

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

Validación del proceso de retiro de material extraño en la línea de
producción de camarón entero de una empacadora del cantón Durán

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingenieras en Alimentos

Presentado por:

Mariana Teresa López Tomalá
Leonor Esther Moreira Alvarado

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

Dedico este proyecto primeramente a Dios, porque en la fe encontré la fortaleza que necesité para continuar y no rendirme.

A mis padres, Pablo y Marcella, por haber creído siempre en que lograría esta meta y por haberme apoyado desde el principio de este camino.

A mis hermanos, Adriana y Pablo, por escucharme, aconsejarme, y por ser mi principal apoyo emocional.

A Debbie, mi amiga de cuatro patas que llegó para darle amor y alegría a mi camino justo cuando emprendí este proceso.

A todos los grandes amigos que hice, con los que compartí gratos recuerdos: Dayanna, Leonor, Nicole, Ruth, Eileen y Sara.

Mariana López

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a los docentes que con su conocimiento y experiencia, guiaron el desarrollo de este proyecto: MSc. Danny Tagle y MSc. Isabel Alcívar.

Incluyo en mi agradecimiento a: PhD. Sócrates Palacios y MSc. Galo Chuchuca, por la retroalimentación y consejos brindados.

Gracias infinitas a la empresa donde se realizó el estudio, por brindarnos a mí y a mi compañera la apertura necesaria para poder realizar este trabajo.

Gracias a Leonor Moreira, por ser la compañera perfecta para realizar este proyecto.

Mariana López

DEDICATORIA

Dedico este proyecto con todo mi corazón a mi amado Señor Jesucristo quien me ha otorgado fortaleza para superar los momentos difíciles y permitirme culminar con éxito mi carrera.

A mis padres, Aracely y Amado que con amor y excelentes consejos me brindaron su apoyo incondicional de principio a fin y por llevarme en sus oraciones para que mi vida sea próspera y segura.

A mi querido esposo William y a mi hija Mariesther, por darme todo su apoyo, amor e inspiración para que mis sueños puedan ser cumplidos y que juntos podamos volar más alto hacia el éxito, los amo.

A mi hermano Elías, por todas sus bendiciones y apoyo cuando lo necesitaba.

A mis amigas Cristina, Katherine y Justinne que siempre han estado a mi lado en todas las etapas de mi vida y ser ustedes mi apoyo emocional.

Leonor Moreira

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la facultad y los docentes de la carrera Ingeniería en Alimentos por enseñarme todo lo que sé, por ayudarme a resolver mis dudas y guiarme para ser una buena profesional.

Agradezco también a mi tutor académico MSc. Danny Tagle y a la MSc. Isabel Alcívar, por habernos brindado sus conocimientos y experiencia, que guiaron de manera efectiva el desarrollo de este proyecto.

A su vez mi agradecimiento al PhD. Sócrates Palacios y MSc. Galo Chuchuca, por las oportunas retroalimentaciones y consejos brindados en el transcurso de este proyecto.

Gracias a la empresa donde se realizó el estudio y al Ing. Kristhian Iñiguez por el conocimiento brindado.

Gracias a Mariana López, por ser una excelente compañera y amiga a lo largo de la carrera y de este proyecto.

Leonor Moreira

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponden conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Mariana Teresa López Tomalá* y *Leonor Esther Moreira Alvarado* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

Mariana López E

Mariana Teresa López Tomalá

Leonor Moreira A

Leonor Esther Moreira Alvarado

EVALUADORES

.....
MSc. Galo Chuchuca Morán

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
MSc. Danny Tagle Freire

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Dentro de los últimos seis años, el Ecuador ha incrementado en casi tres veces la exportación de camarón hacia mercados internacionales, donde China, Estados Unidos, España y Francia son los principales destinos de este producto. Si bien el camarón ecuatoriano goza de gran aceptación en estos países debido a su excelente calidad, al ser éste mínimamente procesado, se espera que se encuentre libre de materia extraña. Los equipos que funcionan con tecnología de visión artificial permiten remover este material con una eficiencia del 90%, sin embargo, existe una cantidad remanente que debe ser retirada mediante el recurso humano. Por lo tanto, se busca validar este proceso mediante un análisis de balanceo de línea que permita aumentar la eficiencia, para poder determinar la cantidad necesaria de operarios en la línea de producción, proponer un layout del proceso y analizar los beneficios económicos de la implementación del equipo. Se aplicó un diseño de pre test y post test para observar los cambios en la eficiencia tras la aplicación de un estímulo, el cual consistió en la reubicación de personal de la zona de inspección final a la zona de inspección inicial. La eficiencia de retiro de materia extraña donde se aplicó el estímulo aumentó de 76,5% a 96,31% y la cantidad de operarios disminuyó de 38 a 24, reduciendo los costos de personal y de equipo VA en 32,2% anual, lo cual le permitiría a la empresa adquirir un nuevo equipo para implementar en otras líneas de proceso.

Palabras clave: materia extraña, visión artificial, eficiencia, balance de línea.

ABSTRACT

Within the last six years, Ecuador has increased almost three times the export of shrimp to international markets, where China, the United States, Spain and France are the main destinations of this product. Although Ecuadorian shrimp is widely accepted in these countries due to its excellent quality, since it is minimally processed, it is expected to be free of foreign matter. The optical sorter allows this material to be removed with an efficiency of 90%, however, there is a remaining amount that must be removed by human resources. Therefore, it is sought to validate this process through a line balancing analysis that allows increasing efficiency in order to determine the necessary number of operators in the production line, to propose a lay out of the process and to analyze the economic benefits of the equipment implementation. A pre-test and post-test design was applied to observe the changes in efficiency after the application of a stimulus, which consisted in the relocation of personnel from the final inspection area to the initial inspection area. The foreign matter removal efficiency where the stimulus was applied increased from 76,5% to 96,31% and the number of operators decreased from 38 to 24, reducing personnel and equipment costs by 32,2% per year, which would allow the company to acquire new equipment to implement in other process lines.

Keywords: *foreign matter, optical sorter, efficiency, line balancing.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ABREVIATURAS	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción de la necesidad.....	2
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Marco teórico	4
1.4.1. Importancia del camarón ecuatoriano	4
1.4.2. Materiales extraños	6
1.4.3. Gestión de seguridad alimentaria	6
1.4.4. Balance de línea	7
CAPÍTULO 2	3
2. METODOLOGÍA	3
2.1. Valoración de la situación inicial.....	3
2.2. Selección de las líneas de producción y presentación de los productos.....	3
2.3. Metodología	10
2.3.1. Unidad de análisis	10
2.3.2. Tipo de diseño experimental	11
2.3.3. Recolección y procesamiento de datos.....	12

CAPÍTULO 3.....	16
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	16
3.1. Distribución de operarios en la línea de producción en condiciones iniciales ..	16
3.2. Retiro de materia extraña en condiciones iniciales	17
3.3. Eficiencia de retiro de materia extraña en condiciones iniciales	18
3.4. Distribución de operarios en la línea de producción en condición de post estímulo.	19
3.5. Retiro de materia extraña post estímulo	20
3.6. Eficiencia de retiro de materia extraña post estímulo	21
3.7. Propuesta de distribución de operarios en la línea de producción	23
3.8. Beneficio económico de la implementación del equipo de visión artificial	24
CAPÍTULO 4	26
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	26
4.1. Conclusiones.....	26
4.2. Recomendaciones.....	26
BIBLIOGRAFÍA	
APÉNDICES	

ABREVIATURAS

IFS	International Food Standard
VA	Visión artificial
ASC	Aquaculture Stewardship Council
BAP	Best Aquaculture Practices
UE	Unión Europea

SIMBOLOGÍA

TM	Tonelada métrica
Kg	Kilogramo
HH	Hora-hombre
M.E	Materia extraña

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Layout de las zonas donde se extrae materia extraña en la línea de producción de camarón.....	11
Figura 2.2. Diseño experimental aplicado en el estudio.....	12
Figura 3.1. Cantidad de operarios ubicados en las etapas previas al envasado de camarón en condición inicial.....	16
Figura 3.2. Porcentaje de retiro de materia extraña en etapas previas al envasado de camarón entero congelado en condiciones iniciales.....	17
Figura 3.3. Eficiencia de retiro de materia extraña en las etapas posteriores a la máquina de visión artificial en condiciones iniciales.....	19
Figura 3.4. Cantidad de operarios ubicados en las etapas previas al envasado de camarón en condición post estímulo.....	20
Figura 3.5. Porcentaje de retiro de materia extraña en etapas previas al envasado de camarón entero congelado en condiciones de post estímulo.....	20
Figura 3.6. Eficiencia de retiro de materia extraña en las etapas posteriores a la máquina de visión artificial tras la aplicación del estímulo.....	21
Figura 3.7. Comparación de porcentaje de retiro de materia extraña en etapas posteriores a la máquina de visión artificial en condiciones iniciales y post estímulo.....	22
Figura 3.8. Comparación de eficiencia de retiro de materia extraña en etapas posteriores a la máquina de visión artificial en condiciones iniciales y post estímulo.....	23
Figura 3.9. Propuesta de distribución de operarios ubicados en las etapas previas al envasado de camarón.....	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Presentaciones de los productos involucrados en este estudio.....	10
Tabla 2.2. Recolección de datos.....	12
Tabla 2.3. Procesamiento de datos.....	13
Tabla 3.1. Tabla comparativa de costos de personal y de equipo VA en condición inicial y post estímulo.....	24
Tabla 3.2. Tabla comparativa de costos de personal y de equipo VA en condición inicial y propuesta.....	24

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La industria camaronera ecuatoriana produce el 20% de las exportaciones no petroleras a nivel nacional, empleando aproximadamente el 5% de la fuerza laboral (Theodore, 2020). Según estadísticas de la Cámara Nacional de Acuicultura, en el año 2021, Ecuador exportó 848 mil toneladas métricas de camarón, lo cual equivale a un ingreso económico de \$5.323,3 millones (CNA, 2022).

El camarón ecuatoriano es preferido a nivel mundial debido a que posee una buena calidad en cuanto a frescura, tamaño y sabor, por lo que es apetecido por los consumidores extranjeros. Existen diversos factores que influyen en la calidad del producto y entre ellos se encuentran; la zona geográfica, cantidad de luz, condiciones climáticas, corrientes y fuentes de agua, pH del suelo, ausencia de sulfatos ácidos en el suelo, camarón silvestre de la zona, sistema de cultivo y alimentación (Chua & Kungvankij, 1990).

La etapa de clasificación dentro del proceso de producción de camarón es crítica para el aseguramiento de la calidad de este producto de exportación. En esta etapa, el camarón es clasificado en función del tamaño, color y/o forma, además se realiza el retiro de material extraño, entre estos, camarón no conforme, piedras, peces, jaibas, entre otros. El mercado internacional exige un camarón libre de materiales extraños, debido a esto, las empresas productoras y empacadoras deben diseñar sus procesos de tal manera que se garantice este requerimiento.

Una importante empresa multinacional que procesa y exporta camarón, cuya sede en Ecuador se ubica en el cantón Durán, es una de las más importantes a nivel nacional debido al volumen de producción, que en el año 2021 sobrepasó la cantidad de 48.266 toneladas, habiendo incrementado en 4,51% respecto al año anterior. Para lograr un retiro de material extraño más eficiente, la empresa adquirió un equipo de visión artificial, sin embargo, es necesario evaluar los beneficios reales de la adquisición del mismo.

El presente proyecto tiene la finalidad de validar el proceso de separación de material extraño de la línea de producción de camarón entero mediante un análisis de balanceo de línea para aumentar la eficiencia del proceso.

1.1. Descripción de la necesidad

La norma International Food Standard (IFS) en su versión actualizada, plantea que una empresa de alimentos que se certifica bajo esta Norma debe tener un procedimiento para la mitigación del riesgo de material extraño (conchas, piedras, palos, plásticos, peces, metales, camarón rojo y camarón leche), manteniendo la inocuidad del alimento en toda la cadena de la producción, incluyendo la etapa de recepción. Para mantener la certificación IFS, una empacadora de camarón, objeto de este estudio, ha adquirido un equipo que aumenta la eficiencia de separación de material extraño mediante la tecnología de visión artificial (VA).

El equipo detector de material extraño posee una eficiencia del 90%, según especificaciones del proveedor. Sin embargo, en etapas posteriores a la recepción, se puede evidenciar que aún hay presencia de este material en la materia prima. Debido a esto, los operadores realizan un control adicional para retirarlo. Actualmente, la empacadora tiene la necesidad de validar el proceso de separación de material extraño a lo largo de la línea de producción, considerando no solo la operación del nuevo equipo, sino también los beneficios de éste con respecto al personal requerido en las etapas posteriores a la recepción.

1.2. Justificación

En el Km 6,5 de la vía Durán-Tambo, en la provincia del Guayas, se encuentra ubicada una empacadora de camarón. Su actividad consiste en la cosecha, pesca y exportación de la especie *Litopenaeus vannamei* hacia diferentes destinos como Europa, Asia y Estados Unidos bajo estrictas Normas de seguridad alimentaria, tales como Aquaculture Stewardship Council (ASC- España), Global GAP, Best Aquaculture Practices (BAP) y la International Food Standard (IFS).

Este grupo empresarial posee varios centros de operación en países de Latinoamérica, entre ellos Guatemala, Nicaragua, Perú, Argentina y Ecuador, siendo esta última filial, la líder en la región en cuanto a exportación de camarón

Para el año 2019, la empresa alcanzó un valor de ventas de 237 millones de dólares dentro del mercado internacional, lo cual representó un incremento del 4,51% debido a la alta producción de volumen de camarón, cuya capacidad es de 35.000 toneladas/año. En el 2021, la empresa comercializó 48'266.478,6 kg de camarón y en el periodo de enero a abril del 2022, este valor corresponde a 15'465.264,66 kg.

Si bien la implementación del equipo VA ha representado un beneficio importante dentro de la cadena de producción a través del incremento en la detección de material extraño presente en el producto, en las etapas inmediatas como lo son selección y clasificación, aún se requiere control visual por parte del personal para garantizar la calidad del producto final y reducir la cantidad de reclamos por parte de los clientes, lo cual es beneficioso para la confiabilidad y el crecimiento económico de la empresa.

El presente proyecto pretende evaluar si la cantidad actual de operadores en etapas posteriores a la recepción es la necesaria para asegurar la inocuidad del producto y aprovechar las ventajas del equipo VA. El recurso humano que no se requiera en esta línea de producción, será aprovechado en otras líneas que se pretenden implementar a corto y mediano plazo. Esto no solo permite lograr una mayor eficiencia, sino una mejor experiencia para el personal dentro de la empresa.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Validar el proceso de separación de material extraño de la línea de producción de camarón entero mediante un análisis de balanceo de línea para aumentar la eficiencia del proceso.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la cantidad necesaria de operadores en etapas posteriores a la etapa de recepción por medio de un balanceo de línea, considerando la eficiencia de rechazo de material extraño del equipo visión artificial.
- Diseñar un layout del proceso de producción de camarón entero, considerando la cantidad necesaria de operadores requeridos para la separación de material extraño.

- Evaluar el beneficio económico de implementar el equipo de visión artificial en la línea de producción de camarón entero considerando la cantidad necesaria de operadores.

