

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS LEAN
MANUFACTURING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD
EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE TIRAS DE PIMIENTO
PIQUILLO DE UNA AGROINDUSTRIA EN TRUJILLO”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título
profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Oscar Enrique Valdez Baron

Asesor:

Ing. Cesar Santos Gonzales

Trujillo - Perú

2021



DEDICATORIA

El desarrollo de este trabajo va dedicado a Dios, que ha sido mi fortaleza en el camino hacía mis metas, a mi madre Ana Cecilia Barón Salirrosas que ha sido la mano que me ha sujetado y me ayudado motivándome siempre desde el inicio y el final de este reto siendo mi soporte, mi motor y motivo, a mi padre Juan Enrique Valdez Vargas que es mi ejemplo de responsabilidad, entrega y esfuerzo, a mi hermano Juan de Jesús Valdez Barón que es un excelente profesional y persona, sigo su ejemplo y sé que el sigue el mío, a mi enamorada Cecilia Montalvo que ha podido estar acompañándome en todos mis logros y en este nuevo reto con sus ganas de verme feliz, a mis amigos y familiares que me han motivado en todo el transcurso en busca de esta meta, y finalmente a mi Florcita que desde el cielo me cuida y me protege, sé que siente muy orgullosa de mi y sé que desde el cielo está riéndose y celebrando conmigo una meta más lograda.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme con cada día de vida, por ser la guía de muchas esperanzas a lo largo de la existencia, por ser el apoyo y fortaleza en adversidades. Gracias a mi madre Ana Cecilia Barón Salirrosas que ha sido mi motor y motivo, a mi padre Juan Enrique Valdez Vargas que es mi ejemplo de responsabilidad, a mi hermano Juan de Jesús Valdez Barón que es un excelente profesional, a mi enamorada Cecilia Montalvo que ha podido mi compañera de momentos fabulosos, a mis amigos y familiares que me han motivado en todo el transcurso en busca de esta meta, a mi Florcita que desde el cielo me cuida y me protege. Agradezco a los docentes por haber compartido sus sabios conocimientos durante la formación profesional, al asesor por compartir sus conocimientos y experiencia profesional y a la gerencia central industrial de la agroindustria donde se realizó este trabajo.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	9
RESUMEN EJECUTIVO	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Empresa Agroindustria SAC.....	11
1.1.1 Misión:	12
1.1.2 Visión:	12
1.1.3 Valores:.....	12
1.1.4 Ubicación de la empresa Agroindustria SAC.....	13
1.1.5 Principales productos.....	13
1.1.6 Competidores.....	14
1.1.7 Clientes.....	14
1.1.8 Proveedores	14
1.2 Realidad Problemática.....	14
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	20
2.2 Bases Teóricas.....	24
2.2.1 Metodologías Diagnósticas	24
2.2.2 Descripción de Lean Manufacturing.....	25
2.2.3 Herramientas Lean	31
2.2.4 Descripción Productividad.....	37
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	42
3.1 Descripción del Ingreso a la Empresa:.....	42
3.2 Personas Involucradas en el Proyecto Laboral.....	43
3.3 Objetivos	43
3.3.1 Objetivo general.....	43
3.3.2 Objetivos específicos.....	43
3.4 Identificación del problema	44
3.4.1 Diagnóstico situación del área de estudio antes de mejora:.....	44
3.5 Causas Raíces.....	60
3.6 Metodología.....	64
3.6.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	64
3.6.2 Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos.....	65
3.7 Implementación de mejoras.....	66

3.7.1 Estandarización de operaciones.....	66
3.7.1.1 Tiempos estándares por operación.....	66
3.7.1.2 Capacidades instaladas de máquina.....	77
3.7.1.3 Heijunka o balance de cargas.....	79
3.7.1.4 Formato control de indicadores.....	87
3.7.2 Poka Yoke :.....	88
3.7.3 SMED.....	91
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	107
4.1 Resultados de estandarización:.....	107
4.2 Resultados Poka Yoke:.....	109
4.3 Resultados de SMED:.....	110
4.4 Resultados globales con mejoras.....	112
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	114
REFERENCIAS.....	117
ANEXOS.....	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principales productos conservas comercializados por Agroindustria SAC.....	13
Tabla 2 : Kilogramos anual por formato - Calidad tiras	44
Tabla 3 : Margen de contribución por formato - Calidad tiras.....	44
Tabla 4: Resultados ejecutados de la línea de tiras.....	45
Tabla 5 : CR4P - Inadecuado equilibrio de capacidad.....	61
Tabla 6 : CR7P - Inadecuado equilibrio de capacidad.....	62
Tabla 7: CR2P- Inadecuado utillaje.....	62
Tabla 8: CR3P Inadecuado utillaje.....	63
Tabla 9: CR5P -Falta de mantenimiento preventivo.	64
Tabla 10: N Óptimo de operación de lanzado.	67
Tabla 11: Toma de muestras por un ciclo de 3 jabas.....	67
Tabla 12 : Tiempo promedio de lanzado.....	68
Tabla 13: Tiempo normal de lanzado.	68
Tabla 14: Tiempo estándar de lanzado.	68
Tabla 15: N Óptimo de operación de revisado.....	69
Tabla 16: Toma de tiempos de la operación de revisado.	69
Tabla 17 : Tiempo promedio de revisado.	70
Tabla 18: Tiempo normal de revisado.....	70
Tabla 19: Tiempo estándar de revisado.....	70
Tabla 20 : N Óptimo de mezclado.....	71
Tabla 21: Toma de tiempos de la operación de mezclado.....	71
Tabla 22 : Tiempo promedio de mezclado.....	71
Tabla 23: Tiempo normal de mezclado	72
Tabla 24: Tiempo estándar de mezclado.....	72
Tabla 25 : N Óptimo de la operación pesado.	72
Tabla 26: Toma de tiempos de la operación de pesado.....	73
Tabla 27 : Tiempo promedio de pesado.....	73
Tabla 28: Tiempo normal de pesado.	73
Tabla 29: Tiempo estándar de mezclado.....	74
Tabla 30: N Óptimo de la operación pelado de cebolla.....	74
Tabla 31: Toma de tiempos de la operación de pelado de cebolla.....	74
Tabla 32 : Tiempo promedio de pelado de cebolla.....	75
Tabla 33: Tiempo normal de pelado de cebolla.	75
Tabla 34: Tiempo estándar de pelado de cebolla.	75
Tabla 35 : N Óptimo de la operación maquillado de cebolla.	76
Tabla 36: Toma de tiempos de la operación de maquillado de cebolla.....	76
Tabla 37 : Tiempo promedio de pelado de cebolla.....	76
Tabla 38: Tiempo normal de pelado de cebolla.	77
Tabla 39: Tiempo estándar de maquillado de cebolla.....	77

Tabla 40 : Capacidad instalada de biombo pelador.....	78
Tabla 41 : Capacidad instalada de llenadora ferlo.....	78
Tabla 42: Capacidad instalada de cortadora de cebolla (Kronen)	79
Tabla 43 : Capacidad instalada del exhauster.....	79
Tabla 44 : Balance de carga estándar de 314/11ml	80
Tabla 45 : Tak time formato 314/11ml	81
Tabla 46: Balance de línea propuesto	83
Tabla 47 : Balance de carga estándar del 8oz.....	84
Tabla 48 : Tak time formato 8oz.....	85
Tabla 49: Formato de control de productividad línea 6.	88
Tabla 50 - Muestreo de mezcla.....	89
Tabla 51 - Estandarización de medidas.	90
Tabla 52 - Muestra después de poka yoke.	91
Tabla 53 - Tiempos incurrido por causas que impactan el arranque de línea.....	92
Tabla 54- DAP actual de limpieza línea 6	93
Tabla 55- Resumen de DAP.....	94
Tabla 56 - Separación de actividades internas y externas.	94
Tabla 57 - Externalización de actividades internas de limpieza.....	95
Tabla 58- Optimización de operaciones externas.....	95
Tabla 59- Optimización de actividades internas.	96
Tabla 60- Tiempo actual vs propuesto.....	96
Tabla 61-DAP después del SMED.....	97
Tabla 62- Operaciones para el arranque de línea 6.	98
Tabla 63 - Separación de actividades externas e internas.3	99
Tabla 64 - Externalización de actividades internas de arranque de línea6.	99
Tabla 65- Optimización de operaciones externas.....	100
Tabla 66- Optimización de actividades internas.	100
Tabla 67- Tiempo actual vs propuesto.....	101
Tabla 68 - Paradas de máquina.....	102
Tabla 69 - Check List de revisión de línea de tiras.	103
Tabla 70- Check List de cortadora Kronen.	104
Tabla 71- Check List de envasadora ferlo.	105
Tabla 72- Check List de peladora de cebolla.....	106
Tabla 73- Comparativo de situación sin mejoras vs con estandarización.....	108
Tabla 74- Comparativo de situación sin mejoras vs con poka yoke.	109
Tabla 75 - Comparativo de situación sin mejoras vs con SMED.....	112
Tabla 76 - Cuadro resumen de análisis de indicadores.....	113

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Participación Kilogramos Drenados por formato.....</i>	17
<i>Figura 2 :Participación de utilidad por formato.</i>	17
<i>Figura 3: Diagrama de operaciones (DOP).....</i>	58
<i>Figura 4: Diagrama de análisis de operaciones (DAP) 314/11ml.</i>	59
<i>Figura 5 : Diagrama de análisis de operaciones (DAP) 8oz.....</i>	60
<i>Figura 6 : Diagrama de balance de cargas estándar.</i>	82
<i>Figura 7 : Diagrama de balance de cargas actual.....</i>	82
<i>Figura 8 : Diagrama de balance de cargas propuesto.</i>	84
<i>Figura 9 : Diagrama de balance de cargas estándar del formato 8oz.</i>	86
<i>Figura 10 : Diagrama de balance de cargas actual 8oz.....</i>	86
<i>Figura 11- Faja de mezclado de tiras.</i>	89
<i>Figura 12 - Diseño de estructura de faja de mezclado.....</i>	90
<i>Figura 13 - Mezcla de pimiento tiras con cebolla con poka yoke</i>	91
<i>Figura 14- Diagrama de precedencia</i>	98
<i>Figura 15 - Diagrama de procedencia con mejoras.....</i>	101
<i>Figura 16- % Tiempo muerto por acumulación de producto (Sem).....</i>	107
<i>Figura 17 - % Pérdida de velocidad.....</i>	108
<i>Figura 18 - %Porcentaje de tiempo perdido de desviaciones de calidad.</i>	109
<i>Figura 19- % Porcentaje de tiempo perdido por arranque de línea.</i>	110
<i>Figura 20 - % Disponibilidad de máquina.</i>	111
<i>Figura 21 - %Tiempo perdido por falla de equipo.....</i>	111
<i>Figura 22 - Incremento de productividad con herramientas Lean.....</i>	112

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Productividad y sus componentes	38
Ecuación 2 : Productividad Parcial	40
Ecuación 3 : Productividad Total	40
Ecuación 4 : Eficiencia de capacidad instalada o rendimiento	40
Ecuación 5 : Eficiencia de recuperación	41
Ecuación 6 : % Porcentaje de tiempo muerto por Acumulación de Producto :	61
Ecuación 7: % Perdida de velocidad	62
Ecuación 8: %Porcentaje de tiempo perdido por desviaciones de calidad	63
Ecuación 9: %Porcentaje de tiempo perdido por arranque de línea	63
Ecuación 10: % Disponibilidad de máquina	64
Ecuación 11 : Productividad teórica (kgdw/H-h)	87
Ecuación 12 : Productividad real (Kgdw/H-H)	88
Ecuación 13 : % Productividad de línea	88

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de suficiencia profesional evalúa la baja productividad de la línea de producción de tiras del formato 8oz y 314/11 formatos que contribuyen en 78% del margen de contribución, en el primer semestre del 2021 se ejecutó un 81% de porcentaje productividad de mano de obra, este indicador de productividad perjudica a la empresa, pues lo ideal es llegar al 90% de productividad.

Para llevar a cabo el estudio, se analizaron las causas raíces a través del diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto a fin de priorizar las causas. El análisis logró identificar las siguientes causas; el inadecuado equilibrio de capacidad, falta de control horario de KPI'S de la línea de tiras, inadecuado utillaje, inadecuado acondicionamiento de las líneas de producción y falta de mantenimiento preventivo, los cuales originan un incremento del costo mano de obra de 0,031 \$/kgdw equivalente S/165,126 y un decremento de la productividad en 0,516 kgdw/hh.

Como mejora se implementaron 3 herramientas de Lean Manufacturing, estandarización, Poka Yoke y Smed, logrando un incremento de 9% de porcentaje de productividad de mano de obra así mismo el costo mano de obra se reduce en 8.6% de acuerdo al I semestre generando un ahorro de S/200,847.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El presente estudio se realiza en una empresa agroexportadora AGROINDUSTRIA SAC., líder en el sector agrario a nivel nacional y mundial, la cual tiene como actividad económica la industrialización, comercialización y exportación de un portafolio diversificado de hortalizas, frutas finas y granos andino. AGROINDUTRIA SAC. tiene como objetivo orientar la gestión a la satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes y consumidores finales, garantizando productos inocuos y servicios económicamente competitivos y de calidad consistente, para lograr esta ventaja competitiva la empresa busca tener la más alta eficiencia en sus operaciones, es por ello que la empresa en su proceso de transformación a procesos ágiles y productivos busca implementar diferentes metodologías que brinden soluciones efectivas y sostenibles. Una de ellas es Lean Manufacturing la cual busca reducir los costos de fabricación, incrementar las ventas y la productividad, predicando la eliminación de desperdicios y actividades que no agregan valor dentro del proceso de producción. Razón por la cual este trabajo busca implementar herramientas del Lean Manufacturing que se adecuen a las oportunidades de mejora detectadas en el proceso productivo de una línea de pimiento piquillo de la empresa AGROINDUSTRIA SAC.

1.1 Empresa Agroindustria SAC.

La empresa Agroindustria SAC., desde hace 26 años lidera la agroindustria con calidad, innovación y desarrollo sostenible. Agroindustria SAC. está orientada a desarrollar sus capacidades con excelencia para satisfacer a los clientes en todo el mundo, tiene como actividad económica la industrialización, comercialización y exportación de un portafolio diversificado de hortalizas, frutas finas y granos andino.

1.1.1 Misión: Proveer a la humanidad alimentos nutritivos, saludables e innovadores, producidos con altos estándares de calidad, eficiencia y sostenibilidad, generando valor compartido.

1.1.2 Visión: Nutrir al mundo con soluciones alimenticias saludables y sostenibles.

1.1.3 Valores:

- **Excelencia:** Logramos la excelencia día a día haciendo bien las cosas en todas nuestras áreas, superando las expectativas y generando mejoras continuas en los diversos procesos de nuestra organización, elevando así constantemente la calidad de nuestros productos y la competitividad de nuestra empresa, en cumplimiento con los más altos estándares del exigente mercado global.
- **Compromiso:** Creemos en la generación de oportunidades igualitarias para nuestro personal , fomentando su desarrollo integral y mejorando sus condiciones de vida.
- **Honestidad:** Practicamos la comunicación transparente con nuestro personal, clientes, proveedores, directores y accionista.
- **Respeto:** Tratamos a cada persona con dignidad , respetando sus derechos y reconociendo sus deberes. Ofrecemos un trato justo , libre de discriminaciones y con igualdad de oportunidades para mujeres y hombre.
- **Innovación:** Promoveremos una cultura de innovación, buscando nuevas y mejores formas de hacer las cosas sin temor a equivocarnos.

1.1.4 Ubicación de la empresa Agroindustria SAC.

La empresa se encuentra ubicada en la carretera Industrial a Laredo Nro. Sn Fn.d. Barrio Nuevo (A 150 Mts. Ovalo la Marina Camino a Laredo).

1.1.5 Principales productos.

AGROINDUSTRIA SAC. cuenta con una política de ventas directa a sus clientes situados en los 5 continentes del mundo y con 5 tipos de procesos: conservas, frescos, congelados, granos secos y salsas, dentro de estos 5 procesos, los que lideran el mercado agroexportador son las conservas y los frescos, las conservas constituye el 35 % de la fuente de ingreso para la empresa, los principales productos que se comercializan en conserva por AGROINDUSTRIA SAC. son los siguientes (Tabla N°01).

Tabla 1: Principales productos conservas comercializados por Agroindustria SAC.

	MM.PP CONSERVA	PLANTA PROCESADORA	%PARTICIPACIÓN EN INGRESOS	PRODUCTOS/SUBPRODUCTOS	%PARTICIPACIÓN EN INGRESOS
CONSERVA	Esparrago Verde	NAVE 01	15%	Ensalada de Esparrago	15%
				Punta y Tallo	12%
				Grilled	8%
				Conserva	65%
	Esparrago Blanco	NAVE 01	15%	Ensalada de Esparrago	15%
				Punta y Tallo	10%
				Conserva	75%
	Alcachofa	NAVE 03	28%	Ensalada de Alcachofa	10%
				Grilled de alcachofa	12%
				Conserva	78%
	Pimiento piquillo	NAVE 02	24%	Tiras	23%
				Pimiento en grilled	1%
				Enteros	76%
	Pimiento California	NAVE 02 - 03	10%	Tiras	20%
Conserva				80%	
Mango	NAVE 04	8%	Congelado	25%	
			Conserva	75%	

Fuente: (Agroindustria ,2021)

1.1.6 Competidores.

- Camposol S.A.
- Sociedad Agrícola Virú S.A.
- TAL S.A
- Green Perú S.A.
- Conservas Giosimar S.A.C.
- Arato Perú S.A.
- Hass Perú S.A.

1.1.7 Clientes

- Walmart
- Wong
- Metro
- Knorr

1.1.8 Proveedores

- Dropacksa
- El andino
- Plastiflex Perú

1.2 Realidad Problemática.

Hoy en día la competencia global obliga a las empresas a ser mucho más eficientes para poder competir, el generar productos con mayor valor agregado y ser competitivos, es de trascendental importancia en el mundo de los negocios. La reducción de costos y desperdicios se vuelve un elemento crítico a atacar en las organizaciones que buscan permanecer y seguir a la vanguardia. Existen varias filosofías que nos permiten disminuir los desperdicios y reducir nuestros costos es por ello por lo que Lean Manufacturing, utiliza métodos y sistemas para mejorar el ambiente de trabajo, los procesos y el desempeño del negocio, creando en consecuencia clientes

satisfechos. Su principal enfoque es la identificación y eliminación de actividades que no agregan valor en el diseño, la producción, la cadena de suministro y la relación con los clientes. (Intedya, 2016)

Perú es un protagonista de la industria alimenticia global. El sector agroindustrial es el que más ha crecido del 2007 al 2017 y que en los próximos años podría sumar unas 220 mil hectáreas, de implementarse los proyectos de irrigación en la costa peruana. Asimismo, en el informe de Competitividad 2019 elaborado por Perú Compite, más allá de los acuerdos con autoridades pares de los países importadores, la entidad adscrita al Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri) podría mejorar su operatividad. Para esto se sugiere de que una manera de bajar costos operativos (en la agroindustria) es implementar procedimientos más rápidos, con menor redundancia (CNN, 2016)

Por otro lado, de acuerdo con el estudio del BID, la productividad total de factores del Perú en los 45 últimos años ha sufrido una variación negativa. Para el período 1970-2015, cayó 0,3%, detrás de Ecuador (+0,7%), Colombia (+0,2%) y Bolivia (+0,1%). Entre las principales carencias que amplían la brecha de productividad entre países emergentes como el Perú con las economías más avanzadas están la existencia de déficits en áreas como infraestructura, educación, inversión en investigación y desarrollo. (Castillo, 2018)

Asimismo, La Libertad lidera el ranking nacional de agroindustria no tradicional: es el primer productor de espárrago, palta, pimiento piquillo, alcachofa y arándano. Asimismo, se transformó en una región agroexportadora, y entre el 2000 y 2013 se han generado alrededor de US\$ 3,500 millones en agroexportaciones. Se estima que se generaran aproximadamente 120,000 nuevos puestos de trabajo en el ámbito del proyecto, una contribución al PBI regional de US\$ 1,500 millones anuales y el incremento de las exportaciones en más de US\$ 1,200 millones anuales. Sin embargo,

nuestra región tiene grandes potencialidades, pero a la vez importantes limitaciones y cuellos de botella que frenan nuestro desarrollo en la agroindustria. (Malca, y otros, 2017)

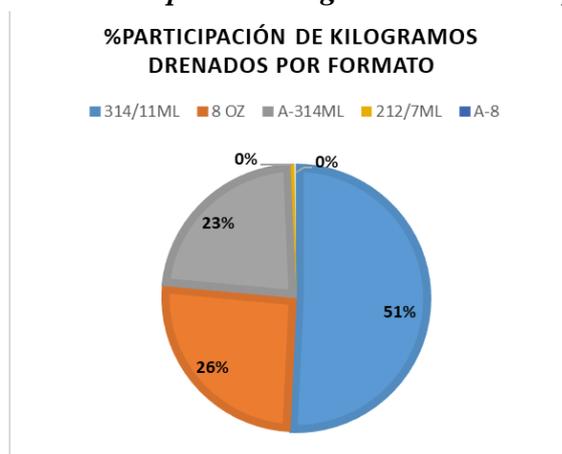
La empresa agroexportadora AGROINDUSTRIA SAC., líder en el sector agrario a nivel nacional y mundial, tiene como actividad económica la industrialización, comercialización y exportación de un portafolio diversificado de hortalizas, frutas finas y granos andino. Tienen como objetivo orientar la gestión a la satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes y consumidores finales, garantizando productos inocuos y servicios económicamente competitivos y de calidad consistente. AGROINDUSTRIA SAC. cuenta con una política de ventas directa a sus clientes situados en los 5 continentes del mundo y con 5 tipos de procesos: conservas, frescos, congelados, granos secos y salsas, dentro de estos 5 procesos, los que lideran el mercado agroexportador son las conservas y los frescos, las conservas constituye el 35 % de la fuente de ingreso para la empresa.

Los productos y subproductos de alcachofa y pimiento piquillo en conserva equivalen al 52% de participación en los ingresos de conserva en Agroindustria SAC., la presente propuesta se trabajará en la nave 02, nave procesadora de pimiento piquillo, los productos y subproductos que se procesan en dicha nave son las Conservas de pimiento piquillo entero en un 76%, pimiento piquillo a la parrilla en 1% y pimiento piquillo en tiras en un 23%.

Las tiras (subproducto del pimiento piquillo) a lo largo de los años ha ido logrando un crecimiento sostenible dentro de los diferentes productos en conserva de pimiento piquillo en el mercado europeo con sus diferentes presentaciones de productos a brindar, es por este crecimiento proyectado que se busca enfocar dicha propuesta a los

formatos que contribuyen al 76 % de participación del total de kilogramos drenados de tiras.

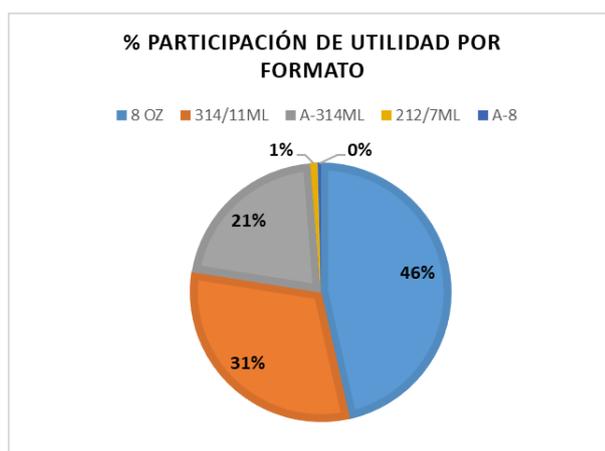
Figura 1: Participación Kilogramos Drenados por formato.



Fuente: (Agroidnsutria,2021)

A su vez dentro de las variedades de subproductos procesados en la línea de tiras de pimiento piquillo, los formatos que contribuyen al 78% de la utilidad dentro de la variedad de productos en tiras de pimiento piquillo son los formatos de 8oz y 314/11ml lo cual es equivalente a una utilidad de 495K.

Figura 2 :Participación de utilidad por formato.



Fuente: (Agroindustria SAC.,2021)

De tal manera el presente estudio se centra especialmente en la línea de producción de tiras del formato 8oz y 314/11 los que contribuyen en un 76% de participación de los Kg a producir de la línea de tiras y el 78% del margen de contribución, con el fin de

aumentar la productividad de la línea de tiras , ya que en el 2019 la productividad fue de 5.39 KgDw/H-H equivalente a un 78 % de rendimiento , en el 2020 fue de 5.49 KgDw/H-H equivalente a un 80% de rendimiento de línea , y en el primer semestre del 2021 se ejecutó una productividad de 5.47 Kgdw/H-H equivalente a un 81% de rendimiento de línea. Este indicador de Productividad perjudica a la empresa, pues lo ideal es llegar al 90% de rendimiento de la capacidad instalada del cuello de botella, para de esta manera tener los costos de mano de obra bajos.

Se ha podido evidenciar que las causas que impactan en la baja productividad de la línea de tiras son, el inadecuado equilibrio de la capacidad lo cual provoca exceso de colas de material dentro del proceso y paradas constantes por acumulación del producto; del total de horas operativas semanales esta causa impacta en un 5% de tiempo muerto por acumulación de producto ,aproximadamente 5.67 horas a la semana incurriendo en un costo perdido anual de S/25,505 , lo que significa una reducción del cmo en un 0.005 \$/kgdw y un decremento en la productividad de 0.08 kgdw/h-h, resultado por fabricar más cantidad de materia prima no requerida por la siguiente estación .

Asimismo, la falta de control horario de KPI'S conlleva que al finalizar la producción si el resultado de un indicador ha sido desfavorable no se pueda corregir ya que al no tener la data horaria no se detecta la hora en que la productividad cayó debido a un bajo rendimiento del personal, desfavoreciendo a una oportuna toma de decisión, del total de horas operativas semanales esta causa impacta en un 5,39% de tiempo perdido por pérdida de velocidad ,aproximadamente 6.09 horas perdidas por no llegar al estándar incurriendo en un costo perdido anual de S/ 27,400 , lo que significa una reducción del cmo en un 0.005 \$/kgdw y un decremento en la productividad de 0.086 kgdw/h-h, resultado por controlar los indicadores actuales de manera diaria .

Por otro lado el inadecuado utillaje en la línea de proceso de tiras, origina la necesidad de retrabajos e inspecciones adicionales que debe realizarse como consecuencia por no haber ejecutado correctamente la elaboración del producto cumpliendo las especificaciones, esto origina que se pierda aproximadamente 8.52 hrs. semanales por desviación de calidad y 2.48 hrs. semanales por realizar un producto mermado, del total de horas operativas semanales esta causa impacta en un 10% de tiempo muerto por desviaciones de calidad y merma , incurriendo en un costo perdido anual de S/49,510, lo que significa una reducción del cmo en un 0.009 \$/kgdw y un decremento en la productividad de 0.153 kgdw/h-h, resultado por no elaborar productos con utillajes diseñados a prueba de errores .

Otra causa que impacta directamente la productividad es el inadecuado acondicionamiento de la línea de tiras ya que las operaciones internas como calibración de los parámetros estándares, ajustar y probar equipos, limpieza de la línea, preparación de utillajes previo al arranque de la producción no son oportunas y el tiempo es muy prolongado lo que conlleva que de las horas de producción usadas, el 4.71% la línea de proceso este parada, aproximadamente 6.78 hr semanales, impactando en una pérdida anual de S/30,531, lo que significa una reducción del cmo en un 0.006 \$/kgdw y un decremento en la productividad de 0.095 kgdw/h-h, resultado por un inadecuado acondicionamiento de línea de tiras.

Finalmente, la falta de mantenimiento preventivo origina que cada vez que ocurra una parada imprevista, ya sea por falla mecánica, inadecuada calibración, mala manipulación, o por riesgo, se interrumpan las operaciones de forma inmediata, afectando directamente la disponibilidad de la máquina (cuello de botella) en un 6.3% que es aproximadamente 7.15 hrs. perdidas de manera semanal, originando una pérdida anual de S/32,181, lo que significa una reducción del cmo en un 0.006 \$/kgdw

y un decremento en la productividad de 0.10 kgdw/h-h, resultado por falta de un mantenimiento preventivo.

En vista a esta situación se opta por la aplicación de la metodología Lean Manufacturing, ya que es un sistema que se encargará en lo posible eliminar o reducir, toda actividad que no agregue valor al proceso productivo con la finalidad de mejorar y optimizar sus procesos de producción, evitando la consecuente disminución de la productividad.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

“PROPUESTA DE MEJORAMIENTO CON BASE EN LA FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING PARA UNA LÍNEA DE LLENADO DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS DEL NORTE DEL VALLE DEL CAUCA”. Cardona Vinasco, Nathalia. Universidad Del Valle. Facultad de Ingeniería Industrial. Zarzal, 2017.

El siguiente trabajo de investigación describe el análisis y diagnóstico de una empresa de embotellado de bebidas alcohólicas, en la cual se desarrollan las siguientes propuestas de mejora: Primero se procedió a realizar el VSM para la situación actual de la Empresa, logrando identificar las falencias más representativas tales como tiempos muertos, mermas, y así contrarrestarlas implementando herramientas básicas de Lean Manufacturing. Con la aplicación de la herramienta SMED permitió producir 1716 botellas más para un promedio de 5 horas de producción teniendo en cuenta que al reducir los tiempos de alistamiento para el cambio de formato, se tendrán 88 minutos más para producir, complementándose con la herramienta TPM la cual contribuye a la eliminación de paros no programados, ya que al implementar esta herramienta se realizara el mantenimiento oportuno de las máquinas, disminuyendo las posibilidades de que alguna de ellas influyan en la calidad del producto, habrá una reducción

considerable en el porcentaje de mermas por botellas, tapas y etiquetas. Asimismo, con ello se logró el aumento del nivel de eficiencia de la línea de producción de un 50% a un 74%.

“INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA MUNDIPLAST MEDIANTE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESBELTO LEAN MANUFACTURING”. Sarmiento Vásquez, Carlos Javier. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Quito, 2018.

