



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA PARA REDUCIR COSTOS EN UNA EMPRESA DE VENTA DE ACCESORIOS AUTOMOTRIZ DE LA CIUDAD DE TRUJILLO”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autores:

Bach. Ginny Emilyn, Davila Cabanillas
Bach. Doris Elizabeth, Quipuzco Gonzales

Asesor:

Ing. Luis Alfredo Mantilla Rodríguez

Trujillo – Perú
2020

DEDICATORIA

A Dios por darnos la dicha de tener vida, salud y bendecirnos siempre en nuestro camino de estudio a lo largo de nuestro proceso de titulación.

A nuestros padres ya que sin ellos no habiéramos podido lograr nuestros objetivos trazados, por todo su apoyo moral y por siempre motivarnos a ser mejores personas cada día. Por siempre alegrarse y sentirse orgullosos por cada paso que damos.

A nuestros abuelos que siempre nos motivan con sus sabios consejos, además que nos enseñaron cosas muy importantes de la vida.

A nuestros hermanos por siempre estar a nuestro lado apoyándonos moralmente, por aportar alegrías en nuestra vida, gracias a ellos siempre damos lo mejor porque nos motivan para ser su mayor ejemplo de vida.

A nuestros maestros, por brindarnos su tiempo y conocimientos que nos ayudó mucho en nuestro crecimiento profesional. Por brindar dedicación y empeño en cada conocimiento compartido hacia nosotras.

AGRADECIMIENTO

A nuestra alma máter por brindarnos una educación de calidad y forjarnos a ser unos grandes profesionales.

A nuestro asesor por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestra tesis.

A la empresa por habernos permitido el acceso a la información necesaria requerida en nuestra investigación.

A nuestra familia por siempre alentarnos a continuar a alcanzar nuestras metas y sueños.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad Problemática.....	13
1.2. Antecedentes.....	16
1.3. Bases Teóricas.....	18
1.4. Glosario de términos.....	30
1.5. Formulación del problema.....	32
1.6. Objetivos.....	32
1.6.1. Objetivo General.....	32
1.6.2. Objetivos Específicos.....	32
1.7. Hipótesis.....	32
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	33
2.1. Tipo de investigación.....	33
2.2. Métodos.....	33
2.3. Procedimiento.....	34
2.3.1. Cadena de valor.....	34
2.3.2. Mapa general de procesos.....	34

2.3.3.	Diagrama de flujo.....	35
2.3.4.	Layout actual de la empresa.....	36
2.3.5.	Análisis FODA.....	37
2.3.6.	Análisis de los Stakeholders	38
2.3.7.	Diagnóstico del área problemática	39
2.3.8.	Identificación de indicadores	48
2.3.9.	Desarrollo Sistema ABC.....	51
2.3.10.	Desarrollo Planeación Sistemática de la Distribución de Planta (SLP)	58
2.3.11.	Desarrollo de modelo de programación lineal	69
2.3.12.	Desarrollo DRP	75
2.3.13.	Presupuesto de inversión.....	80
2.3.14.	Evaluación económica	81
CAPÍTULO III. RESULTADOS		83
3.1.	Resultados de Sistema ABC.....	83
3.2.	Resultados de Layout	84
3.3.	Resultados de Programación Lineal	86
3.4.	Resultados de DRP.....	87
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....		89
4.1.	Discusión.....	89
4.2.	Conclusiones	90
REFERENCIAS		92
ANEXOS.....		94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Metodología empleada para la presente investigación	33
Tabla 2. Análisis de los Stakeholders	38
Tabla 3. Matriz de priorización de causas raíz – Área Logística	42
Tabla 4. Matriz de priorización de causas raíz – Área Operaciones	43
Tabla 5. Cuantificación de la pérdida monetaria de CR4 - Área Logística.....	45
Tabla 6. Cuantificación de la pérdida monetaria de CR5 - Área Logística.....	46
Tabla 7. Cuantificación de la pérdida monetaria de CR5 - Área de Operaciones	47
Tabla 8. Cuantificación de la pérdida monetaria de CR4 - Área de Operaciones	48
Tabla 9. Cuadro de indicadores para el área Logística.....	49
Tabla 10. Cuadro de indicadores para el área de Operaciones	50
Tabla 11. Inventario de productos actualizada	52
Tabla 12. Análisis de condiciones del inventario	53
Tabla 13. Análisis ABC del inventario.....	54
Tabla 14. Evaluación de nuevas políticas de control de inventario.....	56
Tabla 15. Cálculo de superficie de las áreas a distribuir	59
Tabla 16. Valorización de la cercanía entre áreas	60
Tabla 17. Priorización de áreas de acuerdo al TCR	63
Tabla 18. Distancias promedio para realizar entregas	70
Tabla 19. Resultados obtenidos tras simulación en ProModel.....	73
Tabla 20. Demanda de los principales productos	76

Tabla 21. Cálculo de necesidades de LED -AMBER en los almacenes.....	77
Tabla 22. Resultado final de la distribución de productos en los almacenes centrales	77
Tabla 23. Resumen de inversiones	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparación de las tres estrategias para incrementar el margen de utilidad en una empresa.....	13
Figura 2. Productividad de picking - Año 2019	15
Figura 3. Sobrecosto mensual de transportes	15
Figura 4. Valor mensual de mercancía dañada y obsoleta	16
Figura 5. El Proceso Logístico	21
Figura 6. Modelo de análisis ABC	23
Figura 7. Esquema del Systematic Layout Planning Manual de Distribución en planta.....	26
Figura 8. Funcionamiento del Sistema DRP	29
Figura 9. Administración de materiales y de distribución.....	29
Figura 10. Cadena de valor de la empresa estudiada.....	34
Figura 11. Mapa de procesos de la empresa.....	34
Figura 12. Flujograma de compras	35
Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de ventas	36
Figura 14. Layout general de la empresa.....	37
Figura 15. Análisis FODA de la empresa.....	37
Figura 16. Diagrama de Ishikawa de la problemática en el área Logística	40
Figura 17. Diagrama de Ishikawa de la problemática en el área de Operaciones	41
Figura 18. Diagrama de Pareto - Área Logística	43
Figura 19. Diagrama de Pareto - Área de operaciones	44

Figura 20. Procedimiento para implementar Sistema ABC	51
Figura 21. Análisis de Pareto del inventario.....	55
Figura 22. Simulación del porcentaje de exactitud del inventario	56
Figura 23. Diagrama de Gantt de la implementación del Sistema ABC	57
Figura 24. Procedimiento para implementar SLP	58
Figura 25. Diagrama de relaciones entre áreas	60
Figura 26. Matriz de interrelaciones	61
Figura 27. Matriz de relación de cercanía total	62
Figura 28. Análisis de distribución de planta con Software Corelap 01	64
Figura 29. Layout actual con deficiencias	65
Figura 30. Layout mejorado	66
Figura 31. Simulación para validad mejoras en el Layout actual.....	67
Figura 32. Resultado obtenido tras realizar simulación en software Promodel	67
Figura 33. Diagrama de Gantt para implementar SLP	68
Figura 34. Procedimiento para implementar la programación lineal	69
Figura 35. Resultados obtenidos en Lingo	72
Figura 36. Diagrama de Gantt para implementar Programación Lineal.....	74
Figura 37. Procedimiento de implementación de DRP	75
Figura 38. Red de distribución para sistema DRP.....	76
Figura 39. Resultados obtenidos en la simulación del DRP.....	78
Figura 40. Diagrama de Gantt para implementar DRP	79

Figura 41. Formato de evaluación económica de la propuesta de mejora.....	82
Figura 42. Porcentaje de exactitud del inventario	83
Figura 43. Nivel de mercancías no disponibles para despachos por obsolescencia	83
Figura 44. Pérdida monetaria generada por CR5 - Logística	84
Figura 45. Productividad de picking.....	84
Figura 46. Porcentaje de utilización del espacio en almacén	85
Figura 47. Pérdida monetaria generada por CR4 - Logística	85
Figura 48. Productividad de pedidos transportados.....	86
Figura 49. Porcentaje de comparación de costo de transporte de pedidos	86
Figura 50. Pérdida monetaria generada por CR4 - Operaciones	87
Figura 51. Porcentaje de entregas a tiempo.....	87
Figura 52. Porcentaje de entregas completas.....	88
Figura 53. Pérdida monetaria generada por CR5 - Operaciones	88

RESUMEN

Se realizó un trabajo de investigación con el propósito de determinar el impacto de la propuesta de mejora en la Gestión de Operaciones y Logística sobre los costos de una empresa de venta de accesorios automotriz de la ciudad de Trujillo; con el supuesto de que los costos se reducirán. La presente investigación por su orientación es del tipo aplicada y por su diseño del tipo diagnóstica y propositiva. Se diagnóstico la situación actual de las áreas de operaciones y logística identificando una pérdida de S/. 351,438.23 anualmente.

La propuesta de mejora se desarrolló a través de cuatro herramientas de mejora las cuales fueron: ABC, SLP, Programación Lineal y DRP, obteniéndose resultados significativos entre los principales están: el incremento de la exactitud del inventario de 86% a 95%; el incremento del porcentaje de utilización del almacén de 83% a 94%; el incremento de la productividad de pedidos en un 13% y el porcentaje de entregas a tiempo de 85% hasta el 96%.

Además, se realizó un análisis económico determinándose que el ahorro anual de las mejoras de S/. 267,976.83, pero será necesario una inversión de S/. 281,722.00. Al evaluar el flujo de caja del proyecto se obtuvo VAN es S/. 234,121.21, el TIR es de 59.06%, B/C de S/.1.45, PRI de 1.05 años y el ROI de 1.53. Finalmente se llegó a la conclusión que la propuesta de mejora es técnicamente viable y reduce los costos de la empresa.

Palabras claves: Sistema ABC, SLP, DRP, Programación Lineal

ABSTRACT

A research work was carried out in order to determine the impact of the proposal for improvement in Operations and Logistics Management on the costs of the company; with the assumption that costs will be reduced. The present investigation, due to its orientation, is of the applied type and because of its design of the diagnostic and propositional type. The current situation of the production area was diagnosed, identifying a loss of S /. 351,438.23 annually.

The improvement proposal was developed through four improvement tools which were: ABC, SLP, Linear Programming and DRP, obtaining significant results among the main ones: the increase in inventory accuracy from 86% to 95%; the increase in the percentage of warehouse utilization from 83% to 94%; the increase in order productivity by 13% and the percentage of deliveries on time from 85% to 96%.

In addition, an economic analysis was carried out, determining that the annual savings from the improvements of S /. 267,976.83, but an investment of S /. 281,722.00. When evaluating the cash flow of the project, NPV was obtained is S /. 234,121.21, the IRR is 59.06%, B / C of S/. 1.33 and the ROI of 1.53. Finally, it was concluded that the improvement proposal is technically feasible and reduces the company's costs.

Keywords: ABC System, SLP, DRP, Linear Programming

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En el entorno actual, con mercados cada vez más competitivos y con menores márgenes, las organizaciones se ven en la necesidad de buscar continuamente oportunidades de mejora que las hagan más competitivas. En estas circunstancias, es importante que concentren en dos aspectos importantes la Gestión Logística y la Gestión de operaciones (Villegas & González, 2018).

Según Heizer, Render, & Munson (2016) sostienen que para incrementar el margen de utilidad en una empresa existen tres alternativas: aumentar los ingresos, reducir costos financieros o reducir costos de producción o de operaciones. Para la primera alternativa aumentar los ingresos resulta difícil, la segunda alternativa tiene un impacto muy bajo, pero la última opción resulta la que tiene un mayor impacto y la es más seguro de aplicar. En la Figura 1 se muestra un ejemplo claro de la comparativa de las tres opciones.

		Alternativa de marketing ^a	Alternativa de finanzas y contabilidad ^b	Alternativa de AO ^c
	Actual	Aumentar ingreso por ventas en 50%	Reducir costos financieros un 50%	Reducir costos de producción en 20%
Ventas	\$100,000	\$150,000	\$100,000	\$100,000
Costo de bienes	-80,000	-120,000	-80,000	-64,000
Margen bruto	20,000	30,000	20,000	36,000
Costos financieros	- 6,000	- 6,000	- 3,000	- 6,000
Subtotal	14,000	24,000	17,000	30,000
Impuestos al 25%	- 3,500	- 6,000	- 4,250	- 7,500
Contribución ^d	\$ 10,500	\$ 18,000	\$ 12,750	\$ 22,500

^aUn aumento del 50% en las ventas incrementa la contribución en \$7,500 o 71% (7,500/10,500).
^bUna reducción del 50% en los costos financieros incrementa la contribución en \$2,250 o 21% (2,250/10,500).
^cUna reducción del 20% en los costos de producción incrementa la contribución en \$12,000 o 114% (12,000/10,500).
^dContribución a los costos fijos (excluye costos de financiamiento) y a la utilidad.

Figura 1. Comparación de las tres estrategias para incrementar el margen de utilidad en una empresa

Fuente: Heizer, Render, & Munson (2016)

Entonces la clave está en reducir los costos de operaciones para poder empezar a ser cada vez más competitivo, y como se mencionó existen dos factores clave el rol de la gestión de operaciones porque con este se maneja eficientemente la productividad y desempeña un rol estratégico en el éxito competitivo de una organización (Villegas & González, 2018). Por otro lado, Calzado (2020) sostiene que el otro factor, la Gestión Logística, busca satisfacer la demanda de las mejores condiciones de servicios, calidad y coste. Garantizar, por un lado, la calidad del producto y/o servicio, lo que aportará una ventaja competitiva y la reducción de costes, que permitirá aumentar el beneficio de la empresa.

Entonces, teniendo en cuenta lo afirmado anteriormente, se puede observar en la empresa analizada en la presente investigación, que existen grandes problemas en su gestión y esto se evidencia en sus costos que le quita competitividad en el mercado actual de repuestos e insumos de automóviles.

Y si analizamos los indicadores internos podemos comprobar más aun los problemas de gestión por ejemplo en el área Logística la productividad de picking ha presentado déficit desde el último año como se muestra Figura 2, en promedio se presenta un déficit de 1.11 que convertido a costos representa una pérdida monetaria de hasta S/. 7,183.01 mensualmente. Esto se debe a que dentro del almacén principal se presentan inconvenientes que retrasan los trabajos de picking. Se alistan hasta tres pedidos y medio en una hora cuando el estándar para la empresa debería ser de cuatro pedidos y medio. Con el pasar de los años la empresa fue viendo como creció la demanda de la mercancía que comercializa, pero este crecimiento no fue acompañado de políticas para buscar mejoras en la gestión. Muy por el contrario, el volumen de pedidos ha ocultado muchas deficiencias, es tan alto el volumen de ventas que la gerencia ha ignorado el incremento de pérdidas que también se ha presentado.