1.4. Marco teórico

1.4.1. Importancia del camarón ecuatoriano

Ecuador es conocido por ser exportador de materias primas de alta calidad que agradan y que son apetecidas por los mercados más exigentes del mundo. Uno de los productos que ha tenido gran relevancia en los últimos años en el crecimiento de la economía del país es el camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus Vannamei*) ya que se ha consolidado como líder de los productos de exportación tradicional no petrolero. Según cifras del Banco Central del Ecuador, en el año 2021 se vendieron 848 mil toneladas métricas (TM), lo que equivale a \$5.323,30 millones, representando el 35% de las divisas generadas por este concepto.

El sector camaronero comenzó su crecimiento en las provincias de El Oro y Guayas, donde sus ecosistemas constituidos por manglares y estuarios lo hicieron propicio para el cultivo de larvas de camarón y de otras especies acuáticas debido a su contenido de sal. Por lo cual, a inicio de la década de los setenta, este sector se convirtió en un gran negocio, porque comenzaron a haber muchos empresarios que invertían en infraestructura y logística para industrializar el cultivo del camarón, logrando su expansión a otras provincias y posicionando dicho producto en el mercado internacional. Sin embargo, en el año 1999 este sector se vio afectado por la epidemia del virus de la mancha blanca que se propagó desde Esmeraldas hasta El Oro, causando grandes pérdidas económicas y desaparición de empresas empacadoras, camaroneras, reducción de las exportaciones y sobre todo despidos masivos de personal (Villacrés, 2012).

Entre el 2010 y el 2019, se ha evidenciado que el sector camaronero se ha recuperado de esta crisis y ha crecido constantemente debido a sus acciones enfocadas a mejorar procesos, aplicar ingeniería acuícola, inversión en investigación, incorporación tecnológica y modificación genética. Además, las camaroneras exportadoras se han preocupado por adoptar certificaciones

internacionales que avalen sus programas de buenas prácticas de manufactura, acuícolas, medioambientales, de calidad y seguridad alimentaria, por lo que, cada vez más existen nuevos mercados que confían en la calidad del camarón ecuatoriano (Bucheli, 2015).

Después de la pandemia, en el año 2021, los mercados que han tenido mayor participación en la compra del camarón ecuatoriano son China, con un 43% y Estados Unidos con un 25%. No obstante, comparado con el año 2019, la participación de China ha disminuido en un 6% pero ha aumentado en el país norteamericano con un 5%. También se puede destacar que en países asiáticos como Taiwán, Malasia y Tailandia, y africanos como Emiratos Árabes y Egipto, ha aumentado la demanda en el consumo de camarón ecuatoriano (CFN, 2022).

El potencial que tiene el camarón ecuatoriano en los mercados europeos, asiáticos y estadounidenses es positivo, ya que gracias a los beneficios arancelarios con la Unión Europea (UE), los Acuerdos comerciales con China y Estados Unidos, las exportaciones han ido creciendo cada año, posicionando al camarón nacional como competitivo frente a otros países productores. Comparando los años 2019, 2020 y 2021, se ha evidenciado el crecimiento de la participación de la industria del camarón en el PIB total del país, ya que en el 2019 se obtuvo una representación del 1,13%, en el 2020 del 1,48 % y para el 2021, esta cifra subió a 1,59% pese a la época pandémica (Arias & Torres, 2019; CFN, 2019; CFN, 2020; CFN, 2021).

También hay que destacar que la búsqueda constante de otros mercados para posicionar al camarón ecuatoriano también ha ido creciendo ya que en la actualidad representa el 17% de las exportaciones frente al 14% del año 2020. Los países donde han incrementado su demanda son: Aruba, Puerto Rico, Dinamarca, Irlanda, Nueva Zelanda y Croacia, por lo que el gobierno debe aún mejorar los incentivos para el sector productor y exportador, como disminuir el arancel a los insumos de alimentación para el camarón para que el coste de producción pueda ser bajo y su precio de venta en el mercado exterior sea competitivo (Gonzabay *et al.*, 2021; CFN, 2022).

1.4.2. Materiales extraños

Los materiales extraños se definen como piezas sólidas indeseables presentes en un producto, ya que representan un peligro potencial si no son evaluados y controlados. Estos materiales pueden ser recursos naturales como madera o rocas, componentes propios de un producto tales como huesos o caparazones, e inclusive, componentes del procesamiento como partes de los equipos, virutas de metal, piezas de vidrio que provienen de los envases, entre otros (Dumas, 2018).

La presencia de material extraño es considerada el principal motivo de quejas por parte de los consumidores, por lo que su identificación y retiro es de gran importancia para garantizar la salud y satisfacción del consumidor (Saeidan *et al.*, 2021). Dentro de una línea de producción, las actividades de detección y retiro de material extraño se realizan mediante técnicas como la inspección visual, clasificación, filtrado, tamizado, imanes, placas magnéticas, rayos X, entre otras formas de escaneo (IFST, 2018).

Según IFS (2021), el control visual por parte del personal de planta es menos efectivo que los controles automatizados debido a las fluctuaciones que pueden ocurrir dependiendo de la complejidad del producto y las condiciones de trabajo, sin embargo, resalta que no es posible realizar la inspección únicamente mediante equipos. Para reducir la cantidad de material no detectado, el autor sugiere monitorear la eficiencia de detección y establecer la velocidad óptima de la banda transportadora en intervalos regulares, de tal manera que la tasa de detección permitirá implementar los ajustes necesarios dentro del proceso.

1.4.3. Gestión de seguridad alimentaria

La inocuidad alimentaria es parte de la gestión de la calidad que tiene como objetivo principal, asegurar al cliente y/o consumidor que el producto final tiene calidad y es seguro para su consumo. El aseguramiento de la calidad aporta un valor agregado al producto ya que, para llevar a cabo esta gestión, se debe cumplir una serie de pasos que involucran tiempo de planificación y ejecución, recurso humano y económico (Intriago, 2018).

La disminución de riesgos y posibles fallos se deben llevar a cabo por medio de controles en cada una de las etapas que involucra el proceso de producción de camarón. A la vez, el análisis de aquellos resultados debe hacer notar la ausencia o deficiencia en el sistema de control para poder establecer acciones correctivas y una planificación que permita que los procesos estén controlados y estables, disminuyendo así los errores y problemas que puedan incurrir en una producción de productos no conformes.

Definir políticas, procedimientos, instructivos, validaciones, acciones preventivas y planificación de mejoras en la detección y retiro de material extraño permite alcanzar resultados eficientes, con altos estándares de calidad, disminuyendo así, los reclamos de los clientes por no adquirir productos conformes (Paucar & Quiroz, 2022).

1.4.4. Balance de línea

La mejora de la producción consiste en producir más, empleando la misma cantidad de recursos (Mishan & Tap, 2015). Uno de los métodos que aplican las empresas para mejorar la productividad es el balanceo de línea, el cual consiste en igualar tiempos en las estaciones de trabajo para determinar la cantidad ideal de operarios dentro de una línea de producción, garantizando el flujo uniforme y continuo de los productos, reduciendo o eliminando el tiempo ocioso (Peña *et al.*, 2016; Niebel & Freivalds, 2009).

Peña *et al* (2016) señalan que la tasa de producción y la eficiencia son aspectos importantes que se consideran en el balance de línea, y que éste está sujeto a tres condiciones: el volumen de producción debe ser suficiente para financiar la preparación de la línea (cantidad), los tiempos de cada una de las operaciones de la línea deben ser lo más parecidos posible (equilibrio) y tanto el suministro continuo de piezas y materiales, así como la prevención de desperfectos de los equipos deben ser asegurados. La tasa de producción se define como la cantidad de productos o servicios realizados en un tiempo determinado, mientras la eficiencia se refiere a lograr un objetivo empleando al mínimo los recursos disponibles en el menor tiempo posible.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1. Valoración de la situación inicial

Para la validación del proceso de retiro de materia extraña en una línea de producción de camarón entero congelado, se realizaron visitas a la planta ubicada en el Km 6 ½ vía Durán– Tambo. El supervisor del departamento de Aseguramiento de Calidad proporcionó un diagrama de recorrido para esclarecer cada de unas las áreas, por lo que, durante 2 semanas, se pudo efectuar el reconocimiento del proceso.

La inspección se realizó desde recepción hasta almacenamiento con su respectivo movimiento de la materia prima, del producto, empaques y personal, identificando cada etapa donde se realizó el estudio. Adicionalmente, se entablaron conversaciones con los jefes, supervisores y líderes de las líneas 1, 2 y 3 del departamento de producción para conocer de manera integral los registros, diagramas de flujos, layout, procedimientos, base de datos e indicadores, así como otros aspectos técnicos y legislativos que manejan para el control de retiro de materia extraña en el producto.

2.2. Selección de las líneas de producción y presentación de los productos

A partir de la etapa de reconocimiento e indagación del proceso de empaque del camarón congelado, se pudo definir que el estudio se realizaría para las líneas 1, 2 y 3 correspondientes a las zonas de clasificación, debido a que éstas se encuentran alimentadas por el equipo de visión artificial. En vista de que el equipo posee una eficiencia del 90%, en etapas posteriores, la materia extraña es retirada por el personal responsable, identificados mediante el color rojo de sus capuchas.

Este personal actualmente se encuentra ubicado en las etapas de inspección y selección, donde ambas actividades se llevan a cabo simultáneamente en una banda transportadora a la que se la distingue como zona “A”. En la parte inferior de esta banda existe una estructura con inclinación que ayuda a que los camarones y otros elementos que no pudieron mantenerse en el flujo del transporte caigan en este soporte y que a medida que vaya resbalando por acción de la gravedad, vibraciones,

acumulación y empuje de más material sea recolectada por una gaveta calada de color amarillo. Al término de haber procesado el lote completo, el personal encargado de recolectar la materia extraña de cada clasificadora registra los pesos en el formato de control. A esta zona se la denomina "A5".

A continuación, el equipo clasificador, el cual presenta unos rodillos que giran constantemente, dispuestos paralelamente, clasifican los camarones de acuerdo con su talla. Este camarón clasificado pasa por las bandas y es inspeccionado por el personal, quienes tienen como tarea principal retirar materia prima con defectos, sin embargo, si se llega a encontrar material extraño, éstos tienen a disposición unas tarrinas de color gris donde colocan dicho material no deseado. A esta zona se la denomina "H". En el mismo equipo clasificador existe una zona a la que se le denomina "B", que corresponde a la banda de rechazo donde sale camarón que no logra clasificarse junto con la materia extraña remanente.

Posterior a esta etapa, los operadores llenan paneras que luego son pesadas de acuerdo con el contenido neto requerido en las bases que son destinadas para los clientes premium, denominados "C₁". Antes de ser llenadas las bases, éstas son revisadas por el personal de capucha roja, quienes se encargan de inspeccionar minuciosamente cada panera a fin de dejar el producto libre de materia extraña.

Como medida preventiva previa a la etapa de congelación por salmuera, las bases o cajas de producto terminado se disponen en un pallet, cuya capacidad es de 72 unidades, las cuales son revisadas de forma aleatoria para constatar la presencia o no de material extraño. En caso de existir cuerpos extraños, el pallet completo es devuelto a las mesas de inspección y selección.

Para este estudio se eligió a los clientes C₁ debido a que en sus especificaciones no permiten que en sus productos haya presencia de materias extrañas y más si son de origen metálico, por lo que este aspecto es considerado como punto de control crítico al final del proceso. La Tabla 2.1 detalla las presentaciones en las que el producto de los clientes C₁ es exportado.

Tabla 2.1. Presentaciones de los productos involucrados en este estudio [Elaboración propia].

Cliente	Destino	Presentaciones
C ₁	España	3 x 3,95 Kg
		3 x 4 Kg
		8 x 1 Kg

2.3. Metodología

El método de investigación que se seleccionó tiene un enfoque cuantitativo, lo cual corresponde al tipo de investigación descriptivo y el diseño de investigación es experimental.

2.3.1. Unidad de análisis

La eficiencia de las etapas posteriores al equipo visión artificial con respecto al retiro de materia extraña en el proceso de empaquetado de camarón entero congelado.

2.3.1.1. Población

Está constituida por el personal perteneciente a las líneas de producción 1, 2 y 3 que opera de manera simultánea en productos destinados para clientes C₁.

2.3.1.2. Muestra

En la condición inicial, la muestra comprendió al personal A1 y A2, ubicado en la etapa de inspección y selección. En la etapa de clasificación se encuentra involucrado el personal H1, H2, H3 y H4, así como al personal M1, M2, M3 y M4 ubicados en las mesas de inspección correspondientes a cada línea de producción. Si bien es cierto que el personal correspondiente a las bandas de la zona de clasificación no tiene como función principal el retiro de dicha materia extraña, sí las retira por defecto ya que todo el personal de la línea tiene conocimiento que este aspecto es indeseable en el producto final, por lo que se deseó determinar cuál es la eficiencia de esta etapa.

Por otro lado, para la etapa post estímulo, se realizó cambios de ubicaciones de ciertos operarios ubicados en las mesas hacia las bandas de inspección, por lo que, la muestra comprendió al personal A1 y A2, A3 y A4 ubicado en la etapa de inspección y selección de cada una de las líneas clasificadoras. Para la etapa de clasificación se mantuvo la misma cantidad de personal y para las mesas las

muestras es M1 y M2. En la Figura 2.1 se puede apreciar las diferentes zonas donde se realiza el proceso de extracción del material extraño.

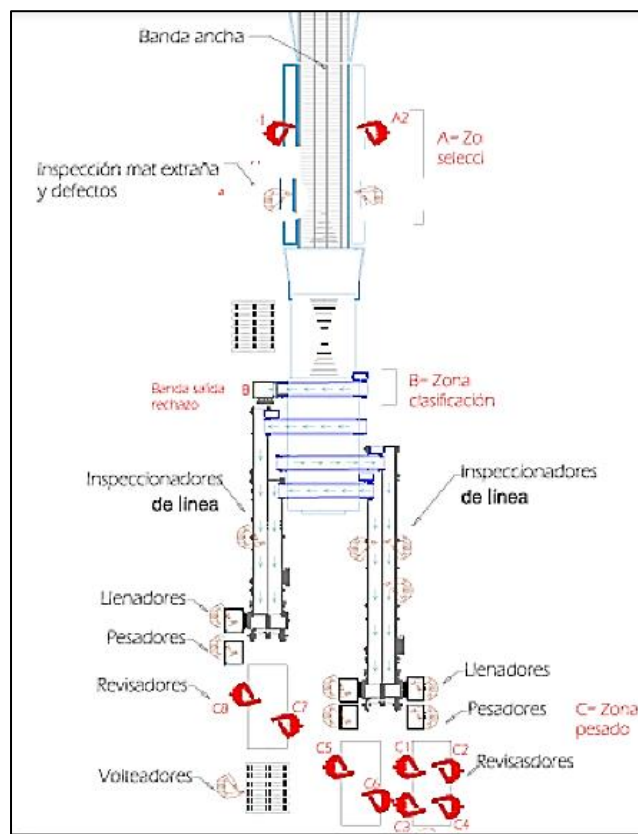


Figura 2.1. Layout de las zonas donde se extrae materia extraña en la línea de producción de camarón [Empresa empacadora, 2022].

2.3.2. Tipo de diseño experimental

El tipo de diseño de este estudio de validación es experimental, aplicando pre test y post test, donde el pre test consta de 30 datos recopilados in situ para las 3 clasificadoras abastecidas por el equipo de visión artificial. Es importante mencionar que estos datos se toman únicamente de acuerdo con el producto destinado para el mercado de España (Clientes C₁).

