

- Suplemento por descanso para reponer la fatiga:

Es el tiempo que se le da al trabajador para recuperarse de los desgastes fisiológicos y psicológicos, causados por la realización de una tarea. Dentro de este rubro se encuentran los suplementos fijos y variables.

Los suplementos fijos son por necesidades personales, que es algo que no se puede evitar, como por ejemplo ir al baño, tomar agua, etc., y por fatigas, que es tiempo que el trabajador utiliza para reponer energía después de un desgaste físico y mental causado por la monotonía.

Los suplementos variables se añaden para compensar las condiciones de trabajo no adecuadas, tanto en el entorno ambiental (mala iluminación, ruido, falta de ventilación, etc.) como en la complejidad de las tareas, aumentando el esfuerzo y la tensión.

- Suplementos por contingencias:

Se le añaden al tiempo estándar debido a que existen brevísimos tiempos extras en los trabajos que no se pueden prever, ya que no ocurren con frecuencia. Cabe recalcar que estos tiempos deberían ser tomados siempre y

cuando el analista esté seguro de que estos suplementos no pueden ser eliminados.

- Suplementos por razones políticas de la empresa:

Es el tiempo que se suma al tiempo normal (o a alguno de sus componentes) para que en circunstancias excepcionales de trabajo, a un nivel definido de desempeño corresponda un nivel satisfactorio de ganancias para el trabajador.

Estos suplementos deberían ser considerados como un adicional después de haber realizado el estudio de tiempos, es decir, se deberían mantener separados de los tiempos normales establecidos.

- Suplementos especiales:

Son tiempos adicionales, debido a eventualidades que ocurren de manera constante o en los primeros momentos del trabajo, que no son propios del ciclo de trabajo, pero que están ahí porque son necesarios para su realización. Entre estos tenemos los suplementos de comienzo, de cierre, de limpieza, de herramientas, de montaje, por desmontaje, por cambios diversos, por rechazo, por recargo, por aprendizaje, por formación, por implantación y por pequeños lotes.

El suplemento por descanso es básico para determinar el tiempo tipo o tiempo estándar, mientras que los tres últimos se aplican mediante unos criterios. Este estudio sólo tomará los suplementos por descanso.

Existen numerosas entidades e instituciones que utilizan sus propias tablas para las estimaciones de los suplementos por descanso, después de haber realizado sus propias investigaciones.

En este estudio se utilizará una escala de suplementos por descanso que la mayoría de estudios está utilizando y que está trayendo buenos resultados. La escala que se va a utilizar se muestra en la página siguiente.

K. Determinar el tiempo estándar o tiempo tipo.

Una vez elegidos los factores de los suplementos por descanso que intervienen en la realización de una tarea, se realiza la suma aritmética de los valores.

Posteriormente se procede a utilizar cualquiera de las dos fórmulas siguientes:

$$TS = TN + \left(TN \times \left(\frac{\sum \text{suplementos}}{100} \right) \right)$$

$$TS = TN \times \left(1 + \left(\frac{\sum \text{suplementos}}{100} \right) \right)$$

Donde:

TS = Tiempo estándar.

TN = Tiempo normal.

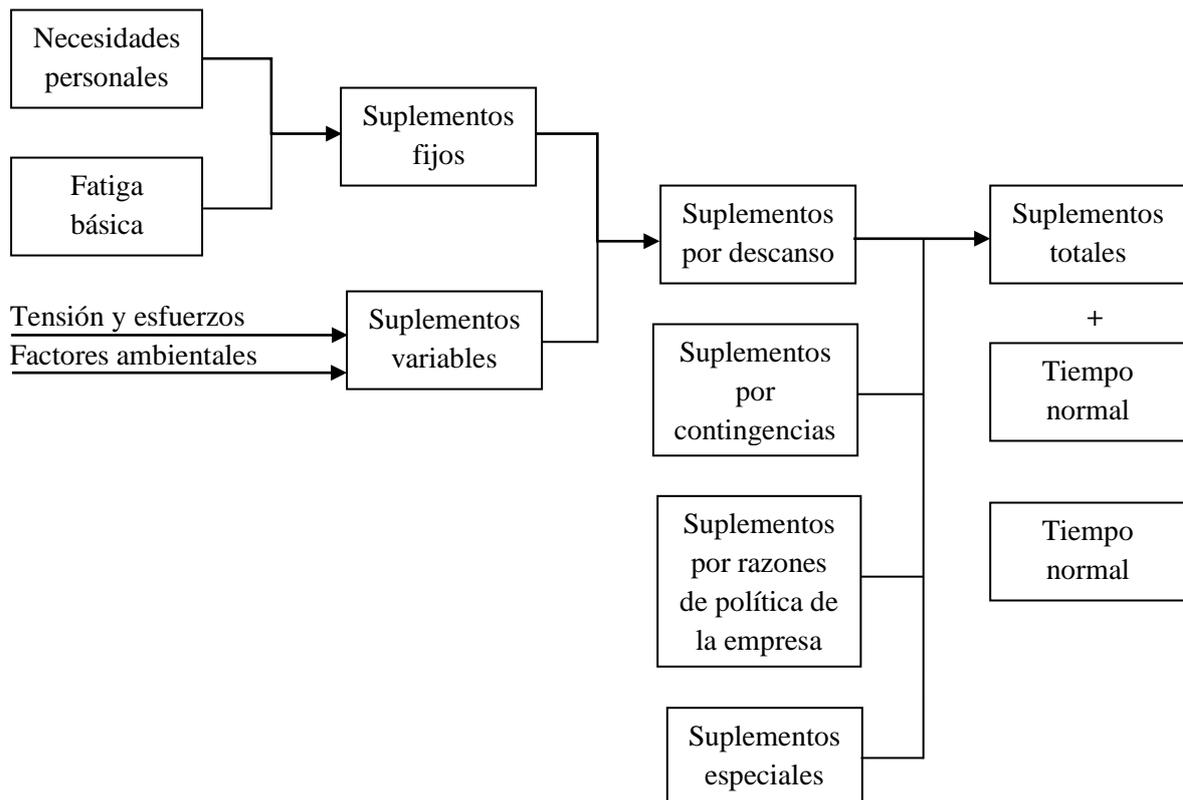


Figura 11. Suplementos.

Fuente: Oficina Internacional del trabajo (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. México: Limusa.

A continuación se muestra el análisis y concesión de los suplementos establecidos por la OIT (Organización Internacional del Trabajo)¹⁴:

a. Suplementos constantes

a.1. Necesidades personales: 5

¹⁴ Aguirregoitia Moro, María. *Métodos de trabajo y control de tiempos en la ejecución de proyectos de edificación*. Tesis (Master universitario en gestión en edificación). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2011. p. 18.

a.2. Básico por fatiga: 4

b. Suplementos variables

b.1. Por trabajar de pie: 2

b.2. Por postura anormal.

- Ligeramente molesta: 0
- Molesta (cuerpo encorvado): 2
- Muy molesta (acostado, extendido): 7

b.3. Calidad del aire.

- Buena ventilación o aire: 0
- Deficiente ventilación: 5
- Malas condiciones de temperatura (calor, etc.): 5

b.4. Iluminación

- Suficiente o levemente inferior a lo recomendado: 0
- Bastante inferior a lo recomendado: 2
- Insuficiente: 5

b.5. Uso de fuerza (levantamiento de pesos) según el peso levantado en Kg., se distingue:

2,5: 0	5: 1	7,5: 2	10: 3	15: 6	17,5: 8
20:10	22,5: 12	25: 14	30: 19	40: 33	50: 58

b.6. Tensión visual del trabajo (precisión, exactitud...)

- Cierta precisión: 0
- Preciso o fatigoso: 2
- Muy preciso: 5

b.7. Tensión auditiva (nivel de ruido)

- Sonido continuo: 0
- Intermitente y fuerte: 2
- Intermitente y muy fuerte: 5

b.8. Tensión mental del proceso.

- Algo complejo: 0-1
- Atención dividida o que requiere amplia atención: 4
- Muy complejo: 8

b.9. Monotonía mental del trabajo.

- Algo monótono: 0
- Bastante monótono: 1
- Muy monótono: 4

b.10. Monotonía física del trabajo.

- Algo aburrido: 0
- Aburrido: 2
- Muy aburrido: 4

2.3. Balance de línea

Es el diseño del proceso de producción orientado al producto, el cual se encarga de distribuir de forma equitativa la carga de trabajo en cada una de las estaciones de trabajo de una línea de producción, de tal manera que se alcance los niveles de producción deseados.

En el balance de línea es importante centrarse en tres puntos. En primer lugar, en la capacidad de producción que se desea alcanzar, luego en la secuencia de las actividades de trabajo, es decir, qué trabajos se deben hacer antes que otros, y por último, lograr alta eficiencia de tal modo que se utilicen los recursos lo más posible.

2.3.1. Objetivos

- Diseñar una línea de producción de flujo continuo.
- Tratar de eliminar o disminuir el tiempo improductivo en cada estación de trabajo.
- Minimizar el número de estaciones de trabajo.
- Tratar de tener las estaciones de trabajo con cargas de trabajo complementemente equilibradas, evitando desequilibrios en la línea.
- Lograr la más alta eficiencia posible.

2.3.2. Métodos para el balanceo de línea¹⁵

Los pasos que el balanceo de línea debe seguir, son:

- A. Determinar las actividades elementales necesarias para la producción de un producto.
- B. Calcular el tiempo que toma realizar cada actividad.
- C. Determinar las relaciones de precedencia que las actividades tienen.
- D. Elaborar un diagrama de precedencia, en el cual los círculos representen las actividades y las flechas las precedencias.

¹⁵ Everett E. Adam, Jr., y Ronald J. Ebert (1991). *Administración de la producción y las operaciones: conceptos, modelos y funcionamiento*. México, DF. Prentice Hall Hispanoamericana.

- E.** Calcular el tiempo máximo de ciclo y el número de estaciones de trabajo teórico mínimo.

Para determinar el tiempo de ciclo:

$$T_c = \frac{1}{p} \quad \text{ó} \quad T_c = \frac{TD}{PD}$$

Donde:

T_c = Tiempo de ciclo de trabajo.

p = Tasa de producción deseada de unidades por hora.

TD = Tiempo productivo total disponible por día.

PD = Producción deseada de unidades por día.

Para determinar el número mínimo de estaciones de trabajo:

$$NE = \frac{\sum t}{T_c} \quad \text{o} \quad NE = \frac{\sum t \times PD}{TD}$$

Donde:

NE = Número teórico mínimo de estaciones.

$\sum t$ = Tiempo estándar total requerido para la elaboración de una unidad.

- F.** Aplicar un método heurístico para determinar la carga de trabajo en cada estación.

Existen varias heurísticas que el analista puede aplicar. A continuación, se detallará el método que esta tesis utilizará como herramienta para el balance de línea:

- Tiempo de operación más largo o método TOL¹⁶: esta regla empieza por asignar las tareas más largas a una estación según el orden de precedencia, dejando las más cortas para afinar la solución o reducir los tiempos improductivos. Sigue los siguientes pasos:

TOL 1. Elegir en primer lugar la actividad que demande de más tiempo y asignarla a una nueva estación de trabajo pero respetando las relaciones de precedencia.

TOL 2. Una vez asignada la actividad, se procede a calcular el tiempo ocioso o

¹⁶ Everett E. Adam, Jr., y Ronald J. Ebert (1991). *Administración de la producción y las operaciones: conceptos, modelos y funcionamiento*. México, DF. Prentice Hall Hispanoamericana.

improductivo que le queda a la estación de trabajo.

TOL 3. Determinar si se puede asignar una actividad, respetando el orden de precedencia, en la estación con el tiempo improductivo. Si es posible, asignar la actividad siguiente a la estación de trabajo y luego pasa al TOL 2. En caso contrario, se deberá añadir una nueva estación y regresar al TOL 1.

Estos pasos se deben seguir hasta que todas las actividades se encuentren en las estaciones de trabajo.

Otras heurísticas conocidas son:

- Más tareas siguientes (MTS), que se basa en elegir la tarea que tenga el mayor número de tareas siguientes.
- Peso posicional mayor (PPM)¹⁷, el cual consta de elegir la tarea que tenga el mayor tiempo acumulado de tareas siguientes.

G. Calcular la eficiencia.

$$Eficiencia = \frac{\Sigma t}{NE \times Tc}$$

$$Tiempo ocioso (\%) = 100 - Eficiencia (\%)$$

H. Buscar mejoras subsecuentes.

Una vez balanceada la línea se puede usar el criterio de un experto para conseguir ulteriores mejoras como aplicar el *task sharing* (actividad compartida). Se denomina *task sharing* a la combinación de tres estaciones llevadas a cabo por tres trabajadores distintos, los que disfrutan de cierta inactividad en cada ciclo. Al eliminar un trabajador se puede reducir el ocio o inactividad, dejando que los dos restantes se turnen el trabajo en la tercera estación.

¹⁷ Maynard (1996). *Manual del Ingeniero Industrial*. México, DF. McGraw Hill.

Capítulo 3

Estudio de métodos y tiempos

3.1. Selección de trabajo

Teniendo en cuenta como primer factor las consideraciones económicas, se utilizará la técnica de Pareto para identificar y concentrar el estudio en los productos que demandan mayores costos directos e indirectos. Esta técnica se basa en identificar el costo o beneficio de los productos y ordenarlos de mayor a menor, para identificar cuáles tienen mayor significancia. La tabla 13 muestra la descripción del producto, la producción, el costo promedio unitario y el costo total desde el mes de enero hasta septiembre del año 2014.

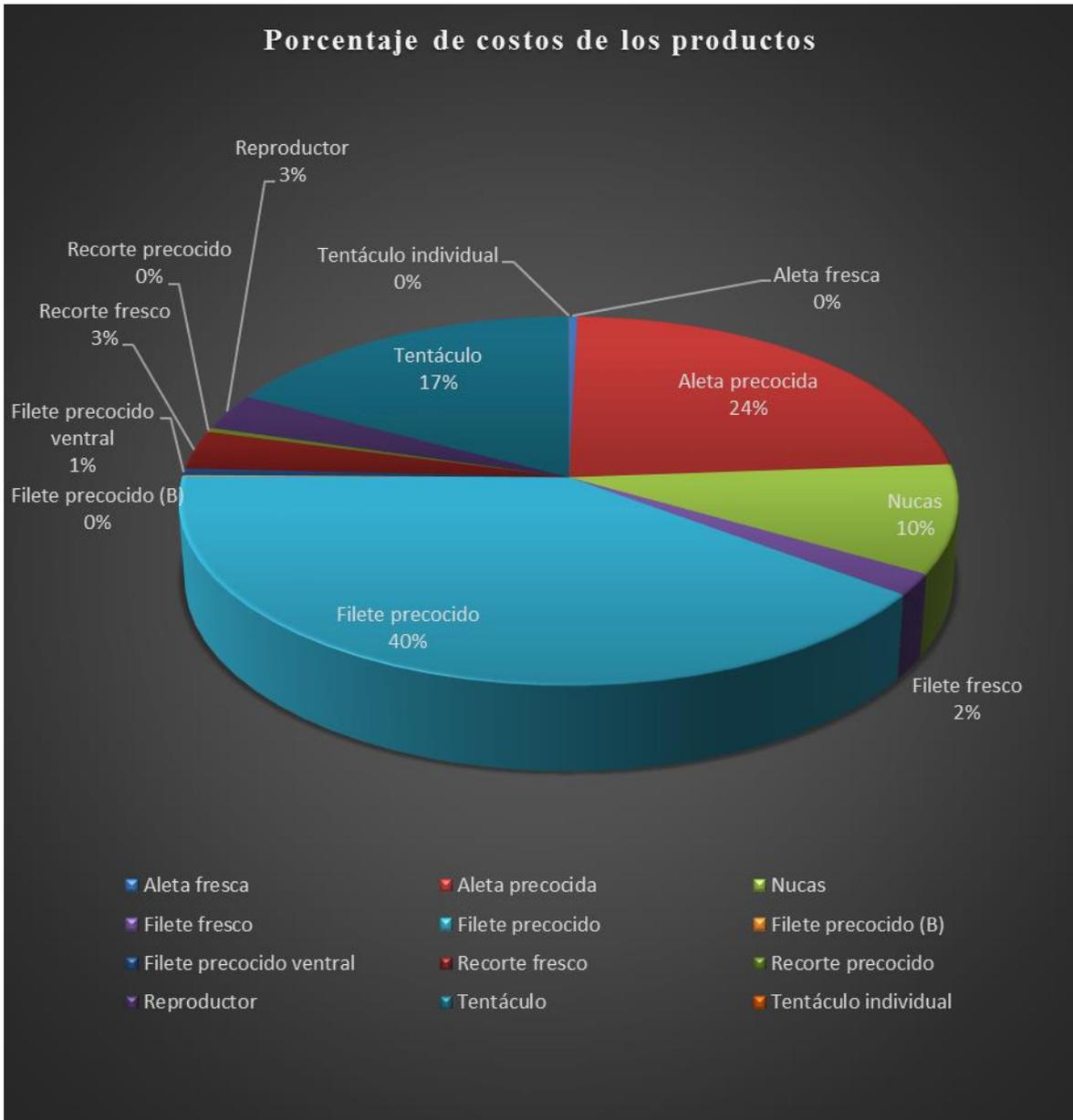
Posteriormente, al producto con mayor demanda de insumos, se le realizará el estudio de trabajo proponiendo automatizar una parte de todo su proceso.

Tabla 13. Costo total de la producción de cada producto del año 2014.

Descripción	Producción (kg)	Costo unitario promedio (S/.)	Costo total (S/.)
Filete precocido	1 518 456	5.6784	8 622 400.55
Aleta precocida	1 053 535	4.8167	5 074 562.03
Tentáculo	1 139 280	3.2618	3 716 103.50
Nucas	561 320	3.6630	2 056 115.16
Recorte fresco	303 685	2.4271	737 073.86
Reproductor	223 940	3.1327	701 536.83
Filete fresco	143 620	2.8576	410 408.51
Filete precocido ventral	13 420	9.2859	124 616.78
Aleta fresca	30 390	2.7044	82 186.71
Recorte precocido	140 590	0.5770	81 120.43
Filete precocido (B)	33 631.5	0.6368	21 416.54
Tentáculo individual	1 000	4.4369	4 436.90

Fuente: Sistema Integrado de Gestión de Recursos Empresariales de la Empresa

Elaboración: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga.



Gráfica 1. Porcentaje de los costos de cada producto respecto al total, de enero a septiembre 2014.
Fuente elaboración propia.

Como se puede apreciar en el gráfico 1, el que demanda de mayores costos es el filete precocido, por tanto este producto será el objeto de estudio.

3.2. Proceso actual

Los siguientes diagramas que muestran el proceso actual, han sido elaborados para la presentación del filete precocido en bloques de 9.5 kg para sacos de 28.5 kg. El rendimiento del filete precocido respecto a la pota entera es de 14%; entonces se necesitan 204 kg de materia prima, es decir 6.5 cajas de pota, ya que en promedio cada caja pesa entre 30-32 kg (8.5 kg cada pota).

