

**PROPUESTA DE REDISTRIBUCION PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS
OPERACIONES DE UNA LINEA DE EMBALAJE DE UVA EN UNA EMPRESA
DEL NORTE DEL VALLE DEL CAUCA**

**CLAUDIA MARCELA SOLIS GARCIA
SERGIO FABRICIO SALAZAR MARULANDA**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ZARZAL
2018**

**PROPUESTA DE REDISTRIBUCION PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS
OPERACIONES DE UNA LINEA DE EMBALAJE DE UVA EN UNA EMPRESA
DEL NORTE DEL VALLE DEL CAUCA**

**CLAUDIA MARCELA SOLIS GARCIA
SERGIO FABRICIO SALAZAR MARULANDA**

**Documento requisito para optar al Título Profesional como
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Director:
Mauricio Alejandro Buitrago Soto**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ZARZAL
2018**

Nota de Aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

TABLA DE CONTENIDO

SWINTRODUCCIÓN	9
1 GENERALIDADES DEL PROBLEMA	11
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
2 JUSTIFICACIÓN.....	17
3 OBJETIVOS.....	19
3.1 Objetivo General.....	19
3.2 Objetivos Específicos.....	19
4 MARCO REFERENCIAL	20
4.1 ESTADO DEL ARTE.....	20
4.2 MARCO TEÓRICO.....	27
4.2.1 Distribución de planta.....	27
4.2.2 Value Stream Mapping:.....	35
4.2.3 Estudio de métodos.....	39
4.2.4 Análisis jerarquico-metodo AHP	40
4.2.5 Simulación Arena	43
4.3 MARCO CONTEXTUAL	46
5 DISEÑO DEL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	50
6 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ACTUAL DE EMBALAJE DE UVA	52
6.1 ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	52
6.1.1 Caracterización de los procesos de la empresa.....	54
6.1.2 Características de Producción de la Uva	57
6.2 DIAGNOSTICO.....	62
6.2.1 Factor Material	64
6.2.2 Factor Maquinaria	67
6.2.3 Factor Hombre	69
6.2.4 Factor Movimiento.....	73
6.2.5 Factor Espera.....	76
6.2.6 Factor Servicio	77

6.2.7	Factor Edificio	80
6.2.8	Factor Cambio.....	81
7	PROPUESTAS DE REDISTRIBUCIÓN.....	83
7.1	OPORTUNIDADES DE MEJORA.....	83
7.2	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS.....	84
7.3	SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA IDEAL	88
7.3.1	Establecimiento de prioridades	88
7.3.2	Emisión de los juicios y evaluaciones	91
8	VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO	96
8.1	METODOLOGÍA PARA LA SIMULACIÓN.....	96
8.2	ELABORACIÓN DE MODELO ESCENARIO REAL.....	98
8.3	ELABORACIÓN DE MODELO CON MEJORA PROPUESTA.....	107
8.4	ANÁLISIS DE ESCENARIOS	111
	CONCLUSIONES	114
	RECOMENDACIONES.....	116
	BIBLIOGRAFÍA.....	117

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de distribución y sus ventajas	30
Tabla 2. Factores que influyen en una distribución de Planta.....	32
Tabla 3. Puntuación de los criterios	41
Tabla 4. Generalidades del Municipio La Unión Valle.....	47
Tabla 5. Áreas de la empresa	52
Tabla 6. Criterios de calidad y clasificación	55
Tabla 7. Tiempos Área de inicio y selección	62
Tabla 8. Tiempos Área de pesaje, etiquetado y empaque.....	62
Tabla 9. Tiempos Área de almacenamiento	62
Tabla 10. Tiempo total línea de embalaje	63
Tabla 11. Descripción Value Stream Mapping.....	66
Tabla 12. Personal Línea de embalaje	69
Tabla 13. Talk Time	70
Tabla 14. Takt Time proceso de selección e inspección.....	70
Tabla 15. Takt Time proceso de pesado.....	71
Tabla 16. Takt Time proceso de sellado	71
Tabla 17. Takt Time proceso de almacenamiento	72
Tabla 18. Símbolos Cursograma analítico	73
Tabla 19. Cursograma de Flujo.....	74
Tabla 20. Categorías de criterios	89
Tabla 21. Ponderación de los criterios de infraestructura en cuanto a importancia	89
Tabla 22. Ponderación de los criterios de recursos en cuanto a importancia	90
Tabla 23. Ponderación final de los criterios de decisión	91
Tabla 24. Ponderación de alternativas criterios cuantitativos	91
Tabla 25. Ponderación de alternativas criterios cualitativos respecto a material ...	92
Tabla 26. Ponderación de alternativas criterios cualitativos respecto a Espera	92
Tabla 27. Ponderación de alternativas criterios cualitativos respecto a Servicio ...	93
Tabla 28. Ponderación de alternativas criterios cualitativos respecto a Edificio	93
Tabla 29. Ponderación de alternativas criterios cualitativos respecto a cambio	94

Tabla 30. Ponderación de alternativas.....	94
Tabla 31. Ponderación final de las alternativas.....	95
Tabla 32. Promedio de utilización de recursos (Escenario Real).....	101
Tabla 33. Levantamiento de Información vs Resultados Modelo (Real)	104
Tabla 34. Análisis estadístico Prueba t pareada	105
Tabla 34. Promedio de tiempo en la línea de embalaje (Escenario mejora).....	107
Tabla 36. Total bandejas que ingresan y salen del sistema (Escenario mejora) .	108
Tabla 37. Tiempos de procesamiento por entidad (Escenario Mejora).....	108
Tabla 36. Tiempos Área de inicio y selección	109
Tabla 37. Tiempos Área de pesaje, etiquetado y empaque	109
Tabla 38. Tiempos Área de almacenamiento	109
Tabla 39. Tiempo total línea de embalaje	110
Tabla 41. Comparación Resultados.....	111
Tabla 42. Análisis estadístico Prueba t pareada	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Actividades del proceso de embalaje de Uva	12
Figura 2. Línea de Producción Empresa objeto de estudio La Unión V	13
Figura 3. Flujo del proceso de embalaje	15
Figura 4. Principios de selección de distribución de Planta.....	30
Figura 5. Factores de incidencia directa en la distribución de Planta.....	32
Figura 6. Ubicación geográfica Municipio La Unión Valle del Cauca	46
Figura 7. Metodología	50
Figura 8. Organigrama Funcional de la Empresa en estudio	54
Figura 9. Variedad de uva comercial de la empresa objeto de estudio	54
Figura 10. Aspectos generales de los espacios en el área de estudio.....	56
Figura 11. Diagrama de distribución de puestos y proceso de Uva	57
Figura 12. Actividades en la línea de embalaje de uva	58
Figura 13. Tipos de empaques	60
Figura 14. Value Stream Mapping	65
Figura 15. Balanzas electrónicas usadas en la línea	67
Figura 16. Selladoras artesanales usadas en la línea.....	68
Figura 17. Plano Geolocalización cenital empresa objeto de estudio	77
Figura 18. Vista delantera de la empresa objeto de estudio	78
Figura 19. Distribución Actual	80
Figura 20. Procesos línea de embalaje.....	83
Figura 21. Distribución Alternativa 1	85
Figura 22. Distribución Alternativa 2	86
Figura 23. Distribución Alternativa 3	87
Figura 24. Esquema modelo de simulación discreta.....	97
Figura 25. Estructura modelo escenario REAL.	99
Figura 26. Parametrización modelo para una hora de producción.....	100
Figura 27. Total, bandejas que ingresan y salen del sistema (Escenario Real)	102
Figura 28. Tiempo de procesamiento por entidad (Escenario Real)	102
Figura 29. Tiempo en cola (Escenario Real).....	103
Figura 30. Estructura modelo escenario Propuesta.	107

INTRODUCCIÓN

Es objetivo de toda organización obtener la mayor cantidad de beneficios posibles maximizando su producción con la optimización de los recursos empleados: insumos, mano de obra, transporte y logística, por lo cual toda empresa busca internamente la mejora constante de su eficiencia.

De acuerdo con los planteamientos de Miranda (2011), la industria frutícola constituye una fuente considerable de ingresos y fuente de empleo para un país, bien sea desarrollado o en proceso de desarrollo como la gran mayoría de países de América latina. Esta industria representa un porcentaje alto de ingresos, de ahí la importancia para cualquier empresa dedicada a la producción de alimentos o sus derivados.

Colombia es un país que cuenta con características únicas que lo hacen altamente rico en recursos. Su ubicación le permite contar con diversidad de climas y diferentes paisajes que le proveen una variedad de productos gracias a la riqueza del suelo y a los climas tropicales estables durante todo el año, (Tafur, 2006).

Muchos empresarios saben de la gran rentabilidad que genera la industria frutícola, ya que los consumidores apetecen de las frutas o alimentos derivados de las mismas. Pero no por este motivo, Colombia es el mejor productor, bien sea por la desatención del gobierno al campo o al sector productor de alimentos, o el por el desconocimiento del potencial que este sector brinda al PIB, sino especialmente por la falta de preparación técnica, siendo esta última, una de las mayores causas del pobre crecimiento del sector industrial de alimentos.

Para mejorar la productividad en la empresa se pueden implementar diferentes medidas, entre ellas la incorporación de técnicas y tecnologías de vanguardia ya que las organizaciones, independientemente de su tamaño y sector, consideraran como factor importante la satisfacción de sus clientes, por lo cual deben mejorar continuamente sus procesos para ofrecer respuestas rápidas y efectivas al exigente gusto de los consumidores e igualmente a las variaciones del mercado, con sustanciales beneficios a su productividad.

Este documento desarrolla una *propuesta metodológica para el mejoramiento de una línea de embalaje de uva en una empresa del Norte del Valle* con el fin de incrementar la competitividad de las operaciones como base de la *mejora continua* en los procesos comerciales de la empresa.

Para ello se hará una exposición de diversos aspectos sectoriales de interés y se definirán los objetivos del proyecto. Se describen diversas investigaciones que enmarcan el problema y se propone, finalmente, la implementación de acciones de mejora sobre las diferentes actividades encaminadas al logro de los objetivos específicos del proyecto.

1 GENERALIDADES DEL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad las industrias deben enfrentar, cada vez más, un mercado de distribución globalizado y en gran parte saturado, por lo que tienen que encontrar nuevas y mejores formas que le ayuden a asegurar su supervivencia, donde adaptarse al cambio constituye una importante ventaja competitiva en el sector económico agroindustrial; poseer un desempeño de clase mundial en el que la empresa opera constituye por lo tanto una generosa versatilidad en la competitiva industria de alimentos.

Las pequeñas y medianas empresas (PYME) en su afán por obtener resultados a corto plazo, excluyen el uso de técnicas y metodologías de ingeniería que contribuirían al uso eficiente de sus recursos, situación que les atrae desventajas en su mercado. Así pues, muchas de estas empresas no logran obtener los resultados esperados ya que carecen de procesos de planeación organizacional y funcional que impiden aprovechar adecuadamente sus recursos para responder ante las exigencias competitivas del mercado global.

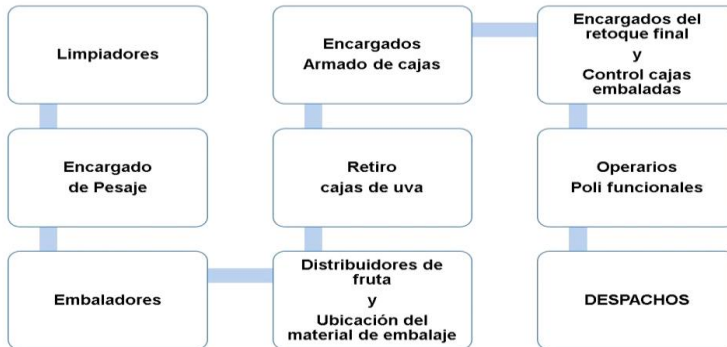
Las empresas productoras de uva de mesa y en el caso de la empresa objetivo de estudio no son ajenas a esta problemática. La producción de uva es una labor intensiva y en la mayoría de las actividades las tareas realizadas son manuales; dentro de las actividades se pueden identificar las siguientes categorías ocupacionales: Limpiadores, pesaje, embaladores, distribuidores de frutas y ubicación del material de embalaje, retiro cajas de uva, armado de cajas, otras operaciones poli-funcionales y despachos.

La productividad del trabajo varía de acuerdo a la experiencia individual y a la habilidad de cada operario, tanto como al rendimiento del viñedo; es decir, la eficiencia en esta etapa va en función del tipo de selección de racimos que se realice, lo cual se reflejara en el tiempo empleado para la limpieza y el acondicionamiento del racimo.

Figura 1. Actividades del proceso de embalaje de Uva



ACTIVIDADES DEL PROCESO EMBALAJE DE UVA



Fuente: Elaboración Propia, 2018

La empresa objeto de estudio cuyo contexto es el agroindustrial desarrolla procesos de embalaje de frutas y operación logística de forma empírica. Cuenta con dos líneas de producción, las cuales son: *embalaje de uva* y *embalaje de guayaba pera*. El trabajo en la uva de mesa se realiza de manera artesanal y las actividades de empaque, etiquetado y embalaje están ubicadas en puestos de trabajo distribuidos de forma empírica, siendo este no es más idóneo en cuanto al aprovechamiento del espacio, los tiempos de proceso y la distancia recorrida del producto siendo este perecedero

Figura 2. Línea de Producción Empresa objeto de estudio La Unión V



LINEA DE EMBALAJE - EMPRESA EN ESTUDIO



Fuente: Elaboración Propia, 2018

La empresa caso de estudio posee una desventaja relacionada con la integralidad y eficiencia para abordar diversos problemas organizacionales que se presentan, generando la carencia de una cultura de excelencia operacional centrada en la eficiencia y la satisfacción del cliente, de igual forma no posee un foco de mejora de los proyectos, ni promueve la creación de equipos multidisciplinarios y la vinculación de diferentes medidas de desempeño que apunten a un objetivo integral.

Por lo tanto, las empresas con estas características, donde sus procesos son manejados de manera empírica, se pueden identificar todo tipo de desperdicios y uso ineficiente de los recursos y los espacios que no agregan valor al producto o que no contribuyen a la transformación del mismo, implicando una gran cantidad de

tiempo de procesamiento con un uso inadecuado de los recursos organizacionales, donde no se produce de manera rápida y eficiente, generando largos tiempos en el proceso de embalaje

Las frutas frescas juegan actualmente un papel muy importante en la alimentación humana puesto que contienen importantes nutrientes tales como las vitaminas K, C, A, B, E, entre otras. Que el cuerpo humano no puede sintetizar y por lo tanto deben ser ingeridas directamente; de otro lado, la población mundial es cada vez más consciente de nutrirse bien, pero sin consumir un exceso de calorías; por lo tanto, está convencida de que un consumo creciente de frutas frescas, y de la uva de mesa en particular, mejorará su salud salvo algunas excepciones debido a que su consumo para enfermos de diabetes está restringido por lo que tener un proceso altamente productivo desde la recolección hasta su despacho final sin tiempos ni movimientos innecesarios permitiría que la uva conserve mejor sus beneficios hasta llegar al cliente final.

La productividad de la línea de embalaje se encuentra afectada por diversos factores estos provocados por la actual distribución en planta debido a que esta provoca cruces en el flujo tanto de materia prima como del producto en proceso de embalaje y su respectivo despacho. que hacen que las operarias entreguen un promedio de 40 bandejas de uva por hora, lo que obliga a trabajar turnos demasiado largos y extenuantes debido a que deben cumplir con lo acordado administrativamente, es decir, se generan tiempos de producción muy altos a causa de posibles excesos de movimientos, transportes innecesarios y a una mala distribución de los puestos de trabajo, conllevando a bajos niveles de productividad estos basados la cantidad de bandejas producidas vs bandejas esperadas por la administración y a la disminución en la calidad del producto ya que la uva es un producto perecedero requiere estar el menor tiempo posible sin refrigeración.

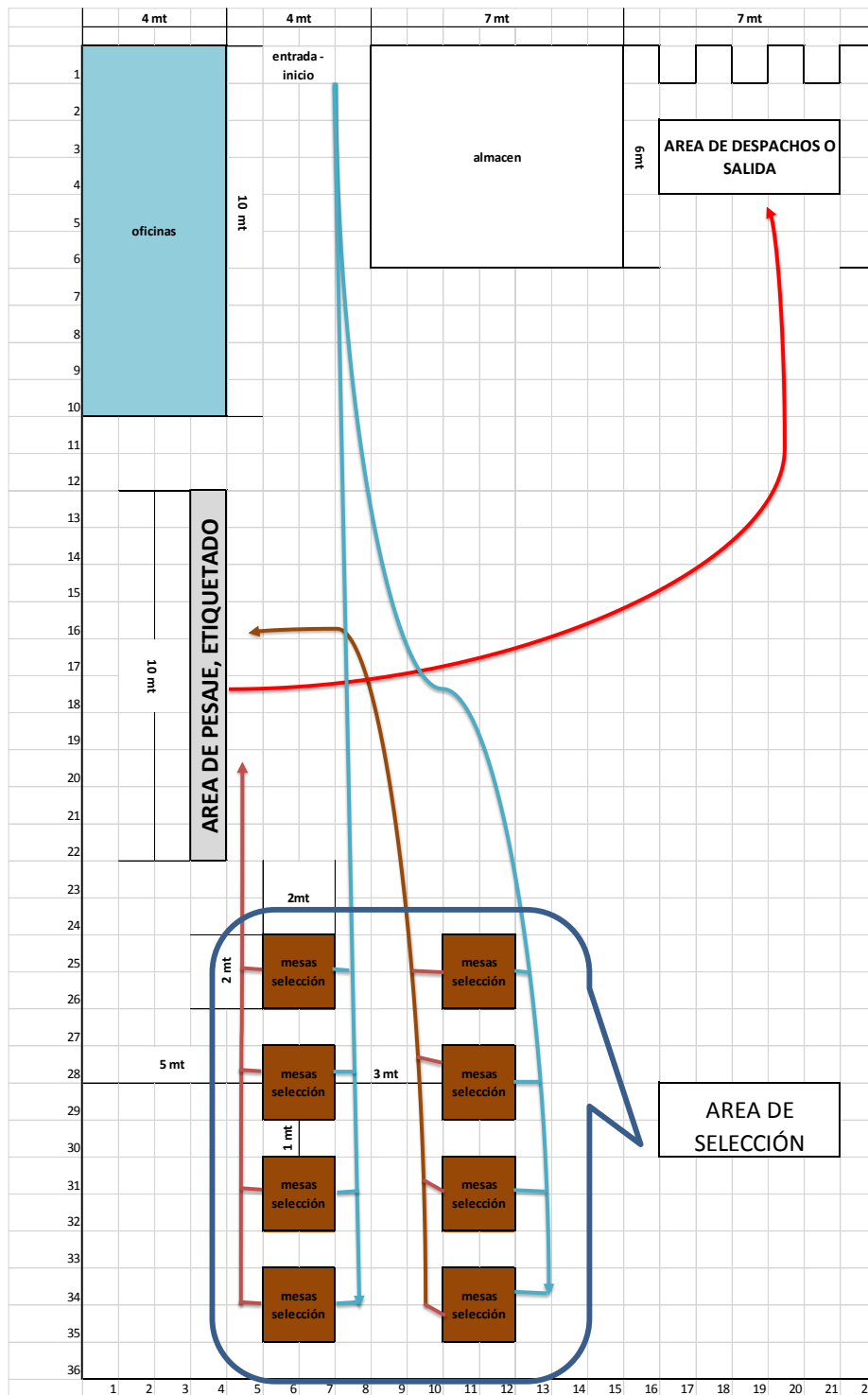
A continuación, se presentan los flujos de proceso de la línea, evidenciando así el problema que existe en cuanto a los cruces que sufre la uva en el proceso hasta llegar a su estación final que sería la bodega de despacho:

Siendo la línea azul el recorrido de la uva desde el inicio hasta el área de selección.

La línea Café el recorrido desde selección hasta pesaje y empaquetado

Por último, la línea roja que es el recorrido final desde empaquetado hasta la zona de despacho

Figura 3. Flujo del proceso de embalaje



Fuente: Elaboración propia, 2018

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Con base en lo anterior, surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo se podrían distribuir los procesos de la línea de embalaje de uva para incrementar la cantidad producida de una empresa del Norte del Valle del Cauca?

2 JUSTIFICACIÓN

"Productividad significa hacer las cosas de tal manera que, en el caso de la empresa, ésta se aproxime lo más posible a su meta. Todo aquello que lleve a una compañía más cerca de su meta es productivo; todo aquello que no la lleve es improductivo." Eliyahu Goldratt.

La globalización de los mercados exige productos de alta calidad lo que obliga a las empresas a utilizar herramientas de control, organización y optimización de sus procesos productivos para diferenciarse de sus similares y alcanzar mayor fuerza en el mercado. *Un plan dirigido a la mejora de los procesos productivos en cualquier organización, permite el correcto funcionamiento de los mismos, contribuye al aumento de la disponibilidad de los operarios, y en general mejora los niveles de operacionalización de cada actividad. (Villafañe, 2005).* Si se implementan, desarrollan y controlan las mejoras en los procesos al interior de la empresa, se alcanzará un mejor desempeño de las tareas de los trabajadores, propiciando calidad en la entrega del producto y en la mejora de la productividad de la empresa para generar mayores utilidades, por lo que se requiere de la empresa la mejora continua de sus procesos y la búsqueda constante de productividad.

En la empresa objeto de estudio se realizó un diagnóstico de su actual situación frente al proceso de embalaje de uva debido a que no cuenta en su haber administrativo y operativo con estudios técnicos para identificar a lo largo de la línea de producción aquellos puntos críticos de éxito o de fracaso en desarrollo de sus operaciones. Dado que las labores o actividades de producción se desarrollan de manera empírica y artesanal, para la empresa implica asumir mayores costos por la cantidad extra de horas requeridas, lo que genera --a su vez-- una carga excesiva de trabajo suplementario en los operarios, reduciendo considerablemente el rendimiento ya que laboran recurrentemente más de las 12 horas por día, con reducidos beneficios para las partes.

Debido a lo anterior, se hace necesario *establecer* un plan de mejoramiento una vez identificados los factores clave, determinando las variables que inciden en la eficiencia de la producción, en el proceso, en la optimización de mano de obra y en los demás recursos empleados para no generar esperas o recorridos innecesarios y a partir esta identificación prospectar el estudio técnico y

metodológico requerido para que la organización pueda adoptar e incorporar mejoras en la línea de embalaje de uva en cuanto a su distribución y de este modo, obtener incrementos en la productividad de la empresa. Por todo esto, se justifica introducir un plan de mejoramiento impactando directamente en los índices de productividad y competitividad de la empresa a partir de las mejoras en la distribución los procesos de embalaje de uva.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Proponer de una mejora de la distribución de los procesos de la línea de embalaje de uva para incrementar la eficiencia y productividad de las operaciones en la línea de embalaje de uva de una empresa del Norte del Valle del Cauca.

3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar los procesos involucrados en la línea de embalaje de uva con el fin de definir la situación productiva actual
- Plantear alternativas de redistribución y seleccionar la alternativa más viable utilizando una metodología de decisión multicriterio de la línea de embalaje que permita un flujo óptimo de la uva garantizando la fluidez de los procesos
- Validar la propuesta de mejoramiento mediante un modelo de simulación.