La variable independiente consta de la cantidad de materia extraña [Kg] retirada por el personal de inspección por lote de producción, mientras que la variable dependiente consta de la eficiencia de retiro de materia extraña calculada bajo las condiciones actuales de la empresa y las condiciones propuestas en este estudio.

Es así como se podrá observar los cambios E_f ocasionados por el efecto de un estímulo X sobre las observaciones iniciales E_a (Salinas & Cárdenas, 2009), como se observa en la Figura 2.2:

S: $E_a - X - E_f$

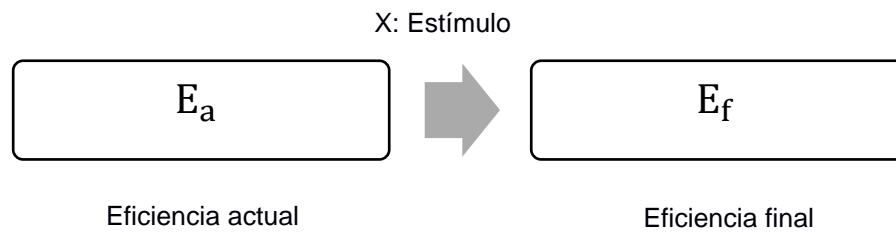


Figura 2.2. Diseño experimental aplicado en el estudio [Elaboración propia].

Donde:

S: Empresa objeto de estudio

X: Propuesta de mejora

E_a : Eficiencia actual medida

E_f : Eficiencia final medida

2.3.3. Recolección y procesamiento de datos

Se definieron técnicas de recolección (Tabla 2.2) y procesamiento (Tabla 2.3) de datos, en las cuales se describen las variables de estudio, los objetivos y los instrumentos utilizados para obtener los resultados esperados.

Tabla 2.2. Recolección de datos [Adaptado de Bazán, 2019].

Variable de estudio	Técnica de recopilación	Instrumento	Fuente
Aumento de la eficiencia de retiro de material extraño en la inspección de camarón	Observación directa al personal de la etapa de inspección previa y posteriormente a la clasificación	Guía de observación	Personal del área de recepción y clasificación
	Entrevista a jefes, supervisores y operarios	Hoja de registro de datos (ver apéndice A)	Elaboración Propia
Balance de línea	Datos históricos tomados en planta	Registro de control de retiro de material	Departamento de Control de Calidad

	Consultas bibliográficas sobre el balance de línea	extraño en equipo de visión artificial (ver Apéndices B, C, D, E y F)	
Eficiencia	Consultas bibliográficas	Registro de toma de datos in situ por parte del personal encargado	Registros llevados por el Departamento de Producción
	Datos históricos registrados por el departamento de producción		

Tabla 2.3. Procesamiento de datos [Adaptado de Bazán, 2019].

Objetivo	Técnica de procesamiento	Instrumento	Resultado
Realizar el diagnóstico de la metodología aplicada por la empresa	Observación de diagramas	Diagrama de flujo del proceso	Medición de velocidad de banda de inspección
		Diagrama de distribución del personal	
	Medición de condiciones de operación de equipos en la etapa de inspección	Tacómetro	Caudal de materia prima que circula en la banda transportadora
		Cronómetro	
Determinar el porcentaje de retiro de materia extraña en cada una de las etapas involucradas en este proceso tanto en la condición inicial y post estímulo	Cálculo total M.E retirada en VA, banda (zona A + zona A5), Clasificadora (zona B + Zona H) y Mesas	Ec. 2.1. $\% \text{ Ret. M. E VA} = \frac{\text{Total kg retirado en VA}}{\text{Total kg M. E (VA + Planta)}}$	Porcentaje de retiro de materia extraña de VA
		Ec 2.2 $\% \text{ Ret. M. E. Banda} = \frac{\text{Total kg retirado banda}}{\text{Total kg M. E (VA + Planta)}}$	Porcentaje de retiro de materia extraña de banda de inspección
		Ec. 2.3 $\% \text{ Ret M. E Clasif} = \frac{\text{Total kg retirado clasif}}{\text{Total kg M. E (VA + P lanta)}}$	Eficiencia de retiro de materia extraña de clasificadora
		Ec. 2.4 $\% \text{ Ret. M. E Mesas} = \frac{\text{Total kg retirado en mesas}}{\text{Total kg M. E (VA + P lanta)}}$	Eficiencia de retiro de materia extraña de mesas de inspección y selección
Determinar la eficiencia del proceso de retiro de material extraño bajo las condiciones actuales de la empresa y bajo	Cálculo de eficiencia en condición inicial y post estímulo	Ec. 2.5 $E_{\text{banda}} = \frac{\text{Total kg retirados banda}}{\text{Total kg M. E planta}}$	Eficiencia de retiro de material extraño en condición inicial y post estímulo
		Ec. 2.6 $E_{\text{clasif}} = \frac{\text{Total kg retirados clasif}}{\text{Total kg M. E (clasif + mesa)}}$	

las condiciones propuestas		<p style="text-align: center;">Ec. 2.7</p> $E_{\text{mesas}} = \frac{\text{Total kg retirados mesas}}{\text{Total kg M. E mesas}}$	
Determinar la tasa promedio de retiro de materia extraña por parte del personal en condición inicial y post estímulo en cada etapa involucrada	Cálculo tasa promedio retiro de materia extraña condición inicial y post estímulo	<p style="text-align: center;">Ec. 2.8</p> <p>Tasa prom A</p> $= \frac{\text{Peso M. E retirada en banda}}{(\text{N}^\circ \text{ de personas en banda}) * \left(\frac{\text{Hora}}{\text{lote}}\right)}$	Tasa promedio de retiro materia extraña en banda, clasificadora y mesa [Kg/HH] (ver Apéndice G y H)
		<p style="text-align: center;">Ec. 2.9</p> <p>Tasa Prom H</p> $= \frac{\text{Peso M. E en clasificadora}}{(\text{N}^\circ \text{ de personas en clasif}) * \left(\frac{\text{Hora}}{\text{lote}}\right)}$	
		<p style="text-align: center;">Ec. 2.10</p> <p>Tasa prom M</p> $= \frac{\text{Peso M. E en zona mesas}}{(\text{N}^\circ \text{ de personas en clasif}) * \left(\frac{\text{Hora}}{\text{lote}}\right)}$	
		<p style="text-align: center;">Ec. 2.11</p> <p>Tasa Prom A5 =</p> $\frac{\text{Peso M. E en zona A5}}{\left(\frac{\text{Hora}}{\text{lote}}\right)}$	Tasa promedio retiro de materia extraña en zona A5 y B [Kg/ Hora] (ver Apéndice G y H)
		<p style="text-align: center;">Ec. 2.12</p> <p>Tasa Prom B =</p> $\frac{\text{Peso M. E en zona B}}{\left(\frac{\text{Hora}}{\text{lote}}\right)}$	
		<p style="text-align: center;">Ec. 2.13</p> <p>Prom E =</p> $\frac{\sum \text{eficiencia}}{\text{Total de datos de eficiencia}}$	Promedio de la eficiencia en condición inicial y post estímulo
Comparar la eficiencia actual con la eficiencia	Análisis de las eficiencias calculadas	Eficiencia propuesta	Porcentaje de incremento de la eficiencia
Diseñar un nuevo layout de personal requerido por clasificadora	Revisión y comparación de resultados	Software especializado en diseño de plantas	Layout del personal destinado al retiro de material extraño (ver Apéndice Q)

Para el cálculo de porcentaje de retiro de materia extraña en condiciones iniciales y post estímulo en cada una de las etapas se tomó en cuenta los kilogramos extraídos por cada una de ellas y se los dividió para el total de kilogramos extraídos en todo el proceso de limpieza, que corresponde al material extraño

extraído por la VA y por la planta, como se muestra en las Ec. 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4 en la Tabla 2.3.

Para el cálculo de eficiencia en las etapas posteriores a la visión artificial se tomó en cuenta como numerador los kilogramos de material extraño retirados en banda clasificadora y mesas, como denominador los kilogramos totales retirados en bandas, clasificadoras y mesas para las 3 líneas de clasificación (Ec. 2.5), a lo cual se le ha denominado “material extraño retirado en planta”. En la Ec. 2.6, el denominador corresponde al peso en kilogramos del material retirado en clasificadora y mesa, y para la Ec. 2.7 el denominador es el peso que se retira en mesas.

Para conocer la tasa promedio de retiro de materia extraña por cada trabajador y por hora para cada una de las etapas involucradas en el proceso, se aplicaron las Ec. 2.8, 2.10 y 2.12, descritas en la Tabla 2.3.

Para las zonas A5 y B donde no hay personas involucradas en el retiro de este material, se aplicaron las Ec. 2.9 y 2.11 respectivamente para saber en promedio la tasa de material extraño expulsado en estas zonas por cada hora.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1. Distribución de operarios en la línea de producción en condiciones iniciales

Para la distribución de operarios en las 3 líneas de producción se decidió que las tomas de datos se realizaran con la cantidad de personal que normalmente trabajan en el retiro de material extraño, lo cual corresponde a 2 personas en banda y 4 personas en mesas, los cuales se caracterizan por vestir capuchas rojas. Además, se tomó en consideración las personas que se encuentran en las bandas de salida de las clasificadoras conocidos como inspeccionadores de línea (Figura 2.1) debido a que en esta etapa aún existe presencia de material extraño, por lo que a este personal también se los tomó en cuenta para evitar que los cálculos estén ligados a una fábrica oculta, lo cual puede inducir a falsas eficiencias. Este personal se ubica en la zona H, mencionada anteriormente en el capítulo 2.

Bajo estas condiciones iniciales, la Figura 3.1 muestra la cantidad promedio de operarios en las etapas posteriores a la limpieza de material extraño realizada por la máquina visión artificial y previas al envasado. En la banda de inspección y selección se identificaron 6 operarios, en la clasificadora 12 operarios y en mesa entre 12 y 19 operarios, dependiendo de la presencia de defectos en el camarón (Apéndice I). El layout correspondiente a esta distribución se puede observar en el Apéndice J.

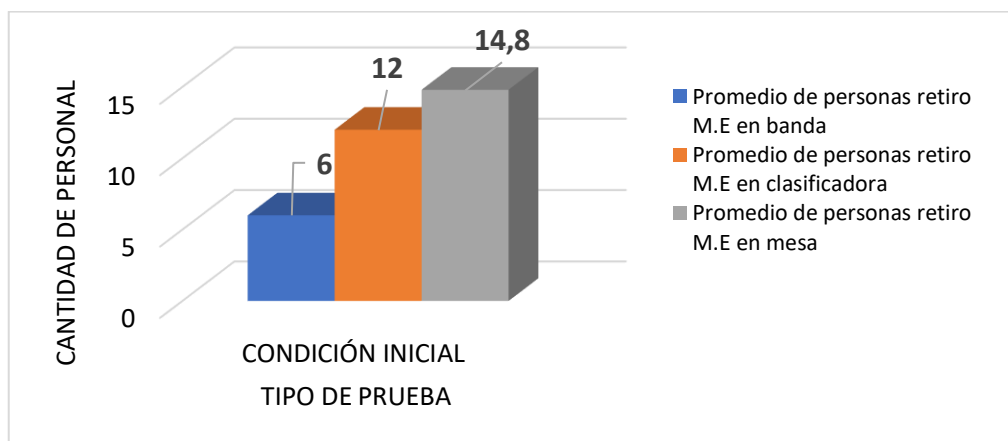


Figura 3.1. Cantidad de operarios ubicados en las etapas previas al envasado de camarón en condición inicial [Elaboración propia].

3.2. Retiro de materia extraña en condiciones iniciales

El procesamiento de los datos recolectados incluyó el cálculo del porcentaje de materia extraña extraída en cada una de las etapas involucradas en el retiro de materia extraña por cada lote de camarón ingresado a la línea de proceso, como se muestra en la Figura 3.2. El detalle de porcentaje de retiro de materia extraña por kilogramos de camarón ingresado a las 3 líneas de procesamiento se puede visualizar en el Apéndice K.

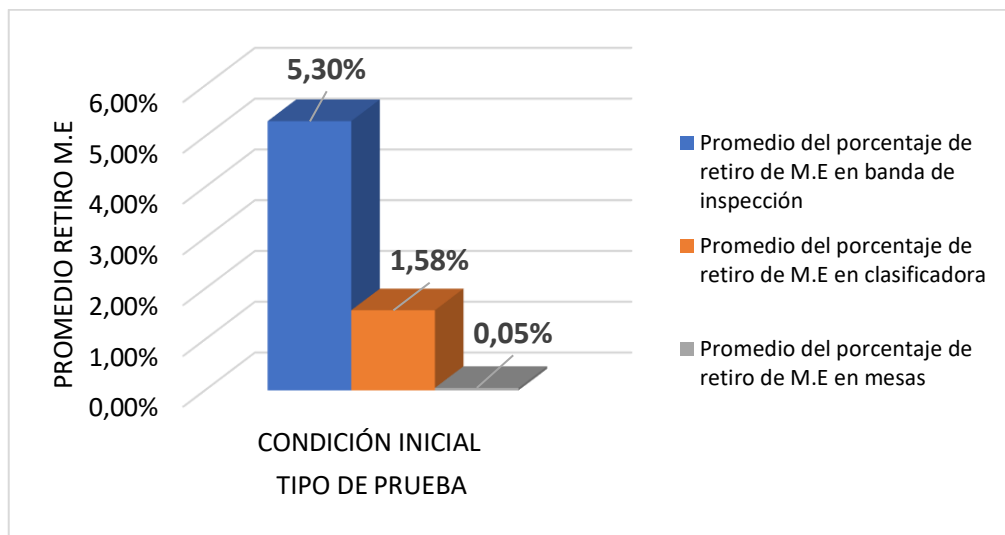


Figura 3.2. Porcentaje de retiro de materia extraña en etapas previas al envasado de camarón entero congelado en condiciones iniciales [Elaboración propia].

El equipo VA ejecuta una limpieza inicial retirando materia extraña presente en el camarón con una eficiencia esperada del 90%, por lo que en las etapas posteriores a recepción, las llevan a cabo operarios capacitados para la remoción de dicho material. En el Apéndice K se observa que del total de materia extraña presente en el producto, el equipo VA realiza la mayor remoción en los diferentes lotes procesados, alcanzando una eficiencia del 97%, superando el porcentaje esperado del equipo que es del 90%.

La siguiente etapa donde se retira gran parte de la materia extraña remanente corresponde a la inspección y selección en banda, aquí se trata de extraer la materia extraña no identificada por el equipo VA. Los operarios encargados de esta etapa retiran materia extraña a una tasa promedio de 0,12 Kg/HH, pero también existe

caída de este material extraño por debajo de la banda de inspección conocida como zona A5, lo cual también se pesa y se suma con el peso retirado por parte del personal de la banda. La tasa promedio de la zona A5 es de 0,08 Kg/Hora, por lo que la tasa promedio total de retiro de materia extraña en esta etapa es de 0,32 Kg/Hora.

En la banda clasificadora se retira materia extraña a una tasa promedio de 0,01 Kg/HH. Cabe mencionar que esta se divide en zona B y zona H. En la primera zona sale camarón no clasificado (por talla) y su tasa promedio de retiro es de 0,05 Kg/Hora. Por otro lado, en la zona H existe personal que inspecciona y selecciona camarón conforme a los estándares de calidad, los cuales, en caso de observar presencia de materia extraña, la retiran, aunque no es su principal función.