3.2.1. Diagramas del proceso actual

A. Cursograma sinóptico o diagrama de operaciones

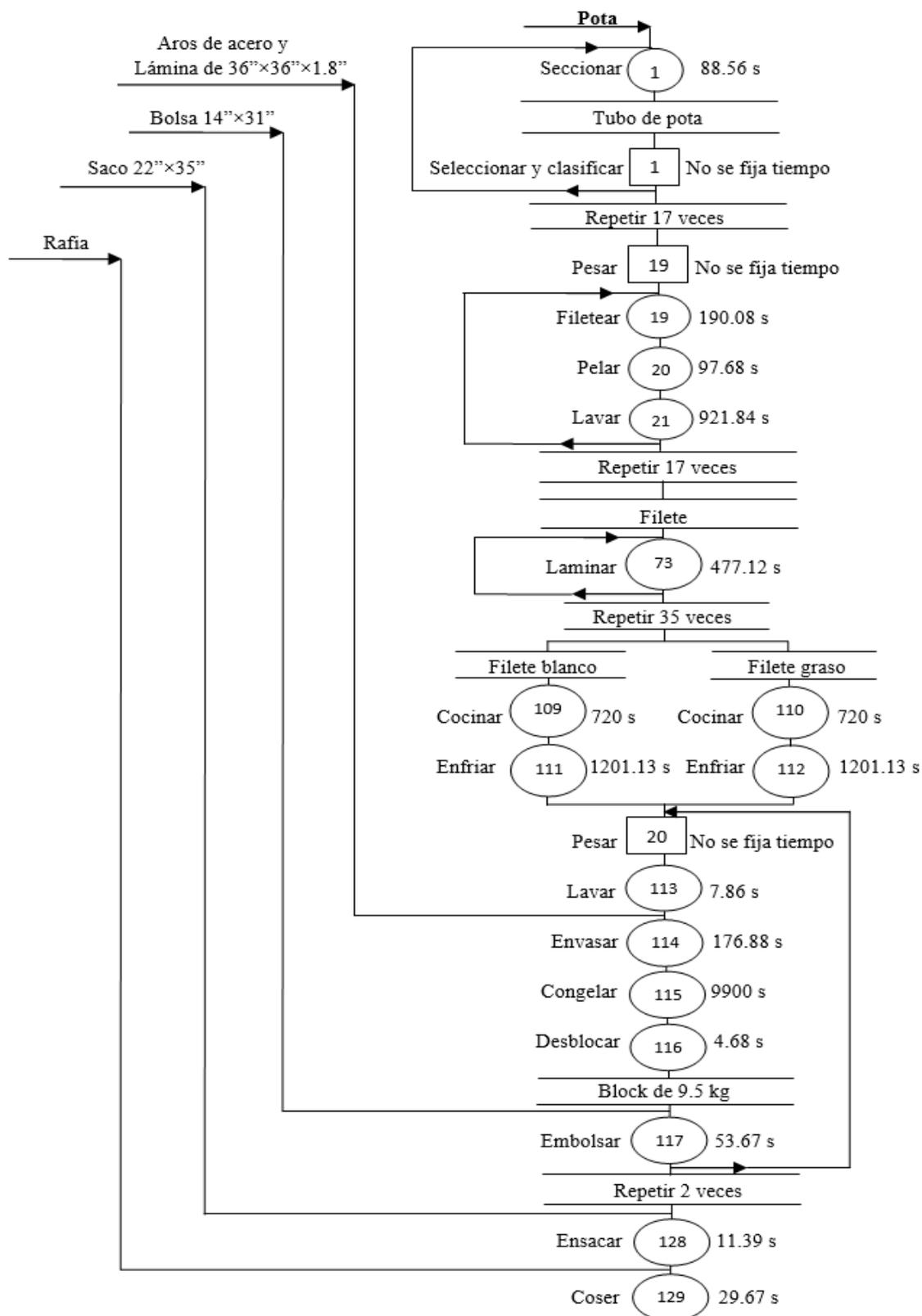


Figura 12. Diagrama de operaciones del filete precocido
Fuente: elaboración propia

Las descripciones de cada operación están detalladas en el capítulo 1.

B. Cursograma analítico o diagrama de flujo del proceso

Cursograma analítico		Operario / Material / Equipo								
Diagrama N°01	Hoja núm. 1 de 2	Resumen								
Objeto: Filete precocido block 9.5 sc 28.5 kg	Actividad	Actual	Propuesto	Economía						
Actividad: Recepcionar, procesar, envasar y empaquetar.	Operación	19								
	Transporte	28								
	Espera	9								
	Inspección	4								
	Almacenamiento	0								
Método: Actual / Propuesto	Distancia (m)	183.78								
Lugar: Áreas de proceso de Refrigerados Fisholg S.A.C	Tiempo (s/saco)	14367.59								
Compuesto por: D. Chiroque Luzuriaga Fecha: 11/03/2105	Costos									
	Mano de obra (soles/saco)	13.04								
	Materiales (soles/saco)	2.4								
Aprobado por: Ing. H. Vite Álvarez Fecha: 16/03/15	Total									
Descripción	Canti- dad	Dis- tan- cia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones	
				○	⇒	D	□	▽		
Área de recepción	Llevar cajas al borde de la cámara	1 columna	7.20	8.41		●				-
	Vaciar caja a mesa de recepción	6.5 cajas	1.60	21.91		●				-
	Empujar la pota al seccionado	24 potas	2.80	53.28		●				-
	Seccionar la pota	24 potas		88.56	●					Tubo, tentáculo y aleta
	Seleccionar el tubo de la pota	24 tubos		-				●		En base a la calidad
	Clasificar el tubo de la pota	24 tubos		-				●		En base al tamaño
	Llenar dino con tubos de pota	1 dino		-				●		Capacidad de 600 kg
	Llevar dino a la balanza	1 dino	6.85	7.19		●				Balanza plataforma
	Pesar dino	1 dino		-				●		Dino lleno de tubos
	Llevar dino a la línea de fileteo	1 dino	17	10.90		●				Dino lleno de tubos
Área de proceso	Abastecer mesa con tubos de pota	24 tubos	2.02	41.04		●				-
	Cortar y abrir el tubo de pota	24 tubos		61.92	●					Se le da forma de manto
	Limpiar el tubo de pota	24 tubos		128.16	●					Extraer tripas del interior
	Sacarle la piel al manto	24 mantos		97.68	●					-
	Sacarle la membrana al manto	24 mantos		297.12	●					Capa externa del manto
	Limpiar el manto	24 mantos		520.32	●					Lavar ambas caras
	Dividir el manto en dos	24 mantos		104.40	●					
	Llenar dino con filetes de pota	1 dino		-				●		No se fija tiempo
	Llevar dino a la laminadora	1 dino	15.30	10.03		●				-
	Abastecer laminadora con filetes	48 filetes	1.26	94.56		●				-
	Acomodar filetes en la laminadora	48 filetes	0.40	60.48		●				
	Laminar filetes	48 filetes		477.12	●					96 filetes más delgados
	Llenar caja	3 cajas		-				●		Promedio 32 filetes/caja

Cursograma analítico		Operario/ Material/ Equipo			Hoja núm. 2 de 2					
Descripción	Canti- dad	Dis- tan- cia (m)	Tiem- po (s)	Símbolo					Observaciones	
				○	⇒	D	□	▽		
Área de proceso	Llevar cajas a canastilla de acero	3 cajas	2.82	9.72		●				
	Vaciar cajas hacia la canastilla acero	3 cajas	1.04	8.28		●				
	Llenar canastilla de acero	3 cajas		-		●				Promedio 416 filetes/can
	Llevar canastilla de acero a cocina	1 canastilla	11.24	7.35		●				-
	Llevar canastilla a la olla de acero	1 canastilla	8.98	4.43		●				Con agua hirviendo
	Cocinar filete laminado	-		720	●					Hay 2 ollas industriales
	Llevar canastilla a olla de enfriado	1 canastilla	13.55	10.45		●				-
	Enfriar filetes en la olla de enfriado	-		1.13	●					Con agua y hielo
	Llevar canastilla encima de un dino	1 canastilla	5.57	2.91		●				-
	Abrir el piso de la canastilla de acero	1 canastilla		0.66		●				
	Vaciar filetes precocidos hacia el dino	96 filetes	2	2.46		●				-
	Llenar dino con filetes precocidos	1 dino		-		●				3 vaciadas llena 2 dinos
	Llevar dino hacia la sala de enfriado	1 dino	13.5	5.52		●				-
	Enfriar los filetes precocidos	-		1200	●					Dinos con agua y hielo
	Llevar dino a sala de envasado	1 dino	20.65	7.64		●				-
Área de envasado	Llenar canastillas con filetes cocidos	3 canastas	0.60	31.56		●				32 filetes/canastilla
	Empujar canastilla al pesador	3 canastas	4.86	9.15		●				-
	Pesar canastilla con filetes precocidos	3 canastas		-		●				-
	Empujar canastilla hacia lavado	3 canastas	1.40	5.34		●				-
	Lavado de filetes precocidos	3 canastas		7.86	●					Con agua fría clorada
	Llevar canastillas a las envasadoras	3 canastas	1.60	7.32		●				-
	Envasar filetes precocidos a aros	3 aros		176.88	●					Aro de acero rectangular
	Llevar aro envasado a parihuela	3 aros	1.80	14.58		●				-
	Llenar parihuela con aros envasados	65 aros		-		●				Parihuela lleva 65 aros
	Llevar parihuela hacia las placas	1 parihuela	21.86	3.06		●				-
Área de empaquetado	Poner aros en las placas	3 aros	1.50	18.36		●				-
	Llenar placas de congelamiento	130 aros		-		●				Capacidad de 1300 kg
	Congelar producto en la placa	-		9900	●					Congelado de 2.5 a 3 h
	Descargar aros hacia parihuela	3 aros	1.50	18.57		●				Se usan dos parihuelas
	Llenar parihuela con aros congelados	65 aros		-		●				-
	Llevar parihuela a desblocadora	1 parihuela	13.45	2.09		●				-
	Poner aro en la desblocadora	3 aros	1.20	9.78		●				Con presión de aire
	Desbloquear block del aro	3 block		4.68	●					
	Poner bolsa transparente al block	3 block		24.78	●					Bolsa transparente
	Amarrar la bolsa al block	3 block		28.89	●					-
	Poner los block en saco	3 block		11.39	●					3 block en cada saco
	Coser saco	1 saco		29.67	●					Con aguja y rafia

Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de filete precocido
Fuente: elaboración propia

C. Diagrama de recorrido

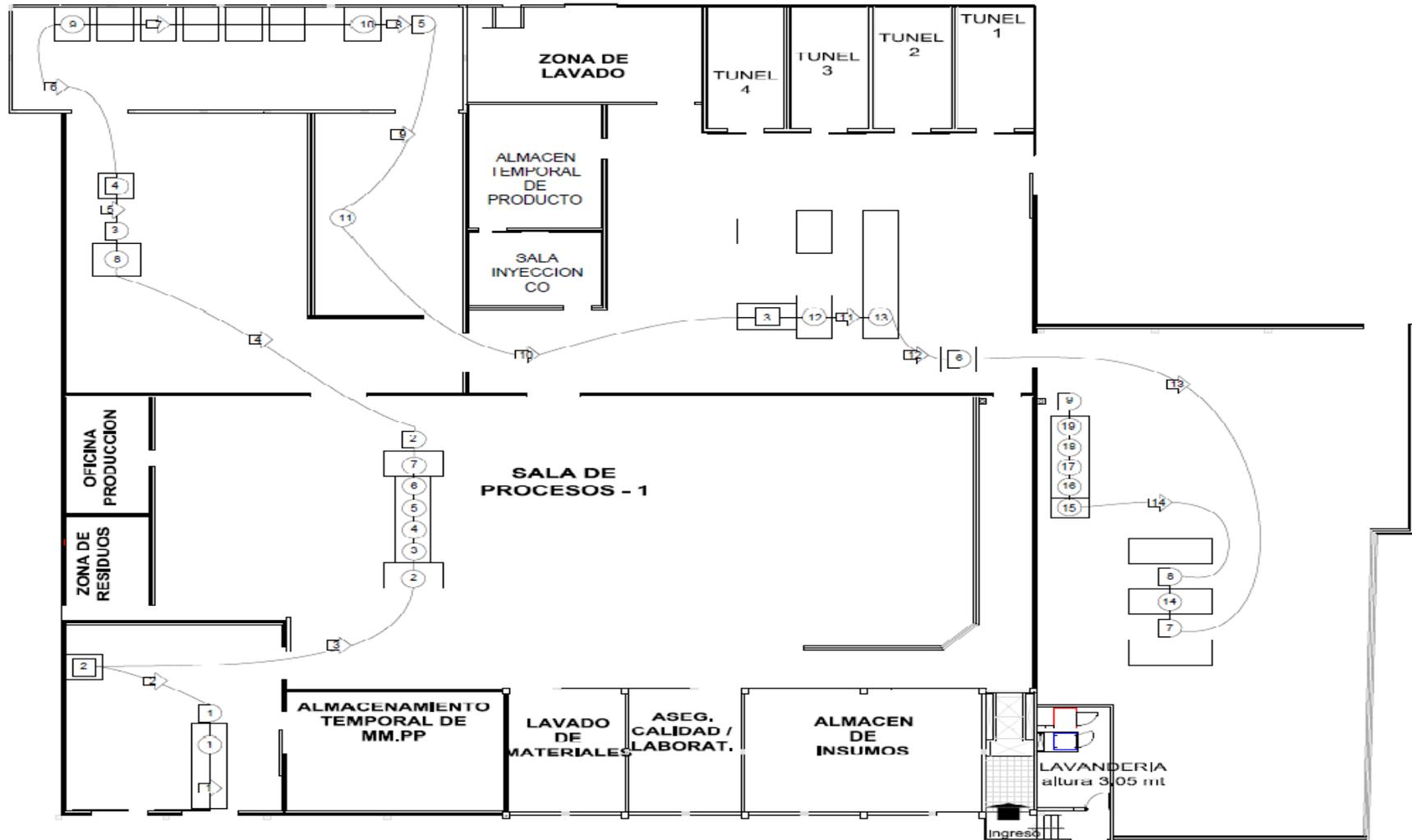


Figura 14. Diagrama de recorridos del proceso de filete precocido
Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Determinación del tiempo actual

A. Vaciar las cajas con pota a la mesa de recepción

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de recepción						Estudio núm.: 01			Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Vaciar las cajas con pota a la mesa de recepción						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Recepción de materia prima						Fecha:							
Herramientas y materiales: Cajas de plástico y mesas acanaladas de acero						Operario:							
Producto: Filete precocido			Material: Pota entera eviscerada			Comprobado:							
E1: Ir desde el borde de la cámara a coger la columna de 9 cajas. E2: Llevar la columna de cajas al borde de la cámara. E3: Coger la caja y vaciarla hacia las mesas acanaladas.													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	7.50	8.77	7.98	7.79	8.13	7.73	6.93	7.12	7.57	8.25			
E2	12.25	12.54	11.78	10.75	10.63	11.22	13.33	12.13	10.10	12.93			
E3	3.27	3.51	3.19	3.23	3.33	3.39	3.46	3.75	3.88	3.37			
TP = Tiempo promedio				V = Valorar el ritmo				TN = Tiempo normal					

Para las primeras diez observaciones:

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	77.77	6048.17	607.46	6.99
E2	117.66	13843.88	1394.55	11.74
E3	34.38	1181.98	118.65	6.12

Aplicando la formula se obtienen el número de observaciones para cada elemento:

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

Entonces debido al elemento 2 se tienen que realizar doce observaciones para cada elemento; por tanto quedan por observar dos, ya que previamente se realizó diez. Luego se aplicará el método de Westinghouse para valorar el ritmo.

Elemento	T. O		TP	V	TN
	1	2			
E1	8.10	7.55	7.79	0.97	7.57
E2	11.20	10.80	11.64	0.97	11.29
E3	2.92	3.12	3.37	0.97	3.27

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	0	-0.03	0	1-0.03 = 0.97
E2	0	0	-0.03	0	1-0.03 = 0.97
E3	0	0	-0.03	0	1-0.03 = 0.97

B. Empujar la pota hacia la mesa de fileteros

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de recepción						Estudio núm.: 02			Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Empujar la pota hacia la mesa de fileteros						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Recepción de materia prima						Fecha:							
Herramientas y materiales: Mesas acanaladas de acero						Operario:							
Producto: Filete precocido			Material: Pota entera eviscerada			Comprobado:							
E1: Coger la pota y empujarla a la mesa de los fileteros.													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	2.46	1.81	1.72	2.32	2.34	1.92	1.78	2.69	2.40	2.23			

Para las primeras diez observaciones:

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	21.67	469.59	47.97	34.45

Aplicando la fórmula para hallar n, faltarían 25 observaciones para el elemento.

Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	1.78	2.19	2.34	1.81	2.63	1.66	2.34	1.52	2.84	1.41			
E1	2.55	2.65	2.67	1.97	2.78	2.23	1.96	1.77	2.04	2.13			
E1	2.53	2.24	2.36	2.74	2.95						2.22	0.98	2.18

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	-0.05	-0.04	0.06	0.01	1-0.02 = 0.98

C. Seccionar la pota

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de recepción						Estudio núm.: 03			Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Seccionar la pota						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Recepción de materia prima						Fecha:							
Herramientas y materiales: Mesas de acero y cuchillos						Operario:							
Producto: Filete precocido			Material: Pota entera eviscerada			Comprobado:							
E1: Dividir la pota en tubo, aleta y tentáculo entero, seleccionar según calidad y clasificar según tamaño													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	3.08	3.44	4.32	4.34	3.53	3.57	4.09	2.90	3.56	3.34			

Para las primeras diez observaciones:

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	36.17	1308.27	132.99	26.45

Quedaría por observar diecisiete para completar la muestra.

Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	3.69	3.07	3.88	3.42	3.48	4.19	4.28	3.74	3.89	4.22			
E1	3.41	3.71	3.14	3.37	3.51	4.34	4.17				3.69	1.08	3.91

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	0	0.06	0	1+0.06 = 1.06

D. Pesar los tubos y llevarlos a la sala de proceso

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de recepción						Estudio núm.: 04		Hoja núm.: 1 de 1					
Operación: Pesar los tubos y llevarlos a la sala de proceso						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Recepción de materia prima						Fecha:							
Herramientas y materiales: Balanza plataforma, dinos y estoca						Operario:							
Producto: Filete precocido						Material: Tubo de pota		Comprobado:					
E1: Llevar el dino a la balanza plataforma E2: Pesar y registrar el dino en la computadora E3: Llevar el dino con tubos a la línea de tratamiento primario													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	18.88	19.00	19.86	17.26	23.19	21.66	22.82	21.89	22.60	23.15			
E2	6.74	7.73	7.84	7.08	7.20	7.67	8.28	8.40	7.43	8.02			
E3	31.21	29.10	34.70	28.50	28.78	32.46	31.84	31.10	33.80	34.41			

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	210.31	44230.30	4463.32	14.57
E2	76.39	5835.43	586.09	6.98
E3	315.90	99792.81	10026.64	7.59

Elemento	Tiempos observados					TP	V	TN
	1	2	3	4	5			
E1	22.97	21.71	20.84	22.12	19.39	21.16	0.95	20.10
E2	6.62	7.98	7.59	7.47	7.21	7.55	1	7.55
E3	32.65	33.40	31.85	32.87	34.20	32.06	0.95	30.46

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	-0.05	-0.04	0.06	-0.02	1-0.05 = 0.95
E2	0	0	0	0	1+0 = 1
E3	-0.05	-0.04	0.06	-0.02	1-0.05 = 0.95

E. Filetear y eviscerar el tubo

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de proceso						Estudio núm.: 05			Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Filetear y eviscerar el tubo						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Sala primaria de proceso						Fecha:							
Herramientas y materiales: Cuchillo						Operario:							
Producto: Filete precocido						Material: Tubo de pota			Comprobado:				
E1: Abastecer la mesa de fileteros con tubos de pota													
E1: Cortar y abrir el tubo de la pota para darle la forma de un manto													
E2: Limpiar el manto quitándole las tripas y vísceras de su interior													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	1.63	1.67	1.65	1.61	1.80	1.97	1.81	1.49	1.95	1.55			
E2	2.57	2.66	2.01	2.60	2.84	2.40	2.68	2.21	2.39	2.27			
E3	5.92	5.76	4.38	5.18	4.15	4.85	5.39	5.45	5.52	4.89			

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	17.13	293.44	29.58	12.87
E2	24.63	606.64	61.24	15.19
E3	51.49	2651.22	268.12	18.09

Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
E1	1.75	1.69	1.71	1.53	1.85	1.57	1.63	1.78	1.77	1.71	1.06	1.81	
E2	2.16	2.24	2.86	2.96	2.80	3.26	3.03	2.51	2.53	2.58	0.98	2.53	
E3	6.06	5.30	5.52	5.91	6.08	5.36	5.53	5.25	5.05	5.34	0.98	5.23	

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	0	0.06	0	1+0.06 = 1.06
E2	0	-0.04	0.04	-0.02	1-0.02 = 0.98
E3	0	-0.04	0.04	-0.02	1-0.02 = 0.98

F. Pelar el manto

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de proceso						Estudio núm.: 06			Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Pelar el manto						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Sala primaria de proceso						Fecha:							
Herramientas y materiales:						Operario:							
Producto: Filete precocido						Material: Manto del tubo con piel			Comprobado:				
E1: Sacarle la piel al manto													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	3.87	4.35	3.62	3.56	4.21	5.14	4.10	3.94	3.98	4.07			

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	38.92	1514.77	152.51	16.97

Elemento	Tiempo Observado							TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7			
E1	3.79	4.56	3.94	3.96	4.23	3.90	4.11	4.07	1	4.07

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	-0.04	0.04	0	1+0 = 1

G. Lavar el manto

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de proceso						Estudio núm.: 07		Hoja núm.: 1 de 1					
Operación: Lavar el manto						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Sala primaria de proceso						Fecha:							
Herramientas y materiales:						Operario:							
Producto: Filete precocido						Material: Manto del tubo sin piel		Comprobado:					
E1: Sacarle la membrana al manto E2: Limpiar el manto													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	11.69	12.52	13.78	10.72	10.78	11.69	12.56	14.10	10.11	15.23			
E2	20.83	20.65	25.82	20.14	18.53	22.24	18.15	21.57	24.74	27.35			

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	123.18	15173.31	1541.81	25.81
E2	220.02	48408.80	4925.36	27.92

Elemento	Tiempos observados									TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
E1	9.52	12.5	13.5	12.8	11.94	11.65	12.86	14.54	15.83			
E1	10.78	9.99	11.53	12.70	13.82	13.63	10.65	14.68	10.65	12.38	0.88	10.89
E2	22.71	24.40	16.40	18.12	19.49	22.55	20.38	20.03	26.64			
E2	27.40	19.79	19.89	23.17	18.71	22.14	23.26	20.89	20.92	21.68	0.88	19.08

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	-0.00	-0.12	0.02	-0.02	1-0.12 = 0.88
E2	-0.00	-0.12	0.02	-0.02	1-0.12 = 0.88

H. Dividir el manto en dos

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de proceso						Estudio núm.: 08			Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Dividir en manto en dos						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Sala primaria de proceso						Fecha:							
Herramientas y materiales:						Operario:							
Producto: Filete precocido						Material: Filete limpio			Comprobado:				
E1: Dividir el manto en dos													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	4.78	4.19	3.71	5.44	4.14	4.73	3.90	3.43	4.10	3.98			

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	42.4	1797.76	182.9	28

Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	3.56	4.03	4.52	5.86	4.58	4.79	4.11	3.64	4.12	4.53			
E1	4.33	5.25	3.51	4.47	5.64	3.83	4.90	3.65			4.35	0.98	4.26

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	-0.04	0.04	-0.02	1-0.02 = 0.98

I. Llevar filetes limpios a la laminadora

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de proceso						Estudio núm.: 09			Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Llevar filetes limpios a la laminadora						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Sala primaria de proceso						Fecha:							
Herramientas y materiales: Estoca y dino						Operario:							
Producto: Filete precocido						Material: Filete limpio			Comprobado:				
E1: Llevar los filetes limpios en dinos a la sala de laminado													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	36.14	35.45	36.98	38.79	35.09	36.79	34.77	32.29	33.79	32.78	35.29	1	35.29

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	352.87	124517.24	12487.69	4.62

Entonces como el número de muestras “n” es igual a cinco, ya no se toman más observaciones, ya que se tomaron diez como observaciones preliminares.

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	-0.04	0.04	0	1+0 = 1

J. Abastecer laminadora

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de laminado							Estudio núm.: 10 Hoja núm.: 1 de 1						
Operación: Abastecer laminadora							Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga						
Instalación/máquina: Sala de laminado y laminadora							Fecha:						
Herramientas y materiales: Dino							Operario:						
Producto: Filete precocido							Material: Filete limpio						
Comprobado:													
E1: Abastecer la laminadora con los filetes limpios													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	2.09	1.96	2.28	1.97	1.68	2.13	1.90	2.02	1.86	2.07	1.97	1.02	2.01

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	19.96	398.40	40.08	9.64

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	0	0.02	0	1+0.02 = 1.02

K. Laminar filete

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de laminado							Estudio núm.: 11 Hoja núm.: 1 de 1						
Operación: Laminar filete							Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga						
Instalación/máquina: Sala de laminado y laminadora							Fecha:						
Herramientas y materiales:							Operario:						
Producto: Filete precocido							Material: Filete limpio						
Comprobado:													
E1: Acomodar filete en la compuerta de la laminadora													
E2: Laminado del filete													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	1.31	1.21	1.27	1.15	1.37	1.09	1.34	1.30	1.17	1.40	1.26	1	1.26
E2	10.57	9.47	9.82	9.59	10.11	9.68	9.90	10.12	10.25	9.87	9.94	1	9.94

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	12.61	159.01	16	9.96
E2	99.38	9876.38	988.62	1.59

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	0	0	0	1+0 = 1
E2	0	0	0	0	1+0 = 1

L. Vaciar los filetes a las canastillas de acero

ESTUDIO DE TIEMPOS															
Departamento: Producción – Área de laminado							Estudio núm.: 12 Hoja núm.: 1 de 1								
Operación: Vaciar los filetes a las canastillas de acero							Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga								
Instalación/máquina: Sala de laminado							Fecha:								
Herramientas y materiales: Cajas de plástico y gancho							Operario:								
Producto: Filete precocido							Material: Filete laminado							Comprobado:	
E1: Llevar los filetes laminados en cajas a las canastillas de acero															
E2: Vaciar los filetes a las canastillas de acero															
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
E1	3.30	3.41	2.98	3.33	3.70	3.20	3.19	2.88	3.45	2.91	3.24	0.93	3.01		
E2	2.67	2.41	2.76	3.08	2.89	2.56	2.69	2.70	3.10	2.71	2.76	0.93	2.57		

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	32.35	1046.52	105.26	9.30
E2	27.57	760.10	76.43	8.84

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	-0.04	-0.03	0	1-0.07 = 0.93
E2	0	-0.04	-0.03	0	1-0.07 = 0.93

M. Llevar la canastilla de acero a la olla industrial

ESTUDIO DE TIEMPOS															
Departamento: Producción – Área de cocinado							Estudio núm.: 13 Hoja núm.: 1 de 1								
Operación: Llevar la canastilla de acero a la olla industrial							Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga								
Instalación/máquina: Sala de cocinado							Fecha:								
Herramientas y materiales: Estoca, canastilla de acero y teclé mecánico							Operario:								
Producto: Filete precocido							Material: Filete laminado							Comprobado:	
E1: Llevar canastilla de acero a la sala de cocinado															
E2: Llevar canastilla de acero a la olla industrial															
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
E1	30.05	29.34	29.95	31.20	32.40	29.43	33.17	33.80	31.97	34.50					
E2	19.84	17.53	18.33	18.97	21.45	20.45	17.15	22.10	18.37	17.71					

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	315.81	99735.96	10005.19	5.07
E2	191.90	36825.61	3708.71	11.36

Elemento	T. O		TP	V	TN
	1	2			
E1	33.84	32.41	31.84	0.95	30.25
E2	19.67	18.81	19.20	0.95	18.24

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	0	-0.03	-0.02	1-0.05 = 0.95
E2	0	0	-0.03	-0.02	1-0.05 = 0.95

N. Cocinar

El tiempo empleado en esta operación es de 12 minutos, que equivalen a 720 segundos. Este tiempo ha sido establecido por la empresa después de estudios realizados.

O. Vaciar los filetes precocidos a dinos

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de cocinado						Estudio núm.: 14		Hoja núm.: 1 de 1					
Operación: Vaciar los filetes precocidos a dinos						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Sala de cocinado						Fecha:							
Herramientas y materiales: Tecele mecánico y dinos						Operario:							
Producto: Filete precocido						Material: Filete precocido		Comprobado:					
E1: Llevar canastilla de acero a olla de enfriado E2: Enfriar en la olla de enfriado E3: Llevar canastilla de acero encima de dinos E4: Abrir piso de la canastilla de acero E5: Vaciar los filetes precocidos a los dinos													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	45.30	43.10	47.35	43.30	44.74	43.79	48.15	47.40	42.13	43.98			
E2	4.48	5.54	5.65	4.75	5.15	5.45	4.12	3.54	4.97	3.78			
E3	13.4	14.11	11.7	12.13	14.17	10.65	13.78	13.55	11.49	10.94			
E4	3.40	2.09	2.36	2.11	2.99	2.49	2.38	2.79	2.20	2.86			
E5	13.92	10.78	9.60	9.77	10.65	8.12	11.15	14.13	9.63	7.15			

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	449.24	201816.58	20220.2	3.06
E2	47.43	2249.60	229.97	35.63
E3	125.92	15855.85	1602.09	16.66
E4	25.67	658.95	67.56	40.43
E5	104.90	11004.01	1144.78	64.53

Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	44.57	43.61	46.78	43.12	46.17	47.33	44.39	47.12	48.34	45.79			
E1	43.46	45.55	47.04	42.98	45.78	47.01	44.56	43.89	44.15	47.11			
E1	43.56	46.19	45.78	48.50	44.89	46.18	43.72	42.81	44.15	43.87			
E1	43.64	44.64	47.20	48.13	45.72	44.39	42.43	45.38	43.99	47.40			

Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	46.76	47.68	43.63	44.27	46.18	45.83	46.57	48.52	44.67	47.41			
E1	43.67	45.78	42.82	46.08	44.27						45.30	0.97	43.94
E2	3.82	4.21	4.53	5.73	5.01	4.79	5.23	4.86	5.33	3.91			
E2	4.67	5.43	4.72	4.95	5.39	5.24	3.86	5.11	4.28	4.47			
E2	5.29	5.12	4.82	5.37	5.12	4.75	4.84	5.34	5.48	3.79			
E2	5.14	4.58	5.65	5.03	4.42	5.13	3.84	5.15	4.72	5.67			
E2	4.51	6.12	4.74	5.31	5.79	5.40	4.77	5.09	5.19	5.04			
E2	5.17	4.37	4.76	4.68	5.29						4.90	0.93	4.56
E3	11.57	10.96	10.86	13.76	11.95	14.21	13.38	13.47	12.97	11.88			
E3	12.42	12.19	14.07	12.31	13.52	12.57	10.77	11.72	12.66	14.86			
E3	10.70	11.59	13.45	12.59	14.18	13.84	11.87	13.14	13.17	12.68			
E3	14.68	10.43	12.85	10.43	13.67	14.04	12.97	13.86	14.32	11.7			
E3	13.82	12.26	11.62	13.47	11.15	13.99	11.41	13.18	12.92	11.4			
E3	10.89	12.33	11.76	10.75	13.16						12.59	0.97	12.21
E4	3.28	2.07	3.13	2.18	3.44	2.56	2.98	3.59	4.02	2.30			
E4	2.94	3.13	2.26	3.74	3.79	2.47	2.78	3.07	3.49	4.12			
E4	2.93	3.42	2.47	2.16	2.37	2.39	2.11	3.41	2.42	2.19			
E4	3.06	3.51	2.77	3.49	3.66	3.56	2.15	2.07	2.55	3.30			
E4	2.93	2.06	2.33	3.18	3.44	2.75	3.61	3.21	2.08	3.05			
E4	2.46	2.26	3.14	3.45	2.34						2.85	0.93	2.65
E5	10.25	11.82	14.92	10.16	8.97	13.44	8.16	11.31	8.95	12.98			
E5	11.31	9.85	12.98	11.71	14.01	7.77	9.89	13.20	11.79	8.44			
E5	11.70	13.86	11.5	11.46	12.37	9.12	11.26	11.24	9.10	10.63			
E5	7.62	8.75	8.19	13.58	12.44	10.52	10.92	12.44	10.64	11.37			
E5	10.79	7.34	7.58	13.34	10.58	9.14	9.70	7.98	11.25	11.7			
E5	9.22	8.81	10.71	8.43	10.36						10.65	0.93	9.90

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	0	-0.03	0	1-0.03 = 0.97
E2	0	-0.04	-0.03	0	1-0.07 = 0.93
E3	0	0	-0.03	0	1-0.03 = 0.97
E4	0	-0.04	-0.03	0	1-0.07 = 0.93
E5	0	-0.04	-0.03	0	1-0.07 = 0.93

P. Llevar filetes precocidos a la sala de enfriado

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de cocinado - enfriado						Estudio núm.: 15			Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Llevar los filetes precocidos a la sala de enfriado						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Sala de cocinado - enfriado						Fecha:							
Herramientas y materiales: Estoca y dino						Operario:							
Producto: Filete precocido						Material: Filete precocido			Comprobado:				
E1: Llevar filetes precocidos en dinos a la sala de enfriado													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	38.75	36.23	34.20	38.10	39.05	35.78	33.34	34.89	35.72	32.75	35.88	1	35.88

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	358.81	128744.62	12917.88	5.40

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	0	0	0	1+0 = 1

Q. Enfriar

El tiempo que la empresa ha asignado para este proceso es de 20 minutos, que equivalen a 1200 segundos.

R. Poner filetes precocidos en canastillas de plástico y empujar

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de envasado						Estudio núm.: 16			Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Poner filetes precocidos en canastillas de plástico y empujar						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Sala de envasado						Fecha:							
Herramientas y materiales: Dino, estoca y canastillas de plástico						Operario:							
Producto: Filete precocido						Material: Filete precocido			Comprobado:				
E1: Llevar filetes precocidos a la sala de envasado E2: Poner filetes precocidos en canastillas de plástico E3: Empujar canastillas hacia la pesadora													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	52.16	47.83	49.69	50.06	46.44	51.66	51.12	47.78	45.77	51.64			
E2	10.20	8.26	10.82	9.18	12.24	11.48	7.59	10.13	8.62	9.74			
E3	3.33	3.68	2.59	3.47	3.79	3.62	2.41	2.98	3.24	3.51			

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	494.15	244184.22	24466.67	3.16
E2	98.26	9655.03	984.62	31.68
E3	32.62	1064.06	108.36	29.38

Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	46.37	47.25	50.11	48.70	45.94	47.72	51.86	50.31	53.35	48.91			
E1	50.12	45.59	53.45	51.66	48.20	53.53	48.53	51.16	52.72	48.82			
E1	47.22	53.99									49.67	0.96	47.68
E2	8.29	12.70	9.72	12.66	12.81	11.77	9.49	11.60	12.34	8.47			
E2	10.94	12.4	10.97	8.69	11.23	10.17	13.20	12.18	9.58	8.90			
E2	10.67	9.85									10.52	0.96	10.10
E3	2.51	2.69	3.43	2.61	2.22	3.26	3.16	2.74	2.69	2.40			
E3	3.11	3.84	2.75	3.94	3.14	2.58	2.70	2.96	2.63	3.16			
E3	3.30	3.27									3.05	0.96	2.93

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	-0.04	0	0	1-0.04 = 0.96
E2	0	-0.04	0	0	1-0.04 = 0.96
E3	0	-0.04	0	0	1-0.04 = 0.96

S. Pesar canastillas y empujar

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de envasado						Estudio núm.: 17			Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Pesar canastillas y empujar						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Sala de envasado						Fecha:							
Herramientas y materiales: Canastillas de plástico y balanza						Operario:							
Producto: Filete precocido						Material: Filete precocido			Comprobado:				
E1: Pesar canastilla													
E2: Empujar canastillas a la siguiente mesa													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	9.77	6.18	13.33	11.54	7.39	6.72	7.89	6.31	6.45	7.99			
E2	1.52	1.48	1.12	1.76	1.56	1.33	1.97	1.83	1.21	1.74			

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	83.57	6983.94	751.79	122.33
E2	15.52	240.87	24.78	46.03

Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	13.98	6.76	9.33	11.69	9.90	9.63	6.06	10.44	11.50	10.54			
E1	6.10	8.90	7.05	7.22	7.93	11.16	7.81	6.70	10.19	10.93			
E1	11.16	6.89	6.26	11.76	9.47	6.14	6.80	7.66	9.54	10.10			
E1	7.38	11.86	8.27	10.38	9.95	6.97	8.87	6.10	6.90	9.42			
E1	11.99	10.50	7.13	7.22	6.12	8.90	11.87	11.67	12.21	8.45			
E1	8.16	12.93	9.72	11.17	6.73	6.99	7.34	7.70	13.11	12.40			
E1	7.18	8.30	7.51	7.87	9.80	9.35	10.78	12.43	10.39	12.59			
E1	11.37	9.71	11.25	12.85	9.68	7.80	7.65	8.62	11.83	8.10			
E1	6.83	10.67	8.48	6.23	6.05	8.97	10.47	9.23	6.46	6.49			
E1	9.33	12.17	7.14	9.45	7.57	9.54	12.18	6.96	10.61	13.19			
E1	11.86	12.71	11.57	7.60	9.39	8.39	7.98	7.62	10.52	9.76			
E1	10.63	11.12	6.21								9.19	0.96	8.82
E2	2.13	1.29	1.64	2.23	1.92	1.57	1.69	1.34	1.25	2.17			
E2	1.63	1.87	1.75	1.91	1.64	1.80	1.85	1.71	1.56	1.63			
E2	1.56	1.70	1.83	1.77	2.03	1.62	1.57	2.09	2.14	1.83			
E2	1.70	1.92	1.63	1.57	1.94	1.97	2.16	1.58	1.54	1.74			
E2	1.86	1.82	1.58	1.62	1.91	1.55	1.62	1.67	1.64	1.98			
E2	1.82	1.81	1.93	1.59	1.80	1.83	1.67	2.17	2.09	1.94			
E2	1.65	1.82	1.76	1.55	1.51	1.62	1.93	1.73	1.66	1.84			
E2	1.73	1.91	1.98	1.61	1.70	1.86	2.11	1.81	1.59	1.87			
E2	1.88	1.83	2.15	1.91	1.60	1.82	1.66	1.89	1.79	1.53			
E2	1.52	1.62	1.65	1.96	1.57	2.08	1.90	1.74	2.19	1.76			
E2	1.45	2.07	1.48	1.63	1.76	1.87	1.74	2.16	1.96	2.04			
E2	1.99	1.69	2.03								1.78	0.96	1.71

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	-0.04	0	0	1-0.04 = 0.96
E2	0	-0.04	0	0	1-0.04 = 0.96

T. Lavar filetes y llevarlos hacia las envasadoras

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de envasado						Estudio núm.: 18			Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Lavar filetes y llevarlos hacia las envasadoras						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Sala de envasado						Fecha:							
Herramientas y materiales: Agua clorado, tinas y canastillas de plástico						Operario:							
Producto: Filete precocido			Material: Filete precocido			Comprobado:							
E1: Coger agua clorada con la tina y vaciarla hacia el filete precocido que están en canastillas de plástico E2: Llevar los filetes precocidos hacia las envasadoras													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	2.59	2.38	2.41	2.63	2.73	2.60	2.50	2.81	2.62	2.96	2.62	1.03	2.70
E2	2.26	2.33	2.35	2.78	2.33	2.37	2.52	2.38	2.49	2.62	2.44	1.03	2.51