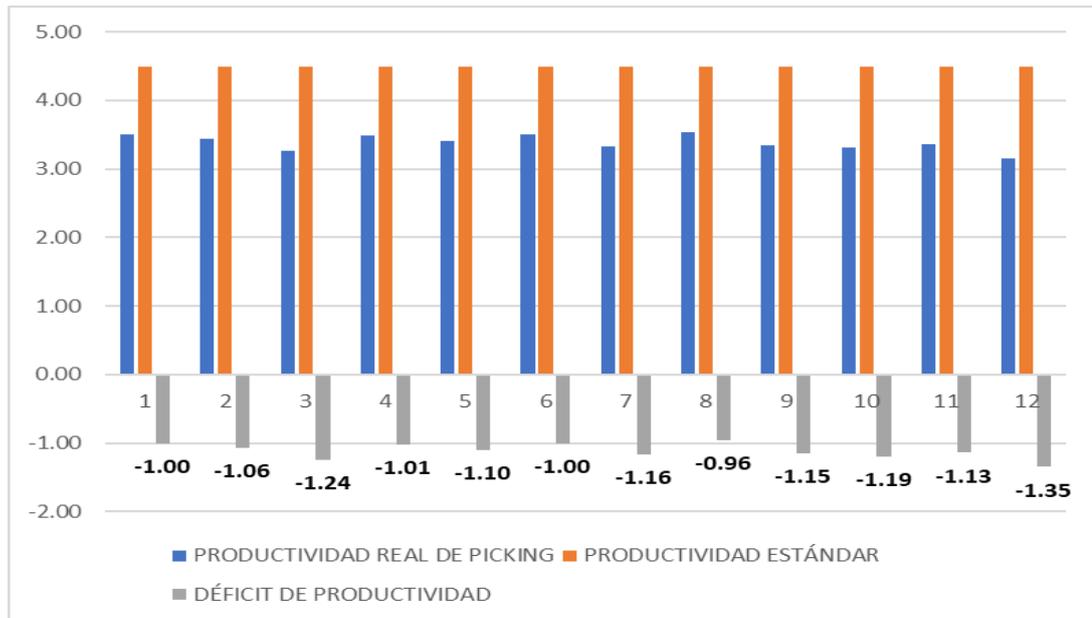


Figura 2. Productividad de picking - Año 2019

Fuente: Elaboración propia

Otro ejemplo de problemas que generan incremento en los costos son los transportes, durante el último año (ver Figura 3) donde no hubo mes en el que el costo de transporte propio de mercancías haya estado por debajo del costo de contratar a un transportista para hacer los envíos de pedidos. Generándose un sobre costo anual de S/. 19,736.00

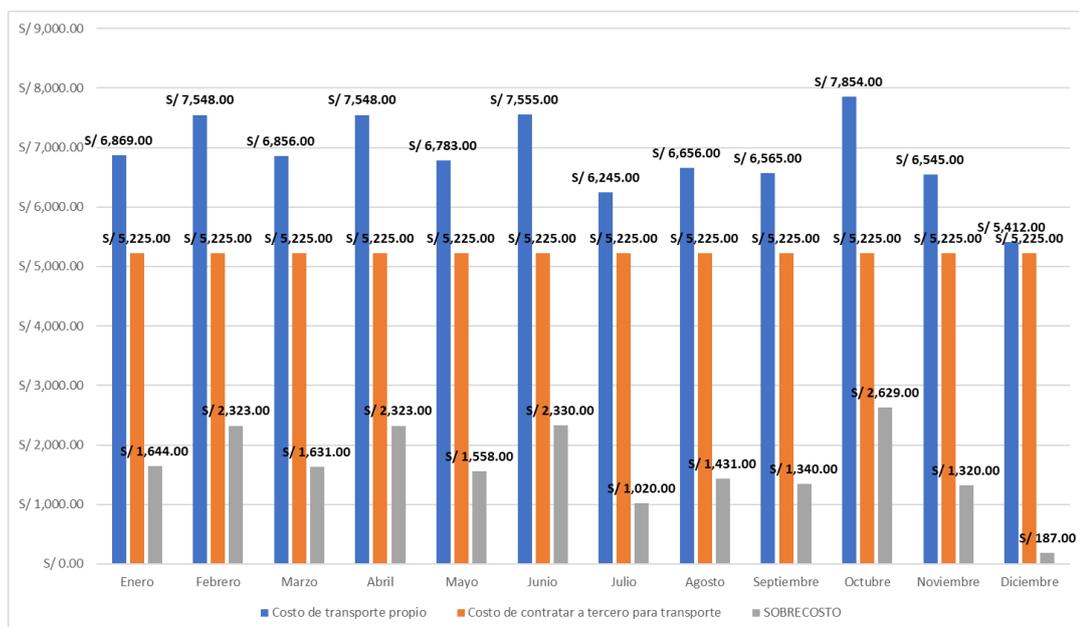


Figura 3. Sobre costo mensual de transportes

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, otro factor que incrementa es el valor de mercancía dañada y obsoleta, mensualmente se reporta hasta S/3,829.50 en promedio de pérdida monetaria, esto debido a la falta de control y segmentación de la mercancía dentro del almacén principal.

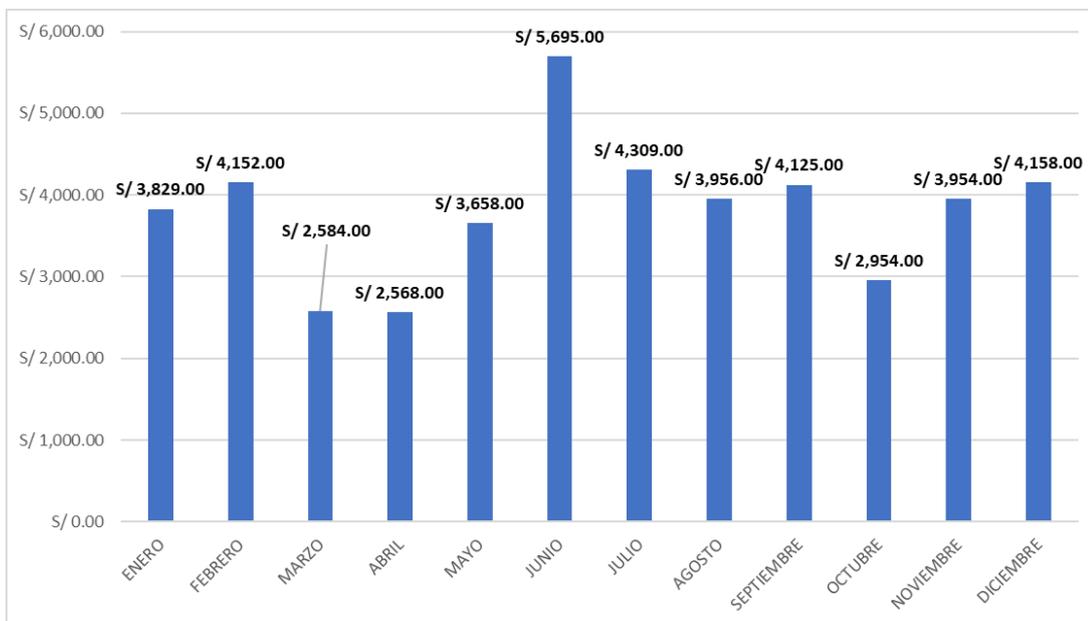


Figura 4. Valor mensual de mercancía dañada y obsoleta

Fuente: Elaboración propia

La teoría nos dice que existen herramientas de gestión que permiten mejorar y disminuir las pérdidas monetarias, logrando controlar los costos de manera significativa. Pero el problema pasa en conocer cuál sería el impacto de estas herramientas sobre los costos, en cuanto se reducirían y si valdría la pena invertir para cambiar el modelo de gestión actual.

1.2. Antecedentes

Internacional

Finalmente, en la investigación de Torres (2018) en su tesis titulada, *“Propuesta de mejoras del sistema de almacenamiento y distribución interna (Layout) de las bodegas de una empresa dedicada a la venta al por mayor de Productos Plásticos”*.

Concluye que: Mantener un buen servicio al cliente se ha convertido en una clave fundamental para que la organización alcance el éxito, pero para llegar a ese punto por la cual la logística representa un papel importante dentro de la empresa ya que se enfoca en aquellas cosas a las cuales el cliente agrega valor y contribuye en la satisfacción de estas. De aquí se deriva la importancia que toma el presente trabajo, en la cual los directivos de CENSOLO S.A. en un comienzo tenían en completo abandono por el área de almacenamiento, pero al darse cuenta de que los clientes no estaban conformes con los tiempos de entrega decidieron buscar un medio de solución para atacar estos problemas y otros que se detectaron en el análisis de datos. El objetivo principal de esta investigación de campo fue cumplido satisfactoriamente ya que al principio el área de la bodega carecía orden y bodegueros tardaban mucho tiempo en ubicarse y localizar los productos cuando estos eran solicitados, y a través de los datos expuestos por la organización se logró elaborar una propuesta que consiste en mejorar el orden y algunos procesos, aplicando conceptos básicos de logística y metodologías enseñadas dentro del campo de la ingeniería industrial, estableciendo una forma de almacenaje que aprovecha en su totalidad el espacio físico.

NACIONAL

Se encontró el estudio realizado por Clavo (2017) titulado: “*Propuesta de mejora para la Gestión Logística de la empresa A&L Import Trade S.A.C*”, concluye que: según el análisis de los procedimientos y alcance de objetivos en las áreas que involucran la gestión logística, es necesario evaluar con mayor énfasis las áreas de almacén y distribución para eliminar las fallas que generan un incremento de costos en la empresa. El uso de la metodología Lean Six Sigma Logistics, permite a la empresa identificar las causas de los principales problemas en la gestión actual para conseguir la eliminación de los procesos que no generen valor, así como el ordenamiento y

organización de las áreas de estudio y así mantener la confianza de los clientes en la organización y lograr una mayor participación en el mercado. La nueva distribución del almacén, permitirán que los materiales sean manipulados en mejores condiciones y no existan materiales con daños, los cuales representan el 8% (S/.45 483) del inventario actual.

LOCAL

A nivel local se encontró el estudio realizado por Kong (2018) en su tesis titulada: *“Propuesta de mejora en el área de almacén para reducir los costos operativos del producto de arándano envasado en la empresa Tal SA”*; concluye que: la propuesta de mejora en el almacén reduce los costos operativos del producto arándano envasado, trayendo consigo un impacto positivo en la empresa Tal SA. Además, asevera que son 4 causas raíz las que ocasionan sobrecostos en la empresa en estudio Tal SA, que fueron detectadas en el área de almacén generando un sobrecosto. Se desarrollaron 5 herramientas como propuestas de mejoras para reducir los costos operativos del producto de arándano envasado en el área de almacén de Tal SA. Las cuales son: 5S’s que permitió reducir la cantidad de materiales defectuosos no devueltos, debido a que el desorden en el área no permitía identificarlos en un 13.86%. También redujo el tiempo de traslado de los operarios en un 61.87%.

1.3. Bases Teóricas

Gestión de operaciones

Según Jacobs y Chase (2019) sostienen que la gestión de la producción o de las operaciones, como también puede denominarse, se orienta a la utilización más económica de unos medios (máquinas, espacios, instalaciones o recursos de cualquier tipo) por unos empleados u operarios, con la finalidad de la transformación de unos materiales en productos o la realización de unos servicios. Se trata el conjunto de

decisiones de dirección, se orienta siempre a conseguir la mayor eficacia y/o eficiencia del sistema. (Collier y Evans, 2016).

La producción ha dependido en buena medida de la relación entre la oferta y la demanda, pero también del desarrollo de la tecnología. A continuación, se describe brevemente la evolución de los sistemas de producción:

PRODUCCIÓN GREMIAL: (primera ola) El sistema gremial logró su mayor apogeo en el siglo XIII, si bien algunos gremios subsistieron hasta el siglo XIX; por otra parte, gremio fue el responsable de la fabricación de los carruajes y sillas de montar, que podrían considerarse los ancestros de los automóviles actuales.

El término gremio se suele aplicar a una organización de trabajadores de un determinado oficio. Se observa una inexistente especialización; los gremios utilizaban una tecnología de tipo tradicional: aunque se conocía la maquinaria, el sistema productivo se apoyaba básicamente en el uso de herramientas.

En este sistema existían tres tipos de miembros el maestro, el oficial y el aprendiz.

PRODUCCIÓN ARTESANAL: El gremio evolucionó hacia la fábrica artesana. En este caso, el patrono era el propietario de los medios de producción y el trabajo se convirtió en una mercancía que se ofrecía a la venta. La producción artesanal se mantuvo en exclusiva en todos los mercados de los países hasta el inicio del siglo XX. El volumen de producción anual era muy bajo, por ejemplo, Ford se creó en 1903 y durante ese año sus 125 trabajadores fabricaron 1700 automóviles en tres modelos diferentes.

En el inicio, el taller artesanal se caracterizaba por emplear trabajadores muy cualificados, los maestros utilizaban herramientas y máquinas sencillas, de uso general, bastante lentas, para fabricar de manera exclusiva lo que pedía el cliente. El

producto resultante era considerado un bien de lujo, con un coste de producción elevado y un precio de venta alto.

PRODUCCIÓN EN MASA: (segunda ola): Prevalcían los productos poco diferenciados, mucha demanda poca oferta. Henry Ford observó que el automóvil era una necesidad latente en el mercado y que tendría una demanda muy alta si lograba venderse a un precio asequible. Por ello en 1906 proclamo “fabricaré un coche para todo el mundo”, así cada año comenzó a lanzar un modelo diferente con el objeto de que los poseedores de modelos antiguos desearan deshacerse de ellos para adquirir nuevos. Henry diseña la cadena de montaje y así se apoya en la división del trabajo y la correspondiente especialización de las tareas. Fabrica un elevado volumen de un producto estandarizado que comercializa en el mercado de masas.

Gestión Logística

Olivos (2017) plantea que la gestión de logística son todas aquellas acciones o conocimientos que posee una empresa para captar, acceder o hacer uso de los recursos necesarios que hacen posible el desarrollo de su actividad empresarial. La logística de una compañía no debe estar sujeta a las corazonadas o a la intuición de quienes están al frente de ella. En cambio, debe obedecer a un proceso de planificación estratégico. (Gutiérrez, 2018).

Podemos decir entonces que "la Logística es aquella parte del proceso de la Cadena de Abastecimientos que planifica, implementa y controla el flujo -hacia atrás y adelante- y el almacenamiento eficaz y eficiente de los bienes, servicios e información relacionada desde el punto de origen al punto de consumo con el objetivo de satisfacer los requerimientos de los consumidores."

La parte de la gestión de la cadena logística (Supply Chain Management (SCM)) que planifica, implementa y controla el flujo eficiente y efectivo de materiales y el

almacenamiento de productos, así como la información asociada desde el punto de origen hasta el de consumo con el objeto de satisfacer las necesidades de los consumidores, la logística es todo movimiento y almacenamiento que facilite el flujo de productos desde el punto de compra de los materiales hasta el punto de consumo, así como los flujos de información que ponen el movimiento en marcha, con el fin de dar los niveles adecuados de servicio al consumidor a un coste razonable.



Figura 5. El Proceso Logístico

Fuente: Gutiérrez, 2018

Sistema ABC

El método ABC clasifica por importancia relativa las diversas existencias de una empresa cuando hay mucha variedad de productos y no puede destinar el mismo tiempo ni los mismos recursos a cada uno de ellos. Según Peral (2016), el método ABC clasifica las existencias en tres categorías:

Existencias A: los artículos más importantes para la empresa, son en torno al 20% de los artículos de almacén y equivalen alrededor del 70-80% del valor total de las existencias. La empresa debe controlar sus stocks detalladamente, reducir todo lo posible las existencias y minimizar el stock de seguridad.

Existencias B: existencias menos relevantes que las clasificadas en A. Se debe mantener un sistema de control, aunque mucho menos estricto que el anterior. Son en torno al 30% de los artículos del almacén, con un valor de 10-20% del total de las existencias.