La etapa final donde se retira materia extraña corresponde a las mesas de inspección y selección, siendo éste un último filtro antes de que el producto sea pesado y envasado. En la Figura 3.2 y Apéndice K se puede evidenciar que existe un bajo porcentaje de retiro de materia extraña en esta etapa. Lo deseable es que en este punto no llegue materia extraña, tal es así que la tasa promedio de retiro de dicho residuo es muy baja, con un valor de 0,0006 Kg/HH.

3.3. Eficiencia de retiro de materia extraña en condiciones iniciales

En términos de eficiencia, el retiro de material extraño en las etapas posteriores al equipo VA, donde solo interviene el recurso humano se muestra en la Figura 3.3. La inspección y selección en banda es la segunda etapa donde se retira mayor cantidad de materia extraña, con resultados de eficiencia de entre 46-95%.

En la mayoría de los lotes se registró que en la zona de clasificación se logra el 100% de retiro de material extraño (Apéndice L), pero en otros casos no se logra esta eficiencia, por lo que en las mesas de inspección se completa dicha separación. Este porcentaje de eficiencia resultante se calcula mediante las ecuaciones explicadas en la Tabla 2.3 donde se asume que el total de la materia extraña para el denominador de la ecuación es el total existente para la siguiente etapa.

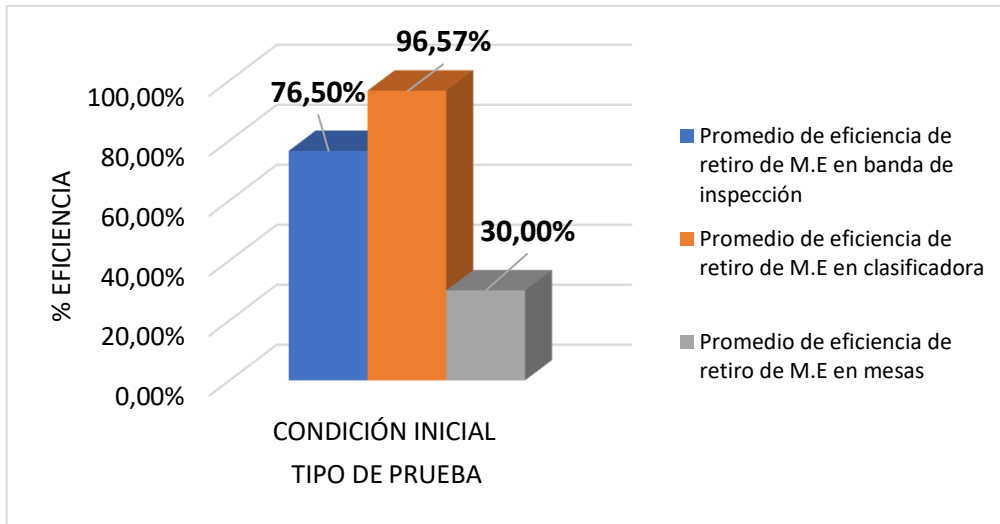


Figura 3.3. Eficiencia de retiro de materia extraña en las etapas posteriores a la máquina de visión artificial en condiciones iniciales [Elaboración propia].

3.4. Distribución de operarios en la línea de producción en condición de post estímulo

Luego de aplicar un estímulo X (reubicar 2 operarios de cada mesa de inspección de cada una de las clasificadoras hacia la banda de selección y clasificación), se obtuvo una nueva distribución de operarios en la línea. En la banda se ubicaron 12 operarios, en la clasificadora se mantuvieron 12 operarios y en mesa se redujo la cantidad de operarios a 6 (Figura 3.4). El gráfico detallado de la cantidad de operarios por cada lote ingresado se encuentra en el Apéndice M. El layout correspondiente a esta distribución se puede observar en el Apéndice N.

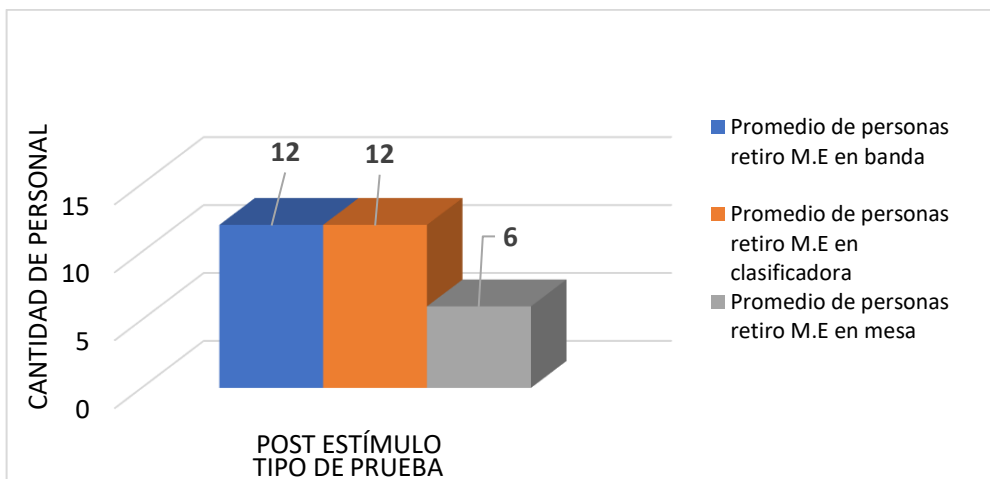


Figura 3.4. Cantidad de operarios ubicados en las etapas previas al envasado de camarón en condición post estímulo [Elaboración propia].

3.5. Retiro de materia extraña post estímulo

Habiendo aplicado el estímulo, se calculó nuevamente el porcentaje de materia extraña extraída de cada una de las etapas por cada lote de camarón ingresado a la línea de proceso como se muestra en la Figura 3.5.

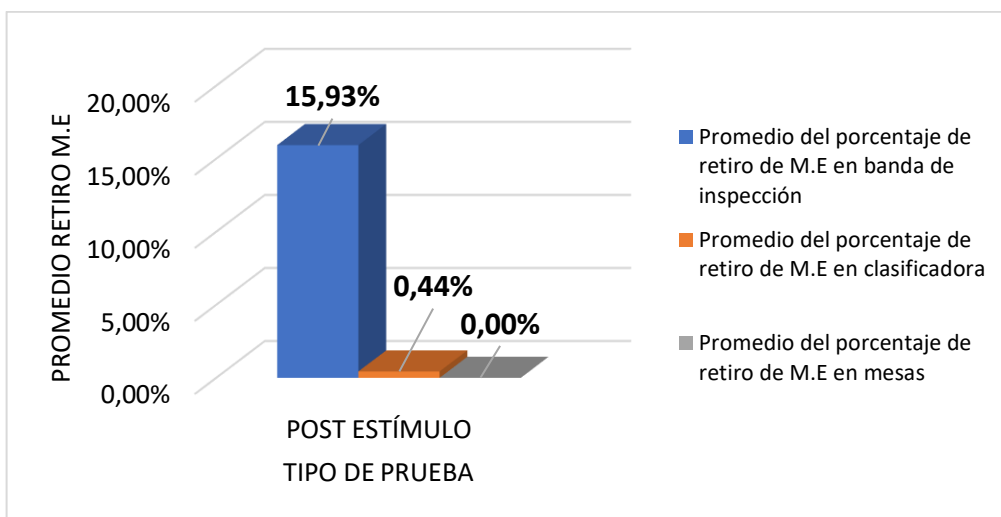


Figura 3.5. Porcentaje de retiro de materia extraña en etapas previas al envasado de camarón entero congelado en condiciones de post estímulo [Elaboración propia].

El Apéndice O demuestra que el estímulo aplicado contribuyó a que el personal retire cerca del 50% del total de materia extraña identificada en la etapa de inspección en banda, un contraste importante respecto eficiencia lo visto previo a esta propuesta, donde el valor máximo registrado fue cercano al 9%.

La tasa promedio de retiro de materia extraña en la banda de inspección y selección fue de 0,31 Kg/HH mientras que en la zona A5 fue de 0,29 Kg/Hora, dando como resultado una tasa promedio de retiro de material extraño de 1,49 Kg/Hora en esta etapa.

En la clasificadora, la tasa promedio de retiro de materia extraña fue de 0,0 Kg/HH, sin embargo, en la zona B se da una expulsión de residuo extraño a una tasa promedio de 0,04 Kg/Hora, lo que indica que en la zona de banda se ha retirado la mayor parte de residuos extraños y por ende lo poco que queda sale en esta zona junto con el camarón no conforme. En la zona de mesas no se presencié llegada de materia extraña, por tanto el porcentaje de eficiencia es de 0%.

3.6. Eficiencia de retiro de materia extraña post estímulo

Al igual que en la condición inicial, se calculó el valor promedio de la eficiencia de retiro de materia extraña tras implementar el estímulo, donde se muestra un incremento en la etapa de banda de inspección y la disminución total en las mesas debido a la ausencia de materia extraña por extraer, como se muestra en la Figura 3.6.

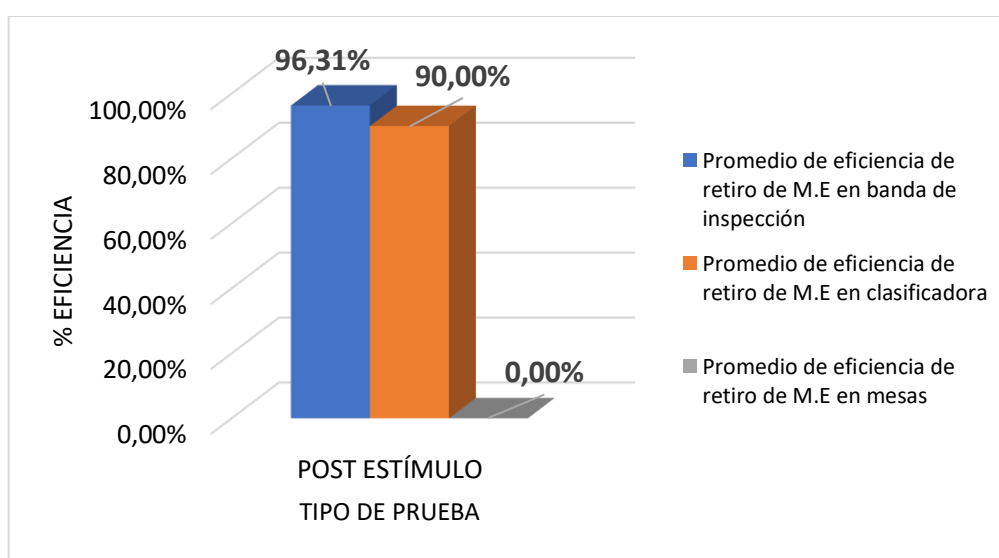


Figura 3.6. Eficiencia de retiro de materia extraña en las etapas posteriores a la máquina de visión artificial tras la aplicación del estímulo [Elaboración propia].

En la gráfica del Apéndice P se demuestra que la eficiencia en las etapas posteriores a la clasificación por VA sufrieron cambios positivos, debido a que el refuerzo de personal de retiro de materia extraña contribuyó a que en la zona de banda se retire mayor cantidad de material extraño remanente, alcanzando porcentajes de eficiencia del 99%, con respecto al total de materia extraña extraída únicamente en planta. En la zona de clasificación, especialmente en la zona B se retira el resto de material extraño no extraído en la etapa anterior. De esta manera a la zona de mesas no llega material extraño, permitiendo que el personal presente en las mesas pueda ayudar a inspeccionar al camarón no conforme antes de su envasado.

De acuerdo con los resultados anteriores, se pudo comprobar mediante la Figura 3.7 el incremento del porcentaje de retiro de materia extraña en cada una de las etapas, donde se puede observar que dicho porcentaje de extracción de materia extraña se triplicó luego de que se aplicó el estímulo con respecto a la condición inicial en la etapa de inspección y selección en banda. Por lo tanto, el porcentaje de eficiencia en las etapas de clasificación e inspección en mesas fueron bajos, llegando incluso a 0% como se muestra en la Figura 3.8.

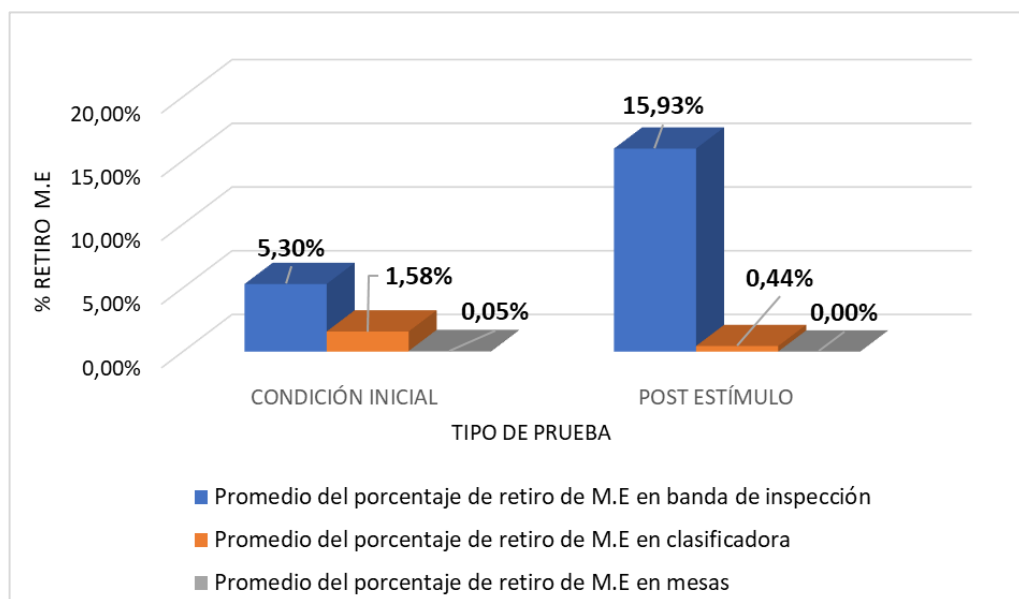


Figura 3.7. Comparación de porcentaje de retiro de materia extraña en etapas posteriores a la máquina de visión artificial en condiciones iniciales y post estímulo [Elaboración propia].

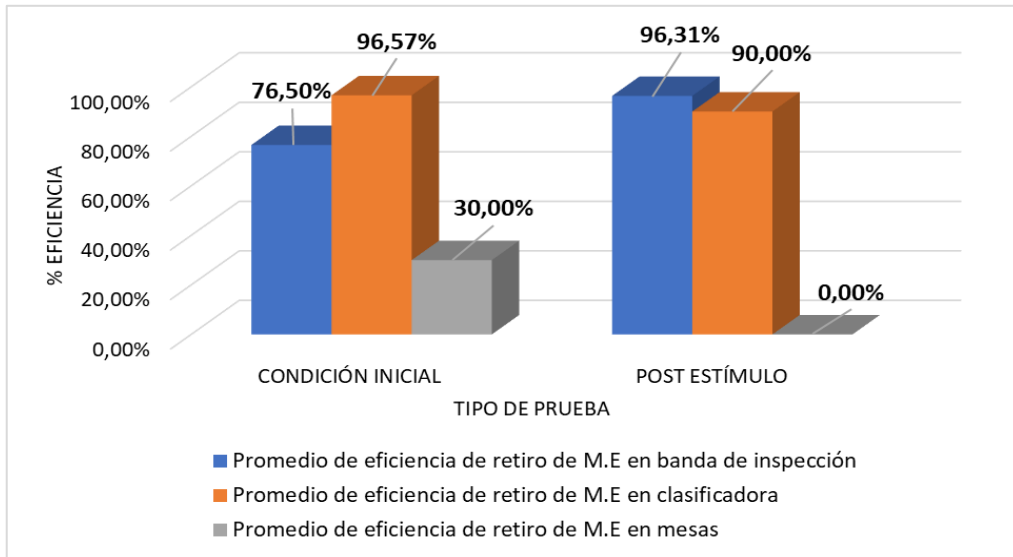


Figura 3.8. Comparación de eficiencia de retiro de materia extraña en etapas posteriores a la máquina de visión artificial en condiciones iniciales y post estímulo [Elaboración propia].