4 MARCO REFERENCIAL

4.1 ESTADO DEL ARTE

A continuación, se expondrán diferentes investigaciones y tipos de metodologías abordadas por diversos autores relacionados con el presente trabajo:

Los autores Womack & Jones (1990), en su libro “The Machine That Changed The World” de gran aporte para la producción, donde se muestra la incursión de una filosofía llamada Lean Manufacturing basada en el sistema productivo de Toyota, la cual consta de una variedad de herramientas que ofrecen a las organizaciones aumentar su productividad y mejorar el flujo de la cadena de valor de sus procesos, mediante la eliminación de aquellas actividades que no agreguen valor al producto o servicio, también se pretende reducir y eliminar toda clase de desperdicio que haga improductiva y poco competitiva cualquier tipo de actividad.

Por otra parte, *González (2004)* en su proyecto investigativo caso de estudio *“Propuesta para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa servioptica Ltda.”* luego de un análisis previo observa que el cuello de botella se encuentra especialmente en la oportuna entrega del producto al cliente; es decir el cumplimiento del tiempo en que la empresa se compromete a entregar un trabajo de acuerdo con las características del producto, este problema se da porque solo se han centrado en solucionar los inconvenientes uno a uno para cada día y no se detienen a encontrar la causa raíz; es decir no existe una previa y efectiva planificación de la producción; por lo que el autor decide diseñar el proceso de planeación de la producción y los materiales para que permita una ejecución eficiente de las ordenes de los clientes.

Así mismo, *Cabanillas M. (2004)*, Diseño de distribución de planta de una empresa textil, plantea diseñar una distribución de planta que permita optimizar la disposición de los elementos del ciclo productivo: maquinas, recursos humanos y materiales, en una planta nueva, de manera que el valor creado por el sistema de producción eleve el máximo de los niveles de productividad de la empresa. Este proyecto plantea su problema con base en que *“su crecimiento acelerado en ventas y niveles de producción han hecho que su planta sea cada vez más reducida y sus instalaciones sean barreras para un flujo acelerado de producción”*. Es por esto, que la empresa ha considerado que tienen la necesidad de *“evaluar la disposición de su*

planta con relación a los niveles de capacidad y demanda actuales”, con la intención final de realizar el diseño de una distribución en una nueva planta, para que esta pueda no solo cumplir con el objetivo de responder a las necesidades de la empresa y del mercado, sino también generando un diseño que sea flexible y pueda ser fácilmente adaptado a cambios que se generen a futuro. El autor de este proyecto, no solo logra aportarnos con su modelo del proceso de diseño de una planta, sino que establece algunas recomendaciones importantes en su proyecto para tener en cuenta.

Después *Pérez (2005)* menciona que la razón por la cual las organizaciones deben mejorar su eficiencia, se debe a una presión natural de la competencia, que pone límites a los precios de venta de los productos y, por tanto, pone la presión sobre el costo como única alternativa de mejorar la rentabilidad del negocio. Aquellas plantas que logren mejores estándares de eficiencia serán capaces de concentrar mayores volúmenes de producción, ya que ello permitirá a la corporación como unidad global tener un grado más alto de eficiencia. Pero para lograr este aumento, es vital usar métodos que permitan medir este factor y para ello, se mencionan algunos bastante significativos como el OEE (Eficiencia Global de Equipos); la cual tiene como pilares fundamentales la velocidad, disponibilidad y calidad, todos ellos dirigidos obviamente a la eficiencia de los equipos, no obstante, cabe resaltar que más que medir el "número" de la eficiencia es más relevante cómo podemos ir logrando que ésta vaya aumentando progresivamente.

Muñoz (2009), en su estudio “*Diseño de propuestas de mejoramiento en la línea de productos cubiertos con chocolate a través del análisis de operaciones en la empresa colombiana del cauca S.A*” trata a través del análisis de las operaciones una propuesta de diseño para línea de productos cubiertos con chocolate, donde se evidencian problemas en el cambio de referencia de productos, el cual es vital para el programa de producción de la compañía, es por esto que en su estudio dispone de mejoras, diseño y estrategias que permitan disminuir los tiempos de cambios y alistamientos de referencia de un producto a otro, mediante la metodología SMED, acrónimo de Single Minute Exchange of Die, que en español traduce cambio de herramienta en (pocos) minutos, un programa de mejoramiento continuo que consiste en generar un método único y estándar para facilitar el entrenamiento y flexibilidad de los operarios.

Más adelante *Crespata (2011)*, en “*Optimización de los Procesos de Producción en la Fábrica Textil Avaritos Factory*” realizó un estudio, con la finalidad de mejorar los

procesos de producción, el uso del recurso humano y material, e incrementar el nivel de productividad en la empresa Avaritos Factory. Cuando se analizó el proceso por medio de mecanismos como: encuestas, observaciones directas de los procesos de producción y diálogos con el personal, se determinó que el actual proceso de producción que se emplea en la línea de confección de sus distintas líneas de producción se presentan diferentes fallas como excesos de recorridos, mala distribución de los puestos de trabajo, condiciones de trabajo inadecuadas, materia prima, entre otras, para las cuales se plantea corregirlas y así mejorar el índice de productividad, mediante establecimiento de hojas de proceso, determinación de tiempos para las distintas actividades y la determinación de recorridos únicamente necesarios para la confección de los distintos productos fabricados, para lo cual se establece una nueva distribución de planta, se utiliza un estudio de movimientos entre cada puesto de trabajo logrando establecer una redistribución que satisface las necesidades de las líneas de producción.

Consecutivamente, Monsalve. F., & Quiñonez. J., (2011). Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping para identificar y reducir los desperdicios del proceso de producción de una empresa de alimentos balanceados para animales, establece las posibles mejoras por medio de la identificación y reducción de desperdicios. La caracterización del sistema permitió conocer de manera detallada el proceso objeto de estudio, ya que además de describir el proceso claramente se realizó un análisis de las actividades que componen cada etapa del proceso, donde se lograron definir aquellas que agregaban o no valor y las que no aplicaban dentro del alcance definido. Una vez realizado este análisis se concluye que a pesar de que se presentaban actividades que no agregan valor, eran necesarias, ya que contribuyen al buen funcionamiento del proceso. A partir de la aplicación del Value Stream Mapping, lograron identificar como desperdicio el tiempo que pasa el producto en proceso (WIP), el cual en el estado actual acumulaba un total de 0.91088 horas, logrando mediante la propuesta una disminución del 43% aproximadamente, ya que tuvo un tiempo de 0.63756 horas.

Al siguiente año, Quiceno O & Zuluaga N. (2012) en su trabajo "*Propuesta de mejoramiento para la distribución de planta en una empresa del sector lácteo*", tiene como finalidad rediseñar un Layout que se ajuste más a las necesidades de la empresa, mostrando un porcentaje de adyacencia mayor y un costo menor. Para validar la propuesta de rediseño usaron la herramienta de simulación donde ingresaron datos de entrada al modelo, como los tiempos de las operaciones,

distancias, flujo de materiales y demás datos necesarios para que la salida del modelo arrojará los nuevos tiempos que se requieren para desempeñar las operaciones en la disposición propuesta. De esta forma fue posible realizar una comparación entre ambas disposiciones en términos de tiempo, y se pudo concluir como consecuencia del acercamiento del área de embalaje al CEDI y con el cambio en la disposición de los puestos de trabajo, se eliminó la confusión y congestión dentro de las instalaciones del CEDI, específicamente en el área de despacho, puesto que ahora el acceso de entrada al centro de distribución es diferente al de salida. Por ello, no se presentarán cruces entre las estibas con leche lista para almacenar y otras referencias albergadas dentro del CEDI o con las estibas de leche liberadas de la cuarentena y listas para ser despachadas. Igualmente, se obtiene una reducción de la distancia total recorrida por el operario que realiza el traslado de las estibas al CEDI del 35.33%. Lo cual, se ve representado en una reducción del 4.8% para el tiempo de ciclo de una estiba y un aumento de la capacidad del 6.38%, equivalente a 1920 unidades más, ubicadas en el CEDI durante el tiempo disponible para cumplir con la demanda, es decir, 18 horas.

Además, Pérez (2012), en su investigación *“Estandarización del Proceso Productivo en una empresa dedicada a la fabricación de envases plásticos”*, menciona como propósito aumentar la productividad de toda la línea de producción comenzando desde la molienda de materia prima recuperada hasta el almacenamiento del producto terminado con el propósito de implantar métodos de trabajo estandarizados que puedan favorecer el desarrollo de la producción de envases plásticos. El estudio se desarrolló en dos etapas básicamente, las cuales estaban estructuradas en los siguientes pasos, la primera etapa se basó en un Diagnóstico Situacional constituido por: observaciones directas, donde se recolectó información que permitió conocer cómo se ejecutan las operaciones dentro del proceso de producción de los envases plásticos, esta etapa la constituye el diagrama de flujo de proceso, diagrama de enfoque del proceso, lluvia de ideas, diagrama de causa efecto, diagrama de Pareto, entre otros. Estas técnicas y herramientas implementadas en este trabajo de investigación fueron de gran ayuda debido a que permitió el diagnóstico de deficiencias que requerían ser mejoradas, para un buen desarrollo del proceso productivo de los envases de plástico.

Al mismo tiempo, Baron A. & Zapata L. (2012), Proyecto de redistribución de planta en una empresa del sector textil, considera un cambio de esta, el cual permita mejorar el flujo de materiales, reducir sus costos y aprovechar el espacio disponible dentro de su planta, para la validación del rediseño utilizan dos software diferentes,

con los que ninguno logra una solución favorable para la empresa, debido a que por una parte el software Layout VT no está teniendo en cuenta las dimensiones específicas de la distribución actual, por otra parte el software Facility Re-Layout que tiene en cuenta los costos de redistribución de cada departamento pero no los costos verticales de la redistribución, establece que no se realice ningún movimiento ya que considera muy costoso cualquier movimiento que se genere en la redistribución actual; por tal motivo se plantea que es mejor alternativa para para la empresa, tener en cuenta una propuesta realizada por los autores del proyecto basada en las oportunidades de mejora identificadas en el objetivo número dos (2) "Identificar y detectar oportunidades de mejora respecto a la distribución actual". Finalmente y dando cumplimiento al objetivo en mención, se plantea tener en cuenta en la propuesta de redistribución los factores como congestión, condiciones de trabajo, y aprovechamientos de espacios, así que se propone realizar el cambio solo en tres departamentos como lo son, corte, confección y tela tubular tenida al piso número 1, para que la empresa tenga todos sus departamentos productivos en este piso , evitando desplazamientos hacia el piso número dos y generar mejores condiciones de trabajo, aprovechamiento de espacios y disminución de la congestión.

En el mismo año *Delgado (2012)*, "*Desarrollo e implementación de técnicas de ingeniería industrial para la mejora de una línea de producción.*" presenta una propuesta de mejora de una línea de embalaje de termómetros orales; donde se dispone de doce estaciones destinadas a realizar distintas actividades las cuales son ejecutadas por ocho operarios donde se busca hacer un balance de línea por medio de simulación con mejoras para lograr reducir el tiempo de ciclo, equilibrar la carga de trabajo entre todos los empleados y reducir desperdicios, para lo cual se realiza un diagrama de paretto con las tareas que más fallos generan de cada una.

Gómez & Ortiz (2012) Una revisión de los modelos de mejoramiento de procesos con enfoque en el rediseño. Este artículo revisa la literatura sobre los diferentes modelos para el mejoramiento de procesos desarrollados como elemento clave para alinear las operaciones de las empresas con sus prioridades estratégicas. El objetivo es proporcionar información útil sobre la anatomía de la literatura en esta área de conocimiento, presentando un marco unificado de los artículos explorados cronológicamente, a partir de los tres principales enfoques para el mejoramiento de procesos. El análisis se centra en 11 modelos con un enfoque en el rediseño y examina las características subyacentes y la metodología estructurada, los aportes

y diferencias entre los constructos manejados por sus autores. Adicionalmente, se revisan los aspectos positivos y aquellos que pueden ser complementados para mejorar su aplicabilidad en las empresas.

Un año después Hidalgo & Guadalupe (2013), en su trabajo “mejora continua en el mantenimiento de una línea de producción para una fábrica de productos alimenticios”, realizan un estudio direccionado a líneas de envasado de productos alimenticios donde observan que el mayor motivo de incumplimiento está dado por paros técnicos; así que realizan un diagnóstico inicial de las maquinas que conforman la línea de producción para determinar cuáles son las partes críticas que generan el paro técnico y de forma precisa seleccionar cuáles serán los trabajos que podrán ser realizados en las cuatro semanas que está programado el mantenimiento; lo que se busca al iniciar el arranque de la producción, es elevar el rendimiento de la línea y mantenerlo constante. Los autores enfatizan que la mejora continua es aplicable en todos los aspectos técnicos y más aún en problemas repetitivos.

El autor *Rosario (2013)*, en su trabajo titulado “*Desarrollo de una línea de montaje de cajas de transmisión para vehículos agrícolas*”, mediante un proyecto sobre el diseño en implementación de una nueva línea de montaje de cajas de transmisión de cinco velocidades para cosechadoras, la cual no tiene prevista su capacidad de producción futura para los próximos cinco años; por lo que se requiere estructurar unos objetivos; como duplicar la capacidad de la producción para así poder cubrir los requerimientos, reducir la carga de maquina eliminando el turno de la noche dejando solo dos diarios, aumentar el número de cajas validas de un 95% a un 98% de las totales producidas, mejorar la seguridad del proceso reduciendo el número de incidentes y accidentes anuales de cinco a dos. Con lo anterior, se quiere aumentar la capacidad de producción de la línea de ensamble, mejorar la seguridad de los operarios, calidad del producto y eficiencia del proceso.

Por otro lado, *Araño (2013)* en su trabajo “*Modelación y optimización de condiciones operacionales en máquinas lavadoras de ampollitas en la Empresa Laboratorios AICA*”. En este trabajo se estudian las variables que actúan bajo las condiciones operacionales normales de las máquinas. Para esto fue necesario obtener un modelo matemático que especifique como dicho proceso puede ser optimizado y con la ayuda de un diseño de experimental se obtuvo un modelo funcional el cual puede estimar el rendimiento del lavado en máquinas. Se comprobó la factibilidad de aplicación de este estudio al resto de las máquinas y formatos que componen al

área de lavado y los resultados económicos fueron satisfactorios. El procedimiento basado en la modelación y optimización de las condiciones operativas de máquinas lavadoras propuesto en el presente trabajo contribuye a la toma de decisiones efectivas respecto a las condiciones operacionales de máquinas lavadoras demostrando su efectividad computacional y calidad de las soluciones que se obtienen.

Tabares (2013) Por otra parte aborda como caso de estudio su trabajo “*Solución del problema de balanceo de línea con estaciones de trabajo en paralelo, un caso de estudio en el sector de las confecciones*” esta propuesta busca mejorar la línea en un empresa de confecciones ubicada en el departamento de Risaralda, la cual tiene implementada sus estaciones de trabajo en paralelo pero existe un incremento de costo de capital debido a la duplicación herramientas/equipo; por esta razón realiza una comparación entre el balanceo usado por la empresa y el algoritmo Branch and Bound (B&B) propuesto por Robert Klein y Armin scholl en su artículo Maximizing the production rate in simple assembly line balancing – A Branch and Bound procedure- con el fin de determinar la pertinencia del mismo.

Más adelante Ortiz & Caicedo (2014) en su investigación “*Programación óptima de la producción en una pequeña empresa de calzado en Colombia*” tuvo como propósito diseñar la programación óptima de la producción en una pequeña empresa de calzado, donde se evidenciaron las restricciones del sistema productivo y así se pudo desarrollar un modelo matemático, siguiendo la teoría de restricciones en conjunto, en específico se utilizó la técnica de programación lineal. El resultado de este estudio permitió obtener las cantidades óptimas de fabricación. Esta investigación también fue fundamental para identificar la operación crítica del sistema productivo, a partir de lo cual se hallaron nuevos y mejores espacios y oportunidades para el aprovechamiento de sus recursos. El modelo matemático y el proceso de programación a partir de la teoría de restricciones, puede implementarse en pequeñas empresas de calzado que presenten las mismas características del caso de estudio.

Es así como *Camargo, J., Hernández, N. y Rodríguez, A. (2015)*. En su artículo investigativo “*Sistema de transporte y embalaje utilizando robótica cooperativa basada en teoría de colonias de hormigas mediante plataforma Mindstorm de LEGO®.*” presentan una propuesta que sugiere la implementación de la nueva tecnología en este caso la automatización “la robótica cooperativa”, aquí se muestra

un sistema enfocado a la selección y embalaje, etapa final de la mayoría de procesos industriales. El problema fue abordado con agentes robóticos con diferentes características que trabajan emulando la organización de una colonia de hormigas, haciendo de estas etapas un proceso eficiente, eficaz y de gran flexibilidad ante los cambios de la producción. A la hora de diseñar los algoritmos que permitieron el correcto desempeño del sistema, fue notorio el alto costo computacional y el tiempo requerido para la convergencia del mismo en algunos procesos de la implementación. Pero Finalmente, se generó un sistema eficiente, dinámico y autónomo.

4.2 MARCO TEÓRICO.

Este trabajo se desarrolla bajo un marco teórico el cual se guía principalmente en las siguientes herramientas Value Stream Mapping (VSM), Estudio de métodos, distribución en planta y la simulación en Arena Software, apoyados en otras herramientas del Lean Manufacturing.

4.2.1 Distribución de planta

De acuerdo a (Muther, 1970) La *distribución de planta* es un concepto relacionado con la disposición de las máquinas, los departamentos, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes dentro de una instalación productiva propuesta o ya existente.

La finalidad fundamental de la distribución en planta consiste en organizar estos elementos de manera que se asegure la fluidez del flujo de trabajo y la adecuada disposición de materiales, personas e información a través del sistema productivo. Además, esta busca hallar una ordenación de las áreas de trabajo y equipo, siendo la más económica para el trabajo, de igual forma segura y satisfactoria para los empleados

Objetivos de una distribución en planta

- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y satisfacción del obrero.
- Incremento de la producción.
- Disminución en los retrasos de la producción.
- Ahorro de área ocupada.

- Reducción del material en proceso.
- Acortamiento del tiempo de fabricación o disminución de la congestión o confusión.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones.

Tipos de distribución en planta

Existen cuatro tipos principales de distribución en planta que son:

- *Distribución por posición fija.* Consiste básicamente en construir el producto donde va a quedar, permanece en un solo lugar y por tanto las máquinas, personal y demás equipos empleados en la construcción se llevan hacia el producto. Sus características son:
 - Demanda baja y esporádica
 - Productos grandes
 - Imposible o muy difícil de mover
 - Altamente personalizado
- *Distribución por procesos.* Se utiliza generalmente cuando hay gran variedad de productos con poca demanda entre los productos. En este tipo de distribución las operaciones de la misma naturaleza se encuentran agrupadas, además se considera una demanda insuficiente para dedicar equipos a un solo producto. Sus características son:
 - Bastante producto en proceso
 - Los departamentos se organizan de acuerdo a los procesos
 - Maquinas con funciones y capacidades similares
 - Bajo porcentaje de utilización de las maquinas
- *Distribución por producto.* Este tipo de distribución es denominada “Producción en Cadena”, la maquinaria y equipos requeridos son agrupados en una misma zona, y según el proceso de fabricación, generalmente es utilizado cuando existe poca variedad de producto y alta demanda del producto o productos. También se recomienda el uso de este tipo de distribución cuando hay una demanda constante y el suministro de materiales es fácil y continuo. Sus características son:
 - Cortos plazos de entrega
 - Baja flexibilidad
 - Un nivel alto de consistencia

- *Distribución de diseños híbridos:* Este tipo de distribución busca obtener beneficios principalmente de los tipos de distribución por procesos y por producto, combinando la eficiencia de la distribución por producto y de la flexibilidad de la distribución por procesos, permitiendo que un sistema de alto volumen y uno de bajo volumen puedan coexistir en la misma instalación. Existen tres formas de desarrollar una distribución híbrida:
 - *Célula de trabajador, múltiples máquinas.* Este tipo de distribución consiste en que un mismo trabajador se encargue de la operación de varias máquinas al mismo tiempo, creando así la producción mediante un flujo de línea, se aplica perfectamente cuando los volúmenes de producción no son suficientes para mantener a todos los trabajadores de una línea de producción ocupados. Sus características son:
 - Las maquinas se disponen en forma de U
 - Reduce los niveles de inventario
 - *Tecnología de grupo.* Este tipo de distribución es comúnmente utilizada en volúmenes de producción pequeños, en lo que se quiere obtener las ventajas de una distribución por producto. En esta técnica no se limita a un solo trabajador, sino que aquí las partes o productos con características similares se agrupan en familias junto a las maquinas utilizadas en su producción. Sus características son:
 - Distribución de máquinas en células separadas
 - Reduce el tiempo de permanencia de cada trabajador en el taller
 - Simplifica las rutas que recorren los productos
 - *Línea de flujo:* Este tipo de producción en celdas consiste en que todas las partes del grupo siguen una misma secuencia y los tiempos de procesamiento son proporcionales.

Tabla 1. Tipos de distribución y sus ventajas

Producto	Proceso Funcional	Posición Fija
Menor transporte de materiales	Mejor utilización de la maquinaria	El transporte de materiales se reduce al mínimo
Menor cantidad de materiales en proceso y menor espacio temporal	Flexibilidad en la asignación de equipo	Asegura continuidad por la asignación de un equipo de operarios responsables
Uso efectivo de la mano de obra por especialización, facilidad de entrenamiento y mayor oferta menor costo	Se adapta a demanda intermitente con gran variedad de productos	Se adapta a demanda intermitente con gran variedad de productos
Mayor facilidad de control	Mayor incentivo al operario por la diversidad de funciones	Permite cambios en el diseño de productos y secuencia de operaciones
Se simplifica la planeación, control y supervisión de la producción	Más fácil continuidad de producción por averías de maquinaria, escasez de material o ausencia de operarios	Es más flexible

Fuente: Acero, Luis Carlos. 2009

Principios básicos para selección de una distribución de planta

Figura 4. Principios de selección de distribución de Planta



Fuente: Elaboración Propia, 2018

- Principio de Integración de conjunto

Este principio de integración de conjunto consiste en integrar al hombre, máquinas, y materiales de la forma más racional posible, logrando así que funcionen como un equipo único. Además, parte de la idea que no es suficiente conseguir una buena distribución para cada área, sino que esta incluso debe ser beneficiosa para las áreas que la afectan indirectamente.

- Principio de la mínima distancia recorrida

Este principio consiste en que la mejor distribución es aquella en la cual se pueda mover el material a la distancia más corta posible entre operaciones consecutivas, en el traslado de material se debe procurar el ahorro, reduciendo las distancias de recorrido, lo que significa que se debe colocar operaciones sucesivas inmediatamente adyacentes unas a otras.

- Principio de la circulación o recorrido

Este principio plantea que será mejor aquella distribución que tenga ordenadas las áreas de trabajo en la misma secuencia en que se transforman o montan los materiales. Es un complemento del principio de la Distancia Recorrida y significa que el material se moverá progresivamente de cada operación a la siguiente, sin que existan retrocesos o movimientos transversales, buscando un progreso constante hacia su terminación sin interrupciones o interferencias.

- Principio del espacio cubico

Este principio consiste en que la distribución más económica será aquella que utilice los espacios horizontales y verticales, ya que se obtiene un ahorro del espacio, aprovechando sus tres dimensiones por igual.