El objeto de este trabajo fue eliminar los desperdicios asociados a la producción de la empresa Mundiplast: tiempos, materias primas, mano de obra, las cuales fueron identificadas mediante el uso de los diagramas de Ishikawa y de Pareto, en las distintas áreas de producción de la empresa. El paso inicial fue implementar las 5S, obteniendo en su evaluación un incremento de 28% hasta un 86% de cumplimiento. Gracias al mantenimiento productivo total se logró un aumento del índice de eficiencia global (OEE) de cada equipo de un 78,37% a un 88,32%. Asimismo, con la implementación de la herramienta SMED se consiguió reducir notoriamente el tiempo empleado para estas tareas, en total el tiempo de desmontaje de las inyectoras se redujo en un 40% y el montaje en un 21%; en el caso de las sopladoras, el desmontaje se redujo en un 14,93% y el montaje en un 23,61% Además, permitió un incremento de 8% en productividad (h-h)

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LA PRODUCCIÓN DE PASTAS GOURMET EN LA EMPRESA MAQUILA AGRO INDUSTRIAL IMPORT & EXPORT S.A.C PARA MEJORAR SU PRODUCTIVIDAD”. Merlo Campos, Jonelly. Ojeda Velasquez, Ingrit Daythiana. Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería. Cajamarca, 2017.

La presente investigación de tesis tiene como objetivo la propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing en la empresa Maquila Agro Industrial Import & Export S.A.C. para mejorar su productividad. Dentro de la línea de procesamiento de pastas gourmet de ají amarillo se encontraron diferentes tipos de desperdicios. Por ello se utilizaron las siguientes herramientas: rediseño de Layout, control visual, Jidoka, poka Yoque y 5S. Los resultados indicaron que al implementarse dichas herramientas se obtendrá una mejora en la productividad de la empresa, el cual se vio reflejado en un aumento de 82.14% a un 86.75%, obteniendo un beneficio de S/.147,673.09. Se concluye que al aplicar la propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing en la Empresa Maquila Agro Industrial Import & Export S.A.C. se logra reducir los cuatro tipos de desperdicios en la línea de procesamiento de pastas gourmet de ají amarillo.

“IMPLEMENTACIÓN DEL LEAN MANUFACTURING PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE FABRICACIÓN DE LA EMPRESA IMECON S.A. PUNTA NEGRA, 2017” Ramírez Navarro Marisa Kay Kana. Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería. Lima, 2017.

La presente investigación de tesis tiene como objetivo la implementación de las herramientas Lean Manufacturing en la empresa IMECON S.A, para mejorar su productividad. Para esto, se busca eliminar despilfarros en los procesos productivos que actualmente realizan para hacerlos más ligeros y rápidos, logrando así minimizar tiempo, costos y sobre todo mejorando la productividad. Los resultados de la contratación de hipótesis luego de nuestra implementación del Lean Manufacturing mejoró la eficiencia en un 4.55 % y nuestra eficacia en un 5.81 % en el área de fabricación de perfiles de la empresa IMECON S.A. En conclusión, se determinó un

incremento de 30.7 % en la productividad en el área de fabricación de perfiles de la empresa IMECON S.A

“APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CALZADO DE SEGURIDAD GYW DE LA EMPRESA SEGUSA SAC.” Rios Bernuy, Edinson Eloy. Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería. Trujillo, 2018.

La presente tesis tiene como objetivo general aumentar la productividad en el área de producción mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing. Se inició identificando las causas de baja productividad del área de estudio, luego se clasificó según el impacto de cada una de ellas y se aplicaron herramientas Lean Manufacturing sobre las de más relevancia.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: el estudio de tiempo permitió determinar los tiempos estándares para cada operación con ello la productividad aumento de 1,90 a 2,61 pares por hora-hombre, reduciendo la mano de obra de 21 a 17 operarios, la redistribución de planta aumentó la productividad en 0,05 pares por hora hombre y

con la implementación de las 5'S se logró pasar de un 22% a un 82% en porcentaje de cumplimiento por lo tanto aumentó la productividad en 0,08 pares por hora hombre. Finalmente, con la aplicación de estas herramientas se alcanzó a mejorar la productividad total de la línea en un 44,4%.

“APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA MATERIA PRIMA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA ESPARRAGUERA PARA EL AÑO 2016.” Namuche Huamanchumo, Víctor Enrique. Zare Desposorio, Richard Anderson. Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Ingeniería. Trujillo, 2016.

La siguiente investigación tiene el objetivo implementar técnicas del Lean Manufacturing para incrementar la productividad en una empresa esparraguera. El estudio se lleva a cabo tras observar los constantes problemas en el área de producción y la necesidad de la empresa de incrementar su participación en el mercado, y mejorar sus procesos. Para minimizar estos problemas se aplicó herramientas de Lean Manufacturing obteniendo los siguientes resultados: con la metodología de 5s, se minimizo las paradas de la maquina Enganchadora. Además, se redujo el tak time en un 0.32 minutos y el % de tiempo Improductivo se redujo en un 10%. Se mejoró el OEE, incrementando un 17.59%, además los tiempos de averías disminuyeron en 592.79 horas, el número de paradas correctivas por averías disminuyó en 113 paradas por averías. El número de horas de mantenimiento preventivo disminuyó en 37 horas y el número de paradas preventivas disminuyó en 5 paradas preventivas. Por lo tanto, se demostró el incremento de la productividad de 91% a 96% habiéndose incrementado en 5% gracias a la aplicación de Lean Manufacturing.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Metodologías Diagnósticas

Diagrama de Ishikawa

(Gutiérrez, 2010) sostiene que una vez que queda bien definido, localizado y delimitado dónde se presenta un problema, es momento de investigar sus causas. Una herramienta de especial utilidad para esta búsqueda es el diagrama de causa-efecto o diagrama de Ishikawa un método gráfico mediante el cual se representa y analiza la relación entre un efecto (problema) y sus posibles causas.

Método de las 6 M

Según (Gutiérrez, 2010) el método de las 6M es el método más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (6M): métodos de trabajo, materiales, mano o mente de obra, medición, maquinaria y medio ambiente. Estos seis elementos definen, de manera global, todo proceso, y cada uno aporta parte de la variabilidad del producto final, por lo que es natural esperar que las causas de un problema estén relacionadas con alguna de las 6M.

Diagrama de Pareto

(Gutiérrez, 2010) Define el diagrama de Pareto (DP) es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos cuyo objetivo es ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes. El diagrama se sustenta en el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, el cual reconoce que sólo unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%); el resto genera muy poco del efecto total. (Pag.179)

De tal forma diagrama de Pareto facilita la comunicación, motiva la cooperación y recuerda de manera permanente cuál es la falla principal. El análisis de Pareto es aplicable a todo tipo de problemas: calidad, eficiencia, conservación de materiales, ahorro de energía, seguridad, etc.

2.2.2 Descripción de Lean Manufacturing

Lean Manufacturing o también llamada “Producción ajustada” o “Manufactura Esbelta”, es la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, o despilfarro, entendiéndose como despilfarro a todas aquellas acciones que no agregan valor al producto, por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. (Sánchez & Rajadell, 2010)

Según (Hernandez & Vizan, 2013) Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas de tal forma que mejore y optimice el sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios.

De tal manera Lean Manufacturing mira e identifica lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente (“Despilfarro” o “Desperdicios”) y tiende a eliminarlo o reducirlo. Para alcanzar el objetivo principal el cual es mejorar y optimizar el sistema de producción.

Para alcanzar sus objetivos, Lean despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas y herramientas que involucran en su totalidad a todas las áreas de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro, de esta manera, cada actividad realizada será ampliamente más efectiva que antes. Todo esto, bajo un marco de respeto a los derechos del trabajador y la búsqueda constante de su satisfacción en el puesto de trabajo.

Principios Lean Manufacturing

Por su parte (Vásquez, 2013) Sostiene que el pensamiento Lean proporciona un método para crear valor a los procesos productivos; alinea las acciones productivas de acuerdo con una secuencia lógica y óptima; lleva a cabo las actividades productivas de manera ininterrumpida; siempre busca la mejora continua de todo el proceso.

Los principios clave de Lean Manufacturing son conseguir:

- Calidad perfecta a la primera: Búsqueda de cero defectos, detección y solución de los problemas en su origen.
- Reducción del despilfarro: Eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido y optimización del uso de los recursos (capital, personal y espacio).
- Mejora continua: Reducción de costes, mejora de la calidad, aumento de la productividad y compartir la información.
- Procesos "pull": Utilizar sistemas Pull para evitar la sobreproducción (Jalar unidades donde y cuando se requieren).
- Flexibilidad: Producir rápidamente diferentes mezclas de gran variedad de productos, sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción.
- Construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores tomando acuerdos para compartir el riesgo, los costes y la información.

Despilfarro vs valor añadido

Valor añadido. Según (Sánchez & Rajadell, 2010, pág. 5) Es una actividad que transforma la materia prima o información para satisfacer las necesidades del cliente. El valor añadido es lo que realmente mantiene vivo el negocio y su cuidado y mejora debe ser la principal ocupación de todo el personal de la cadena productiva.

Despilfarro. Según (Sánchez & Rajadell, 2010, pág. 5) Despilfarro son actividades que consumen tiempo, recursos y espacio, pero no contribuyen a satisfacer las necesidades del cliente (no aportan valor al cliente). Por otro lado (Sánchez & Rajadell, 2010) ha definido el despilfarro como todo aquello que

no añade valor al producto ya que el valor se añade cuando las materias primas se transforman del estado en que se han recibido en otro estado de un grado superior de acabado que algún cliente está dispuesto a comprar. Cabe señalar que existen actividades necesarias para el sistema o proceso, pero sin valor añadido, y que no contribuyen a comunicar valor al producto o servicio. En este caso, estos despilfarros tendrán que ser asumidos.

Descripción de los siete desperdicios

Según (Sánchez & Rajadell, 2010) La eliminación continua y sostenible de desperdicios o despilfarros es el principal objetivo de Lean Manufacturing. Dentro del concepto de Lean se existen 7 tipos de despilfarros: sobreproducción, tiempo de espera o tiempo vacío, transporte o movimientos innecesarios, sobreproceso, stock, defectos o errores humanos, lo cuales se presentan en cualquier clase de empresa.

Despilfarro por “sobreproducción”: Es el resultado de fabricar más cantidad de la requerida o de invertir o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria. Además, producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita, representa un consumo inútil de material, se incrementan los transportes internos y se llenan de stock los almacenes. (Sánchez & Rajadell, 2010, pág. 22)

Según (Vásquez, 2013) Puede estar causada por:

- Fabricación anticipada para cubrir posibles ineficiencias como averías.
- Falta de fiabilidad en programas de fabricación y aprovisionamiento.

- Exceso de capacidad que provoca más fabricación de lo necesario sin tener en cuenta la demanda real del cliente.

Despilfarro por “tiempo de espera” o “tiempo vacío”: Es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o proceso ineficiente. Los procesos establecidos pueden provocar que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo. Un cliente nunca estará dispuesto a pagar el tiempo perdido durante la fabricación de su producto. (Sánchez & Rajadell, 2010, pág. 23)

Según (Vásquez, 2013) se deben, entre otras cosas a:

- Espera por averías o preparaciones de equipos.
- Espera por falta de materiales o trabajadores.
- Espera a ciclos automáticos.
- Espera a información (debido, por ejemplo, a modificaciones).

Despilfarro por “transporte” y “movimientos innecesarios”: Es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario, quizás por culpa de un layout mal diseñado. Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cerca posible y los materiales deberían fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventario. En este sentido, es importante optimizar la disposición de las máquinas y los trayectos de los suministradores. (Sánchez & Rajadell, 2010, pág. 24)

Despilfarro por “sobrepeso”: Es el resultado de poner más valor añadido en el producto que el esperado o el valorado por el cliente, en otras palabras, es la consecuencia de someter al producto a procesos

inútiles, por ejemplo: verificaciones adicionales, aplicaciones innecesarias de pintura, algunos trabajos de limpieza, etc.

El objetivo de un proceso productivo debería ser obtener el producto acabado sin aplicar más tiempo y esfuerzo que el requerido. En las empresas de servicios estos despilfarros se manifiestan en procesos administrativos burocráticos, innecesariamente complejos o pesados.

(Sánchez & Rajadell, 2010, pág. 25)

Según (Vásquez, 2013) puede producirse por:

- Ajustes de los procesos por encima de lo requerido.
- Embalajes que se desembalan en procesos posteriores.
- Uso de herramientas inadecuadas.
- Tareas duplicadas.
- Secuencia inadecuada de operaciones de montaje.

Despilfarro por exceso de inventario: Los stocks son la forma de despilfarro más clara porque esconden ineficiencias y problemas crónicos. Como consecuencia de sus relaciones con estos problemas, los directores japoneses han denominado al stock la “raíz de todos los males”. Desde la óptica JIT, los inventarios se contemplan como los síntomas de una fábrica enferma, de la misma manera que los médicos observan como síntomas típicos de la gripe, la fatiga, la fiebre y el malestar general, los doctores JIT ven a los stocks como los síntomas de la mala salud en las operaciones de una fábrica. (Sánchez & Rajadell, 2010, pág. 26)

Despilfarro por defectos: El despilfarro derivado de los errores es uno de los más aceptados en la industria, aunque significa una gran

pérdida de productividad, porque incluye el trabajo extra que debe realizarse como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez. Los procesos productivos deberían estar diseñados a prueba de errores para conseguir productos acabados con la calidad exigida, eliminando así cualquier necesidad de retrabajo o de inspecciones adicionales. También debería haber un control de calidad en tiempo real de modo que los defectos en el proceso productivo se detecten justo cuando suceden, minimizando así el número de piezas sospechosas que requieren inspección adicional y/o repetición de trabajos. (Sánchez & Rajadell, 2010, pág. 28).

2.2.3 Herramientas Lean

Según (Vásquez, 2013) con el objetivo de alcanzar el cumplimiento de los principios de Lean Manufacturing se han desarrollado diferentes herramientas Lean orientadas a identificar, corregir y optimizar el proceso de producción, entre las más conocidas se encuentran:

- Las 5 S'
- Just in Time (Justo a Tiempo)
- Cambio rápido de molde (SMED)
- Control autónomo de los defectos: Jidoka
- Control visual (Sistema Andon)
- Dispositivos para prevenir errores : Poka Yoke
- Kaizen (Mejora continua).
- Sistema Kanban.
- Estandarización de las operaciones.
- Mantenimiento productivo total (TPM).

- Mapa de la Cadena de valor (VSM).

Dentro de las herramientas Lean Manufacturing antes mencionadas, en este estudio se aplicarán las siguientes:

2.2.3.1 Producción Nivelada (HEIJUNKA)

Se entiende por heijunka la metodología que sirve para planificar y nivelar la demanda de clientes en volumen y variedad durante un día o turno de trabajo, esta herramienta es la base para una implementación de un sistema pull en una fábrica, porque propone tirar acompasadamente de la producción desglosando la producción en unidades en función del volumen o la variedad de los artículos a fabricar lo cual requiere una buena comprensión de la demanda de clientes y los efectos de esta demanda en los procesos, y exige una estricta atención a los principios de estandarización y estabilización. (Sánchez & Rajadell, 2010).

2.2.3.2 Poka Yoke “A prueba de errores”

Según (Hernandez & Vizan, 2013) indica que dentro de las técnicas Jidoka se encuentra el sistema de autoinspección o inspección “a prueba de errores”, conocido como poka-yoke en japonés. Esta técnica consiste en implementar mecanismos o dispositivos que, una vez instalados, evitan los defectos al cien por cien, aunque exista un error humano, por medio de la detección y/o bloqueo de las condiciones de error que posteriormente generan el defecto.

Para que aplicar Poka Yoke

Según (Socconimi, 2014) las aplicaciones y utilidades de Poka Yoke son:

- Asegurar la calidad en cada puesto de trabajo.
- Aporta conocimiento de las operaciones a los trabajadores.
- Elimina o reduce la posibilidad de cometer errores.

- Evita accidentes causadas por distracciones.
- Elimina acciones que dependen de la memoria y la inspección.
- Libera la mente del trabajador permitiéndole desarrollar su creatividad.
- Generalmente son pequeños dispositivos de acción inmediata, muchas veces sencillos y económicos
- Actúan por sí mismos, en cada acción repetitiva del proceso, con independencia del operario)

Cuando utilizar Poka Yoke

Según (Socconimi, 2014) se utiliza Poka Yoke para:

- Poka Yoke se utiliza cuando existen procesos que generan defectos continuamente o son inseguros y pueden causar daños o accidentes a los trabajadores.
- Cuando en los análisis de modo y efecto de fallos se observan fallos graves que pueden ser la causa de accidentes o de defectos en requerimientos críticos del cliente.
- Cuando existen controles de proceso que no tienen un buen nivel de detectabilidad de los defectos.
- Cuando ocurre la ocurrencia de los defectos, fallos o accidentes obliga a establecer mecanismos a prueba de errores.
- Cuando el cliente solicita que se implementen mecanismos Poka Yoke para producir sus productos.

2.2.3.3 SMED (Single Minute Exchange of Dies- Cambio de matriz en un minuto)

Según (Galgano, 2004, pág. 386) el sistema SMED (Single Digit Minute Exchange of Die) es el sistema desarrollado por Toyota, para reducir

drásticamente los tiempos de preparación hasta llevarlos a una duración que puede ser expresada en minutos, con números de una sola cifra (single digit minute) .

Además (Hernandez & Vizan, 2013) sostiene que esta herramienta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios radicales en la máquina, utillaje, herramientas e incluso el propio producto, que disminuyan tiempos de preparación, estos cambios consisten en la eliminación de ajustes y estandarización de operaciones a través de la instalación de nuevos mecanismos.

Objetivos de SMED

En la investigación de (Galgano, 2004, pág. 387) menciona que el objetivo tradicionalmente perseguido de la herramienta SMED es el de reducir la incidencia de los costes de preparación sobre los costes totales, la elección recaerá sobre la solución que aumenta la dimensión del lote y minimiza el número de preparaciones.

La reducción del tiempo de cambio de referencia puede aprovecharse de dos maneras:

- Para incrementar el OEE y la Productividad. Manteniendo tanto la frecuencia de cambio de las referencias como el tamaño de los lotes.
- Para reducir el stock en proceso. Incrementando la frecuencia de cambio de las referencias y reduciéndose el tamaño de los lotes.

Fases de SMED

La realización de un programa SMED se articula en cuatro fases:

- **Análisis de la situación inicial (Fase 01)**

Según (Galgano, 2004) el análisis de la situación inicial se realiza debido a que generalmente no se hace ninguna distinción entre preparación (set-up) internos y externos ya que son todos tratados como si fueran internos, es decir, operaciones que se realizan con la máquina parada.

- **Separación clara entre preparación (set-up) interno y preparación (set-up) externo (fase 02):**

En su investigación (Hernandez & Vizán, 2013) sostiene que la preparación u operaciones internas para poder efectuarlas requiere que la máquina se detenga. En tanto que la preparación externa se refiere a las actividades que pueden llevarse a cabo mientras la máquina funciona.

El principal objetivo de esta fase es separar la preparación interna de la preparación externa, y convertir cuanto sea posible de la preparación interna en preparación externa.

Para convertir la preparación interna en preparación externa y reducir el tiempo de esta última, son esenciales los puntos siguientes:

- Preparar previamente todos los elementos: plantillas, técnicas, troqueles y materiales.
- Realizar el mayor número de reglajes externamente.
- Mantener los elementos en buenas condiciones de funcionamiento.
- Crear tablas de las operaciones para la preparación externa.
- Utilizar tecnologías que ayuden a la puesta a punto de los procesos.

- Mantener el buen orden y limpieza en la zona de almacenamiento de los elementos principales y auxiliares (5S).

- **Conversión, cuanto más sea posible, del set-up interno en set-up externo (Fase 03)**

(Galgano, 2004) El objetivo principal es el de reducir el tiempo de preparación interno, transformándolo en un tiempo de preparación externo. El criterio es el de modificar la máquina, las herramientas y las herramientas para ejecutar el mayor número posible de operaciones con la máquina en marcha.

Por otro lado (Hernandez & Vizan, 2013) manifiesta que las preparaciones internas que no puedan convertirse en externas deben ser objeto de mejora y control continuo. A tales efectos se consideran clave para la mejora continua de las mismas los siguientes puntos:

- Estudiar las necesidades de personal para cada operación.
 - Estudiar la necesidad de cada operación.
 - Reducir los reglajes de la máquina.
 - Facilitar la introducción de los parámetros de proceso.
 - Establecer un estándar de registro de datos de proceso.
 - Reducir la necesidad de comprobar la calidad del producto.
- **Mejora de los procedimientos de set-up interno y externo (Fase 04)**

(Galgano, 2004) La reducción de los tiempos de set-up se centra en la simplificación y en la estandarización de los procedimientos relativos

a las maquinarias existentes. Es decir, por ejemplo, para las fases externas:

- Organizar «kit» de material y su secuencia para el montaje de grupos y subgrupos.
- Mejorar el lay-out y los pedidos en la sección.
- Mejorar los transportes.
- Para las fases internas:
- Adopción de fijaciones manuales, enganches rápidos y recursos análogos.
- Estandarización de las alturas de los niveles, de los carritos.
- Eliminación del ajuste, por ejemplo, asegurándose de que el acoplamiento básico para todos los objetos no requiera reglajes necesarios de posicionamiento.
- Ejecución de operaciones en paralelo para aumentar el tiempo de disponibilidad de la máquina.

2.2.4 Descripción Productividad

Según (Gutiérrez, 2010) manifiesta que la productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos (pag.21)

Dentro de este marco la (Oficina Internacional de Trabajo, 2016) argumenta que la productividad es el uso eficaz de la innovación y los recursos para aumentar el agregado añadido de productos y servicios.

Para mejorar la productividad se puede realizar dos cosas:

- Aumentar la producción sin cambiar el volumen de los insumos de entrada (producir y vender más)
- Disminuir el volumen de los insumos de entrada sin cambiar la producción (reducir los costos de los recursos utilizados en la empresa)

Ecuación 1: Productividad y sus componentes

<p>Productividad: mejoramiento continuo del sistema Más que producir rápido, se trata de producir mejor Productividad = Eficiencia × eficacia</p>	
$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo total}} = \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}} \times \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo útil}}$	
Eficiencia = 50%	Eficacia = 80%
<p>50% del tiempo se desperdicia en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programación • Paros no programados • Desbalanceo de capacidades • Mantenimiento y reparaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • De 100 unidades 80 están libres de defectos • 20 tuvieron algún tipo de defecto

Fuente: Calidad total y productividad (2010).

Como se puede observar en la Figura 3, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc.

De acuerdo con (Gutiérrez, 2010) agrega que la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados. Es usual ver la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia. La primera es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados. Así, buscar eficiencia es tratar de optimizar los recursos y procurar

que no haya desperdicio de recursos; mientras que la eficacia implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planeado). Se puede ser eficiente y no generar desperdicio, pero al no ser eficaz no se están alcanzando los objetivos planeados.

2.2.4.1 Factores que influyen en la productividad

Cabe resaltar que la productividad se puede mejorar al producir y vender más (aumento de la producción) y/o mediante la reducción del costo de los recursos utilizados (disminución de los insumos de entrada) de tal manera debe pensarse en la forma de reducir los insumos de entrada y aumentar la producción sin consecuencias negativas.

Los factores que influyen en la productividad según la (Oficina Internacional de Trabajo, 2016), se pueden dividir en factores internos y externos.

Factores internos: Son aquellos sobre los que tiene control el propietario de la empresa. Estos pueden incluir problemas con la mercadería, la calidad del producto, el precio, los equipos, las materias primas, el uso de la energía, las competencias y la motivación de los trabajadores, el almacenamiento, la organización, etc.

Factores externos: Son aquellos que están fuera del control de la empresa. Incluyen el acceso a la infraestructura, el clima, la situación del mercado, los impuestos, etc. No se puede hacer nada sobre estos factores, siempre y cuando el negocio siga funcionando en su configuración actual. Si éstos tienen un grave efecto negativo, el propietario de la empresa puede considerar reubicarse o cambiar la naturaleza del negocio.

2.2.4.2 Indicadores de la productividad

Productividad Parcial o productividad de un solo factor: Según (Heizer & Render, 2009) la medición de un solo factor indica la razón que hay entre un recurso (entrada) y los bienes y servicios producidos (salidas).

Ecuación 2 : Productividad Parcial

$$\text{Productividad Parcial} : \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Insumo Empleado (Horas – Hombres empleados)}}$$

Productividad Total o productividad de múltiples factores: (Heizer & Render, 2009) sostiene que para tener un panorama más amplio de la productividad es la productividad de múltiples factores, la cual incluye todos los insumos o entradas (por ejemplo, capital, mano de obra, material, energía). La productividad de múltiples factores también se conoce como productividad de factor total. La productividad de múltiples factores se calcula combinando las unidades de entrada como se muestra a continuación:

Ecuación 3 : Productividad Total

$$\text{Productividad Total} : \frac{\text{Salida}}{\text{Mano de Obra + Material + Energía + Capital + Otros}}$$

Eficiencia de capacidad Instalada o Rendimiento: (López, 2013) da a conocer que la eficiencia de capacidad instalada es la que está relacionada con el tiempo que se usa la capacidad productiva instalada, respecto a todas las demoras y los tiempos muertos, en que esta ociosa la capacidad instalada asignada o de tiempo calendario.

Ecuación 4 : Eficiencia de capacidad instalada o rendimiento.

$$\frac{N^{\circ} \text{ Unidades producidas o (Tiempo de uso de capacidad Instalada – Tiempos muertos)}}{N^{\circ} \text{ Unidades Objetivas (Capacidad Instalada) o Horas totales}}$$

Eficiencia de Recuperación: (Lopez, 2013) da a conocer que la eficiencia de recuperación la que está relacionada con la materia que entra a proceso y lo que sale como producto, para conocer el desperdicio de proceso y por errores; además de saber la recuperación de la materia prima como producto elaborado.

Ecuación 5 : Eficiencia de recuperación

$$\text{Eficiencia de Recuperación: } \frac{\text{Peso Inicial MM.PP ingresante (Kg)}}{\text{Peso Final MM.PP saliente (Kg)}}$$

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1 Descripción del Ingreso a la Empresa:

El titular viene trabajando hace 3 años y medio en la empresa AGROINDUSTRIA SAC., ingresando el 09 de Julio de 2018 como practicante de producción, siendo su cargo en la actualidad, jefe de producción conserva en el área de operaciones de conserva, planta Trujillo, asumiendo las siguientes funciones:

- Análisis de plan de cosecha anual, para la proyección de consumo semanal en el año.
- Análisis de plan de ventas anual, para la proyección de plan de producción semanal.
- Elaboración y control de presupuesto operativo anual de planta pimiento.
- Elaboración de plan de inversiones anual.
- Elaboración y ejecución de estrategias de costos y eficiencia de manera anual.
- Análisis de brechas anuales y generación de proyectos de mejora con el fin de acortar las brechas presentadas.
- Elaborar y ejecutar plan de capacitaciones del personal supervisor y auxiliar.
- Capacitar y entrenar a jefaturas de turno en control y gestión de operaciones industriales.
- Monitoreo de manejo de planta de producción conserva de pimiento turno día y turno noche
- Monitoreo del cumplimiento de programas de producción, a fin de asegurar los programas de despachos de las semanas.

- Asegurar la Inocuidad de los productos elaborados, mediante el cumplimiento de los programas pre-requisitos y planes HACCP.

3.2 Personas Involucradas en el Proyecto Laboral.

El titulante planteó el proyecto, analizando, ordenando y priorizando las iniciativas para la mejora productiva de la línea de tiras de pimiento piquillo siendo el product owner del proyecto.

Los miembros del equipo con los cuales se analizó y ejecutaron las iniciativas son los siguientes:

- Oscar Valdez (Jefe de equipo -Product Owner).
- Bryan Ibañez (Miembro de equipo).
- Jackson Sánchez (Miembro de equipo).
- Cristian Vital (Miembro de equipo).
- Omar Cieza (Miembro de equipo).
- Jorge López (Miembro de equipo).

3.3 Objetivos

3.3.1 Objetivo general

- Mejorar la productividad en la línea de tiras de la empresa AGROINDUSTRIA SAC. mediante la propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing.

3.3.2 Objetivos específicos

- Analizar la productividad actual en la línea de tiras de la empresa AGRONDUSTRIA S.A.C.

- Diseñar la implementación de las herramientas Lean Manufacturing en el proceso productivo de la línea de tiras.
- Medir los resultados de la productividad en la línea de tiras de la empresa AGROINDUSTRIA S.A.C. después de la propuesta de implementación.

3.4 Identificación del problema

3.4.1 Diagnóstico situación del área de estudio antes de mejora:

El presente estudio se centra en la línea de producción de tiras (subproducto del pimiento piquillo) ya que a lo largo de los años este producto ha ido logrando un crecimiento sostenible dentro de los diferentes productos en conserva de pimiento piquillo en el mercado europeo, es por este crecimiento proyectado que se busca enfocar dicha propuesta a los formatos que contribuyen al 76 % de participación del total de kilogramos drenados de tiras.

Tabla 2 :Kilogramos anual por formato - Calidad tiras

TAMAÑO ENVASE	TOTAL (KG)	% PARTICIPACIÓN	%ACUMULACIÓN
314/11ML	814,326	50.76%	51%
8 OZ	412,656	25.72%	76%
A-314ML	366,848	22.86%	99%
212/7ML	6,766	0.42%	100%
A-8	3,821	0.24%	100%
	1,604,416		

Fuente: La empresa.

A su vez dentro de las variedades de subproductos procesados en la línea de tiras de pimiento piquillo, los formatos que contribuyen al 78% de la utilidad dentro de la variedad de productos en tiras de pimiento piquillo son los formatos de 8oz y 314/11ml lo cual es equivalente a una utilidad de 495K.

Tabla 3 : Margen de contribución por formato - Calidad tiras.