3.7. Propuesta de distribución de operarios en la línea de producción

Al no existir materia extraña para remover en la etapa de inspección en mesas, lo cual generó eficiencias del 0%, se propuso una distribución en la cual no se necesitaría emplear operarios en esta etapa (Figura 3.9). El layout correspondiente a esta distribución, en la cual se considera la cantidad necesaria de operarios en la línea de producción, se puede observar en el Apéndice Q.

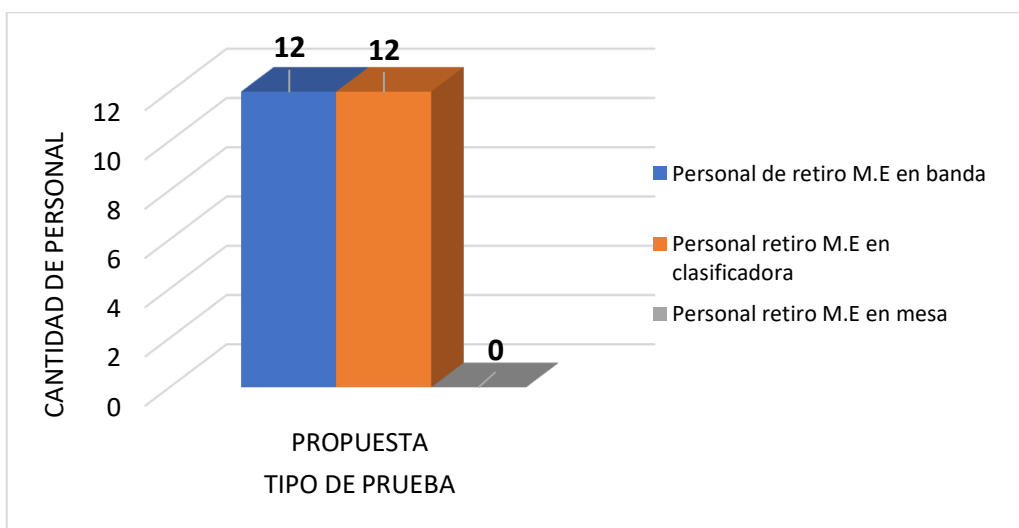


Figura 3.9. Propuesta de distribución de operarios ubicados en las etapas previas al envasado de camarón [Elaboración propia].

3.8. Beneficio económico de la implementación del equipo de visión artificial

Dentro del contexto actual de la empresa (condición inicial) además del equipo VA, 38 operarios trabajan en contacto con el producto en las etapas en las que hay actividad de retiro de materia extraña, mientras que en el escenario post estímulo, la cantidad de operarios disminuyó a 30.

Tomando en consideración el costo de personal (salario, horas extras, décimo tercer y décimo cuarto sueldo, turnos rotativos, doble turno y utilidades) y la depreciación anual del equipo VA (Tabla 3.1), en la etapa post estímulo, donde se emplearon 30 operarios, se tiene que la empresa ahorraría alrededor de \$91.200 anualmente en la línea de producción al emplear menos personal encargado del retiro de materia extraña en la línea de producción. Este ahorro equivale a una disminución del 18,4% en los costos destinados a estos rubros.

Similarmente, en la Tabla 3.2 se detallan los costos de aplicar la distribución propuesta, donde se emplearían únicamente 24 operarios. Se tiene que hay un ahorro anual de \$159.600 en la línea de producción. Esto equivale a una disminución de 32,2% en los costos por personal y depreciación del equipo VA.

Tabla 3.1. Tabla comparativa de costos de personal y de equipo VA en condición inicial y post estímulo [Elaboración propia].

Condición inicial				Post estímulo			
Recurso	Cantidad	Costo unitario	Costo anual	Recurso	Cantidad	Costo unitario	Costo anual
Máquina VA	1	\$626.768	\$62.676,8	Máquina VA	1	\$626.768	\$62.676,8
Costo de personal	38	\$11.400	\$433.200	Costo de personal	30	\$11.400	\$342.000
Total			\$495.876,8	Total			\$404.676,8

Tabla 3.2. Tabla comparativa de costos de personal y de equipo VA en condición inicial y propuesta [Elaboración propia].

Condición inicial				Propuesta			
Recurso	Cantidad	Costo unitario	Costo anual	Recurso	Cantidad	Costo unitario	Costo anual
Máquina VA	1	\$626.768	\$62.676,8	Máquina VA	1	\$626.768	\$62.676,8
Costo de personal	38	\$11.400	\$433.200	Costo de personal	30	\$11.400	\$342.000

Total	\$495.876,8	Total	\$336.276,8
--------------	-------------	--------------	-------------

Así pues, la empresa puede aprovechar este ahorro para la adquisición de otra máquina VA, pudiendo también reubicar al personal adicional en otras líneas de producción a futuro, sin prescindir de su servicio. Esto debido a que la empresa ha planteado desde el inicio que no planea provocar despidos, más bien considerar la mano de obra calificada actual para futuras líneas de producción, ya que el sector camaronero año a año se encuentra en inminente crecimiento. Bee & Honeywood (2004) apoyan esta teoría, afirmando que los sistemas automatizados al mantener niveles más altos de consistencia en comparación con la clasificación manual reducen los costos laborales.

Además del beneficio económico, el producto final gozará de la calidad esperada por el consumidor. Costa *et al.*, (2020) coinciden en que el uso de tecnologías basadas en la visión artificial genera beneficios para el productor debido al incremento de la seguridad alimentaria y por ende, la satisfacción del consumidor. Asimismo, Gulcan & Gulsoy (2017) enlistan otros beneficios que aportan los clasificadores ópticos, los cuales incluyen la reducción del consumo de energía y agua, menor impacto ambiental e incremento en la calidad del producto final.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- La eficiencia de retiro de materia extraña aumentó de 76,5% a 96,31% en la zona de inspección en banda tras la aplicación del estímulo.
- La línea de producción de camarón entero congelado premium necesita una cantidad de 24 operarios distribuidos en cada una de las 3 clasificadoras alimentadas por el equipo VA de la siguiente manera: 4 en banda de inspección y 4 en clasificación.
- Con la implementación del equipo de visión artificial, la empresa lograría reducir en 32,2% anualmente los costos de personal y del equipo VA dentro de la línea de producción al implementar la propuesta de reubicación de personal planteada, lo cual les permitiría adquirir un nuevo equipo para otras líneas de producción y recuperar rápidamente la inversión.

4.2. Recomendaciones

- Adecuar la plataforma de la zona donde se encuentra la banda de inspección, para que el personal de refuerzo para retiro de materia extraña pueda desplazarse adecuadamente ante cambios de turno u otras eventualidades.
- Aplicar este estudio con los proveedores que la empresa haya identificado como aquellos donde el producto llega a recepción con mayor cantidad de materia extraña, para observar los resultados de la aplicación de la propuesta planteada.
- Llevar un sondeo de la naturaleza de la materia extraña que el equipo VA no es capaz de identificar, biológica (peces o camarones no conformes) o física (ramas, cuerdas o piedras) a manera de indicador interno de control.

BIBLIOGRAFÍA

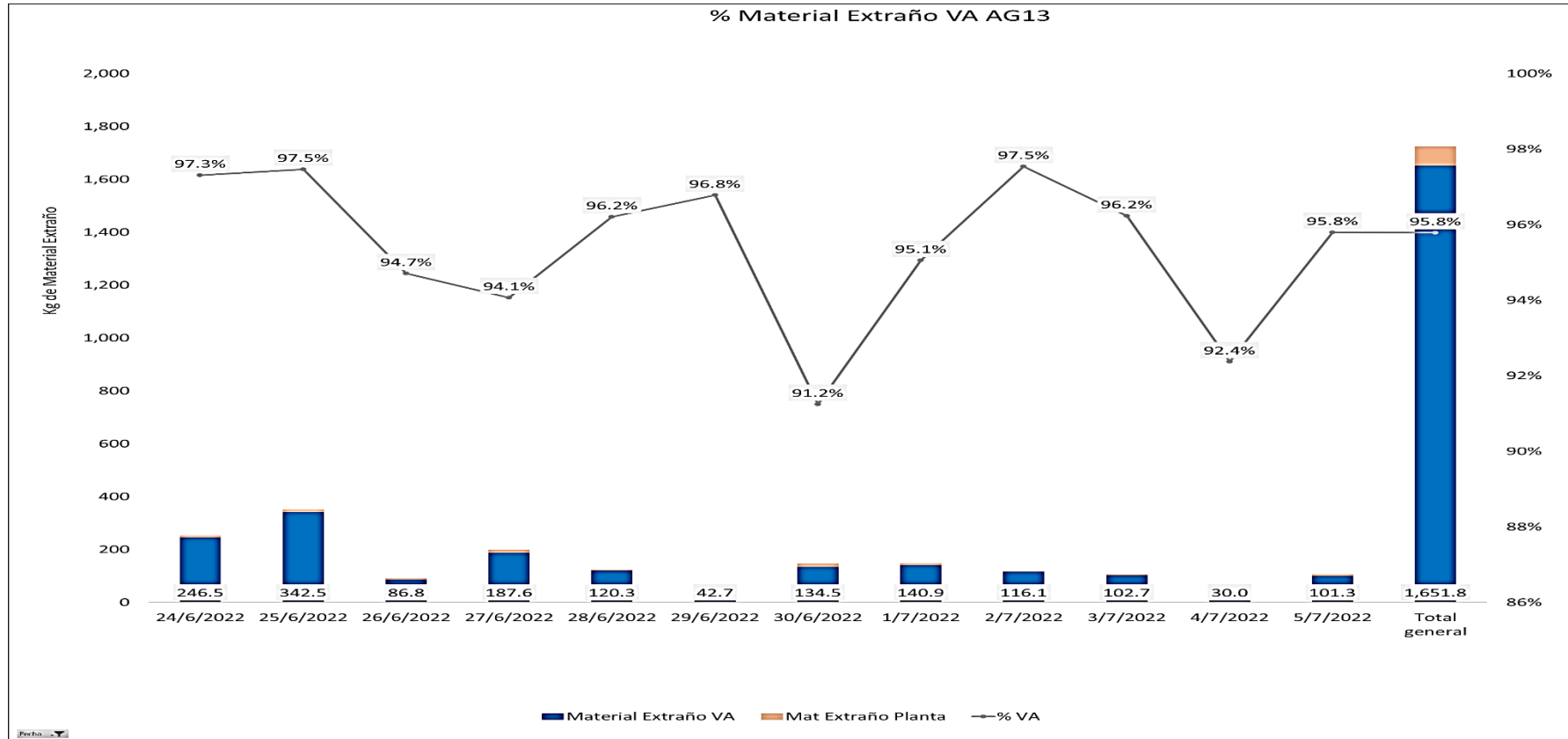
- Arias, E. & Torres, K. (2019). Análisis de las exportaciones de camarón antes y después de la firma del Acuerdo Multipartes entre Ecuador y la Unión Europea. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 3-8.
- Bazán, A. (2019). Referencia online incluida en el artículo: Mejora de métodos de trabajo en el proceso de conserva de alcachofa para aumentar la productividad en una empresa agroindustrial en el año 2018 URL <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13435>. Tesis de grado. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.
- Bee, S. & Honeywood, M. (2004). Optical sorting systems. En: *Detecting foreign bodies in food* (editado por M. Edwards). Pág. 86. Florida, USA: Woodhead Publishing Limited.
- Bucheli, R. (2015). Impacto potencial en las exportaciones de banano y camarón ecuatoriano hacia la Unión Europea (2015-2019), dada la suscripción de un acuerdo comercial entre ambas partes URL <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/10540>. Tesis de grado, PUCE. Quito, Ecuador. Fecha de acceso 10/06/2022.
- Chua, T., & Kungvankij, P. (1990). Referencia online incluida en el artículo: Una Evaluación del Cultivo de Camarón en el Ecuador y Estrategia Para Su Desarrollo y Diversificación de la Acuicultura en el Ecuador. Guayaquil, Ecuador: Programa de Manejo de Recursos Costeros URL https://www.crc.uri.edu/download/ChuaKunvankij_1990.pdf. Fecha de acceso 12/06/2022.
- CFN. (2019). Referencia online incluida en el artículo: Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Industrias manufactureras. Comercio: Explotación de criaderos de camarones. Preparación y conservación, elaboración de productos de camarón y langostinos. Venta al por mayor de camarón y langostinos URL <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2019/Fichas-sectoriales-2-Trimestre-2019/FS-Camaron.pdf>. Fecha de acceso 13/06/2022.
- CFN. (2020). Referencia online incluida en el artículo: Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Industrias manufactureras. Comercio: Explotación de criaderos de camarones. Preparación y conservación, elaboración de productos de camarón y langostinos. Venta al por mayor de camarón y langostinos URL

- https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2020/ficha-sectorial-3-trimestre-2020/FS_Camaron_3T2020.pdf. Fecha de acceso 13/06/2022.
- CFN. (2021). Referencia online incluida en el artículo: Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Industrias manufactureras. Comercio: Explotación de criaderos de camarones. Preparación y conservación, elaboración de productos de camarón y langostinos. Venta al por mayor de camarón y langostinos URL <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2021/fichas-sectoriales-3-trimestre/Ficha-Sectorial-Camaron.pdf>. Fecha de acceso 13/06/2022.
- CFN. (2022). Referencia online incluida en el artículo: Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Industrias manufactureras. Comercio: Explotación de criaderos de camarones. Preparación y conservación, elaboración de productos de camarón y langostinos. Venta al por mayor de camarón y langostinos URL <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2022/fichas-sectoriales-1-trimestre/Ficha-Sectorial-Camaron.pdf>. Fecha de acceso 13/06/2022.
- CNA. (2022). Referencia online incluida en el artículo: Camarón- Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales URL <https://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>. Fecha de acceso 16/06/2022.
- Costa, A., Figueroa, H. & Fracarolli, J. (2020). Computer vision-based detection of external defects on tomatoes using deep learning. *Biosystems Engineering*, 190, 131-144.
- Dumas, D. (2018). Referencia online incluida en el artículo: Foreign material identification and removal in the food safety industry URL <https://core.ac.uk/download/pdf/211309671.pdf>. Fecha de acceso 13/06/2022.
- Gonzabay, A., Vite, H., Garzón, V. & Quizhpe, P. (2021). Análisis de la producción de camarón en el Ecuador para su exportación a la Unión Europea en el período 2015-2020. *Polo del Conocimiento*, 6, 1040-1058.
- Gulcan, E. & Gulsoy, O. (2017). Performance evaluation of optical sorting in mineral processing- A case study with quartz, magnesite, hematite, lignite, copper and gold ores. *International Journal of Mineral Processing*, 169, 129-141.
- IFS. (2021). *IFS Guideline for an Effective Foreign Body Management*. Segunda Edición. Berlín, Alemania: IFS PaCsecure.