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	26.23	688.01	69.08	6.49
E2	24.43	596.82	59.91	6.11

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	0.02	0	0.01	1+0.03 = 1.03
E2	0	0.02	0	0.01	1+0.03 = 1.03

U. Envasar filetes precocidos

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de envasado						Estudio núm.: 19			Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Envasar filetes precocidos						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Sala de envasado						Fecha:							
Herramientas y materiales: Laminas, aros rectangulares de acero y planchas de acero						Operario:							
Producto: Filete precocido			Material: Filete precocido			Comprobado:							
E1: Ir a traer aro de acero y ponerlo sobre la mesa E2: Ir a traer lamina y colocarla en el interior del aro E3: Envasar filetes precocidos dentro del aro E4: Cubrir el envasado con la lamina													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	8.88	8.27	9.13	8.12	8.46	8.77	9.20	8.17	8.81	9.07			
E2	6.54	5.83	4.86	6.69	7.19	6.38	6.45	6.68	5.93	5.61			
E3	49.54	54.39	47.73	45.96	52.98	53.55	56.18	50.82	48.84	54.67			
E4	5.92	6.59	7.53	8.20	8.26	8.46	7.71	6.78	7.79	7.68			

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	86.88	7548.13	756.29	3.13

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E2	62.16	3863.87	390.40	16.62
E3	514.66	264874.92	26590.46	6.22
E4	74.92	5613.01	567.29	17.07

Elemento	Tiempos observados								TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8			
E1	9.15	8.57	8.69	8.37	9.11	7.59	8.46	8.37	8.62	1.02	8.79
E2	6.89	5.83	5.78	7.55	6.70	6.78	7.83	6.98	6.79	1.02	6.93
E3	53.73	54.03	50.69	52.97	57.10	46.52	51.71	47.64	51.61	1.02	52.64
E4	6.99	8.07	7.41	5.94	6.83	6.14	7.13	6.57	7.22	1.02	7.36

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	0.02	-0.03	0.03	1+0.02 = 1.02
E2	0	0.02	-0.03	0.03	1+0.02 = 1.02
E3	0	0.02	-0.03	0.03	1+0.02 = 1.02
E4	0	0.02	-0.03	0.03	1+0.02 = 1.02

V. Llevar aro envasado a parihuela

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de envasado						Estudio núm.: 20			Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Llevar aro envasado a parihuela						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Sala de envasado						Fecha:							
Herramientas y materiales: Parihuelas						Operario:							
Producto: Filete precocido						Material: Filete precocido			Comprobado:				
E1: Coger el filete envasado en los aros y colocarlo sobre una parihuela													
E2: Llevar parihuela con aros envasados hacia la placa de congelamiento													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	4.87	4.44	5.04	4.70	4.83	5.24	5.06	5.29	4.39	4.72	4.86	0.96	4.67
E2	65.49	63.93	68.98	65.60	68.54	60.84	61.79	64.68	69.75	73.72	66.33	0.94	62.35

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	48.58	2360.02	236.85	5.75
E2	663.32	439993.42	44138.03	5.04

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	-0.04	0	0	1-0.04 = 0.96
E2	0	-0.04	0	-0.02	1-0.06 = 0.94

W. Cargar placa de congelamiento

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de empaque N°2						Estudio núm.: 21			Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Cargar placa de congelamiento						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Sala de empaque N°2						Fecha:							
Herramientas y materiales: Parihuela, estoca y placas de congelamiento						Operario:							
Producto: Filete precocido						Material: Filete precocido			Comprobado:				
E1: Cargar la placa con los aros envasados													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	6.59	4.87	5.74	5.73	6.63	5.58	6.67	7.10	6.24	5.88			

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E2	61.03	3724.66	376.43	17.03

Elemento	Tiempos observados								TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8			
E1	5.48	6.71	5.98	6.11	6.39	5.78	6.88	5.82	6.12	0.94	5.75

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	-0.04	0	-0.02	1-0.06 = 0.94

X. Congelamiento

El tiempo promedio que las placas demoran para que el producto alcance las temperaturas deseadas ($T > -18\text{ °C}$) es de 2.75 horas que equivalen a 9900 s.

Y. Descargar y transportar aros hacia desblocadora

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de empaque N°2						Estudio núm.: 22			Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Descargar y transportar aros hacia desblocadora						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Sala de empaque N°2						Fecha:							
Herramientas y materiales: Parihuela y estoca.						Operario:							
Producto: Filete precocido						Material: Filete precocido			Comprobado:				
E1: Descargar aro en parihuela													
E2: Llevar parihuela con aros congelados a desblocadora													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	6.06	6.67	7.13	7.14	6.63	6.81	5.11	5.89	7.03	5.65			
E2	41.40	45.27	47.14	43.78	48.24	43.69	44.45	45.99	49.10	45.75			

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	64.12	4111.37	415.51	17.02
E2	454.81	206852.14	20732.87	3.69

Elemento	Tiempos observados								TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8			
E1	6.22	6.45	5.38	5.24	6.02	5.78	5.81	6.36	6.19	0.88	5.44
E2	43.75	48.91	40.53	48.64	40.64	46.59	45.93	44.68	45.25	0.93	42.08

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	-0.05	-0.04	-0.03	0	1-0.12 = 0.88
E2	0	-0.04	-0.03	0	1-0.07 = 0.93

Z. Desbloquear aros

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de empaque N°2						Estudio núm.: 22			Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Desbloquear aros						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Sala de empaque N°2						Fecha:							
Herramientas y materiales: Desblocadora a presión de aire						Operario:							
Producto: Filete precocido						Material: Filete precocido			Comprobado:				
E1: Colocar aro a la desblocadora E2: Desbloquear aro congelado													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	2.97	3.13	2.76	3.10	3.32	3.57	3.77	3.74	4.04	3.87			
E2	1.55	1.65	1.64	1.55	1.57	1.60	1.59	1.63	1.57	1.62			

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	34.27	1174.43	119.11	22.71
E2	15.97	255.04	25.52	1.00

Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	2.92	2.67	3.01	3.43	2.83	3.48	2.87	3.63	3.44	2.85			
E1	3.15	3.24	3.23								3.26	1.02	3.33
E2	1.40	1.35	1.51	1.42	1.46	1.69	1.56	1.68	1.64	1.57			
E2	1.48	1.52	1.57								1.56	1	1.56

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	0.02	0	0	1+0.02 = 1.02
E2	0	0	0	0	1+0 = 1

AA. Poner bolsa transparente al block

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de empaque N°2						Estudio núm.: 23			Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Poner bolsa transparente al block						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Sala de empaque N°2						Fecha:							
Herramientas y materiales: Bolsa transparente						Operario:							
Producto: Filete precocido						Material: Filete precocido			Comprobado:				
E1: Poner bolsa transparente al block													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	6.26	8.79	8.64	8.38	8.14	9.64	9.27	8.21	8.61	7.69			

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	83.63	6993.98	707.12	17.67

Elemento	Tiempos Observados								TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8			
E1	7.86	7.71	9.22	8.18	8.24	7.69	8.04	8.25	8.26	0.89	7.35

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	-0.05	-0.04	0	-0.02	1-0.11 = 0.89

BB. Amarrar bolsa y poner saco

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de empaque N°2						Estudio núm.: 24			Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Amarrar bolsa y colocar saco						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Sala de empaque N°2						Fecha:							
Herramientas y materiales: Bolsa transparente y sacos						Operario:							
Producto: Filete precocido						Material: Filete precocido			Comprobado:				
E1: Amarrar bolsa transparente al block													
E2: Colocar tres block de filete precocido en un saco													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	8.95	9.95	7.98	9.99	8.45	8.69	9.55	10.12	8.78	11.23			
E2	9.87	10.15	11.05	10.77	9.76	11.19	11.64	12.81	11.25	13.45			

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	93.69	8777.82	886.32	15.56
E2	111.94	12530.56	1266.06	16.60

Elemento	Tiempos observados							TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7			
E1	9.91	10.58	8.79	9.49	9.73	9.75	11.85	9.63	0.96	9.24
E2	10.77	12.84	12.16	11.46	13.15	9.75	11.58	11.39	0.96	10.93

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	-0.04	0	0	1-0.04 = 0.96
E2	0	-0.04	0	0	1-0.04 = 0.96

CC. Coser el saco

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de empaque N°2						Estudio núm.: 25			Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Coser saco						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Sala de empaque N°2						Fecha:							
Herramientas y materiales: Saco, aguja y rafia						Operario:							
Producto: Filete precocido						Material: Filete precocido			Comprobado:				
E1: Coser el saco con la aguja y rafia													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	25.85	31.95	29.31	27.89	31.21	32.64	24.98	34.62	29.78	28.42			

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	296.65	88001.22	8882.48	14.97

Elemento	Tiempos observados					TP	V	TN
	1	2	3	4	5			
E1	24.92	32.75	29.45	28.14	26.78	29.25	1	29.25

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	0	0	0	0	1+0 = 1

Para calcular el tiempo estándar es necesario calcular los suplementos de los elementos.

Tabla 14. Abreviatura de los suplementos por descanso

Abreviatura	Descripción
NP	Necesidades personales
BF	Básico por fatiga
TP	Por trabajar de pie
PA	Por postura anormal
CA	Calidad del aire
IL	Iluminación
UF	Uso de fuerza según el peso levantado
TV	Tensión visual del trabajo
TA	Tensión auditiva
TM	Tensión mental del proceso
MM	Monotonía mental del trabajo
MF	Monotonía física del trabajo

Tabla 15. Estimación de los suplementos de los elementos

Suplementos de los elementos															
Área	Operación	Elementos	Constantes		Variables										Σ (%)
			NP	BF	TP	PA	CA	IL	UF	TV	TA	TM	MM	MF	
Recepción	A	Ir desde el borde de la cámara a coger la columna de 9 cajas	5	4	2	0	5	5	0	0	0	0	0	2	23
		Llevar la columna de cajas al borde de la cámara	5	4	2	0	5	5	0	0	0	0	0	2	23
		Coger la caja y vaciarla hacia las mesas acanaladas	5	4	2	2	5	0	25	2	0	0	0	2	47
	B	Coger la pota y empujarla a la mesa de los fileteros	5	4	2	0	0	0	2	0	0	0	0	2	15
	C	Dividir la pota, seleccionar y clasificar según calidad y tamaño	5	4	2	0	0	0	0	2	0	0	4	2	19
	D	Llevar el dino a la balanza plataforma	5	4	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	13
		Pesar y registrar el dino en la computadora	5	4	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	13
Llevar el dino con tubos a la línea de tratamiento primario		5	4	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	13	
Sala primaria	E	Abastecer la mesa de fileteros con tubos de pota	5	4	2	2	0	0	1	0	0	0	0	2	16
		Cortar y abrir el tubo de la pota para darle la forma de un manto	5	4	2	0	0	0	0	2	0	0	1	2	16
		Limpiar el manto quitándole las tripas y vísceras de su interior	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13
	F	Sacarle la piel al manto	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13
	G	Sacarle la membrana al manto	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13
		Limpiar el manto	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13
	H	Dividir el manto en dos	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13
I	Llevar los filetes limpios en dinos a la sala de laminado	5	4	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	13	
Laminado	J	Abastecer la laminadora con los filetes limpios	5	4	2	2	0	2	0	0	0	0	0	2	17
	K	Acomodar filete en la compuerta de la laminadora	5	4	2	0	0	2	0	2	0	0	0	2	17
		Laminado del filete	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	L	Llevar los filetes laminados en cajas a las canastillas de acero	5	4	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	15
Vaciar los filetes a las canastillas de acero		5	4	2	2	0	2	19	0	0	0	0	2	36	
Cocinado	M	Llevar canastilla de acero a la sala de cocinado	5	4	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	15
		Llevar canastilla de acero a la olla industrial	5	4	2	0	5	2	0	2	0	0	0	0	20
	N	Cocinar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	O	Llevar canastilla de acero a olla de enfriado	5	4	2	0	5	2	0	2	0	0	0	0	20
		Enfriar en la olla de enfriado	5	4	2	0	5	2	0	0	0	0	0	0	18
Llevar canastilla de acero encima de dinos		5	4	2	0	5	2	0	2	0	0	0	0	20	
	Abrir piso de la canastilla de acero	5	4	2	0	5	2	0	0	0	0	0	0	18	

Área	Operación	Elementos	Constantes		Variables									Σ (%)	
			NP	BF	TP	PA	CA	IL	UF	TV	TA	TM	MM		MF
C	O	Vaciar los filetes precocidos a los dinos	5	4	2	2	5	2	0	0	0	0	0	0	20
EF	P	Llevar filetes precocidos en dinos a la sala de enfriado	5	4	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	13
	Q	Enfriar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Envasado	R	Llevar filetes precocidos a la sala de envasado	5	4	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	13
		Poner filetes precocidos en canastillas de plástico	5	4	2	2	0	0	3	0	0	0	1	2	19
		Empujar canastillas hacia la pesadora	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13
	S	Pesar canastilla	5	4	2	0	0	0	3	2	0	0	1	2	19
		Empujar canastillas a la siguiente mesa	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	T	Coger agua clorada en tina y vaciarla hacia el filete precocido	5	4	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	15
		Llevar los filetes precocidos hacia las envasadoras	5	4	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	14
	U	Ir a traer aro de acero y ponerlo sobre la mesa	5	4	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12
		Ir a traer lamina y colocarla en el interior del aro	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
		Envasar filetes precocidos dentro del aro	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13
		Cubrir el envasado con la lamina	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13
	V	Coger el filete envasado y colocarlo sobre una parihuela	5	4	2	2	0	0	6	0	0	0	0	2	21
Llevar parihuela hacia la placa de congelamiento		5	4	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	13	
Empaque	W	Cargar la placa con los aros envasados	5	4	2	2	0	0	6	0	0	0	0	2	21
	X	Congelamiento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Y	Descargar aro en parihuela	5	4	2	2	0	0	6	0	0	0	0	2	21
		Llevar parihuela con aros congelados a desblocadora	5	4	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	13
	Z	Colocar aro a la desblocadora	5	4	2	2	0	0	6	0	0	0	0	2	21
		Desbloquear aro congelado	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13
	AA	Poner bolsa trasparente al block	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13
	BB	Amarrar bolsa transparente al block	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13
		Colocar tres block de filete precocido en un saco	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13
CC	Coser el saco con la aguja y rafia	5	4	2	0	0	0	0	2	0	0	0	2	15	

Fuente: elaboración propia

Tabla 16. Determinación de los tiempos estándar de cada elemento

Tiempo estándar de cada elemento				
Operación	Elemento	Tiempo normal (s)	Suplementos	Tiempo estándar (s)
A	Ir desde el borde de la cámara a coger la columna de 9 cajas	7.57	1.23	9.31
	Llevar la columna de cajas al borde de la cámara	11.29	1.23	13.89
	Coger la caja y vaciarla hacia las mesas acanaladas	3.27	1.47	4.81
B	Coger la pota y empujarla a la mesa de los fileteros	2.18	1.15	2.51
C	Dividir la pota, seleccionar y clasificar según calidad y tamaño	3.91	1.19	4.65
D	Llevar el dino a la balanza plataforma	20.10	1.13	22.71
	Pesar y registrar el dino en la computadora	7.55	1.13	8.53
	Llevar el dino con tubos a la línea de tratamiento primario	30.46	1.13	34.42
E	Abastecer la mesa de fileteros con tubos de pota	1.81	1.16	2.10
	Cortar y abrir el tubo de la pota para darle la forma de un manto	2.53	1.16	2.93
	Limpiar el manto quitándole las tripas y vísceras de su interior	5.23	1.13	5.91
F	Sacarle la piel al manto	4.07	1.13	4.60
G	Sacarle la membrana al manto	10.89	1.13	12.31
	Limpiar el manto	19.08	1.13	21.56
H	Dividir el manto en dos	4.26	1.13	4.81
I	Llevar los filetes limpios en dinos a la sala de laminado	35.29	1.13	39.88
J	Abastecer la laminadora con los filetes limpios	2.01	1.17	2.35
K	Acomodar filete en la compuerta de la laminadora	1.26	1.17	1.47
	Laminado del filete	9.94	1	9.94
L	Llevar los filetes laminados en cajas a las canastillas de acero	3.01	1.15	3.46
	Vaciar los filetes a las canastillas de acero	2.57	1.36	3.50
M	Llevar canastilla de acero a la sala de cocinado	30.25	1.15	34.79
	Llevar canastilla de acero a la olla industrial	18.24	1.20	21.89
N	Cocinar	720	1	720
O	Llevar canastilla de acero a olla de enfriado	43.94	1.20	52.73
	Enfriar en la olla de enfriado	4.56	1.18	5.38

Operación	Elemento	Tiempo normal (s)	Suplementos	Tiempo estándar (s)
O	Llevar canastilla de acero encima de dinos	12.21	1.20	14.65
	Abrir piso de la canastilla de acero	2.65	1.18	3.13
	Vaciar los filetes precocidos a los dinos	9.90	1.20	11.88
P	Llevar filetes precocidos en dinos a la sala de enfriado	35.88	1.13	40.54
Q	Enfriar	1200	1	1200
R	Llevar filetes precocidos a la sala de envasado	47.68	1.13	53.88
	Poner filetes precocidos en canastillas de plástico	10.10	1.19	12.02
	Empujar canastillas hacia la pesadora	2.93	1.13	3.31
S	Pesar canastilla	8.82	1.19	10.50
	Empujar canastillas a la siguiente mesa	1.71	1.11	1.90
T	Coger agua clorada en tina y vaciarla hacia el filete precocido	2.70	1.15	3.11
	Llevar los filetes precocidos hacia las envasadoras	2.51	1.14	2.86
U	Ir a traer aro de acero y ponerlo sobre la mesa	8.79	1.12	9.84
	Ir a traer lamina y colocarla en el interior del aro	6.93	1.11	7.69
	Envasar filetes precocidos dentro del aro	52.64	1.13	59.48
	Cubrir el envasado con la lamina	7.36	1.13	8.32
V	Coger el filete envasado y colocarlo sobre una parihuela	4.67	1.21	5.65
	Llevar parihuela hacia la placa de congelamiento	62.35	1.13	70.46
W	Cargar la placa con los aros envasados	5.75	1.21	6.96
X	Congelamiento	9900	1	9900
Y	Descargar aro en parihuela	5.44	1.21	6.58
	Llevar parihuela con aros congelados a desblocadora	42.08	1.13	47.55
Z	Colocar aro a la desblocadora	3.33	1.21	4.03
	Desbloquear aro congelado	1.56	1.13	1.76
AA	Poner bolsa trasparente al block	7.35	1.13	8.31
BB	Amarrar bolsa transparente al block	9.24	1.13	10.44
	Colocar tres block de filete precocido en un saco	10.93	1.13	12.35
CC	Coser el saco con la aguja y rafia	29.25	1.15	33.64

3.2.3. Productividad de la línea actual

La productividad mide el grado de utilización de los recursos para elaboración de un producto. En este caso se medirá la productividad respecto a las horas hombre trabajadas en una producción y al costo de mano obra empleada.

La estimación se calculara en base a 28 TM de materia prima, que es la cantidad que una cámara puede traer en las 900 cajas (una cámara trae 20 filas de 5 columnas en todo su largo y además cada columna tiene 9 cajas).