Existencias C: existencias con muy poca relevancia para la gestión de inventarios, por lo que no se controlan específicamente. Se usan métodos simplificados y aproximados. Representan en torno al 50% de las existencias, pero tan solo el 5-10% del valor total del almacén.

El modelo ABC permite mayor exactitud en la asignación de los costos de las empresas y permite la visión de ellas por actividad, entendiendo por actividad según definición dada en el texto de la maestría en Administración de Empresas del MG Jaime Humberto Solano "es lo que hace una empresa, la forma en que los tiempos se consume y las salidas de los procesos, es decir transformar recursos (materiales, mano de obra, tecnología) en salidas".

Otras ideas extraídas de otros autores la señalan a la actividad como: La Actuación o conjunto de actuaciones que se realizan en la empresa para la obtención de un bien o servicio. Son el núcleo de acumulación de los costos.

El ABC, tiene como soporte poderoso a las actividades y estas tienen diversas características, que las convierten en herramientas de gestión de gran eficacia.

- Son generadores de costos. Las actividades a través de los Inductores de Costos son las que generan los costos en las organizaciones.
- Son acciones. Una organización, busca estructurar coordinadamente sus actividades, para lograr alcanzar las metas establecidas; para ello es importante que tales metas sean comunicadas al nivel en que la puesta en práctica o la acción deba ser realizada.
- Obtienen costos más exactos y precisos.
- El costo de procesar las Órdenes de Compra, puede ser imputado a los productos terminados, sobre la base del número de Órdenes de Compra que fueron necesarias para la fabricación de un componente.
- Facilitan la evaluación de alternativas.

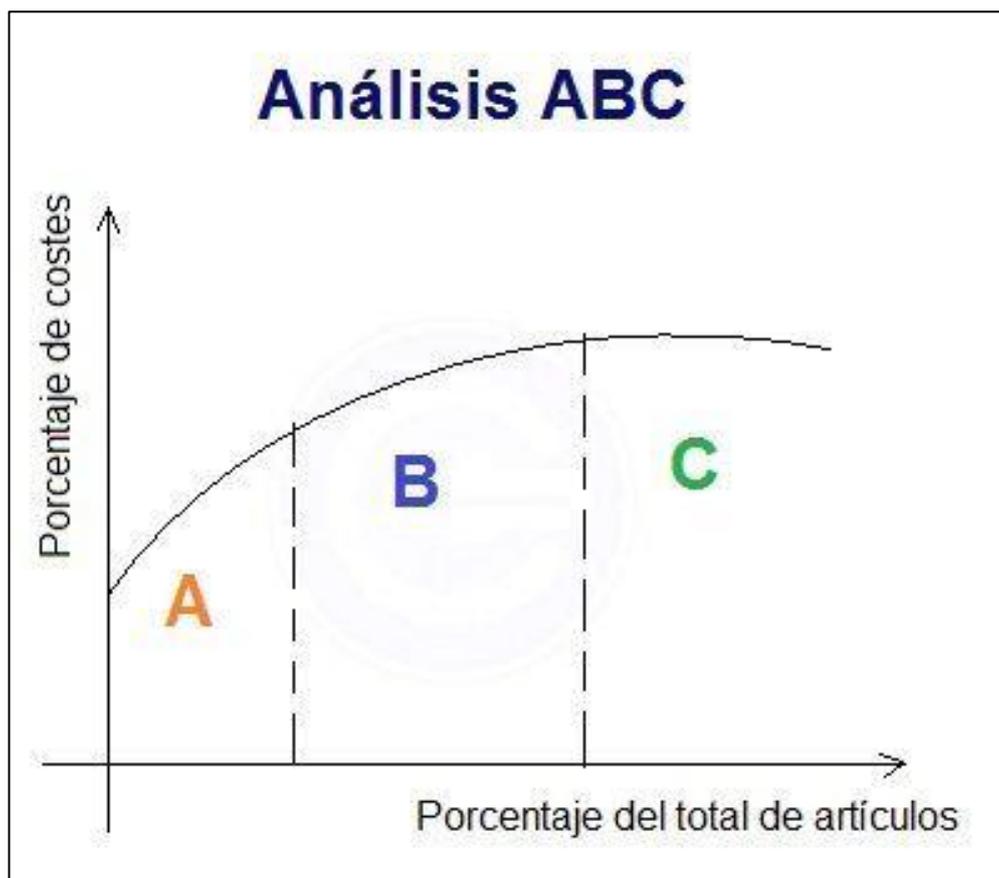


Figura 6. Modelo de análisis ABC

Fuente: fafa

Layout

El layout es una pieza fundamental en la planificación de la cadena de suministro. Su correcto diseño permitirá, entre otras ventajas, un flujo ordenado y eficiente de productos, equipos y personas. (García & Valencia, 2017).

Según Serna (2016), sostiene que los almacenes se han vuelto una importante unidad enfocada al servicio y soporte en la estructura orgánica y funcional de una compañía. Desempeñan un papel importante en la mejora de las ganancias de la organización, ya que reciben, almacenan y conservan bienes, que se envían a diversos destinos. Sobre la base de la inversión en almacenes, las empresas idean sus estrategias. Pero más importante que la adquisición o gestión de los almacenes, es su diseño en planta, lo que es conocido como el layout.

METODOLOGÍA DE LA PLANIFICACIÓN SISTEMÁTICA DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA (SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING SLP)

Según el Manual de Distribución en planta (2008), el método de Planificación Sistemática de Distribución en planta “Es una forma organizada para realizar la planeación de una distribución y está constituida por cuatro fases, en una serie de procedimientos y símbolos convencionales para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la mencionada planeación”, (p.17).

De la misma forma, esta técnica incluyendo el método simplificado, puede aplicarse a oficinas, laboratorios, áreas de servicio, almacén y operaciones manufactureras y es igualmente aplicable a mayores o menores readaptaciones que existan, nuevos edificios o en el sitio de planta planeado. Para su desarrollo se estudian los cinco elementos básicos implicados en una distribución en planta:

Producto (P). Engloba las materias primas, materiales de compras, artículos semielaborados o terminados, clasificados en artículos, modelos, grupos o subgrupos atendiendo a su variedad, especialización, tipos, entre otros.

Cantidades (Q). La cuantificación de los productos empleados, valorándolos de la forma representativa, para el estudio de unidades, peso volumen, valor, entre otros.

Dado que se está haciendo un análisis técnico, se preferirán las medidas por unidades físicas más que por el valor económico.

Recorridos (R). Estudia el conjunto de operaciones o manipulaciones que sufren los productos y el orden en que son procesados.

Servicios (S). Además, del proceso productivo principal, existe toda una serie de procesos auxiliares necesarios para el desarrollo de la actividad, y para lo que es preciso que se prevea un espacio físico.

Tiempo (T). Vendrá determinado por el tiempo de ciclo de sistema, o por lo especificado en los planes de fabricación de la empresa. El tiempo es una variable definida por la estrategia de la empresa ya que viene definido la planificación de la producción, de la necesidad de servicio al cliente y de la política de stocks (de materia prima y de material terminado) de la empresa.

MÉTODOS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.

Según Vásquez, (2009), hasta la actualidad son muchos los métodos existentes para la distribución de la planta, no obstante, se mencionaran dos de los más importantes:

Métodos Cuantitativos. Consideran la medición de los procesos y las distancias, disminuyendo el costo de traslado de material, tiempo de traslado de personal de un lugar a otro.

Métodos Cualitativos. Se da importancia a los gastos o deseos subjetivos de que un departamento quede cerca o lejos de otro, en este tipo de ordenamiento los criterios que prevalecen son comodidad o los accesos para atención al cliente.

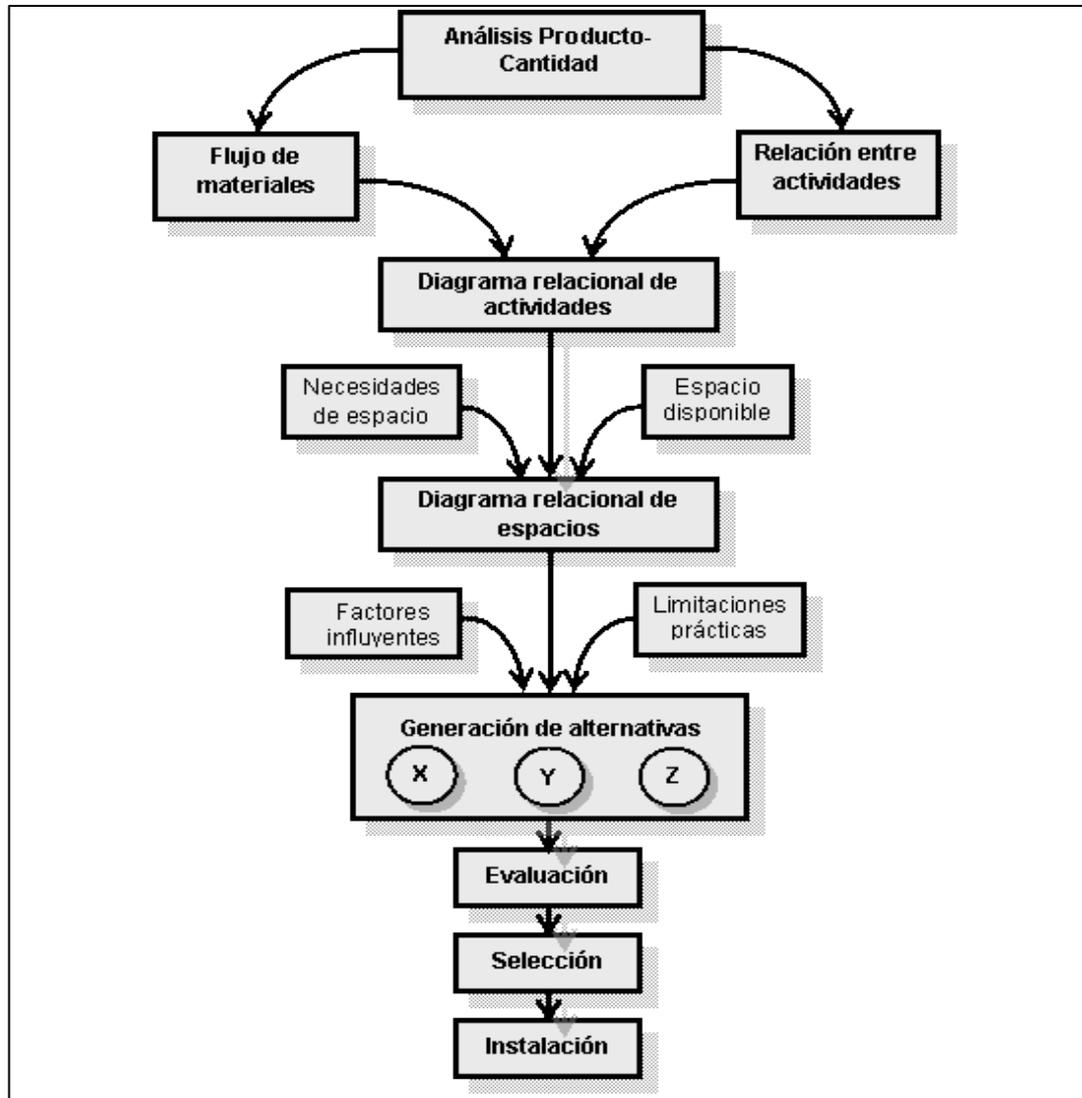


Figura 7. Esquema del Systematic Layout Planning Manual de Distribución en planta

Fuente: Vásquez, (2009)

DRP

Nava, A. (2015) menciona que es un método usado en la administración de negocios para planificar la emisión de órdenes de productos dentro de la cadena de suministro.

En la planeación de recursos de distribución, la demanda esperada se convierte en requerimientos globales. Los requerimientos netos se determinan al asignar el inventario disponible a los requerimientos globales. El procedimiento DRP comienza con el pronóstico al nivel de venta al menudeo luego se calcula el resto de los niveles. Igual que en MRP, después se revisa el inventario con el propósito de satisfacer la demanda. De esta forma el inventario llenara cuando se necesite y los requerimientos netos se compensan con el tiempo de entrega necesario.

Estructura básica del DRP

El siguiente resumen lista los elementos del formato básico de la DRP:

- **Periodos.** Como en el caso del sistema MRP, los periodos —que muchas veces se refieren a bloques de tiempo— pueden ser de un día, una semana, un mes o cualquier otra unidad de tiempo.
- **Requerimientos brutos.** El requerimiento bruto de la PRD es la cantidad que debe abastecerse para hacer frente a la demanda. Existen tres fuentes típicas de tal demanda: pedidos reales de los clientes, pronósticos y pedidos de reabastecimiento para la distribución en otras.
- **Recepciones programadas.** En este caso los pedidos abiertos para reabastecimiento pueden provenir de un proveedor, de la producción real o de una sucursal del almacén.
- **Planificación de disponibilidad.** Representa la posición del inventario para el periodo determinado.
- **Recepción planificada de pedidos.** Esta cifra es la cantidad que debe recibirse (tomando en cuenta las reglas del tamaño de lote) para impedir que el balance disponible se vuelva negativo.

- Liberación planificada de pedidos. Este valor debe ser el mismo que la compensación de la liberación planificada de pedido para el tiempo de espera (otra similitud con el sistema MRP).

Requerimientos clave de información

Esta sección resume algunos de los tipos de información que se deben determinar con el propósito de constituir el modelo PRD. El primero de ellos está conformado por las políticas de pedido, entre las cuales hay varias opciones:

- Lote por lote. Como en MRP, con esta regla únicamente se solicita un pedido que coincida con los requerimientos netos para el periodo determinado.
- Periodo fijo. Una vez que se establece una cantidad de periodos (el número de periodos futuros que cubrirá el pedido), el sistema calcula la cantidad que representará el total necesario para el número de periodos, y esa cantidad representará el tamaño del pedido.
- Tamaño del lote estándar plus. En algunos casos se establece un tamaño mínimo estándar de lote para minimizar el costo total de envío. Esta regla de tamaño de lote utiliza ese tamaño del lote estándar, pero le agregará cualquier cantidad adicional necesaria para cubrir el requerimiento neto exigido en el periodo en cuestión.
- Cantidad fija por encima del tamaño de lote estándar. Si los requerimientos netos exceden el tamaño de lote estándar, esa cantidad fija se agregará (en múltiplos) hasta que se cumplan los requerimientos netos. Esta regla suele utilizarse si existe un empaque o embalaje estándar para determinar las cantidades del envío.
- Múltiplos del tamaño de lote estándar.

- Modelos de la cantidad económica de pedido (CEP). Este método se debe utilizar sobre todo cuando el reabastecimiento es lo suficientemente continuo y uniforme para aproximarse a las suposiciones subyacentes del modelo de CEP.
- Modelos de costeo por lote. Existen varios modelos que se han desarrollado para minimizar los costos (similares al de CEP).