- IFST. (2018). *Food and Drink- Good Manufacturing Practice: A Guide to its Responsible Management*. Séptima Edición. Londres, UK: Intitute of Food Science and Technology (UK).
- Intriago, E. (2018). Manual HACCP de camarón pre-cocido para la empresa "FRIGOPESCA C.A." URL <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/34809>. Tesis doctoral, Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. Fecha de acceso 16/06/2022.
- Mishan, N. & Tap, M. (2015). Increasing line efficiency by using timestudy and line balancing in a food manufacturing company. *Jurnal Mekanikal*, 38, 32-43.
- Niebel, B. & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Duodécima Edición. México, D.F., México: McGraw Hill.
- Paucar, K., & Quiroz, M. (2022). Diseño de un sistema de gestión de calidad basada en la Norma ISO 9001: 2015 en una empresa exportadora de camarón del Km 8 vía a Daule URL <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/60262>. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. Fecha acceso 11/06/2022
- Peña, D., Neira, A. & Ruiz, R. (2016). Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento. *Scientia et Technica*, 21, 239-247.
- Saeidan, A., Khojastehpour, M., Golzarian, M., Mooenfard, M. & Khan, H. (2021). Detection of foreign materials in cocoa beans by hyperspectral imaging technology. *Food Control*, 129, 1-8.
- Salinas, P. & Cárdenas, M. (2009). *Métodos de investigación social*. Segunda Edición. Quito, Ecuador: Editorial Quipus, CIESPAL.
- Theodore, J. (2020). Evidence on the current state of the shrimp industry in Ecuador. *Global Journal of Business Research*, 14, 97-104.
- Villacrés, J. (2012). Estudio de la producción de camarón del ecuador periodo 2001-201 URL <http://repositorio.uees.edu.ec/123456789/894>. Tesis de grado. Universidad de Especialidades Espiritu Santo. Fecha acceso 11/06/2022.

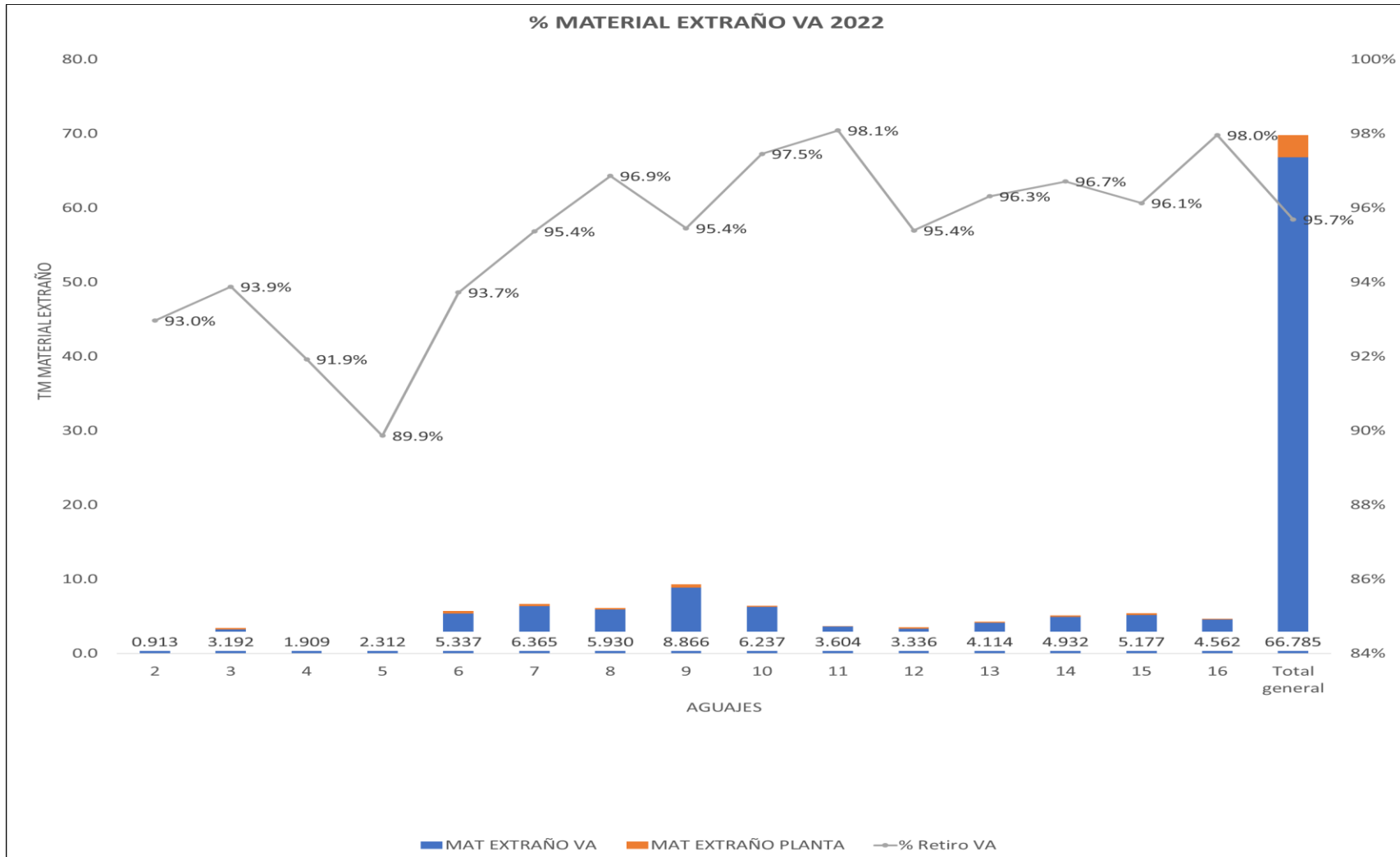
APÉNDICES

Indicador de porcentaje de material extraño retirado por VA correspondiente al aguaje 13 [Empresa empackadora, 2022].



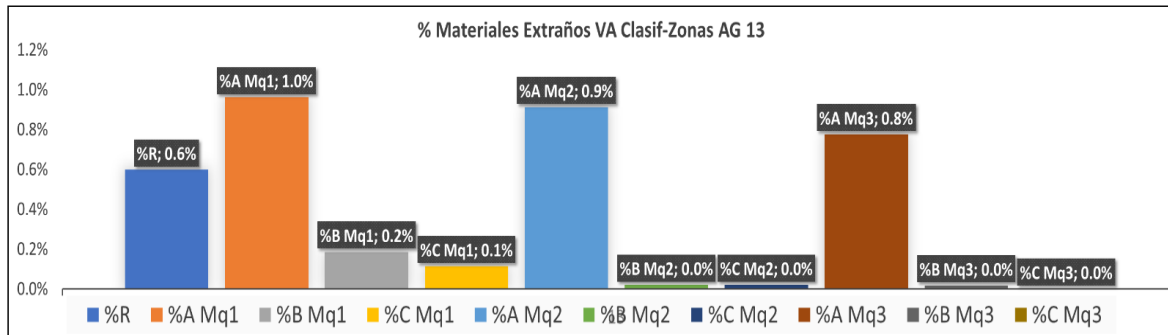
APÉNDICE D

Indicador de eficiencia del equipo visión artificial durante los agujajes del 2022 [Empresa empaadora, 2022].



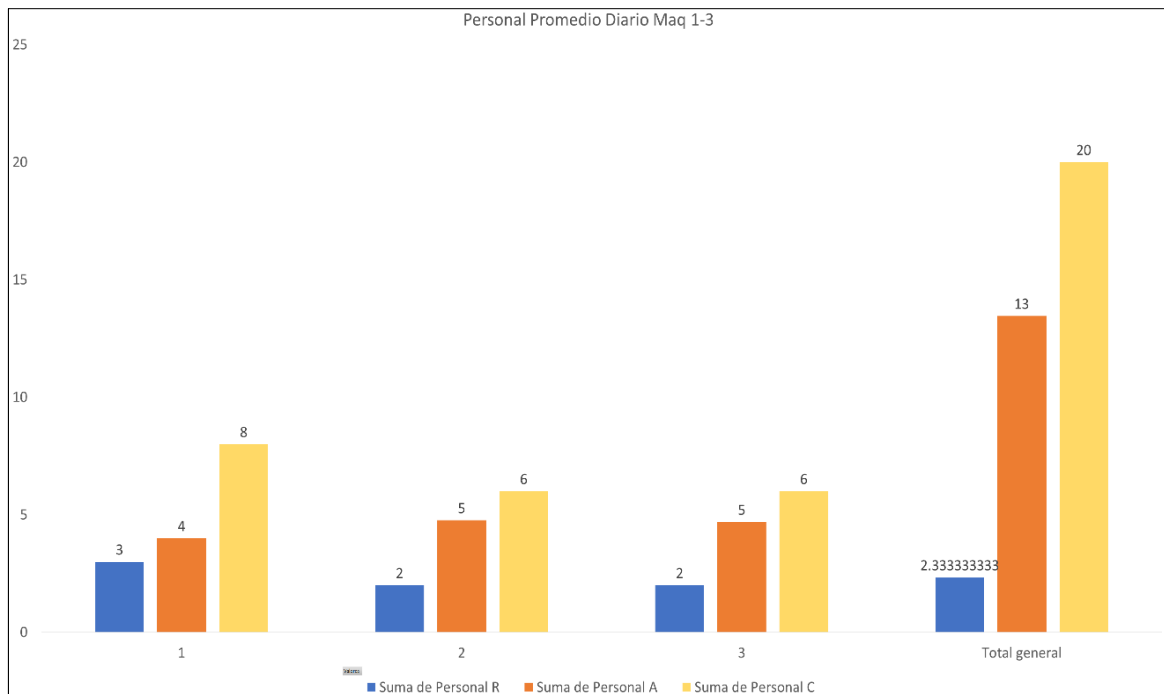
APÉNDICE E

Porcentaje de materiales extraños retirados por cada clasificadora durante el aguaje 13 [Empresa empacadora, 2022].



APÉNDICE F

Personal promedio diario para el retiro de material extraño en clasificadora 1-3 [Empresa empacadora, 2022].



APÉNDICE G

Tasa de retiro de materia extraña en condiciones iniciales correspondiente a cada zona [Elaboración propia].

Fecha	Agoje	Kg Ingresados	Kg Procesado CI	Bauxita VA	Clasificadora	NO DE MOTORES EXTRAÑA RETIRADA PLANIA	TOTAL NO DETECTADO POR BANDA DE SELECCIÓN	TOTAL NO DETECTADO POR OPERARIOS CAPUCHAS ROJAS	% NO DETECTADO POR BANDA DE SELECCIÓN	% NO DETECTADO POR CAPUCHAS ROJAS	KG total M.E retirado por todo el personal de la línea	LINEA Kg ME/Hombre	Linea Kg/H	Linea Kg/HH	KG total M.E retirado por todo el personal Capuch Rojos	KG/Hombre R	Retiro Mat Extr. KG/HH rojos líneas	Kg /Hombre Banda A	Kg/ Hora AS	Kg/HH retiro mat. Extraña para banda (rojos)	Kg/Hora Clasif Zona B	Kg/HH retiro mat. Extraña para clasificado	Kg/HH retiro mat. Extraña para mesas (rojos)
13/7/2022	14	4600	1612.8	12.35	1	0.12	0.00	0.00	0.000%	0.000%	0.12	0.01	0.11	0.09	0.12	0.02	0.01	0.06	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00
13/7/2022	14		898.56		2	0.43	0.28	0.28	0.006%	0.006%	0.24	0.02	0.22	0.09	0.15	0.02	0.02	0.08	0.10	0.07	0.07	0.02	0.00
13/7/2022	14		55.2		3	1.48	0.76	0.76	0.017%	0.017%	0.76	0.06	0.66	0.10	0.72	0.09	0.08	0.36	0.03	0.31	0.59	0.01	0.00
14/7/2022	14	4840	2211.84	24.2	1	1.18	0.37	0.37	0.008%	0.008%	0.88	0.07	0.44	0.15	0.82	0.09	0.05	0.41	0.11	0.20	0.05	0.01	0.00
14/7/2022	14		1935.36		2	0.42	0.11	0.11	0.002%	0.002%	0.31	0.03	0.25	0.11	0.31	0.04	0.04	0.16	0.09	0.12	0.00	0.00	0.00
14/7/2022	14		30.41		3	1.05	0.53	0.51	0.011%	0.011%	0.62	0.05	0.46	0.10	0.53	0.06	0.04	0.26	0.31	0.19	0.01	0.02	0.00
14/7/2022	14	4600	829.76	22.41	1	0.28	0.20	0.16	0.004%	0.004%	0.20	0.02	0.19	0.09	0.12	0.02	0.02	0.04	0.03	0.04	0.05	0.02	0.01
14/7/2022	14		829.44		2	0.09	0.06	0.03	0.001%	0.001%	0.09	0.01	0.04	0.17	0.06	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
14/7/2022	14		4976.64		3	0.25	0.16	0.16	0.003%	0.003%	0.17	0.01	0.07	0.21	0.09	0.01	0.00	0.05	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00
14/7/2022	14	9200	2371.14	14.37	1	0.30	0.10	0.10	0.001%	0.001%	0.27	0.03	0.26	0.11	0.19	0.03	0.03	0.10	0.01	0.09	0.02	0.02	0.00
14/7/2022	14		3594.24		2	0.30	0.12	0.12	0.001%	0.001%	0.23	0.02	0.23	0.09	0.18	0.02	0.02	0.09	0.04	0.09	0.02	0.01	0.00
14/7/2022	14		3594.24		3	0.07	0.00	0.00	0.000%	0.000%	0.07	0.01	0.12	0.06	0.07	0.01	0.02	0.03	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
14/7/2022	14	8740	3302.48	14.03	1	0.25	0.04	0.04	0.000%	0.000%	0.21	0.02	0.18	0.10	0.21	0.03	0.02	0.10	0.02	0.09	0.02	0.00	0.00
14/7/2022	14		2211.84		2	0.34	0.10	0.10	0.001%	0.001%	0.24	0.02	0.21	0.10	0.24	0.03	0.03	0.12	0.04	0.10	0.05	0.00	0.00
14/7/2022	14		3317.76		3	0.13	0.00	0.00	0.000%	0.000%	0.13	0.01	0.12	0.10	0.13	0.02	0.01	0.07	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
15/7/2022	14	5280	2211.84	8.4	1	0.16	0.01	0.01	0.000%	0.000%	0.15	0.01	0.15	0.10	0.15	0.02	0.02	0.07	0.01	0.07	0.00	0.00	0.00
15/7/2022	14		1105.92		2	0.17	0.03	0.03	0.001%	0.001%	0.16	0.02	0.31	0.05	0.13	0.02	0.04	0.07	0.02	0.13	0.00	0.01	0.00
15/7/2022	14		1935		3	0.52	0.39	0.39	0.007%	0.007%	0.28	0.03	0.51	0.06	0.13	0.02	0.04	0.06	0.43	0.12	0.00	0.07	0.00
15/7/2022	14	7040	2211.84	10.45	1	0.14	0.06	0.06	0.001%	0.001%	0.11	0.01	0.08	0.12	0.08	0.01	0.01	0.04	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00
15/7/2022	14		1658.88		2	0.17	0.05	0.05	0.001%	0.001%	0.11	0.01	0.11	0.11	0.11	0.02	0.02	0.06	0.02	0.05	0.04	0.00	0.00
15/7/2022	14		3317.76		3	0.15	0.00	0.00	0.000%	0.000%	0.15	0.02	0.12	0.13	0.15	0.03	0.02	0.08	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
15/7/2022	14	9680	1658.88	20.4	1	0.24	0.05	0.05	0.001%	0.001%	0.23	0.02	0.07	0.30	0.19	0.03	0.01	0.10	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
15/7/2022	14		2195.04		2	1.05	0.09	0.09	0.001%	0.001%	0.99	0.09	0.48	0.19	0.96	0.14	0.07	0.48	0.03	0.23	0.00	0.00	0.00
15/7/2022	14		1580.94		3	0.29	0.00	0.00	0.000%	0.000%	0.29	0.03	0.10	0.30	0.29	0.05	0.02	0.14	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00
15/7/2022	14	9200	2488.32	35.45	1	0.60	0.26	0.26	0.003%	0.003%	0.41	0.04	2.04	0.02	0.34	0.06	0.28	0.17	0.53	0.85	0.43	0.09	0.00
15/7/2022	14		1244.16		2	0.43	0.29	0.29	0.003%	0.003%	0.36	0.04	0.11	0.31	0.15	0.02	0.01	0.07	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00
15/7/2022	14		2292.24		3	0.63	0.20	0.20	0.002%	0.002%	0.54	0.05	0.25	0.21	0.44	0.07	0.03	0.22	0.05	0.10	0.00	0.01	0.00
15/7/2022	14	7820	2488.32	21.3	1	0.54	0.42	0.42	0.005%	0.005%	0.22	0.02	0.22	0.10	0.12	0.02	0.02	0.06	0.32	0.06	0.00	0.02	0.00
15/7/2022	14		1244.16		2	0.43	0.28	0.26	0.004%	0.003%	0.38	0.04	0.29	0.13	0.17	0.03	0.02	0.07	0.04	0.06	0.00	0.04	0.00
15/7/2022	14		2211.84		3	0.96	0.25	0.24	0.003%	0.003%	0.81	0.08	0.63	0.13	0.72	0.12	0.09	0.36	0.12	0.28	0.00	0.02	0.00
																		Promedio	0.08	0.12	0.05	0.01	0.0006