- Principio de Satisfacción y Flexibilidad

Este principio consiste en que la distribución que proporcione a los trabajadores mayor seguridad y confianza es la mejor, y que una distribución nunca puede ser efectiva si somete a los trabajadores a riesgos o accidentes.

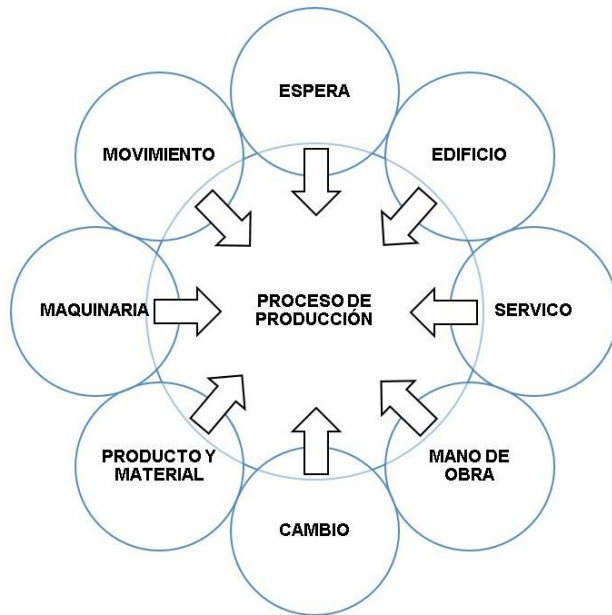
- Principio de Flexibilidad

Este principio consiste en que aquella distribución de planta que pueda ser reordenada o ajustada con pocos inconvenientes y además al costo más bajo posible. Actualmente, es uno de los principios que se considera más importante ya que las plantas incurren en pérdidas de dinero al no poder adaptar sus sistemas productivos con rapidez a los cambios constantes del entorno.

Factores que influyen directamente en una distribución de planta

Según Luis Carlos Acero Palacios en su libro Ingeniería de “Métodos, movimientos y tiempos”, en la distribución de planta no sólo hay que considerar los diferentes tipos de distribución existentes de acuerdo el proceso productivo, sino que hay factores que influyen directamente con el proceso de diseñar una distribución de planta.

Figura 5. Factores de incidencia directa en la distribución de Planta



Fuente: Acero, Luis Carlos. 2009

Tabla 2. Factores que influyen en una distribución de Planta

Producto y Materiales	Materias primas
	Material entrante
	Material en proceso
	Producto acabado
	Material saliente o empaques y embalajes
	Materiales accesorios empleados en el proceso

		Piezas rechazadas, a recuperar o repetir
		Material de recuperación
		Viruta, desperdicios o desechos
		Materiales para mantenimiento
Maquinaria		Máquinas de producción
		Equipo de proceso o tratamiento
		Dispositivos especiales
		Herramientas manuales y eléctricas, moldes, patrones, plantillas, montajes
		Máquinas y equipos de manejo de materiales
		Controles o cuadros de control
		Maquinaria de repuesto o inactiva
		Maquinaria para mantenimiento
Factor Humano		Mano de obra directa
		Jefes de equipo, sección o encargados, servicio
		Personal indirecto o de actividades auxiliares
		Condiciones específicas de trabajo y seguridad
		Clase y cantidad de operarios
		Turnos de trabajo
		Satisfacción del operario (retribución)
Movimiento		Manejo de productos y materiales
		Uso adecuado del equipo de manejo de materiales

		Uso de equipos mecanizados o automáticos
Espera		áreas de recepción de materiales o productos,
		áreas para esperas o demoras durante el proceso
		Inspecciones
		Recepción de materias primas y materiales
		Despacho del producto terminado
Servicio		Oficinas, cafetería
		Servicios Sanitarios y de seguridad
		Capacitación y Desarrollo
		Servicios relativos al material
		Laboratorio de calidad
		Talleres de mantenimiento, manejo de combustibles y lubricantes
Edificio		Circulación y flujo
		Flujos horizontales: Flujos en I, S, O, U, L, Combinado
		Flujos verticales: Ascendentes, Descendentes, elevación centralizada y descentralizada
		Flujo unidireccional y retroactivo
		Flujo vertical e inclinado
		Flujo simple o múltiple
		Planear el todo y después el detalle
		Planear la distribución y luego la practica

Cambio	Seguir los ciclos de distribución y superponer las fases
	Planear el proceso y la maquinaria con las necesidades de material
	Planear la distribución con base en el proceso y la maquinaria
	Proyectar el edificio a través de la distribución
	Planear con una clara visualización
	Planear con un equipo multidisciplinar
	Comprobar la distribución
	Vender el proyecto de distribución
	Instalaciones de la distribución de planta

Fuente: Acero, Luis Carlos. 2009

4.2.2 Value Stream Mapping:

De acuerdo al David Aroca (2018) en su trabajo “Value Stream Mapping: Qué es, beneficios y cómo realizarlo” donde se presenta todo lo relacionado sobre las herramientas Lean. Describe La importancia de tener en cuenta que los clientes lo único que quieren es que sus productos se fabriquen cumpliendo con todos sus requisitos de calidad y dentro del plazo de entrega. No se preocupan por el esfuerzo ni los recursos invertidos para producirlos. El valué Stream mapping mantiene ese enfoque.

El Valué Stream mapping es una herramienta clave dentro de la metodología lean manufacturing y es un diagrama que se utiliza para visualizar, analizar y mejorar el flujo de los productos y de la información dentro de un proceso de producción, desde el inicio del proceso hasta la entrega al cliente.

- El valor (Valué): es lo que el cliente nos está comprando. Tu producto o servicio debe ofrecer algo de valor para el cliente.
- Stream: es el flujo de los procesos a través de tu organización que convierten los insumos en un producto o servicio de valor para el cliente (cadena de valor)
- El mapeo (mapping) es la acción de documentar visualmente la cadena de valor para que puedas analizarla a fin de encontrar áreas que tengan mejora.

De acuerdo al objetivo principal del valú Stream mapping es resolver todos los problemas existentes en el proceso de producción para aumentar la productividad del mismo, reduciendo o eliminando desperdicios. Lo que se desea es alcanzar el estado futuro que se plantea, ese estado ideal donde no hay ningún tipo de desperdicio en la producción.

Hay que analizar proceso por proceso, evaluando cómo agrega valor al producto (o cómo no lo agrega). Este enfoque en el valor es lo que mantiene el análisis orientado a lo que realmente importa, permitiendo a la empresa ser más competitiva.

El VSM se utiliza para producir el mayor valor para el cliente de la manera más eficiente posible.

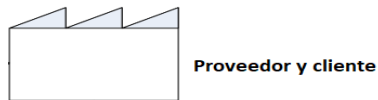
Además, puede y se debe tener siempre presente para la mejora continua, ya que siempre se pueden obtener oportunidades de mejora. El VSM permite ver no sólo el desperdicio, sino también la fuente o causa del mismo.

Valú Stream mapping sirve como una herramienta efectiva para la comunicación y la colaboración entre todas las personas implicadas en el proceso de producción. Se puede visualizar claramente el estado actual del proceso e identificar dónde se producen los desperdicios exactamente, como por ejemplo retrasos, tiempos muertos, tiempos de inactividad excesivos, limitaciones y problemas de inventario. Con el VSM del estado futuro o del estado ideal, se puede definir las acciones concretas a realizar para mejorar.

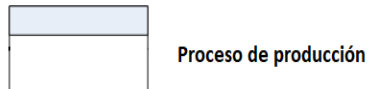
Aunque su objetivo principal es eliminar desperdicios, el VSM también se puede ver desde la perspectiva de agregar valor al producto, que es lo que al fin y al cabo lo que le importa al cliente. La eliminación de los residuos es el medio para lograr el fin de crear valor, como reducir los costes de producción, aumentando la calidad, lo que conlleva a un producto con un precio más bajo y de mejor calidad. El valor es algo que un cliente está dispuesto a pagar.

- 5.1.1 Simbología del Valú Stream Mapping:

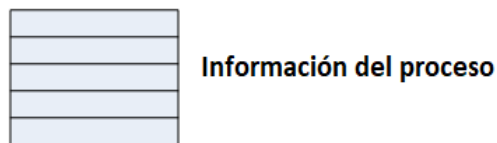
A continuación, se presentan algunos símbolos del diagrama valú Stream mapping. No son los únicos, pero sí son los más utilizados:



Proveedor y cliente: Representa a los clientes y a los proveedores



Proceso de producción: Representa cada uno de los procesos de producción:

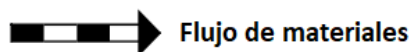


Información del proceso: Recoge toda la información del proceso como tiempo de ciclo, número de operarios, número de turnos...

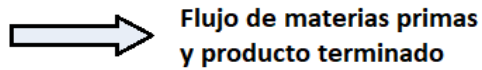
Línea de tiempo: Se representan los tiempos que añaden y no añaden valor al proceso:



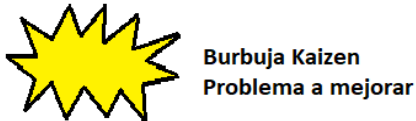
Flujo de información: Representa cómo fluye la información



Flujo de materiales: Representa cómo fluyen los materiales entre procesos:



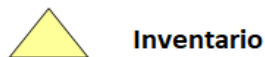
Flujo de materias primas y producto terminado:



Burbujas Kaizen: Problemas encontrados en el proceso que requieren una acción de mejora.



Transporte



Inventario: Representa los niveles de inventario. Estos niveles pueden convertirse a tiempo, mediante el tiempo de ciclo o el tiempo de takt.

Los pasos para realizar el valú Stream mapping son los siguientes:

Fase 1 – identificar el producto o familia de productos a estudiar y mejorar.

Lo primero de todo es definir sobre qué productos o familia de productos vamos a realizar el valú Stream mapping.

Fase 2 – realizar el VSM del estado actual

En el VSM del estado actual reflejaremos los procesos de producción tal y como están actualmente.

No se trata de listar todas las tareas específicas que se realizan en el proceso de producción. El objetivo es definir cada proceso desde el punto de vista del flujo de valor, es decir, recoger información necesaria para obtener qué actividades añaden valor al producto y cuáles no analizando tanto actividades laborales como flujos de información y valorar si añaden valor o no. Es muy importante registrar la realidad de lo que observes y no confiar tanto en la información que puedan darte los operarios, y así pasamos a describir los datos necesarios para cada uno de los procesos de producción involucrados en los productos elegidos.

4.2.3 Estudio de métodos

De acuerdo a López (2016). En su trabajo Herramientas para el ingeniero industrial. Definió que el Estudio de Métodos o Ingeniería de Métodos es una de las más importantes técnicas del Estudio del Trabajo, que se basa en el registro y examen crítico sistemático de la metodología existente y proyectada utilizada para llevar a cabo un trabajo u operación. El objetivo fundamental del Estudio de Métodos es el aplicar métodos más sencillos y eficientes para de esta manera aumentar la productividad de cualquier sistema productivo. La evolución del Estudio de Métodos consiste en abarcar en primera instancia lo general para luego abarcar lo particular, de acuerdo a esto el Estudio de Métodos debe empezar por lo más general dentro de un sistema productivo, es decir "El proceso" para luego llegar a lo más particular, es decir "La Operación".

Procedimiento básico sistemático para realizar un Estudio de Métodos

- **SELECCIONAR:** el trabajo o proceso que se ha de estudiar.
- **REGISTRAR:** recolectar todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso, utilizando las técnicas más apropiadas y disponiendo los datos en la forma más cómoda para analizarlos.
- **EXAMINAR:** los hechos registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo; el orden en que se ejecuta; quién la ejecuta, y los medios empleados para tales fines.
- **IDEAR:** el método más económico, teniendo en cuenta todas las circunstancias y utilizando las diferentes técnicas de gestión, así como los aportes de los dirigentes, supervisores, trabajadores y asesores cuyos enfoques deben analizarse y discutirse.
- **EVALUAR:** los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo tipo.

- **DEFINIR** el nuevo método, y el tiempo correspondiente, y presentar dicho método, ya sea verbalmente o por escrito, a todas las personas a quienes concierne, utilizando demostraciones.
- **IMPLANTAR**: el nuevo método, comunicando las decisiones formando a las personas interesadas (implicadas) como práctica general aceptada con el tiempo normalizado.
- **CONTROLAR**: la aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolos con los objetivos.

4.2.4 Análisis jerárquico-metodo AHP

El Proceso de Análisis Jerárquico, es un método basado en la evaluación de diferentes criterios que permiten jerarquizar un proceso y su objetivo final consiste en optimizar la toma de decisiones gerenciales (Saaty, 1980). Esta metodología se utiliza para resolver problemas en los cuales existe la necesidad de priorizar distintas opciones y posteriormente decidir cuál es la opción más conveniente. Las decisiones a ser tomadas con el uso de esta técnica, pueden variar desde simple decisiones personales y cualitativas hasta escenarios de decisiones muy complejas y totalmente cuantitativas.

Fundamentos teóricos del AHP:

La metodología AHP (Saaty, 1980,1990) es una poderosa y flexible herramienta de toma de decisiones multi-criterio, utilizada en problemas en los cuales necesitan evaluarse aspectos tanto cualitativos como cuantitativos. La técnica AHP ayuda a los analistas a organizar los aspectos críticos de un problema en una estructura jerárquica similar a la estructura de un árbol familiar, reduciendo las decisiones complejas a una serie de comparaciones que permiten la jerarquización de los diferentes aspectos (criterios) evaluados.

En su apéndice matemático, Saaty (1998), el AHP esta se presenta en cinco axiomas:

Axioma 1: referente a la condición de juicios recíprocos: La intensidad de preferencia de A_i/A_j es inversa a la preferencia de A_j/A_i .

Axioma 2: referente a la condición de homogeneidad de los elementos:

Los elementos que se comparan son del mismo orden de magnitud.

Axioma 3: referente a la condición de estructura jerárquica o estructura dependiente de reaprovechamiento.

Dependencia en los elementos de dos niveles consecutivos en la jerarquía y dentro de un mismo nivel.

Axioma 4: referente a condición de expectativas de orden de rango: Las expectativas deben estar representadas en la estructura en términos de criterios y alternativas.

Esquema del modelo AHP

El proceso de análisis jerárquico propone ejecutar los siguientes pasos:

a) Definir los criterios de decisión en forma de objetivos jerárquicos. La jerarquización se estructura en diferentes niveles: iniciándose en el tope con la definición del objetivo principal del proceso de jerarquización, luego se definen los niveles intermedios (criterios y sub-criterios a evaluar) y finalmente, en el nivel más bajo se describen las alternativas a ser comparadas.

b) Evaluar (pesar) los diferentes criterios, sub-criterios y alternativas en función de su importancia correspondiente en cada nivel. Criterios cualitativos y cuantitativos pueden ser comparados usando juicios informales para obtener los pesos y las prioridades. Para criterios cualitativos, la técnica AHP utiliza simples comparaciones (apareadas - pairwise) para determinar los pesos y evaluarlos. De esta forma el analista puede concentrarse en solo dos criterios al mismo tiempo. De hecho, la técnica AHP está basada en la suposición de que el analista (decisor) puede de forma más fácil elegir un valor de comparación que un valor absoluto. Los juicios verbales son trasladados a una escala de puntuación, presentada a continuación:

Tabla 3. Puntuación de los criterios

Juicios	Puntuación (Score)
Igual	1
	2
Moderado	3
	4
Fuerte	5
	6
Muy Fuerte	7
	8
Extremo	9

Fuente: Elaboración propia, 2018

Posteriormente, en una matriz de juicios, un vector de prioridad es calculado y usado para pesar (comparar) los elementos de la matriz. Saaty (1980,1990), demuestra matemáticamente que el autovector normalizado calculado a partir de la matriz es la mejor aproximación de evaluación de los criterios analizados. En el caso de criterios cuantitativos, es necesario diseñar un método de priorización que permita cuantificar de forma consistente el peso de cada criterio a ser analizado (Wind y Saaty, 1980).

c) Jerarquizar las alternativas y tomar las decisiones correspondientes. Para cada alternativa (opciones a jerarquizar), se calcula el nivel de preferencia (jerarquización) sobre una escala entre 0.0000 – 1.000, obteniéndose como resultado alternativas jerarquizadas en función de los criterios de decisión evaluados, ver detalles en (Saaty, 1980).

Recomendaciones para implementar el AHP

A continuación, se presentan algunos puntos de interés que deben ser tomados en cuenta por las organizaciones, a la hora de implantar la técnica del AHP:

- Promover el proceso de jerarquización de todos los sistemas de producción, dentro de un proceso global de mejora del rendimiento y de la rentabilidad de toda la organización, y no como una iniciativa aislada del área de producción asociada a una sola planta. No se debe limitar o disminuir el campo de acción, de las técnicas de jerarquización, a herramientas únicas asociadas en muchas oportunidades a simples modas, Parra (1997)

- El éxito de la implantación de las metodologías de jerarquización, dependerá fundamentalmente del recurso humano involucrado, motivo por el cual, hay que tener un especial cuidado en el proceso de inducción y en la formación del personal que participará en este proceso. El proceso de inducción y formación, deberá ser capaz de motivar al personal y de generar en este, el compromiso necesario, para implantar las metodologías de jerarquización de forma eficiente.

El AHP está diseñado como herramienta de modelización flexible y adaptable a las necesidades específicas de cualquier organización y permite, no solo medir el grado de consistencia del decisor al realizar comparaciones sino, también, conocer la estructura del problema por medio de una jerarquía representativa. Además, el hecho de disponer de un software específico, Expert Choice, permite automatizar su ya fácil metodología sin necesidad de disponer de grandes conocimientos matemáticos o informáticos.

4.2.5 Simulación Arena

De acuerdo con Rockwell Automation (2018) La simulación es una herramienta que mediante su aplicación logra minimizar el riesgo e incertidumbre para la toma de decisiones, minimizando especialmente aquellos costos involucrados a que haya lugar en la decisión mediante un mejor provecho de recursos, reducción de tiempo empleado y disminución de probabilidades de riesgo.

Fundamentos

- *Entidad.* Puede ser un objeto o persona que se mueve a través de un sistema y que causa cambios en las variables de respuesta. Ejemplos de entidades y sistemas:

Un cliente en un banco

Una orden de pedido en un sistema de inventarios

Una lámina de acero en un proceso de manufactura

- *Recurso.* Es un elemento estacionario que puede ser ocupado por una entidad. Los recursos se emplean cuando se requiere representar actividades claves del sistema que restringen el flujo de entidades.

Los recursos tienen una capacidad finita; así mismo, cuentan con una serie de estados por los cuales atraviesan a lo largo de la simulación: *ejemplo, ocupado, ocioso, inactivo o dañado.*

Un recurso puede ser una persona (cajero), una maquina (tono) o, incluso, un espacio e áreas de almacenamiento (zona de carga).

- *Funcionamiento*

Una entidad que solicita un recurso:

Toma control (Seize) del recurso si este está disponible

Si no está disponible, espera en la cola asociada al recurso (Queue) hasta cuando este se desocupe para que tome el respectivo control (Seize)

Una entidad que tiene control de un recurso:

En caso de que no requiera más la atención del recurso, puede liberarlo (Release) para darle paso a otra entidad en espera.

Puede continuar efectuando los procesos que sean necesarios (incluso, en otros recursos) hasta terminar su ciclo en ese recurso y así liberarlo (Release).

- *Atributo.* Es una característica propia de cada entidad. En *Arena* se pueden definir tantos atributos como lo requiera el usuario para el modelamiento del sistema en estudio.

Cada entidad individual tiene su propio valor de atributo, esto implica que, para determinar este valor, a diferencia de las variables se deben examinar la entidad que lo porta. Los atributos se definen con un nombre, por ejemplo, peso, numero de orden, color etc., y deben tener un valor numérico que indique algo para el usuario. *Ejemplo:* El atributo color puede adoptar valores de 1, 2, 3 cuando los colores son amarillo, azul y rojo, respectivamente.

- *Variables.* Representan características del sistema, son de carácter global, es decir, su valor es el mismo en cualquier parte del modelo. Las variables pueden ser predeterminadas por el programa o definidas por el usuario; se definen con un nombre –por ejemplo, pedido- y con un valor numérico que simbolice un estado del sistema.
- *Sistema.* Es un conjunto de elementos que se encuentran en interacción y que buscan alguna meta o metas comunes; para ello operan sobre dato o información, sobre energía, materia u organismos, con el propósito de producir como salida información, energía, materia u organismos. Un sistema es un conjunto de componentes interrelacionados que, en una forma organizada, recibe entradas y las procesa y emite las salidas para obtener una meta común.

Clases de Sistemas

- Naturales y artificiales
- Determinísticos y probabilísticos
- Sociales, hombre-máquina y mecánicos
- Abiertos y cerrados.

Modelo. Es una representación de la realidad que se desarrolla con el propósito de estudiarla. En la mayoría de los análisis no es necesario considerar todos los detalles; de tal manera, el modelo no solo es un sustituto también es una simplificación de ella.

Clasificación de modelos:

- Modelos icónicos
- Modelos analógicos
- Modelos simbólicos, estos, a su vez, incluyen: Modelos determinísticos, Modelos estocásticos o probabilísticos, Modelos dinámicos, Modelos estadísticos
- Modelos continuos
- Modelos discretos

Los modelos tienen las siguientes características:

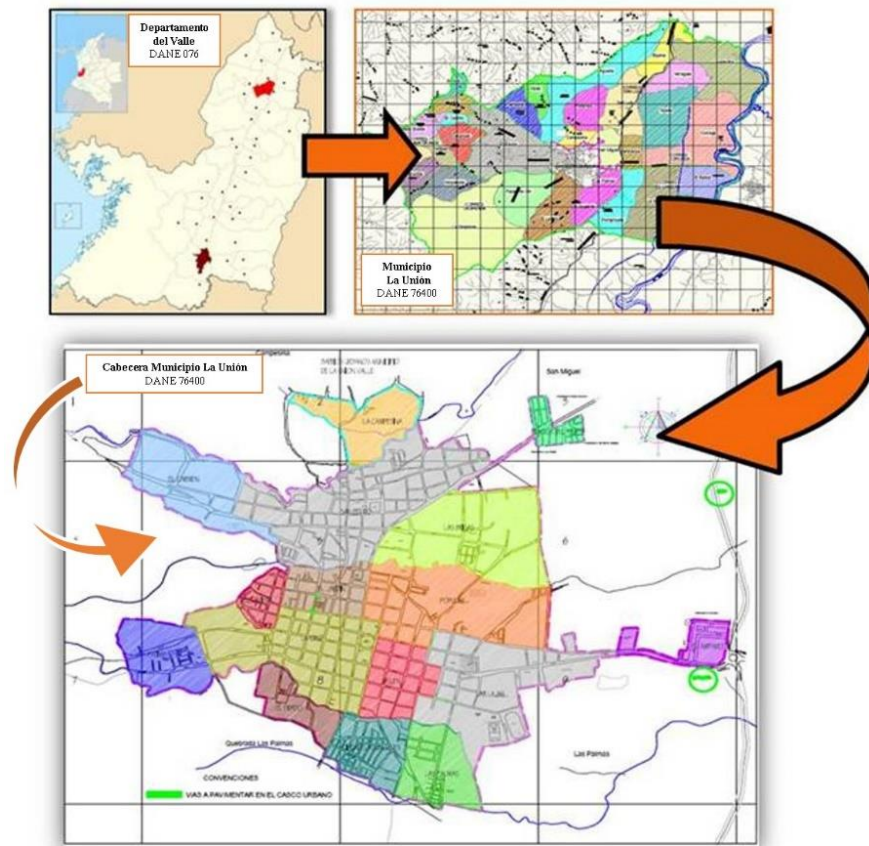
- Confiabilidad
- Sencillez
- Bajo costo de desarrollo y operación
- Manejabilidad
- Fácil entendimiento del modelo y de los resultados
- La relación costo-beneficio debe ser positiva

Evento. Es la ocurrencia que cambia el estado del sistema. Hay eventos internos y externos; estos se conocen también como endógenos y exógenos, respectivamente.