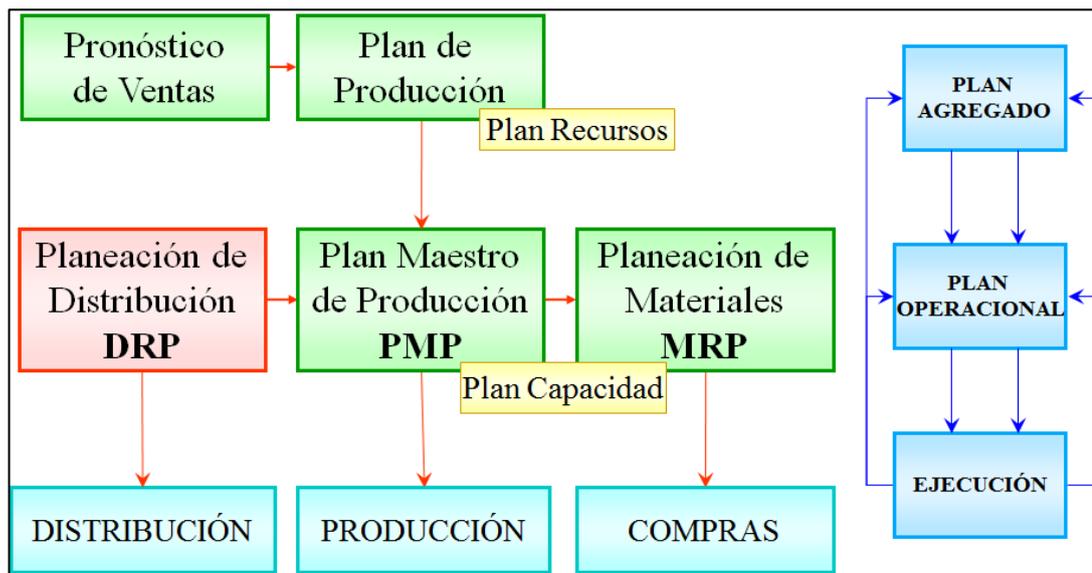


Figura 8. Funcionamiento del Sistema DRP

Fuente: Nava, A. (2015)

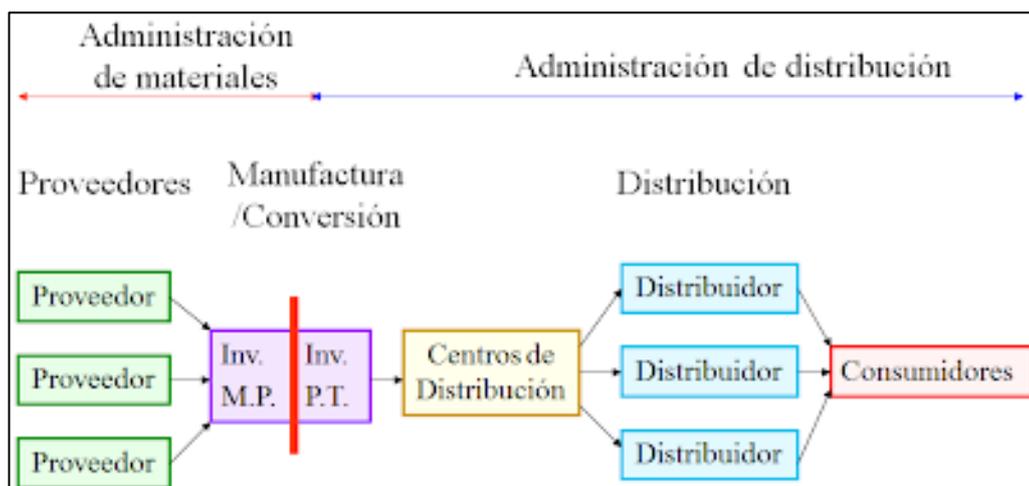


Figura 9. Administración de materiales y de distribución

Fuente: Nava, A. (2015)

1.4. Glosario de términos

Condiciones operativas: sea hace referencia así a las circunstancias o condiciones del personal, maquinaria o materiales, que permiten trabajar a plena capacidad.

Despilfarro: se denomina así a aquellas actividades que consumen tiempo, recurso y espacio, pero que no agregan valor al producto y que tienden a ser eliminables.

Espera: se le denomina así a aquel tiempo en el que los empleados se encuentran sin estar realizando actividades productivas o establecidas debido a una falta de materiales, desequilibrios, averías de máquinas o cualquier situación que no sea responsabilidad del personal de trabajo.

Flujo continuo: es aquel sistema basado en la premisa de “mover uno, producir uno”, en un contexto ideal u óptimo los productos avanzan progresivamente de tarea en tarea, adquiriendo valor sin esperas ni defectos.

Flujo de valor: se denominas así a aquellas actividades específicas para diseñar, ordenar y proveer un producto determinado, desde el concepto hasta el lanzamiento, desde la orden de compra a su entrega y desde la materia prima hasta su entrega al cliente.

Tiempo de proceso: se le denomina así a aquel tiempo en el que un producto está siendo realmente procesado a través de su cadena de valor.

Tiempo de respuesta: se le denomina así a aquel tiempo que el cliente debe esperar para recibir un producto desde el momento que se cursó la orden de compra.

Trabajo estándar: una descripción precisa de cada actividad de trabajo, incluyendo tiempo de ciclo y takt time, la secuencia de cada operación.

Valor añadido: es una actividad que transforma la materia prima o información para satisfacer las necesidades del cliente.

Calidad: es un conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas.

Distribución: se define como la acción y el efecto de distribuir, es decir, de repartir, de dividir, y adquiere connotaciones específicas según el contexto en el cual se lo emplea.

Economía: La forma o medios de satisfacer las necesidades humanas mediante los recursos (que se consideran escasos). (Larousse 2010)

Eficiencia: Índice que mide el desempeño de la máquina cuando efectivamente trabaja y alcanza el resultado deseado con el mínimo de los insumos. (Contreras 2008).

Falla de equipo: Ocurre cuando alguna parte o componente sufre desperfectos por lo que se detiene a fin de cambiarlo o repararlo. (Beltrán 2009).

Funcionamiento: Se refiere a la ejecución de la función propia que despliega una máquina, en orden a la precisión de una tarea, actividad o trabajo de manera satisfactoria. (Contreras 2008).

Manejo de Materiales: Es la habilidad de manejar objetos (mercancía, materia prima, equipos), de forma económica y segura.

Productividad: Relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. También, puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para tenerlo: cuanto menor sea el tiempo utilizado para adquirir los resultados deseados, más productivo es el sistema.

Ubicación: Es el lugar donde está situado algo (materiales, equipos, herramientas) o la acción de ubicar (localizar, o instalar en determinado lugar o espacio)

1.5. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de operaciones y logística sobre los costos de una empresa de venta de accesorios automotriz de la ciudad de Trujillo?

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de operaciones y logística sobre los costos de una empresa de venta de accesorios automotriz de la ciudad de Trujillo.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación problemática de las áreas de operaciones y logística de una empresa de venta de accesorios automotriz de la ciudad de Trujillo.
- Cuantificar las pérdidas monetarias en las áreas de operaciones y logística de una empresa de venta de accesorios automotriz de la ciudad de Trujillo.
- Desarrollar la propuesta de mejora en la Gestión de Operaciones y Logística mediante la aplicación de herramientas de Ingeniería Industrial.
- Evaluar la viabilidad económica de la propuesta de mejora en la Gestión de Operaciones y Gestión Logística de una empresa de venta de accesorios automotriz de la ciudad de Trujillo.

1.7. Hipótesis

La propuesta de mejora en la gestión de operaciones y logística, reduce los costos de una empresa de venta de accesorios automotriz de la ciudad de Trujillo.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Por la orientación: Investigación aplicada

Por el diseño: Investigación diagnóstica y propositiva

Por naturaleza: Investigación basada en ciencias formales y exactas

2.2. Métodos

La metodología establecida para la presente investigación se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1.

Metodología empleada para la presente investigación

ETAPA	PROCEDIMIENTO
Diagnóstico	En esta primera etapa se busca identificar y cuantificar las pérdidas de las principales causas raíz que generan el problema investigado, con esto se podrá identificar las herramientas de mejoras requeridas.
Desarrollo de la propuesta de mejora	En esta etapa se busca el diseño y desarrollo de las metodologías de las herramientas de mejora seleccionadas y calculas los principales resultados obtenidos.
Análisis económico financiero	En esta última etapa se calcula el presupuesto, el periodo de evaluación y la tasa para evaluar el proyecto. Con esto se podrá realizar el análisis económico calculándose los principales indicadores (VAN, TIR y RBC) que a través de sus resultados se podrá concluir si el proyecto es económicamente viable.

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Procedimiento

2.3.1. Cadena de valor

A continuación, en la Figura 10 se muestra el diagrama elaborado.

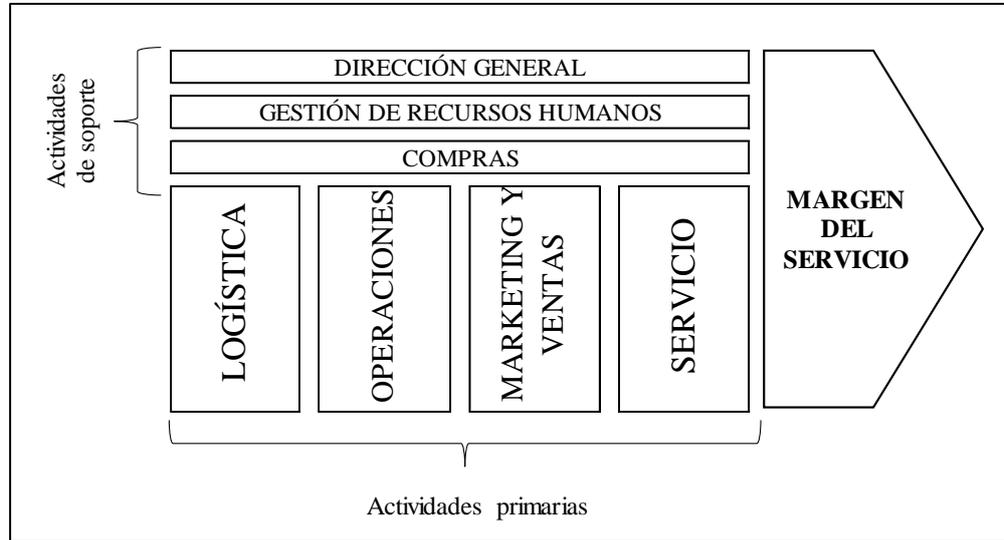


Figura 10. Cadena de valor de la empresa estudiada

Fuente: Empresa de venta de accesorios automotriz de la ciudad de Trujillo

2.3.2. Mapa general de procesos

A continuación, en la Figura 11 se muestra el mapa general de procesos de la empresa estudiada en la presente investigación.