Tamaño Envase	Mc (\$)	% Participación de Utilidad	% Acumulación
---------------	---------	-----------------------------	---------------

8 OZ	\$296,789	46%	46%
314/11ML	\$198,318	31%	78%
A-314ML	\$135,455	21%	99%
212/7ML	\$5,633	1%	100%
A-8	\$2,440	0%	100%
	\$638,635	100%	

Fuente: La empresa.

El presente proyecto tiene por finalidad aumentar la productividad de la línea de tiras debido a que en el 2019 la productividad fue de 5.39 KgDw/H-H equivalente a un 78 % de rendimiento incurriendo en una pérdida de S/199,012; en el 2020 fue de 5.49 KgDw/H-H equivalente a un 80% de rendimiento incurriendo a una pérdida de S/165,183; y en el primer semestre del 2021 se ejecutó una productividad de 5.47 Kgdw/H-H equivalente a un 81% de rendimiento de línea equivalente a una pérdida de S/168,960.

Tabla 4: Resultados ejecutados de la línea de tiras.

	2019	2020	2021 I Semestre
CMO (\$/KGDW)	0.445	0.441	0.435
CMO OBJETIVO (\$/KGDW)	0.401	0.407	0.404
KGDW TEÓRICO - HH	6.88	6.83	6.77
KGDW REAL- HH	5.40	5.49	5.47
PRODUCTIVIDAD M.O (KGDW REAL/KDW TEÓRICO)	78%	80%	81%
(KG DW) ANUAL	1,350,152	1,450,251	1,604,416
PERDIDA (\$) ANUAL	\$ 59,406.69	\$ 49,308.53	\$ 50,435.96
PERDIDA (S/) ANUAL	S/199,012.40	S/165,183.59	S/168,960.48

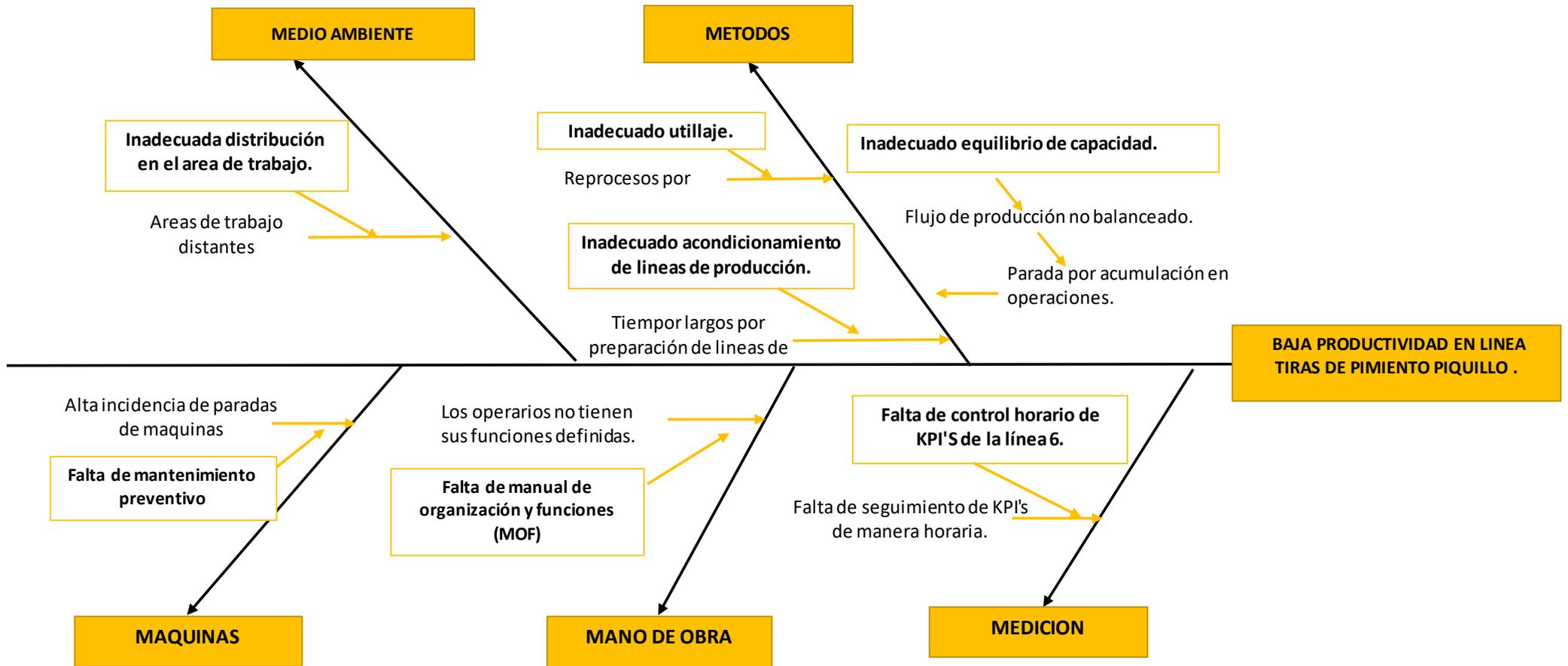
Fuente: La empresa.

3.4.1.1 Diagrama de Ishikawa.

A través de esta herramienta podemos determinar la relación entre el efecto (problema) y todas las posibles causas raíces que lo ocasionan, es decir las causas que necesitan ser atendidos para aumentar la productividad de la línea de tiras y de esta manera reducir los costos de fabricación y mejorar la rentabilidad de la empresa Agroindustria SAC.

Habiendo identificado los productos que contribuyen en un 76% de participación de los Kg a producir de la línea de tiras y el 78% del margen de contribución, se realizó un diagrama de Ishikawa y Pareto para obtener las causas que originan la baja productividad de la línea de tiras, además se realizó un DOP y DAP para conocer el proceso de fabricación de tiras

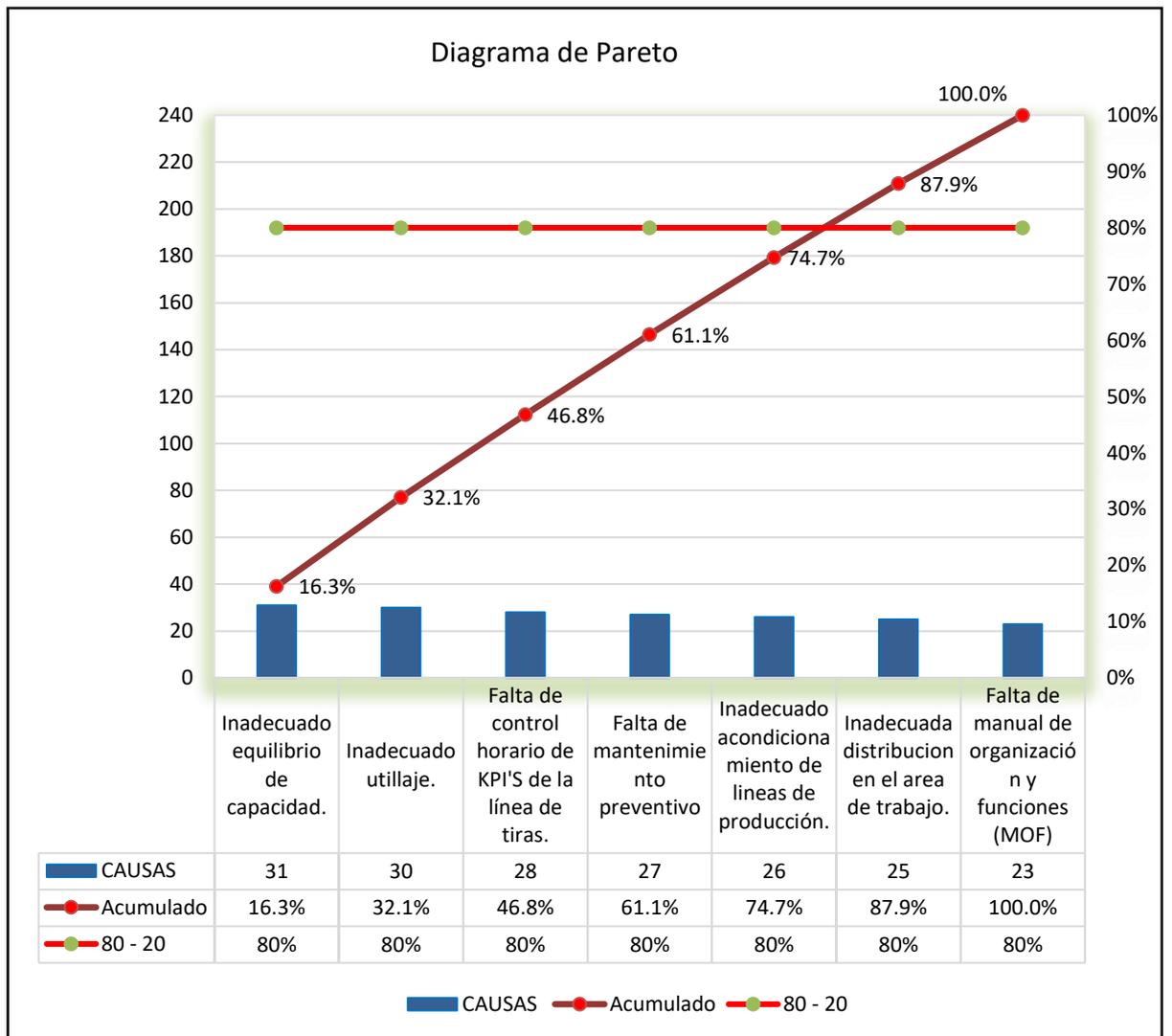
Figura 4: Diagrama de Ishikawa.



Fuente: Elaboración propia

De los datos recolectados en el diagrama de Ishikawa se procedió a realizar una encuesta. La encuesta tuvo como objetivo entregar una puntuación por cada causa obtenida en el diagrama de Ishikawa. Esta puntuación: bajo (1), medio (2) y alto (3), evaluó la importancia de las causas obtenidas. (Véase anexo N° 1).

Figura 5: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración Propia

Podemos observar que el 80% de las causas que originan el problema “Baja productividad en la línea de pimiento piquillo” según el diagrama de Pareto recaen en:

- Inadecuado equilibrio de capacidad.

- Falta de control horario de KPI'S de la línea de tiras.
- Inadecuado utillaje.
- Inadecuado acondicionamiento de las líneas de producción.
- Falta de mantenimiento preventivo.

Donde el de mayor puntuación lo obtuvo el inadecuado equilibrio de capacidad.

Por ello se realizó la norma de procedimiento operacional de pimiento piquillo, diagrama de operaciones (DOP) y un diagrama de análisis de procesos (DAP) para entender el proceso de fabricación de pimiento piquillo calidad tiras.

DAP.

3.4.1.2 Norma operacional de pimiento piquillo tiras.

- **Horneado**

Es una operación que consiste en quemar la piel o cutícula del pimiento piquillo, mediante un horno rotatorio, el cual en su interior está compuesto por ladrillo refractario y es calentado por un quemador a gas.

El rango de tiempo de exposición o transición del pimiento en el horno es de 15 a 30 segundos, dependiendo de la calidad de la materia prima, tiempo transcurrido en la post cosecha, volumen de proceso y volumen de procesamiento en cada horno (carga).

- **Enfriamiento**

Es una operación que tiene como objetivo reducir la temperatura del pimiento posterior a su horneado para atenuar su deshidratación acelerada. Esta se realiza mediante una tina el cuál se carga de agua potable y recolecta los pimientos y los transporta hacia la siguiente etapa. La temperatura del agua de la tina de enfriamiento no debe exceder los 40°C.

- **Pelado**

Esta operación tiene por objetivo retirar totalmente la piel quemada o ceniza, mediante el tambor o biombo pelador, en donde el pimiento piquillo se desprende de su cutícula quemada por contacto a una malla de acero inoxidable del tambor y con una lluvia de agua potable a presión. Se debe tener cuidado en no usar excesivo volumen de agua, para que esta no arrastre el color, ni aromas característicos del pimiento asado.

En el caso de la cebolla, esta operación consiste en retirar la cáscara mediante ► la máquina peladora de cebolla.

- **Desrabado**

Esta operación consiste en retirar el pedúnculo y el corazón de semillas utilizando para esto un cuchillo pequeño donde el operario coge el pimiento piquillo en una mano y en la otra el cuchillo, para hacer el corte y separar el pedúnculo y el corazón de semillas de la parte entera comestible, teniendo cuidado con no dañar el pimiento piquillo.

El pimiento piquillo desrabado es lanzado a la faja superior, mientras que las semillas, el piperó y el pedúnculo, van dirigidas a la faja de descarte.

- **Despepitado**

El despepitado permite eliminar los restos de semillas que pudiesen haber quedado en el interior del pimiento piquillo. Esta operación lo realiza el Tambor (despepitador) rotatorio mediante duchas a presión de agua potable y el movimiento de rotación de los pimientos en su interior. Se debe mantener un nivel adecuado (tipo cama) para asegurar que se retire adecuadamente las semillas y restos de ceniza.

- **Revisado**

Esta operación consiste en seleccionar los pimientos piquillos que serán envasados como producto entero; revisando y retirando la presencia de algún cuerpo extraño (hojas, colas, piedras, larvas, hongos).

El pimiento que no cumple con la calidad del producto a envasas en la calidad entero se direcciona a la línea de tiras.

En esta operación también se repasa el retiro de las semillas adheridas al pimiento.

- **Lanzado de Materia Prima.**

Los pimientos piquillos son llevados por un operario hacia una faja transportadora en esta etapa se lanza la materia prima que fue retirada de las líneas de envase a la línea de tiras.

- **Corte**

Esta faja transportadora que conduce el pimiento a una máquina cortadora de tiras.

En el caso de la cebolla, ésta es cortada en máquina cortadora haciendo el corte tipo pluma con un ancho aproximadamente de 5 mm.

- **Lavado / Revisado.**

Los pimientos son limpiados mediante chorros de agua potable a través del tambor rotatorio de limpieza, para luego pasar hacia la faja de revisado para su posterior envasado.

Posteriormente, en la faja de revisado se segregan las tiras con defecto de corte y presencia de hongo.

- **Recepción de insumos.**

En esta etapa se monitorea la manipulación cuidadosa y el almacenaje según la especificación de todos los insumos, perecibles o no, a fin de evitar daños y/o contaminación física o biológica con una posterior descomposición acelerada.

En caso no cumpla con alguno de los parámetros de especificación de insumos se identifica y rechaza el lote.

De acuerdo al requerimiento de insumos para los formatos indicado en el programa de producción se procede a realizar la recepción de insumos para los diferentes formatos que se fabricarán.

- **Almacenamiento de insumos.**

Los insumos (sal, ácido cítrico, azúcar rubia y vinagre de caña) deberán ser almacenados ya sea en refrigeración o a temperatura ambiente dependiendo de su perecibilidad según especificación de insumos.

- **Lavado /Desinfección**

La cebolla es lavada en una tina con agua de red potable. Posteriormente de pelado la cebolla pasa una desinfección con una dosificación de 50-100 ppm de hipoclorito de sodio.

- **Pesado de insumos.**

En esta etapa se pesa cada insumo (sal, ácido cítrico, azúcar rubia y vinagre de caña) en una balanza.

- **Mezcla.**

Para la ensalada, previo a la mezcla del pimiento y cebolla se medirá la cantidad de cebolla necesaria de manera volumétrica, para alcanzar el porcentaje requerido según la formulación dada por la especificación del producto (la cantidad de cebolla equivale al 9.5% del peso de llenado). Luego de ello, un

inspector de AC realizará un muestreo del contenido de cebolla para su posterior envasado.

- **Recepción de tapas y envases.**

Esta operación consiste en recepcionar los envases y tapas que serán empleados en el producto. Posteriormente se realiza la inspección de cada lote recepcionado; de esta manera garantizamos la seguridad del producto final. En caso no cumpla con alguno de los parámetros se identifica y rechaza el lote.

Las tapas no deben ser lavadas debido a que cuentan con un compuesto sellador esterilizado y actúan como un sello efectivo dentro del cierre, es decir en la unión tapa-cuerpo del envase.

- **Almacenamiento de tapas y envases.**

Los envases y tapas luego de su verificación son ubicados en un almacén para luego ser abastecidos en planta cuando se necesiten. Cumpliendo con la regla FIFO.

- **Codificado**

Esta es una etapa opcional, donde se codifica los envases vacíos de hojalata de acuerdo a la calidad del producto a envasar indicada en las especificaciones del cliente.

- **Lavado de envases vacíos.**

De acuerdo al requerimiento de envases indicado en el Programa de producción se procede a lavar los envases con agua potable clorada con un residual mínimo de 0.5 ppm. El límite crítico en esta etapa es: Presión de agua: 5 - 10 psi.

- **Ingreso de envases.**

Las jabas con envases vacíos deben trasladarse BOCA ABAJO (para evitar cualquier contaminación con materias extrañas) con coche con ruedas de caucho para evitar el golpe de los frascos.

- **Envasado**

En esta operación se coloca el pimiento piquillo en sus respectivos envases, de acuerdo a los tamaños, color y arreglo de envasado señalado en el programa de producción.

►El envasado de la mezcla se realiza mediante una máquina llenadora automatizada.

La cantidad de pimientos por envases está definida por el peso llenado y por las unidades por envase mencionado en el mismo programa de producción.

Los parámetros a controlar son: Ausencia de partículas vidrio en el producto y línea de proceso y Metales ferrosos: ►4 mm.

Así mismo en caso de ocurrir la rotura de frascos se procede según norma de Rotura de Vidrio, Metales, Plásticos Frágiles y/o Duros.

- **Pesado**

En esta etapa se verifica que cada envase contenga la cantidad de peso llenado que corresponde de acuerdo a especificación de cliente.

- **Adición de insumos.**

Esta etapa consiste en el ingreso de ingredientes perecibles y no perecibles a la zona de preparación.

- **Preparación de líquido de gobierno.**

Esta etapa consiste en preparar una solución, que tiene por finalidad establecer el rango de pH requerido por el cliente; se efectúa en marmitas, en donde el

operario llena la marmita con agua osmotizada hasta el nivel requerido, luego adiciona los insumos preparación y adición de líquido de gobierno: pimiento piquillo en conserva.

La solución preparada se muestrea teniendo en cuenta los parámetros fisicoquímicos de pH, °Brix y % sal. Para prevenir alguna desviación en la acidificación el operario realiza un licuado del producto con su líquido respectivo y verifica si ya logró que los parámetros químicos estén en los rangos solicitados de las especificaciones por los clientes. Para esta etapa, se utiliza agua osmotizada.

Una vez verificado este control se procede al calentamiento hasta 95°C, luego su envío para la adición a los formatos ya envasados.

- **Adición de líquido de gobierno.**

La adición de líquido de gobierno se efectúa con la finalidad de acidificar la conserva y llevarlo al pH requerido en la especificación para cada producto y cliente.

Culminada la preparación del líquido de gobierno, éste se debe dosificar a los envases manteniendo una temperatura mínima de 90°C.

Durante todo el proceso cada 30 min el Inspector de Calidad, toma una muestra del líquido de gobierno que se adiciona y una muestra del producto antes de cerrar para medir los parámetros de líquido de gobierno estabilizado y asegurar que este dentro de lo indicado en preparación y adición de líquido de gobierno: pimiento piquillo en conserva.

El líquido de gobierno se adiciona a través dispensadores, distribuidos a lo largo del exhauster con la finalidad que vaya acomodándose en el frasco. Se agrega al inicio y posterior del evacuado de forma opcional.

- **Evacuado/Exhauster**

Esta etapa consiste en evacuar el aire de la conserva antes de ser cerrado lo que se consigue pasando los productos por un túnel de vapor a una temperatura mínimo de 90°C.

Se aplica a todos los formatos y se realiza para asegurar la generación de vacío y ayudar a mantener la temperatura inicial mínima antes de proceso térmico.

- **Ingreso de tapas.**

Esta etapa consiste en ingresar las tapas a planta y abastecer a cada línea de producción para proceder al cerrado de los envases.

- **Cerrado**

La etapa de cerrado tiene como finalidad lograr la hermeticidad del envase ya que de eso depende la seguridad del producto; en los envases de vidrio la seguridad: 5 - 12 mm y en los de hojalata según los parámetros establecidos en las especificaciones de doble cierre.

El personal que coloca tapas, verifica que todos los envases con producto a cerrar, lleven líquido de gobierno, retirando de la cadena las que carezcan o falten a fin de efectuar la correcta adición.

- **Estibado de cestos.**

Esta etapa consiste en distribuir los frascos dentro de los carros para su posterior proceso térmico.

Realizar la limpieza adecuada de todos los coches y mallas para evitar acumulación de suciedad en las autoclaves.

► Para coches de autoclaves de inmersión: Se debe colocar 02 mallas mojadas de separación por cada nivel para evitar mermas por desbarnizado de tapas (para envases de vidrio) y en el caso de envases de hojalata, se utiliza sólo 01 malla.

► Para coches de autoclaves de modo cascada – agua: Se debe colocar separadores de polipropileno por cada nivel (tanto para vidrio como hojalata). Para los formatos cuya especificación requiera aceite, luego de cerrado estos serán lavados en dos tinas, para eliminar residuos de grasa utilizando un producto químico adecuado.

- **Proceso térmico: Pasteurización.**

Esta operación permite eliminar toda posibilidad de desarrollo de microorganismos patógenos, que ponen en riesgo la salud del consumidor final. Los parámetros de pasteurizado y enfriamiento están en la norma de proceso parámetros proceso térmico: pimiento piquillo en salmuera ácida - autoclave ferlo nave 2, en esta etapa se utiliza agua osmotizada.

- **Secado.**

El producto es sometido a un sistema inyección de aire a presión con la finalidad de retirar las partículas de agua que se encuentran en la tapa.

- **Codificado.**

En esta etapa los envases se codifican mediante una Máquina codificadora Videojet, ya sea en el cuerpo como en la tapa, la codificación que se realiza en esta etapa es para no perder la trazabilidad del producto y poder identificar el juliano de producción.

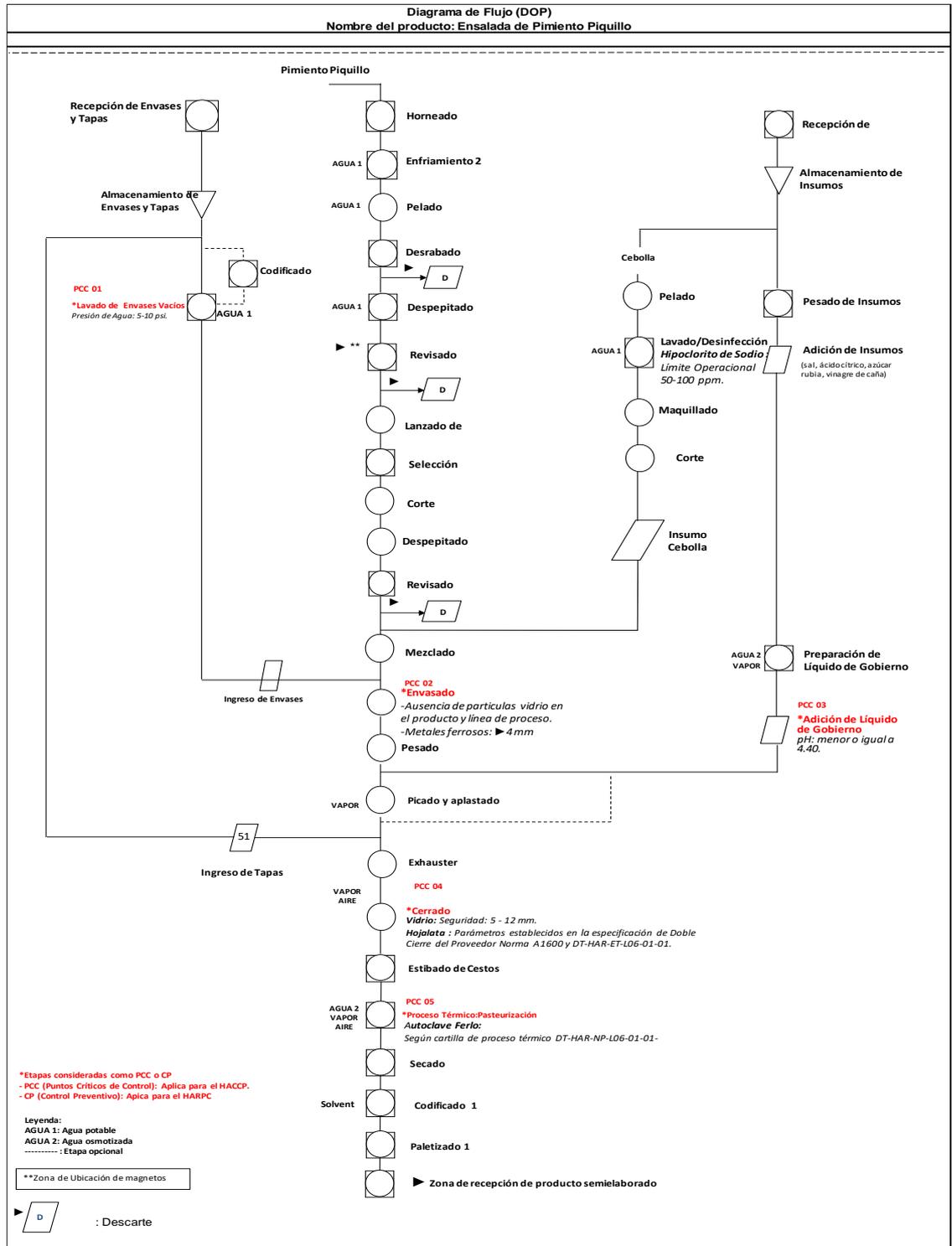
- **Paletizado.**

El producto intermedio una vez seco, codificado y limpio; es paletizado sobre parihuelas de madera, con separadores de cartón (niveles y/o bandejas), manteniendo una conformación de acuerdo al tipo de envase.

3.4.1.3 Diagrama de operaciones de pimiento piquillo.

En el siguiente DOP, se diagrama las operaciones del proceso de pimiento piquillo tiras en conserva.

Figura 3: Diagrama de operaciones



Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.4 Diagrama de análisis de operaciones.

En los siguientes diagramas se detallan las operaciones y las velocidades en (kg/hr) por área para el formato 314/11ml y 8oz, formatos que contribuyen en un 76% de participación de los Kg a producir de la línea de tiras y el 78% del margen de contribución

Figura 4: Diagrama de análisis de operaciones (DAP)

METODO ACTUAL :		DIAGRAMA DE ANALISIS DE OPERACIONES						
<input checked="" type="checkbox"/>								
MATERIA DEL DIAGRAMA :		PROCESO DE ELABORACIÓN PIMIENTO PIQUILLO TIRAS EN CONSERVA FORMATO 314/11 ML	FECHA 16/08/2021					
DEPARTAMENTO :		PRODUCCIÓN	ELABORADO POR : J.P OSCAR VALDEZ BARÓN HOJA NÚM : 1 DE 1					
Distancia(m)	Kg/Hr	SIMBOLOS DEL DIAGRAMA						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
		○	⇒	□	D	▽	⊗	
5	1,427							Trasladar jabas de pimiento calidad tiras de la linea de revisado a la linea de tiras .
-	1,427							Lanzar jabas de pimiento calidad tiras a la faja de selección.
-	241							Retirar defectos (cáscara, hongo, pimientos naranjas) que no cumplen con la calidad de la especificación .
-	1,000							Operación de corte de pimiento entero a tiras en máquina cortadora Kronnen
-	1,629							Despepitado en biombo
-	241							Retirar defectos de tiras (retasos, pimiento con mal corte).
-	825							Lanzar frascos 314/11ml a la mesa giratoria abastecedora de envases.
-	825							Envasado del formato 314/11ml a través de máquina llenadora HEPRO
-	114							Pesado
-	210							Adicionar líquido de gobierno a la temperatura establecida .
-	810							Picado y aplastado .
-	220							Paso de latas por el exhauster por el tiempo de exposición establecido .
-	1,000							Sellar inmediatamente el envase de hojalata con el modelo de tapa especificado en la ficha técnica .
-	1,000							Estibado al coche para el proceso térmico predeterminado .
-	1,000							Aplicar proceso térmico.

Fuente: Elaboración Propia

Figura 5 : Diagrama de análisis de operaciones (DAP) 8oz.

METODO ACTUAL :		<input checked="" type="checkbox"/>		DIAGRAMA DE ANALISIS DE OPERACIONES				
MATERIA DEL DIAGRAMA :		OCESO DE ELABORACIÓN PIMIENTO PIQUILLO TIRAS EN CONSERVA FORMATO 8. FECHA						
DEPARTAMENTO :		PRODUCCIÓN		ELABORADO POR : OSCAR VALDEZ BARÓN HOJA NÚM : 1 DE 1				
Distancia(m)	Kg/Hr	SIMBOLOS DEL DIAGRAMA						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
		○	◻	◻	D	▽	◻	
5	1,427	●						Trasladar jabas de pimiento calidad tiras de la linea de revisado a la linea de tiras .
-	1,427	●						Lanzar jabas de pimiento calidad tiras a la faja de selección.
-	241	●						Retirar defectos (cáscara, hongo, pimientos naranjas) que no cumplen con la calidad de la especificación .
-	1,000	●						Operación de corte de pimiento entero a tiras en máquina cortadora Kronnen
-	1,629	●						Despepitado en biombo
-	241	●						Retirar defectos de tiras (retasos, pimiento con mal corte).
-	1,092	●						Pelado de cebolla.
-	1,092	●						Maquillado de Cebolla.
-	3,839	●						Corte de Cebolla
3	1,092	●						Transporte de cebolla cortada en pluma a linea de Tiras.
-	1,092	●						Hechar las jarras llenas de cebolla cortada en el área de mezclado.
-	1,132	●						Mezclar el pimiento en tiras y la cebolla cortada
-	666	●						Lanzar latas 8oz a la mesa giratoria abastecedora de envases.
-	666	●						Envasado del formato 8oz a través de máquina llenadora HEPRO
-	114	●						Pesado
-	180	●						Adicionar líquido de gobierno a la temperatura establecida .
-	648	●						Picado y aplastado .
-	324	●						Paso de latas por el exhauster por el tiempo de exposición establecido .
-	648	●						Sellar inmediatamente el envase de hojalata con el modelo de tapa especificado en la ficha técnica .
-	648	●						Estibado al coche para el proceso térmico predeterminado .
-	648	●						Aplicar proceso térmico.