Tabla 17. Determinación de las horas hombre trabajadas para procesar 28 TM de pota

Elementos	Tiempo (s)	N° veces	Tiempo total (h)
Ir desde el borde de la cámara a coger la columna de 9 cajas	9.31	100	0.52
Llevar la columna de cajas al borde de la cámara	13.89	100	0.77
Coger la caja y vaciarla hacia las mesas acanaladas	4.81	900	2.41
Coger la pota y empujarla a la mesa de los fileteros	2.51	3295	2.30
Dividir la pota, seleccionar y clasificar según calidad y tamaño	4.65	3295	4.26
Llevar el dino a la balanza plataforma	22.71	23	0.15
Pesar y registrar el dino en la computadora	8.53	23	0.05
Llevar el dino con tubos a la línea de tratamiento primario	34.42	23	0.22
Abastecer la mesa de fileteros con tubos de pota	2.10	3295	1.92
Cortar y abrir el tubo de la pota para darle la forma de un manto	2.93	3295	2.68
Limpiar el manto quitándole las tripas y vísceras de su interior	5.91	3295	5.41
Sacarle la piel al manto	4.60	3295	4.21
Sacarle la membrana al manto	12.31	3295	11.27
Limpiar el manto	21.56	3295	19.73
Dividir el manto en dos	4.81	3295	4.40
Llevar los filetes limpios en dinos a la sala de laminado	39.88	20	0.22
Abastecer la laminadora con los filetes limpios	2.35	6590	4.30
Acomodar filete en la compuerta de la laminadora	1.47	6590	2.69
Laminado del filete (no ocupa horas hombre)	-	-	-
Llevar los filetes laminados en cajas a las canastillas de acero	3.46	412	0.40
Vaciar los filetes a las canastillas de acero	3.50	412	0.40
Llevar canastilla de acero a la sala de cocinado	34.79	32	0.31
Llevar canastilla de acero a la olla industrial	21.89	32	0.19
Cocinar (no ocupa horas hombre)	-	-	-
Llevar canastilla de acero a olla de enfriado	52.73	32	0.47
Enfriar en la olla de enfriado	5.38	32	0.05
Llevar canastilla de acero encima de dinos	14.65	32	0.13
Abrir piso de la canastilla de acero	3.13	32	0.03
Vaciar los filetes precocidos a los dinos	11.88	32	0.11
Llevar filetes precocidos en dinos a la sala de enfriado	40.54	22	0.25
Enfriar (no ocupa horas hombre)	-	-	-
Llevar filetes precocidos a la sala de envasado	53.88	22	0.33
Poner filetes precocidos en canastillas de plástico	12.02	412	1.38
Empujar canastillas hacia la pesadora	3.31	412	0.38
Pesar canastilla	10.50	412	1.20
Empujar canastillas a la siguiente mesa	1.90	412	0.22

Operación	Tiempo (s)	N° veces	Tiempo total (h)
Coger agua clorada en tina y vaciarla hacia el filete precocido	3.11	412	0.36
Llevar los filetes precocidos hacia las envasadoras	2.86	412	0.33
Ir a traer aro de acero y ponerlo sobre la mesa	9.84	412	1.13
Ir a traer lamina y colocarla en el interior del aro	7.69	412	0.88
Envasar filetes precocidos dentro del aro	59.48	412	6.81
Cubrir el envasado con la lamina	8.32	412	0.95
Coger el filete envasado y colocarlo sobre una parihuela	5.65	412	0.65
Llevar parihuela hacia la placa de congelamiento	70.46	7	0.14
Cargar la placa con los aros envasados	6.96	412	0.80
Congelamiento (no ocupa horas hombre)	-	-	-
Descargar aro en parihuela	6.58	412	0.75
Llevar parihuela con aros congelados a desblocadora	47.55	7	0.09
Colocar aro a la desblocadora	4.03	412	0.46
Desbloquear aro congelado	1.76	412	0.20
Poner bolsa trasparente al block	8.31	412	0.95
Amarrar bolsa transparente al block	10.44	412	1.19
Colocar tres block de filete precocido en un saco	12.35	138	0.47
Coser el saco con la aguja y rafia	33.64	138	1.29
Total de horas-hombre trabajadas			90.81

Determinación de la productividad

$$Productividad = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Número de horas - hombre trabajadas}}$$

$$Productividad = \frac{138 \text{ sacos} \times 28.5 \text{ kg}}{90.81 \text{ h - hombre}} = 43.31 \frac{\text{kg}}{\text{horas hombre}}$$

Esta es la productividad en base a las horas hombre trabajadas.

A continuación se calculará la productividad respecto al costo de mano de obra directa empleada en el proceso; para ello es necesario crear una tabla que identifique las tareas, las cuales tienen una tarifa de costo, con los elementos de trabajo que abarca.

Cabe mencionar que la tarifa empleada para costear la mano de obra es el precio asignado para toda la cuadrilla que realiza una tarea específica, es decir, la cantidad avanzada por la cuadrilla multiplicada por el costo de la tarifa da como resultado un costo total, el cual será distribuido equitativamente por las personas que integran el grupo de trabajo.

Tabla 18. Identificación de los elementos con sus tareas correspondientes

Tarea	Elementos
Descarga	Ir desde el borde de la cámara a coger la columna de 9 cajas
	Llevar la columna de cajas al borde de la cámara

Tarea	Elementos
Descarga	Coger la caja y vaciarla hacia las mesas acanaladas
	Coger la pota y empujarla a la mesa de los fileteros
Fileteado	Dividir la pota, seleccionar y clasificar según calidad y tamaño
Descarga	Llevar el dino a la balanza plataforma
	Pesar y registrar el dino en la computadora
	Llevar el dino con tubos a la línea de tratamiento primario
Fileteado	Abastecer la mesa de fileteros con tubos de pota
	Cortar y abrir el tubo de la pota para darle la forma de un manto
	Limpieza el manto quitándole las tripas y vísceras de su interior
Lavado	Sacarle la piel al manto
	Sacarle la membrana al manto
	Limpieza el manto
	Dividir el manto en dos
Apoyo fil.	Llevar los filetes limpios en dinos a la sala de laminado
Laminado	Abastecer la laminadora con los filetes limpios
	Acomodar filete en la compuerta de la laminadora
	Laminado del filete (no ocupa horas hombre)
	Llevar los filetes laminados en cajas a las canastillas de acero
	Vaciar los filetes a las canastillas de acero
Cocinado	Llevar canastilla de acero a la sala de cocinado
	Llevar canastilla de acero a la olla industrial
	Cocinar (no ocupa horas hombre)
	Llevar canastilla de acero a olla de enfriado
	Enfriar en la olla de enfriado
	Llevar canastilla de acero encima de dinos
	Abrir piso de la canastilla de acero
	Vaciar los filetes precocidos a los dinos
Enfriado	Llevar filetes precocidos en dinos a la sala de enfriado
	Enfriar (no ocupa horas hombre)
Apoyo env.	Llevar filetes precocidos a la sala de envasado
	Poner filetes precocidos en canastillas de plástico
	Empujar canastillas hacia la pesadora
Pesado	Pesar canastilla
	Empujar canastillas a la siguiente mesa
Glaseado	Coger agua clorada en tina y vaciarla hacia el filete precocido
	Llevar los filetes precocidos hacia las envasadoras
Envasado	Ir a traer aro de acero y ponerlo sobre la mesa
	Ir a traer lamina y colocarla en el interior del aro
	Envasar filetes precocidos dentro del aro
	Cubrir el envasado con la lamina
Apoyo env.	Coger el filete envasado y colocarlo sobre una parihuela
	Llevar parihuela hacia la placa de congelamiento
Empaque	Cargar la placa con los aros envasados
	Congelamiento (no ocupa horas hombre)
	Descargar aro en parihuela
	Llevar parihuela con aros congelados a desblocadora
	Colocar aro a la desblocadora
	Desbloquear aro congelado
	Poner bolsa transparente al block
	Amarrar bolsa transparente al block
	Colocar tres block de filete precocido en un saco
Coser el saco con la aguja y rafia	

Tabla 19. Determinación costo de mano de obra para procesar 28 TM de pota

Tarea	Cantidad trabajada (TM)	Tarifa por cuadrilla (soles/TM)	Costo total de mano de obra (S/.)
Descarga	14	7.18	100.52
Fileteado	14	22.15	310.10
Apoyo fil.	14	3.79	53.06
Lavado	11.2	51.13	572.66
Laminado	11.2	16	179.20
Cocinado	3.93	26.58	104.46
Enfriado	3.93	7.19	28.26
Pesado	3.93	3.99	15.68
Envasado	3.93	15.95	62.68
Glaseado	3.93	5.32	20.91
Apoyo env.	3.93	10.81	42.48
Congelado	3.93	2.16	8.49
Empaque	3.93	30.93	121.55
Total costo de mano de obra			1620.05

El costo de mano de obra incluye los beneficios que por ley se le da al trabajador.

El costo de mano de obra del filete precocido parte con la descarga de pota pero como tubo, entonces como el tubo es el 50% de la pota se considera 14 TM de tubo.

Determinación de la productividad

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Costo\ de\ mano\ de\ obra}$$

$$Productividad = \frac{3933}{1620.05} = 2.43 \frac{kg}{soles\ de\ mano\ de\ obra}$$

3.3. Mejora de operaciones individuales

3.3.1. Análisis y propuestas de mejoras de las operaciones individuales

Área de recepción

Proceso actual

Esta área cuenta con una mesa acanalada de inicio del proceso en donde se realiza la operación de empuje de la pota, como se puede apreciar en la figura 15; las dos personas que se encargan de esta operación son las que están entre las dos personas que están vaciando la pota y las tres personas que están con uniforme blanco. Esta mesa es importante en el proceso de descarga ya que dispersa el hielo que contienen las cajas al momento de vaciar la pota.

En el caso de no existir una mesa inicio, el vaciado de la pota se produciría directamente en la mesa de fileteros, dando lugar a que el hielo ingrese de manera intencional o no intencional a los dinos, reportando pesos falsos de materia prima.



Figura 15. Recepción de la materia prima, proceso de vaciado, empujado y seccionado de la pota.
Fuente: elaboración propia

Propuesta 1

Se propone diseñar un sistema automatizado que reemplace la mesa acanalada y a las dos personas que realizan la operación de empuje. Este mecanismo que muestra la figura 16 consistiría en tres etapas:

- La primera consiste en recibir la materia prima mediante acumuladores de superficie amallada, que cumpla la función de drenar el hielo que cae después del vaciado.
- La segunda etapa consiste en transportar y elevar la materia prima que está en los acumuladores mediante fajas.
- La tercera etapa consta de un tobogán y un acumulador de pota, para que los fileteros se autoabastezcan.

Propuesta 2

Para evitar recorridos demasiados largos desde la balanza de pesado hasta la línea donde empieza el fileteado-eviscerado en la sala primaria, se plantea la idea de realizar la salida de los dinos de la zona de recepción por otra puerta, de manera que la línea de fileteado, eviscerado, pelado y lavado (tratamiento primario) esté lo más cerca posible a la operación de pesado. La figura 22, mediante un diagrama de recorrido, muestra la nueva disposición en las áreas propuesta.

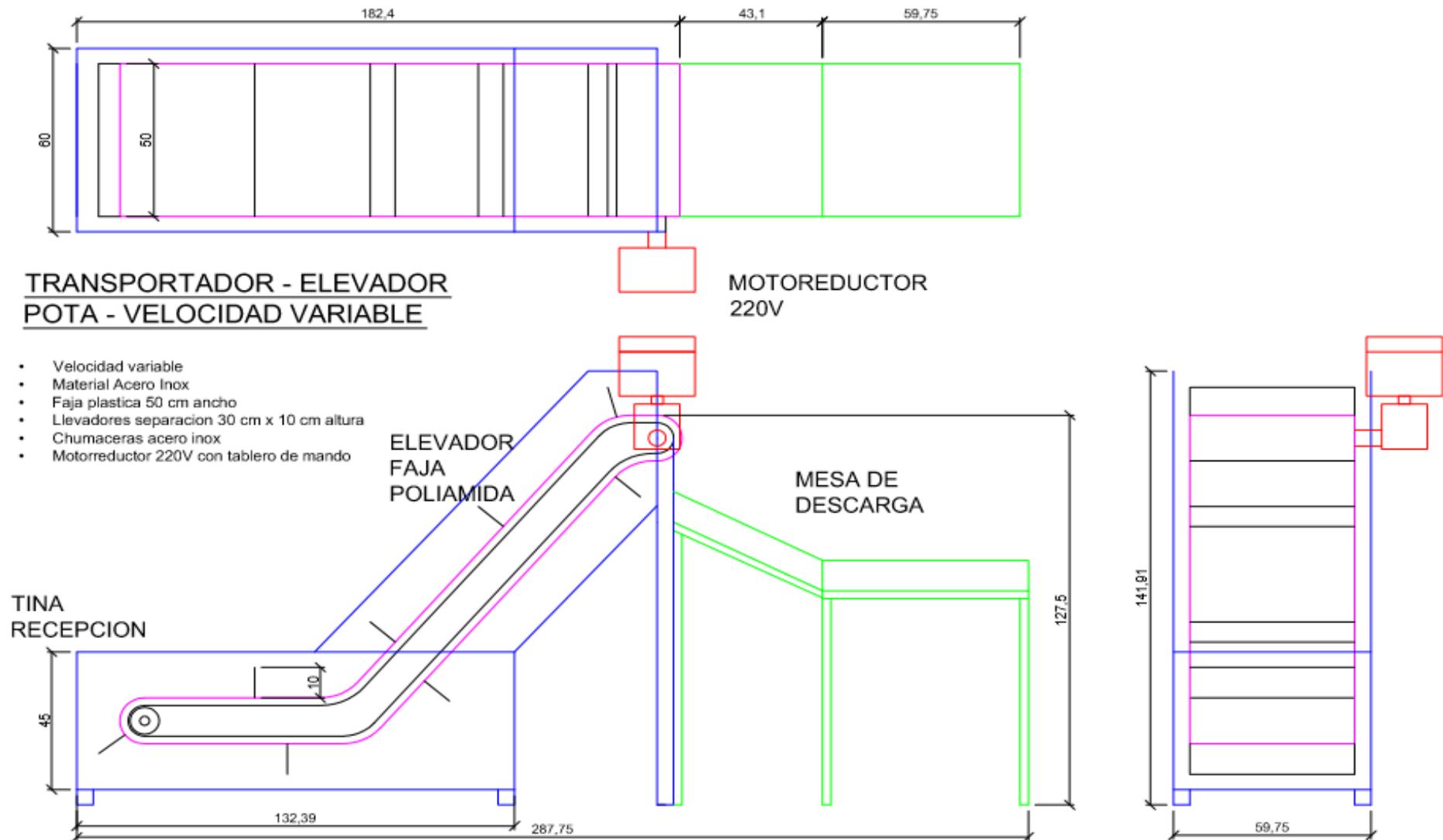


Figura 16. Diseño del sistema automatizado para el área de recepción
Fuente: elaboración propia

Área de sala primaria y área de laminado

Proceso actual

Actualmente ambas áreas de trabajo están demasiadas separadas, haciendo que los recorridos para pasar los materiales sean muy largos.

El área de sala primaria tiene una línea de proceso en donde se unen las operaciones de: fileteado, eviscerado, pelado y lavado tal como se ve en la figura 17.



Figura 17. Línea del proceso del fileteado, eviscerado, pelado y lavado
Fuente: elaboración propia

El área de laminado cuenta con una laminadora de doble cuchilla, por donde se introducen los filetes de espesor natural para obtener filetes de espesor más delgados. Esta máquina tiene la desventaja que las cuchillas se regulan a una altura no inferior a 0.7 cm respecto a la superficie de la faja. Esta forma de trabajo hace que el filete limpio pase por la laminadora con la telilla (grasa) hacia arriba para obtener la primera (primer filete de la parte inferior) y la segunda (segundo filete que está encima de la primera) con espesores deseados. Esto hace a la vez, que el espesor de la tercera (recorte o grasa retirada) no se pueda controlar debido a que el espesor total del filete varía considerablemente. Como consecuencia de no aprovechar al máximo el filete, hace que el rendimiento del filete precocado respecto al tubo sea de un 28% en promedio.

La figura 18 muestra la manera en la que es colocado un filete en la laminadora y los dos cortes que se realiza para obtener los filetes de espesor más delgado y la figura 19 muestra el área de laminado con la máquina durante el proceso.

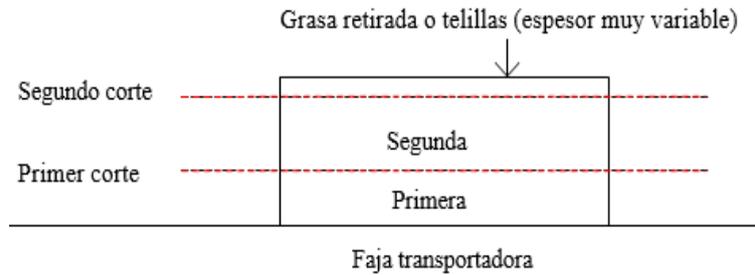


Figura 18. Cortes realizado al filete limpio en la laminadora
Fuente: Elaboración propia



Figura 19. Proceso de laminado
Fuente: elaboración propia

Propuesta 3

Se propone formar dos líneas, de tres cuartos de longitud de la línea actual, para el proceso de fileteado, pelado y lavado (tratamiento primario).

Se implantarían dos máquinas peladoras en cada línea, entre el proceso de tratamiento primario y el proceso de laminado. Estas máquinas poseen la ventaja que las alturas de corte se pueden regular a escalas pequeñas respecto a la superficie de la faja. Esta forma de trabajo hará que los rendimientos de los filetes sean mayores al trabajo anterior, ya que la primera y la segunda peladora se regularían para que los cortes quiten la membrana y la telilla respectivamente (residuos) con pequeños espesores, obteniendo un filete completamente blanco para que luego la laminadora se encargue de generar filetes de los espesores deseados.

Se puede observar en la figura 20 la secuencia de los cortes del filete (la raya roja indica dónde se realiza el corte).

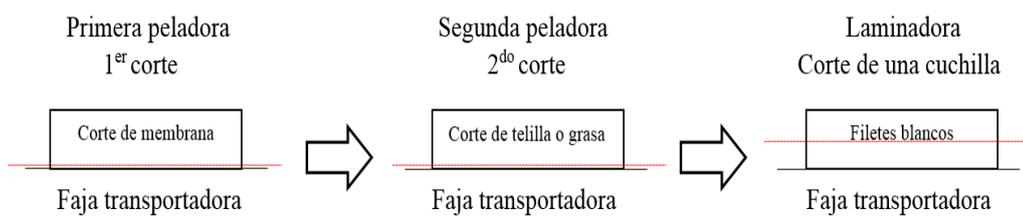


Figura 20. Secuencia de corte del filete en las peladoras y laminadora.
Fuente: elaboración propia

A continuación, en la figura 21 se mostrará un balance de materia con esta nueva forma de trabajo para obtener el nuevo rendimiento del filete precocido. La primera y segunda peladora se han configurado para que en el primer y segundo corte se obtengan recortes de 0.1 cm de espesor (parte de la membrana y de la telilla).