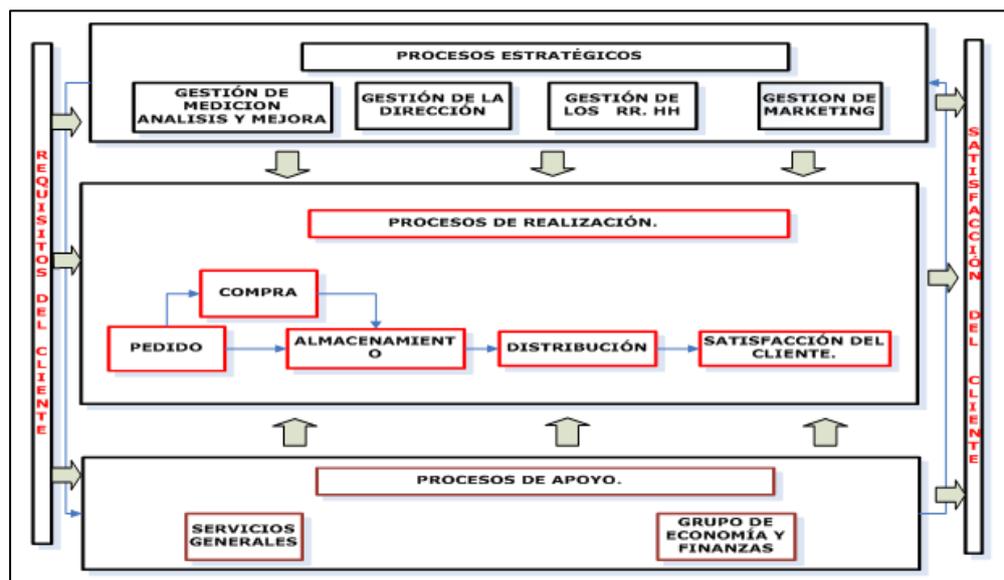


Figura 11. Mapa de procesos de la empresa

Fuente: Empresa de venta de accesorios automotriz de la ciudad de Trujillo

2.3.3. Diagrama de flujo

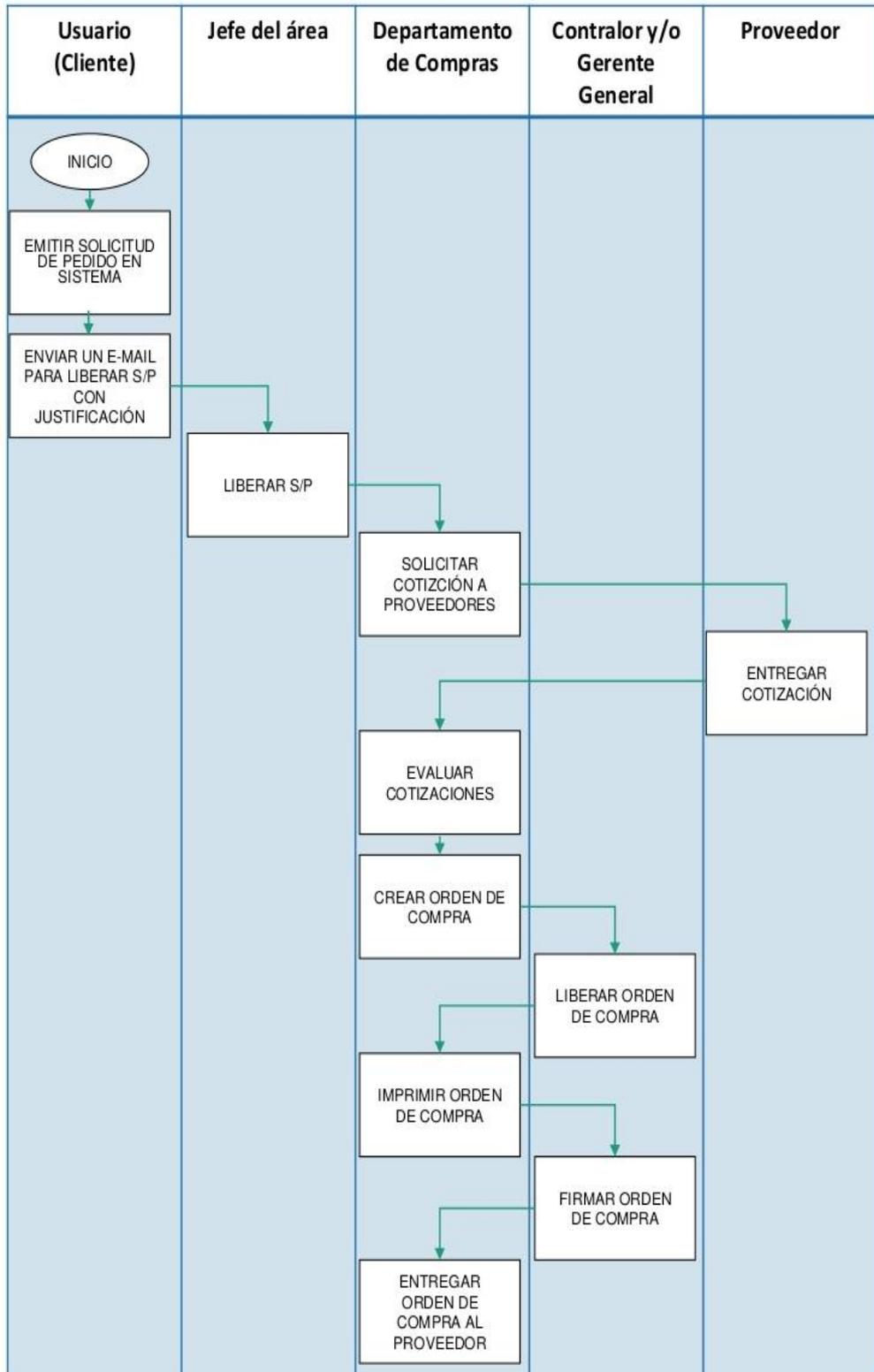


Figura 12. Flujograma de compras

Fuente: Elaboración propia

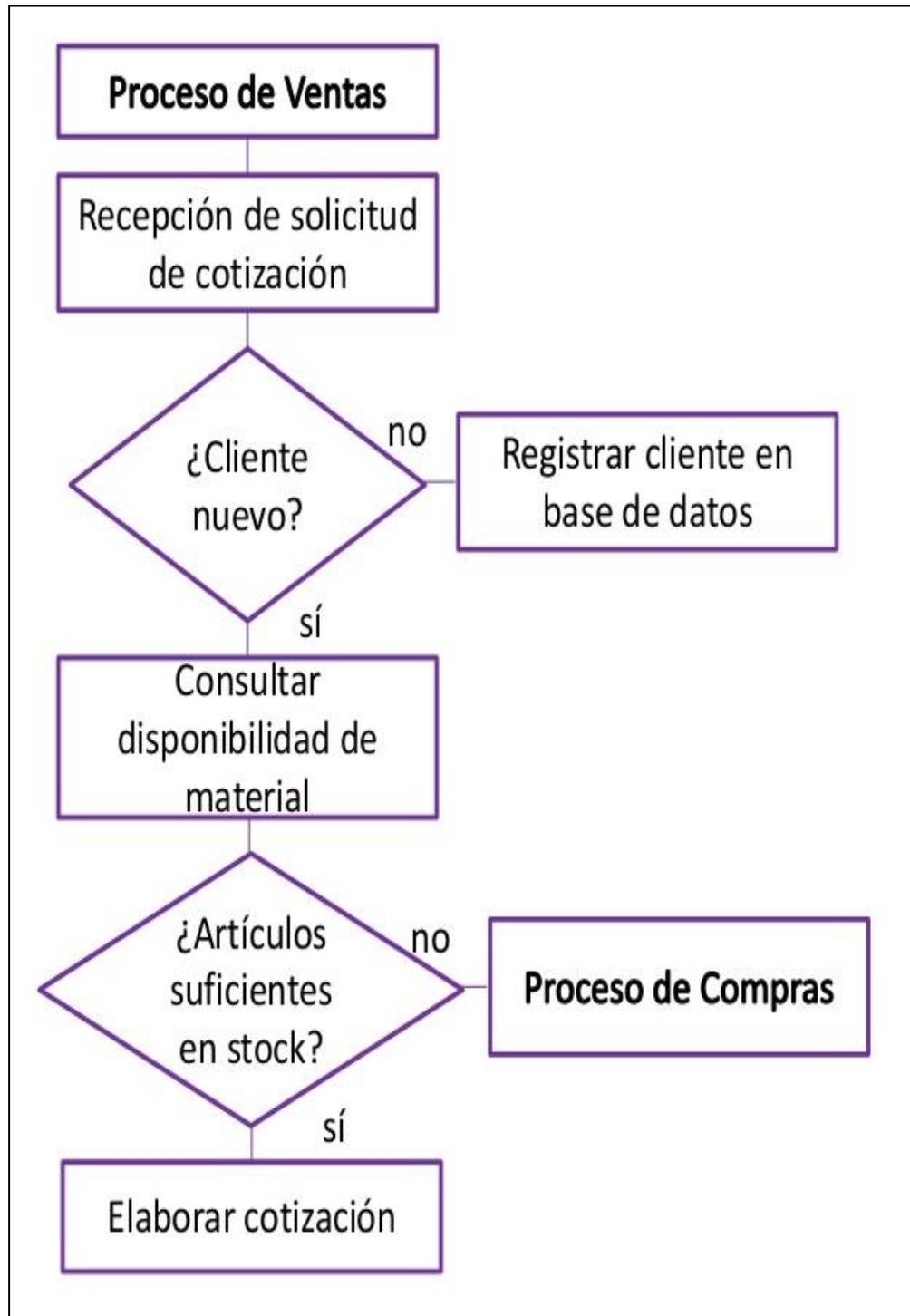


Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de ventas

Fuente: Elaboración propia

2.3.4. Layout actual de la empresa

La empresa cuenta con 520 m² de área para la distribución de oficinas y áreas operativas como se muestra en la Figura 14.

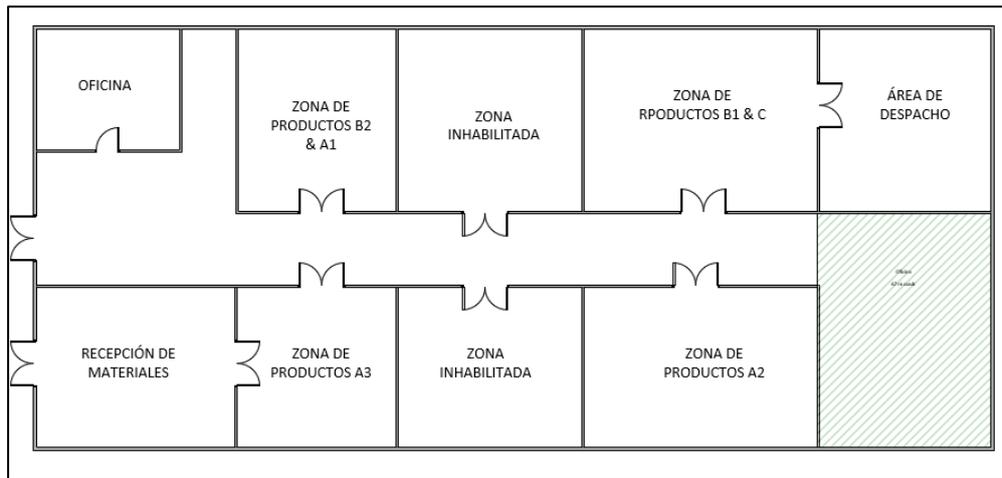


Figura 14. Layout general de la empresa

Fuente: Empresa de venta de accesorios automotriz de la ciudad de Trujillo

2.3.5. Análisis FODA

Como en cualquier organización, la empresa tiene claro cuáles son los aspectos en los que tiene que mejorar y aquellos donde se encuentra relativamente bien, a continuación, en la Figura 15 se muestra el análisis FODA.

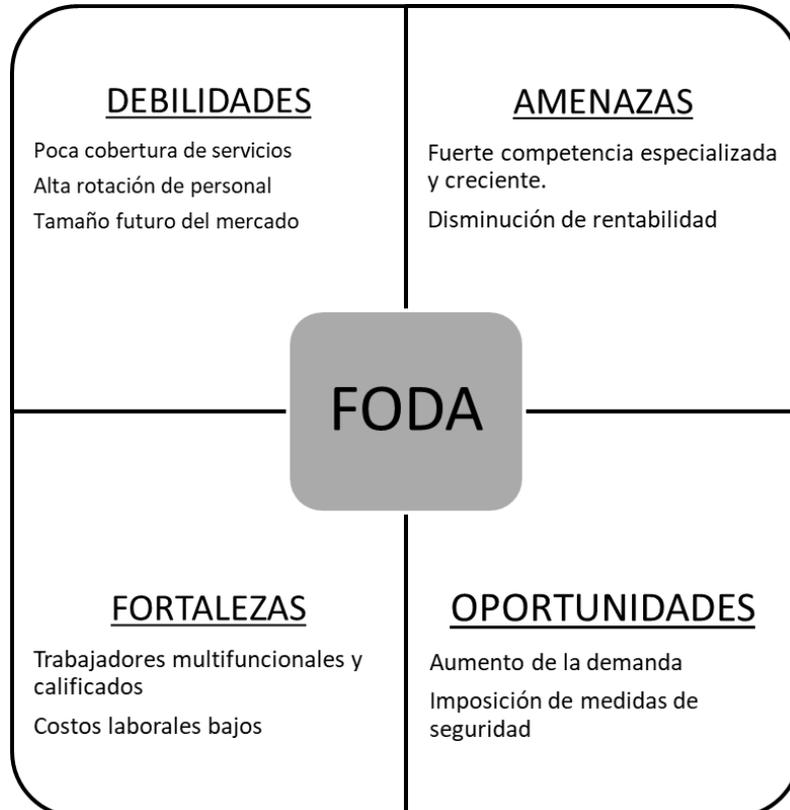


Figura 15. Análisis FODA de la empresa

Fuente: Empresa de venta de accesorios automotriz de la ciudad de Trujillo

2.3.6. Análisis de los Stakeholders

A continuación, en la Tabla 2 se muestra el análisis de los Stakeholders.

Tabla 2.
Análisis de los Stakeholders

Stakeholder	Demanda
Accionistas	Retorno financiero, valor de largo plazo por acción, valor agregado
Proveedores	Pago rápido, relaciones a largo plazo
Acreedores	Merecedor (digno) de crédito, seguridad
Empleados	Pago justo, entrenamiento (aprendizaje), satisfacción en el trabajo, salud y seguridad social en el trabajo, igualdad de oportunidades
Clientes	Servicios de seguridad privada
Competidores	Competencia justa
Sociedad	Seguridad, contribución social, buen ciudadano
Gobierno	Cumplimiento legal, responsabilidad social
Ambiente	Sostenibilidad, interés ambiental

Fuente: Empresa de venta de accesorios automotriz de la ciudad de Trujillo

2.3.7. Diagnóstico del área problemática

Actualmente la empresa está presentando problemas en la gestión de sus áreas de logística y operaciones, los costos se han incrementado en mayor proporción que sus ingresos, lo que obliga a tener que analizar y diagnosticar la situación de ambas áreas para poder tener una mayor precisión de lo que hay que mejorar.

Es por eso que el análisis debe ser cualitativo y cuantitativo, lo primero corresponde a identificar y describir las causas raíz que originan el problema para luego cuantificar estas mismas, logrando de esta manera mayor precisión para poder decidir qué herramientas de mejora se ha de aplicar para eliminar estos inconvenientes.

Para el caso del diagnóstico de la presente investigación el análisis cualitativo se parte desde la elaboración de Diagramas de Ishikawa (ver Figuras 16 y 17) empleando el criterio de las 6M que inciden en el proceso.

En el área Logística se identificaron las siguientes causas raíz: falta de capacitación, falta de indicadores específicos de gestión, falta de herramientas modernas para la movilización de mercancías, falta de una mejor distribución de almacén, falta de segmentación del inventario y falta de verificación de la calidad de mercancías. Mientras que en el área de operaciones se identificaron las siguientes causas raíz: falta de motivación del personal, falta de un sistema de documentación de distribución de mercancías, falta de unidades modernas para el transporte de mercancías, falta de gestión para las rutas de distribución, falta de planeación de requerimientos de distribución y falta de categorización de proveedores.