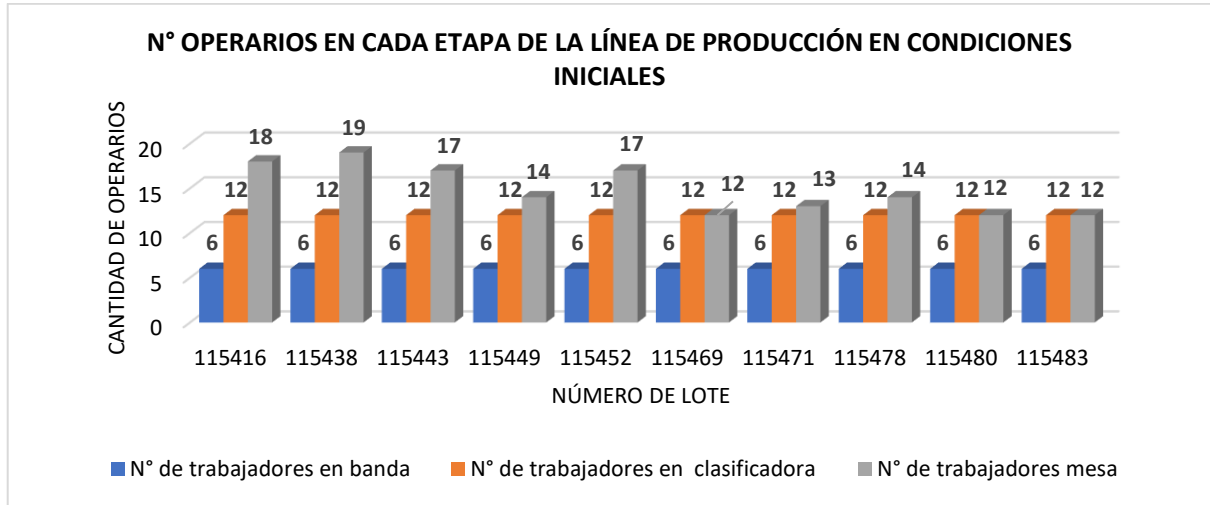
APÉNDICE H

Tasa de retiro de materia extraña en condiciones iniciales correspondiente a cada zona [Elaboración propia].

Fecha	Aguaje	Kg Ingresados	Kg Procesado C1	Basura VA	Clasificadora	KG DE MATERIA EXTRAÑA EXTRAÑA DE ZONA PLANTA	TOTAL NO DEFECTADO	% NO DEFECTADO	Suma total ME retirado por todos operarios, rógos. KG	Suma total Mat Extr. por todos operarios, rógos. KG/H	KG Mat Extr./Hombre H	KG Mat Extr./Hora-Hombre H	Kg/ Hora A5	Kg/HH retiro mat. Extraña para banda (rógos)	Kg/Hora Clasif Zona B	KG/Hora A	Kg/HH retiro mat. Extraña para clasificado	KG/H Clasificadora (H+B)	
10/8/2022	16	5443.16	0	67	1	2.80	0.64	0.012%	2.16	1.49	0.36	0.25	0.94	0.37	0.16	1.77	0.00	0.16	
10/8/2022	16		552.96		2	5.92	0.00	0.000%	5.92	4.08	0.99	0.68	0.00	1.02	0.00	4.08	0.00	0.00	
10/8/2022	16		276.48		3	1.69	0.46	0.008%	1.23	4.10	0.21	0.68	1.15	1.03	0.00	5.62	0.00	0.00	
12/8/2022	16	4800	0	8.41	1	0.25	0.01	0.000%	0.24	0.18	0.04	0.03	0.02	0.05	0.00	0.19	0.00	0.00	
12/8/2022	16		0		2	0.43	0.05	0.001%	0.38	0.29	0.06	0.05	0.12	0.07	0.00	0.33	0.00	0.00	
12/8/2022	16		0		3	0.36	0.22	0.004%	0.14	0.14	0.02	0.02	0.49	0.04	0.00	0.36	0.00	0.00	
12/8/2022	16	6520	1923.72	24.97	1	2.04	0.97	0.015%	1.07	0.89	0.18	0.15	1.86	0.22	0.04	1.66	0.00	0.04	
12/8/2022	16		1791.12		2	0.62	0.06	0.001%	0.56	0.49	0.09	0.08	0.03	0.12	0.04	0.50	0.00	0.04	
12/8/2022	16		1553.11		3	0.30	0.16	0.002%	0.14	0.12	0.02	0.02	0.32	0.03	0.00	0.24	0.00	0.00	
12/8/2022	16	4536	1650	10	1	2.00	0.02	0.000%	1.98	3.60	0.33	0.60	0.03	0.90	0.00	3.64	0.00	0.00	
12/8/2022	16		1388.16		2	0.81	0.03	0.001%	0.79	0.79	0.13	0.13	0.05	0.20	0.00	0.81	0.00	0.00	
12/8/2022	16	4536	893.28		3	0.60	0.11	0.002%	0.49	0.36	0.08	0.06	0.03	0.09	0.07	0.37	0.00	0.07	
12/8/2022	16	4536	1667.52	6	1	1.62	0.01	0.000%	1.61	1.61	0.27	0.27	0.02	0.40	0.00	1.62	0.00	0.00	
12/8/2022	16		1946.88		2	3.45	0.01	0.000%	3.44	3.44	0.57	0.57	0.02	0.86	0.00	3.45	0.00	0.00	
12/8/2022	16		1382.4		3	0.15	0.05	0.001%	0.10	0.08	0.02	0.01	0.03	0.02	0.03	0.10	0.00	0.03	
12/8/2022	16	4536	1382.4	9.78	1	1.48	0.64	0.014%	0.84	1.87	0.14	0.31	0.89	0.47	0.08	3.21	0.00	0.08	
12/8/2022	16		1382.4		2	1.53	0.04	0.001%	1.49	2.97	0.25	0.50	0.04	0.74	0.03	3.03	0.00	0.03	
12/8/2022	16		0		3	0.77	0.67	0.015%	0.10	0.37	0.02	0.06	0.87	0.09	0.17	2.66	0.00	0.17	
12/8/2022	16	4626.68	0	18.4	1	0.48	0.10	0.002%	0.38	0.38	0.06	0.06	0.14	0.09	0.00	0.48	0.00	0.00	
12/8/2022	16		0		2	1.96	0.34	0.007%	1.62	1.60	0.27	0.27	0.02	0.40	0.32	1.62	0.00	0.32	
12/8/2022	16		829		3	0.16	0.00	0.000%	0.16	0.13	0.03	0.02	0.00	0.03	0.00	0.13	0.00	0.00	
12/8/2022	16	4800	559.96	408.1	1	3.19	0.19	0.004%	3.00	2.50	0.50	0.42	0.22	0.63	0.02	2.64	0.00	0.02	
12/8/2022	16		1105.92		2	3.10	0.00	0.000%	3.10	2.56	0.52	0.43	0.00	0.64	0.00	2.56	0.00	0.00	
12/8/2022	16		2661.12		3	0.12	0.03	0.001%	0.09	0.06	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.07	0.00	0.01	
16/8/2022	16	17760	2350.08	65.6	1	0.38	0.04	0.000%	0.34	0.24	0.06	0.04	0.03	0.06	0.01	0.26	0.00	0.01	
16/8/2022	16		2960.64		2	0.52	0.07	0.000%	0.45	0.31	0.07	0.05	0.03	0.08	0.04	0.32	0.00	0.04	
16/8/2022	16		0		3	0.10	0.04	0.000%	0.07	0.04	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.05	0.00	0.02	
16/8/2022	16	5320	2166.52	21.3	1	2.33	0.61	0.011%	1.73	1.46	0.29	0.24	0.82	0.37	0.00	1.98	0.00	0.00	
16/8/2022	16		1050.3		2	0.79	0.24	0.005%	0.55	0.55	0.09	0.09	0.33	0.14	0.00	0.79	0.00	0.00	
16/8/2022	16		1468.92		3	0.18	0.10	0.002%	0.08	0.15	0.01	0.02	0.01	0.04	0.15	0.17	0.00	0.15	
													Promedio	0.29	0.31	0.04	1.49	0.00	0.04

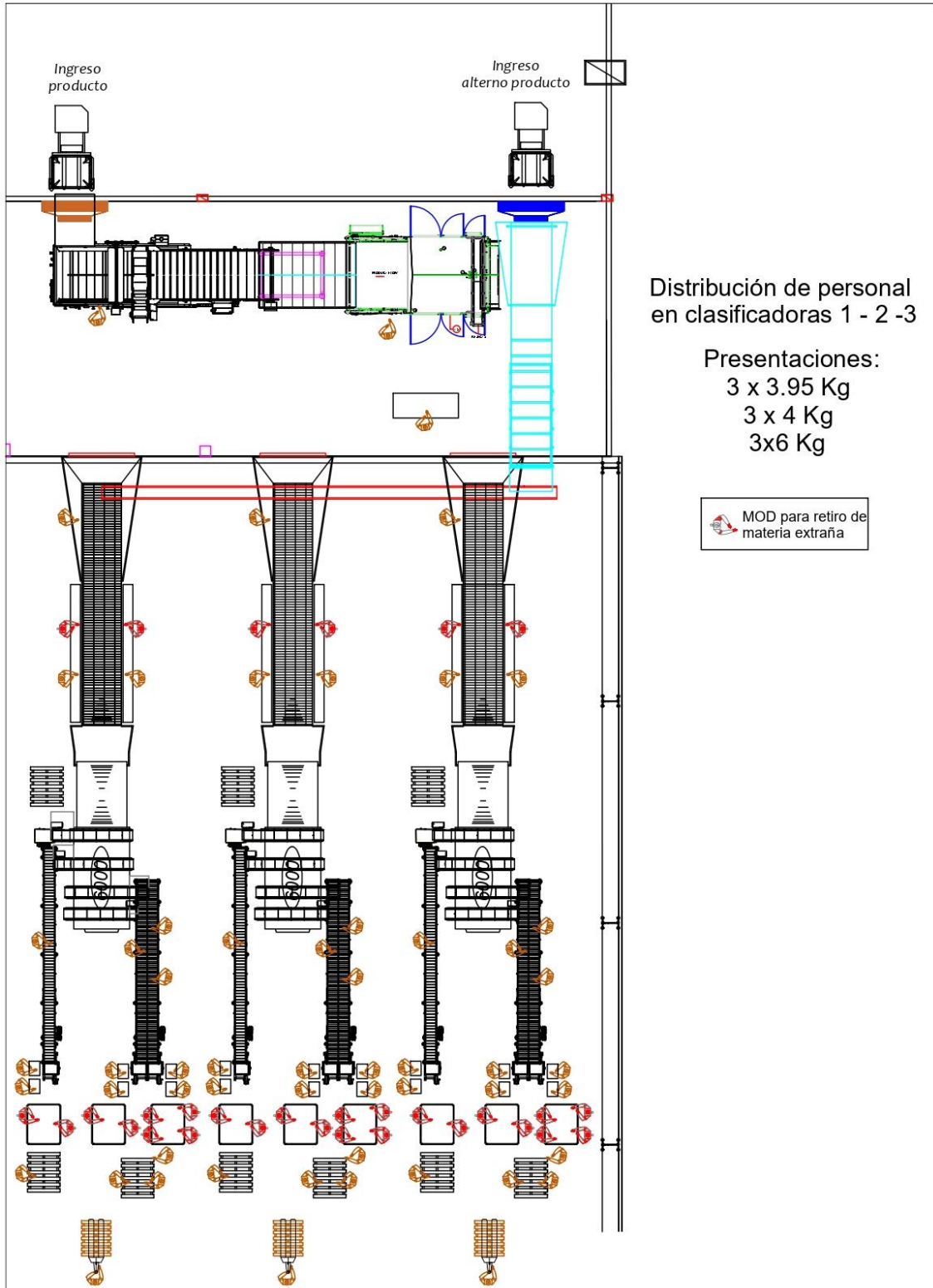
APÉNDICE I

Número operarios en cada etapa y distribuido entre las tres líneas de producción en condición inicial [Elaboración propia].



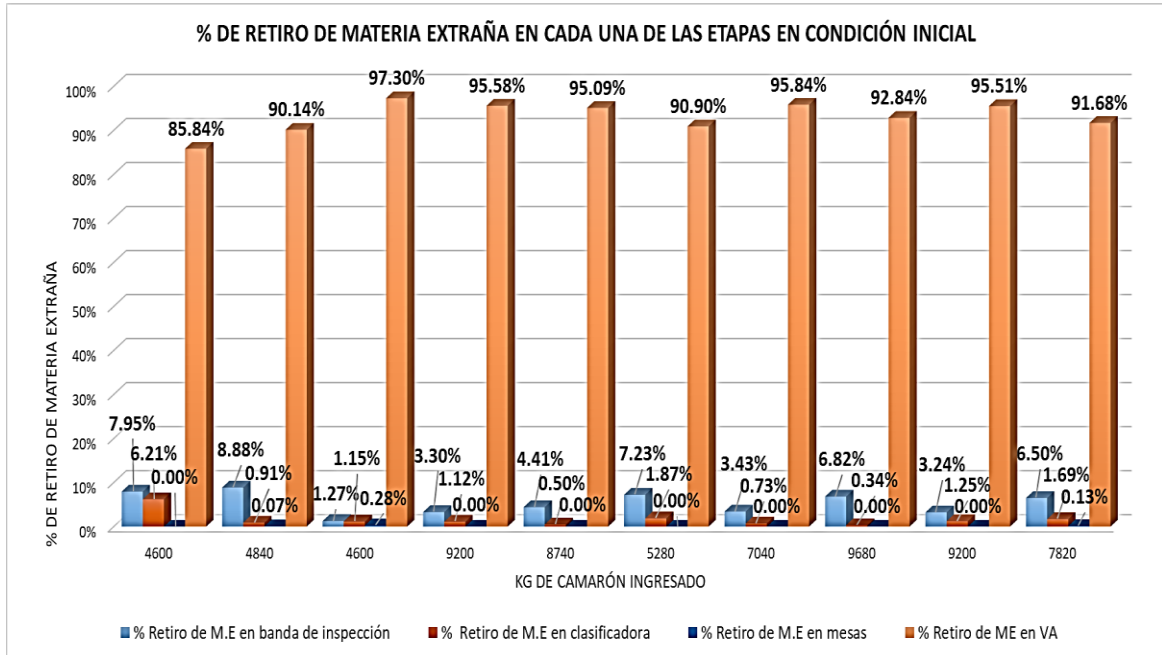
APÉNDICE J

Layout del proceso de producción de camarón entero congelado considerando la cantidad actual de operadores [Elaboración propia].