4.3 MARCO CONTEXTUAL

El Municipio de La Unión es uno de los 42 municipios que conforman el departamento del Valle del Cauca, localizado en la región Norte a 163 km de la ciudad de Cali, en la margen izquierda de la ribera occidental del Río Cauca, entre la Cordillera Occidental y la Cordillera Central. Catalogada como "La Capital Vitivinícola de Colombia", el municipio --a diferencia de la mayoría de las demás municipios del Valle-- cuenta con una agricultura altamente diversa y tecnificada, pues se cultiva gran cantidad de frutas tropicales como la papaya, la uva, el maracuyá, la guayaba, el melón, la mora, el lulo, el aguacate, el café y las hortalizas, entre otros, con una capacidad instalada de más de 600 bodegas donde se selecciona, clasifica, empaqueta y comercializa frutas y hortalizas que abastecen los mercados nacionales y regionales.

Figura 6. Ubicación geográfica Municipio La Unión Valle del Cauca



Fuente: Plan de desarrollo La Unión 2012-2015, 2012

Tabla 4. Generalidades del Municipio La Unión Valle

DATOS GENERALES MUNICIPIO DE LA UNIÓN VALLE	
<p>Límites del municipio La Unión</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Norte con el municipio de Toro - Sur con el municipio de Roldanillo - Oriente con el río Cauca y los municipios de La Victoria y Obando - Occidente con los municipios de El Dóvio y Versailles
<p>Otros Datos del municipio La Unión</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie del territorio: 125 Km² - Densidad: 282 Habitantes / Km² - Altura promedio: 1.150 m.s.n.m. - Altura cabecera municipal: 975 m.s.n.m. - Temperatura media: 24 °C. - Precipitación media anual: 1.117 mm - Periodos lluviosos del año: - Marzo, Abril, Mayo y mediados de Junio - Segundo semestre: Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre - Periodo de verano: Enero, Febrero, Junio y mediados de Diciembre - Relieve: en Ladera es Pendiente, Piedemonte es Ondulado, Plano en el Valle Geográfico. - Cuerpos de Agua: Quebrada El Rincón, Quebrada La Unión, Distrito RUT, Río Cauca, Quebrada Violetas, Quebrada grande, Distrito RUT, Zanjón de los Muertos.
<p>Aspectos de Crecimiento Demográfico del municipio La Unión</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Extensión del área urbana: 2.81 Km² (281 Hectáreas) - Identificación Barrios antiguos: San Pedro, La Cruz, Belén, Las Lajas. - Identificación de Desarrollos urbanos recientes: Urb. Prados del Norte, Urb. Los Viñedos, Urb. Luis Alfredo Grajales, Urb. Los Álamos. Villa del Sol, La Esperanza, Urb. El Prado, Urbanización Las Palmas, Caminos, Villa Bethel y La Primavera. - Tendencia y ritmo de la expansión urbana: se produce hacia los sectores sur y norte de la zona urbana y se estima que se construye en promedio 124 viviendas al año.
<p>Aspectos Socioeconómicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pobreza: 19.5 % - NBI: 18.5% de la población no cuenta con necesidades básicas satisfechas, este indicador se ve incrementado en gran medida dado que la propiedad se concentra en pocos habitantes

<p>del municipio La Unión</p>	<p>- Tasa de Desempleo: 13%</p> <p>- Crecimiento y desarrollo empresarial: con rezagos en productividad</p>
<p>División Político Administrativa del municipio La Unión</p>	<p>En la escala municipal La Unión se encuentra dividida en 7 unidades territoriales, que comprenden 6 corregimientos y el área del casco Urbano. En la zona Rural, los 6 corregimientos comprende 30 veredas y el casco urbano 11 barrios.</p>

Fuente: Plan de desarrollo La Unión 2012-2015, 2012

Ventajas y oportunidades del territorio Unionense para el Desarrollo

Hoy más que nunca las empresas y los empresarios del municipio han entendido que el logro de mejores índices de productividad y competitividad depende en gran medida de las condiciones que el territorio ofrezca, de la capacidad operativa de las empresas, del fortalecimiento institucional articulador, del equipamiento físico y la conformación de redes empresariales, entre otras ventajas.

En breves palabras, la competitividad del territorio dependerá en gran medida de la *especialización productiva y competitividad de las empresas*, tanto como de las organizaciones sociales, públicas y privadas que interactúen en todo el encadenamiento empresarial.

De acuerdo con estos criterios, el municipio de La Unión se caracteriza por ser un territorio de vocación agrícola y agroindustrial, principal eje de su economía y desarrollo. Evidencia de ello se encuentra en la formulación de la Visión del municipio según el Plan de Desarrollo Municipal PDM y de los lineamientos del Plan de Ordenamiento Territorial PBOT, cuyo especial interés concentra su atención en estas dos actividades como *principios estratégicos* a desarrollar durante el cuatrienio 2016-2019. Las amplias hectáreas de cultivos y la capacidad instalada de la industria hortofrutícola ofrecen al territorio una ventaja comparativa incalculable que, del correcto aprovechamiento de la misma, generaría procesos agro-comerciales eficientes con productos de alto valor agregado, acordes con las necesidades de la región y las oportunidades de demanda de los diferentes mercados.

Otro atractivo dentro de las expectativas es el continuo crecimiento que ha tenido el municipio de La Unión y su entorno al ofrecer un comercio diversificado, la tendencia creciente del ecoturismo como segundo eje de su economía, la variedad y belleza del territorio que contribuyen al disfrute de propios, huéspedes y empresarios visitantes, brindando valor agregado a las capacidades locales al ser uno de los municipios más generadores de empleo de la región. La ubicación geográfica, la cercanía al puerto marítimo de Buenaventura y al aeropuerto de carga de Santa Ana en Cartago, convierten al municipio y entorno región en un factor productivo importante para la oferta exportadora de productos agroindustriales.

5 DISEÑO DEL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El presente capítulo expone el método de investigación y la metodología propuesta para el mejoramiento de las operaciones en la línea de embalaje de uva de una empresa del Norte del Valle del Cauca.

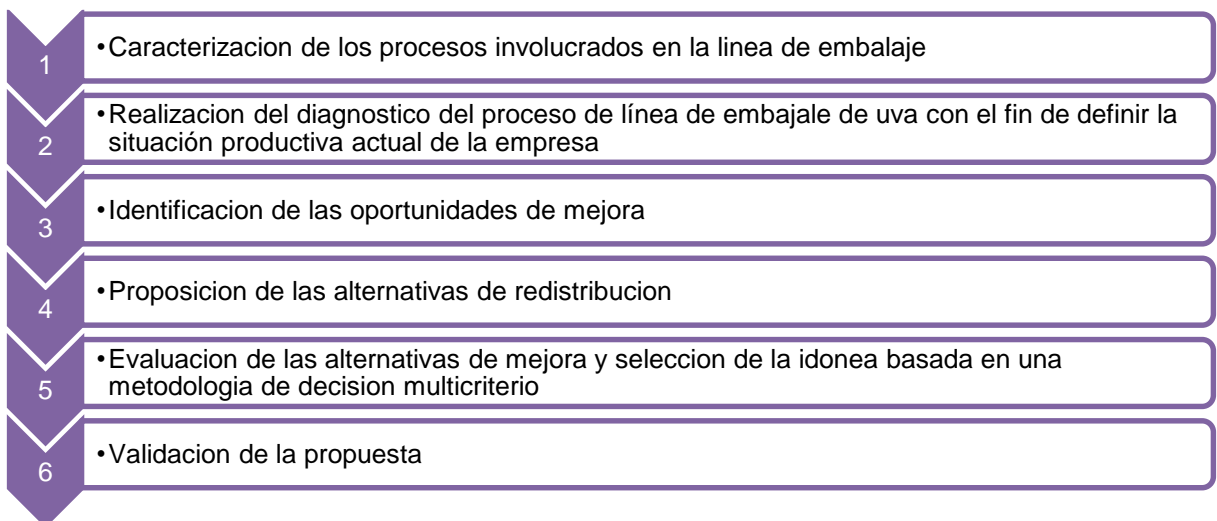
El método investigativo empleado corresponde al lógico inductivo, ya que estudio cada actividad detalladamente para estandarizar el proceso y las acciones que lo integran con el fin de identificar cuáles son puntos críticos por acciones de éxito o de fracaso en la ejecución de labores.

Fuentes de investigación. *Primarias*, en la entrevista personal se obtuvo información del operario realizando sus tareas constituyendo un insumo real para plantear --de manera participativa-- soluciones de mejoramiento. *Secundarias*, a partir de fuentes bibliográficas como libros, página web, manual de procesos y procedimientos, normas técnicas, estándares logísticos, etc.

Procesamiento de la información. Para el procesamiento, el equipo interdisciplinar guio el estudio mediante *enfoque cualitativo* ya que detalla cada una de las actividades, procedimientos y procesos que inciden en el proceso de producción y funcionamiento de la empresa.

A continuación, se anexa el diagrama de flujo que bosque los pasos a seguir para la realización de los objetivos previamente establecidos.

Figura 7. Metodología



Fuente: Elaboración propia, 2018

En primera instancia, se hará una caracterización de la empresa objeto de estudio haciendo énfasis en sus procesos productivos además de realizar un diagnóstico del problema de forma sistemática aplicando los ocho factores de Muther, que son: Material, Maquinaria, Hombre, Movimiento, Espera, Servicio, Edificio y Cambio. Estos siendo los factores que afectan a la distribución en planta de los cuales se obtendrán las principales restricciones y los requisitos que deben cumplir las alternativas de la nueva distribución que se plantearan además de permitir conocer el estado actual de la línea de embalaje y su distribución

En segundo lugar, se propone las acciones de mejora y las posibles alternativas para la línea de embalaje. Una vez identificados los factores clave, determinando las variables que inciden en la eficiencia de la producción, en el proceso, en la optimización de la mano de obra y en los demás recursos empleados para no generar esperas o recorridos innecesarios y a partir de esta incorporar mejoras en la línea de embalaje de uva en cuanto a su distribución y de este modo, incrementar la productividad de la línea además de impactar directamente en los índices de productividad y competitividad de la empresa a partir de las mejoras en la distribución los procesos de embalaje de uva. Para poder decidir cuál es la alternativa más viable en cuanto a las condiciones encontradas se utilizará una metodología de decisión multicriterio para tener un fundamento claro y verídico de juicio realizando la ponderación en cuanto a importancia de cada uno de los factores que afectan la distribución en planta además de una evaluación con respeto a los mismos en las alternativas planteadas para elegir la mejor opción de mejora.

Para concluir, se realiza el diseño del modelo de la propuesta de distribución planteado para medir la mejora y las etapas de la modelación y finalmente la simulación tanto de la línea de embalaje actual como la propuesta para mejora verificando así la así la veracidad de la alternativa planteada utilizando los indicadores de productividad que permitieron conocer en primera instancia el problema en la línea de embalaje objeto de estudio

6 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ACTUAL DE EMBALAJE DE UVA

6.1 ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

La empresa objeto de estudio cuenta con una sede operativa ubicada en pleno centro administrativo del municipio de La Unión Valle. Dispone de una planta de procesos para la producción agrícola, con varias fincas (La Viña, El Porvenir, Progreso 1 Progreso 2, Las Palmas, Vita Nueva, Luz Titania, Guabineros, Berlín, La Esperanza, Frutera 1, Frutera 2) en cerca de 240 hectáreas de tierras, en el entorno rural de la localidad y región circunvecina al municipio, tierras destinadas al cultivo de diversos frutos, especialmente a la producción, cosecha, y distribución comercial de uva de mesa. En cuanto al centro de acopio donde se realiza el proceso de producción y distribución, la empresa cuenta con las siguientes características:

Tabla 5. Áreas de la empresa

Oficina Administración de bodega	Área Líneas de embalaje y procesos
Área de Descargue	Área de Almacén y despachos
Área Control de descarte y calidad	Área de Comedor
Área de tratamiento de aguas PTAR	

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Desde el punto de vista comercial, la compañía cubre un amplio mercado en todo el territorio de Colombia, despachando un promedio de mil quinientas arrobas de uva diarias, divididas en 900 a centros de consumo como Cúcuta, Bucaramanga, Medellín, Pereira, Armenia, Cali, Manizales, Pasto e Ipiales, y unas 600 arrobas hacia la central de Corabastos, en la ciudad de Bogotá. Igualmente, provee a pequeños comerciantes quienes distribuyen centros urbanos intermedios aledaños como Pereira y Cartago. Entre sus clientes potenciales de estas ciudades se encuentran Carulla, Olímpica, Carrefour y Surtifruver, además de galerías de frutas y verduras.

Para el logro de toda su operación comercial, la empresa cuenta con diversos proveedores locales quienes suministran los materiales necesarios para la precosecha, cosecha, producción y distribución de la uva. Entre los proveedores

se encuentran ferreterías, viveros, papelerías, cartoneras, madereras, empresas químicas y empresas de plásticos. Igualmente, la empresa cuenta con varios operadores de transporte quienes proporcionan los vehículos necesarios para atender los despachos a las diferentes regiones.

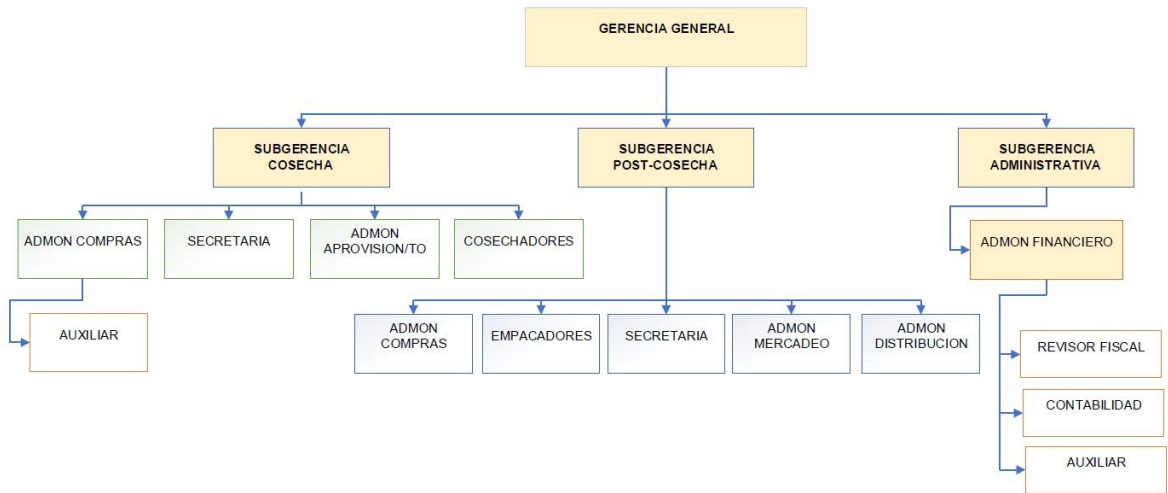
La cadena de abastecimiento de la empresa se nutre de una amplia variedad de materiales, plásticos, tubos, puntillas, machetes, tijeras, alambre, mangueras, cajas de madera, cajas de cartón, cajas de Icopor, bandejas de Icopor etiquetas, plaguicidas, canastillas, papel termoencogible, etc. Se complementa con recursos técnicos como maquinaria recolectora de transporte interno, de fumigación, tractores, cinceles, rastrillos, guadañas, tráiler, planchones, basculas electrónicas, grameras, carretas y selladoras.

Misión. Satisfacer los mercados del cliente interno y externo comercializando nuestros productos de excelente calidad, capacitando nuestro personal para dar soluciones integrales que generen bienestar, compromiso y trabajo a toda nuestra comunidad.

Visión. Ser empresa Líder en producción y mercadeo de frutas aplicando las mejoras y más sanas técnicas de cultivo, manteniendo así el más alto nivel de permanencia y ser identificados como símbolo de excelencia.

Política de Calidad. Como empresa alimenticia dedicada a producir uvas, está comprometida a cumplir con los requerimientos del cliente, ofreciendo uva de la mejor calidad, para ello cuenta con tres tipos de calidad de uva: selecta, primera y corriente en busca de satisfacer cualquier tipo de mercado, cadena mayorista, minorista, etc.

Figura 8. Organigrama Funcional de la Empresa en estudio



Fuente: Elaboración Propia, 2018

6.1.1 Caracterización de los procesos de la empresa

Producción y manejo del Producto

Las variedades de uva cultivadas, cosechadas y comercializadas por la empresa son Isabela, Red Globe chilena, Italia y Rivier. La producción se divide básicamente en los procesos de cosecha y pos-cosecha, la primera se lleva a cabo en los viñedos y la segunda en el centro de acopio, donde se encargan, básicamente, de separar las calidades de uva y empacarlas según los requisitos del cliente.

Figura 9. Variedad de uva comercial de la empresa objeto de estudio



Fuente: Elaboración Propia, 2018

La uva es traída directamente del campo en canastillas y transportada hasta la planta en remolques alados por tractores; no se tiene establecido la cantidad de cosecha ni el tiempo de traslado de un tractor a otro. Una vez en la planta, las canastillas desembarcan a una primera bodega de almacenamiento inmediata al área de entrada, a espera que sean requeridas por las operarias encargadas de la selección; si las líneas de selección están llenas lo que se hace es guardar estas canastillas, o si las operarias están libres entonces las canastillas pasan directamente del tractor a cada estación de trabajo dando continuidad al proceso de “línea de embalaje” según lo requieran las ordenes de pedidos.

Tabla 6. Criterios de calidad y clasificación

CRITERIOS DE CALIDAD Y CLASIFICACIÓN	
Uva Selecta	Este tipo de uva es de mayor calidad por su presentación; se caracteriza por ser muy ovalada, en tamaño equitativo, muy limpia al provenir del área de producción.
Uva primera	Cercana a la selecta, tamaño promedio, buen color rojizo o verdoso según su tipo, requiere limpieza y tratamiento.
Uva corriente	Se presenta un tanto sucia, su calidad es baja y de tamaño no homogéneo.

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Los criterios de calidad y clasificación son realizados netamente de forma empírica, siendo la experiencia de las operarias el único control de calidad que se maneja basándose en el color tamaño y cantidad de suciedad.

El centro de producción cuenta con dos líneas claramente identificadas: una para el embalaje de uva y otra para el embalaje de guayaba manzana bajo pedidos (make to order). En relación con las características de bodega, el sitio no tiene la correcta distribución para llevar a cabo el proceso adecuado de poscosecha debido a que las operaciones en el área de empaque se cruzan, coexistiendo con la contaminación cruzada de materia prima en buen estado con los desechos de materia dañada y en proceso de descomposición. Inexiste así mismo, un área de almacenamiento de producto en espera de distribución, debidamente delimitado, ocasionando grandes arrumes que impiden la llegada de otros camiones para el

descargue, que además de disminuir el espacio de circulación, resta eficacia en los desplazamientos de los empacadores con las labores de los coteros.

Figura 10. Aspectos generales de los espacios en el área de estudio

Tractor en descarga de Uva



Cargue de Producto



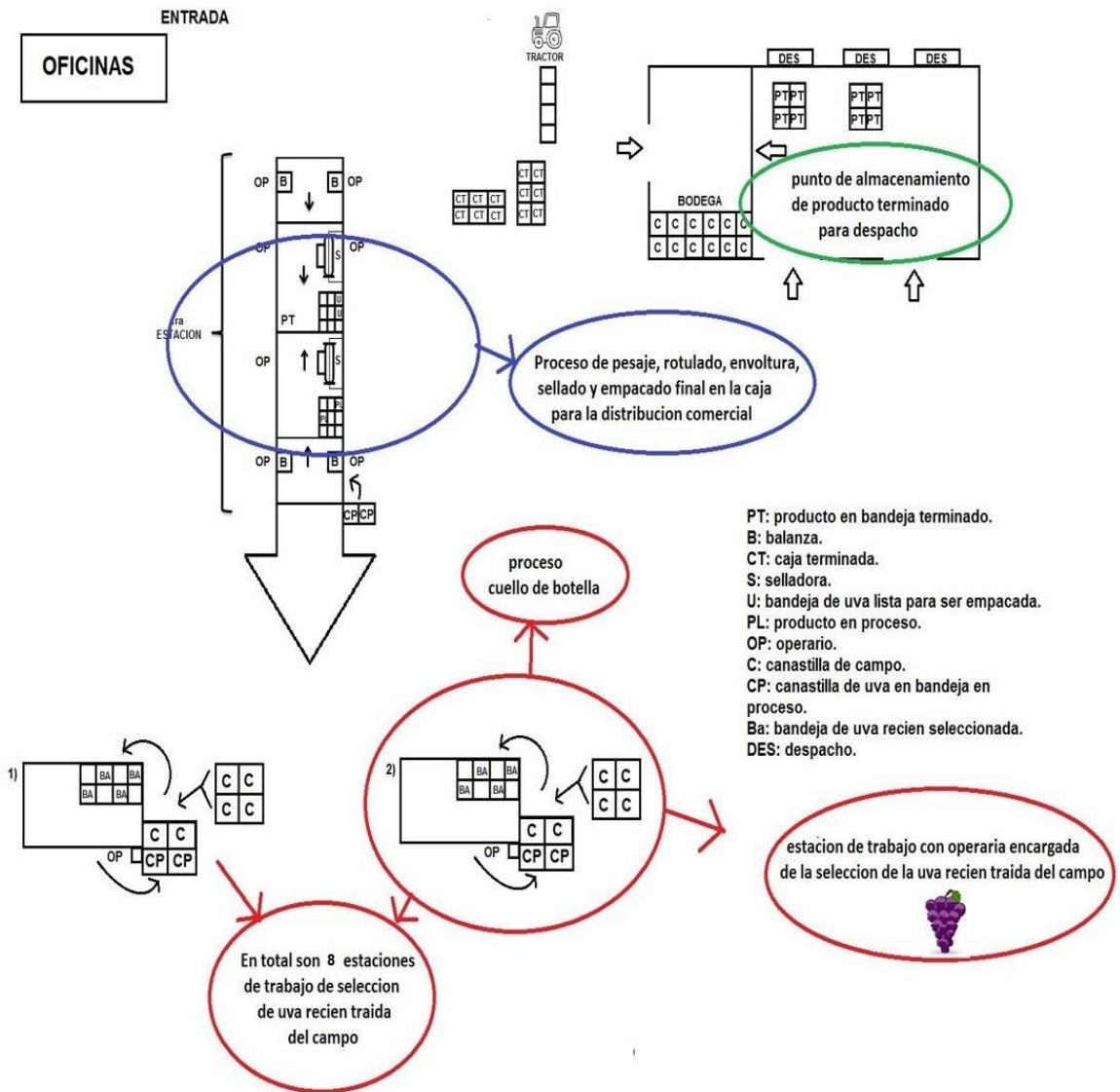
Linea de Uva en bodega



Fuente: Elaboración Propia, 2018

Las imágenes evidencian situaciones deficientes de organización en las actividades de descarga, así como de distribución de materias primas, aprovisionamiento en líneas de embalaje y cargue de productos terminado según despachos de mercancía.