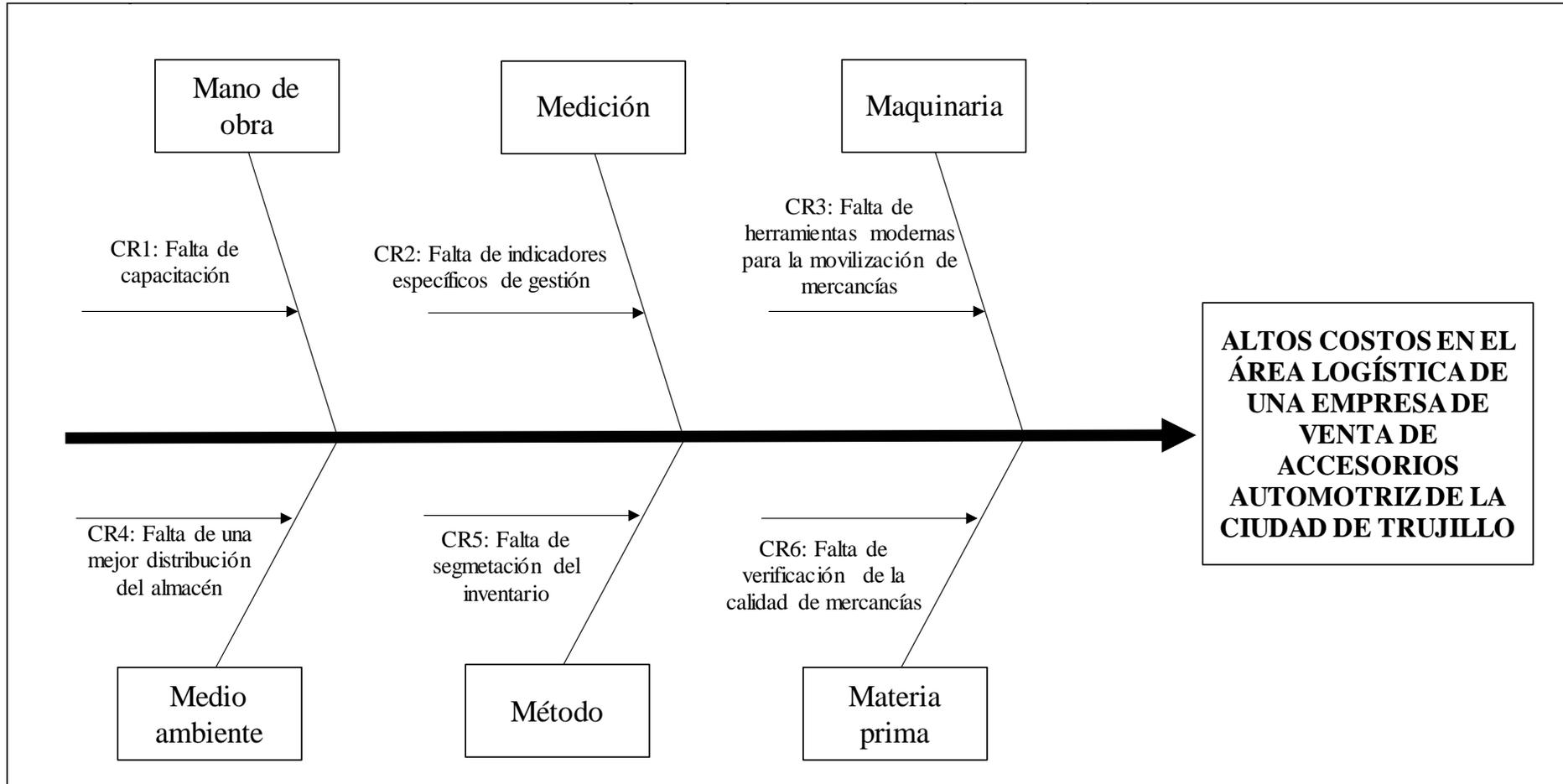


Figura 16. Diagrama de Ishikawa de la problemática en el área Logística

Fuente: Elaboración propia

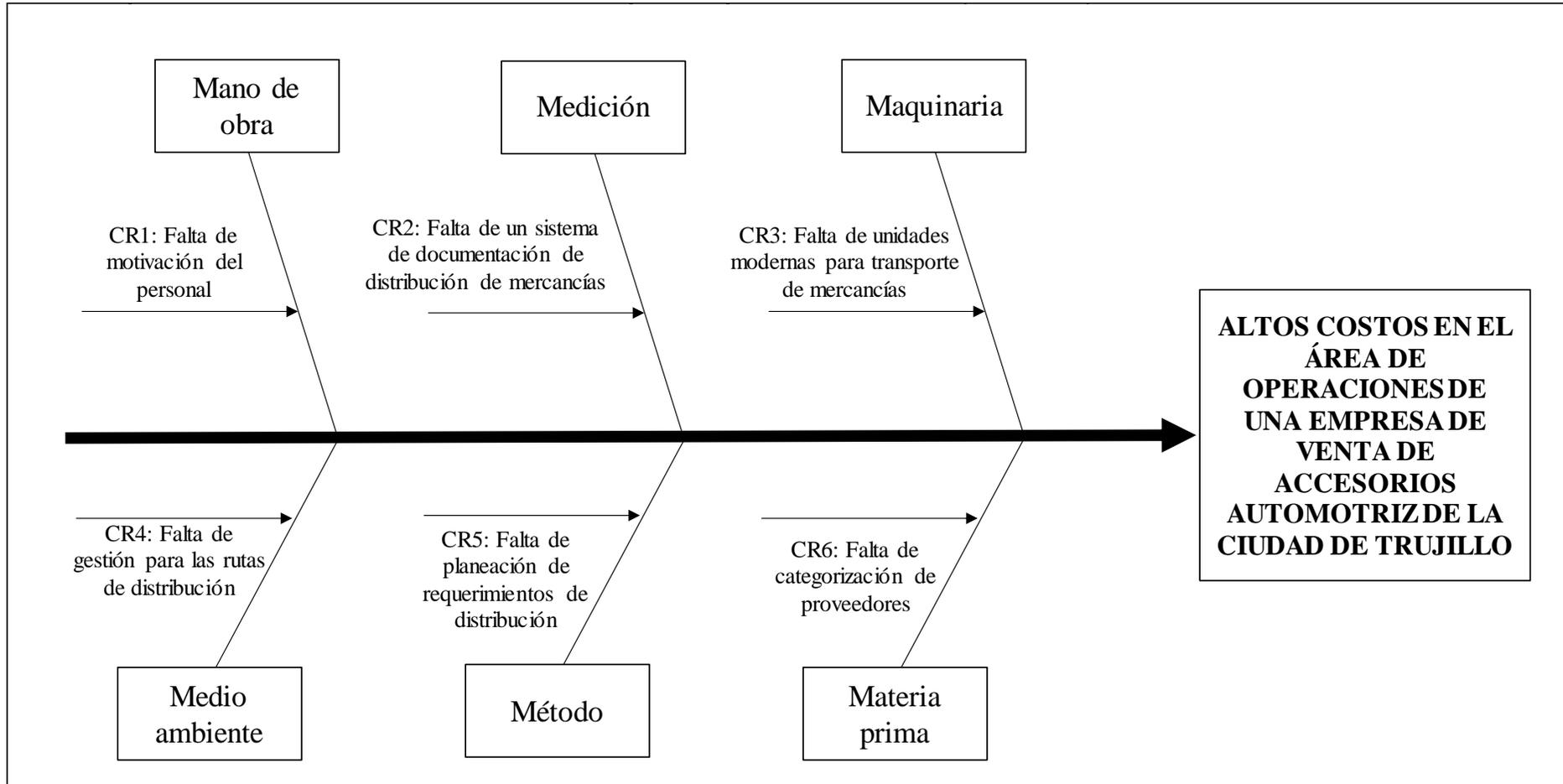


Figura 17. Diagrama de Ishikawa de la problemática en el área de Operaciones

Elaboración propia

Con las causas raíz identificadas el siguiente paso será consultar con los trabajadores y encargados de ambas áreas sobre aquellas causas que tienen mayor relevancia sobre el problema y presentan a su vez mayor frecuencia en el trabajo diario. Es por ello que mediante una encuesta (ver Anexo 01) se pidió a los trabajadores de acuerdo a su criterio y experiencias calificar cada causa raíz. Con esto se logró poder identificar las causas que abarcan el 80% del problema y que deben ser la prioridad para poder ser eliminada o controladas mediante herramientas de mejora.

Para el área Logística las dos causas que representan el 80% del problema son: falta de una mejor distribución de almacén y falta de segmentación del inventario, descartándose las demás causas debido a que no se presentan con frecuencia como es el caso de las causas seleccionadas. A continuación, en la Tabla 3 se muestra la matriz de priorización del área Logística y en la Figura 18 se muestra el Diagrama de Pareto correspondiente.

Tabla 3.
Matriz de priorización de causas raíz – Área Logística

ITEM	CAUSA	Σ (Impacto según encuesta)	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia acumulada (%)
CR4	Falta de una mejor distribución del almacén	210	51%	51%
CR5	Falta de segmentación del inventario	122	29%	80%
CR3	Falta de herramientas modernas para la movilización de mercancías	15	4%	84%
CR2	Falta de indicadores específicos de gestión	10	2%	86%
CR6	Falta de verificación de la calidad de mercancías	10	2%	89%
CR1	Falta de capacitación	10	2%	91%

Fuente: Elaboración propia

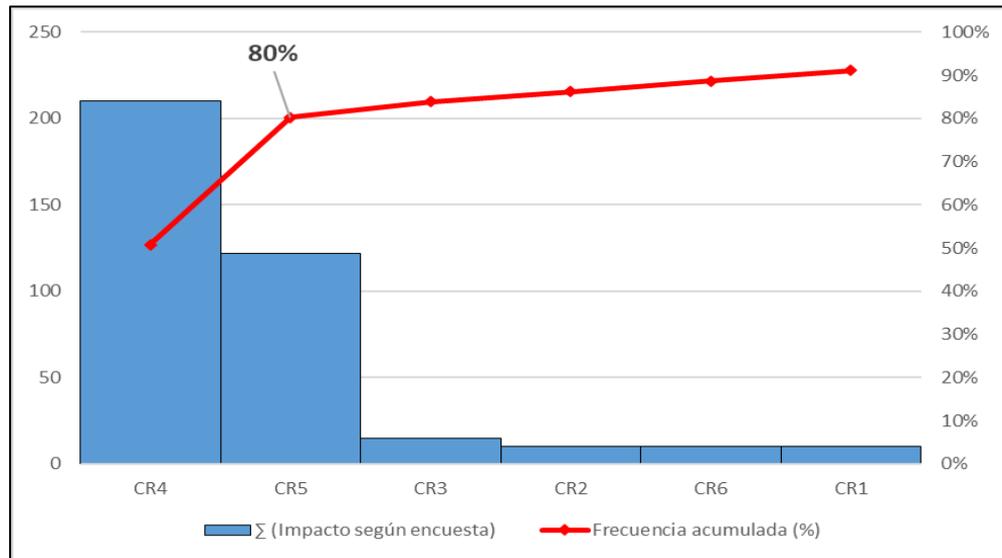


Figura 18. Diagrama de Pareto - Área Logística

Fuente: Elaboración propia

En el caso del área de operaciones también fueron dos las causas seleccionadas como se muestra en la Tabla 4 y en la Figura 19.

Tabla 4.

Matriz de priorización de causas raíz – Área Operaciones

ITEM	CAUSA	Σ (Impacto según encuesta)	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia acumulada (%)
CR5	Falta de planeación de requerimientos de distribución	180	43%	43%
CR4	Falta de gestión para las rutas de distribución	150	36%	80%
CR6	Falta de categorización de proveedores	24	6%	86%
CR3	Falta de unidades modernas para transporte de mercancías	20	5%	90%
CR2	Falta de un sistema de documentación de distribución de mercancías	20	5%	95%
CR1	Falta de motivación del personal	20	5%	100%

Fuente: Elaboración propia

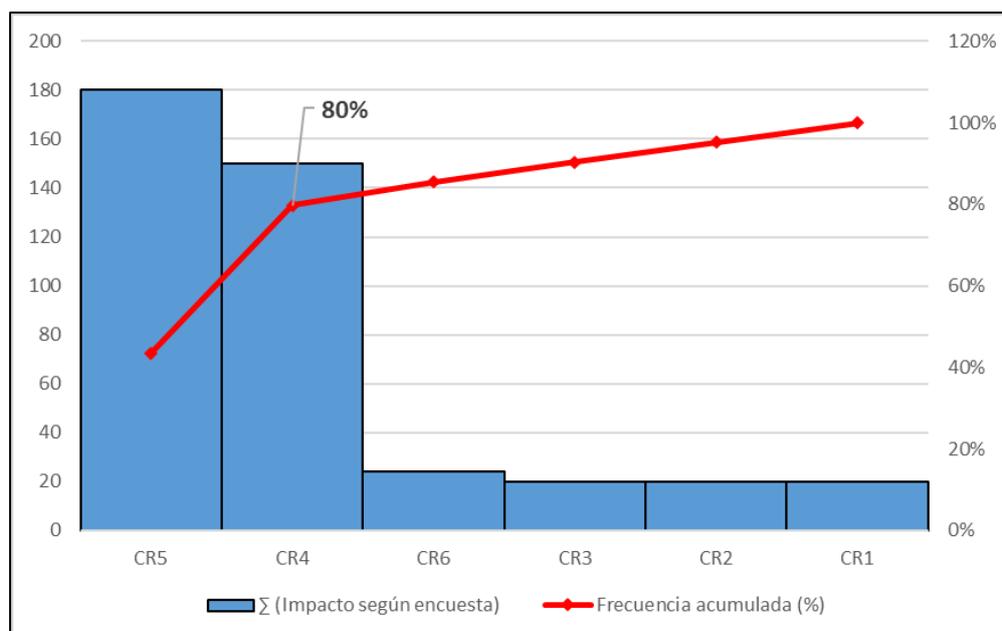


Figura 19. Diagrama de Pareto - Área de operaciones

Fuente: Elaboración propia

Para la parte cuantitativa del diagnóstico se procedió a costear las causas raíz seleccionadas en base a los datos de los costos empleados por la empresa (ver Anexo 02).

COSTEO DE CR4 – ÁREA LOGÍSTICA

La primera causa raíz que se priorizó tras la encuesta fue la falta de una mejor distribución del almacén, actualmente el almacén no tiene una distribución basada en alguna metodología o estándar, se distribuye de acuerdo al criterio y experiencia de los encargados del almacén, es decir la distribución actual se ha realizado de manera totalmente empírica. El problema surge que con esta distribución actual no permite tener mayor productividad es decir se preparan menos pedidos de los que se debería hacer y hay gran cantidad de espacio no aprovechado en el almacén. En la Tabla 4 se muestra la cuantificación de la pérdida monetaria por falta de una mejor distribución para mayor detalle de los cálculos observar el Anexo 04.

Tabla 5.
Cuantificación de la pérdida monetaria de CR4 - Área Logística

Mes	Pedidos no preparados por mala distribución	Costo de oportunidad por pedidos no preparados	Espacio no utilizado del almacén	Pérdida monetaria por falta de utilización	Pérdida monetaria
Enero	208	S/ 5,038.80	125	S/ 1,193.56	S/ 6,232.36
Febrero	221	S/ 5,353.72	94	S/ 897.56	S/ 6,251.28
Marzo	258	S/ 6,250.05	70	S/ 668.39	S/ 6,918.44
Abril	211	S/ 5,111.47	80	S/ 763.88	S/ 5,875.35
Mayo	228	S/ 5,523.30	105	S/ 1,002.59	S/ 6,525.89
Junio	208	S/ 5,038.80	90	S/ 859.36	S/ 5,898.16
Julio	242	S/ 5,862.45	100	S/ 954.85	S/ 6,817.29
Agosto	199	S/ 4,820.77	70	S/ 668.39	S/ 5,489.17
Septiembre	239	S/ 5,789.77	80	S/ 763.88	S/ 6,553.65
Octubre	248	S/ 6,007.80	100	S/ 954.85	S/ 6,962.64
Noviembre	236	S/ 5,717.10	90	S/ 859.36	S/ 6,576.46
Diciembre	280	S/ 6,783.00	100	S/ 954.85	S/ 7,737.84
Total	2778	S/ 67,297.00	1104	S/ 10,541.53	S/ 77,838.53

Fuente: Elaboración propia

COSTEO DE CR5 – ÁREA LOGÍSTICA

La segunda causa raíz seleccionada es la falta de segmentación del inventario, los problemas relacionados a esta causa raíz se presentan mensualmente y esto se ve reflejado en la mercancía faltante, ya que casi siempre no coincide lo registrado con lo real disponible en el inventario, por otro lado, también se presentan inconvenientes relacionado a inventario dañado u obsoleto que se genera debido al que tener gran variedad de productos sin clasificarse muchos son olvidados en el tiempo. A continuación, en la Tabla 5 se muestra la cuantificación realizada y los detalles están disponibles en el Anexo 06.

Tabla 6.
Cuantificación de la pérdida monetaria de CR5 - Área Logística

Mes	Mercancía faltante	Mercancía dañada u obsoleta	Costo total de pérdida
Enero	S/ 3,829.00	S/ 1,914.50	S/ 5,743.50
Febrero	S/ 468.00	S/ 234.00	S/ 702.00
Marzo	S/ 7,758.00	S/ 3,879.00	S/ 11,637.00
Abril	S/ 1,643.00	S/ 821.50	S/ 2,464.50
Mayo	S/ 3,831.00	S/ 1,915.50	S/ 5,746.50
Junio	S/ 8,562.00	S/ 4,281.00	S/ 12,843.00
Julio	S/ 5,903.00	S/ 2,951.50	S/ 8,854.50
Agosto	S/ 8,288.00	S/ 4,144.00	S/ 12,432.00
Septiembre	S/ 9,366.00	S/ 4,683.00	S/ 14,049.00
Octubre	S/ 2,207.00	S/ 1,103.50	S/ 3,310.50
Noviembre	S/ 6,607.00	S/ 3,303.50	S/ 9,910.50
Diciembre	S/ 4,710.00	S/ 2,355.00	S/ 7,065.00
Total	S/ 63,172.00	S/ 31,586.00	S/ 94,758.00

Fuente: Elaboración propia

COSTEO DE CR5 – ÁREA DE OPERACIONES

En el área de operaciones la primera causa raíz es la falta planeación de requerimientos de distribución, de la misma forma en el área de operaciones no existe una planificación basada en modelos determinísticos sino son completamente empíricas los encargados de esta área a pesar de su basta experiencia no son infalibles y se genera pérdidas por la falta de planificación. Mes a mes se presentan una gran cantidad de incidencias por pedidos entregados a destiempo o incompletos que evidentemente se transforman en

pérdidas para la empresa. En la Tabla 6 se muestra la cuantificación realizada y los detalles están disponibles en el Anexo 08.