Fuente: Elaboración Propia

3.5 Causas Raíces.

Para poder tener una data de tiempo incurrido por cada muda se diseñó un formato llamado control de paros (Ver anexo N°1), los cual nos permitió conocer la pérdida de tiempo, costo mano de obra, productividad e indicadores de control para cada causa raíz (Ver anexo N°2).

CR4P- Inadecuado equilibrio de capacidad:

La primera causa que impacta en la baja productividad es el inadecuado equilibrio de la capacidad lo cual provoca exceso de colas de material dentro del proceso y paradas constantes por acumulación del producto; del total de horas operativas semanales esta causa impacta en un 5% de tiempo muerto por acumulación de producto ,aproximadamente 5.67 horas a la semana

incurriendo en un costo perdido anual de S/25,505 , lo que significa una reducción del cmo en un 0.005 \$/kgdw y un decremento en la productividad de 0.08 kgdw/h-h, resultado por fabricar más cantidad de materia prima no requerida por la siguiente estación (Ver Anexo 3).

Tabla 5 : CR4P - Inadecuado equilibrio de capacidad.

Tiempo por acumulación de producto (Hr Sem)	5.67
Hr Perdidas anuales (hrs)	2,820
Costo Hora (\$)	\$2.70
Pérdida Total (\$)	\$7,613
Pérdida Total (S/)	S/25,505
% Porcentaje de tiempo muerto por Acumulación de Producto (Sem)	5%

Ecuación 6 : % Porcentaje de tiempo muerto por Acumulación de Producto :

$$\frac{\text{Tiempo por acumulación de producto (Hr)}}{\text{Tiempo Operativo (Hr)}}$$

CR7P- Falta de control horario de KPI'S:

Como segunda causa tenemos la falta de control horario de KPI'S conlleva que al finalizar la producción si el resultado de un indicador ha sido desfavorable no se pueda corregir ya que al no tener la data horaria no se detecta la hora en que la productividad cayó debido a un bajo rendimiento del personal, desfavoreciendo a una oportuna toma decisión, esta causa impacta en reducir la tasa de rendimiento de la línea en un 19% ,aproximadamente 6.09 horas perdidas por no llegar al estándar incurriendo en un costo perdido anual de S/ 27,400 , lo que significa una reducción del cmo en un 0.005 \$/kgdw y un decremento en la productividad de 0.086 kgdw/h-h, resultado por controlar los indicadores actuales de manera diaria (Ver anexo N°4).

Tabla 6 : CR7P - Inadecuado equilibrio de capacidad

Tiempo perdido por no llegar al estándar (Hr Sem)	6.09
% Tiempo perdido por no llegar al estándar (Hr Sem)	5.39%
Hr Pérdidas anuales (hrs)	3029
Costo Hora (\$)	\$2.70
Pérdida Total (\$)	\$8,179.09
Pérdida Total (S/)	S/27,400
% Perdida de velocidad	5.39%

Ecuación 7: % Perdida de velocidad.

$$\% \text{ Pérdida de velocidad} : \frac{(\text{Horas por perdidas de velocidad})}{\text{Tiempo Operativo}}$$

CR2P- Inadecuado utillaje:

Una tercera causa es el inadecuado utillaje en la línea de proceso de tiras, origina la necesidad de retrabajos e inspecciones adicionales que debe realizarse como consecuencia por no haber ejecutado correctamente la elaboración del producto cumpliendo las especificaciones, esto origina que se pierda aproximadamente 8.52 hrs. semanales por desviación de calidad y 2.48 hrs. semanales por realizar un producto mermado, del total de horas operativas semanales esta causa impacta en un 10% de tiempo muerto por desviaciones de calidad y merma , incurriendo en un costo perdido anual de S/49,510, lo que significa una reducción del cmo en un 0.009 \$/kgdw y un decremento en la productividad de 0.153 kgdw/h-h, resultado por no elaborar productos con utillajes diseñados a prueba de errores (Ver anexo N°5)

Tabla 7: CR2P- Inadecuado utillaje.

Tiempo perdido por desviaciones de Calidad (Hr Sem)	11.00
Hr Perdidas anuales (hrs)	5,474
Costo Hora (\$)	\$2.70
Pérdida Total (\$)	\$14,779
Pérdida Total (S/)	S/49,510
% Porcentaje de tiempo perdido por desviaciones de calidad :	10%

Ecuación 8: %Porcentaje de tiempo perdido por desviaciones de calidad.

$$\frac{(\text{Tiempo Desviación de Calidad}(\text{Hr}) + \frac{\text{Kg Mermados}(\text{Kg})}{\text{Kg Estándar}(\frac{\text{Kg}}{\text{hr}})})}{\text{Tiempo Operativo}(\text{Hr})}$$

CR3P- Inadecuado acondicionamiento de líneas de producción.

La cuarta causa raíz que impacta directamente a la productividad es el inadecuado acondicionamiento de la línea de tiras ya que las operaciones internas como calibración de los parámetros estándares, ajustar y probar equipos, limpieza de la línea, preparación de utillajes previo al arranque de la producción no son oportunas y el tiempo es muy prolongado lo que conlleva que de las horas de producción usadas, el 4.71% la línea de proceso este parada, aproximadamente 6.78 hrs. semanales, impactando en una pérdida anual de S/30,531, lo que significa una reducción del cmo en un 0.006 \$/kgdw y un decremento en la productividad de 0.095 kgdw/h-h, resultado por un inadecuado acondicionamiento de línea de tiras.

Tabla 8: CR3P Inadecuado utillaje.

Tiempo por arranque de línea (Hr Sem)	6.78
Hr Perdidas anuales (hrs)	3375
Costo Hora (\$)	\$2.70
Pérdida Total (\$)	\$9,114
Pérdida Total (S/)	S/30,531
% Porcentaje de tiempo perdido por arranque de línea:	4.71%

Ecuación 9: %Porcentaje de tiempo perdido por arranque de línea.

$$\frac{\text{Tiempo Desviación de Calidad}(\text{Hr})}{\text{Horas de producción Usadas}(\text{Hr})}$$

CR5P- Falta de mantenimiento preventivo

Como última causa tenemos la falta de mantenimiento preventivo origina que cada vez que ocurra una parada imprevista, ya sea por falla mecánica, inadecuada calibración, mala manipulación, o por riesgo, se interrumpan las operaciones de forma inmediata, afectando directamente la disponibilidad de la máquina (cuello de botella) en un 6.3% que es aproximadamente 7.15 hrs. perdidas de manera semanal, originando una pérdida anual de S/32,181, lo que significa una reducción del cmo en un 0.006 \$/kgdw y un decremento en la productividad de 0.10 kgdw/h-h, resultado por falta de un mantenimiento preventivo .

Tabla 9: CR5P -Falta de mantenimiento preventivo.

Tiempo por falla de equipo (Hr Sem)	7.15
Hr Perdidas anuales (hrs)	3,558
Costo Hora (\$)	\$2.70
Pérdida Total (\$)	\$9,606
Pérdida Total (S/)	S/32,181
% Disponibilidad de máquina	93.7%

Ecuación 10: % Disponibilidad de máquina.

$$\frac{\text{Tiempo Operativo (Hr)} - \text{Tiempo Por Falla de equipo (Hr)}}{\text{Tiempo Operativo (Hr)}}$$

3.6 Metodología

3.6.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnicas de recolección y análisis de datos.

Como primera técnica a utilizar fue el diagrama de Ishikawa para determinar la relación entre el efecto (problema) y todas las posibles causas raíces que lo ocasionan, es decir las causas que necesitan ser atendidos para aumentar la productividad de la línea de tiras , luego se realizó una encuesta, la misma que aprobó la empresa a fin de priorizar

las causas raíces y realizar el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20”, el cual reconoce que sólo unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%); el resto genera muy poco del efecto total.

3.6.2 Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos.

Estandarización de operaciones.

Como solución de mejora para el inadecuado equilibrio de capacidad y falta de control de KPI'S de la línea de tiras se empleará la estandarización de operaciones en la cual se plantea un proceso sistemático para desarrollar el centro de trabajo eficiente estableciendo estándares de tiempo, estándares de métodos lo cuales se determinarán mediante procedimientos de medición de trabajo.

De esta manera se busca las operaciones agreguen valor al proceso, capaces de producir dentro del tak time y mejorar consistentemente el tiempo de ciclo de las operaciones o elementos de trabajo asignado, y de esta manera proveer las bases para tener altos niveles de productividad, calidad y seguridad.

Poka Yoke.

Como solución de mejora para el inadecuado utillaje se utilizará una técnica de calidad llamada poka yoke que significa “a prueba de errores”, para crear un proceso donde los errores sean imposibles de realizar, de esta manera evitar que la operación frene por reprocesos cuando ocurre algún defecto de calidad.

Como última solución de mejora para el inadecuado acondicionamiento de línea de producción y falta mantenimiento preventivo, tenemos la herramienta de SMED que nos permitirá disminuir el tiempo que se pierde para el arranque de línea, limpieza y cualquier cambio de herramientas, de esta manera no solo reducir los tiempos sino aportar ventajas competitivas para la empresa ya que no solo existe una reducción de costos , sino que incrementará el consumo , la flexibilidad o capacidad de adaptarse a la demanda.

3.7 Implementación de mejoras.

3.7.1 Estandarización de operaciones.

Se procedió a desarrollar la metodología de Estandarización de operaciones, con la finalidad de establecer la mejor secuencia de trabajo o producción nivelada para evitar el exceso de colas de material dentro del proceso y paradas constantes por acumulación del producto además definir los indicadores de medición para tener un control horario y poder hacer seguimiento a la productividad de la línea de pimiento piquillo en tiras.

3.7.1.1 Tiempos estándares por operación.

Como primer paso para la estandarización de operaciones se definieron los tiempos estándares, primero se calculó el tamaño de la muestra de las tareas de operación, utilizando el método estadístico y seguidamente se realizó un balance de línea.

Se determinó la muestra con el método estadístico el cual requiere que se efectúe cierto número de observaciones preliminares, para luego

poder aplicar la fórmula del método estadístico, para obtener un tiempo promedio con un nivel de confianza de 95.45% y con un error del 5%.

- **Operación de lanzado.**

Se calculará el tamaño de muestra de la operación. Donde tenemos 20 observaciones las cuales son preliminares (en minutos) se aplicará la fórmula del N óptimo, donde determinamos que el número de observaciones preliminares es mayor al N óptimo (Tabla N°11) lo cual no permite seguir continuando con los siguientes pasos para definir el tiempo estándar.

Tabla 10: N Óptimo de operación de lanzado.

X : Promedio (Unid/min) :	2.03
S: Desviación estandar :	0.13
t : t student	2.14
Nivel de Confianza:	0.95
k (Error):	0.05
N ÓPTIMO	7.66

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11: Toma de muestras por un ciclo de 3 jabas.

Lanzado				
N°	Jabas (unidades)	Minuto(')	Segundo('')	Tiempo(min)
1	3	2	6	2.10
2	3	2	9	2.15
3	3	2	19	2.32
4	3	1	53	1.88
5	3	2	1	2.02
6	3	1	55	1.92
7	3	1	50	1.83
8	3	1	54	1.90
9	3	2	7	2.12
10	3	1	58	1.97
11	3	1	56	1.93
12	3	1	57	1.95
13	3	2	1	2.02

14	3	2	13	2.22
15	3	2	5	2.08
16	3	2	10	2.17
17	3	1	54	1.90
18	3	2	13	2.22
19	3	2	8	2.15
20	3	1	56	2.10

Fuente: Elaboración Propia

La toma de tiempos del proceso de lanzado de materia prima se tomará de la cantidad de muestras calculadas, donde cronometraremos 20 veces la operación. Posteriormente hallamos el tiempo promedio.

Tabla 12 : Tiempo promedio de lanzado.

Tiempo Promedio (min/Jaba)	0.682	Velocidad Promedio (Jaba/min)	1.466	Velocidad Promedio (Kg/Hr)	2010
-----------------------------------	-------	--------------------------------------	-------	-----------------------------------	------

Fuente: Elaboración Propia

Para hallar la valoración de suplementos se trabajó con el sistema Westinghouse, donde se le valoro el ritmo del trabajo a cada operario como habilidad, esfuerzo, las condiciones de trabajo y la consistencia teniendo un factor de valoración de 0.06 lo que permitió hallar el tiempo normal de la operación de lanzado (Ver anexo N°8)

Tabla 13: Tiempo normal de lanzado.

Tiempo Normal (min/jaba)	0.742	Velocidad Normal (Jaba/min)	1.347	Velocidad Promedio (Kg/Hr)	1848
---------------------------------	-------	------------------------------------	-------	-----------------------------------	------

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente paso es hallar el Coeficiente de Fatiga, se utilizó la tabla de tolerancia de la OIT obteniendo un factor de tolerancia de 0.295 lo que permitió hallar el tiempo estándar de la operación de lanzado (Ver Anexo N°9)

Tabla 14: Tiempo estándar de lanzado.

Tiempo Estándar (min/unid)	0.961	Velocidad Estándar (Jaba/min)	1.040	Velocidad Estándar (Kg/Hr)	1427
-----------------------------------	-------	--------------------------------------	-------	-----------------------------------	------

Fuente: Elaboración Propia

- **Operación de revisado.**

Se calculará el tamaño de muestra de la operación. Donde tenemos 19 observaciones las cuales son preliminares (en minutos) se aplicará la fórmula del N óptimo, donde determinamos que el número de observaciones preliminares es mayor al N óptimo (Tabla N°15) lo cual no permite seguir continuando con los siguientes pasos para definir el tiempo estándar.

Tabla 15: N Óptimo de operación de revisado.

X : Promedio (Unid/min) :	1.42
S: Desviación estandar :	0.07
t : t student	2.14
Nivel de Confianza:	0.95
k (Error):	0.05
N ÓPTIMO	4.43

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16: Toma de tiempos de la operación de revisado.

Revisado				
N°	Pimiento	Minuto(')	Segundo('')	Tiempo(min) ▶
1	100	1	22	1.37
2	100	1	20	1.33
3	100	1	24	1.40
4	100	1	32	1.53
5	100	1	26	1.43
6	100	1	30	1.50
7	100	1	24	1.40
8	100	1	22	1.37
9	100	1	28	1.47
10	100	1	20	1.33
11	100	1	19	1.32
12	100	1	24	1.40
13	100	1	32	1.53
14	100	1	28	1.47
15	100	1	29	1.48
16	100	1	27	1.45
17	100	1	25	1.42
18	100	1	24	1.40
19	100	1	32	1.53

Fuente: Elaboración Propia

La toma de tiempos del proceso de revisado de materia prima se tomará de la cantidad de muestras calculadas, donde cronometraremos 19 veces la operación de revisado. Posteriormente hallamos el tiempo promedio.

Tabla 17 : Tiempo promedio de revisado.

Tiempo Promedio (min/Jaba)	0.476	Velocidad Promedio (Jaba/min)	2.101	Velocidad Promedio (Kg/Hr)	324.2
-----------------------------------	-------	--------------------------------------	-------	-----------------------------------	-------

Fuente: Elaboración Propia

Para hallar la valoración de suplementos se trabajó con el sistema Westinghouse, donde se le valoro el ritmo del trabajo a cada operario como habilidad, esfuerzo, las condiciones de trabajo y la consistencia teniendo un factor de valoración de 0.06 lo que permitió hallar el tiempo normal de la operación de revisado (Ver anexo N°10).

Tabla 18: Tiempo normal de revisado.

Tiempo Normal (min/jaba)	0.536	Velocidad Normal (Jaba/min)	1.866	Velocidad Promedio (Kg/Hr)	287.9
---------------------------------	-------	------------------------------------	-------	-----------------------------------	-------

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente paso es hallar el Coeficiente de Fatiga, se utilizó la tabla de tolerancia de la OIT obteniendo un factor de tolerancia de 0.195 lo que permitió hallar el tiempo estándar de la operación de revisado (Ver anexo N°11)

Tabla 19: Tiempo estándar de revisado.

Tiempo Estándar (min/unid)	0.641	Velocidad Estándar (Jaba/min)	1.561	Velocidad Estándar (Kg/Hr)	240.9
-----------------------------------	-------	--------------------------------------	-------	-----------------------------------	-------

Fuente: Elaboración Propia

- **Operación de mezclado.**

Se calculará el tamaño de muestra de la operación. Donde tenemos 11 observaciones las cuales son preliminares (en minutos) se aplicará la

fórmula del N óptimo, donde determinamos que el número de observaciones preliminares es mayor al N óptimo (Tabla N°20) lo cual no permite seguir continuando con los siguientes pasos para definir el tiempo estándar.

Tabla 20 : N Óptimo de mezclado.

X : Promedio (unid/min):	1.16
S: Desviación estandar :	0.03
t : t student	2.26
E :	0.05
N ÓPTIMO	1.45

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21: Toma de tiempos de la operación de mezclado

Mezclado				
N°	Jabas (unidades)	Minuto(') →	Segundo('')	Tiempo(min)
1	1	1	10	1.17
2	1	1	11	1.18
3	1	1	7	1.12
4	1	1	8	1.13
5	1	1	12	1.20
6	1	1	12	1.20
7	1	1	9	1.15
8	1	1	11	1.18
9	1	1	13	1.22
10	1	1	8	1.13
11	1	1	13	1.22

Fuente: Elaboración Propia

La toma de tiempos del proceso de mezclado de materia prima con la cebolla se tomará de la cantidad de muestras calculadas, donde cronometraremos 11 veces la operación mezclado. Posteriormente hallamos el tiempo promedio.

Tabla 22 : Tiempo promedio de mezclado.

Tiempo Promedio (min/Jaba)	1.173	Velocidad Promedio (Jaba/min)	0.853	Velocidad Promedio (Kg/Hr)	1700
-----------------------------------	-------	--------------------------------------	-------	-----------------------------------	------

Fuente: Elaboración Propia

Para hallar la valoración de suplementos se trabajó con el sistema Westinghouse, donde se le valoro el ritmo del trabajo a cada operario como habilidad, esfuerzo, las condiciones de trabajo y la consistencia teniendo un factor de valoración de 0.12 lo que permitió hallar el tiempo normal de la operación de mezclado (Ver anexo N°12).

Tabla 23: Tiempo normal de mezclado

Tiempo Normal (min/jaba)	1.31	Velocidad Normal (Jaba/min)	0.76	Velocidad Promedio (Kg/Hr)	1386
---------------------------------	------	------------------------------------	------	-----------------------------------	------

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente paso es hallar el Coeficiente de Fatiga, se utilizó la tabla de tolerancia de la OIT obteniendo un factor de tolerancia de 0.225 lo que permitió hallar el tiempo estándar de la operación de mezclado (Ver anexo N°13).

Tabla 24: Tiempo estándar de mezclado.

Tiempo Estándar (min/unid)	1.61	Velocidad Estándar (Jaba/min)	0.622	Velocidad Estándar (Kg/Hr)	1132
-----------------------------------	------	--------------------------------------	-------	-----------------------------------	------

Fuente: Elaboración Propia

- **Operación de pesado.**

Se calculará el tamaño de muestra de la operación. Donde tenemos 19 observaciones las cuales son preliminares (en minutos) se aplicará la fórmula del N óptimo, donde determinamos que el número de observaciones preliminares es mayor al N óptimo (Tabla N°25) lo cual no permite seguir continuando con los siguientes pasos para definir el tiempo estándar.

Tabla 25 : N Óptimo de la operación pesado.

X : Promedio :	1.43
S: Desviación estandar :	0.07

t : t student	2.26
E :	0.05
N ÓPTIMO	4.35

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26: Toma de tiempos de la operación de pesado.

Pesado				
N°	Cantidad (unidades)	Minuto	Segundo	Tiempo(min)
1	20	1	27	1.45
2	20	1	25	1.42
3	20	1	27	1.45
4	20	1	32	1.53
5	20	1	26	1.43
6	20	1	24	1.40
7	20	1	28	1.47
8	20	1	20	1.33
9	20	1	31	1.52
10	20	1	19	1.32
16	20	1	25	1.42
17	20	1	27	1.45
18	20	1	28	1.47
19	20	1	22	1.37

Fuente: Elaboración Propia

La toma de tiempos del proceso de pesado de materia prima se tomará de la cantidad de muestras calculadas, donde cronometraremos 19 veces la operación. Posteriormente hallamos el tiempo promedio.

Tabla 27 : Tiempo promedio de pesado.

Tiempo Promedio (min/unid)	0.07	Velocidad Promedio (Jaba/min)	13.98	Velocidad Promedio (Kg/Hr)	155
-----------------------------------	------	--------------------------------------	-------	-----------------------------------	-----

Fuente: Elaboración Propia

Para hallar la valoración de suplementos se trabajó con el sistema Westinghouse, donde se le valoro el ritmo del trabajo a cada operario como habilidad, esfuerzo, las condiciones de trabajo y la consistencia teniendo un factor de valoración de 0.14 lo que permitió hallar el tiempo normal de la operación de pesado (Ver anexo N°14).

Tabla 28: Tiempo normal de pesado.

Tiempo Normal (min/unid)	1.31	Velocidad Normal (unid/min)	0.76	Velocidad Promedio (Kg/Hr)	136
---------------------------------	------	------------------------------------	------	-----------------------------------	-----

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente paso es hallar el Coeficiente de Fatiga, se utilizó la tabla de tolerancia de la OIT obteniendo un factor de tolerancia de 0.195 lo que permitió hallar el tiempo estándar de la operación de lanzado (Ver anexo N°15)

Tabla 29: Tiempo estándar de mezclado.

Tiempo Estándar (min/unid)	0.097	Velocidad Estándar(unid/min)	10.27	Velocidad Estándar (Kg/Hr)	113.9
-----------------------------------	-------	-------------------------------------	-------	-----------------------------------	-------

Fuente: Elaboración Propia

- **Operación pelado de cebollas.**

Se calculará el tamaño de muestra de la operación. Donde tenemos 16 observaciones las cuales son preliminares (en minutos) se aplicará la fórmula del N óptimo, donde determinamos que el número de observaciones preliminares es mayor al N óptimo (Tabla N°30) lo cual no permite seguir continuando con los siguientes pasos para definir el tiempo estándar.

Tabla 30: N Óptimo de la operación pelado de cebolla.

X : Promedio (min/mezcla)	1.11
S: Desviación estandar :	0.06
t : t student	2.26
E :	0.05
N ÓPTIMO	6.11

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31: Toma de tiempos de la operación de pelado de cebolla.

Pelado de cebollas				
N	Llenado de Cebolla	Minuto	Segundo	Tiempo(min)
1	1	1	9	1.15
2	1	1	4	1.07
3	1	1	8	1.13
4	1	1	4	1.07
5	1	1	7	1.12
6	1	1	11	1.18
7	1	1	9	1.15
8	1	1	6	1.10
9	1	0	58	0.97
10	1	1	10	1.17
11	1	1	9	1.15
12	1	1	7	1.12
13	1	1	11	1.18
14	1	1	7	1.12
15	1	1	10	1.17
16	1	1	6	1.10

Fuente: Elaboración Propia

La toma de tiempos del proceso de pelado de cebolla se tomará de la cantidad de muestras calculadas, donde cronometraremos 16 veces la operación. Posteriormente hallamos el tiempo promedio.

Tabla 32 : Tiempo promedio de pelado de cebolla.

Tiempo Promedio (min/unid)	1.12	Velocidad Promedio (unid/min)	0.89	Velocidad Promedio (Kg/Hr)	139
-----------------------------------	------	--------------------------------------	------	-----------------------------------	-----

Fuente: Elaboración Propia

Para hallar la valoración de suplementos se trabajó con el sistema Westinghouse, donde se le valoro el ritmo del trabajo a cada operario como habilidad, esfuerzo, las condiciones de trabajo y la consistencia teniendo un factor de valoración de 0.14 lo que permitió hallar el tiempo normal de la operación de pelado de cebolla (Ver anexo N°16).

Tabla 33: Tiempo normal de pelado de cebolla.

Tiempo Normal (min/unid)	1.27	Velocidad Normal (unid/min)	0.78	Velocidad Promedio (Kg/Hr)	122
---------------------------------	------	------------------------------------	------	-----------------------------------	-----

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente paso es hallar el Coeficiente de Fatiga, se utilizó la tabla de tolerancia de la OIT obteniendo un factor de tolerancia de 0.195 lo que permitió hallar el tiempo estándar de la operación de pelado de cebolla (Ver anexo N°17)

Tabla 34: Tiempo estándar de pelado de cebolla.

Tiempo Estándar (min/unid)	1.508	Velocidad Estándar(unid/min)	0.66	Velocidad Estándar (Kg/Hr)	103.7
-----------------------------------	-------	-------------------------------------	------	-----------------------------------	-------

Fuente: Elaboración Propia

- **Operación maquillado de cebollas.**

Se calculará el tamaño de muestra de la operación. Donde tenemos 13 observaciones las cuales son preliminares (en minutos) se aplicará la fórmula del N óptimo, donde determinamos que el número de

observaciones preliminares es mayor al N óptimo (Tabla N°35) lo cual no permite seguir continuando con los siguientes pasos para definir el tiempo estándar.

Tabla 35 : N Óptimo de la operación maquillado de cebolla.

X : Promedio (unid/min):	1.94
S: Desviación estandar :	0.07
t : t student	2.26
E :	0.05
N ÓPTIMO	2.42

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 36: Toma de tiempos de la operación de maquillado de cebolla.

Maquillado				
N°	Cantidad (unidades)	Minuto	Segundo	Tiempo(min)
1	20	1	50	1.83
2	20	1	59	1.98
3	20	1	55	1.92
4	20	1	53	1.88
5	20	1	52	1.87
6	20	2	2	2.03
7	20	1	56	1.93
8	20	1	58	1.97
9	20	2	3	2.05
10	20	1	55	1.92
11	20	1	47	1.78
12	20	1	55	1.92
13	20	1	54	1.90

Fuente: Elaboración Propia

La toma de tiempos del proceso de maquillado de cebolla se tomará de la cantidad de muestras calculadas, donde cronometraremos 13 veces la operación. Posteriormente hallamos el tiempo promedio.

Tabla 37 : Tiempo promedio de pelado de cebolla.

Tiempo Promedio (min/unid)	0.096	Velocidad Promedio (unid/min)	10.40	Velocidad Promedio (Kg/Hr)	18.73
-----------------------------------	-------	--------------------------------------	-------	-----------------------------------	-------

Fuente: Elaboración Propia

Para hallar la valoración de suplementos se trabajó con el sistema Westinghouse, donde se le valoro el ritmo del trabajo a cada operario como habilidad, esfuerzo, las condiciones de trabajo y la consistencia teniendo un factor de valoración de 0.14 lo que permitió hallar el tiempo normal de la operación de maquillado de cebolla (Ver anexo N°16).

Tabla 38: Tiempo normal de pelado de cebolla.

Tiempo Normal (min/unid)	0.11	Velocidad Normal (unid/min)	9.12	Velocidad Promedio (Kg/Hr)	16.43
---------------------------------	------	------------------------------------	------	-----------------------------------	-------

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente paso es hallar el Coeficiente de Fatiga, se utilizó la tabla de tolerancia de la OIT obteniendo un factor de tolerancia de 0.195 lo que permitió hallar el tiempo estándar de la operación de pelado de cebolla (Ver anexo N°17)

Tabla 39: Tiempo estándar de maquillado de cebolla.

Tiempo Estándar (min/unid)	0.129	Velocidad Estándar(unid/min)	7.73	Velocidad Estándar (Kg/Hr)	13.92
-----------------------------------	-------	-------------------------------------	------	-----------------------------------	-------

Fuente: Elaboración Propia

3.7.1.2 Capacidades instaladas de máquina.

Dentro del proceso de elaboración de tiras en conserva se tienen máquinas que a las cuales analizaremos la capacidad de cada máquina.

Capacidad instalada de biombo pelador:

En el ciclo de un minuto se determinó cuantos kilos el biombo pelado por minuto.

Tabla 40 : Capacidad instalada de biombo pelador.

CAPACIDAD INSTALADA DEL BIOMBO		
N	Tiempo	Kg/min
1	1'	26.45
2	1'	25.15
3	1'	22.35
4	1'	33.45
5	1'	27.21
6	1'	26.10
7	1'	28.15
8	1'	27.30
9	1'	26.15
10	1'	29.12
X : Promedio :		27.14
Velocidad Estandar (kg/min)		27.14
Velocidad Estandar (Kg/Hr)		1628.58

Fuente: Elaboración Propia

Capacidad instalada de llenadora ferlo:

En el ciclo de un minuto se determinó cuantas latas o frascos salen de la llenadora ferlo (máquina envasadora) para estimar los kilogramos drenados envasado por hora por cada Hz de la máquina.

Tabla 41 : Capacidad instalada de llenadora ferlo.

Velocidad de Llenado (Marcha cinta cordón)	Formato 8oz (unid/min)	Formato 8oz - Velocidad Estandar (Kg/Hr)	Formato 314/11 (unid/min)	Formato 314/11 - Velocidad Estandar (Kg/Hr)
1	20	222	10	150
2	30	333	20	300
3	40	444	30	450
4	50	555	41	615
5	60	666	55	825
6	70	777	64	960
7	80	888	76	1,140
8	90	999	84	1,260
9	100	1110	114	1,710
10	110	1221	138	2,070

Fuente: Elaboración Propia

Capacidad instalada de cortadora de cebolla (Kronen).

En el ciclo de un minuto se determinó cuantos kilogramos de cebolla corta la máquina cortadora de cebolla (Máquina Kronen) .

Tabla 42: Capacidad instalada de cortadora de cebolla (Kronen)

CAPACIDAD INSTALADA DE LA MAQUINA KRONER				
N	Jaba	Minuto	Segundo	Tiempo(min)
1	1	2	50	2.83
2	1	2	47	2.78
3	1	2	45	2.75
4	1	2	42	2.70
5	1	2	38	2.63
6	1	2	39	2.65
7	1	2	40	2.67
8	1	2	47	2.78
9	1	2	48	2.80
10	1	2	45	2.75
X : Promedio :				2.74
Velocidad Estandar (kg/min)				6.08
Velocidad Estandar (Kg/Hr)				364.72

Fuente: Elaboración Propia

Capacidad instalada de exhauster.