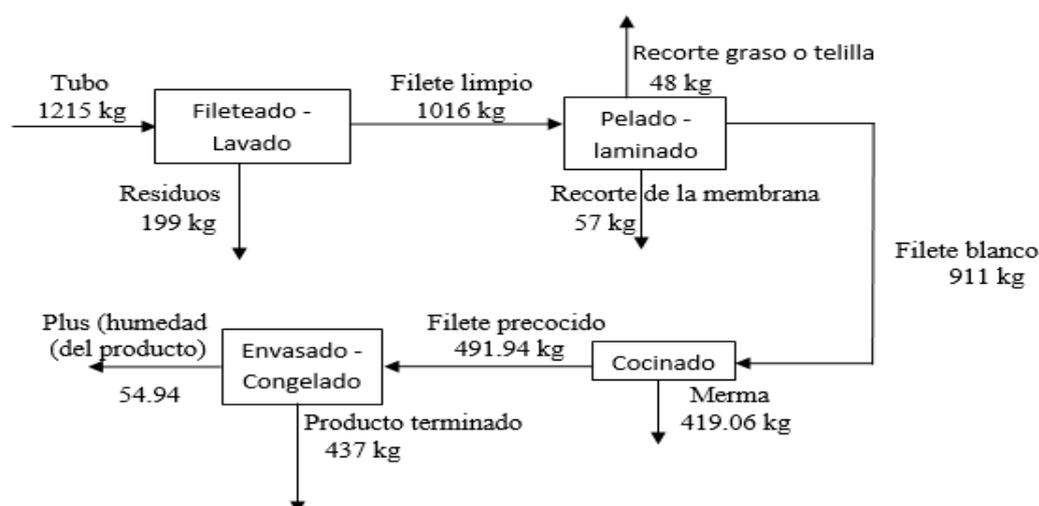


Figura 21. Balance de materia del filete precocido con las peladoras.
Fuente: Elaboración propia

$$\eta = \frac{437}{1215} = 35.97 \%$$

Entonces con este balance de materia se obtiene un rendimiento del filete precocido de 35.97 %, que es mayor al 28 % utilizando solo la laminadora de doble cuchilla.

Es necesario hacer mención que para este balance, el filete fresco tuvo una humedad del 80.90 %.

Paralelamente a la implementación de las máquinas se estaría eliminando por completo el elemento “sacarle la membrana al manto” de la operación de lavado (ver página 49); esto hará que el precio de la tarifa para la cuadrilla disminuya, logrando reducir costos.

La implementación de la nueva disposición en las áreas de trabajo (Propuesta 2) aumentaría la capacidad de proceso en la sala primaria, y a la vez, la capacidad de producción en el área de cocina, tal y como lo muestra la figura 22.

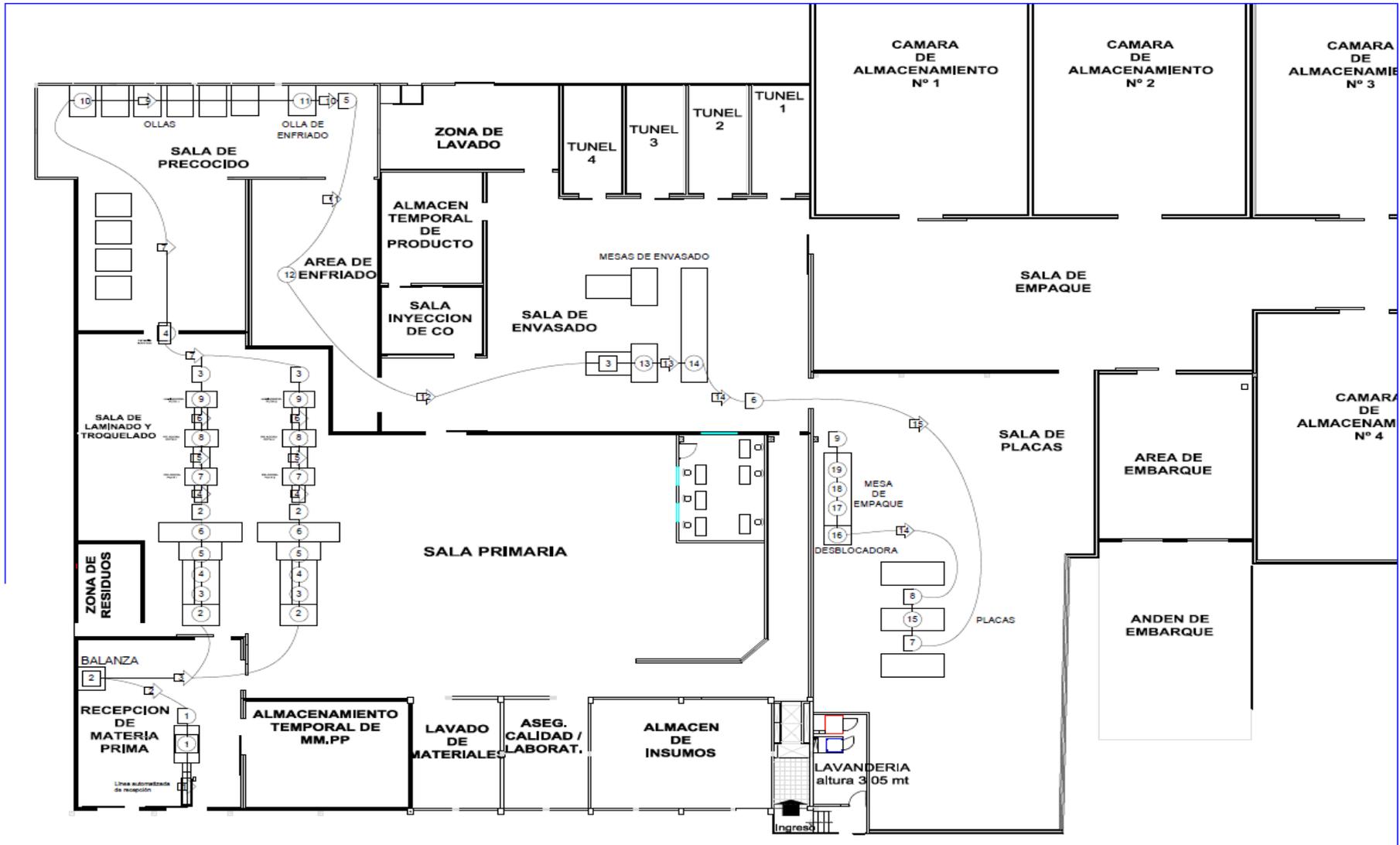


Figura 22. Disposición de planta mejorada y diagrama de recorrido.
Fuente: elaboración propia

3.3.2. Determinación de los tiempos estándar individuales después de las mejoras

En el área de recepción

A. La máquina automatizada será diseñada para alcanzar una velocidad 10 % mayor a la velocidad de alimentación, es decir, a la velocidad que alcanza la operación de vaciado de pota. A continuación se realizará los cálculos para hallar la velocidad de la faja en el sistema mecanizado:

- Ir a ver la columna de 9 cajas con 32 potas: 9.31 s, entonces $9.31/33 = 0.28$ s/u

- Llevar la columna al borde de la cámara: 13.89 s, entonces $13.89/33 = 0.42$ s/u

- Vaciar una caja con 3.5 potas en promedio: 4.81 s, entonces $4.81/3.5 = 1.37$ s/u

- Tiempo de la operación de vaciado: $0.28 + 0.42 + 1.37 = 2.07$ s/pota

Velocidad de la operación de vaciado: $1/2.07 = 0.48$ pota/s

Entonces la velocidad de la máquina será: $0.48 \times 1.10 = 0.53$ pota/s o el tiempo que debe tomar para cada pota es de 1.89 s.

B. Solo se tomarán los nuevos tiempos de los elementos: llevar el dino a la balanza plataforma y llevar el dino con tubos a la línea de tratamiento primario, en la operación de pesar los tubos y llevarlos a la sala de proceso, ya que la longitud de la máquina de aproximadamente 3 m de longitud y la nueva puerta de salida con la cercanía de las líneas de tratamiento primario harán que los recorridos sean muchos menores y por tanto harán que el tiempo empleado disminuya.

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento: Producción – Área de recepción						Estudio núm.: 26			Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Pesar los tubos y llevarlos a la sala de proceso.						Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga							
Instalación/máquina: Recepción de materia prima.						Fecha:							
Herramientas y materiales: Balanza plataforma, dinos y estoca.						Operario:							
Producto: Filete precocido						Material: Tubo de pota			Comprobado:				
E1: Llevar el dino a la balanza plataforma E2: Pesar y registrar el dino en la computadora E3: Llevar el dino con tubos a la línea de tratamiento primario													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	17.23	17.34	18.12	15.75	21.16	19.76	20.82	19.97	20.62	21.12			
E2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E3	22.95	27.15	25.51	20.96	21.16	23.87	23.41	25.67	24.85	27.30			

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	191.89	36821.77	3715.66	14.55
E3	242.83	58966.41	5941.22	12.10

Elemento	Tiempos observados					TP	V	TN
	1	2	3	4	5			
E1	21.62	19.73	16.62	18.71	17.65	19.08	0.95	18.13
E2	-	-	-	-	-	-	-	-
E3	24.74	26.52	23.61	20.75	23.99	24.16	0.95	22.95

	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	V
E1	-0.05	-0.04	0.06	-0.02	1-0.05 = 0.95
E2	-	-	-	-	-
E3	-0.05	-0.04	0.06	-0.02	1-0.05 0.95

Suplementos de los elementos													
Elemento	Constantes		Variables										\sum (%)
	NP	BF	TP	PA	CA	IL	UF	TV	TA	TM	MM	MF	
E1	5	4	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	13
E2	5	4	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	13

Área de proceso primario y mecanizado

Solo se tomarán los tiempos de las operaciones para la línea de las peladoras.

A. Quitar la membrana al filete

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Dpto. Producción – Área de proceso primario-laminado							Estudio núm.: 28		Hoja núm.: 1 de 1				
Operación: Quitar la membrana al filete							Observado por: Darwin Christian Chiroque Luzuriaga						
Instalación/máquina: Peladora de una cuchilla.							Fecha:						
Herramientas y materiales: Chute de recepción donde se coloca los filetes lavados							Operario:						
Producto: Filete precocido							Material: Filete lavado			Comprobado:			
E1: Acomodar filete en la compuerta de la peladora 1 E2: Quitar la membrana al filete													
Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	2.50	1.88	2.13	1.81	1.88	1.62	2.00	1.69	1.83	1.61			
E2	5.95	5.67	5.88	4.91	5.01	5.50	5.38	5.54	5.23	5.62			

Elemento	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	n
E1	18.95	359.10	36.55	28.52
E2	54.69	2991.00	300.16	5.67

Elemento	Tiempos observados										TP	V	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
E1	2.11	1.59	2.03	1.63	1.94	1.73	1.58	1.60	1.52	1.45			
E1	1.34	1.48	1.54	1.39	1.47	1.63	1.59	1.39	1.45		1.70	0.99	1.68
E2	5.69	5.89	5.72	5.76	5.62	5.42	5.53	5.46	5.23	5.32			
E2	5.67	5.90	5.85	5.28	5.54	5.30	5.94	5.76	5.64		5.56	1	5.56

Tabla 20. Determinación de los tiempos estándar de cada elemento del proceso mejorado

Tiempo estándar de cada elemento				
Operación	Elemento	Tiempo normal (s)	Suplementos	Tiempo estándar
A	Ir desde el borde de la cámara a coger la columna de 9 cajas	7.57	1.23	9.31
	Llevar la columna de cajas al borde de la cámara	11.29	1.23	13.89
	Coger la caja y vaciarla al acumulador	3.27	1.47	4.81
B	Transportar la pota hacia los fileteros	2.94	1	2.94
C	Dividir la pota, seleccionar y clasificar según calidad y tamaño	3.91	1.19	4.65
D	Llevar el dino a la balanza plataforma	18.13	1.13	20.47
	Pesar y registrar el dino en la computadora	7.55	1.13	8.53
	Llevar el dino con tubos hacía el tratamiento primario	22.95	1.13	25.93
E	Abastecer la mesa de fileteros con tubos de pota	1.81	1.16	2.10
	Cortar y abrir el tubo de la pota para darle la forma de un manto	2.53	1.16	2.93
	Limpiar el manto quitándole las tripas y vísceras de su interior	5.23	1.13	5.91
F	Sacarle la piel al manto	4.07	1.13	4.60
G	Limpiar el manto	19.08	1.13	21.56
H	Dividir el manto en dos	4.26	1.13	4.81
I	Acomodar filete en la compuerta de la peladora 1	1.68	1.17	1.95
	Quitar la membrana al filete	5.56	1	5.56
J	Acomodar filete en la compuerta de la peladora 2	1.65	1.17	1.93
	Quitar la telilla o grasa al filete	5.57	1	5.57
K	Acomodar filete en la compuerta de la laminadora	1.26	1.17	1.47
	Laminado del filete	9.94	1	9.94
L	Llevar los filetes laminados en cajas a las canastillas de acero	3.01	1.15	3.46
	Vaciar los filetes a las canastillas de acero	2.57	1.36	3.50
M	Llevar canastilla de acero a la sala de cocinado	30.25	1.15	34.79
	Llevar canastilla de acero a la olla industrial	18.24	1.20	21.89
N	Cocinar	720	1	720
O	Llevar canastilla de acero a olla de enfriado	43.94	1.20	52.73
	Enfriar en la olla de enfriado	4.56	1.18	5.38

Operación	Elemento	Tiempo normal (s)	Suplementos	Tiempo estándar (s)
O	Llevar canastilla de acero encima de dinos	12.21	1.20	14.65
	Abrir piso de la canastilla de acero	2.65	1.18	3.13
	Vaciar los filetes precocidos a los dinos	9.90	1.20	11.88
P	Llevar filetes precocidos en dinos a la sala de enfriado	35.88	1.13	40.54
Q	Enfriar	1200	1	1200
R	Llevar filetes precocidos a la sala de envasado	47.68	1.13	53.88
	Poner filetes precocidos en canastillas de plástico	10.10	1.19	12.02
	Empujar canastillas hacia la pesadora	2.93	1.13	3.31
S	Pesar canastilla	8.82	1.19	10.50
	Empujar canastillas a la siguiente mesa	1.71	1.11	1.90
T	Coger agua clorada en tina y vaciarla hacia el filete precocido	2.70	1.15	3.11
	Llevar los filetes precocidos hacia las envasadoras	2.51	1.14	2.86
U	Ir a traer aro de acero y ponerlo sobre la mesa	8.79	1.12	9.84
	Ir a traer lamina y colocarla en el interior del aro	6.93	1.11	7.69
	Envasar filetes precocidos dentro del aro	52.64	1.13	59.48
	Cubrir el envasado con la lamina	7.36	1.13	8.32
V	Coger el filete envasado y colocarlo sobre una parihuela	4.67	1.21	5.65
	Llevar parihuela hacia la placa de congelamiento	62.35	1.13	70.46
W	Cargar la placa con los aros envasados	5.75	1.21	6.96
X	Congelamiento	9900	1	9900
Y	Descargar aro en parihuela	5.44	1.21	6.58
	Llevar parihuela con aros congelados a desblocadora	42.08	1.13	47.55
Z	Colocar aro a la desblocadora	3.33	1.21	4.03
	Desbloquear aro congelado	1.56	1.13	1.76
AA	Poner bolsa trasparente al block	7.35	1.13	8.31
BB	Amarrar bolsa transparente al block	9.24	1.13	10.44
	Colocar tres block de filete precocido en un saco	10.93	1.13	12.35
CC	Coser el saco con la aguja y rafia	29.25	1.15	33.64

3.3.3. Cálculo de la mejora de la productividad después de las mejoras

Para realizar una comparación con la productividad antes de las mejoras, se tomará como base 28 TM de materia prima para el proceso.

En este caso, el rendimiento del filete será mayor debido al nuevo sistema en el área de laminado. Esto se ve reflejado después del laminado, ya que cada caja se llena con 24 filetes, en comparación del proceso anterior que se llenaba con 32 filetes, debido al menor aprovechamiento del filete que hacía que este pese menos.

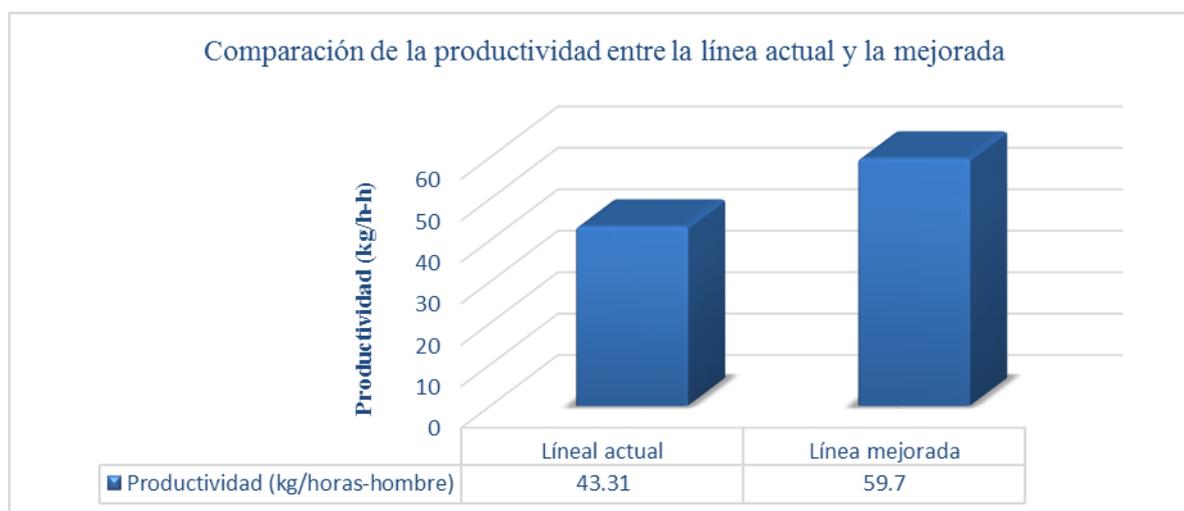
Tabla 21. Determinación de las horas hombre trabajadas para procesar 28 TM de pota

Elementos	Tiempo (s)	Nº veces	Tiempo total (h)
Ir desde el borde de la cámara a coger la columna de 9 cajas	9.31	100	0.52
Llevar la columna de cajas al borde de la cámara	13.89	100	0.77
Coger la caja y vaciarla hacia las mesas acanaladas	4.81	900	2.41
Transportar la pota hacia los fileteros (no ocupa horas hombre)	-	-	-
Dividir la pota, seleccionar y clasificar según calidad y tamaño	4.65	3295	4.26
Llevar el dino a la balanza plataforma	20.47	23	0.13
Pesar y registrar el dino en la computadora	8.53	23	0.05
Llevar el dino con tubos hacía el tratamiento primario	25.93	23	0.17
Abastecer la mesa de fileteros con tubos de pota	2.10	3295	1.92
Cortar y abrir el tubo de la pota para darle la forma de un manto	2.93	3295	2.68
Limpiar el manto quitándole las tripas y vísceras de su interior	5.91	3295	5.41
Sacarle la piel al manto	4.60	3295	4.21
Limpiar el manto y dividirlo	21.56	3295	19.73
Dividir el manto en dos	4.81	3295	4.40
Acomodar filete en la compuerta de la peladora 1	1.95	6590	3.57
Quitar la membrana al filete (no ocupa horas hombre)	-	-	-
Acomodar filete en la compuerta de la peladora 2	1.93	6590	3.53
Quitar la telilla o grasa al filete (no ocupa horas hombre)	-	-	-
Acomodar filete en la compuerta de la laminadora	1.47	6590	2.69
Laminado del filete	-	-	-
Llevar los filetes laminados en cajas a las canastillas de acero	3.46	550	0.53
Vaciar los filetes a las canastillas de acero	3.50	550	0.53
Llevar canastilla de acero a la sala de cocinado	34.79	43	0.42
Llevar canastilla de acero a la olla industrial	21.89	43	0.26
Cocinar (no ocupa horas hombre)	-	-	-
Llevar canastilla de acero a olla de enfriado	52.73	43	0.63
Enfriar en la olla de enfriado	5.38	43	0.06
Llevar canastilla de acero encima de dinos	14.65	43	0.17
Abrir piso de la canastilla de acero	3.13	43	0.04
Vaciar los filetes precocidos a los dinos	11.88	43	0.14
Llevar filetes precocidos en dinos a la sala de enfriado	40.54	29	0.33
Enfriar (no ocupa horas hombre)	-	-	-
Llevar filetes precocidos a la sala de envasado	53.88	29	0.43
Poner filetes precocidos en canastillas de plástico	12.02	550	1.84
Empujar canastillas hacia la pesadora	3.31	550	0.51
Pesar canastilla	10.50	550	1.60

Elementos	Tiempo (s)	N° veces	Tiempo total (h)
Empujar canastillas a la siguiente mesa	1.90	550	0.29
Coger agua clorada en tina y vaciarla hacia el filete precocido	3.11	550	0.48
Llevar los filetes precocidos hacia las envasadoras	2.86	550	0.44
Ir a traer aro de acero y ponerlo sobre la mesa	9.84	550	1.50
Ir a traer lamina y colocarla en el interior del aro	7.69	550	1.17
Envasar filetes precocidos dentro del aro	59.48	550	9.09
Cubrir el envasado con la lamina	8.32	550	1.27
Coger el filete envasado y colocarlo sobre una parihuela	5.65	550	0.86
Llevar parihuela hacia la placa de congelamiento	70.46	9	0.18
Cargar la placa con los aros envasados	6.96	550	1.06
Congelamiento (no ocupa horas hombre)	-	-	-
Descargar aro en parihuela	6.58	550	1.01
Llevar parihuela con aros congelados a desblocadora	47.55	9	0.12
Colocar aro a la desblocadora	4.03	550	0.62
Desbloquear aro congelado	1.76	550	0.27
Poner bolsa trasparente al block	8.31	550	1.27
Amarrar bolsa transparente al block	10.44	550	1.60
Colocar tres block de filete precocido en un saco	12.35	184	0.63
Coser el saco con la aguja y rafia	33.64	184	1.72
Total de horas-hombre trabajadas			87.52

Determinación de la productividad

$$Productividad = \frac{5225 \text{ kg}}{87.52 \text{ h} - \text{hombre}} = 59.70 \frac{\text{kg}}{\text{horas hombre}}$$



Gráfica 2. Comparación de la productividad entre la línea actual y la mejorada.
Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar existe un incremento del 37.84 %.