Tabla 7.
Cuantificación de la pérdida monetaria de CR5 - Área de Operaciones

Mes	Número de pedidos cumplidos a destiempo	Costo extra por pedidos atrasados	Número de pedidos incompletos entregados	Costo de oportunidad por pedidos incompletos	Pérdida monetaria
Enero	112	S/ 5,414.89	194	S/ 5,644.79	S/11,059.68
Febrero	103	S/ 4,979.77	159	S/ 4,626.40	S/9,765.17
Marzo	80	S/ 3,867.78	64	S/ 1,862.20	S/5,793.98
Abril	102	S/ 4,931.42	191	S/ 5,557.50	S/10,679.92
Mayo	73	S/ 3,529.35	152	S/ 4,422.72	S/8,104.07
Junio	123	S/ 5,946.71	213	S/ 6,197.63	S/12,357.34
Julio	80	S/ 3,867.78	187	S/ 5,441.11	S/9,495.89
Agosto	128	S/ 6,188.45	162	S/ 4,713.69	S/11,064.14
Septiembre	87	S/ 4,206.21	151	S/ 4,393.63	S/8,750.84
Octubre	101	S/ 4,883.07	186	S/ 5,412.02	S/10,481.09
Noviembre	122	S/ 5,898.36	120	S/ 3,491.62	S/9,509.99
Diciembre	87	S/ 4,206.21	131	S/ 3,811.69	S/8,148.90
Total	1198	S/57,920.00	1910	S/55,575.00	S/115,211.00

Fuente: Elaboración propia

COSTEO DE CR4 – ÁREA DE OPERACIONES

La segunda causa raíz seleccionada en el área de operaciones es la falta de gestión de las rutas de distribución, de igual forma la distribución se deja a cargo de los trabajadores encargados de transportar las mercancías y por la falta de conocimientos para gestionar buenas rutas se producen sobre costos resultando pérdidas, ya que al no ver una buena gestión el costo de transporte realizado por la empresa resulta más caro que contratar a un tercero, es por esta razón que surge la necesidad de cambiar la metodología de trabajo y tener que aplicar una herramienta de mejora que metodológicamente permita reducir

estas pérdidas. A continuación, en la Tabla 7 se muestra la cuantificación de esta causa raíz y los detalles están disponibles en el Anexo 10.

Tabla 8.
Cuantificación de la pérdida monetaria de CR4 - Área de Operaciones

MES	Total de pedidos que se dejaron de despachar	Costo extra por pedidos a destiempo	Sobrecosto de transporte	Pérdida monetaria
Enero	140	S/ 3,381.57	S/ 1,644.00	S/ 5,025.57
Febrero	218	S/ 5,287.83	S/ 2,323.00	S/ 7,610.83
Marzo	156	S/ 3,782.97	S/ 1,631.00	S/ 5,413.97
Abril	207	S/ 5,021.35	S/ 2,323.00	S/ 7,344.35
Mayo	111	S/ 2,692.12	S/ 1,558.00	S/ 4,250.12
Junio	226	S/ 5,476.06	S/ 2,330.00	S/ 7,806.06
Julio	73	S/ 1,767.21	S/ 1,020.00	S/ 2,787.21
Agosto	123	S/ 2,983.55	S/ 1,431.00	S/ 4,414.55
Septiembre	112	S/ 2,716.83	S/ 1,340.00	S/ 4,056.83
Octubre	277	S/ 6,708.87	S/ 2,629.00	S/ 9,337.87
Noviembre	142	S/ 3,438.74	S/ 1,320.00	S/ 4,758.74
Diciembre	26	S/ 637.60	S/ 187.00	S/ 824.60
Total	1811.96	S/ 43,894.70	S/ 19,736.00	S/ 63,630.70

Fuente: Elaboración propia

2.3.8. Identificación de indicadores

Después de realizar el diagnóstico el siguiente paso es identificar las herramientas de mejora requeridas para cambiar la situación actual y establecer indicadores que permitan medir el impacto, es decir un antes y después de aplicar las herramientas. Para esto se elaboró una matriz de indicadores para cada área como se muestra en las Tablas 8 y 9.

Tabla 9.
Cuadro de indicadores para el área Logística

Cri	CAUSA RAÍZ	INDICADOR	FÓRMULA	VALOR ACTUAL	VALOR OBJETIVO	PÉRDIDA MONETARIA ANUAL	AHORRO ESPERADO	HERRAMIENTA DE MEJORA
CR4	Falta de una mejor distribución del almacén	Productividad de picking	$Pp = \frac{\text{Total de pedidos preparados}}{\text{Número de horas trabajadas}}$	3.39	4.50			
						S/77,838.53	S/38,919.26	SLP
		Porcentaje de utilización del espacio en almacén	$\%U_a = \frac{\text{Espacio utilizado del almacén}}{\text{Espacio disponible del almacén}} \times 100\%$	83.27%	95.00%			
		Porcentaje de exactitud del inventario	$\%Ei = \frac{\text{Valor de mercancía disponible en el almacén}}{\text{Valor de mercancía registrada}} \times 100\%$	86.08%	95.00%			
CR5	Falta de segmentación del inventario					S/94,758.00	S/47,379.00	SISTEMA ABC
		Nivel de mercancías no disponibles para despachos por obsolescencia	$\%M_o = \frac{\text{Valor de Mercancía dañadas + obsoletas + vencidas}}{\text{Valor de Mercancía total registrada del inventario}} \times 100\%$	6.96%	3.00%			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10.
Cuadro de indicadores para el área de Operaciones

Cri	CAUSA RAÍZ	INDICADOR	FÓRMULA	VALOR ACTUAL	VALOR OBJETIVO	PÉRDIDA MONETARIA ANUAL	AHORRO ESPERADO	HERRAMIENTA DE MEJORA
		Porcentaje de entregas a tiempo	$\%C_d = \frac{\text{Número de pedidos cumplidos a tiempo}}{\text{Número total de pedidos requeridos}} \times 100\%$	85.87%	95.00%			
CR5	Falta de planeación de requerimientos de distribución					S/115,211.00	S/57,605.50	DRP
		Porcentaje de entregas completas	$\%E_c = \frac{\text{Número de pedidos entregados completos}}{\text{Número total de pedidos requeridos}} \times 100\%$	77.49%	95.00%			
		Productividad de pedidos transportados	$C_t = \frac{\text{Número total de pedidos despachados}}{\text{Costo total de transporte}}$	0.09	0.11			
CR4	Falta de gestión para las rutas de distribución					S/63,630.70	S/31,815.35	PROGRAMACIÓN LINEAL
		Porcentaje de comparación de costo de transporte de pedidos	$\%C_f = \frac{\text{Costo de transporte propio por pedidos}}{\text{Costo de contratar a tercero para transporte de pedidos}} \times 100\%$	131.48%	100.00%			

Fuente: Elaboración propia

2.3.9. Desarrollo Sistema ABC

Como se mencionó en la realidad problemática, una de las causas raíz que generan un sobre costo en el área de logística, es la falta de segmentación del inventario, y la herramienta seleccionada para atacar esta causa raíz es el sistema ABC. En la Figura 20, se puede observar el procedimiento establecido para implementar esta herramienta de mejora.

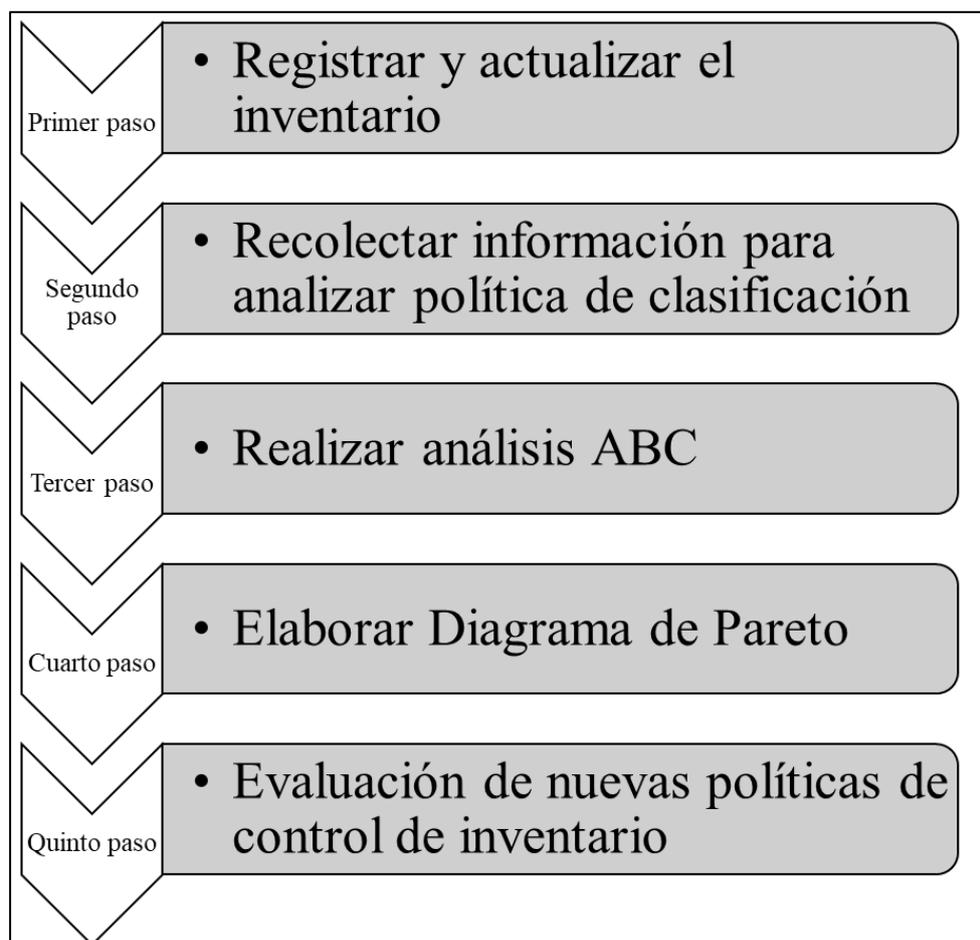


Figura 20. Procedimiento para implementar Sistema ABC

Fuente: Elaboración propia

El primer paso para empezar a implementar esta herramienta es actualizar el inventario completo del almacén, para comenzar a elaborar este inventario hay que enlistar todos los tipos de productos y la cantidad exacta presente en el almacén, en la Tabla 11 se muestra el inventario de los principales productos comercializados.

Tabla 11.
Inventario de productos actualizada

Código	Producto	Cantidad
LT001-A	LED LIGHT 8LEDS 24V 3-WORES WITH HIGH-LOW - AMBER	1500
LT002-R	LED LIGHT 8LEDS 24V 3-WORES WITH HIGH-LOW - RED	400
LT003-B	LED LIGHT 8LEDS 24V 3-WORES WITH HIGH-LOW - BLUE	200
LT004-G	LED LIGHT 8LEDS 24V 3-WORES WITH HIGH-LOW - GREEN	200
LT004-W	LED LIGHT 8LEDS 24V 3-WORES WITH HIGH-LOW - WHITHE	200
TK-TLS067-R	LED LIGHT 6LEDS 24V - RED	200
TK-TLS067-B	LED LIGHT 6LEDS 24V - BLUE	200
TK-TLS067-W	LED LIGHT 6LEDS 24V - WHITHE	200
TK-TLS067-G	LED LIGHT 6LEDS 24V - GREEN	200
TK-TLS13-16LED-A-R	LAMP 16 LED-24 2 WIRES (RED, BLACK) AWG14 - RED	200
TK-TLS14-16LED-A-A	LAMP 16 LED-24 2 WIRES (RED, BLACK) AWG14 - AMBER	200
TK-TP015-C	LAMP 9+21 LED 24V AWG22	200
XS-10123	27 W LED WORKING LIGHT. SQUARE, 9LED, 24V	288
XS-10123B	27 W LED WORKING LIGHT. ROUND, 9LED, 24V	200
XS-10143	MULTIVOLTAJE 12V-24V 48 W LED WORKING LIGHT - CLEAR	200
XS-10144 A	MULTIVOLTAJE 12V-24V 48 W LED WORKING LIGHT - AMBER	200
XS-10167-C	MULTIVOLTAJE 12V-24V 18 W LED WORKING 6LED CLEAR	200
XS-10167-A	MULTIVOLTAJE 12V-24V 18 W LED WORKING 6LED AMBER	100

Fuente: Elaboración propia

Con el inventario actualizado, el siguiente paso será recolectar toda la información referente para poder establecer la política que indique los criterios para clasificar y segmentar los productos en el almacén. Por ejemplo, será importante conocer el costo unitario de cada producto, el lead time y la demanda promedio. Esta información servirá de referencia para decidir qué aspecto pesa más al momento de clasificar el inventario. En la Tabla 12 se muestra el análisis de condiciones del inventario.

Tabla 12.
Análisis de condiciones del inventario

Código	Producto	Costo unitario	Lead Time	Demanda promedio
LT001-A	LED LIGHT 8LEDS 24V 3-WORES WITH HIGH-LOW - AMBER	\$1.46	3 semanas	1250
LT002-R	LED LIGHT 8LEDS 24V 3-WORES WITH HIGH-LOW - RED	\$1.43	3 semanas	350
LT003-B	LED LIGHT 8LEDS 24V 3-WORES WITH HIGH-LOW - BLUE	\$1.43	3 semanas	187
LT004-G	LED LIGHT 8LEDS 24V 3-WORES WITH HIGH-LOW - GREEN	\$1.43	3 semanas	135
LT004-W	LED LIGHT 8LEDS 24V 3-WORES WITH HIGH-LOW - WHITHE	\$1.43	3 semanas	129
TK-TLS067-R	LED LIGHT 6LEDS 24V - RED	\$1.20	3 semanas	115
TK-TLS067-B	LED LIGHT 6LEDS 24V - BLUE	\$1.20	3 semanas	174
TK-TLS067-W	LED LIGHT 6LEDS 24V - WHITHE	\$1.25	2 semanas	180
TK-TLS067-G	LED LIGHT 6LEDS 24V - GREEN	\$1.20	3 semanas	168
TK-TLS13-16LED-A-R	LAMP 16 LED-24 2 WIRES (RED, BLACK) AWG14 - RED	\$1.53	3 semanas	162
TK-TLS14-16LED-A-A	LAMP 16 LED-24 2 WIRES (RED, BLACK) AWG14 - AMBER	\$1.53	2 semanas	160
TK-TP015-C	LAMP 9+21 LED 24V AWG22	\$2.40	3 semanas	166
XS-10123	27 W LED WORKING LIGHT. SQUARE, 9LED, 24V	\$4.20	3 semanas	297
XS-10123B	27 W LED WORKING LIGHT. ROUND, 9LED, 24V	\$4.20	3 semanas	157
XS-10143	MULTIVOLTAJE 12V-24V 48 W LED WORKING LIGHT - CLEAR	\$6.00	2 semanas	168
XS-10144 A	MULTIVOLTAJE 12V-24V 48 W LED WORKING LIGHT - AMBER	\$6.00	3 semanas	173
XS-10167-C	MULTIVOLTAJE 12V-24V 18 W LED WORKING 6LED CLEAR	\$3.50	1 semana	159
XS-10167-A	MULTIVOLTAJE 12V-24V 18 W LED WORKING 6LED AMBER	\$3.50	3 semanas	87

Fuente: Elaboración propia

Tras el análisis realizado previamente, la mejor opción para clasificar bajo el método dos, es considerando el costo de los productos y la demanda promedio; entonces la manera de unificar ambos criterios es realizando una multiplicación entre los valores, de manera que los productos de mayor demanda y valor estén con una clasificación A, los de demanda promedio y mediano costo como clasificación B, los de baja demanda y bajo precio como clasificación C. En la Tabla 13 se muestra el resultado obtenido tras realizar el análisis ABC.