En el ciclo de un minuto se determinó que la cantidad de frascos por minuto que pasan por el exhauster son 60.

Tabla 43 : Capacidad instalada del exhauster.

Muestra	Formato 8oz (unid/min)	Formato 8oz - Velocidad Estandar (Kg/Hr)	Formato 314/11 (unid/min)	Formato 314/11 - Velocidad
1	60	648	60	810
2	60	648	60	810
3	60	648	60	810
4	60	648	60	810

Fuente: Elaboración Propia

3.7.1.3 Heijunka o balance de cargas.

Para determinar en qué operación de la fabricación de pimienta piquillo en conserva calidad tiras se necesita aplicar mejoras para alimentar en un 100% la capacidad del cuello de botella, se debe realizar un balance de cargas o línea.

Como primer paso para realizar el balance de línea o cargas se calculó los tiempos estándares por operación además de la capacidad instalada de las máquinas para poder conocer la capacidad de cada operación del proceso de fabricación de pimiento piquillo en conserva calidad tiras, para calcular el balance de línea se tomarán como productos más representativos el 314/11ml y 8oz.

Balance de cargas del formato 314/11

En la tabla 43, se muestra los tiempos (min/kg) por operación estándar dentro del proceso de 314/11ml pimiento piquillo calidad tiras, donde podemos observar que el n° de personal directo dentro de la línea 6 para alimentar el cuello de botella es de 35 personas.

Tabla 44 : Balance de carga estándar de 314/11ml

Operación	V.E (Kg - HH)	N°PER	V.E (kg/HR)	Min/Kg	Min Área /Kg	Cmo
Costo de Proceso	12	69	810	5.111	0.074	0.230
Lanzado de MM.PP	1,427	2	2853	0.042	0.021	0.007
Selección	241	4	964	0.249	0.062	0.013
Corte	1,000	0	1000	0.060	0.060	0.000
Despepitado	1,629	0	1629	0.037	0.037	0.000
Revisado	241	5	1205	0.249	0.050	0.017
Lanzado de envases vacíos	1,132	1	1132	0.053	0.053	0.003
Envasado (Velocidad 5)	825	1	825	0.073	0.073	0.003
Pesado	114	9	1026	0.526	0.058	0.030
Picado y Aplastado	210	4	840	0.286	0.071	0.013
Líquido de Gobierno	830	1	830	0.072	0.072	0.003
Exhauster	810	0	810	0.074	0.074	0.000
Cerrado	220	4	880	0.273	0.068	0.013
Estibado	450	2	900	0.133	0.067	0.007
Proceso Térmico	1,000	1	1000	0.060	0.060	0.003
Limpieza y Paletizado	220	4	880	0.273	0.068	0.013
Terceros	1,000	8	1000	0.060	0.060	0.027
Total	1,000	115	880			0.38

Fuente: Elaboración Propia

Después de analizar los kg estándar por área, pasamos a calcular el tak time, siendo la demanda del formato 314/11ml de 14,580 kgdw/día, hayamos que el tak time de proceso de tiras formato 314/11 es de 0.077 min/kg lo cual quiere decir que el cliente compra un kg cada 0.077 min.

Según el análisis del tak time se requiere para el proceso 32 colaboradores para satisfacer la necesidad del cliente.

Tabla 45 : Tak time formato 314/11ml

Demanda del Cliente : (Kgdw/día)	14,580
Día del Trabajo (18 x 60min):	1,260
Arranques de línea (%)	5%
Disponibilidad de máquina (%)	93.7%

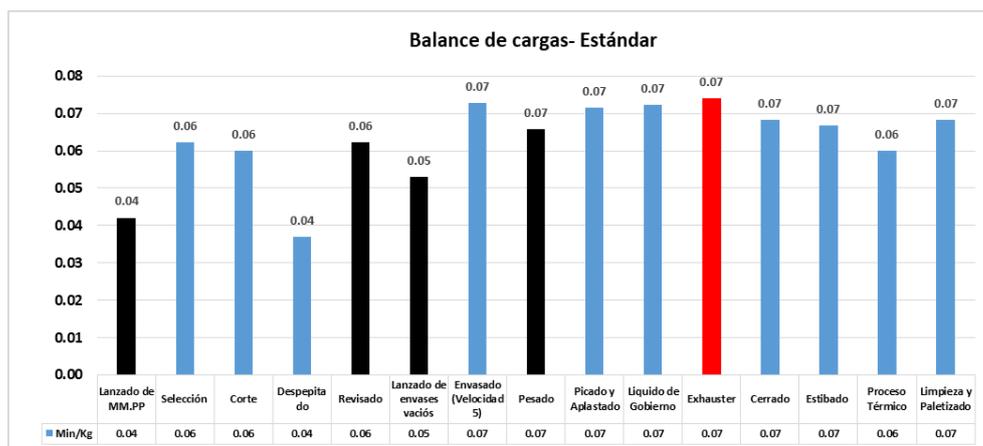
Tiempo Operativo (min)	1,197
Disponibilidad de máquina (%)	94%
Tiempo Disponible (min)	1,121

Tak Time (min/kg)	0.077
Tiempo de Ciclo (Min)	2.460
Trabajadores requeridos (N°Operar	32

Fuente: Elaboración Propia

Siguiendo con el análisis pasamos a representar las operaciones en el diagrama de balance de cargas en el cual podemos observar que el proceso se encuentra correctamente diseñado para cumplir la demanda del cliente ya que los tiempos estándares de cada operación no excede al tak time.

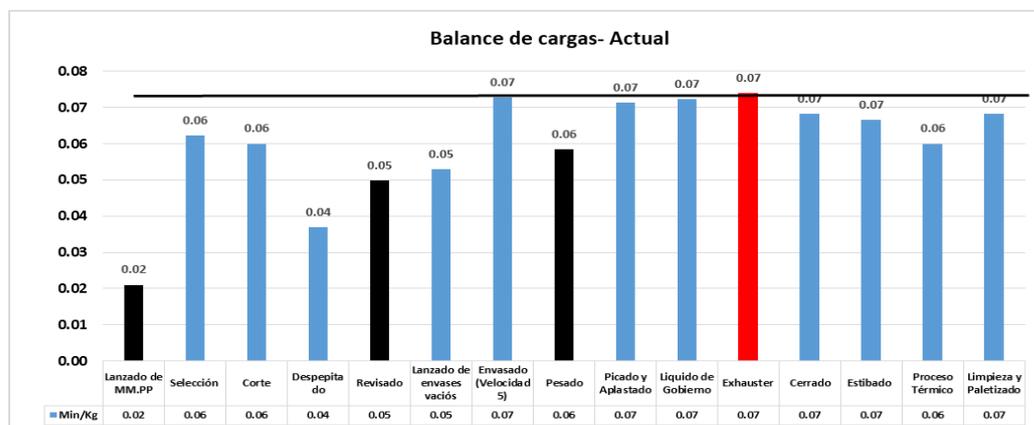
Figura 6 : Diagrama de balance de cargas estándar.



Fuente: Elaboración Propia

Sin embargo en la actualidad dicho balance no es el que se está respetando, superando el número de colaboradores de 35 a 38 personas dentro de la línea lo que origina que exista operaciones que exceden la capacidad del cuello de botella (Máquina de exhauster) y un desbalance en la línea de producción lo cual provoca exceso de colas de material dentro del proceso y paradas constantes por acumulación del producto; lo que origina un impacto de 5% de tiempo muerto por acumulación de producto, aproximadamente 5.67 horas a la semana.

Figura 7 : Diagrama de balance de cargas actual.



Fuente: Elaboración Propia

Analizando el diagrama de cargas actual con el estándar se tiene que reducir las 3 personas que exceden en el balance, además se propone combinar las siguientes operaciones, el personal de lanzado de materia prima también realizaría la operación de selección de materia prima, y reducir un personal en la operación de pesado, lo que conllevaría a reducir el número de colaboradores de 38 a 33, manteniendo una alimentación del cuello de botella en 98%.

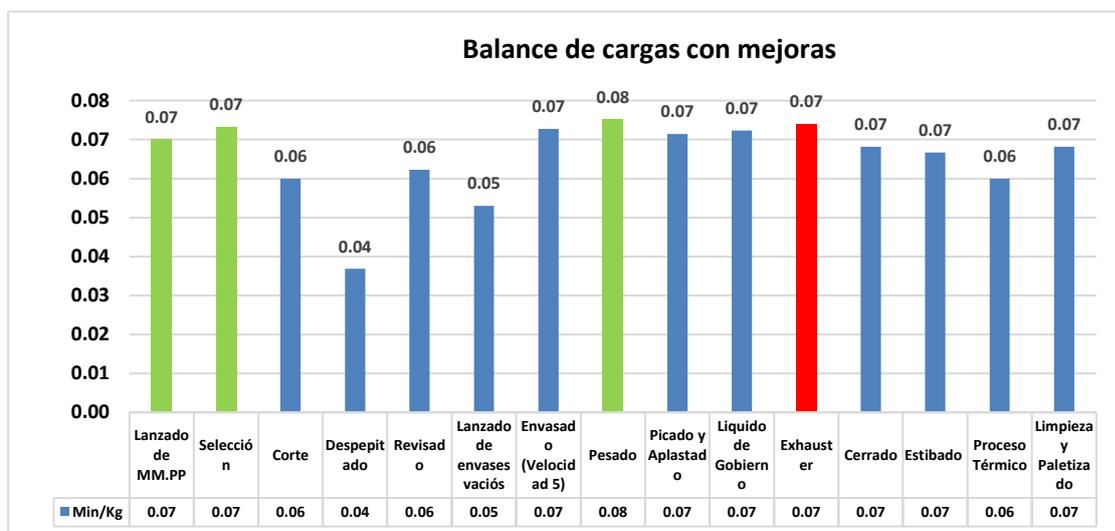
Tabla 46: Balance de línea propuesto.

Operación	V.E (Kg - HH)	N°PER	V.E (kg/HR)	Min/Kg	Min Área /Kg	Cmo
Costo de Proceso	12	69	810	5.111	0.074	0.230
Lanzado de MM.PP	1,427	0.6	856	0.042	0.070	0.002
Selección	241	3.4	819	0.249	0.073	0.011
Corte	1,000	0	1000	0.060	0.060	0.000
Despepitado	1,629	0	1629	0.037	0.037	0.000
Revisado	241	4	964	0.249	0.062	0.013
Lanzado de envases vacíos	1,132	1	1132	0.053	0.053	0.003
Envasado (Velocidad 5)	825	1	825	0.073	0.073	0.003
Pesado	114	7	798	0.526	0.075	0.023
Picado y Aplastado	210	4	840	0.286	0.071	0.013
Líquido de Gobierno	830	1	830	0.072	0.072	0.003
Exhauster	810	0	810	0.074	0.074	0.000
Cerrado	220	4	880	0.273	0.068	0.013
Estibado	450	2	900	0.133	0.067	0.007
Proceso Térmico	1,000	1	1000	0.060	0.060	0.003
Limpieza y Paletizado	220	4	880	0.273	0.068	0.013
Terceros	1,000	8	1000	0.060	0.060	0.027
Total	1,000	110	880			0.37

Fuente: Elaboración Propia

Esto genera que el balance de cargas se encuentre balanceado de acuerdo al cuello de botella y debajo del tak time.

Figura 8 : Diagrama de balance de cargas propuesto.



Balance de cargas del formato 8oz

En la tabla 47, se muestra los tiempos (min/kg) por operación estándar dentro del proceso de 8oz de pimienta piquillo calidad tiras, donde podemos observar que el n° de personal directo dentro de la línea 6 para alimentar el cuello de botella es de 34 personas.

Tabla 47 : Balance de carga estándar del 8oz

Operación	V.E (kg/hr)	N°PER	V.E (kg/HR)	Min/Kg HH	Min /Kg Área	CMO (\$/kgdw)
Costo de Proceso	11.78	55	648	5.093	0.093	0.229
Lanzado de MM.PP	1,427	1	1427	0.042	0.042	0.004
Selección	241	3	723	0.249	0.083	0.013
Corte	1,000	0	1000	0.060	0.060	0.000
Despepitado	1,629	0	1629	0.037	0.037	0.000
Revisado	241	3	723	0.249	0.083	0.013
Pelado de Cebolla	1,092	1	1092	0.055	0.055	0.004
Maquillado de Cebolla	1,092	1	1092	0.055	0.055	0.004
Corte de Cebolla	3,839	0	3839	0.016	0.016	0.000
Mezclado	1,132	1	1132	0.053	0.053	0.004
Lanzado de envases vacíos	1,132	1	1132	0.053	0.053	0.004
Envasado (Velocidad 5)	666	1	666	0.090	0.090	0.004
Pesado	114	6	684	0.526	0.088	0.025
Picado y Aplastado	180	4	720	0.333	0.083	0.017
Líquido de Gobierno	648	1	648	0.093	0.093	0.004
Exhauster	648	0	648	0.093	0.093	0.000
Cerrado	162	4	648	0.370	0.093	0.017
Estibado	324	2	648	0.185	0.093	0.008
Proceso Térmico	648	1	648	0.093	0.093	0.004
Limpieza y Paletizado	162	4	648	0.370	0.093	0.017
Terceros	648	8	5184	0.093	0.012	0.033
Total	648	97	648			0.16

Fuente: Elaboración Propia

Después de analizar los kg estándar por área, pasamos a calcular el tak time, siendo la demanda del formato 8oz de 11,900 kgdw/día, hayamos que el tak time de proceso de tiras formato 8oz es de 0.094 min/kg lo cual quiere decir que el cliente compra un kg cada 0.094 min.

Según el análisis del tak time se requiere para el proceso 32 colaboradores para satisfacer la necesidad del cliente.

Tabla 48 : Tak time formato 8oz

Demanda del Cliente : (Kgdw/día)	11,900
Día del Trabajo (18 x 60min):	1,260
Arranques de línea (%)	5%
Disponibilidad de máquina (%)	93.7%

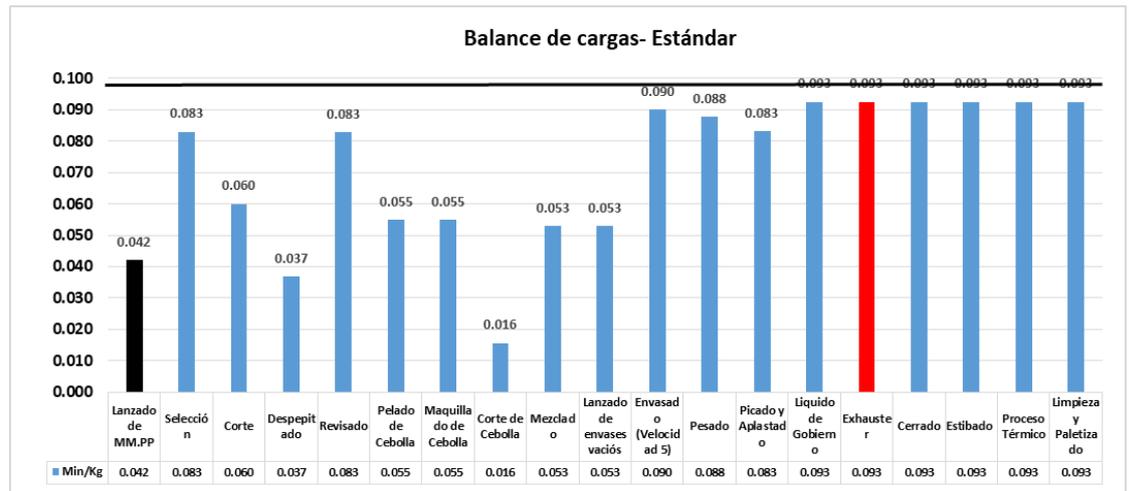
Tiempo Operativo (min)	1,197
Disponibilidad de máquina (%)	94%
Tiempo Disponible (min)	1,121

Tak Time (min/kg)	0.094
Tiempo de Ciclo (Min)	3.022
Trabajadores requeridos (N°Operar)	32

Fuente: Elaboración Propia

Siguiendo con el análisis pasamos a representar las operaciones en el diagrama de balance de cargas en el cual podemos observar que el proceso se encuentra correctamente diseñado para cumplir la demanda del cliente ya que los tiempos estándares de cada operación no excede al tak time.

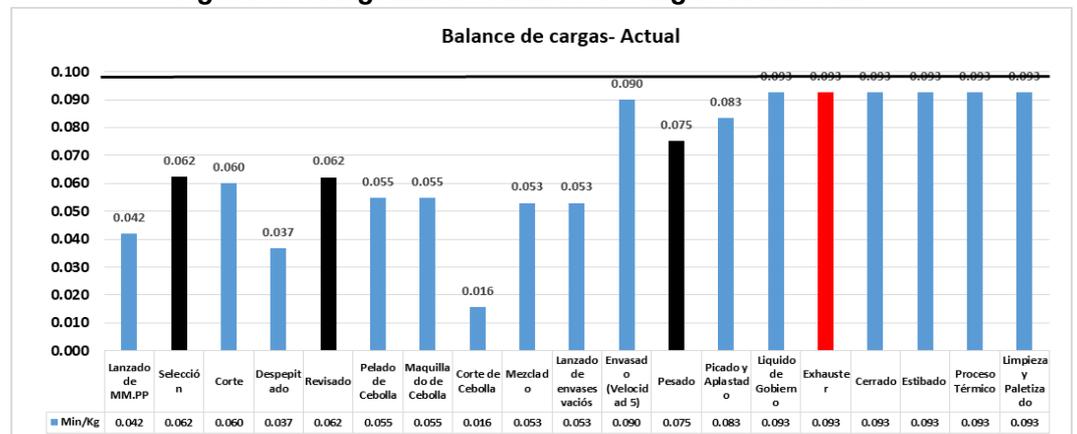
Figura 9 : Diagrama de balance de cargas estándar del formato 8oz.



Fuente: Elaboración Propia

Sin embargo en la actualidad dicho balance no es el que se está respetando, superando el número de colaboradores de 34 a 37 personas dentro de la línea lo que origina que exista operaciones que exceden la capacidad del cuello de botella (Máquina de exhaustor) y un desbalance en la línea de producción lo cual provoca exceso de colas de material dentro del proceso y paradas constantes por acumulación del producto; lo que origina un impacto de 5% de tiempo muerto por acumulación de producto, aproximadamente 5.67 horas a la semana.

Figura 10 : Diagrama de balance de cargas actual 8oz.



Fuente: Elaboración Propia

Analizando el diagrama de cargas actual con el estándar se tiene que reducir las 3 personas que exceden en el balance manteniendo una alimentación del cuello de botella en 98%.

3.7.1.4 Formato control de indicadores.

Como segunda causa tenemos la falta de control horario de KPI'S conlleva que al finalizar la producción si el resultado de un indicador ha sido desfavorable no se pueda corregir ya que al no tener la data horaria no se detecta la hora en que la productividad cayó debido a un bajo rendimiento del personal, dando solución a este problema se ha diseñado un formato de registro horario de control de productividad de la línea 6 de tiras ,controlando de que el rendimiento de la máquina no baje del 90%.

Utilizaremos las siguientes fórmulas para calcular el indicador de % productividad.

Ecuación 11 : Productividad teórica (kgdw/H-h)

$$\frac{\text{Unidades Teóricas} \left(\frac{\text{unid}}{\text{Hr}} \right) \times \text{Peso drenado} \left(\frac{\text{Kgdw}}{\text{unid}} \right)}{\text{N}^\circ \text{ Personas (Hombre)}}$$

Ecuación 12 : Productividad real (Kgdw/H-H)

$$\frac{\text{Unidades Reales} \left(\frac{\text{unidad}}{\text{Hr}}\right) \times \text{Peso drenado} \left(\frac{\text{Kgdw}}{\text{unidad}}\right)}{\text{N}^\circ \text{ Personas (Hombre)}}$$

Ecuación 13 : % Productividad de línea

$$\frac{\text{Productividad Real} \left(\frac{\text{Kgdw}}{\text{H} - \text{H}}\right)}{\text{Productividad Teórico} \left(\frac{\text{Kgdw}}{\text{H} - \text{H}}\right)}$$

Tabla 49: Formato de control de productividad línea 6.

FORMATO DE CONTROL DE PRODUCTIVIDAD LÍNEA 6

Hora	(t)	NºPersonal /Línea	\$/Hora	\$ Acumulado	Formatos	S (V.E)	(unid/hr)	Kgdw x unid	kgdw/Form ato	Velocidad Estandart (KgDw/HH)	kgdw total	KgDw Acumulado	CMO (\$/kgDw)	CMO (\$/KGDW ACUMULADO)	Kg/hh	Rendimiento
08:00-09:00	1	110	\$297.0	\$297.0	314/11	60	3600	0.225	810	7.36	810	810	0.37	0.37	7.36	100%

Fuente: Elaboración Propia

Con la herramienta de estandarización de operaciones atacamos las causas raíz CR4P (Inadecuado acondicionamiento de línea de producción) y CR7P (Falta de control horario de KPI'S de la línea de tiras).

3.7.2 Poka Yoke :

El formato de tiras 8 oz cuenta con las siguientes especificaciones:

- Se tolera máximo de piel quemada <= 1.0 cm²/100g
- Se admite un máximo de 20 semillas / envase
- No se aceptan retazos o recortes pequeños y forma de migas.
- Cebolla equivale al 9.5 % del peso del llenado y será cortado a un ancho aproximado de 5mm

Ante algún incumplimiento de especificación se procede a parar la línea de producción, originando reproceso y inspecciones adicionales que debe realizarse

como consecuencia por no haber ejecutado correctamente la elaboración del producto cumpliendo las especificaciones, además de esto origina que se pierda aproximadamente 8.52 hrs. semanales por desviación de calidad y 2.48 hrs. semanales por realizar un producto mermado.

El 90% de paradas por incumplimiento de especificación se da por un elevado % de cebolla en la mezcla, en la tabla 50 se puede observar que de las 5 muestras el 40% es no conforme por exceso de cebolla en la mezcla; es por ello que el inadecuado utillaje es la causa principal que origina una inadecuada mezcla.

Tabla 50 - Muestreo de mezcla.

Exceso de porcentaje de cebolla en el formato 8OZ EPI				
N° Muestra	Peso (g)	Peso Drenado (g)	Peso de Cebolla (g) (18-22)	Porcentaje de Cebolla (9% - 11%)
1	218	188	23	12%
2	217	187	20	11%
3	218	188	19	10%
4	216	186	21	11%
5	217	187	23	12%

Fuente: Elaboración Propia.

La mezcla incumple la especificación debido a que se realiza en una faja de mezclado (Figura 11) que no se encuentra estandarizada, como solución de mejora para este inadecuado utillaje se utilizará una técnica de calidad llamada poka yoke que significa “a prueba de errores”, de esta manera evitar que la operación frene por reprocesos cuando ocurre algún defecto de calidad.

Figura 11- Faja de mezclado de tiras.



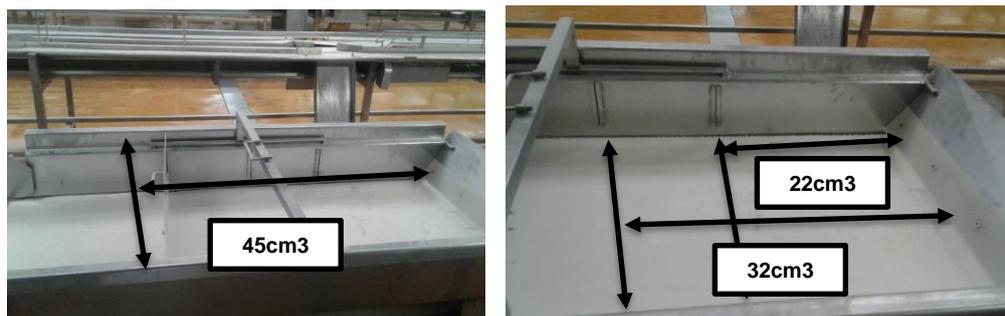
Fuente: Elaboración Propia.

- **Estandarización de medidas.**

Se delimitó las medidas para definir 3 volúmenes para realizar la mezcla de pimienta calidad tiras con cebolla en la estructura de la faja de mezclado.

Se colocaron ranuras en la estructura de la faja de mezclado y un chute para encajonar la mezcla de acuerdo a los volúmenes definidos.

Figura 12 - Diseño de estructura de faja de mezclado.



Fuente: Elaboración propia.

Con esta estandarización que se hizo en la estructura de la faja de mezclado podremos estandarizar lo siguiente:

- La masa por cada mezcla.
- Jarras de cebolla por cada mezcla.

Tabla 51 - Estandarización de medidas.

ESTANDARIZACIÓN DE JARRA DE CEBOLLA	
Jarra de Cebolla	
Nº Muestra	Peso (gr)
1	481
2	493
3	476
4	488
5	479
6	480
7	485
8	486
9	482
10	492
Promedio (KG)	0.4834

Formato 8 OZ EPI							
Mezcla	Volumen (v)		Jarras de Cebolla Actual	Masa (m)	Densidad $\rho = \frac{m}{v}$	Jarras de Cebollas para cumplir formato.	
	cm3	m3					
1	22,275	0.022275	5	19.405	871.16	3.8136	4
2	32,490	0.032490	7	28.304	871.16	5.5624	6
3	45,090	0.045090	10	39.280	871.16	7.7196	8

Fuente: Elaboración propia.

Este poka yoke controla que la mezcla no exceda el % de cebolla, en la siguiente tabla se observa que de las 5 muestras el 100% es conforme.

Tabla 52 - Muestra después de poka yoke.

Mezclado Actual				
N° Muestra	Peso (g)	Peso Drenado (g)	Peso de Cebolla (g) (18-22)	Porcentaje de Cebolla (9% - 11%)
1	219	188	19	10.11%
2	218	187	18	9.63%
3	217	188	18	9.57%
4	218	186	17	9.14%
5	217	187	19	10.16%

Fuente: Elaboración propia.

Esta mejora estandarizó el número de jarras de cebolla que se debe colocar a la mezcla por volumen estandarizado, evitando que haya una desviación de calidad.

Figura 13 - Mezcla de pimienta tiras con cebolla con poka yoke



Fuente: Elaboración propia.

3.7.3 SMED.

Esta metodología se utilizará para atacar la cuarta causa raíz que impacta directamente a la productividad el inadecuado acondicionamiento de la línea de tiras ya que las operaciones internas como calibración de los parámetros estándares, ajustar y probar equipos, limpieza de la línea, preparación de utillajes previo al arranque de la producción no son oportunas y el tiempo es muy prolongado lo que conlleva que de las horas de producción usadas, el 4.71% la línea de proceso este parada, aproximadamente 6.78 hrs. semanales, la otra es la

falta de mantenimiento preventivo que origina que cada vez que ocurra una parada imprevista, ya sea por falla mecánica, inadecuada calibración, mala manipulación, o por riesgo, se interrumpan las operaciones de forma inmediata, afectando directamente la disponibilidad de la máquina (cuello de botella) en un 6.3% que es aproximadamente 7.15 hrs. perdidas de manera semanal.

Tabla 53 - Tiempos incurrido por causas que impactan el arranque de línea.

Demora de Arranque de Línea (Causas)	18/05/2021	19/05/2021	20/05/2021	21/05/2021	22/05/2021	23/05/2021	Total	Total (min/semanal)	Total (Min/Día)
Herramientas fuera de lugar (Hr)	0.57	0.43	0.23	0.55	0.23	0.32	2.33	140	23.3
Limpieza 6 (Hr)	0.32	0.32	0.35	0.30	0.28	0.25	1.82	109	18.2
Materia Prima no abastecida (Hr)	0.00	0.27	0.28	0.00	0.33	0.45	1.33	80	13.3
Máquinas no calibradas (Hr)	0.32	0.00	0.22	0.25	0.22	0.30	1.30	78	13.0
Total	1.20	1.02	1.08	1.10	1.07	1.32	6.78	407	67.8

Fuente: Elaboración propia.

Para atacar las siguientes causas que impactan con el arranque de línea utilizaremos la técnica llamada SMED.

- **SMED para el proceso de Limpieza.**

- Actividades de limpieza de línea 6 (Línea de tiras):**

Como primera actividad del SMED se detalla en un DAP las operaciones actuales que se realizan para la limpieza en línea 6, el detalle se muestra en la (Tabla 54).

Tabla 54- DAP actual de limpieza línea 6 .

MÉTODO ACTUAL		DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO	
<input checked="" type="checkbox"/>			
MATERIA DEL DIAGRAMA :		ARRANQUE DE LÍNEA 6	FECHA 19/08/2021
DEPARTAMENTO :		PRODUCCIÓN	ELABORADO POR: OSCAR VALDEZ BARÓN HOJA NÚM 1 DE 1
DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	SIMBOLOS DEL DIAGRAMA	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
12	0.14	○ → □ D ▽	Dirigirse al depósito de plástico protector y seleccionar uno
12	0.14	○ → □ D ▽	Dirigirse a llenadora
-	0.17	● → □ D ▽	Colocación de plástico protector del tablero de control
2	0.02	○ → □ D ▽	Dirigirse a la manguera lateral y sostener manguera
-	0.17	○ → □ D ▽	Desenrollar manguera
22	0.26	○ → □ D ▽	Dirigirse a llenadora (lateral opuesto)
-	0.08	● → □ D ▽	Desmontaje de guarda de faja elevadora
-	2	● → □ D ▽	Limpieza de faja elevadora
-	0.12	● → □ D ▽	Desmontaje de guarda de faja superior
-	1.5	● → □ D ▽	Limpieza de faja superior
-	0.12	● → □ D ▽	Montaje de guarda de faja superior
-	0.08	● → □ D ▽	Montaje de guarda de faja elevadora
22	0.26	○ → □ D ▽	Dirigirse a llenadora (lateral opuesto)
-	1.5	● → □ D ▽	Limpieza de faja llenadora
-	2.5	● → □ D ▽	Limpieza de faja transportadora de envases y faja recirculadora
-	2	● → □ D ▽	Limpieza de faja de recuperación inferior
-	3	● → □ D ▽	Limpieza de piso
2	0.02	○ → □ D ▽	Dirigirse a manguera lateral
-	0.25	○ → □ D ▽	Enrollar manguera
2	0.02	○ → □ D ▽	Dirigirse a llenadora y retirar plástico protector del tablero de control
18	0.22	○ → □ D ▽	Dirigirse a zona de desperdicios y botar plástico protector utilizado
20	0.24	○ → □ D ▽	Dirigirse a zona de aseguramiento de calidad y solicitar a inspector validación de la limpieza
35	0.42	○ → □ D ▽	Dirigirse a llenadora
-	3	○ → □ D ▽	Inspección final y validación de la limpieza

Fuente: Elaboración propia.