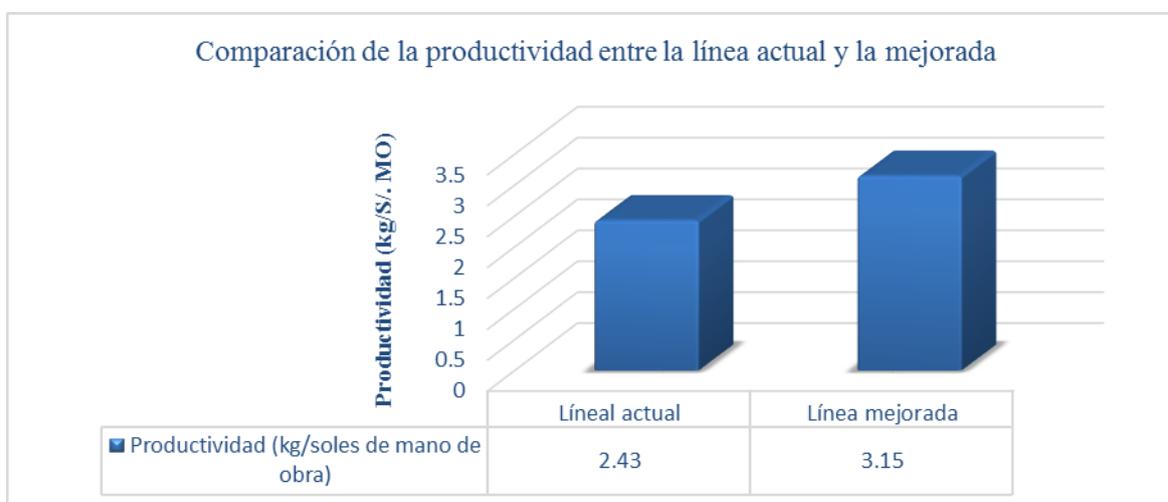
Como se eliminó la operación de empujado, la cuadrilla de 5 personas pasó a ser de 3; entonces la tarifa debería disminuir aplicando una regla de tres simple.

El apoyo de fileteado también se eliminó.

Tabla 22. Determinación costo de mano de obra para procesar 28 TM de pota

Tarea	Cantidad trabajada (T)	Tarifa por cuadrilla (soles/T)	Costo total de mano de obra (S/.)
Descarga	14	4.31	60.34
Fileteado	14	22.15	310.10
Lavado	11.2	51.13	572.66
Laminado	11.2	16	179.20
Cocinado	5.24	26.58	139.28
Enfriado	5.24	7.19	37.68
Pesado	5.24	3.99	20.91
Envasado	5.24	15.95	83.58
Glaseado	5.24	5.32	27.88
Apoyo env.	5.24	10.81	56.64
Congelado	5.24	2.16	11.32
Empaque	5.24	30.93	162.07
Total costo de mano de obra			1661.65

$$Productividad = \frac{5244}{1661.65} = 3.15 \frac{kg}{soles \text{ de mano de obra}}$$



Gráfica 3. Comparación de la productividad entre la línea actual y la mejorada.
Fuente elaboración propia.

Como se puede apreciar, el incremento de productividad respecto al costo de mano de obra es de un 30 %.

Capítulo 4

Balance de línea

4.5. Área de recepción, tratamiento primario y mecanizado

4.1.1. Determinación del tiempo máximo del ciclo

Tiempo disponible (TD) = 10 horas (36000 s)

Producción deseada (PD) = 900 sacos de filetes (28.5 kg/saco)

Tubo = 150 TM de pota \times 0.5 = 75 TM

- El rendimiento del tubo respecto a la pota es de 50 %; esto se vio en el capítulo 1, apartado 1.2.7.

Filete precocido = $75 \times 0.36 \times 0.95 = 25650 \text{ kg} \rightarrow 25650/28.5 = 900 \text{ sacos}$

- El rendimiento del filete precocido respecto al tubo es de 36 %; esto se vio mediante el balance de materia desarrollado en el capítulo 3, propuesta 3.

$$T_c = \frac{TD}{PD} = \frac{36000}{900} = 40 \text{ s/saco (Tiempo que debería terminar un saco)}$$

4.1.2. Determinación del número de estaciones de trabajo o de trabajadores

NE = Número teórico de estaciones de trabajo o de trabajadores

Σt = Tiempo estándar total requerido para la elaboración de una unidad

$$NE = \frac{\Sigma t}{T_c} = \frac{\Sigma t \times PD}{TD}$$

A continuación, se presentan algunos cálculos para determinar el tiempo necesario que tomará en hacer un saco de 28.5 kg de presentación de filete precocido. Como en el apartado 3.1.1, en las propuestas del área de sala primaria y laminado, mediante un balance de materia se determinó que el rendimiento del filete precocido respecto al tubo es de 35.97%, entonces:

$$\frac{28.5 \text{ kg PP.TT}}{0.3597} = 79.23 \text{ kg de tubo}$$

$$\frac{\text{kg de tubo}}{\text{Kg de pota}} = 0.5 \rightarrow \text{Kg de pota} = \frac{79.23}{0.5} = 158.46$$

Como cada pota pesa en promedio 8.5 kg, entonces se requiere de 19 potas (es conveniente redondear a la unidad superior debido a la merma de agua, hielo, tamaño de pota u otros factores que pueden existir).

Tomando los tiempos estándar de la tabla 19, para la elaboración de pota:

- Para ir a ver la columna de 9 cajas con aproximadamente 33 potas se demora 9.31s, entonces para 19 potas se demora 5.36 s (aplicando regla de tres simple).
- Para llevar la columna de cajas al borde de la cámara se demora 13.89 s, entonces para las 19 potas se demora 7.80 s.
- Para vaciar una caja se toma un tiempo de 4.81 s, como caja tiene aproximadamente 3.66 potas, entonces para vaciar 19 potas se demora 24.97 s.
- Para dividir, seleccionar y clasificar una pieza de pota es necesario invertir 4.65 s, entonces $19 \times 4.65 = 88.35$ s.
- Un dino lleno de tubo pesa en promedio 600 kg, entonces aproximadamente hay 141.18 tubos de pota en el dino ($600 \text{ kg}/4.25 \text{ kg}$ cada tubo). Llevar 141.18 tubos hacia la plataforma de pesaje se tarda 20.47 s, en llevar 19 tubos se demora 2.75 s.
- Para las actividades 6 y 7 se aplican los mismos criterios del apartado anterior.
- El tiempo de las actividades 8, 9, 10, 11, 12 y 13, es el tiempo que toma una pieza, entonces para hallar el tiempo estándar por saco se multiplica por 19 cada tiempo.
- Después de la división de los 19 mantos se obtienen 38 filetes, entonces el tiempo estándar de las actividades 14, 15 y 16 se multiplica por 38 para completar un saco.
- Los tiempos estándar de las actividades 17 y 18 son para una caja, para completar un saco hacen falta 3 cajas, entonces cada tiempo se multiplica por 3.

Tabla 23. Determinación del número de operarios con el balance de línea mejorado.

N°	Actividad	Tiempo estándar (s)	Tiempo estándar (s/saco)	N° de trabajadores teóricos	N° de trabajadores reales	Tiempo por cada estación (s/saco×op)	Observaciones
1	Ir desde el borde de la cámara a coger la columna de 9 cajas	9.31	5.36	0.95	2	38.13*	Debido a la carga de trabajo es recomendable 2 personas
2	Llevar la columna de cajas al borde de la cámara	13.89	7.80				
3	Coger la caja y vaciarla en el chute	4.81	24.97				
4	Dividir la pota, seleccionar y clasificar según calidad y tamaño	4.65	88.35	2.21	3	29.45	
5	Llevar el dino a la balanza plataforma	20.47	2.75	0.18	1	7.39	
6	Pesar y registrar el dino en la computadora	8.53	1.15				
7	Llevar el dino con tubos hacia el tratamiento primario	25.93	3.49				
8	Abastecer la mesa de fileteros con tubos de pota	2.10	39.9	7.38	8	36.91	Para las dos líneas
9	Cortar y abrir el tubo de la pota para darle la forma de un manto	2.93	55.67				
10	Limpiar el manto quitándole las tripas y vísceras de su interior	5.91	112.29				
11	Sacarle la piel al manto	4.60	87.40				
12	Limpiar el manto	21.56	409.64	10.24	12**	34.14	Para las dos líneas
13	Dividir el manto en dos	4.81	91.39	2.28	4***	22.85	Paras las dos líneas
14	Acomodar filete en la compuerta de la peladora 1	1.95	74.1	1.85	2	37.05	Para las dos líneas
15	Acomodar filete en la compuerta de la peladora 2	1.93	73.34	1.83	2	36.67	Para las dos líneas
16	Acomodar filete en la compuerta de la laminadora	1.47	55.86	1.40	2	27.93	Para las dos líneas
17	Llevar los filetes laminados en cajas a las canastillas de acero	3.46	10.38	0.52	4****	5.22	Por cada línea es necesario 2 personas
18	Vaciar los filetes a las canastillas de acero	3.50	10.50				
TOTALES		141.81	1154.34		40	275.73	

* El tiempo por cada estación se ha calculado sobre 1 debido a que las 2 personas trabajan al mismo tiempo de manera sincronizada la misma operación.

** Para realizar esta actividad es necesario contar con 11 trabajadores; pero se considera conveniente tener 12 para contar con 6 en cada línea y así uniformizar.

*** Para realizar esta actividad es necesario 3 personas; pero se es conveniente tener 4 para contar 2 por línea.

**** Es necesario contar con dos personas para cada línea debido a que en cada salida después del laminado se llenan dos cajas de filetes en paralelo.

$$\text{Eficiencia de la línea mejorada} = \frac{\sum t}{NE \times TC} = \frac{275.73}{38.13 \times 10} = 72 \%$$

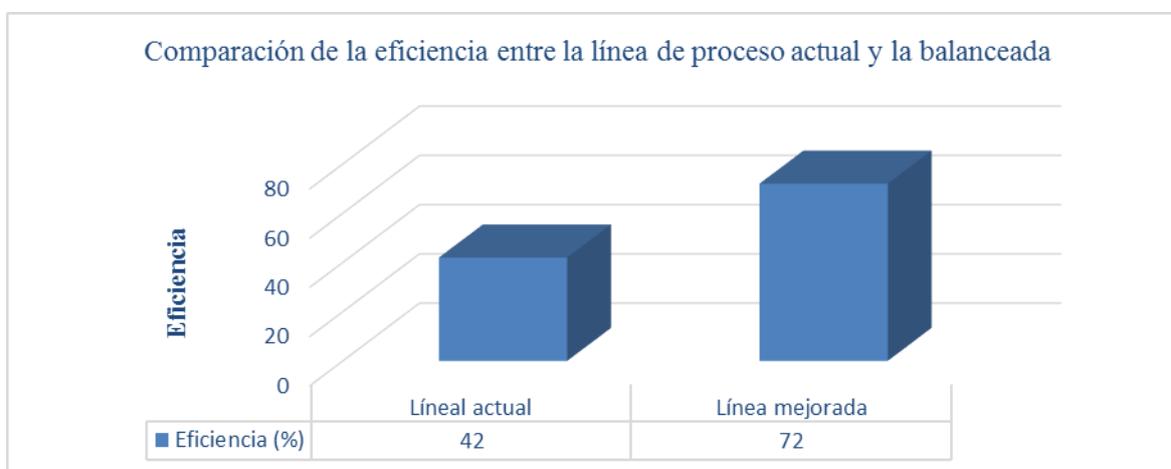
4.1.3. Comparación de la eficiencia de la línea mejorada con la actual

Tabla 24. Determinación de la eficiencia de la línea actual.*

Actividad	Tiempo estándar (s)	Tiempo estándar (s/saco)	N° de trabajadores reales	Tiempo por cada estación (s/saco×op)
Ir desde el borde de la cámara a coger la columna de 9 cajas	9.31	6.77	2	24.21
Llevar la columna de cajas al borde de la cámara	13.89	10.10		
Coger la caja y vaciarla hacia las mesas acanaladas	4.81	31.54		
Coger la pota y empujarla a la mesa de los fileteros	2.51	60.24	2	30.12
Dividir la pota, seleccionar y clasificar según calidad y tamaño	4.65	111.6	3	37.20
Llevar el dino a la balanza plataforma	22.71	3.86	1	11.16
Pesar y registrar el dino en la computadora	8.53	1.45		
Llevar el dino con tubos a la línea de tratamiento primario	34.42	5.85		
Abastecer la mesa de fileteros con tubos de pota	2.10	50.4	4	65.64
Cortar y abrir el tubo de la pota para darle la forma de un manto	2.93	70.32		
Limpiar el manto quitándole las tripas y vísceras de su interior	5.91	141.84		
Sacarle la piel al manto	4.60	110.4	2	55.20
Sacarle la membrana al manto	12.31	295.44	10	81.29
Limpiar el manto	21.56	517.44		
Dividir el manto en dos	4.81	115.44	2	57.72
Llevar los filetes limpios en dinos a la sala de laminado	39.88	11.34	1	11.34
Abastecer la laminadora con los filetes limpios	2.35	112.80	1	112.80
Acomodar filete en la compuerta de la laminadora	1.47	70.56	1	70.56
Llevar los filetes laminados en cajas a las canastillas de acero	3.46	10.38	2	10.44
Vaciar los filetes a las canastillas de acero	3.50	10.50		
TOTALES	205.71	1748.27	29	567.68

* Para realizar los cálculos posteriores con la línea actual, es necesario hacer recordar que el rendimiento del filete respecto al tubo es de 14 %; entonces será necesario 24 piezas de pota aproximadamente.

$$\text{Eficiencia de la línea actual} = \frac{567.68}{112.80 \times 12} = 42 \%$$



Gráfica 4. Comparación de la eficiencia entre la línea actual y la balanceada
Fuente: elaboración propia

4.2. Área de cocinado

4.2.1. Determinación del tiempo máximo del ciclo

Porcentaje de tubo derivado al precocido = 80 %

PD = 900 x 0.8 = 720 sacos de filete precocido (28.5 kg/saco)

Tiempo disponible (TD) = 10 horas (36000 s)

$$T_c = \frac{TD}{PD} = \frac{36000}{720} = 50 \text{ s/saco}$$

4.2.2. Determinación del número de operarios

Se sabe que para llevar una canastilla con filetes a la cocina es necesario vaciarle trece cajas con filetes en promedio, y para completar un saco es necesario tres cajas. Al aplicar la regla de tres simple se diría que los tiempos estándar de la actividad 19 a la 26 es el tiempo necesario para una canastilla (trece cajas); entonces se realizan los cálculos para tres cajas, hallando los tiempos estándar para completar un saco.

Tabla 25. Determinación del número de operarios con el balance de línea mejorado.

N°	Actividad	Tiempo estándar (s)	Tiempo estándar (s/saco)	N° de trabajadores teóricos	N° de trabajadores reales	Tiempo por cada estación (s/sc×op)
19	Llevar canastilla a la sala de cocinado	34.79	8.03	0.26*	1	13.08
20	Llevar canastilla de acero a la olla industrial	21.89	5.05			
21	Cocinar	900	207.69	4.15	5 **	41.54
22	Llevar canastilla de acero a olla de enfriado	52.73	12.17	0.41*	1	20.25
23	Enfriar en la olla de enfriado	5.38	1.24			
24	Llevar canastilla de acero encima de dinos	14.65	3.38			
25	Abrir piso de la canastilla de acero	3.13	0.72			
26	Vaciar los filetes precocidos a los dinos	11.88	2.74			
TOTALES		1044.5	241.02		7	74.87

* Es necesario recalcar que las personas encargadas para realizar las actividades del 19 al 26 (excepto la 21), no solo realizan estas operaciones para el filete precocido, sino también para la aleta precocida. Por tanto, al no asumir este tiempo en los cálculos, hace que la eficiencia real sea baja.

** Es el número de cocinas necesarias para el filete.

$$\text{Eficiencia real de la línea mejorada} = \frac{74.87}{41.54 \times 3} = 60 \%$$

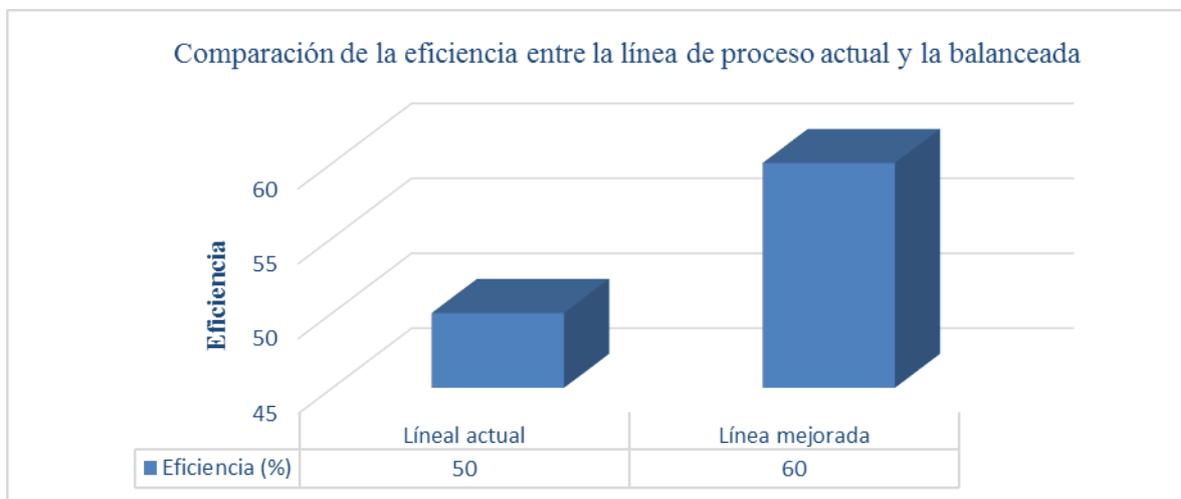
4.2.3. Comparación de la eficiencia de la línea mejorada con la actual

Actualmente el área de cocina tiene 3 cocinas para el filete y 3 cocinas para cocinar aleta.

$$\text{Eficiencia de la línea actual} = \frac{102.83}{69.23 \times 3} = 50 \%$$

Tabla 26. Determinación de la eficiencia de la línea actual.