Figura 11. Diagrama de distribución de puestos y proceso de Uva



Fuente: Elaboración Propia, 2018

6.1.2 Características de Producción de la Uva

En esta línea se cuenta con tres puestos de selección de uva: Entrenamiento de selección, Selección Normal y Selección selecta. El trabajo con la uva de mesa es artesanal y las actividades están divididas en las secciones de selección, pesaje, envoltura y empaque. Estos puestos de selección son el input de la sección de

pesaje, empaque y embalaje, en cada puesto se cuenta con cuatro (4) pesadoras, con balanza y dos selladoras. Todas las operaciones son netamente manuales, se cuenta con un total de 8 balanzas electrónicas cap. 25 kg, y 6 selladoras artesanales.

La producción esperada por cada operaria, establecida para la empresa, es de 75 bandejas de uva por hora siendo esta una meta totalmente subjetiva debido a que no hay un estudio real en el que se sabe esta decisión administrativa y las operarias solo están entregando un promedio de 40 bandejas por hora, lo que obliga a trabajar turnos demasiado largos y extenuantes porque las operarias deben cumplir con la cuota de producción diaria y hasta ese entonces no pueden terminar su jornada laboral, es decir, se generan tiempos adicionales de producción debido a excesos de movimientos, transportes innecesarios y mala distribución de los puestos de trabajo, lo que conduce a niveles muy bajos de productividad está basada en la cantidad de bandejas producidas basadas en el requerimiento de la administración y a la disminución en la calidad por ser un producto perecedero.

A continuación, se presentan las actividades de la línea de embalaje con su respectiva ilustración

Figura 12. Actividades en la línea de embalaje de uva



**Peso
y
Empaque**



Sellado



Fuente: Elaboración Propia, 2018

Separación. Esta etapa comienza cuando la uva ha llegado a la zona de producción donde se separa por tipo de uva y calidad en uva selecta, uva primera y uva corriente.

Corte. El operario procede al corte de ramas y hojas sobrantes.




Empaque, peso y embalaje. Una vez el producto seleccionado, se traslada a la fase de embalaje final. En este punto, un operario polivalente se encarga del respectivo empaque bien sea en Cajas de cartón (12.5 kg), Cajas de Icopor (9 kg) o Guacal de madera (9 a 10 kg). El empaque respectivo se elige según el requerimiento de cliente-proveedor de uva. Cada operario y turno cuenta con un código que le imprime a cada bandeja, esto para determinar la trazabilidad del producto.

Sellado. De acuerdo con el requerimiento del empaque, se sella, las bandejas con plástico termoencogible, las cajas con puntillas, las cajas de Icopor por presión ajustada, las cajas de cartón con tapa cruzada, dejando listo cada empaque para su distribución.

Luego, se lleva a los muelles de despacho. La cantidad de personal promedio en planta es de 50 operarios; el estándar de producción establecido por la empresa es de 75 bandejas de libra, por hora y por operaria, es decir 600 bandejas por turno de 8 horas, no obstante, las operarias solo alcanzan un promedio de 40 bandejas por hora, por lo cual las jornadas se extienden en ocasiones a más de 12 horas de trabajo

Como caracterización de la última fase de la línea de embalaje se encuentran los tipos de empaque. Cada uno seleccionado por el comprador dependiendo de la naturaleza del envío, del lugar de destino y del tiempo requerido

Figura 13. Tipos de empaques

Dimensión	Medida	Tipo de empaque
Largo	70 cms	
Ancho	30 cms	
Alto	50 cms	
Largo	45 cms	
Ancho	29 cms	
Alto	14.5 cms	
Largo	48 cms	
Ancho	29 cms	
Alto	17 cms	

Largo 57 cms
Ancho 37 cms
Alto 17 cms



Largo 18 cms
Ancho 14 cms
Alto 1.5 cms



Fuente: Elaboración Propia, 2018

6.2 DIAGNOSTICO

Como diagnóstico inicial se realizó la toma de tiempos de 100 productos desde su inicio hasta su fase final la cual es la bodega de despacho. A continuación, se presenta el resumen de estudio de tiempos realizado en la línea de embalaje objeto de estudio. Para ver la información completa, siga este enlace: <https://www.dropbox.com/s/6jvfx7pczdf2p8h/tiemposactuales.xlsx?dl=0>

Tabla 7. Tiempos Área de inicio y selección

TIEMPOS TOTALES AREA DE INICIO Y SELECCION				
#	Tiempo transporte inicio (segundos)	Tiempo de selección (segundos)	Tiempo de transporte de selección a pesaje (segundos)	Tiempo total área de selección (segundos)
Promedio	46	87	51	183

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla 8. Tiempos Área de pesaje, etiquetado y empaque

TIEMPOS TOTALES AREA DE PESAJE, ETIQUETADO Y EMPAQUE				
#	Tiempo pesaje (segundos)	Tiempo etiquetado y sellado (segundos)	Tiempo de embalaje (cartones, icopor, madera) (segundos)	Tiempo total área de pesaje, etiquetado y empaque (segundos)
Promedio	6	7	9	22

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla 9. Tiempos Área de almacenamiento

TIEMPOS TOTALES AREA DE ALMACENAMIENTO			
#	Tiempo de cargue (segundos)	Transporte a zona de almacenamiento (segundos)	tiempo total área almacenamiento (segundos)
Promedio	6	34	40

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla 10. Tiempo total línea de embalaje

TIEMPO TOTAL LINEA DE EMBALAJE	
#	Tiempo total de embalaje (segundos)
Promedio	245

Fuente: Elaboración Propia, 2018

A continuación, se hablará de cómo están funcionando actualmente los procesos dentro de la empresa específicamente en el proceso objeto de estudio que es la línea de embalaje además del análisis del problema que se realizará de forma sistemática aplicando los ocho factores de Muther, que son: Material, Maquinaria, Hombre, Movimiento, Espera, Servicio, Edificio y Cambio. Factores que afectan a la distribución en planta. Donde obtendremos las principales restricciones y los requisitos que deben cumplir la propuesta de mejora de la nueva distribución.

6.2.1 Factor Material

Según (Muther, 1970) el cómo objetivo de este análisis es familiarizarse con las distintas etapas de producción que son necesarias para fabricar el artículo siendo el mapeo de la cadena de valor es una herramienta visual de Lean Manufacturing que permite identificar todas las actividades en la planeación y la fabricación de un producto, con el fin de encontrar oportunidades de mejoramiento que tengan un impacto sobre toda la cadena y no en procesos aislados

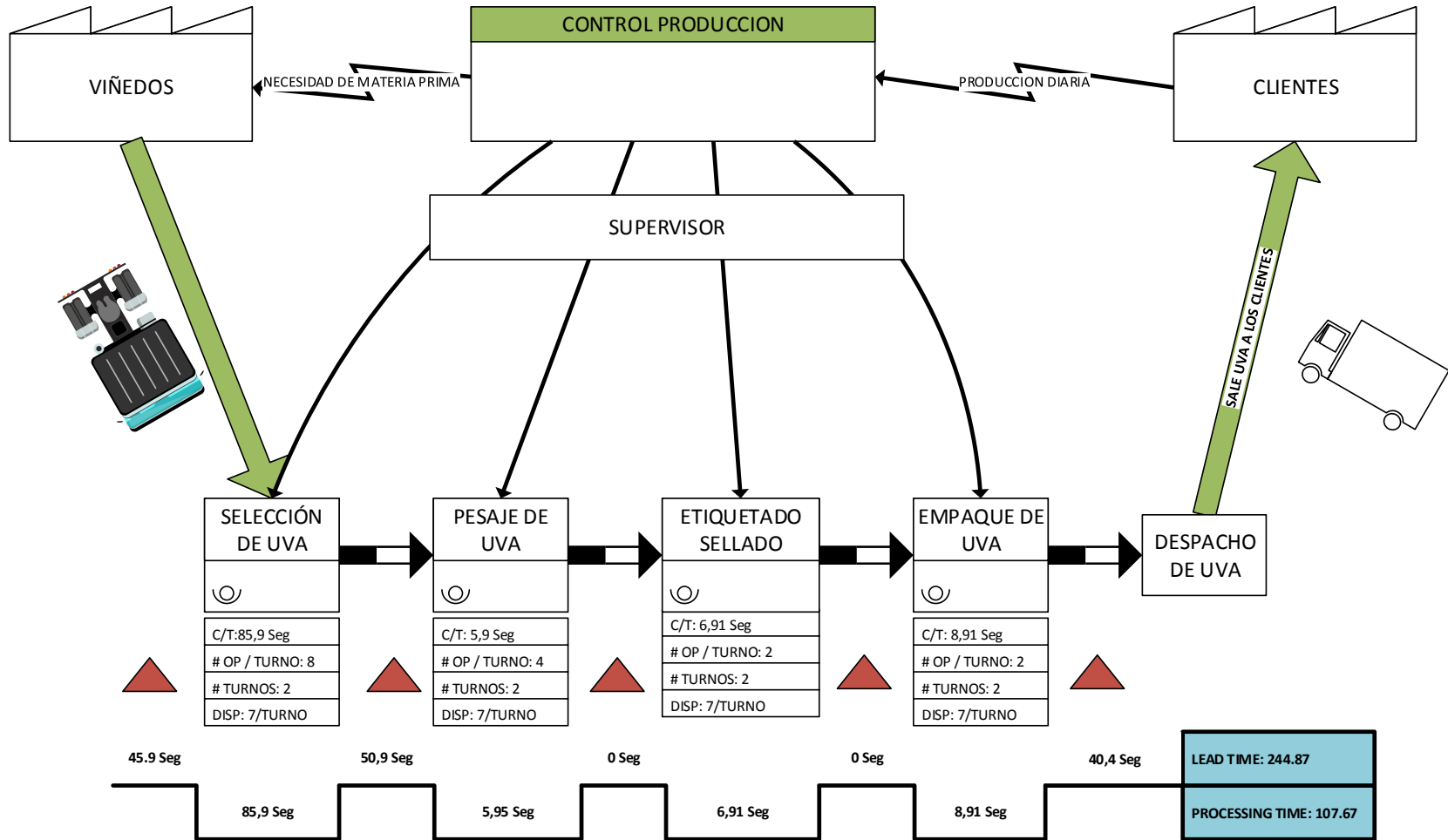
Esta herramienta grafica nos ayuda a visualizar los procesos y los tiempos que cada uno de ellos toma, es una herramienta tomada como lenguaje universal que nos ayuda a visualizar los detalles del proceso. Para la gráfica tomamos los tiempos promedio para cada operación y para el transporte entre cada una de ellas respectivamente, podemos observar en la gráfica que el lead time del proceso de embalaje de uva es de 245 segundos, siendo este un inconveniente fuerte a mejorar ya que la productividad se está viendo afectada por los altos tiempos de transporte debido a que el operario debe recorrer distancias muy grandes para que el flujo no se interrumpa pero estos transportes no están agregando valor a la cadena de producción.

A continuación, se presenta el mapeo de la cadena de valor de la empresa objeto de estudio dándole un énfasis a la línea de embalaje de uva.

VALUE STREAM MAPPING

A continuación, se construirá la **Figura 14.** O gráfica VSM del proceso actual de embalaje de uva donde se describe el inicio cuando la uva recién cortada o cosechada es traída del campo y dispuesta en la entrada de la planta de embalaje y termina cuando es depositada en la zona de despachos. En el mapa construido en la gráfica se toman los tiempos promedio para cada proceso y para el transporte entre cada una de ellas. Como podemos observar en la gráfica el Lead Time del proceso actual es de **245** segundos o aproximadamente 4 minutos, siendo este un problema a mejorar puesto que las uvas permanecen un largo tiempo en el proceso y este producto tiene una vida útil muy corta llevando a perder nutrientes presentes en la uva, convirtiéndose entonces en un dato muy importante para mejorar, ya que al reducir este tiempo no se afectara la vida útil del producto y mejorarían la calidad de la uva e incrementarían la productividad que en ultimas es lo que toda organización busca para su crecimiento.

Figura 14. Value Stream Mapping



Fuente: Elaboracion propia, 2018

Tabla 11. Descripción Value Stream Mapping

VALORES	DESCRIPCION
C/T	Es el tiempo de ciclo de cada operación
# OP/TURNO	Es el número de operarios por turno
# TURNOS	Son el número de turnos por estación de trabajo
DISP	Es el tiempo disponible en cada estación de trabajo, pero se descuenta el tiempo que se tiene por ejemplo para comer y los tiempos de descanso

Fuente: Elaboración propia, 2018

Análisis grafica Valué Stream Mapping inicial

Con la elaboración de la gráfica VSM actual que nos ayuda de forma muy amigable a comprender fácilmente el proceso de embalaje de uva caso de estudio, gracias a que es un gráfico que nos describe el flujo y los tiempos de cada uno de los procesos y nos muestra al final el lead time total del proceso. Al analizar el grafico este nos muestra que la sumatoria de los tiempos de espera es de 138 segundos generados por los excesivos movimientos en el transporte de las bandejas, ocasionando así que la productividad se vea claramente afectada por movimientos que no agregan valor al proceso, estos transportes se generan debido a que el operario hace numerosos movimientos y recorre a menudo grandes distancias ya que el flujo de insumos y materia prima presentes en el proceso así lo requieren, especialmente porque en la actualidad los puestos de trabajo se encuentran distribuidos de tal forma siendo este un problema a atacar, podemos observar también que dentro de los procesos productivos la estación de selección condiciona el sistema ya que es el proceso con mayor tiempo con un promedio de 86 segundos, los inventarios mostrados en la gráfica son inventarios en proceso temporales debido a que la uva es perecedera y no se debe dejar almacenada. los tiempos del proceso de selección se deben a que es vital para la parte de calidad y presentación del producto hacer la adecuada separación de la uva recién traída del campo la cual contiene materias ajenas al producto como lo pueden ser las hojas, ramas, materia prima en mal estado, barro, insectos, entre otras. Los demás procesos se realizan en muy poco tiempo siendo 6 segundos para pesaje, 7 segundos para etiquetado y sellado, 9 segundos para empacado, y estos procesos no presentan inconvenientes.

6.2.2 Factor Maquinaria

Según (Muther, 1970) Después del factor material sigue, en orden de importancia, la maquinada y el equipo de proceso. La información sobre la maquinaria (incluyendo las herramientas y equipo) es fundamental para una ordenación apropiada de la misma.

En este caso particular, el proceso de embalaje de Uva no cuenta con maquinaria de producción o herramientas eléctricas manejadas por las operarias ni tampoco maquinaria de mantenimiento debido a que el trabajo en la uva de mesa se realiza de manera artesanal y las actividades de empaque, etiquetado y embalaje son netamente manuales, pero si se cuenta con aparatos de pesaje y de sellado, a continuación, se presentan:

Pesado y empaque

Ocho balanzas electrónicas con capacidad de veinticinco kilogramos

Figura 15. Balanzas electrónicas usadas en la línea



Fuente: Elaboración Propia, 2018

Sellado

Seis selladoras artesanales

Figura 16. Selladoras artesanales usadas en la línea



Fuente: Elaboración Propia, 2018

La determinación del número de máquinas necesarias y sus respectivas capacidades sin importar su naturaleza es la parte más fundamental de este factor para así evaluar la capacidad de producción en un tiempo determinado comparado con el esperado por la administración

La producción esperada, establecida para la empresa, es de 75 bandejas de uva por hora y las operarias solo están entregando un promedio de 40 bandejas por hora.

$$\text{Numero de maquinas requeridas} = \frac{\text{Bandejas por hora para cubrir necesidad de produccion}}{\text{Bandejas por hora}}$$

$$\text{Numero de maquinas requeridas} = \frac{75}{40} = 1.875 \cong 2$$

El cálculo del número de máquinas necesarias evidencia que en cuanto a maquinaria se tiene la capacidad de producir lo esperado por la empresa

6.2.3 Factor Hombre

Se presenta a continuación los colaboradores implicados en la línea de embalaje objeto de estudio

Tabla 12. Personal Línea de embalaje

Proceso	No Empleados
Selección e Inspección	8
Pesado	4
Sellado	2
Almacenamiento	2

Fuente: Elaboración propia, 2018

Se realizará la contabilización de toda la plantilla relacionada con la línea de embalaje. Para así una idea del personal que tiene que haber para que el porcentaje de aprovechamiento sea el máximo posible.

Ritmo de fabricación Takt Time

Usando el takt time que representa el ritmo de fabricación de acuerdo a la demanda de la administración. Se obtiene dividiendo el tiempo disponible para producción, por la demanda en este caso la estipulada por la administración.

$$T = \frac{Ta}{Td}$$

T = Takt time, por ejemplo. [Segundos de trabajo /unidad producida]

Ta = Tiempo neto de trabajo, por ejemplo. [Minutos de trabajo / día]

TDK = Demanda de la administración, [Unidad demandada / día]

Siendo el tiempo neto de trabajo es aquel disponible. Donde no se incluyen ni los descansos

En la siguiente tabla, presentamos el Takt Time que tendremos, para la demanda exigida por la administración:

Tabla 13. Talk Time

Objetivo administración (uni/día)	1200
Turnos/día	2
Talk-Turnos (Turnos/unidad)	0,001666667
Minutos/Turnos	420
Talk-Time idóneo (minutos/uni)	0,7
Talk-Time idóneo (segundos/uni)	42
Time Actual	245

Fuente: Elaboración propia, 2018

Las células de la línea de embalaje artesanal de Uva identificadas son Selección, Pesado y empaquetado y Sellado para así determinar la velocidad de trabajo de cada puesto para lograr el flujo de una bandeja.

A continuación, veremos el número de operarias necesarias en cada célula, además del rendimiento que estas darían en la misma. El cálculo está realizado, como ya hemos nombrado, en función del Takt Time.

Tabla 14. Takt Time proceso de selección e inspección

Selección e Inspección	
Acción	Duración (segundos)
Traslado cosecha a selección	46
Corte de ramas y hojas sobrantes	4
Selección de uva (Selecta, Primera, Industrial)	82
Traslado selección a peso	51
Total	183
Personal	8
Talk	4,3571429
Rendimiento	54%

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 15. Takt Time proceso de pesado

Pesado	
Acción	Duración (segundos)
Ubicación Bascula	2
Pesaje de uva	4
Total	6
Personal	4
Talk	0,1428571
Rendimiento	4%

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 16. Takt Time proceso de sellado

Sellado	
Acción	Duración (segundos)
Etiquetado	2
Sellado	5
Embalaje (Cartón, Madera, Icopor)	9
Total	16
Personal	2
Talk	0,3809524
Rendimiento	19%

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 17. Takt Time proceso de almacenamiento

Almacenamiento	
Acción	Duración (segundos)
Tiempo cargue	6
Traslado de Uva terminada a zona de despacho	34
Total	40
Personal	2
Talk	0,952381
Rendimiento	48%

Fuente: Elaboración propia, 2018






Cabe aclarar que el rendimiento de cada uno de los procesos es relativamente bajo debido a que está relacionado es con la demanda administrativa por hora estipulada. Evidenciando la brecha tan extensa entre la situación real y la esperada por la gerencia.

Se evidencia que los traslados entre cada uno de los procesos de la línea de embalaje general aproximadamente un 44% del tiempo total requerido para el proceso completo de embalaje de una sola bandeja

6.2.4 Factor Movimiento

El factor movimiento hace referencia al flujo de materiales de un centro de trabajo a otro. Este flujo no añade valor al producto, por lo que deberá ser el menor posible. Según (Muther, 1970) Por lógica eliminar completamente el movimiento es inalcanzable, pero se busca la factibilidad suprimir algunas operaciones de recorrido para obtener una solución aceptable. Para ello se aplicará una herramienta llamada el Cursograma analítico. Éste representa, de forma gráfica, la ruta y las acciones sobre un producto en este caso específico las bandejas de uva. Se emplearán cinco símbolos estándar para mostrar todas las alternativas.

Tabla 18. Símbolos Cursograma analítico

proceso	inspección	transporte	almacenamiento	espera
				

Fuente: Elaboración propia, 2018

- El círculo representa una operación.
- El cuadrado, una inspección.
- La flecha, un transporte.
- La letra D, una espera.
- El triángulo un almacenamiento.

Tabla 19. Cursograma de Flujo

		Proc.	Ins.	Tran.	Almac.	espera		
I	ACTIVIDAD	○	□	⇒	▽	D	TIEMPO ESTIMADO (Seg)	DISTANCIA (Mts)
1	Traslado cosecha a selección			X				28
2	Espera traslado cosecha a selección					X	46	
3	Corte de ramas y hojas sobrantes		X				4	
4	Selección de uva (Selecta, Primera, Industrial)	X					82	
5	Traslado selección a peso			X				6
6	Espera traslado selección a peso					X	51	
7	Ubicación Bascula	X					2	
8	Pesaje de uva		X				4	
9	Etiquetado	X					2	
10	Sellado	X					5	
11	Embalaje (Cartón, Madera, Icopor)	X					9	
12	Cargue de producto terminado	X					6	
13	Traslado de Uva terminada a zona de despacho			X				23
14	Espera traslado de Uva terminada a zona de despacho					X	34	
TOTAL		6	2	3	0	3	245	57

Fuente: Elaboración propia, 2018

Como conclusiones del Cursograma analítico, existen varios desplazamientos, en los que se emplean 138 segundos y 57 metros, que se podrían solucionar distribuyendo la línea de tal forma que no existan más cruces debido a que las operaciones en el área de empaque se cruzan, coexistiendo con la contaminación cruzada de materia prima en buen estado con los desechos de materia dañada y en proceso de descomposición. Teniendo un recorrido total de 57 metros recorridos cuya idea es minimizar el desplazamiento total del producto. El problema fundamental de los desplazamientos evidenciados en el proceso no es exclusivamente el tiempo necesario en recorrerlos, sino que es una fuente de distracciones y esos 138 segundos podrían incrementarse fácilmente, sin tener control de ello.

6.2.5 Factor Espera

Cuando la distribución está correctamente planeada, los circuitos de flujo de material se reducen a un grado óptimo. Según (Muther, 1970) El objetivo de este factor es una circulación clara y veloz del material a través de la planta, siempre en progreso hacia el acabado del producto.

Siempre que los materiales son detenidos, tienen lugar las esperas o demoras, y estas cuestan dinero.

Para el diagnóstico de este factor se dividirá en 3 tipos de almacenes que son:

- Materias primas

En la parte de materias primas se identificó que las rutas de entrada y salida de vehículos se interceptan provocando una demora a la hora de ingresar a la planta, siendo este un gran problema debido a que se está manejando producto perecedero teniendo un promedio de 46 segundos de espera para que la materia prima llegue al primer puesto de trabajo

- Inventario en proceso

La espera producida por las largas distancias entre las mesas de trabajo provoca fluctuación en la entrada de materia prima y su proceso de embalaje. Teniendo casos en los que no se cuenta con producto para continuar con el proceso o sobrecarga laboral por exceso de producto. En ambos casos siendo este un producto perecedero el exceso de mejoras puede ocasionar disminución en la calidad de la fruta. En cuanto a los tiempos de espera entre las estaciones de trabajo se identificó que en promedio el producto debía esperar 60 segundos

- Producto final

En el área de almacenamiento de producto en espera de distribución, se identificó que no está debidamente delimitado, ocasionando grandes arrumes que impiden la llegada de otros camiones para el descargue provocando así un problema serio de logística impidiendo que el proceso continúe desde su primera fase, que además de disminuir el espacio de circulación, resta eficacia en los desplazamientos de los empacadores con las labores de los cotereros provocando un promedio de 34 segundos de tiempo muerto en esta fase

6.2.6 Factor Servicio

Servicios relativos al personal:

- Vías de acceso.