La limpieza cuenta con 11 operaciones, 10 traslados, 1 inspección, y 2 almacenamientos, el tiempo total de la limpieza es 18.2 min.

Tabla 55- Resumen de DAP

	N°	min
OPERACIONES	11	13.1
TRASLADOS	10	1.8
INSPECCIONES	1	3
DEMORAS	0	0
ALMACENAMIENTOS	2	0.4
DISTANCIA TOTAL (m)	147.0	
TIEMPO TOTAL (min)	18.2	

Fuente: Elaboración propia.

ii. Separación de actividades internas y externas.

Como segunda actividad se separará las actividades internas y externas para encontrar oportunidades de mejora y proponer externalizar actividades internas.

Tabla 56 - Separación de actividades internas y externas.

ACTIVIDADES EXTERNAS			
Actividad	Tiempo (min)	% Participación	%Acumulado
Trasladar plástico protector desde el almacén a la FERLO	0.3	32%	32%
Preparación de implementos (colocación de plástico protector y manguera)	0.4	39%	71%
Traslado al lateral de la opuesto de la llenadora	0.3	29%	100%
TOTAL	0.9		

ACTIVIDADES INTERNAS			
Actividades	Tiempo (min)	% Participación	%Acumulado
Desmontaje de guarda y limpieza de faja elevadora	2.1	12%	12%
Desmontaje de guarda y limpieza de faja superior	1.6	9%	21%
Montaje de guardas	0.2	1%	22%
Traslado al lateral de la opuesto de la llenadora	0.3	2%	24%
Limpieza de faja llenadora	1.5	9%	33%
Limpieza de faja transportadora de envases y faja recirculadora	2.5	14%	47%
Limpieza de faja de recuperación inferior	2.0	12%	59%
Limpieza de piso	3.0	17%	76%
Ordenamiento de implementos (retirado de plástico protector y manguera)	0.5	3%	79%
Inspección final y validación de la limpieza	3.7	21%	100%
TOTAL	17.3		
PORCENTAJE DE TIEMPO INTERNO	95%		

Fuente: Elaboración propia.

iii. Externalización de actividades internas.

Como tercera actividad se externalizará la operación de limpieza de piso y ordenamiento de implementos con el fin de reducir las actividades internas en 3.5 min.

Tabla 57 - Externalización de actividades internas de limpieza.

Actividades Internas	Tiempo (min)	Externalizar	Acción
Desmontaje de guarda y limpieza de faja elevadora	2.1		
Desmontaje de guarda y limpieza de faja superior	1.6		
Montaje de guardas	0.2		
Traslado al lateral de la opuesto de la llenadora	0.3		
Limpieza de faja llenadora	1.5		
Limpieza de faja transportadora de envases y faja recirculadora	2.5		
Limpieza de faja de recuperación inferior	2.0		
Limpieza de piso	3.0	x	La actividad se realizará al término de la limpieza, con la línea ya en funcionamiento
Ordenamiento de implementos (retirado de plástico protector y manguera)	0.5	x	La actividad se realizará al término de la limpieza, con la línea ya en funcionamiento
Inspección final y validación de la limpieza	3.7		

Fuente: Elaboración propia.

iv. Optimización de operaciones internas y externas.

Como cuarta actividad se optimizará los tiempos de las operaciones internas y externas con el fin de reducir los tiempos de cada actividad.

Tabla 58- Optimización de operaciones externas.

OPTIMIZACIÓN - ACTIVIDADES EXTERNAS				
Actividad	Tiempo actual (min)	Tiempo propuesto (min)	Reducción de tiempo (%)	Acción
Trasladar plástico protector desde el almacén a la FERLO	0.3	0.02	6%	Delimitar un espacio para la colocación de plásticos cerca de la FERLO
Preparación de implementos (colocación de plástico protector y manguera)	0.4	0.4	0%	-
Traslado al lateral de la opuesto de la llenadora	0.3	0	6%	Asignar a una persona para que realice la limpieza del lateral opuesto
Limpieza de piso	3.0	1	45%	Asignar a una persona para que realice la limpieza del lateral opuesto
Ordenamiento de implementos (retirado de plástico protector y manguera)	0.5	0.5	0%	-
TOTAL	4.4	1.90	57%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59- Optimización de actividades internas.

OPTIMIZACIÓN - ACTIVIDADES INTERNAS				
Actividad	Tiempo actual (min)	Tiempo propuesto (min)	Reducción de tiempo (%)	Acción
Desmontaje de guarda y limpieza de faja elevadora.	2.1	3.9	-13%	Ejecutar las actividades en paralelo aprovechando al personal de línea: Auxiliar: ♦ Desmontaje de guarda y limpieza de faja elevadora. ♦ Desmontaje de guarda y limpieza de faja superior. ♦ Montaje de guardas. Personal: ♦ Limpieza de faja llenadora. ♦ Limpieza de faja transportadora de envases y faja recirculadora. ♦ Limpieza de faja de recuperación inferior.
Desmontaje de guarda y limpieza de faja superior.	1.6		12%	
Montaje de guardas.	0.2		1%	
Limpieza de faja llenadora.	1.5		11%	
Limpieza de faja transportadora de envases y faja recirculadora.	2.5		18%	
Limpieza de faja de recuperación inferior.	2.0		14%	
Traslado al lateral del opuesto de la llenadora.	0.3	0	2%	Asignar a una persona para que realice la limpieza del lateral opuesto
Inspección final y validación de la limpieza.	3.7	0	26%	El inspector de calidad realizará la verificación in situ de la limpieza.
TOTAL	13.8	3.9	72%	

Fuente: Elaboración propia.

v. DAP después de implementar SMED en la limpieza de la línea6.

Después de implementar el SMED, el tiempo global se redujo de 18.2 min a 5.8 min, el DAP con mejoras se muestra en la Tabla 60.

Tabla 60- Tiempo actual vs propuesto.

TIEMPO TOTAL ACTUAL (min)	18.2
TIEMPO TOTAL PROPUESTO (min)	5.8
REDUCCIÓN DE TIEMPO TOTAL (%)	68%

PORCENTAJE DE TIEMPO INTERNO ACTUAL	95%
PORCENTAJE DE TIEMPO INTERNO PROPUESTO	67%
REDUCCIÓN DE PORCENTAJE DE TIEMPO INTERNO	28%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61-DAP después del SMED

MÉTODO PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/> X		DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO	
MATERIA DEL DIAGRAMA :		LIMPIEZA DE LLENADORA FERLO - L06	FECHA : 22/08/2021
DEPARTAMENTO :		PRODUCCIÓN	ELABORADO POR: OSCAR VALDEZ BARÓN HOJA NÚM: 1 DE 1
DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	SIMBOLOS DEL DIAGRAMA	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
2	0.02		Dirigirse al depósito de plástico protector y seleccionar uno
2	0.02		Dirigirse a llenadora
-	0.17		Colocación de plástico protector del tablero de control
2	0.02		Dirigirse a la manguera lateral y sostener manguera
-	0.17		Desenrollar manguera
-	3.9		Desmontaje de guarda de faja elevadora
-			Limpieza de faja elevadora
-			Desmontaje de guarda de faja superior
-			Limpieza de faja superior
-			Montaje de guarda de faja superior
-			Montaje de guarda de faja elevadora
-			Limpieza de faja llenadora
-			Limpieza de faja transportadora de envases y faja recirculadora
-			Limpieza de faja de recuperación inferior
-		1	
-	0		Inspección y validación de la limpieza
2	0.02		Dirigirse a manguera lateral
-	0.25		Enrollar manguera
2	0.02		Dirigirse a llenadora y retirar plástico protector del tablero de control
18	0.22		Dirigirse a zona de desperdicios y botar plástico protector utilizado

Fuente: Elaboración propia.

- **SMED para herramientas fuera de lugar, materia no abastecida, máquinas no calibradas.**

i. Actividades para el arranque de línea.

Como primera actividad del SMED se detallará en un diagrama de precedencia las actividades secuenciales para el arranque de línea (Tabla 62).

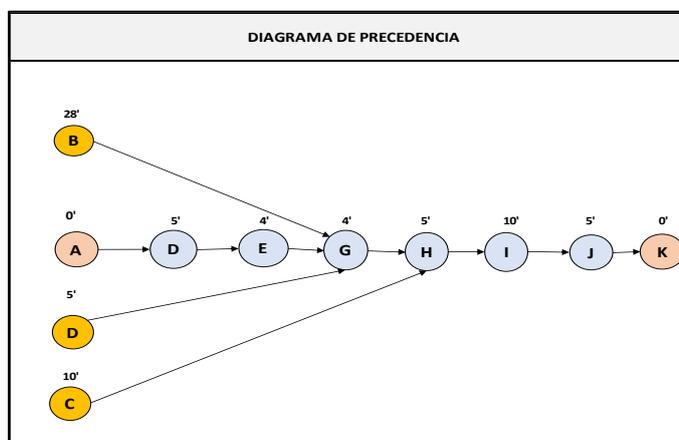
Tabla 62- Operaciones para el arranque de línea 6.

OPERACIONES PARA EL ARRANQUE DE LINEA 6			
x	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	TIEMPO (MIN)	PRECEDENCIA
A	Inicio de turno	0	-
B	Actividades Externas (Preparación , revisión y calibración de máquinas)	28	-
C	Preparación de líneas (jabas, envases)	10	-
D	Abastecimiento de materia prima a línea 6.	5	-
E	Reunión con el personal antes de ingreso	5	A
F	Entrada de personal a pediluvio	4	D
G	Llegada de pimienta tiras para mezcla.	4	F
H	Llenado de máquina envasadora ferlo.	5	F
I	Habilitación de balanza.	10	E
J	Cierre de producto.	5	I
K	Línea en funcionamiento	0	J
TOTAL		33	

Fuente: Elaboración propia.

El flujo que marca el paso es A-D-E-G-H-I-J-K que equivale en tiempo a 33 min, se puede observar en la figura 14 el diagrama de precedencia de arranque de línea 6.

Figura 14- Diagrama de precedencia



Fuente: Elaboración propia.

ii. Separación de actividades internas y externas.

Como segunda actividad se separará las actividades internas y externas para encontrar oportunidades de mejora y proponer externalizar actividades internas.

Tabla 63 - Separación de actividades externas e internas.3

ACTIVIDADES EXTERNAS			
Actividad	Tiempo (min)	% Participación	%Acumulado
Inicio de turno	0	0%	0%
Actividades Externas (Preparación , revisión y calibración de máquinas)	28	65%	65%
Preparación de líneas (jabas, envases)	10	23%	88%
Abastecimiento de materia prima a línea 6.	5	12%	100%
TOTAL	43.0		

ACTIVIDADES INTERNAS			
Actividades	Tiempo (min)	% Participación	%Acumulado
Reunión con el personal antes de ingreso	5	15%	15%
Entrada de personal a pediluvio	4	12%	27%
Llegada de pimienta tiras para mezcla.	4	12%	39%
Llenado de máquina envasadora ferlo.	5	15%	55%
Habilitación de balanza.	10	30%	85%
Cierre de producto.	5	15%	100%
Línea en funcionamiento	0	0%	100%
TOTAL	33.0		
PORCENTAJE DE TIEMPO INTERNO	43%		

Fuente: Elaboración propia.

iii. Externalización de actividades internas.

Como tercera actividad se externalizará la operación de habilitación de balanza en la línea 6, esta actividad se realizará antes del inicio de producción.

Tabla 64 - Externalización de actividades internas de arranque de línea6.

Actividades Internas	Tiempo (min)	Externalizar	Acción
Reunión con el personal antes de ingreso	5.0		
Entrada de personal a pediluvio	4.0		
Llegada de pimienta tiras para mezcla.	4.0		
Llenado de máquina envasadora ferlo.	5.0		
Habilitación de balanza.	10.0	x	La actividad se realizará antes del inicio de producción.
Cierre de producto.	5.0		
Línea en funcionamiento	0.0		

Fuente: Elaboración propia.

iv. Optimización de operaciones internas y externas.

Como cuarta actividad se optimizará los tiempos de las operaciones internas y externas con el fin de reducir los tiempos de cada actividad.

Tabla 65- Optimización de operaciones externas.

OPTIMIZACIÓN - ACTIVIDADES EXTERNAS				
Actividad	Tiempo actual (min)	Tiempo propuesto (min)	Reducción de tiempo (%)	Acción
Inicio de turno	0.0	0.00	0%	
Actividades Externas (Preparación , revisión y calibración de máquinas)	28.0	10.0	42%	Crear Check List para revisión rápida eficaz.
Preparación de líneas (jabas, envases)	10.0	10	0%	
Abastecimiento de materia prima a línea 6.	5.0	5	0%	
TOTAL	43.0	25.00	42%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 66- Optimización de actividades internas.

OPTIMIZACIÓN - ACTIVIDADES INTERNAS				
Actividad	Tiempo actual (min)	Tiempo propuesto (min)	Reducción de tiempo (%)	Acción
Reunión con el personal antes de ingreso	5.0	5.0	0%	
Entrada de personal a pediluvio	4.0	4.0	0%	
Llegada de pimienta tiras para mezcla.	4.0	4.0	0%	
Llenado de máquina envasadora ferlo.	5.0	5.0	0%	
Habilitación de balanza.	10.0	0.0	30%	Externalizar, una persona se encargará de la habilitación de las balanzas.
Cierre de producto.	5.0	5.0	0%	
Línea en funcionamiento	0.0	0	0%	Asignar a una persona para que realice la limpieza del lateral opuesto
TOTAL	33.0	23	30%	

Fuente: Elaboración propia.

v. **DAP después de implementar SMED en la limpieza de la línea 6.**

Después de implementar el SMED, el tiempo global se redujo de 33 min a 23 min, el DAP con mejoras se muestra en la Tabla 67.

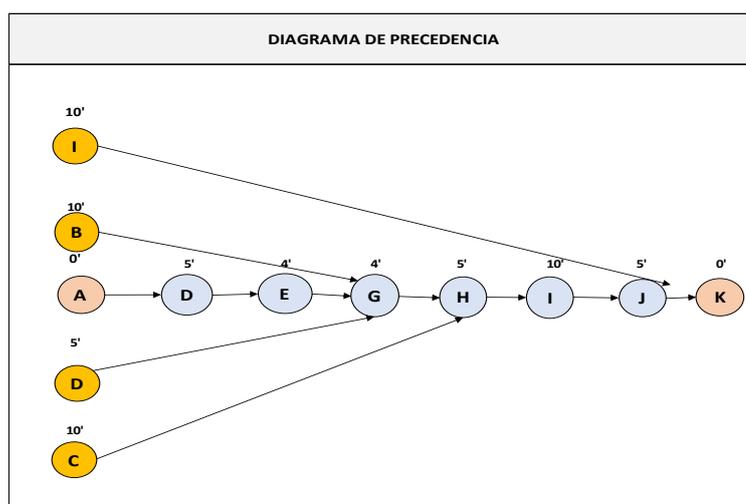
Tabla 67- Tiempo actual vs propuesto.

OPERACIONES PARA EL ARRANQUE DE LÍNEA LINEA 6 - PROPUESTO			
x	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	TIEMPO (MIN)	PRECEDENCIA
A	Inicio de turno	0	-
B	Actividades Externas (Preparación , revisión y calibración de máquinas)	10	-
C	Preparación de líneas (jabas, envases)	10	-
D	Abastecimiento de materia prima a línea 6.	5	-
I	Habilitación de balanza.	10	E
E	Reunión con el personal antes de ingreso	5	A
F	Entrada de personal a pediluvio	4	D
G	Llegada de pimienta tiras para mezcla.	4	F
H	Llenado de máquina envasadora ferlo.	5	F
J	Cierre de producto.	5	I
K	Línea en funcionamiento	0	J
TOTAL		23	

Fuente: Elaboración propia.

El flujo que marca el paso es A-D-E-G-H-I-J-K que equivale en tiempo a 23 min, se puede observar en la figura 14 el diagrama de precedencia de arranque de línea 6.

Figura 15 - Diagrama de precedencia con mejoras.



Fuente: Elaboración propia.

- **SMED actividades externas de verificación de equipos.**

Dentro de las actividades externas existe la revisión de equipos previo al arranque de línea, sin embargo esta revisión por agilizar el arranque está siendo deficiente y lento, lo cual origina los siguientes problemas.

Tabla 68 - Paradas de máquina

Data Fallas mecánicas Suscitadas	18/05/2021	19/05/2021	20/05/2021	21/05/2021	22/05/2021	23/05/2021	Total
Disco de máquina cortadora sin filo (Hr)	0.32	0.10	0.00	0.40	0.67	0.40	1.88
Faja de transmisión deshilachada (Hr)	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.72
Faja sanitaria deshilachada (Hr)	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.40
Guarda desoldada (Hr)	0.23	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.45
Falla mecánica de maquina Kronen(Hr)	0.00	0.00	0.32	1.00	0.00	0.55	1.87
Falla mecánica de maquina llenadora Ferlo(hr)	0.00	1.25	0.00	0.00	0.33	0.25	1.83
Total	0.77	1.35	0.72	1.40	1.22	1.70	7.15

Fuente: Elaboración propia.

Para que la revisión sea más ágil y eficiente se diseñó un check list por cada máquina para asegurar su revisión a todas las partes de la máquina de una manera rápida y realizar un mantenimiento preventivo si es que lo amerita.

Tabla 69 - Check List de revisión de línea de tiras.

FORMATO DE REVISIÓN DIARIA DE PARTES CRÍTICAS - LÍNEA DE TIRAS

FRECUENCIA: Diaria

FECHA :

RESPONSABLE: Auxiliar de Producción

ACCIÓN INMEDIATA: Comunicar al Supervisor

LEYENDA DE LLENADO DEL FORMATO:

✓ Conforme X No Conforme (Manipulado o con Falla)

PARTES CRÍTICAS DE LÍNEA PROCESADORA DE TIRAS		HORA INICIAL	CAMBIO DE TURNO	PR/SASE/AC INICIO	PR/SASE/AC FINAL
FAJA DE ALIMENTACIÓN	1 Soporte de jabas				
	2 4 Chumaceras (10 pernos, 6 tuercas, 10 anillos planos)				
	3 4 Rodaje Yar (8 Prisioneros)				
	4 4 Guarda de Chumacera				
	5 Botón de apagado y encendido				
	6 Faja transportadora				
	7 Regulador de chute (4 tuercas, 4 pernos)				
	8 Motor (4 pernos, 4 tuercas)				
	9 Guarda de motor				
	10 Cadena de transmisión				
CORTADORA DE TIRAS	11 6 chumaceras (12 pernos, 12 anillos planos, 4 tuercas)				
	12 6 Guardas				
	13 2 Planchas laterales				
	14 Guarda de disco delantero y posterior				
	15 Faja de transmisión				
	16 4 patas regulables				
	17 Tablero eléctrico (4 pulsadores)				
	18 Protector de toma corriente				
	19 2 Motores				
	20 Disco 10 mm(26 cuchillas)				
	21 1 Sensor				
BIOMBO DESPEPITADOR	22 6 toberas				
	23 2 Válvulas (2 tuercas y 2 seguros de válvula)				
	24 Manguera				
	25 Guarda de transmisión				
	26 Guarda de motor				
	27 1 Válvula de drenaje				
	28 2 Guardas de polin motriz de biombo				
FAJA DE SELECCIÓN	29 Faja de selección (5 pernos, 5 tuercas y 5 anillos planos)				
	30 Faja transportadora				
	31 Magneto (2 tuercas)				
	32 Teflón (7 tuercas)				
	33 Barredor (9 tuercas)				
	34 Botón de apagado y encendido				
FAJA DE MEZCLADO	35 1 Faja sanitaria				
	36 1 Guarda de Motor				
	37 1 Guarda de Transmisión				
	38 3 Guardas de polin de transmisión				
	39 2 Compuerta de Mezclado (2 sujetadores, 1 teflon, 4 arandelas)				
	40 1 Chute Desmontable (5 tuercas, 1 teflon)				
	41 1 Arco Corredizo (1 sujetador, 2 Barras de desplazamiento lateral)				
	42 6 Canales Reguladores de mezcla				
V°B° PRODUCCIÓN					
V°B° SANEAMIENTO					
V°B° AC					

OBSERVACIONES:

Realizado por

V° B° Producción

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 70- Check List de cortadora Kronen.

FORMATO DE REVISIÓN DIARIA DE PARTES CRÍTICAS - CORTADORA KRONEN					
FRECUENCIA: Diaria		FECHA: <input style="width: 80px;" type="text"/>			
RESPONSABLE: Auxiliar de Producción					
ACCIÓN INMEDIATA: Comunicar al Supervisor					
LEYENDA DE LLENADO DEL FORMATO:		✓ Conforme X No Conforme (Manipulado o con Falla)			
PARTES CRÍTICAS DE CORTADORA KRONEN		HORA INICIAL	CAMBIO DE TURNO	PR/SASE/AC INICIO	PR/SASE/AC FINAL
ZONA DE CORTE	1 1 Puerta cubierta de Cuchillas (1 sensor de goma)				
	2 1 Manija de puerta (2 tornillos)				
	3 3 agujeros para acoplamiento de cuchillas desmontables				
	4 1 Eje de cuchilla (1 chaveta, 1 tornillo)				
	5 Discos de corte con cuchillas (1 sujetador de cuchillas)				
	6 1 Guarda desmontable				
	7 Entrada de Producto (6 tornillos)				
ZONA DE CARGA Y TRANSPORTE PRODUCTO	8 1 Puerta Cubierta principal (2 bizagras, 2 pernos, 2 tuercas)				
	9 2 Antigolpe de goma (2 tornillos)				
	10 1 Sensor (2 tornillos hexagonal)				
	11 1 Pistón cubierta principal (1 anillo, 1 perno, 1 pasador, 2 tornillos)				
	12 1 Banda inferior de transporte				
	13 2 Guías laterales de banda inferior de transporte				
	14 1 Sujetador superior de producto (1 pistón, 1 banda, 1 tensor, 1 grasea, 10 tornillos, 5 tuercas, 3 pernos)				
	15 1 Tensor de banda inferior desmontable (2 polín, 8 tuercas, 7 tornillos)				
	16 2 Polín (6 tuercas, 2 tornillos, 2 pernos)				
PORTE EXTERNA	17 Panel de control digital (10 pulsadores)				
	18 1 Botón de seguridad (4 tornillos)				
	19 1 Puerta posterior de control mecánico (3 seguros)				
	20 1 Puerta posterior de control eléctrico (2 seguros)				
	21 2 Graseras externas				
	22 4 Ruedas (4 tornillos, 4 tuercas, 2 seguros)				
	23 1 Cable de suministro de energía (1 enchufe tipo chupón)				
V°B° PRODUCCIÓN					
V°B° SANEAMIENTO					
V°B° AC					
OBSERVACIONES:					
Realizado por					
_____ _____ _____ _____					
V° B° Producción					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71- Check List de envasadora ferlo.

FORMATO DE REVISIÓN DIARIA DE PARTES CRÍTICAS - ENVASADORA FERLO				CÓDIGO: REVISIÓN: 01						
FRECUENCIA: Diaria RESPONSABLE: Auxiliar de AC/PR/SASE ACCIÓN INMEDIATA: Comunicar al Supervisor AC/PR/SASE LEYENDA DE LLENADO DEL FORMATO: v Conforme x No Conforme (Manipulado o con Falla)										
				FECHA: _____						
ITEM	PIEZA	CANTIDAD	INICIO DE TURNO		CAMBIO DE TURNO		FIN DE TURNO			
			C / NC	Cantidad	C / NC	Cantidad	C / NC	Cantidad		
ELEVADOR	Paredes	Lado Izquierdo	1	Perno	47					
			2	Tuerca	47					
			3	Anillo	47					
		Lado Derecho	4	Perno	47					
			5	Tuerca	47					
			6	Anillo	47					
		Plancha de Seguridad	Lado Derecho	7	Maguera/conector rapido	1				
	8			Perno	2					
	Tapas	Tapa Lado superior	9	Anillo	2					
			10	Perno	4					
			11	Tuerca	4					
		Tapa Lado inclinado	12	Manija	2					
			13	Perno	4					
			14	Tuerca	4					
		Tapa de Alimentación	15	Manija	2					
			16	Bisagra	2					
			17	Sensor Magnético	ok					
	Chute de teflon	Chute de teflon	18	Estado de Tapa	ok					
			19	Estado del chute	ok					
		Cangilones del elevador	20	Perno	3					
			21	Prisioneros de Chumacera	8					
			22	Prisioneros de Engranajes	10					
			23	Estado de los cangilones	ok					
			24	Perno	66					
			25	Tuerca	66					
			26	Anillo de presion	66					
			27	Estado	ok					
	Guarda de Seguridad de cangilones	28	Pin	2						
		29	Perno	3						
	Guarda de Seguridad de Cadena	30	Perno	2						
		31	Perno	2						
	Motor	32	Tuerca	8						
		33	Anillo de presion	8						
	FAJA MODULAR	Lado Izquierdo	Chute de llenado de envases	34	Estado del chute	ok				
				35	Perno	8				
			Guarda de llenado de envases	36	Pin	4				
		37		Pin	2					
		Lado Derecho	Guarda de Faja modular	38	Perno	7				
				39	Tuerca	7				
		Lado Frontal	Lado Frontal	40	Perno	5				
				41	Tuerca	5				
		Lado Posterior	Lado Posterior	42	Perno	6				
				43	Anillo de presion	4				
		Lado Superior	Lado Superior	44	Prisioneros de Chumaceras	8				
				45	Estado de faja Modular	ok				
CINTA TRANSPORTADORA DE LLENADO		Zona de Resortes	Soporte del Resorte	46	Perno	6				
				47	Tuerca	6				
				48	Perno	16				
	Guía de Resorte		49	Tuerca	16					
			50	Perno	1					
			51	Tuerca	2					
	Base de Resortes		52	Agujeros Libres	2					
			53	Resortes	8					
			54	Sujetadores	12					
	Guias Lateral	Lado Superior	55	Anillo planos	12					
			56	Perno	16					
		Lado Central	57	Tuerca	16					
			58	Platinas de Acero	12					
		Lado inferior	59	Rueda	8					
			60	Perno Pasante	8					
	Cinta Cadon	Soporte	61	Perno	24					
			62	Anillo de presion	24					
			63	Perno	4					
		Zona de vibracion	64	Acoples	1					
			65	Manguera	2					
			66	Sensor Reflectivo	ok					
			67	Perno Hexagonal	6					
		Lado interior de la cinta	68	Estado de la cinta Cadon	ok					
			69	Perno	4					
		Paredes	Lado Angosto	70	Perno	21				
	71			Tuerca	21					
	72			Anillo de presion	21					
	73			Perno	21					
	Paredes Internas		Lado Izquierdo	74	Tuerca	7				
				75	Anillo de presion	7				
			Lado exterior parte inferior Ambos Lados	76	Perno	18				
				77	Anillo	10				
	Motor Cinta cadon	Chute de Teflon	78	Perno hexagonal	3					
			79	Perno	2					
		Motor de banda Modular	80	Perno	1					
			81	Anillo	1					
		Estado de Banda Modular	82	Estado de Banda Modular	ok					
			83	Perno	8					
		FAJA INVERSA	Paredes	Laterales	84	Perno	2			
					85	Estado del chute	ok			
			Chute	86	Perno (3) / soporte (2)	5				
				87	Anillo de presion	2				
	88			Estado de la faja Inversa	ok					
	TABLERO PRINCIPAL	Lado Frontal	89	Display	1					
			90	Regulador de V.	6					
91			Luces Led	14						
Lado Izquierdo		92	Selector on/off	1						
		93	Boton de emergencia	1						
		94	Perilla de emergencia	1						
Lado Derecho		95	Rejilla	1						
		96	Rejilla (ventilacion)	1						
		97	Regulador de aire	2						
Tablero de Mando Principal		98	Mangueras/Acoples	3						
		99	Estado del Tablero	ok						
V°B° PRODUCCIÓN										
V°B° AC										
V°B° SANEAMIENTO										
OBSERVACIONES:										
Realizado por _____			V° B° Aseguramiento de la Calidad _____			V° B° Producción _____				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72- Check List de peladora de cebolla

FORMATO DE REVISIÓN DIARIA DE PARTES CRÍTICAS - PELADORA DE CEBOLLA			CÓDIGO: REVISIÓN: 01								
FRECUENCIA: Diaria			FECHA: <input type="text"/>								
RESPONSABLE: Auxiliar de AC/PR/SASE											
ACCIÓN INMEDIATA: Comunicar al Supervisor AC/PR/SASE											
LEYENDA DE LLENADO DEL FORMATO: <input type="checkbox"/> Conforme			<input type="checkbox"/> No Conforme (Manipulado o con Falla)								
ZONA DE CARGA	ITEM	PIEZA	CANTIDAD	INICIO DE TURNO		CAMBIO DE TURNO		FIN DE TURNO			
				C / NC	Cantidad	C / NC	Cantidad	C / NC	Cantidad		
CUERPO CILÍNDRICO	Tapa Cubierta superior	Conector de seguridad	1	Tuercas	2						
			2	Anillos de presión	2						
			3	Anillos planos	2						
	Sensor de Seguridad	4	Tuercas	4							
		5	Anillos de presión	4							
		6	Anillos planos	4							
		7	Perno	1							
		8	Manguera	1							
		Sistema de Inyección de Agua	9	Disco Giratorio	ok						
			10	Perno Socket	1						
		Disco de Fricción Giratorio	11	Tuerca	4						
			12	Anillos de presión	4						
			13	Anillos planos	4						
		Cuerpo cilíndrico de Pelado	14	Jebes Laterales	ok						
			15	Pernos	3						
			16	Tuercas	3						
			17	Anillos planos	3						
ZONA DE DESCARGA	Puerta de Descarga	Cuerpo	18	Tuercas	4						
			19	Tornillos	4						
			20	Anillo Plano	4						
		Parte Inferior	21	Tornillo	2						
			22	Perno	2						
			23	Gancho de Cerrado	1						
		Manija	24	Mango de jebe	ok						
			25	Perno	4						
		Visagra	26	Gancho de Cerrado	1						
			27	Perno	2						
	28		Perno socket	2							
	Bandeja Inferior Desmontable	29	Anillo Plano	8							
		30	Anillo de presión	2							
		31	Visagra	2							
		32	Coladera	ok							
33		Ganchos	2								
ZONA EXTERNA	Tablero eléctrico de Energización	34	Botonera	2							
		35	Luces Led	2							
		36	Panel Digital	ok							
		37	Pulsadores	4							
V°B° PRODUCCIÓN											
V°B° AC											
V°B° SANEAMIENTO											
OBSERVACIONES:											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
Realizado por			V° B° Aseguramiento de la Calidad				V° B° Producción				

Fuente: Elaboración propia

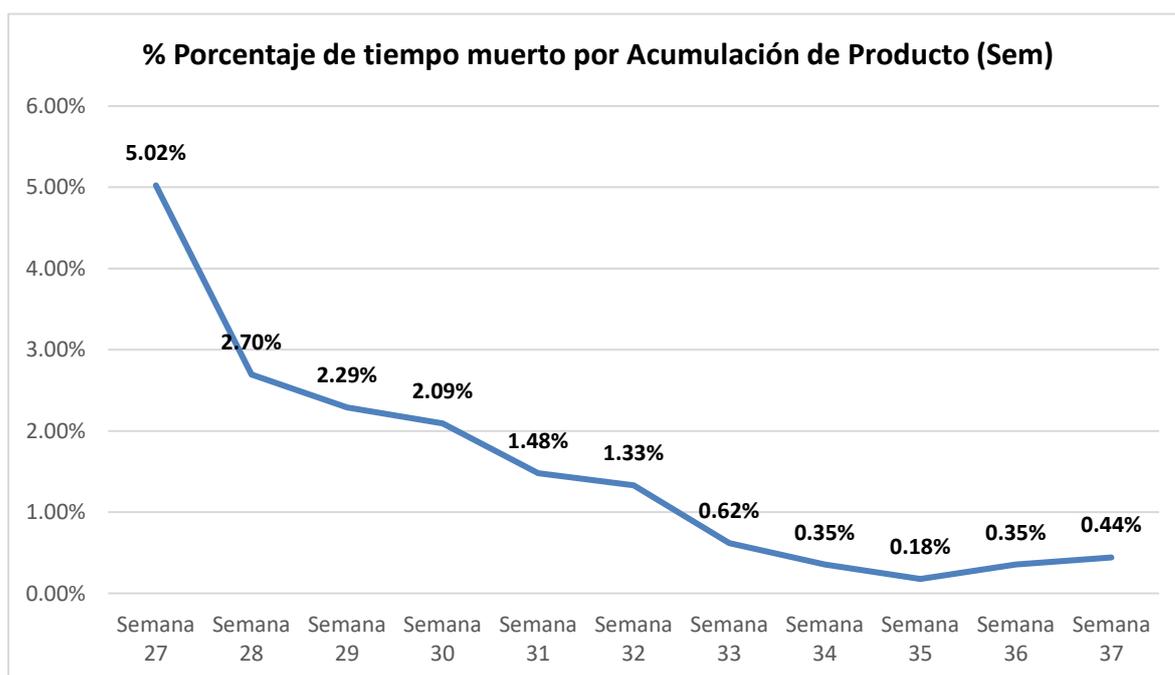
Con estos check list aseguramos que el tiempo de revisión de las máquinas de la línea 6 que era de 28 min ahora sea 10 min, manteniendo una revisión estandarizada y efectiva de cada parte de la máquina.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Resultados de estandarización:

La estandarización fue la herramienta de mejora para las siguientes causas raíces, inadecuado equilibrio de capacidad y falta de control horario de KPI'S de la línea de tiras. El primer indicador que se calculó fue % de tiempo muerto por acumulación de producto donde podemos observar que al inicio del proyecto el indicador era 5.02% después de la mejora el indicador llegó a 0.3%, porcentaje promedio desde la semana 28 hasta la semana 37, se redujo este indicador en un 93%.