Actividad	Tiempo estándar (s)	Tiempo estándar (s/saco)	N° de trabajadores reales	Tiempo por cada estación (s/saco×op)
Llevar canastilla a la sala de cocinado	34.79	8.03	1	13.35
Llevar canastilla de acero a la olla industrial	21.89	5.05		
Cocinar	900	207.69	3	69.23
Llevar canastilla de acero a olla de enfriado	52.73	12.17	1	20.25
Enfriar en la olla de enfriado	5.38	1.24		
Llevar canastilla de acero encima de dinos	14.65	3.38		
Abrir piso de la canastilla de acero	3.13	0.72		
Vaciar los filetes precocidos a los dinos	11.88	2.74		
TOTALES	1044.5	241.02	5	102.83



Gráfica 5. Comparación de la eficiencia entre la línea actual y la balanceada

Fuente: elaboración propia

4.3. Envasado

4.3.1. Determinación del tiempo máximo del ciclo

Porcentaje de tubo derivado al precocido = 80 %

Producción deseada (PD): 720 (28.5 kg/saco)

Cantidad de materia prima procesada = 150000 kg

Rendimiento de la producción total de pota = 55 %

Cantidad de producción total de pota = $150000 \times 0.55 = 82500$ kg

Cantidad de filete precocido = $720 \times 28.5 = 20520$ kg

Filete precocido/cantidad de producción = $20520/82500 = 25$ %

Tiempo disponible (TD) = 0.25×36000 s = 9000 s

$$T_c = \frac{TD}{PD} = \frac{9000}{720} = 12.5 \text{ s/saco}$$

4.3.2. Determinación del número de operarios

- Para calcular el tiempo estándar que invierte la operación 27 para completar un saco, se sabe que cada tres vaciadas de canastillas llenan dos dinos; por tanto cada dino tiene aproximadamente 19.5 cajas, ya que cada canastilla tiene 13 cajas en promedio. Entonces se aplica la regla de tres simple para calcular el tiempo para tres cajas, que es lo que necesito para completar un saco.
- Cada caja aproximadamente es vaciada a una canastilla, que es utilizada para ser envasada para un block de 9.5 kg. Es necesario tres blocks para formar un saco de 28.5 kg; entonces los tiempos estándar de la actividad 28 a la 38 se multiplican por tres para completar el saco.
- Para llenar una parihuela es necesario completar 65 bloques envasados de filetes, entonces se hace el cálculo tan solo para 3 bloques.

$$\text{Eficiencia real de la línea mejorada} = \frac{39.52}{11.64 \times 5} = 68 \%$$

Tabla 27. Determinación del número de operarios con el balance de línea mejorado.*

N°	Actividad	Tiempo estándar (s)	Tiempo estándar (s/saco)	N° de trabajadores teóricos totales	N° de trabajadores reales por turno	Tiempo por cada estación (s/sc×op)
27	Llevar filetes cocidos en dino a la sala de envasado	53.88	8.29	4.34	3	9.05
28	Poner filetes precocidos en canastillas de plástico	12.02	36.06			
29	Empujar canastillas hacia la pesadora	3.31	9.93			
30	Pesar canastilla	10.5	31.5	2.98	2	9.30
31	Empujar canastillas a la siguiente mesa	1.90	5.70			
32	Lavar filetes precocidos con agua clorada	3.11	9.33	1.43	2	4.48
33	Llevar los filetes precocidos hacia las envasadoras	2.86	8.58			
34	Ir a traer aro de acero y ponerlo sobre la mesa	9.84	29.52	20.48	11	11.64
35	Ir a traer lamina y colocarla en el interior del aro	7.69	23.07			
36	Envasar filetes precocidos dentro del aro	59.48	178.44			
37	Cubrir el envasado con la lamina	8.32	24.96			
38	Coger el envasado y colocarlo sobre una parihuela	5.65	16.95	1.70	2	5.05
39	Llevar parihuela hacia la placa de congelamiento	70.46	3.25			
TOTALES		249.02	385.58		20	39.52

* Tiempo por cada estación se ha calculado con el número total de trabajadores que trabajan en los dos turnos.

** Para las actividades 32 y 33, es necesario colocar a dos trabajadores debido a que la fila de envasadoras es demasiado larga. Esto mismo ocurre en la operación 38 y 39.

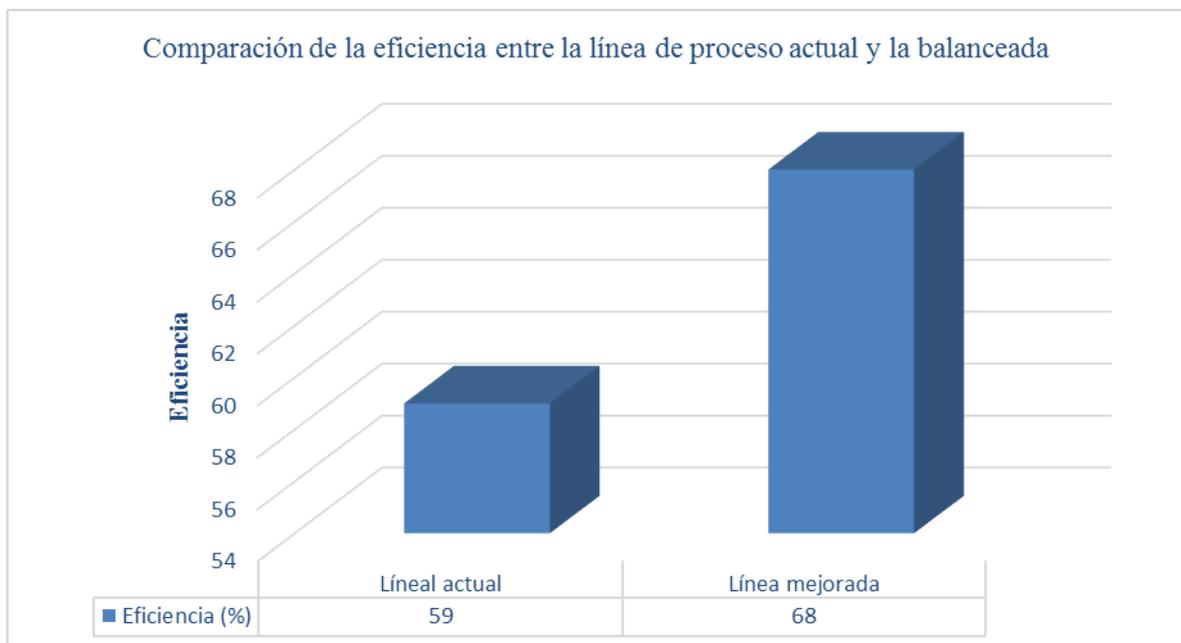
Para el envasado es necesario dos turnos; por tanto el número de trabajadores reales calculados es por cada turno de trabajo.

4.3.3. Comparación de la eficiencia de la línea mejorada con la actual

Tabla 28. Determinación de la eficiencia de la línea actual.

Actividad	Tiempo estándar (s)	Tiempo estándar (s/saco)	N° de trabajadores reales/turno	Tiempo por cada estación (s/saco×op)
Llevar filetes precocidos a la sala de envasado	53.88	8.29	3	9.05
Poner filetes precocidos en canastillas de plástico	12.02	36.06		
Empujar canastillas hacia la pesadora	3.31	9.93		
Pesar canastilla	10.5	31.5	2	9.30
Empujar canastillas a la siguiente mesa	1.90	5.70		
Lavar filetes precocidos con agua clorada	3.11	9.33	2	4.48
Llevar los filetes precocidos hacia las envasadoras	2.86	8.58		
Ir a traer aro de acero y ponerlo sobre la mesa	9.84	29.52	9	14.22
Ir a traer lamina y colocarla en el interior del aro	7.69	23.07		
Envasar filetes precocidos dentro del aro	59.48	178.44		
Cubrir el envasado con la lamina	8.32	24.96		
Coger el envasado y colocarlo sobre una parihuela	5.65	16.95	2	5.05
Llevar parihuela hacia la placa de congelamiento	70.46	3.25		
TOTALES	249.02	385.58		42.10

$$\text{Eficiencia línea actual} = \frac{42.10}{14.22 \times 5} = 59 \%$$



Gráfica 6. Comparación de la eficiencia entre la línea actual y la balanceada

Fuente: Elaboración propia

4.4. Empaque

4.4.1. Determinación del tiempo máximo del ciclo

Porcentaje de tubo derivado al precocido = 80 %

Producción deseada (PD): 720 (28.5 kg/saco)

Cantidad de materia prima procesada = 150000 kg

Rendimiento de la producción total de pota = 55 %

Cantidad de producción = $150000 \times 0.55 = 82500$ kg

Cantidad de producto que se van a los túneles = 32000 kg

Cantidad de producto que queda para ir a placas = $82500 - 32000 = 50500$ kg

Cantidad de filete precocido = $720 \times 28.5 = 20520$ kg

Filete precocido/cantidad de producción = $20520/50500 = 40$ %

Tiempo disponible (TD) = 0.40×36000 s = 14400 s

$$T_c = \frac{TD}{PD} = \frac{14400}{720} = 20 \text{ s/saco}$$

4.4.2. Determinación del número de operarios

- Las actividades 40, 42, 44, 45, 46 tienen tiempos estándar para un aro o un bloque envasado o congelado; entonces para calcular el tiempo estándar para un saco es necesario realizar el producto de tres.
- Como las placas de congelamiento tienen capacidad para 130 aros o bloques, entonces se hace el cálculo para los 3 bloques necesarios para determinar el tiempo por saco de la actividad 41.
- Para determinar el tiempo tomado para un saco de la actividad 43, es necesario saber que cada parihuela se completa con 65 bloques congelados.
- Como se puede notar hemos combinado las actividades 42, 43 y 44, así como la 45, 46 y 47 para obtener una mayor eficiencia con un menor número de operarios.
- El tiempo por cada estación se ha calculado con el número total de trabajadores que trabajan en los dos turnos.

$$\text{Eficiencia real de la línea mejorada} = \frac{80.46}{19.04 \times 5} = 85 \%$$

Tabla 29. Determinación del número de operarios con el balance de línea mejorado.

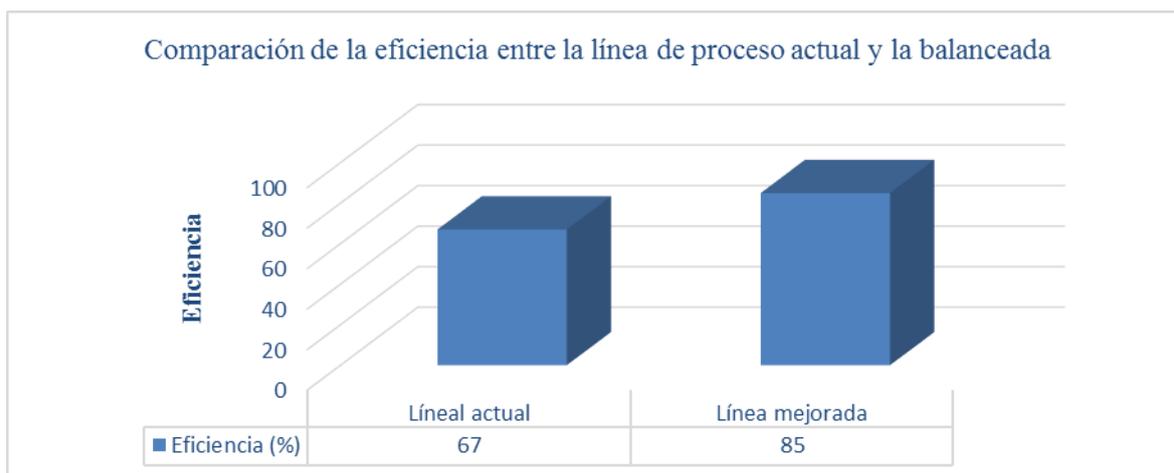
N°	Actividad	Tiempo estándar (s)	Tiempo estándar (s/saco)	N° de trabajadores teóricos totales	N° de trabajadores reales por turno	Tiempo por cada estación (s/sc×op)
40	Cargar la placa con los aros envasados	6.96	20.88	1.04	1	10.44
41	Congelamiento	9900	228.46	11.42	6	19.04
42	Descargar aro en parihuela	6.58	19.74	1.70	1	17.01
43	Llevar parihuela a desblocadora	47.55	2.19			
44	Colocar aro a la desblocadora	4.03	12.09			
45	Poner bolsa trasparente al block	8.31	24.93	3.43	2	17.15
46	Amarrar bolsa transparente al block	10.44	31.32			
47	Colocar tres block de filete precocido en un saco	12.35	12.35			
48	Coser el saco con la aguja y rafia	33.64	33.64	1.68	1	16.82
TOTALES			385.6			80.46

4.4.3. Comparación de la eficiencia de la línea mejorada con la actual

Tabla 30. Determinación de la eficiencia de la línea actual.

Actividad	Tiempo estándar (s)	Tiempo estándar (s/saco)	N° de trabajadores reales/turno	Tiempo por cada estación (s/saco×op)
Cargar la placa con los aros envasados	53.88	8.29	1	8.29
Congelamiento	12.02	36.06	3	12.02
Descargar aro en parihuela	3.31	9.93	1	9.93
Llevar parihuela a desblocadora	10.5	31.50	2	18.60
Colocar aro a la desblocadora	1.90	5.70		
Poner bolsa trasparente al block	3.11	9.33	2	9.33
Amarrar bolsa transparente al block	2.86	8.58	2	19.05
Colocar tres block de filete precocido en un saco	9.84	29.52		
Coser el saco con la aguja y rafia	7.69	23.07	2	11.54
TOTALES		385.6		88.76

$$\text{Eficiencia real de la línea mejorada} = \frac{88.76}{19.05 \times 7} = 67 \%$$



Gráfica 7. Comparación de la eficiencia entre la línea actual y la balanceada

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 5

Resultados, conclusiones y recomendaciones

5.3. Resultados

- Mediante el estudio de métodos se ha logrado mejorar la forma de realizar el trabajo, ya sea eliminando tareas, combinándolas o con la ayuda de sistemas automatizados.

Esto ha hecho que la productividad de trabajo aumente considerablemente debido a que con el método propuesto está empleando menos recursos (tiempo y mano de obra principalmente) para producir mayores cantidades.

- Mediante la medición de tiempo se ha obtenido tiempos estándar de las actividades de un trabajador cuando aplica los métodos propuestos. Con esto se podrá establecer normativas de rendimiento para los trabajadores, generar tarifas de trabajo, pronosticar costos, etc.
- Actualmente el número de trabajadores en cada estación de trabajo es determinado por el jefe de planta según su experiencia y datos pasados. Mediante el balance de línea hemos determinado la mano de obra exacta en cada estación de trabajo para mantener un flujo de proceso lineal, evitando cuellos de botella y demoras en el proceso.

5.4. Conclusiones

- Se ha concluido que los métodos utilizados en este estudio son técnicas muy útiles e importantes para los procesos de altos volúmenes de producción y en donde la variabilidad del producto sea muy pequeña.
- Se deduce que para realizar un buen balance de línea es necesario obtener los mejores métodos de trabajo con sus respectivos tiempos estándar para un trabajador

calificado¹⁸(aquel que tiene la experiencia, conocimientos y otras cualidades necesarias para realizar el trabajo según normas de seguridad, cantidad y calidad), para obtener ritmos de trabajo normales que todo operario pueda alcanzar.

- Se ha concluido que una línea desequilibrada hace que no se aproveche al 100% la mano de obra y se desperdicie tiempo en las paradas, no logrando aprovechar al máximo los recursos.

¹⁸ BSI 3138 (1991). *BSI: Glosario de términos usados en la gestión de servicios*. Inglaterra, Londres.

Bibliografía

- Aguirregoitia Moro, María. *Métodos de trabajo y control de tiempos en la ejecución de proyectos de edificación*. Tesis (Master universitario en gestión en edificación). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2011. 18 pp.
- BSI 3138 (1991). *BSI: Glosario de términos usados en la gestión de servicios*. Inglaterra, Londres.
- Calderón Lama, José (2013). *Diseño de Operaciones. Productividad operativa, medición del trabajo y líneas de producción*. Universidad de Piura, Perú.
- Espinoza Fuentes, Fernando (s.f.). *Apuntes sobre métodos y tiempos*. Obtenido de http://campuscurico.utalca.cl/~fespinos/22-Metodos_tiempos.pdf
- Everett E. Adam, Jr., y Ronald J. Ebert (1991). *Administración de la producción y las operaciones: conceptos, modelos y funcionamiento*. México, DF. Prentice Hall Hispanoamericana.
- Gaither, Norman & Frazier, Grez (2003). *Administración de producción y operaciones (8va ed.)*. Mexico: International Thomson Editores.
- García Criollo, Roberto (2005). *Estudio de trabajo: Ingeniería de métodos y estudio de trabajo (2^{da} ed.)*. McGraw Hill: México.
- Giudice, Carlos & Pereyra, Andrea (2005). *El sistema de producción: Productividad y estudio de trabajo*. Obtenido de <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/oindustrial/apunte2.pdf>
- Instituto del Mar del Perú (s.f.). *Calamar Gigante*. Recuperado de: http://www.imarpe.pe/imarpe/index.php?id_detalle=000000000000000007846
- Instituto del Mar del Perú (s.f.). *Pota: Composición química y nutricional y características físicas*. Recuperado de: <http://www.imarpe.gob.pe/paita/especies/invertebrados/pota/pota.htm>
- Instituto del Mar del Perú (2009). *Situación de la pesca artesanal en las regiones de Piura y Tumbes: Bioecología y pesquería del recurso pota, Dosidicus gigas, en la costa norte del Perú*. Recuperado de: http://www.imarpe.gob.pe/paita/conferencias/pota_paita09.pdf
- Kurth, Jessica y Garzio, Michael (2009). *Animal Diversity Web: Dosidicus gigas*. Recuperado de http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Dosidicus_gigas/

Krajewski, Lee & Ritzman, Larry (2000). *Administración de Operaciones: Estrategia y Análisis (5ta ed.)*. Mexico: Pearson Educación.

Oficina Internacional del trabajo. (1996). *Introducción al estudio del trabajo (4^{ta} ed.)*. México: Lisuma

Render, Barry & Heizer, Jay (1996). *Principios de Administración de Operaciones (1era ed.)*. Mexico: Enc. Tecnica Editorial S.A.

Universidad Nacional Autónoma de México - UNAM. (s.f.). *Facultad de Ingeniería: Division de ingeniería mecánica e industrial*. Obtenido de http://www.ingenieria.unam.mx/industriales/descargas/documentos/catedra/libro_ET.pdf

Vivar, Gustavo (s.f.). *Medición de trabajo: Tiempo normal y tiempo estandar*. Obtenido de <http://ucvvirtual.edu.pe/campus/HDVirtual/700439803/Semana%2007/7000503345/Presentaci%C3%B3n%20E.T%20Sesi%C3%B3n%2007.pdf>

Wikipedia (2014). *Provincia de Paita: Historia*. Recuperado de http://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Paita

Wikipedia. (5 de Marzo de 2014). *Pota*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Pota>