La empresa caso de estudio se encuentra ubicada a escasos 5 minutos de distancia del casco urbano de la unión valle, contando con vías de acceso principales como lo son las vías la unión – la victoria, la unión – toro, la unión – roldanillo, como lo muestra la grafica

Figura 17. Plano Geolocalización cenital empresa objeto de estudio



Fuente: Google Earth, 2018.

- Instalaciones para use del personal:

La planta cuenta con baños para mujeres y hombres respectivamente, zona de lockers, parqueadero cubierto y zona de comidas, como dispensadores de agua estratégicamente ubicados.

- Ventilación e iluminación:

El actual edificio está construido a la vanguardia, es un edificio alto para brindar la mejor aireación y ventilación, cuenta con un techo fabricado con láminas especiales para el aprovechamiento de la luz natural, pero también cuenta con buenas instalaciones para brindar iluminación artificial de acuerdo a los requerimientos de la planta.

Figura 18. Vista delantera de la empresa objeto de estudio



Fuente: Elaboración propia, 2018

- Oficinas:

Las oficinas administrativas se encuentran ubicadas en un costado del edificio, es una construcción de dos plantas que brinda a su sector administrativo el espacio adecuado para la realización de sus labores, equipado con sus baños, aire acondicionado y toda la infraestructura tecnológica, como computadores impresores, teléfonos, acceso a internet entre otras

Servicios relativos al material:

- Control de calidad:

Actualmente se cuenta en la planta con un supervisor quien se encarga de revisar visualmente la calidad del producto ya que las operarias son entrenadas previamente para que en el proceso sean ellas quienes se empoderen de la calidad exigüidad por los clientes (tamaño, color, textura) como el peso en el que se está comercializando respetando las leyes del consumidor.

- Control desperdicios:

Una de las ventajas de las frutas, especialmente el de las uvas es su utilización de forma industrial para la fabricación de jugos, vinos u otros derivados de las frutas, por este motivo el desperdicio es mínimo en este sector

Servicios relativos a la maquinaria:

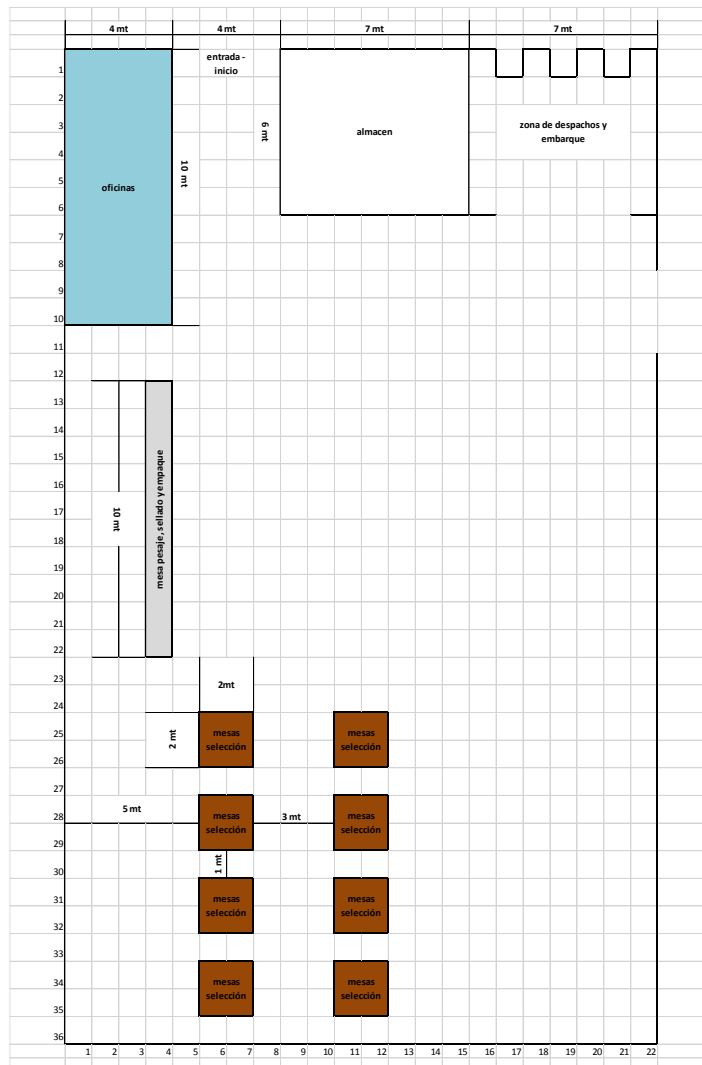
- Mantenimiento:

Actualmente la línea de embalaje solo cuenta con aparatos electrónicos que son las balanzas electrónicas, cuyo proveedor brinda el servicio de mantenimiento y calibración, bimensual y rotativo ya que se cuenta con 8 balanzas y el proceso solo requiere 4.

6.2.7 Factor Edificio

En la empresa objeto de estudio el edificio donde actualmente se realiza el proceso es rectangular y mide 36 de largo por 22 de frente y está ubicado aparte de las demás áreas de la empresa. Se evidencio que no se cuenta con ninguna maquinaria anclada, mesa atornillada o columna que evite la libre distribución de las áreas de trabajo que actualmente operan en la línea de embalaje. El edificio cuenta con 1 entrada libre para personal y para vehículos, además que como toda la línea es artesanal no requiere tener limitaciones en cuanto a conexiones de electricidad

Figura 19. Distribución Actual



Fuente: Elaboración propia, 2018

6.2.8 Factor Cambio

Este factor es para evaluar la versatilidad, flexibilidad y expansión de la distribución en planta. Según (Muther, 1970) el cambio es una parte básica de todo concepto de mejora y su frecuencia y rapidez se va haciendo cada día mayor. Por lo tanto, a pesar de que planeemos nuevas distribuciones, debemos revisar constantemente las que hemos establecido previamente, pues de otro modo podemos encontrarnos con la desagradable sorpresa de despertar un día y ver que una distribución anticuada nos está mermando una buena cantidad de beneficios potenciales.

La empresa informo que bajo ningún concepto realizarían modificaciones en la parte estructural del recinto donde en este momento se encuentra la línea de embalaje. Aunque en los siete primeros factores no se evidencio tal necesidad es necesario dejar especificado que esta situación será un limitante dado el caso que la producción aumentara de sobremanera o que la empresa decidiera diversificar sus productos.

Al momento tomando en cuenta que la eficiencia de todo el flujo de embalaje no supera ni la mitad. se especifica que la distribución cuenta con la flexibilidad suficiente para operar dentro de estos límites debido al espacio disponible y a la falta de elementos inamovibles en la línea.

A continuación, se explica con mayor profundidad la afirmación previamente nombrada dividiéndose así en los potenciales cambios en las distintas partes implicadas del proceso:

Cambio en los materiales.

Actualmente el mercado se extiende a otros países y la forma de embalar la uva para su conservación se vuelve un punto crítico ya que el producto es expuesto a diferentes y difíciles situaciones en su proceso de distribución desde que sale del productor hasta llegar al consumidor final.

Cambios en la maquinaria.

El proceso de embalaje de uva ha dado pasos agigantados llegando a líneas de producción altamente tecnificadas contando con procesos de ingeniería aplicada donde se utilizan los métodos del lean manufacturing para generar una mayor productividad. Unos de los procesos mejor aplicados es el de línea continúa comunicada por rodillos transportadores, empaque en bolsas que brindad una mayor protección y vida a las uvas y que traen un estándar de peso, para así producir rápidamente.

Cambios en el personal

La empresa maneja 2 turnos de 8 horas que son de 6:00 am a 2:00 pm y de 2:00 pm a 10:00 pm, cabe resaltar que la empresa no tiene disposición de cambiar ni los tiempos ni el número de turnos que realizan en la línea

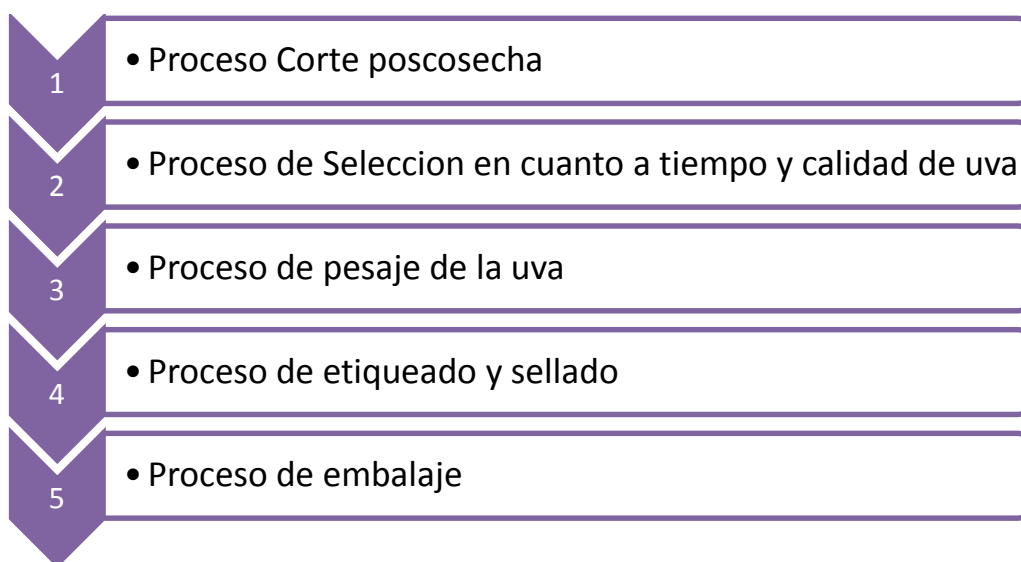
7 PROPUESTAS DE REDISTRIBUCIÓN

A continuación, se presentan los hallazgos del diagnóstico y la planificación de las alternativas de mejora de la distribución de la línea de embalaje de la empresa objeto de estudio.

7.1 OPORTUNIDADES DE MEJORA

Actualmente la línea de embalaje funciona así:

Figura 20. Procesos línea de embalaje



Fuente: elaboración propia, 2018.

En la línea de embalaje se evidenciaron que todos los procesos, que son: corte poscosecha, selección, pesaje, sellado y embalaje final tenían una planificación inadecuada debido a que la administración no ha tenido el interés de evaluar si la forma en la que se están haciendo los procesos actualmente es la mejor. Porque todo se realiza de forma artesanal, tanto los procesos como la distribución de la línea, siendo esta solo validada por el juicio subjetivo de la administración.

La principal oportunidad de mejora evidenciada fue la redistribución de las mesas de trabajo debido a que se presentan cruces en el flujo de los procesos además de los recorridos extensos que la uva debía hacer en el proceso de la línea de embalaje siendo este un gran inconveniente debido a que se está procesando productos perecederos siendo la calidad final de estos reducida notablemente por el tiempo

en exceso empleado en su procesamiento y la contaminación cruzada producida por los cruces que se realizan por la actual distribución de la línea de embalaje

7.2 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Las alternativas se han planteado teniendo en cuenta las relaciones que existen de un departamento con otro, las distancias recorridas de acuerdo al flujo de materiales, los resultados obtenidos de la metodología de Muther para el diagnóstico completo de la distribución esto, en la búsqueda de proponer una distribución por procesos que sería la más adecuada por las características mostradas.

Con el planteamiento de las siguientes alternativas se busca que disminuyan los tiempos de producción de las bandejas, que sea más fácil la supervisión, que el material en proceso disminuya y los recorridos necesarios en el proceso se vean disminuidos. Estos cambios son necesarios para la empresa debido a que en la actualidad existe un problema de mala distribución del espacio debido a que fue realizada sin ningún tipo de base o conocimiento sobre una correcta distribución.

Luego de plantear las alternativas se evaluarán por medio de simulación utilizando el programa Arena Software.

Para la evaluación por medio de simulación se proponen estas alternativas del área de la línea de embalaje que se muestran a continuación:

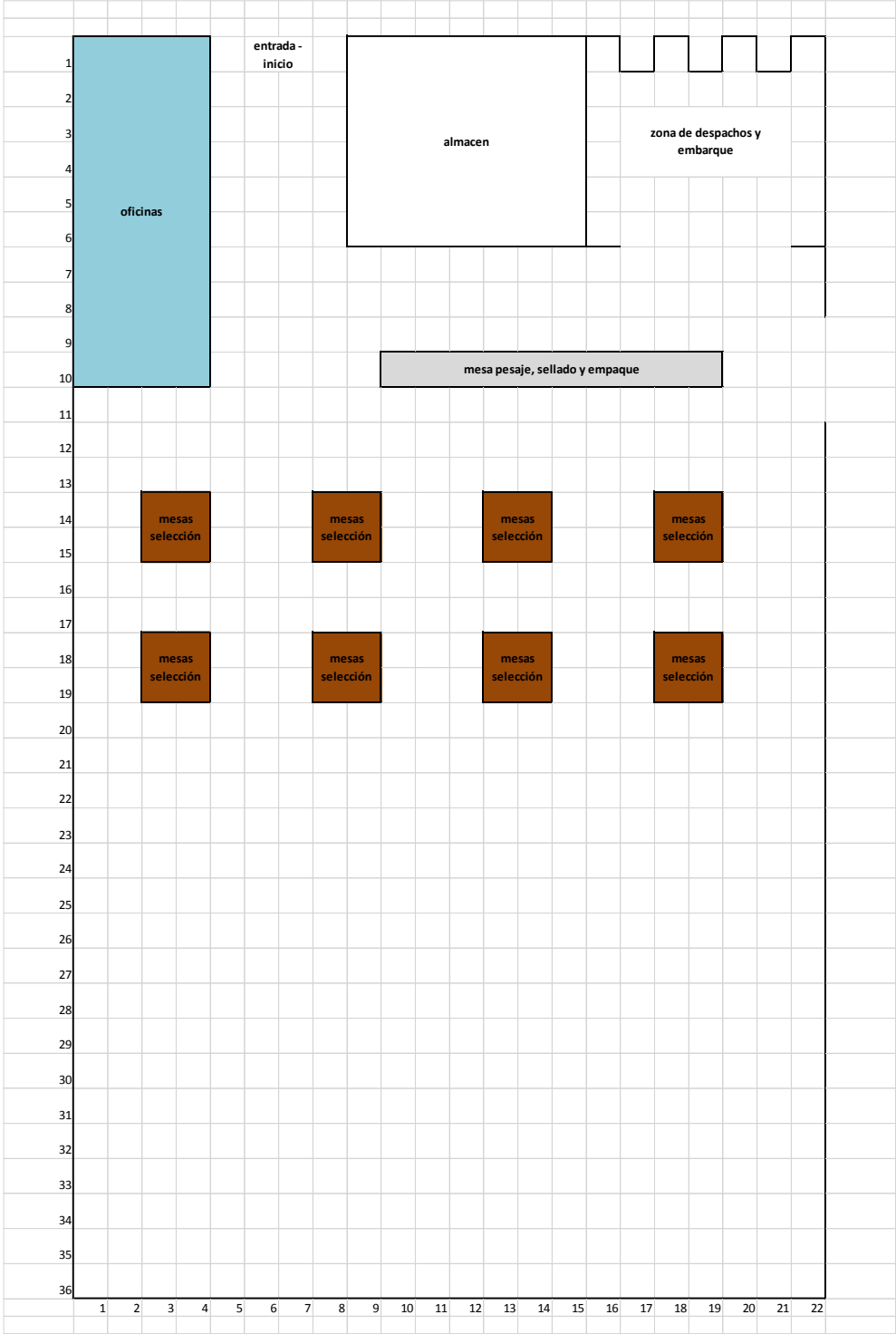
La alternativa 1 propone un recorrido de la uva altamente disminuido además de mayor fluidez por la eliminación de los cruces de flujo y en la parte trasera queda más espacio para otros posibles usos.

La alternativa 2 como se plantea el uso de una banda transportadora tiene un mejor flujo, pero tiene aunque sería más tecnificado tiene alto un costo inicial además de contratación de nuevo personal

La alternativa 3 presenta menos cruces de materias además de la mejora en la fluidez de los procesos, pero su distribución limita la posibilidad de una mejora en un futuro donde se agreguen nuevas líneas de trabajo o variedad de las mismas.

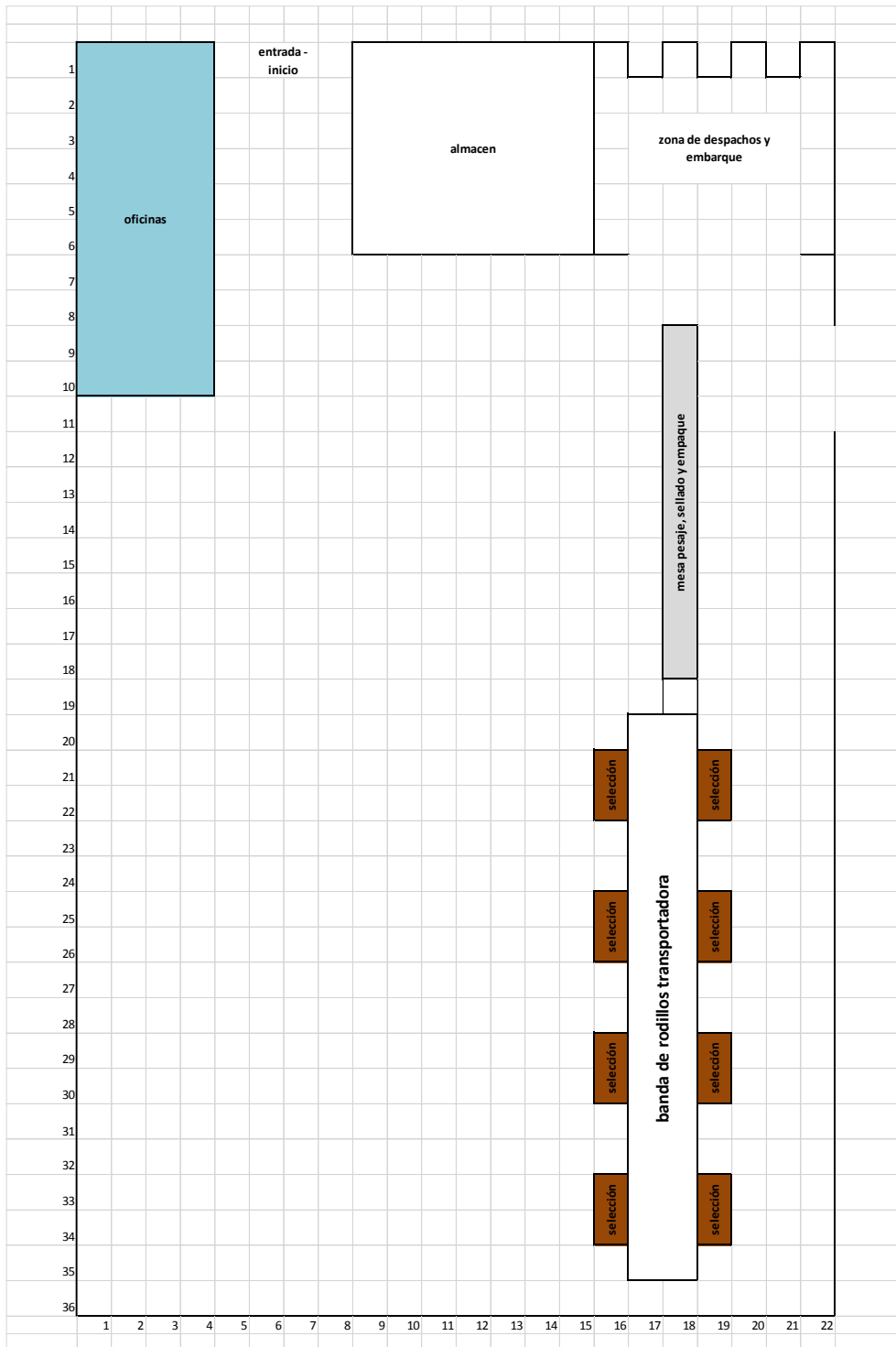
A continuación se presentan los planos de las alternativas mencionadas:

Figura 21. Distribución Alternativa 1



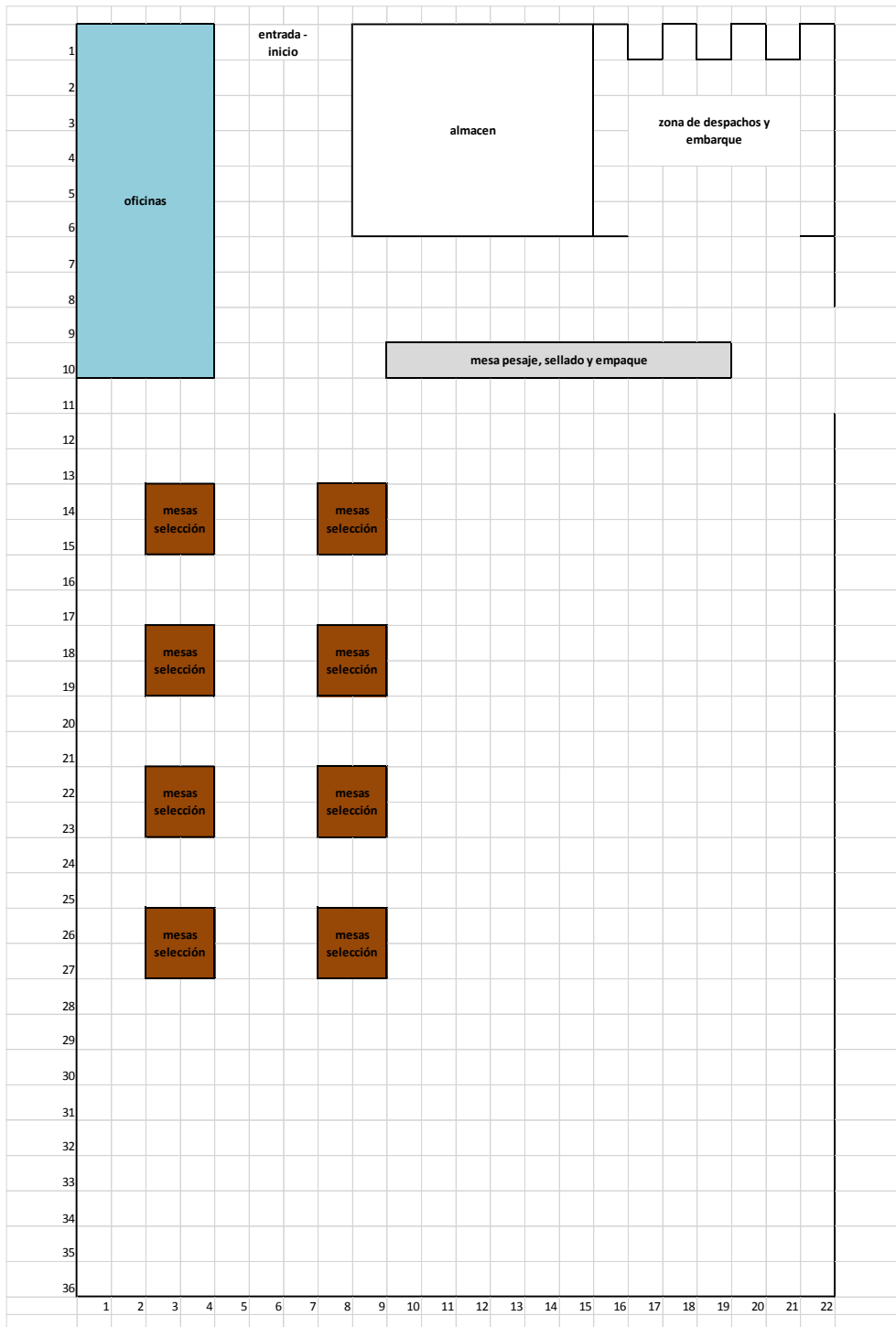
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 22. Distribución Alternativa 2



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 23. Distribución Alternativa 3



Fuente: Elaboración propia, 2018

7.3 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA IDEAL

Para la selección de la alternativa más viable para la propuesta, se realizó una metodología de decisión multicriterio basada en los ocho factores de Muther para la distribución en planta y así tener una base sólida que nos ayude a elegir de manera más crítica y analítica la mejor decisión.