Figura 16- % Tiempo muerto por acumulación de producto (Sem)

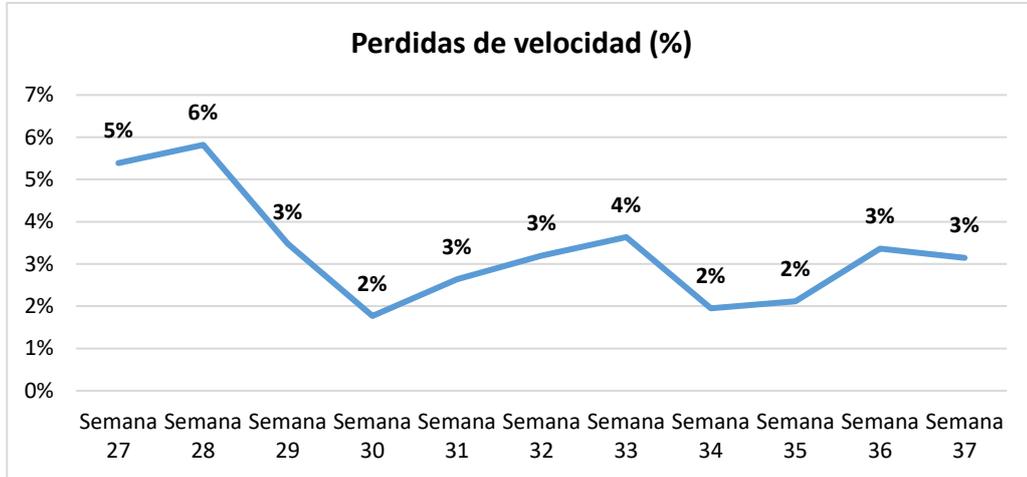


Fuente: Elaboración propia

El segundo indicador que se calculó fue % pérdida de velocidad donde podemos observar que al inicio del proyecto el indicador era 5.04 % después de la mejora el indicador

llegó a 2.6%, porcentaje promedio desde la semana 28 hasta la semana 37, se redujo este indicador en un 55%.

Figura 17 - % Pérdida de velocidad.



Fuente: Elaboración propia

Estas causas impactan negativamente en la productividad en 0.167 kgdw/hh, incremento en el cmo en 0.019 \$/kgdw, lo que incurría en una pérdida de S/52,904.

Con la mejora se pudo incrementar la productividad en 0.32 kgdw/hh, reducir el cmo en 0.019 y generar un ahorro de S/100,522.

Tabla 73- Comparativo de situación sin mejoras vs con estandarización.

Causa Raíz	Descripción de Causa Raíz	Impacto(S/)	Ahorro Bruto (S/)	Impacto CMO (\$/Kgdw)	Ahorro CMO (-\$/KGDW)	- Impacto Productividad(kgdw/H-h)	Ganancia de Productividad (Kgdw/H-h)
CR4P	Inadecuado equilibrio de capacidad.	-S/ 25,505	S/ 86,564	0.005	-0.016	-0.082	0.277
CR7P	Falta de control horario de KPI'S de la línea de tiras.	-S/ 27,400	S/ 13,958	0.005	-0.003	-0.086	0.044
		-S/ 52,905	S/ 100,522	0.010	-0.019	-0.167	0.321

Fuente: Elaboración propia

El Poka Yoke fue la herramienta de mejora para la causa raíz de inadecuado utillaje.

El indicador que se calculó fue % de tiempo perdido por desviaciones de calidad donde podemos observar que al inicio del proyecto el indicador era 9.75% después de la mejora el indicador llegó a 0.5%, porcentaje promedio desde la semana 28 hasta la semana 37, se redujo este indicador en un 94.8%.

Figura 18 - %Porcentaje de tiempo perdido de desviaciones de calidad.



Fuente: Elaboración propia

Esta causa impactó negativamente en la productividad en 0.153 kgdw/hh, incremento en el cmo en 0.009 \$/kgdw, lo que incurría en una pérdida de S/49,510.

Con la mejora se pudo incrementar la productividad en 0.145 kgdw/hh, reducir el cmo en 0.009 y generar un ahorro de S/46,948.

Tabla 74- Comparativo de situación sin mejoras vs con poka yoke.

Causa Raíz	Descripción de Causa Raíz	Impacto(S/)	Ahorro Bruto (S/)	Impacto CMO (\$/Kgdw)	Ahorro CMO (- \$/KGDW)	- Impacto Productividad(kgdw/H-h)	Ganancia de Productividad (Kgdw/H-h)
CR2P	Inadecuado utillaje.	-S/ 49,510	S/ 46,948	0.009	-0.009	-0.153	0.145
		-S/ 49,510	S/ 46,948	0.009	-0.009	-0.153	0.145

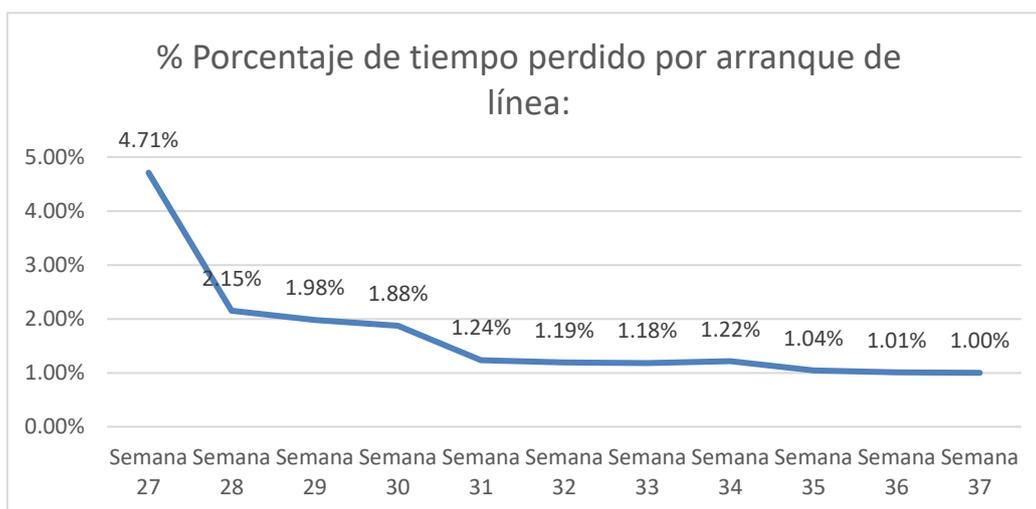
Fuente: Elaboración propia

4.3 Resultados de SMED:

El SMED fue la herramienta de mejora para las siguientes causas raíces, inadecuado acondicionamiento de las líneas de producción y falta de mantenimiento preventivo.

El primer indicador que se calculó fue % de tiempo muerto por arranque de línea donde podemos observar que al inicio del proyecto el indicador era 4.71% después de la mejora el indicador llegó a 1.4%, porcentaje promedio desde la semana 28 hasta la semana 37, se redujo este indicador en un 70%.

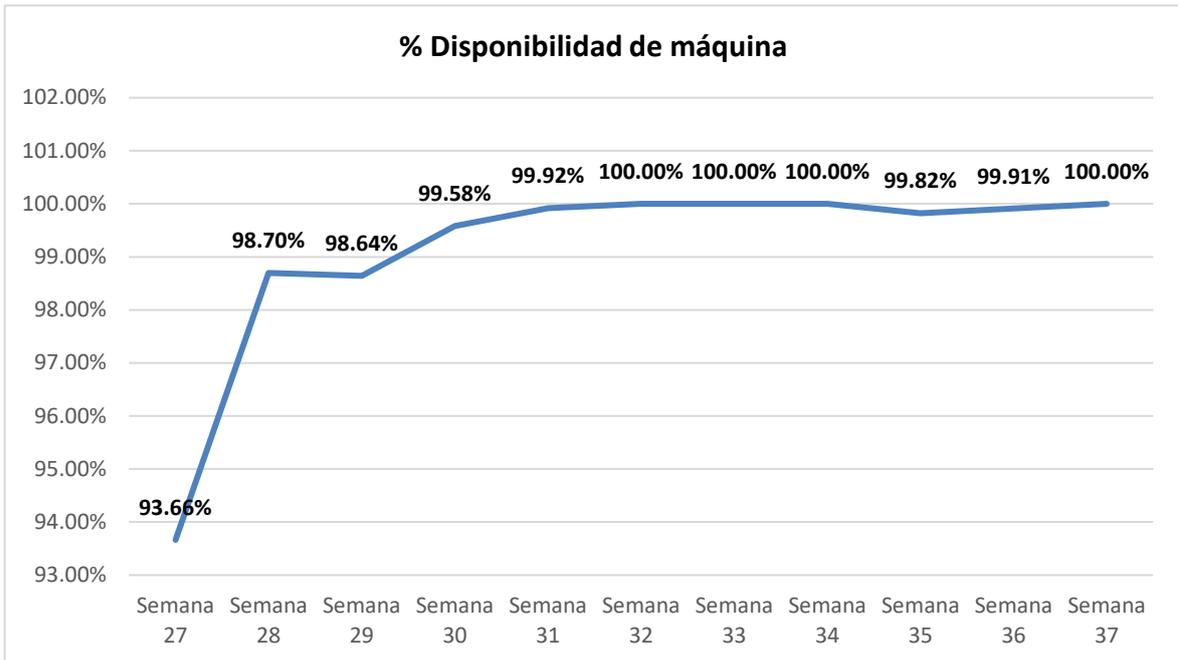
Figura 19- % Porcentaje de tiempo perdido por arranque de línea.



Fuente: Elaboración propia

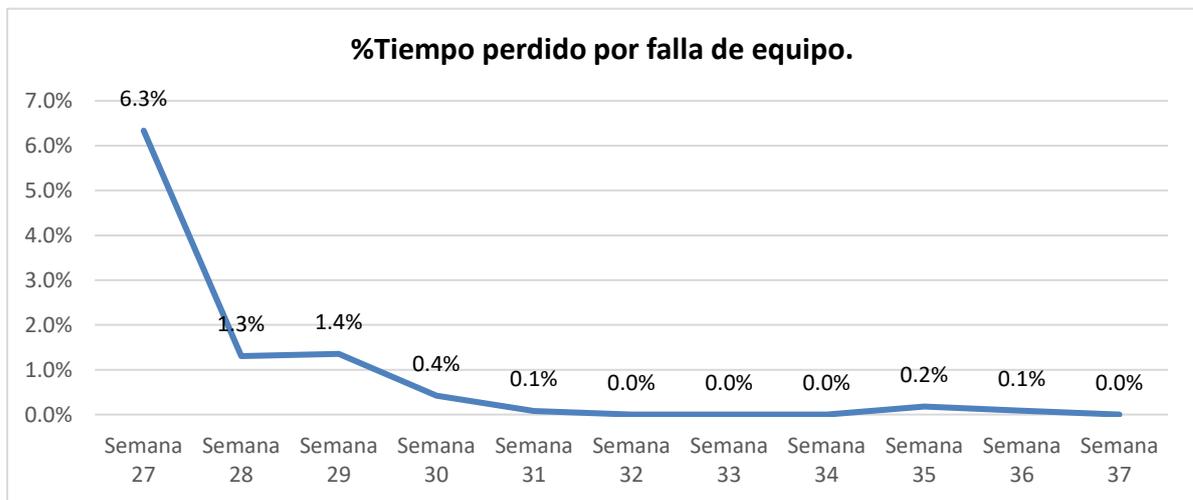
El segundo indicador que se calculó fue % disponibilidad de máquina, al inicio del proyecto se tenía una disponibilidad de 93,4% y con la mejora se tiene una disponibilidad 99% además también se calculó el % tiempo perdido por falla de equipo donde podemos observar que al inicio del proyecto el indicador era de 6.3 % después de la mejora el indicador llegó a 0.1%, porcentaje promedio desde la semana 28 hasta la semana 37, se redujo este indicador en un 99%.

Figura 20 - % Disponibilidad de máquina.



Fuente: Elaboración propia

Figura 21 - %Tiempo perdido por falla de equipo.



Fuente: Elaboración propia

Estas causas impactan negativamente en la productividad en 0.195 kgdw/hh, incremento en el cmo en 0.012 \$/kgdw, lo que incurría en una pérdida de S/62,719.

Con la mejora se pudo incrementar la productividad en 0.166 kgdw/hh, reducir el cmo en 0.010 y generar un ahorro de S/53,377

Tabla 75 - Comparativo de situación sin mejoras vs con SMED.

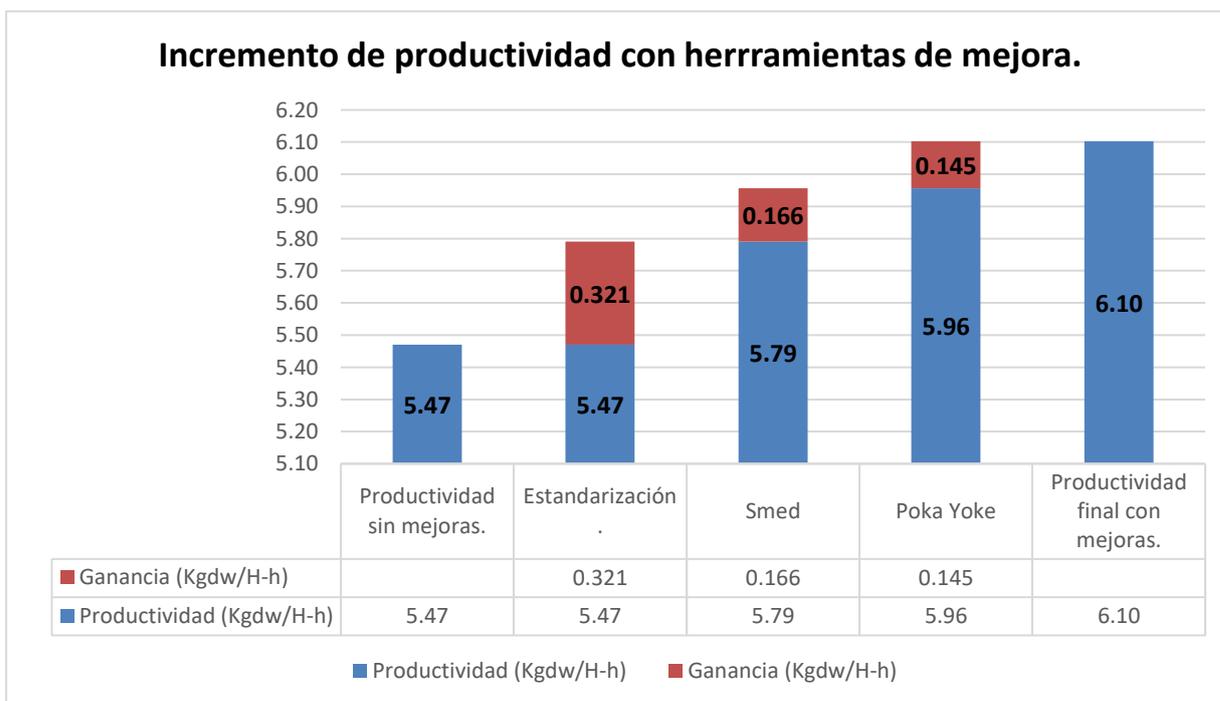
Causa Raíz	Descripción de Causa Raíz	Impacto(S/)	Ahorro Bruto (S/)	Impacto CMO (\$/Kgdw)	Ahorro CMO (-\$/KGDW)	- Impacto Productividad(kgdw/H-h)	Ganancia de Productividad (Kgdw/H-h)
CR3P	Inadecuado acondicionamiento de líneas de producción.	-S/ 30,531	S/ 21,534	0.006	-0.004	-0.095	0.067
CR5P	Falta de mantenimiento preventivo	-S/ 32,181	S/ 31,844	0.006	-0.006	-0.100	0.099
		-S/ 62,712	S/ 53,377	0.012	-0.010	-0.195	0.166

Fuente: Elaboración propia

4.4 Resultados globales con mejoras.

Con las tres herramientas implementadas de Lean Manufacturing la productividad real incremento en 12% de acuerdo al primer semestre, y % de productividad mano de obra incrementó de 81% a 90%.

Figura 22 - Incremento de productividad con herramientas Lean.



Fuente: Elaboración propia

Así mismo al incrementar la productividad, el costo mano de obra se reduce en 8.6% de acuerdo al I semestre, y 9.8% de acuerdo al 2020, además con estas mejoras lograríamos sacar un costo menor a la meta en 1.5%.

Generando un ahorro de S/200,847 de acuerdo al I semestre, y una ganancia respecto a la meta de S/31,886.

Tabla 76 - Cuadro resumen de análisis de indicadores.

	2019	2020	2021 I Semestre	Después de Mejora
CMO (\$/KGDW)	0.445	0.441	0.435	0.398
CMO OBJETIVO (\$/KGDW)	0.401	0.407	0.404	0.404
KGDW TEÓRICO - HH	6.88	6.83	6.77	6.77
KGDW REAL- HH	5.40	5.49	5.47	6.09
PRODUCTIVIDAD M.O (KGDW REAL/KDW TEÓRICO)	78%	80%	81%	90%
(KG DW) ANUAL	1,350,152	1,450,251	1,604,416	1,604,416
PERDIDA (\$) ANUAL	\$59,406.688	\$49,308.534	\$50,435.965	-\$9,518.333
PERDIDA (S/) ANUAL	S/ 199,012	S/ 165,184	S/ 168,960	-S/ 31,886

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Luego de realizar el diagnóstico se pudo determinar que la línea de producción de tiras del formato 8oz y 314/11 los que contribuyen en un 76% de participación de los Kg a producir de la línea de tiras y el 78% del margen de contribución, tuvo una productividad en el 2019 de 5.39 KgDw/H-H equivalente a un 78 % de rendimiento , en el 2020 fue de 5.49 KgDw/H-H equivalente a un 80% de rendimiento de línea , y en el primer semestre del 2021 se ejecutó una productividad de 5.47 Kgdw/H-H equivalente a un 81% de rendimiento de línea. Este indicador de Productividad perjudica a la empresa, pues lo ideal es llegar al 90% de rendimiento de la capacidad instalada del cuello de botella, para de esta manera tener los costos de mano de obra bajen.
- Las causas de la baja productividad se centran básicamente en el inadecuado equilibrio de capacidad, falta de control horario de KPI'S de la línea de tiras, inadecuado utillaje, inadecuado acondicionamiento de las líneas de producción y falta de mantenimiento preventivo esto representa el 74.7% de causas al problema identificado, los cuales originan un incremento del costo mano de obra de 0,031 \$/kgdw equivalente S/165,126, un decremento de la productividad en 0,516 kgdw/hh.
- Se pudo identificar las herramientas de Lean Manufacturing a utilizar para solucionar el problema identificado, debido a que son herramientas de implementación rápida y con una gran efectividad de solución a estas causas detectadas.
- Con las tres herramientas implementadas de Lean Manufacturing, estandarización, Poka Yoke y Smed, la productividad real incremento en 12% de acuerdo al primer semestre, y % de productividad de mano de obra incrementó de 81% a 90% así mismo al incrementar la productividad, el costo mano de obra se reduce en 8.6% de acuerdo al I semestre, y 9.8% de acuerdo al 2020, además con estas mejoras se lograría sacar

un costo menor a la meta en 1.5%, generando un ahorro de S/200,847 de acuerdo al I semestre, y una ganancia respecto a la meta de S/31,886.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda ampliar los estudios de este tipo a otros procesos dentro de la planta de conserva de pimienta, debido a que la empresa no solo produce tiras dentro de la nave 2, nave procesadora de pimienta piquillo.
- Se recomienda que el monitoreo de los KPI'S de la línea 6 sea sostenible para medir el impacto al cierre del año con las herramientas ya instaladas, y trasladar como caso de éxito a otras plantas de procesamiento industrial dentro de Agroindustria SAC.
- Es necesario que el Lean sea difundido en toda la empresa, para que esta metodología sirva como herramienta de solución ante problemas, creando así una cultura de trabajo diferente y los resultados como organización podrían ser mejores.
- Se recomienda incluir tener dentro de la estrategia de la empresa el uso capacitaciones mensuales de Lean para que el personal que maneje la planta de proceso tenga un nivel alto de conocimiento de técnicas actuales, y buscar la excelencia en todas las fabricaciones que se tienen dentro de la empresa Agroindustria SAC.

REFERENCIAS

- Carro, R., & Gonzalez, D. (2010). *Productividad y competitividad*. Buenos Aires: A.O.
- Cuatrecasas, L. (2012). *Proceso en flujo flexible lean*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Galgano, A. (2004). *LAS TRES REVOLUCIONES Caza del desperdicio: Doblar la productividad con "Lean Production"*. Madrid: Diaz de Santos.
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad total y productividad*. Mexico D.F: MC GRALL HILL.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Administración de Operaciones*. México: Pearson Education.
- Hernandez, J., & Vizan, A. (2013). *Lean Manufacturing Conceptos técnicas e implantación*. Madrid: Escuela de Organización Industrial.
- Instituto Andaluz. (2012). *La respuesta está en la innovación*. España: AENOR ediciones.
- Oficina Internacional de Trabajo. (2016). *Mejore su negocio*. Ginebra: International Labour Office.
- Sánchez, J., & Rajadell, M. (2010). *LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Socconimi, L. (2014). *Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia en los negocios*. Madrid: Marge Books.
- Vásquez, M. (2013). *INDICADORES DE EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL LEAN MANUFACTURING EN LA INDUSTRIA*. Valladolid: Escuela de Ingenierías Industriales.

ANEXOS

Anexo 1: Formato control de paros.

Tipo de Paro		Detalle	Número de Paradas																	
			N°1		N°2		N°3		N°4		N°5		N°6		N°7		N°8		N°9	
			Hr.J	Hr.F	Hr.J	Hr.F	Hr.J	Hr.F	Hr.J	Hr.F	Hr.J	Hr.F	Hr.J	Hr.F	Hr.J	Hr.F	Hr.J	Hr.F		
PLANIFICADO	Mantenimiento Preventivo																			
	Arranque de línea	CP1-Preparación /Arranque de línea.																		
	Limpieza	LP0-Limpieza fin de producción.																		
NO PLANIFICADO	Falta Material/Tiempos muertos	MP1-Mantenimiento Correctivo.																		
		MP2-Mantenimiento Preventivo.																		
		FM2- Falta de producto (Mat.Prima)																		
		FM3-Reprocesos																		
		FM4-Falta de materiales/insumos																		
	Paro de equipos (averías)	FM7-Acumulación de producto																		
		FM8- Balance de Línea (N° Personas inadecuado)																		
		FM9- Rotura de Envase																		
		PA1-Falla de equipo mecánica																		
		PA2-Falla de equipo eléctrica																		
	PA-3 Falta de suministros (agua,luz,aire,vapor)																			
Otros/Observaciones (*)																				

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 2: Tabla de paros planificados y no planificados

Suma de Time (hr)					Fecha											
Tipo de Paro	Rubro	Motivo de Paro	Cod	Maquina	18/05/2020	19/05/2020	20/05/2020	21/05/2020	22/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	Mes				
Falta de Demanda	Falta de Demanda	No producción	FP	Línea completa								24.0	24.0			
Total Falta de Demanda												24.0	24.0			
Paro Planificado	Pruebas y Descansos	Refrigerio	PD4	Línea completa	1.7	1.8	1.8	1.9	1.8	1.8	10.6					
		Reuniones	PD2	Línea completa	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	1.4					
	Total Pruebas y Descansos					1.92	2.00	1.95	2.08	2.03	2.00	11.98				
	Arranque de línea	Arranque de línea	CP1	Línea completa	1.2	1.0	1.1	1.1	1.1	1.3	6.8					
	Total Arranque de línea					1.2	1.0	1.1	1.1	1.1	1.3	6.8				
Limpieza	Limpieza	Limpieza general	LP0	Línea completa	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	3.5					
		Sanitización	LP1	Línea completa	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	8.9					
	Total Limpieza					2.1	2.0	2.0	2.1	2.1	2.2	12.4				
Paro no Planificado	Falta de materiales, personal, tiempos muertos	Desviación de calidad	FM9	Línea completa	2.0	1.3	1.7	1.1	1.1	1.4	8.5					
		Acumulación de producto	FM7	Línea completa	1.1	1.2	0.8	0.7	1.0	0.9	5.7					
		Falta de suministros (agua, luz, aire, vapor)	FM10	Línea completa	0.2						0.2					
	Total Falta de materiales, personal, tiempos muertos					3.2	2.5	2.6	1.8	2.1	2.2	14.4				
Falla de Equipos	Mecánico	FER2	Línea completa	0.8	1.4	0.7	1.4	1.2	1.7	7.1						
Total Falta de Equipos					0.8	1.4	0.7	1.4	1.2	1.7	7.1					
Mes					9.2	8.8	8.3	8.5	8.5	9.4	24.0	76.6				

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 3 :CR4P Inadecuado equilibrio de capacidad – análisis de paros.

	Hrs Semanales
Horas disponibles	168
Horas no usadas por falta de demanda	24.0
Horas de producción usadas	144.0
Mantenimiento Preventivo	0.0
Arranque de línea	6.8
Tiempo de limpieza	12.4
Pruebas, Refrigerios Planeados	12.0
Tiempo Operativo	112.9
Fallas de equipo	7.1
Tiempos Muertos	14.4
Desviación de calidad	8.5
Acumulación de producto	5.7
Falta de suministros (agua, luz, aire, vapor)	0.2

Kg dw Anuales (KG)	1,604,416
Línea 6 (Kgdw/Hr)	776
Hr anuales (HR)	2,067
Semana Trabajadas Anuales.	19
Días Trabajados.	115
Personas Promedio	26

Tiempo por acumulación de producto (Hr Sem)	5.67
Hr Perdidas anuales (hrs)	2,820
Costo Hora (\$)	\$2.70
Pérdida Total (\$)	\$7,613
Pérdida Total (S/)	S/25,505
% Porcentaje de tiempo muerto por Acumulación de Producto (Sem)	5%

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 4 :CR7P Inadecuado equilibrio de capacidad – análisis de paros.