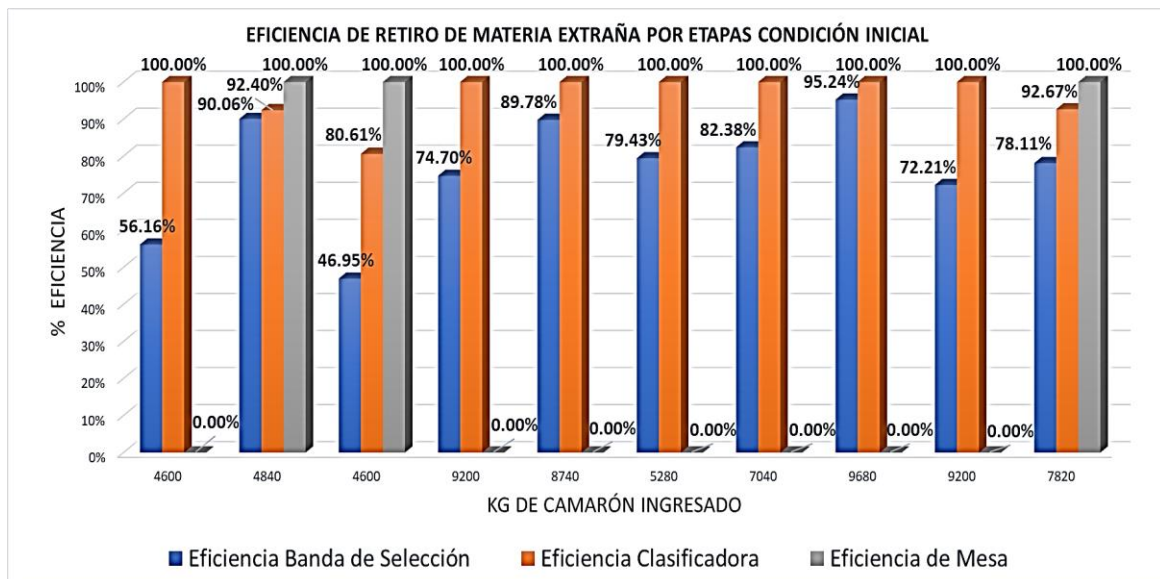
APÉNDICE K

Porcentaje de retiro de materia extraña en cada etapa de las tres líneas de procesamiento en condición inicial [Elaboración propia].



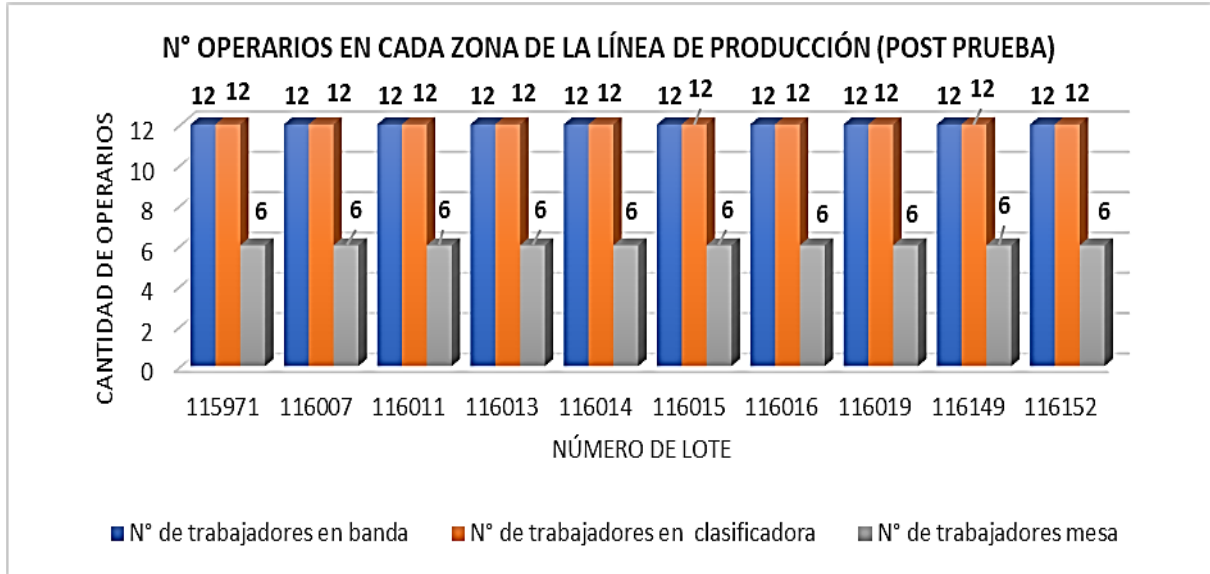
APÉNDICE L

Eficiencia de retiro de materia extraña en cada etapa de las tres líneas de procesamiento en condición inicial [Elaboración propia].



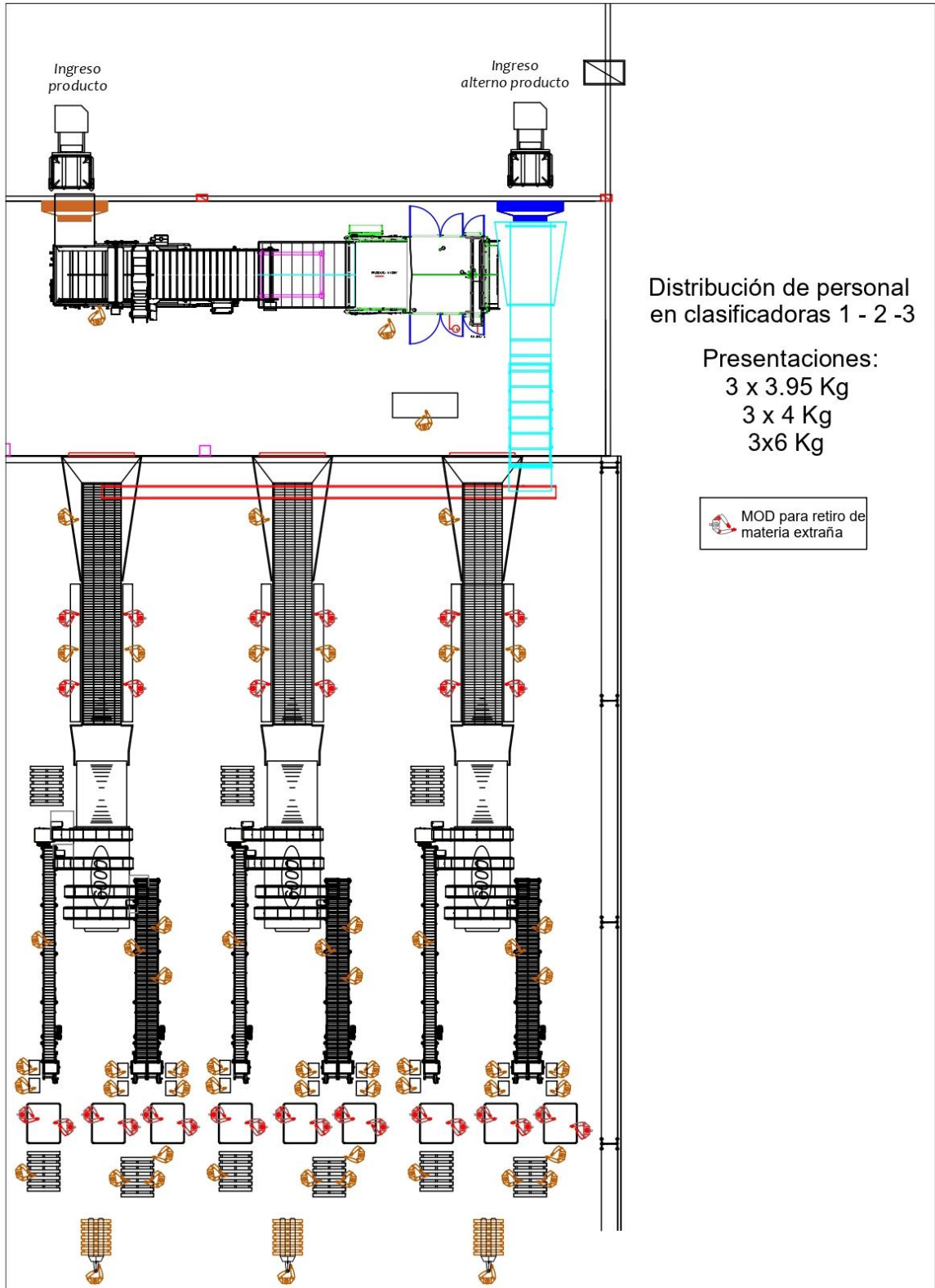
APÉNDICE M

Cantidad de operarios en cada zona de la línea de producción distribuido para cada clasificadora [Elaboración propia].



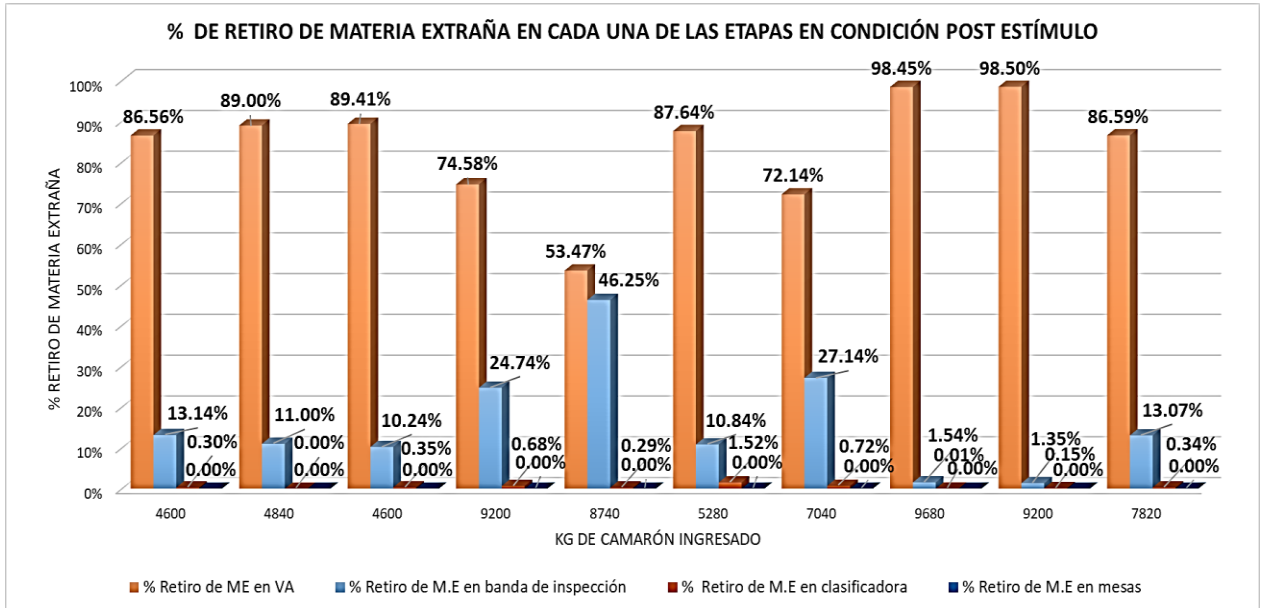
APÉNDICE N

Layout del proceso de producción de camarón entero congelado considerando la cantidad de operadores de acuerdo con el estímulo aplicado [Elaboración propia].



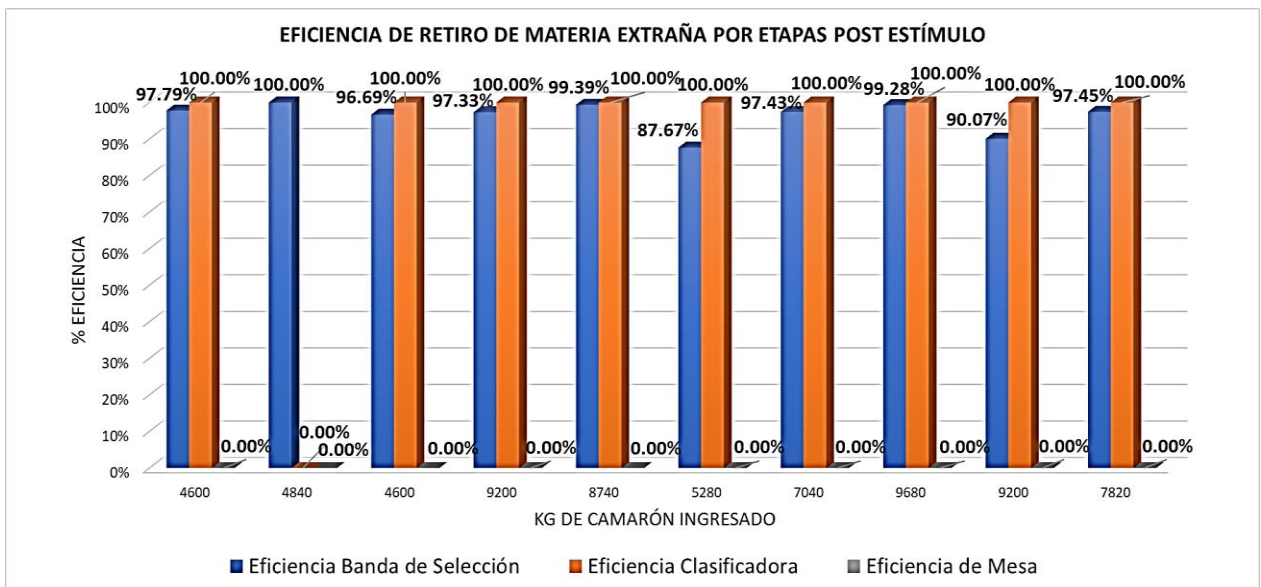
APÉNDICE O

Porcentaje de retiro de materia extraña en cada etapa de las tres líneas de procesamiento en condición de post estímulo [Elaboración propia].



APÉNDICE P

Eficiencia de retiro de materia extraña en cada etapa de las tres líneas de procesamiento en condición de post estímulo [Elaboración propia].



APÉNDICE Q

Layout del proceso de producción de camarón entero congelado propuesto considerando la cantidad de operadores necesarios después de aplicar el estímulo [Elaboración propia].