El Proceso de Análisis Jerárquico, desarrollado por Thomas L. Saaty (The Analítica Hierarchy Process, 1980) está diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples. El proceso requiere que quien toma las decisiones proporcione evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y que, después, especifique su preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión y para cada criterio.

El resultado del AHP es una jerarquización con prioridades que muestran la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión. En un ambiente de certidumbre, el AHP proporciona la posibilidad de incluir datos cuantitativos relativos a las alternativas de decisión. La ventaja del AHP consiste en que adicionalmente permite incorporar aspectos cualitativos que suelen quedarse fuera del análisis debido a su complejidad para ser medidos, pero que pueden ser relevantes en algunos casos.

Cabe resaltar que las calificaciones de los criterios que se presentaron a continuación fueron realizadas por el equipo investigativo evaluando las tres alternativas propuestas. Estos se realizaron teniendo en cuenta los criterios de la distribución en planta de las propuestas de mejora primero priorizando los criterios de acuerdo a la relevancia de la distribución teniendo en cuenta que se busca una distribución por proceso, se realizaron de forma matricial como lo establece el proceso analítico jerárquico.

7.3.1 Establecimiento de prioridades

Para un análisis más detallado se dividieron los criterios en dos grupos que serían los criterios respecto a la infraestructura de la línea, referente a maquinaria, tiempos de espera por causas físicas, de servicio como ventilación y vías de escape y de elementos inamovibles donde está ubicada la línea de embalaje. Con respecto a recursos se tuvieron en cuenta las materias primas, inventario en proceso y el personal.

Tabla 20. Categorías de criterios

	INFRAESTRUCTURA	RECURSOS	VECTOR PROPIO
INFRAESTRUCTURA	1	2	0,6667
RECURSOS	1/2	1	0,3333
CR	0,00%	= 0%	1,0000

Fuente: Elaboración propia, 2018

Para la toma de decisión de la distribución idónea se tiene en cuenta que la infraestructura es dos veces más importante que los recursos a utilizar para la propuesta.

A continuación, se presenta la ponderación de los criterios que hacen referencia a la infraestructura teniendo en cuenta la importancia en cuanto a distribución de planta

Tabla 21. Ponderación de los criterios de infraestructura en cuanto a importancia

	MAQUINARIA	ESPERA	SERVICIO	EDIFICIO	VECTOR PROPIO
MAQUINARIA	1	1/4	1/2	1	0,0992
ESPERA	4	1	1/2	4	0,3778
SERVICIO	2	2	1	3	0,4239
EDIFICIO	1	1/4	1/3	1	0,0992
CR	6,93%	< 9%			1,0000

Fuente: Elaboración propia, 2018

La tabla nos permite apreciar que en cuanto a los criterios de infraestructura el más importante es el servicio que consta de las condiciones de trabajo que tienen los empleados dentro de las instalaciones y el criterio de espera que son los problemas de tiempos perdidos como de materia primera, inventario en proceso y producto final.

A continuación, se presenta la ponderación de los criterios en cuanto a los recursos teniendo en cuenta la importancia para la distribución de planta y así decidir en pro de un flujo de proceso óptimo

Tabla 22. Ponderación de los criterios de recursos en cuanto a importancia

	MATERIAL	HOMBRE	MOVIMIENTO	CAMBIO	VECTOR PROPIO
MATERIAL	1	1/5	1/3	1	0,0992
HOMBRE	5	1	1/2	5	0,3778
MOVIMIENTO	3	2	1	3	0,4239
CAMBIO	1	1/5	1/3	1	0,0992
CR	8,89%	< 9%			1,0000

Fuente: Elaboración propia, 2018

La tabla nos permite identificar que para una óptima distribución de planta los criterios que más debemos tener en cuenta en la parte de los recursos empleados que serían en factor hombre que está definido como la cantidad de personal actual y el porcentaje de rendimiento de los mismos. Igual de importante es el factor de movimientos que consta en la cantidad de desplazamientos y tiempos requeridos para el transporte tanto de materia prima como de producto en proceso.

Se realiza una ponderación final interrelacionando la importancia de la categoría y la importancia de las variables para base de toma de decisión permitiendo así no sesgar el establecimiento de las prioridades de los criterios a tratar.

Tabla 23. Ponderación final de los criterios de decisión

VARIABLES	PONDERACION PRIMARIAS	PONDERACION SECUNDARIAS	PONDERACION FINAL
MAQUINARIA	67%	9,92%	6,61%
ESPERA		37,78%	25,18%
SERVICIO		42,39%	28,26%
EDIFICO		9,92%	6,61%
MATERIAL	33%	9,92%	3,31%
HOMBRE		37,78%	12,59%
MOVIMIENTO		42,39%	14,13%
CAMBIO		9,92%	3,31%

Fuente: Elaboración propia, 2018

7.3.2 Emisión de los juicios y evaluaciones

A continuación, se presenta la ponderación de los criterios cualitativos de las tres alternativas planteadas para que de esta forma se pueda calificar en cuanto a maquinaria, personal y los movimientos

Tabla 24. Ponderación de alternativas criterios cuantitativos

	MAQUINARIA	HOMBRE	MOVIMIENTO
1	40,00%	30,77%	29,77%
2	20,00%	38,46%	38,17%
3	40,00%	30,77%	32,06%
SUMA TOTAL	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración propia, 2018

En cuanto al factor maquinaria se tiene que la alternativa 1 y 3 son iguales porque la propuesta es netamente de reubicación de los puestos de trabajo, mientras que en la segunda esta propuesto la compra de nueva maquinaria en este caso un sistema de transporte por rodillos.

En el factor hombre ocurre una situación similar debido a que en las alternativas de mejora 1 y 3 no se requirió ni contratar ni despedir personal, en cuanto a la segunda

alternativa se debía contratar personal para mantenimiento de la banda transportadora.

Con relación al movimiento la alternativa dos tiene una mejor calificación debido a que el sistema de transporte por rodillos minimizaría los movimientos de los operarios en sus actividades de embalaje

A continuación, se presentan las ponderaciones de las alternativas en cuanto a los criterios de tipo cualitativo, permitiendo así tener una idea completa de los beneficios y contras de cada una de las opciones de mejora propuestas

Tabla 25. Ponderación de alternativas criterios cualitativos respecto a material

	1	2	3	VECTOR PROPIO
1	1	4	3	0,6250
2	1/4	1	1/2	0,1365
3	1/3	2	1	0,2385
CR	1,76%	< 5%		1,0000

Fuente: Elaboración propia, 2018

Con respecto al factor de material, este va encaminado es al flujo de los procesos siendo la alternativa uno la más viable debido a que, aunque la alternativa dos sugiere una banda transportadora y la tres propone una distribución vertical siendo en ambos casos con tendencias a complicar la fluidez en la entrada y salida de materia prima

Tabla 26. Ponderación de alternativas criterios cualitativos respecto a Espera

	1	2	3	VECTOR PROPIO
1	1	2	1	0,4000
2	1/2	1	1/2	0,2000
3	1	2	1	0,4000
CR	0,00%	< 5%		1,0000

Fuente: Elaboración propia, 2018

Bajo el criterio de espera se expresa que la alternativa 1 y 3 están en iguales condiciones debido a que siguen teniendo la misma capacidad en cuanto a las mesas de trabajo. La alternativa dos queda renegada en este aspecto debido a que como se utilizaría la banda transportadora existe la posibilidad de congestión en cuanto a materia de producto en proceso

Tabla 27. Ponderación de alternativas criterios cualitativos respecto a Servicio

	1	2	3	VECTOR PROPIO
1	1	4	1	0,4742
2	1/4	1	1/2	0,1494
3	1	2	1	0,3764
CR	5,17%	< 5%		1,0000

Fuente: Elaboración propia, 2018

En este criterio, donde se maneja la calidad del servicio en cuanto a condiciones de producto y de proceso que serían los controles de calidad, de mantenimiento y de desperdicios se evidencia que la alternativa numero 1 puntea debido a que la distribución propuesta permite facilidad de ubicar los desperdicios en los lugares indicados además de que como el control de calidad se realiza de forma manual ubicar los puestos de trabajo en línea permite la facilidad de inspección. En cuanto a la alternativa número 3 se encuentran similitudes, la diferencia radica a la hora de tener el lugar indicado para ubicar los desperdicios. Por ultimo, pero no menos importante se habla de la alternativa número 2, que queda rezagada debido al sistema de manteamiento necesario para la utilización de la banda transportadora

Tabla 28. Ponderación de alternativas criterios cualitativos respecto a Edificio

	1	2	3	VECTOR PROPIO
1	1	2	1	0,4000
2	1/2	1	1/2	0,2000
3	1	2	1	0,4000
CR	0,00%	< 5%		1,0000

Fuente: Elaboración propia, 2018

Evaluando las alternativas con respecto al factor Edificio la alternativa 1 y 3 tienen la misma calificación debido a que la propuesta es redistribuir los puestos de trabajo que actualmente, en cuanto a la alternativa dos el sistema de transporte por rodillos como debe estar atornillada al piso.

Tabla 29. Ponderación de alternativas criterios cualitativos respecto a cambio

	1	2	3	VECTOR PROPIO
1	1	4	1	0,4444
2	1/4	1	1/4	0,1111
3	1	4	1	0,4444
CR	0,00%	< 5%		1,0000

Fuente: Elaboración propia, 2018

En cuanto al criterio del cambio, teniendo en cuenta que la empresa informó que bajo ningún concepto realizarían modificaciones en la parte estructural del recinto se tiene como prioridad elegir entre la alternativa 1 y 3 debido a que no propone realizar cambios en la parte física de la estructura de la línea de embalaje, en cambio la alternativa dos con la implementación de la línea de transporte por rodillos siendo esta atornillada. Provocaría una disminución notable en las posibles opciones de mejora futuras debido a que la libertad de ubicación se vería limitada por esta mejora.

Así, se presenta la ponderación de todos los criterios tanto cualitativos como cuantitativos para elegir la alternativa más adecuada en pro de un manejo adecuado del espacio, del personal y de las materias primas.

Tabla 30. Ponderación de alternativas

Alternativa	Maquinaria	Espera	Servicio	Edificio	Material	Hombre	Movimiento	Cambio
1	40%	40%	47%	40%	63%	31%	30%	44%
2	20%	20%	15%	20%	14%	38%	38%	11%
3	40%	40%	38%	40%	24%	31%	32%	44%
TOTAL	100%	100%	100%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 31. Ponderación final de las alternativas

ALTERNATIVA	PONDERACION FINAL
1	40,4%
2	23,0%
3	36,7%

Fuente: Elaboración propia, 2018

Concluyendo, la metodología de toma de decisiones multicriterio permitió dar la información necesaria para elegir la alternativa número 1 con un 40,4% de ponderación final. Seguida esta de la alternativa número 3 con un 36,7% y de ultimo con un 23% la alternativa número 2.

8 VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO

La simulación es una de las herramientas más importantes para apoyar la toma de decisiones relacionadas con el diseño y operación de los procesos y sistemas complejos. Esta herramienta hace posible el estudio, análisis y evaluación de situaciones “qué pasaría sí”, puesto que permite modelar un sistema real y realizar diferentes modificaciones o experimentos con este, con el fin de comprender el comportamiento del sistema y/o evaluar varias estrategias para el funcionamiento del mismo sin comprometer recursos de la empresa. Para el caso de los problemas de distribución de planta, permite probar nuevos diseños y analizar la viabilidad de éstos, en términos de reducción en los tiempos y costos, pues, permite evaluar el comportamiento del sistema con un nuevo diseño de planta.

En este caso en particular se simulará la situación actual de la línea de embalaje comparada con la situación propuesta de mejora, para así corroborar que existe una mejora en los tiempos de los procesos esto debido a que como se está trabajando con fruta, esta entre más tiempo este al aire libre sin una debida refrigeración acelerara su proceso de descomposición

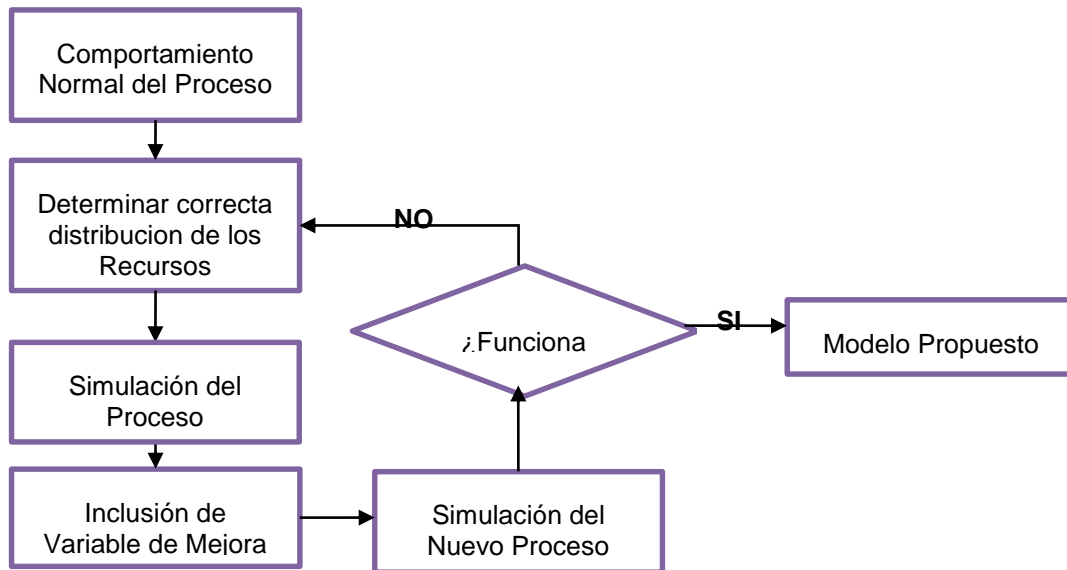
8.1 METODOLOGÍA PARA LA SIMULACIÓN

De acuerdo con las características detectadas la línea de embalaje caso de estudio, y una vez determinado el correcto comportamiento de las variables y el impacto que estas tienen al momento de la recepción (llegada a selección) y posteriormente el pesaje, sellado y embalado tal como se evidencia en el análisis realizado por medio del **VSM, el curso grama analítico y otros factores de distribución**, desde la llegada del vehículo cargado de uvas hasta el momento que se ingresan a la bodega de despacho, se desarrolló un modelo de simulación, que permite comprender en primera instancia la relación existente entre cada uno de los procesos, para luego determinar la presencia de cuellos de botella y sus principales causas, al mismo tiempo que se busca determinar la correcta distribución de los recursos para optimizar la operación y reducir los tiempos de producción en la línea de embalaje.

El modelo desarrollado fue corrido y analizado con el software Arena, esto como una forma de validar la propuesta evidenciando en un entorno simulado la realidad con las mejoras propuestas y notando así el cambio en la productividad de la línea de embalaje.

La forma como opera el modelo se presenta a continuación, donde hay a su vez un modelo de simulación que toma como datos de entrada el comportamiento normal del proceso con las variables definidas y la correcta distribución de los recursos asociados a estas.

Figura 24. Esquema modelo de simulación discreta



Fuente: Elaboración propia, 2018

Los resultados de la simulación se usan para definir si se hizo una correcta distribución de los recursos incluyendo la variable propuesta de mejora para que contribuya a un mejor comportamiento, fluidez y minimización del tiempo del proceso y optimización de recursos.

Se realizarán los escenarios del modelo tanto de simulación del proceso actual como de la simulación del proceso con la mejora de distribución propuesta. Y se representara gráficamente y los valores de las variables en cuanto a materia prima, personal y tiempo de proceso se mantienen constantes esto con el fin determinar la mejor distribución de recursos que conlleven a una mejor optimización de los mismos en cuanto a tiempo, nivel de eficiencia y mayor flujo en el proceso.

8.2 ELABORACIÓN DE MODELO ESCENARIO REAL.

Modelo en Arena.

El modelo fue representado en el simulador Arena durante sesenta minutos (60) min, lo cual equivale a una hora de producción de bandejas de uva siendo esta la entidad a simular (comportamiento estándar de la línea); donde se representan gráficamente las seis (6) estaciones de trabajo, exceptuando el área de cosecha previo de la línea.

Una vez identificadas las variables de entrada y salida del modelo se proceden a parametrizar las estaciones que tiene el proceso de línea de embalaje de la empresa caso de estudio. Luego se procede a realizar la adaptación del modelo en Arena de la siguiente forma:

Las Variables de entrada del modelo son:

1. **INICIO.** Hace referencia al tiempo promedio de producción de las bandejas de uva, el cual se parametriza a través del módulo **Create** de Arena.
2. **SELECCIONAR.** Hace referencia al proceso de selección de la uva.
3. **ROUTE 2.** Este dato hace referencia a el transporte que realizan las bandejas desde que salen de la selección a la estación de pesaje, etiquetado y empaque.
4. **PESAR.** Hace referencia al proceso de pesaje de las bandejas de uva seleccionada
5. **ETIQUEDADO.** Hace referencia al proceso de etiquetado de las bandejas de uvas pesadas.
6. **EMPAQUETADO.** Hace referencia al proceso de empaquetado de las bandejas de uvas etiquetadas.

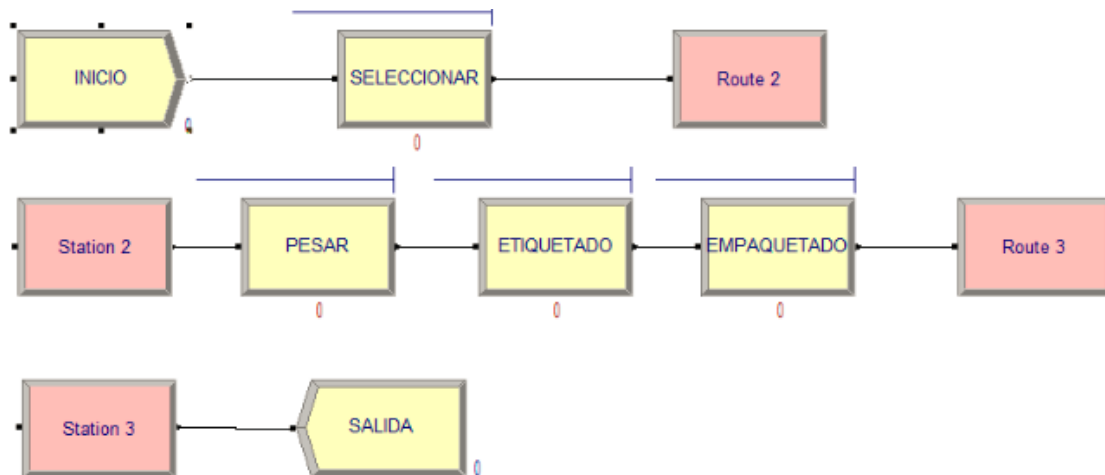
7. **ROUTE 3.** Este dato hace referencia a el transporte que realizan las bandejas desde de la estación de pesaje, etiquetado y empaque hasta la bodega de despacho

8. **SALIDA.** Hace referencia al punto final del proceso

Estructuración del modelo

Una vez creados todos los módulos, se procede a conectarlos secuencialmente para darle flujo a la entidad que se mueve por el sistema. Se debe tener en cuenta que automáticamente se crea un proceso con uno o varios recursos, Arena automáticamente asigna una **Queue** o fila a cada uno, la cual una vez se corra el modelo dará un reporte del tiempo que pasa la entidad en dicha fila.

Figura 25. Estructura modelo escenario REAL.



Fuente: Elaboración propia, 2018

La estructura del modelo del escenario real está basada en la Figura 3. Donde se aprecian los flujos de proceso visualmente en el plano de la distribución actual de la línea de embalaje.

Parametrización para corrida de modelo.

Para la primera corrida del modelo se tienen en cuenta lo siguientes parámetros:

- Numero de réplicas, que para este caso será 100 (*debido a que con este valor se normaliza el proceso que se pretende simular*) replicas con el fin de minimizar el margen de error.
- Rango de tiempo el cual estará contemplado para una hora de trabajo

A continuación, se muestra dicha parametrización:

Figura 26. Parametrización modelo para una hora de producción

The screenshot shows the 'Run Setup' dialog box with the 'Replication Parameters' tab selected. The 'Number of Replications' is set to 100. The 'Start Date and Time' is set to Saturday, 17 de marzo de 2018 at 10:32:56 a.m. The 'Warm-up Period' is 0.0, 'Replication Length' is 60, and 'Hours Per Day' is 24. The 'Base Time Units' are set to Minutes. The 'Terminating Condition' field is empty. The 'Initialize Between Replications' section has 'Statistics' and 'System' checked. The dialog box has buttons for 'Aceptar', 'Cancelar', 'Aplicar', and 'Ayuda'.

Fuente: Elaboración propia, 2018

Variables de Salida:

Las Variables de salida del modelo son:

1. Tiempo de transporte de uva para selección.
2. Tiempo de espera para selección de uva.
3. Tiempo de transporte de uva para pesaje.
4. Tiempo de espera de uva para etiquetado.
5. Tiempo de espera de uva para empaquetado.
6. Numero de bandejas de uvas almacenadas

Una vez identificadas las variables y parametrizadas en el modelo se procede a darle corrida el cual arroja los siguientes resultados.

Tabla 32. Promedio de utilización de recursos (Escenario Real)

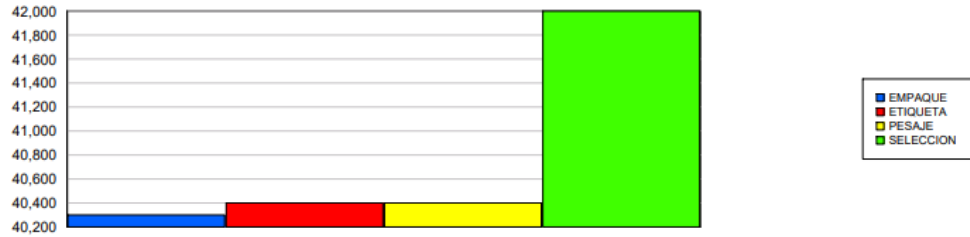
Time						
VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
B_UVA	0.8641	0,00	0.8418	0.8821	0.6788	1.0695

Fuente: Elaboración propia, 2018

Él **VA Time** hace referencia al tiempo en el sistema de cada bandeja utilizando recursos que en promedio según los resultados de la simulación es de alrededor de **0.8 minutos** por cada bandeja de uva.