	Hrs Semanales
Horas disponibles	168
Horas no usadas por falta de demanda	24.0
Horas de producción usadas	144
Mantenimiento Preventivo	0.0
Arranque de línea	6.8
Tiempo de limpieza	12.4
Pruebas, Refrigerios Planeados	12.0
Tiempo Operativo	112.85
Fallas de equipo	7.1
Tiempos Muertos	14.4
Desviación de calidad	8.5
Acumulación de producto	5.7
Falta de suministros (agua, luz, aire, vapor)	0.2
Perdidas de velocidad	6.1
Perdidas por defectos (Hrs)	2.5
Hrs Objetivas según estandar .	82.78

Linea 6 (Kgdw/Hr)	776.2
Kg Promedio Semanal (Kgdw/Semanal)	64,254.0
Kg Promedio Descartado (Kgdw/ Semanal)	62,326.4
Merma	1,927.6

Kg dw Anuales (KG)	1,604,416
Linea 6 (Kg/Hr)	776
Hr anuales (HR)	2,067
Semana Trabajadas Anuales.	19
Días Trabajados.	115
Personas Promedio	26

Tiempo perdido por no llegar al estandar (Hr Sem)	6.09
Hr Perdidas anuales (hrs)	3029
Costo Hora (\$)	\$2.70
Pérdida Total (\$)	\$8,179
Pérdida Total (\$/)	S/27,400
% Tasa de Rendimiento	81%

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 5 : Inadecuado utillaje - análisis de paros.

	Hrs Semanales
Horas disponibles	168
Horas no usadas por falta de demanda	24.0
Horas de producción usadas	144
Mantenimiento Preventivo	0.0
Arranque de línea	6.8
Tiempo de limpieza	12.4
Pruebas, Refrigerios Planeados	12.0
Tiempo Operativo	112.85
Fallas de equipo	7.15
Tiempos Muertos	14.35
Desviación de calidad	8.52
Acumulación de producto	5.67
Falta de suministros (agua, luz, aire, vapor)	0.17
Perdidas de velocidad	6.09
Perdidas por defectos (Hrs)	2.48
Hrs Objetivas según estandar .	82.78

Línea 6 (Kg/Hr)	776.2
Kg Promedio Semanal (Kg/Semanal)	64,254.0
Kg Promedio Descartado (Kg/ Semanal)	62,326.4
Merma	1,927.6

Kg dw Anuales (KG)	1,604,416
Línea 6 (Kg/Hr)	776
Hr anuales (HR)	2,067
Semana Trabajadas Anuales.	19
Días Trabajados.	115
Personas Promedio	26

Tiempo perdido por desviaciones de Calidad (Hr Sem)	11.00
Hr Perdidas anuales (hrs)	5,474
Costo Hora (\$)	\$2.70
Pérdida Total (\$)	\$14,779
Pérdida Total (S/)	S/49,510
% Porcentaje de tiempo perdido por desviaciones de calidad :	10%

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 6: CR3P Inadecuado acondicionamiento de líneas de producción.

Kg dw Anuales (KG)	1,604,416
Línea 6 (Kg/Hr)	776
Hr anuales (HR)	2,067
Semana Trabajadas Anuales.	19
Días Trabajados.	115
Personas Promedio	26

	Hrs Semanales
Horas disponibles	168.0
Horas no usadas por falta de demanda	24.0
Horas de producción usadas	144.0
Mantenimiento Preventivo	0.0
Arranque de línea	6.8
Tiempo de limpieza	12.4
Pruebas, Refrigerios Planeados	12.0
Tiempo Operativo	112.9
Fallas de equipo	7.1
Tiempos Muertos	14.4
Desviación de calidad	8.5
Acumulación de producto	5.7
Falta de suministros (agua, luz, aire, vapor)	0.2
Perdidas de velocidad	6.1
Perdidas por defectos (Hrs)	2.5
Hrs Objetivas según estándar .	82.8

Demora de Arranque de Línea (Causas)	18/05/2021	19/05/2021	20/05/2021	21/05/2021	22/05/2021	23/05/2021	Total
Máquinas no calibradas (Hr)	0.32	0.0	0.22	0.25	0.22	0.30	1.30
Herramientas fuera de lugar (Hr)	0.57	0.43	0.23	0.55	0.23	0.32	2.33
Materia Prima no abastecida (Hr)	0.0	0.27	0.28	0.00	0.33	0.45	1.33
Falta de personal en operaciones (Hr)	0.32	0.32	0.35	0.30	0.28	0.25	1.82
Total	1.20	1.02	1.08	1.10	1.07	1.32	6.78

Tiempo por arranque de línea (Hr Sem)	6.78
Hr Perdidas anuales (hrs)	3375
Costo Hora (\$)	\$2.70
Pérdida Total (\$)	\$9,114
Pérdida Total (S/)	S/30,531
% Porcentaje de tiempo perdido por arranque de línea:	4.71%

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 7:CR5P Falta de mantenimiento preventivo- análisis de paros.

	Hrs Semanales
Horas disponibles	168.0
Horas no usadas por falta de demanda	24.0
Horas de producción usadas	144.0
Mantenimiento Preventivo	0.0
Arranque de línea	6.8
Tiempo de limpieza	12.4
Pruebas, Refrigerios Planeados	12.0
Tiempo Operativo	112.9
Fallas de equipo	7.15
Tiempos Muertos	14.4
Desviación de calidad	8.5
Acumulación de producto	5.7
Falta de suministros (agua, luz, aire, vapor)	0.2
Perdidas de velocidad	6.1
Perdidas por defectos (Hrs)	2.5
Hrs Objetivas según estandar .	82.8

Data Fallas mecánicas Suscitadas	18/05/2021	19/05/2021	20/05/2021	21/05/2021	22/05/2021	23/05/2021	Total
Disco de máquina cortadora sin filo (Hr)	0.32	0.10	0.00	0.40	0.67	0.40	1.88
Faja de transmisión deshilachada (Hr)	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.72
Faja sanitaria deshilachada (Hr)	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.40
Guarda desoldada (Hr)	0.23	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.45
Falla mecánica de maquina Kronen(Hr)	0.00	0.00	0.32	1.00	0.00	0.55	1.87
Falla mecánica de maquina llenadora Ferlo(hr)	0.00	1.25	0.00	0.00	0.33	0.25	1.83
Total	0.77	1.35	0.72	1.40	1.22	1.70	7.15

Tiempo por falla de equipo (Hr Sem)	7.15
Hr Perdidas anuales (hrs)	3,558
Costo Hora (\$)	\$2.70
Pérdida Total (\$)	\$9,606
Pérdida Total (\$/)	S/32,181
% Disponibilidad de máquina	93.7%

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 8: Factor de valoración - Operación de lanzado.

FACTOR DE VALORACIÓN / TAREA			
OPERARIO	Marco Rojas		
DNI	61019586		
HABILIDAD			
Superior	A1	0.15	0.06
Superior	A2	0.13	
Excelente	B1	0.11	
Excelente	B2	0.08	
Buena	C1	0.06	
Buena	C2	0.03	
Media	D	0	
Aceptable	E1	-0.05	
Aceptable	E2	-0.1	
Malo	F1	-0.16	
Malo	F2	-0.22	
ESFUERZO			
Superior	A1	0.13	0.02
Superior	A2	0.12	
Excelente	B1	0.1	
Excelente	B2	0.08	
Buena	C1	0.05	
Buena	C2	0.02	
Media	D	0	
Aceptable	E1	-0.04	
Aceptable	E2	-0.08	
Malo	F1	-0.12	
Malo	F2	-0.17	
CONDICIONES			
Ideales	A	0.06	-0.03
Excelente	B	0.04	
Buenas	C	0.02	
Medias	D	0	
Aceptables	E	-0.03	
Malas	F	-0.07	
CONSISTENCIA			
Perfecta	A	0.04	0.01
Excelente	B	0.03	
Buena	C	0.01	
Media	D	0	
Aceptable	E	-0.02	
Mala	F	-0.04	
TOTAL FACTOR DE VALORACIÓN			0.06

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 9: Tabla de tolerancia OIT- Operación lanzado.

TABLA DE TOLERANCIAS DE LA OIT					
OPERARIO		Marco Rojas			
DNI		61019586			
TOLERANCIAS por descanso		HOMBRE (%)	MUJER (%)	ACUMULADO	
1	Tolerancias Constantes				
	1.A. Tolerancias personales	0	0	0	
	1.B. Tolerancias Básico por fatiga	5	7	5	
2	Tolerancias Variables				
	2.A. Tolerancia Estándar	4	4	4	
	2.B. Tolerancia por posición Normal				
	2.B.1. Ligeramente difícil	0	1	2	
	2.B.2 Difícil (encorvado)	2	3		
	2.B.3 Muy difícil (acostado o estirado)	7	7		
	2.C. Empleo de fuerza o energía muscular				
	Peso Levantado (kg)	2,5	0	0	11
		5	1	1	
		7,5	2	2	
		10	2	2	
		12,5	3	3	
		15	3	3	
		17,5	7	8	
		20	9	10	
		22,5	11	13	
		35,5	22	Máx	
	2.D. Mala Iluminación				
	2.D.1 Ligeramente debajo	0	0	0	
	2.D.2 Muy bajo	2	2		
	2.D.3 Sumamente inadecuado	5	5		
	2.E. Condiciones Atmosféricas (calor y humedad)				
	2.E.1 Variable	0-10	0-10	2	
	2.F. Mucha atención				
	2.F.1 Trabajo bastante fino	0	0	0	
	2.F.2 Fino a de precisión	2	2		
	2.F.3 Muy fino o muy preciso	5	5		
	2.G. Nivel de Ruido				
	2.G.1 Continuo	0	0	0	
	2.G.2 Intermitente ruidoso	2	2		
	2.G.3 Intermitente muy ruidoso	5	5		
	2.G.4 De alta frecuencia-ruido	5	5		
	2.H. Esfuerzo Mental				
	2.H.1 Proceso bastante completo	1	1	1	
	2.H.2 Complejo o gran rango de c.	4	4		
	2.H.3 Muy complejo	8	8		
	2.I. Monotonía				
	2.I.1 Poca	0	0	4	
	2.I.2 Mediana	1	1		
	2.I.3 Mucha	4	4		
	2.J. Tediosa				
	2.J.1 Bastante tedioso	0	0	0	
	2.J.2 Tedioso	2	2		
	2.J.3 Muy tedioso	5	5		
Tolerancias de Contingencia (el pimiento en el suelo debe ser desinfectado + pausas activas)		0,3 + 0,2		0.5	
TOTAL DE TOLERANCIAS (%)				0.295	

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 10: Factor de valoración - Operación de revisado.

FACTOR DE VALORACIÓN / TAREA			
OPERARIO	Amelia Esquivel		
DNI	18088900		
HABILIDAD			
Superior	A1	0.15	0.06
Superior	A2	0.13	
Excelente	B1	0.11	
Excelente	B2	0.08	
Buena	C1	0.06	
Buena	C2	0.03	
Media	D	0	
Aceptable	E1	-0.05	
Aceptable	E2	-0.1	
Malo	F1	-0.16	
Malo	F2	-0.22	
ESFUERZO			
Superior	A1	0.13	0.02
Superior	A2	0.12	
Excelente	B1	0.1	
Excelente	B2	0.08	
Buena	C1	0.05	
Buena	C2	0.02	
Media	D	0	
Aceptable	E1	-0.04	
Aceptable	E2	-0.08	
Malo	F1	-0.12	
Malo	F2	-0.17	
CONDICIONES			
Ideales	A	0.06	-0.03
Excelente	B	0.04	
Buenas	C	0.02	
Medias	D	0	
Aceptables	E	-0.03	
Malas	F	-0.07	
CONSISTENCIA			
Perfecta	A	0.04	0.01
Excelente	B	0.03	
Buena	C	0.01	
Media	D	0	
Aceptable	E	-0.02	
Mala	F	-0.04	
TOTAL FACTOR DE VALORACIÓN			0.06

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 11: Tabla de tolerancias de la OIT - Operación revisado.

TABLA DE TOLERANCIAS DE LA OIT					
OPERARIO		Amelia Esquivel			
DNI		18088900			
TOLERANCIAS por descanso		HOMBRE (%)	MUJER (%)	ACUMULADO	
1	Tolerancias Constantes				
	1.A. Tolerancias personales	0	0	0	
	1.B. Tolerancias Básico por fatiga	5	7	7	
2	Tolerancias Variables				
	2.A. Tolerancia Estándar	4	4	4	
	2.B. Tolerancia por posición Normal				
	2.B.1. Ligeramente difícil	0	1	1	
	2.B.2 Difícil (encorvado)	2	3		
	2.B.3 Muy difícil (acostado o estirado)	7	7		
	2.C. Empleo de fuerza o energía muscular				
		2,5	0	0	
		5	1		
		7,5	2		
		10	2		
		12,5	3		
		15	3		
		17,5	7		
		20	9		
		22,5	11		
		25	13		
		30	17		
		35,5	22	Máx	
	2.D.Mala Iluminación				
	2.D.1 Ligeramente debajo	0	0	0	
	2.D.2 Muy bajo	2	2		
	2.D.3 Sumamente inadecuado	5	5		
	2.E. Condiciones Atmosféricas (calor y humedad)				
	2.E.1 Variable	0-10	0-10	2	
	2.F. Mucha atención				
	2.F.1 Trabajo bastante fino	0	0	0	
	2.F.2 Fino a de precisión	2	2		
	2.F.3 Muy fino o muy preciso	5	5		
	2.G. Nivel de Ruido				
	2.G.1 Continuo	0	0	0	
	2.G.2 Intermitente ruidoso	2	2		
	2.G.3 Intermitente muy ruidoso	5	5		
	2.G.4 De alta frecuencia-ruido	5	5		
	2.H. Esfuerzo Mental				
	2.H.1 Proceso bastante completo	1	1	1	
	2.H.2 Complejo o gran rango de c.	4	4		
	2.H.3 Muy complejo	8	8		
	2.I. Monotonía				
	2.I.1 Poca	0	0	4	
	2.I.2 Mediana	1	1		
	2.I.3 Mucha	4	4		
	2.J Tediosa				
	2.J.1 Bastante tedioso	0	0	0	
	2.J.2 Tedioso	2	2		
	2.J.3 Muy tedioso	5	5		
	Tolerancias de Contingencia (el pimiento en el suelo debe ser desinfectado + pausas activas)		0,3 + 0,2		0.5
	TOTAL DE TOLERANCIAS (%)			0.195	

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 12: Factor de valoración de la operación de mezclado.

FACTOR DE VALORACIÓN / TAREA			
OPERARIO	Maria Cortez		
DNI	37081717		
HABILIDAD			
Superior	A1	0.15	0.06
Superior	A2	0.13	
Excelente	B1	0.11	
Excelente	B2	0.08	
Buena	C1	0.06	
Buena	C2	0.03	
Media	D	0	
Aceptable	E1	-0.05	
Aceptable	E2	-0.1	
Malo	F1	-0.16	
Malo	F2	-0.22	
ESFUERZO			
Superior	A1	0.13	0.05
Superior	A2	0.12	
Excelente	B1	0.1	
Excelente	B2	0.08	
Buena	C1	0.05	
Buena	C2	0.02	
Media	D	0	
Aceptable	E1	-0.04	
Aceptable	E2	-0.08	
Malo	F1	-0.12	
Malo	F2	-0.17	
CONDICIONES			
Ideales	A	0.06	0
Excelente	B	0.04	
Buenas	C	0.02	
Medias	D	0	
Aceptables	E	-0.03	
Malas	F	-0.07	
CONSISTENCIA			
Perfecta	A	0.04	0.01
Excelente	B	0.03	
Buena	C	0.01	
Media	D	0	
Aceptable	E	-0.02	
Mala	F	-0.04	
TOTAL FACTOR DE VALORACIÓN			0.12

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 13 : Tabla de tolerancias de la OIT operación mezclado.

TABLA DE TOLERANCIAS DE LA OIT					
OPERARIO		María Cortez			
DNI		37081717			
TOLERANCIAS por descanso		HOMBRE (%)	MUJER (%)	ACUMULADO	
1	Tolerancias Constantes				
	1.A. Tolerancias personales	0	0	0	
	1.B. Tolerancias Básico por fatiga	5	7	7	
2	Tolerancias Variables				
	2.A. Tolerancia Estándar	4	4	4	
	2.B. Tolerancia por posición Normal				
	2.B.1. Ligeramente difícil	0	1	1	
	2.B.2 Dificil (encorvado)	2	3		
	2.B.3 Muy difícil (acostado o estirado)	7	7		
	2.C. Empleo de fuerza o energía muscular				
	Peso Levantado (kg)	2,5	0	0	3
		5	1	1	
		7,5	2	2	
		10	2	2	
		12,5	3	3	
		15	3	3	
		17,5	7	8	
		20	9	10	
		22,5	11	13	
		25	13	16	
	30	17	20		
	35,5	22	Máx		
	2.D.Mala Iluminación				
	2.D.1 Ligeramente debajo	0	0	0	
	2.D.2 Muy bajo	2	2		
	2.D.3 Sumamente inadecuado	5	5		
	2.E. Condiciones Atmosféricas (calor y humedad)				
	2.E.1 Variable	0-10	0-10	2	
	2.F. Mucha atención				
	2.F.1 Trabajo bastante fino	0	0	0	
	2.F.2 Fino a de precisión	2	2		
	2.F.3 Muy fino o muy preciso	5	5		
	2.G. Nivel de Ruido				
	2.G.1 Continuo	0	0	0	
	2.G.2 Intermitente ruidoso	2	2		
	2.G.3 Intermitente muy ruidoso	5	5		
	2.G.4 De alta frecuencia-ruido	5	5		
	2.H. Esfuerzo Mental				
	2.H.1 Proceso bastante completo	1	1	1	
	2.H.2 Complejo o gran rango de c.	4	4		
	2.H.3 Muy complejo	8	8		
	2.I. Monotonía				
	2.I.1 Poca	0	0	4	
	2.I.2 Mediana	1	1		
	2.I.3 Mucha	4	4		
	2.J Tediosa				
	2.J.1 Bastante tedioso	0	0	0	
	2.J.2 Tedioso	2	2		
	2.J.3 Muy tedioso	5	5		
Tolerancias de Contigencia (el pimiento en el suelo debe ser desinfectado + pausas activas)		0,3 + 0,2		0.5	
TOTAL DE TOLERANCIAS (%)				0.225	

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 14: Factor de valoración de la operación de pesado.

FACTOR DE VALORACIÓN / TAREA			
OPERARIO	Vilma Abanto		
DNI	42065587		
HABILIDAD			
Superior	A1	0.15	0.06
Superior	A2	0.13	
Excelente	B1	0.11	
Excelente	B2	0.08	
Buena	C1	0.06	
Buena	C2	0.03	
Media	D	0	
Aceptable	E1	-0.05	
Aceptable	E2	-0.1	
Malo	F1	-0.16	
Malo	F2	-0.22	
ESFUERZO			
Superior	A1	0.13	0.05
Superior	A2	0.12	
Excelente	B1	0.1	
Excelente	B2	0.08	
Buena	C1	0.05	
Buena	C2	0.02	
Media	D	0	
Aceptable	E1	-0.04	
Aceptable	E2	-0.08	
Malo	F1	-0.12	
Malo	F2	-0.17	
CONDICIONES			
Ideales	A	0.06	0.02
Excelente	B	0.04	
Buenas	C	0.02	
Medias	D	0	
Aceptables	E	-0.03	
Malas	F	-0.07	
CONSISTENCIA			
Perfecta	A	0.04	0.01
Excelente	B	0.03	
Buena	C	0.01	
Media	D	0	
Aceptable	E	-0.02	
Mala	F	-0.04	
TOTAL FACTOR DE VALORACIÓN			0.14

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 15: Tabla de tolerancia de la OIT de la operación de pesado.

TABLA DE TOLERANCIAS DE LA OIT					
OPERARIO		Vilma Abanto			
DNI		42065587			
TOLERANCIAS por descanso		HOMBRE (%)	MUJER (%)	ACUMULADO	
1	Tolerancias Constantes				
	1.A. Tolerancias personales	0	0	0	
	1.B. Tolerancias Básico por fatiga	5	7	7	
2	Tolerancias Variables				
	2.A. Tolerancia Estándar	4	4	4	
	2.B. Tolerancia por posición Normal				
	2.B.1. Ligeramente difícil	0	1	1	
	2.B.2 Dificil (encorvado)	2	3		
	2.B.3 Muy dificl (acostado o est	7	7		
	2.C. Empleo de fuerza o energía muscular				
	Peso Levantado (kg)	2,5	0	0	0
		5	1	1	
		7,5	2	2	
		10	2	2	
		12,5	3	3	
		15	3	3	
		17,5	7	8	
		20	9	10	
		22,5	11	13	
		25	13	16	
		30	17	20	
	35,5	22	Máx		
	2.D.Mala Iluminación				
	2.D.1 Ligeramente debajo	0	0	0	
	2.D.2 Muy bajo	2	2		
	2.D.3 Sumamente inadecuado	5	5		
	2.E. Condiciones Atmosféricas (calor y humedad)				
	2.E.1 Variable	0-10	0-10	3	
	2.F. Mucha atención				
	2.F.1 Trabajo bastante fino	0	0	2	
	2.F.2 Fino a de precisión	2	2		
	2.F.3 Muy fino o muy preciso	5	5		
	2.G. Nivel de Ruido				
	2.G.1 Continuo	0	0	0	
	2.G.2 Intermitente ruidoso	2	2		
	2.G.3 Intermitente muy ruidoso	5	5		
	2.G.4 De alta frecuencia-ruido	5	5		
	2.H. Esfuerzo Mental				
	2.H.1 Proceso bastante comple	1	1	1	
	2.H.2 Complejo o gran rango de	4	4		
	2.H.3 Muy complejo	8	8		
	2.I. Monotonía				
	2.I.1 Poca	0	0	1	
	2.I.2 Mediana	1	1		
	2.I.3 Mucha	4	4		
	2.J Tediosa				
	2.J.1 Bastante tedioso	0	0	0	
	2.J.2 Tedioso	2	2		
	2.J.3 Muy tedioso	5	5		
Tolerancias de Contigencia (el pimiento en el suelo debe ser desinfectado + pausas activas)		0,3 + 0,2		0.5	
TOTAL DE TOLERANCIAS (%)				0.195	

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 16 : Factor de valoración de pelado cebolla.

FACTOR DE VALORACIÓN / TAREA			
OPERARIO	Fermina Cuenca		
DNI	18207119		
HABILIDAD			
Superior	A1	0.15	0.06
Superior	A2	0.13	
Excelente	B1	0.11	
Excelente	B2	0.08	
Buena	C1	0.06	
Buena	C2	0.03	
Media	D	0	
Aceptable	E1	-0.05	
Aceptable	E2	-0.1	
Malo	F1	-0.16	
Malo	F2	-0.22	
ESFUERZO			
Superior	A1	0.13	0.05
Superior	A2	0.12	
Excelente	B1	0.1	
Excelente	B2	0.08	
Buena	C1	0.05	
Buena	C2	0.02	
Media	D	0	
Aceptable	E1	-0.04	
Aceptable	E2	-0.08	
Malo	F1	-0.12	
Malo	F2	-0.17	
CONDICIONES			
Ideales	A	0.06	0.02
Excelente	B	0.04	
Buenas	C	0.02	
Medias	D	0	
Aceptables	E	-0.03	
Malas	F	-0.07	
CONSISTENCIA			
Perfecta	A	0.04	0.01
Excelente	B	0.03	
Buena	C	0.01	
Media	D	0	
Aceptable	E	-0.02	
Mala	F	-0.04	
TOTAL FACTOR DE VALORACIÓN			0.14

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 17: Tabla de tolerancias de la OIT de la operación de pelado de cebolla.

TABLA DE TOLERANCIAS DE LA OIT				
OPERARIO		Fermina Cuenca		
DNI		18207119		
TOLERANCIAS por descanso		HOMBRE (%)	MUJER (%)	ACUMULADO
1	Tolerancias Constantes			
	1.A. Tolerancias personales	0	0	0
	1.B. Tolerancias Básico por fatiga	5	7	7
2	Tolerancias Variables			
	2.A. Tolerancia Estándar	4	4	4
	2.B. Tolerancia por posición Normal			
	2.B.1. Ligeramente difícil	0	1	1
	2.B.2 Difícil (encorvado)	2	3	
	2.B.3 Muy difícil (acostado o estirado)	7	7	
	2.C. Empleo de fuerza o energía muscular			
		2,5	0	1
		5	1	
		7,5	2	
		10	2	
		12,5	3	
		15	3	
		17,5	7	
		20	9	
		22,5	11	
		25	13	
		30	17	
		35,5	22	
			Máx	
	2.D.Mala Iluminación			
	2.D.1 Ligeramente debajo	0	0	0
	2.D.2 Muy bajo	2	2	
	2.D.3 Sumamente inadecuado	5	5	
	2.E. Condiciones Atmosféricas (calor y humedad)			
	2.E.1 Variable	0-10	0-10	3
	2.F. Mucha atención			
	2.F.1 Trabajo bastante fino	0	0	0
	2.F.2 Fino a de precisión	2	2	
	2.F.3 Muy fino o muy preciso	5	5	
	2.G. Nivel de Ruido			
	2.G.1 Continuo	0	0	0
	2.G.2 Intermitente ruidoso	2	2	
	2.G.3 Intermitente muy ruidoso	5	5	
	2.G.4 De alta frecuencia-ruido	5	5	
	2.H. Esfuerzo Mental			
	2.H.1 Proceso bastante completo	1	1	1
	2.H.2 Complejo o gran rango de c.	4	4	
	2.H.3 Muy complejo	8	8	
	2.I. Monotonía			
	2.I.1 Poca	0	0	1
	2.I.2 Mediana	1	1	
	2.I.3 Mucha	4	4	
	2.J Tediosa			
	2.J.1 Bastante tedioso	0	0	0
	2.J.2 Tedioso	2	2	
	2.J.3 Muy tedioso	5	5	
TOTAL DE TOLERANCIAS (%)				0.18

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 18: Factor de valoración operación maquillado de cebolla.

FACTOR DE VALORACIÓN / TAREA			
OPERARIO	Miriam Cruzado		
DNI	71644803		
HABILIDAD			
Superior	A1	0.15	0.06
Superior	A2	0.13	
Excelente	B1	0.11	
Excelente	B2	0.08	
Buena	C1	0.06	
Buena	C2	0.03	
Media	D	0	
Aceptable	E1	-0.05	
Aceptable	E2	-0.1	
Malo	F1	-0.16	
Malo	F2	-0.22	
ESFUERZO			
Superior	A1	0.13	0.05
Superior	A2	0.12	
Excelente	B1	0.1	
Excelente	B2	0.08	
Buena	C1	0.05	
Buena	C2	0.02	
Media	D	0	
Aceptable	E1	-0.04	
Aceptable	E2	-0.08	
Malo	F1	-0.12	
Malo	F2	-0.17	
CONDICIONES			
Ideales	A	0.06	0.02
Excelente	B	0.04	
Buenas	C	0.02	
Medias	D	0	
Aceptables	E	-0.03	
Malas	F	-0.07	
CONSISTENCIA			
Perfecta	A	0.04	0.01
Excelente	B	0.03	
Buena	C	0.01	
Media	D	0	
Aceptable	E	-0.02	
Mala	F	-0.04	
TOTAL FACTOR DE VALORACIÓN			0.14

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 19: Tabla de tolerancias de la OIT de la operación de maquillado de cebolla.

TABLA DE TOLERANCIAS DE LA OIT					
OPERARIO		Miriam Cruzado			
DNI		71644803			
TOLERANCIAS por descanso		HOMBRE (%)	MUJER (%)	ACUMULADO	
1	Tolerancias Constantes				
	1.A. Tolerancias personales	0	0	0	
	1.B. Tolerancias Básico por fatiga	5	7	7	
2	Tolerancias Variables				
	2.A. Tolerancia Estándar	4	4	4	
	2.B. Tolerancia por posición Normal				
	2.B.1. Ligeramente difícil	0	1	1	
	2.B.2 Difícil (encorvado)	2	3		
	2.B.3 Muy difícil (acostado o estirado)	7	7		
	2.C. Empleo de fuerza o energía muscular				
	Peso Levantado (kg)	2,5	0	0	Fuente: 1
		5	1	1	
		7,5	2	2	
		10	2	2	
		12,5	3	3	
		15	3	3	
		17,5	7	8	
		20	9	10	
		22,5	11	13	
		35,5	22	Máx	
	2.D. Mala Iluminación				
	2.D.1 Ligeramente debajo	0	0	0	
	2.D.2 Muy bajo	2	2		
	2.D.3 Sumamente inadecuado	5	5		
	2.E. Condiciones Atmosféricas (calor y humedad)				
	2.E.1 Variable	0-10	0-10	3	
	2.F. Mucha atención				
	2.F.1 Trabajo bastante fino	0	0	0	
	2.F.2 Fino a de precisión	2	2		
	2.F.3 Muy fino o muy preciso	5	5		
	2.G. Nivel de Ruido				
	2.G.1 Continuo	0	0	0	
	2.G.2 Intermitente ruidoso	2	2		
	2.G.3 Intermitente muy ruidoso	5	5		
	2.G.4 De alta frecuencia-ruido	5	5		
	2.H. Esfuerzo Mental				
	2.H.1 Proceso bastante completo	1	1	1	
	2.H.2 Complejo o gran rango de c.	4	4		
	2.H.3 Muy complejo	8	8		
	2.I. Monotonía				
	2.I.1 Poca	0	0	1	
	2.I.2 Mediana	1	1		
	2.I.3 Mucha	4	4		
	2.J. Tediosa				
	2.J.1 Bastante tedioso	0	0	0	
	2.J.2 Tedioso	2	2		
	2.J.3 Muy tedioso	5	5		
TOTAL DE TOLERANCIAS (%)				0.18	

Elaboración Propia