Figura 27. Total, bandejas que ingresan y salen del sistema (Escenario Real)

Total Number Seized	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
EMPAQUE	40.3000	0,35	40.0000	41.0000
ETIQUETA	40.4000	0,37	40.0000	41.0000
PESAJE	40.4000	0,37	40.0000	41.0000
SELECCION	42.0000	0,00	42.0000	42.0000



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 28. Tiempo de procesamiento por entidad (Escenario Real)

Time per Entity

VA Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
EMPAQUETADO	0.1498	0,00	0.1444	0.1545	0.1084	0.1904
ETIQUETADO	0.1159	0,00	0.1114	0.1236	0.07506775	0.1583
PESAR	0.0989	0,00	0.0946	0.1027	0.07550247	0.1237
SELECCIONAR	1.4418	0,01	1.4274	1.4518	1.3256	1.5416

Wait Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
EMPAQUETADO	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETIQUETADO	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESAR	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
SELECCIONAR	13.4933	0,22	13.0580	13.9196	0.00	27.6990

Total Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
EMPAQUETADO	0.1498	0,00	0.1444	0.1545	0.1084	0.1904
ETIQUETADO	0.1159	0,00	0.1114	0.1236	0.07506775	0.1583
PESAR	0.0989	0,00	0.0946	0.1027	0.07550247	0.1237
SELECCIONAR	14.9351	0,22	14.4908	15.3649	1.3453	29.1682

Fuente: Elaboración propia, 2018

Una vez analizada las tablas de proceso podemos identificar que:

- En la figura 23 él **VA Time Per Entity** nos muestra el tiempo total que ocupa cada entidad (bandejas) un recurso, es decir cada bandeja en promedio ocupa 14 segundos en empaquetado, 11 en etiquetado, 9 segundos en pesado y 1.44 minutos en selección
- **Total Time Per Entity** hace referencia al tiempo total que pasa cada entidad en el sistema es decir la sumatoria de los tiempos anteriores con lo que tendríamos que para el proceso de línea de embalaje se llegaría a tardar 14 minutos a la espera de terminar una bandeja

Figura 29. Tiempo en cola (Escenario Real).

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
EMPAQUETADO.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETIQUETADO.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESAR.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SELECCIONAR.Queue	13.8305	0.22	13.3909	14.2636	0.00	28.4427

Fuente: Elaboración propia, 2018

- La **tabla anterior** nos muestra los tiempos en cola por cada recurso que coincide en su mayoría con la tabla **Wait Time Per Entity** para lo cual tenemos que las bandejas se podrían tardar 13 minutos debido al problema de distribución actual, por los cruces y congestión en la entrada de la línea

Una vez validada los resultados de la simulación se comparan los tiempos promedios de los registros tomados en el levantamiento de la información vs los resultados del modelo:

Tabla 33. Levantamiento de Información vs Resultados Modelo (Real)

	Actual	Levantamiento
TIEMPO TRANSPORTE INICIO	46	40
TIEMPO DE SELECCION	86	80
tiempo de transporte de selección a pesaje	51	50
tiempo pesaje	6	6
tiempo etiquetado y sellado	7	9
tiempo de embalaje (cartones, icopor, madera)	9	13
Tiempo de cargue	6	6
transporte a zona de almacenamiento	34	30
TIEMPO TOTAL	245	234

Fuente: Elaboración propia, 2018

Para comprobar la diferencia de la información levantada con el estado actual de la línea de dar confiabilidad a los resultados se realizó un análisis estadístico de Prueba t pareada con una distribución Student. Se utilizó este tipo de distribución porque la Prueba de Hipótesis para medias usando Distribución t de Student se usa cuando se cumplen las siguientes dos condiciones:

- Es posible calcular las medias y la desviación estándar a partir de la muestra.
- El tamaño de la muestra es menor a 30.

Con un nivel de confianza del 95% se dirá si hay evidencia estadística para asumir que la media del tiempo de proceso de línea de embalaje actual es menor que la media del tiempo de proceso de línea de embalaje levantado en el trabajo

Esto nos lleva a plantear las siguientes hipótesis:

$$H_0: \mu_x - \mu_y \leq 0$$

$$H_1: \mu_x - \mu_y > 0$$

HIPOTESIS NULA El tiempo de proceso levantado es coherente con el tiempo de proceso actual simulado

HIPOTESIS ALTERNATIVA El tiempo de proceso levantado es inconcistente con el tiempo de proceso actual simulado

Tabla 34. Análisis estadístico Prueba t pareada

	Actual	Levantamiento	Diferencia
TIEMPO TRANSPORTE INICIO	46	40	6
TIEMPO DE SELECCION	86	80	6
tiempo de transporte de selección a pesaje	51	50	1
tiempo pesaje	6	6	0
tiempo etiquetado y sellado	7	9	-2
tiempo de embalaje (cartones, icopor, madera)	9	13	-4
Tiempo de cargue	6	6	0
transporte a zona de almacenamiento	34	30	4
Media muestral	30,63	29,25	1,38
Desviacion estandar	29,20	26,40	3,66
VALOR T PRUEBA	1,06199		
VALOR T CRITICO	1,89458		
VALOR P	0,04222		

Fuente: Elaboración propia, 2018

El “VALOR T PRUEBA” es el estadístico de prueba que se basa en la diferencia de las medias.

El “VALOR T CRITICO” se refiere al valor crítico de t con un nivel de confianza del 95%.

El valor p para este nivel de confianza indica que la hipótesis nula debería ser aceptada concluyendo que el tiempo de proceso levantado es coherente con el tiempo de proceso actual simulado

Como se evidencia hay coherencia en los tiempos del levantamiento y los de la simulación del proceso actual. Cabe realtar que hay diferencia pero no la suficiente para decir que existe una incongruencia en entre los tiempos de espera de cada proceso sin embargo se debe tener en cuenta que el modelo simula los tiempos con

base en el procesamiento de bandejas de uva en un periodo de una jornada y el levantamiento de información tiene en cuenta los tiempos solo con base a los días en que la empresa permitió el ingreso a la línea de embalaje.

Es decir, si se tomaran los tiempos de todas las bandejas que ingresan al sistema durante dicho periodo este se normalizaría y nos arrojaría que los tiempos en cola de cada bandeja aumentan en razón al ingreso de cada uno ya que los tiempos de procesamiento tanto para el levantamiento de la información como para el modelo son los mismos.

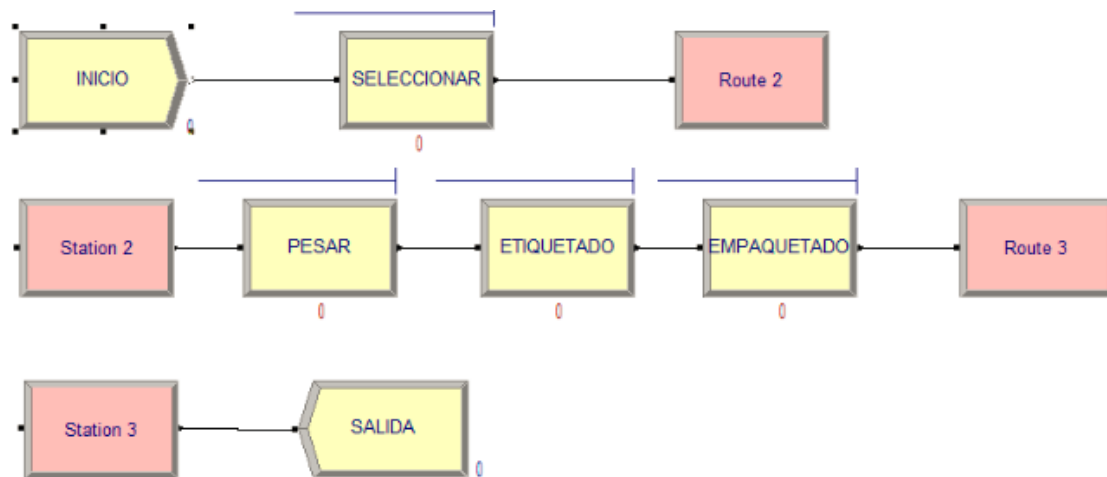
Dicho esto, tenemos que en promedio a medida que ingresa la uva tarda alrededor de **245 segundos o 4 minutos** en realizar todo el proceso hasta su embalaje.

8.3 ELABORACIÓN DE MODELO CON MEJORA PROPUESTA.

La propuesta es reducir los tiempos que actualmente existen para el transporte de la uva sin procesar a las mesas de selección y el tiempo de transporte de uva seleccionada a la estación de pesaje, además teniendo en cuenta que realizando la distribución en línea se reduciría el tiempo de transporte de las bandejas de uva terminadas a el almacén. Se eligió la propuesta numero 1 basándose en la metodología de decisión multicriterio realizada en el inciso anterior, obteniendo está el mayor puntaje tomando en cuenta la ponderación de los criterios establecidos

Resultados del modelo propuesto de mejora:

Figura 30. Estructura modelo escenario Propuesta.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 35. Promedio de tiempo en la línea de embalaje (Escenario mejora).

Time						
VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
B_UVA	1.4747	0,01	1.4575	1.4853	1.2875	1.6416

Fuente: Elaboración propia, 2018

Él **VA Time** nos muestra que en promedio de tiempo en la línea de embalaje con la mejora propuesta es de alrededor de 1.47 minutos por cada bandeja

Tabla 36. Total bandejas que ingresan y salen del sistema (Escenario mejora)

Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
B_UVA	52.9000	0,41	52.0000	54.0000

Fuente: Elaboración propia, 2018

Para las salidas del sistema los contadores **“Numer out”** nos muestran que **52 bandejas** que ingresan al sistema y que este mismo número sale de él, a diferencia del modelo real donde solo 40 de las bandejas salían

Tabla 37. Tiempos de procesamiento por entidad (Escenario Mejora)

Time per Entity

VA Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
EMPAQUETADO	0.1505	0,00	0.1455	0.1556	0.1090	0.1914
ETIQUETADO	0.1154	0,00	0.1091	0.1191	0.07542074	0.1583
PESAR	0.0988	0,00	0.0958	0.1014	0.07524460	0.1249
SELECCIONAR	1.1099	0,01	1.0899	1.1246	0.9924	1.2083
Wait Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
EMPAQUETADO	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETIQUETADO	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESAR	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
SELECCIONAR	20.3688	0,17	19.9522	20.6930	0.00	41.2583
Total Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
EMPAQUETADO	0.1505	0,00	0.1455	0.1556	0.1090	0.1914
ETIQUETADO	0.1154	0,00	0.1091	0.1191	0.07542074	0.1583
PESAR	0.0988	0,00	0.0958	0.1014	0.07524460	0.1249
SELECCIONAR	21.4787	0,17	21.0420	21.8041	1.0457	42.3332

Fuente: Elaboración propia, 2018

La tabla de tiempos de cada proceso para el modelo con la propuesta implementada nos muestra una reducción significativa en el tiempo total por cada entidad ya que para este caso fue de 15 segundos en empaquetado, 11 segundos en etiquetado, 9 segundos en pesado y 66 segundos en selección

A continuación, se presentan los nuevos tiempos en el proceso de línea de embalaje con la propuesta planteada.

Tabla 38. Tiempos Área de inicio y selección

#	Tiempo transporte inicio (segundos)	Tiempo de selección (segundos)	Tiempo total área de selección (segundos)
Promedio	10	13	23

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla 39. Tiempos Área de pesaje, etiquetado y empaque

TIEMPOS TOTALES AREA DE PESAJE, ETIQUETADO Y EMPAQUE					
#	Tiempo de transporte de selección a pesaje (segundos)	Tiempo de pesaje (segundos)	Tiempo etiquetado y sellado	Tiempo de embalaje (cartones, icopor, madera) (segundos)	Tiempo total área de pesaje, etiquetado y empaque (segundos)
Promedio	13	6	9	5	33

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla 40. Tiempos Área de almacenamiento

TIEMPOS TOTALES AREA DE ALMACENAMIENTO			
#	Tiempo de cargue y descargue (segundos)	Transporte a zona de almacenamiento (segundos)	tiempo total área almacenamiento (segundos)
Promedio	12	10	22

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla 41. Tiempo total línea de embalaje

TIEMPO TOTAL LINEA DE EMBALAJE	
#	Tiempo total de embalaje (segundos)
Promedio	78

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Se evidencia la mejora en el tiempo total de embalaje siendo el actual de 245 segundos al propuesto con 78 segundos. Teniendo una diferencia significativa de 167 segundos por bandeja

8.4 ANÁLISIS DE ESCENARIOS

Tabla 42. Comparación Resultados

	Actual (segundos)	Levantamiento (segundos)	Propuesto (segundos)
Tiempo transporte inicio	46	36	10
Tiempo de selección	86	80	13
tiempo de transporte de selección a pesaje	51	45	13
tiempo pesaje	6	6	6
tiempo etiquetado y sellado	7	9	9
tiempo de embalaje (cartones, icopor, madera)	9	5	5
Tiempo de cargue	6	6	6
transporte a zona de almacenamiento	34	16	16
TIEMPO TOTAL	245	203	78

Fuente: Elaboración propia, 2018

Para comprobar la diferencia de la propuesta con el estado actual de la línea además de dar confiabilidad a los resultados se realizó un análisis estadístico de Prueba t pareada con una distribución Student. Se utilizó este tipo de distribución porque la Prueba de Hipótesis para medias usando Distribución t de Student se usa cuando se cumplen las siguientes dos condiciones:

- Es posible calcular las medias y la desviación estándar a partir de la muestra.
- El tamaño de la muestra es menor a 30.

Con un nivel de confianza del 95% se dirá si hay evidencia estadística para asumir que la media del tiempo de proceso de línea de embalaje propuesto es menor que la media del tiempo de proceso de línea de embalaje actual

Esto nos lleva a plantear las siguientes hipótesis:

$$H_0: \mu_x - \mu_y \leq 0$$

$$H_1: \mu_x - \mu_y > 0$$

HIPOTESIS NULA: El tiempo de proceso propuesto es mayor que el tiempo de proceso actual

HIPOTESIS ALTERNATIVA: El tiempo de proceso propuesto es menor que el tiempo de proceso actual

Tabla 43. Análisis estadístico Prueba t pareada

	Actual	Propuesto	Diferencia
Tiempo transporte inicio	46	10	36
Tiempo de selección	86	13	73
tiempo de transporte de selección a pesaje	51	13	38
tiempo pesaje	6	6	0
tiempo etiquetado y sellado	7	9	-2
tiempo de embalaje (cartones, icopor, madera)	9	5	4
Tiempo de cargue	6	6	0
transporte a zona de almacenamiento	34	16	18
Media muestral	30,63	9,75	20,88
Desviacion estandar	29,20	3,99	26,53
VALOR T PRUEBA	2,22554		
VALOR T CRITICO	1,89458		
VALOR P	0,01892		

Fuente: Elaboración propia, 2018

El “VALOR T PRUEBA” es el estadístico de prueba que se basa en la diferencia de las medias.

El “VALOR T CRITICO” se refiere al valor crítico de t con un nivel de confianza del 95%.

El valor p para este nivel de confianza indica que la hipótesis nula debería ser rechazada concluyendo que el tiempo de proceso propuesto es menor que el tiempo de proceso actual

Tal y como se evidencia la mejora propuesta disminuye el tiempo promedio que actualmente tiene la empresa para la producción de bandejas de uva en la línea de embalaje de **245 segundos o 4 minutos a 78 segundos** por bandeja en realizar todo el proceso. Además, que garantiza una mayor salida de bandejas hacia la bodega de despacho minimizando drásticamente los tiempos improductivos u ociosos.

Cabe resaltar que se simuló solo una de las alternativas debido a que realizando una metodología multicriterio de toma de decisiones basado en la priorización de los criterios y la evaluación realizada basada en estos a cada una de las opciones de mejora

CONCLUSIONES

El diagnóstico evidenció las fallas de la distribución actual de la línea de embalaje, reflejado en la mala utilización del espacio útil dentro de esta, también la desorganización de los materiales y el desperdicio de los mismos habiendo hasta cruces entre ellos. De igual forma la falta de áreas claramente demarcadas para la realización de los procesos y el desplazamiento del personal y vehículos tanto de materia prima como los de despacho.

La distribución actual de la línea de embalaje está distribuida de forma empírica, por lo que el nivel de productividad es bajo debido a que cada estación de trabajo que la conforma fue construida bajo el juicio subjetivo de la administración sin tener en cuenta las distancias que debe recorrer el producto o el tiempo que este sin embalar queda expuesto a condiciones degenerativas propias de las frutas

Se eligió una alternativa escogida bajo el proceso analítico jerárquico basado en la priorización de los criterios, la emisión de los juicios y la evaluación de las alternativas, este siendo elegido porque permitía tomar una decisión basada tanto en los datos cualitativos como en los cuantitativos que estaban involucrados en la distribución en planta permitiendo así tener elegida la opción más idónea para la situación diagnosticada en la línea de embalaje objeto de estudio.

El uso de la metodología de Muther dividido en sus ocho factores permitió tener un diagnóstico completo en miras de proponer una nueva distribución en planta porque para ello es necesario conocer la totalidad de los factores implicados en ella y las interrelaciones existentes entre los mismos. El examinar cada uno de los factores se establece un medio sistemático y ordenado para poder estudiarlos, sin descuidar detalles importantes que pueden afectar el proceso de Distribución en planta.

La simulación permite comparar el estado actual de la línea de embalaje con la distribución que se propuso. Esto debido a que es una herramienta que nos permite demostrar lo que unos cambios pueden afectar un proceso productivo sin necesidad de realizarlo en la vida real.

Se utilizó El Value Stream mapping porque es una herramienta clave dentro de la metodología lean manufacturing. Es un diagrama que se utiliza para visualizar, analizar y poder observar las posibles mejoras en el flujo de los productos y de la información dentro de un proceso de producción, desde el inicio del proceso que sería la llegada de la uva de cosecha hasta su estación final que sería la bodega de despacho.

Al realizar una propuesta mejora en la distribución de planta de la línea de embalaje la empresa objeto de estudio es posible mejorar el proceso productivo ya que se observa un orden consecutivo de cada una de las operaciones donde se podrían disminuir las distancias y se facilita el transporte tanto de operarios, materia prima, producto en proceso y producto terminado. Siendo este un factor que lograría marcar la diferencia en cuanto a productividad por el hecho de estar trabajando con productos perecederos teniendo el tiempo como un factor en contra por las condiciones de la uva

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la empresa llevar un registro histórico de cada uno de los datos recopilados en este trabajo, con el fin de llevar el seguimiento de la mejora de la propuesta planteada para la solución de posteriores hallazgos en cuanto a la distribución de la línea de embalaje, la producción diaria, flujo de los procesos y tiempo de proceso total, estos siendo de suma importancia para la implementación de una propuesta de distribución en planta

Se recomienda hablar y concientizar a los empleados de la importancia y utilidad que traerá la implementación de nuevos métodos, para que ellos sepan porque se están haciendo las cosas y se comprometan a colaborar, de otro modo ellos rechazarán lo nuevo, ya que el ser humano por naturaleza tiende a rechazar lo desconocido. Es indispensable para el desarrollo de esta propuesta el compromiso por parte del supervisor de producción y gerencia para crear una cultura de trabajo enfocada a la mejora continua, aprendizaje permanente y comunicación abierta.

Para futuras investigaciones es preciso replantear la planificación de la producción actual de la empresa, debido a que con las instalaciones, recursos y personal actual no es posible plantear una propuesta de mejora que permita cumplir con la meta administrativa establecida

BIBLIOGRAFÍA

- Colombia tiene la ambición de convertirse en potencia agroexportadora | Noticias Agropecuarias del Ecuador y el Mundo - Primer periódico agrodigital del Ecuador - Elproductor.com. (n.d.). Retrieved April 4, 2018, from <https://elproductor.com/noticias/colombia-tiene-la-ambicion-de-convertirse-en-potencia-agroexportadora/>
- Colomo, A. A., Asesorado Por El, G., José, I., & Salazar, R. C. (2009). MEJORA Y ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN, EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ENVASES PLÁSTICOS. Retrieved from http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2011_IN.pdf
- Eugenio, C., & Ospina, R. (2012). LA UNION EN BUENAS MANOS. Retrieved from <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos/PDF/launionvalledelcaucapd2012-2015.pdf>
- Gonzales Neira, E. M. (n.d.). PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE. Retrieved from <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis139.pdf>
- John, S. A., & Muñoz Bastidas, E. (2009). DISEÑO DE PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO EN LA LÍNEA DE PRODUCTOS CUBIERTOS CON CHOCOLATE A TRAVÉS DEL ANALISIS DE OPERACIONES EN LA EMPRESA COLOMBINA DEL CAUCA. Retrieved from <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/1166/1/TID00296.pdf>
- David, A. (2018). Metodología Lean Manufacturing: Qué es y cómo implantarla. (n.d.). Retrieved April 4, 2018, from <https://leanmanufacturing10.com/>
- Meyers, F. (2000). Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. Retrieved from <https://drive.google.com/file/d/1twWfVilmbzw9SGK-IEPyPBM5cQ89Jfrg/view?ts=5aa6c2a0>
- Murther, R. (2009). Distribución en planta. Buenas Practicas de Manufactura En La Construcción de Plantas Agroalimentarias. Retrieved from <http://hpcinc.com/wp-content/uploads/2016/07/Spanish-PPL.pdf>
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo. Retrieved from <http://www.gandhi.com.mx/ingenieria-industrial-metodos-estandares-y-dise-o-de-trabajo>
- Palacios, L. C., & Contenido, A. (n.d.). movimientos y tiempos INGENIERÍA DE MÉTODOS. Retrieved from <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2016/04/Ingeniería-de-métodos-2da-Edición.pdf>
- RODRÍGUEZ MEDERO, J. M. (n.d.). MEJORA EN LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DEL MONTAJE SÚPER JAGUAR CON APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS "LEAN MANUFACTURING." Retrieved from <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5055/fichero/0.->

+PORTADA+E+ÍNDICE%252F0.-+PORTADA+E+ÍNDICE.pdf

- Salazar López, B. (n.d.). Ingeniería de Métodos - Ingeniería Industrial. Retrieved April 4, 2018, from <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingeniería-de-metodos/>
- Serna, D. (n.d.). CONCEPTOS E IMPORTANCIA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA. Retrieved from http://www.academia.edu/9505910/CONCEPTOS_E_IMPORTANCIA_DE_LA_DISTRIBUCIÓN_DE_PLANTA
- Tafur Reyes, R., Toro Mesa, J. C., & Cerquera, H. G. (n.d.). PLAN FRUTÍCOLA NACIONAL. DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LOS RECURSOS PARA LA FRUTICULTURA EN COLOMBIA. Retrieved from http://www.frutasyhortalizas.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_18_DIAGNOSTICO_FRUTICOLA_NACIONAL.pdf
- Villafañe Escrivá, Y. C. (n.d.). DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORA PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN LOS PROCESOS DE LLENADO, TAPADO Y ENCAJONADO DEL CLORO NEVEX. Retrieved from <http://repositorios.unimet.edu.ve/docs/22/ATTS170V5E8.pdf>