Tabla 13.
Análisis ABC del inventario

Código	Producto	Costo unitario	Demanda promedio	Valor y utilización	%	Clasificación
LT001-A	LED LIGHT 8LEDS 24V 3- WORES WITH HIGH-LOW - AMBER	\$1.46	1250	\$1,825.00	19.89%	A
XS-10144 A	MULTIVOLTAJE 12V-24V 48 W LED WORKING LIGHT - AMBER	\$6.00	173	\$1,038.00	31.20%	A
XS-10143	MULTIVOLTAJE 12V-24V 48 W LED WORKING LIGHT - CLEAR	\$6.00	168	\$1,008.00	42.19%	A
XS-10123	27 W LED WORKING LIGHT. SQUARE, 9LED, 24V	\$4.20	232	\$974.40	52.81%	A
XS-10123B	27 W LED WORKING LIGHT. ROUND, 9LED, 24V	\$4.20	157	\$659.40	59.99%	A
XS-10167-C	MULTIVOLTAJE 12V-24V 18 W LED WORKING 6LED CLEAR	\$3.50	159	\$556.50	66.06%	A
LT002-R	LED LIGHT 8LEDS 24V 3- WORES WITH HIGH-LOW - RED	\$1.43	350	\$500.50	71.51%	A
TK-TP015-C	LAMP 9+21 LED 24V AWG22	\$2.40	166	\$398.40	75.85%	A
XS-10167-A	MULTIVOLTAJE 12V-24V 18 W LED WORKING 6LED AMBER	\$3.50	87	\$304.50	79.17%	A
LT003-B	LED LIGHT 8LEDS 24V 3- WORES WITH HIGH-LOW - BLUE	\$1.43	187	\$267.41	82.09%	A
TK-TLS13-16LED-A-R	LAMP 16 LED-24 2 WIRES (RED, BLACK) AWG14 - RED	\$1.53	162	\$247.86	84.79%	B
TK-TLS14-16LED-A-A	LAMP 16 LED-24 2 WIRES (RED, BLACK) AWG14 - AMBER	\$1.53	160	\$244.80	87.46%	B
TK-TLS067-W	LED LIGHT 6LEDS 24V - WHITHE	\$1.25	180	\$225.00	89.91%	B
TK-TLS067-B	LED LIGHT 6LEDS 24V - BLUE	\$1.20	174	\$208.80	92.18%	B
TK-TLS067-G	LED LIGHT 6LEDS 24V - GREEN	\$1.20	168	\$201.60	94.38%	C
LT004-G	LED LIGHT 8LEDS 24V 3- WORES WITH HIGH-LOW - GREEN	\$1.43	135	\$193.05	96.49%	C
LT004-W	LED LIGHT 8LEDS 24V 3- WORES WITH HIGH-LOW - WHITHE	\$1.43	129	\$184.47	98.50%	C
TK-TLS067-R	LED LIGHT 6LEDS 24V - RED	\$1.20	115	\$138.00	100.00%	C

Fuente: Elaboración propia

Para poder tener una mejor perspectiva de los segmentos realizados, se debe emplear el análisis de Pareto, donde los productos que abarquen hasta el ochenta por ciento pertenezcan al segmento A, los productos que estén más del 80% y menor del 90% pertenezcan al segmento B y los productos que estén más del 90% y hasta el 100% pertenezcan al segmento C. En la Figura 21 se muestra el Diagrama de Pareto.

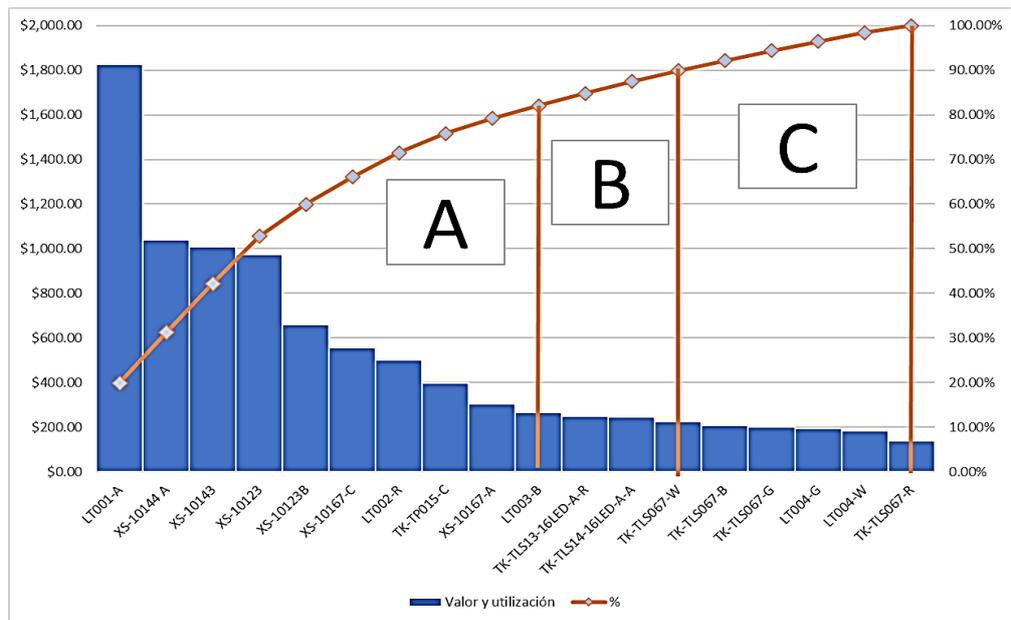


Figura 21. Análisis de Pareto del inventario

Fuente: Elaboración propia

Teniendo los productos segmentados de acuerdo al análisis de Pareto, el siguiente paso será poder realizar la evaluación de las nuevas políticas de control de inventario, que permitan alinear a los trabajadores de acuerdo al nuevo método de control de inventarios. Por ejemplo, para los artículos pertenecientes al segmento A, se establece la política de revisión continua del inventario con plazos fijos; para el caso de los productos del segmento B la revisión será a partir de los lotes de pedidos realizados y también su revisión dependerá de la demanda y el plazo. En la Tabla 14 se muestra el cuadro que resumen las políticas establecidas.

Tabla 14.
Evaluación de nuevas políticas de control de inventario

Clasificación del artículo	Política de empresa	
	Revisión continua	Revisión periódica
Política de grupo		
Grupo A	Revisión continua	Revisión continua (Plazo Fijo)
Grupo B	Lote económico de pedido	Revisión continua (Demanda y plazo variable)
Grupo C	Manual: Lote económico	Manual: Revisión continua (Demanda y Plazo variable)

Fuente: Elaboración propia

Tras establecer el Sistema ABC, será importante validar su eficiencia y eficacia de acuerdo a las mejoras establecidas. Para esto se realizó una simulación del nuevo proceso de control de inventarios, obteniéndose resultados favorables como se muestra en la Figura 22.

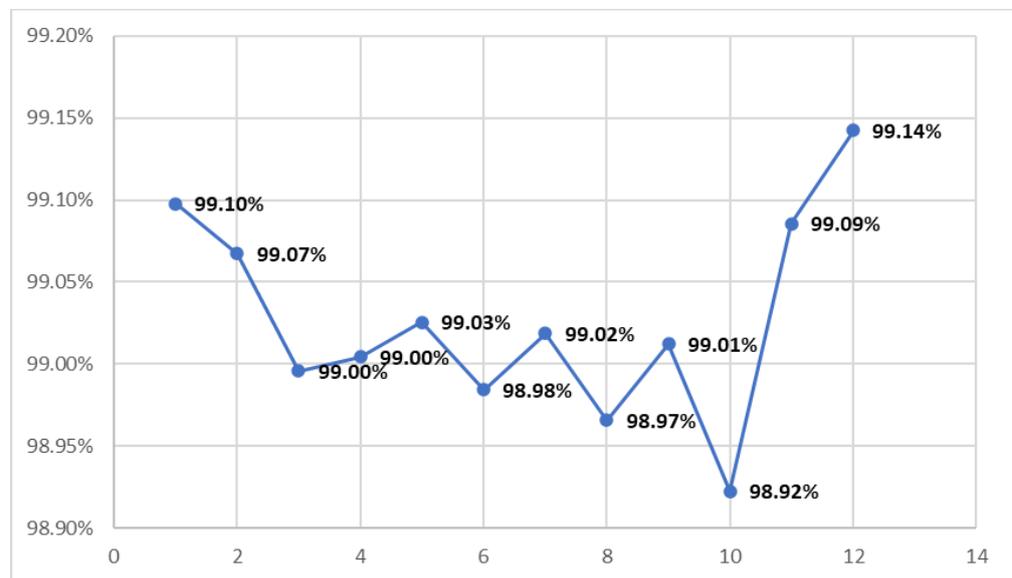


Figura 22. Simulación del porcentaje de exactitud del inventario

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la Figura 23 se muestra el Diagrama de Gantt con las actividades planificadas para la implementación del Sistema ABC.

CARTA GANTT				2021															
				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL			
Proyecto: Implementación Sistema ABC				S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Partes interesadas: Área de logística				E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Fecha de inicio: 01 de Enero 2021				M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Fecha de término: 30 de Abril 2021				A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ETAPAS	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	DURACIÓN																
Registrar y actualizar el inventario	Revisar inventario físico de almacén	Investigadores y supervisores del área logística	1 semana																
	Elaborar formato para registrar inventario	Investigadores y supervisores del área logística	1 semana																
	Registrar todo el inventario presente en el almacén	Investigadores y supervisores del área logística	1 semana																
Recolectar información para analizar política de clasificación	Revisar registros históricos del inventario	Investigadores y supervisores del área logística	1 semana																
	Revisar información de proveedores y actualizarlos	Investigadores y supervisores del área logística	3 semana																
	Revisar boletas	Investigadores y supervisores del área logística	2 semana																
Realizar análisis ABC	Elaborar formato para realizar análisis ABC	Investigadores y supervisores del área logística	3 semanas																
	Realizar reuniones para realizar análisis ABC y Pareto																		
	Enviar registro final del análisis ABC a gerencia general para su aprobación	Investigadores y supervisores del área logística	3 semana																
Evaluación de nuevas políticas de control de inventario	Convocar reunión con trabajadores del área logística																		
	Revisar políticas de control de inventario	Investigadores y supervisores del área logística	3 semana																
	Elaborar cuadro de nuevas políticas de control de inventario	Investigadores y supervisores del área logística	3 semanas																

Figura 23. Diagrama de Gantt de la implementación del Sistema ABC

Fuente: Elaboración propia

2.3.10. Desarrollo Planeación Sistemática de la Distribución de Planta (SLP)

La segunda causa raíz que originan pérdidas monetarias en el área de logística, es la falta de una mejor distribución del almacén, esto se evidencia en el porcentaje bajo de utilización del almacén y la productividad del picking en la empresa, este último por los tiempos de transportes y movimientos innecesarios. La herramienta para atacar esta causa raíz es el SLP y el procedimiento para implementarlo se muestra en la Figura 24.

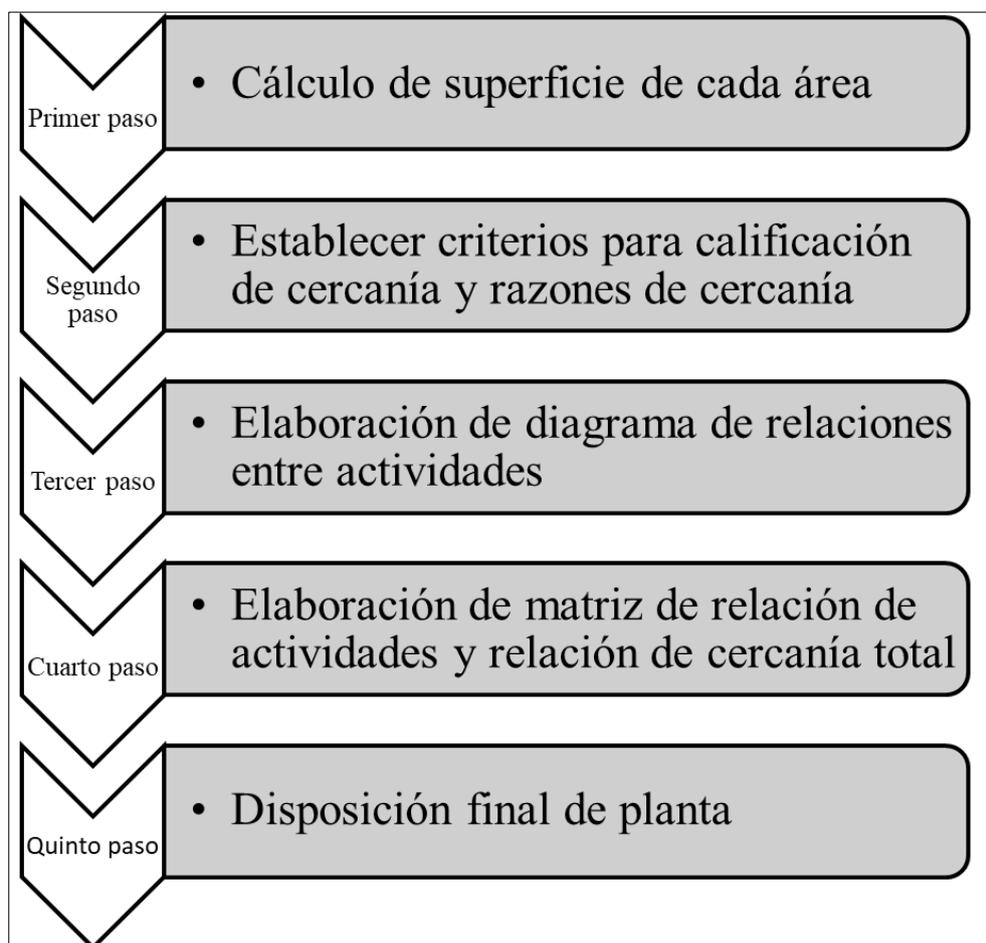


Figura 24. Procedimiento para implementar SLP

Fuente: Elaboración propia

El primer paso se realizar el cálculo de las áreas a emplear, de acuerdo al espacio de los estantes y de la cantidad de productos a almacenar. No todas las áreas requerirán la misma área, en este paso es importante la información

técnica de los ambientes con el cual cuenta la empresa actualmente. Hay áreas que no han sido dimensionadas correctamente y otras que no son usadas actualmente. En la Tabla 15 se muestra el cálculo realizado.

Tabla 15.
Cálculo de superficie de las áreas a distribuir

Área	Superficie estática (Ss)	Superficie de gravitación (Sg)	Coefficiente constante (K)	Superficie de evolución (Se)
Recepción de materiales	11	9	2.5	50
Zona de productos B1	16	8	2.5	60
Zona de productos C	11	9	2.5	50
Zona de productos A1	18	10	2.5	70
Zona de productos A2	23	7	3.0	90
Zona de productos B2	14	6	2.5	50
Zona de productos A3	17	11	2.5	70
Oficinas	8	4	2.5	30
Área de despacho	15	5	2.5	50
TOTAL	133	69	-	520

Fuente: Elaboración propia

Con las áreas dimensionadas el siguiente paso será evaluar las interrelaciones entre ellas, pero para lograr esto es importante poder establecer una clasificación y una puntuación estándar, para esto en la Tabla 16 se muestra la valorización establecida. Con esta valorización se podrá construir el diagrama de relaciones (ver Figura 25) donde se analizará y calificará la relación entre actividades de las áreas, en este diagrama se analiza también el nivel de proximidad que debe tener cada área.

Tabla 16.
Valorización de la cercanía entre áreas

VALOR	CERCANÍA	No. of Ratings
A	Altamente necesaria	6
E	Especialmente necesaria	5
I	Importante	4
O	Ordinaria necesaria	3
U	Ninguna	2
X	Indeseable	1

Fuente: Elaboración propia

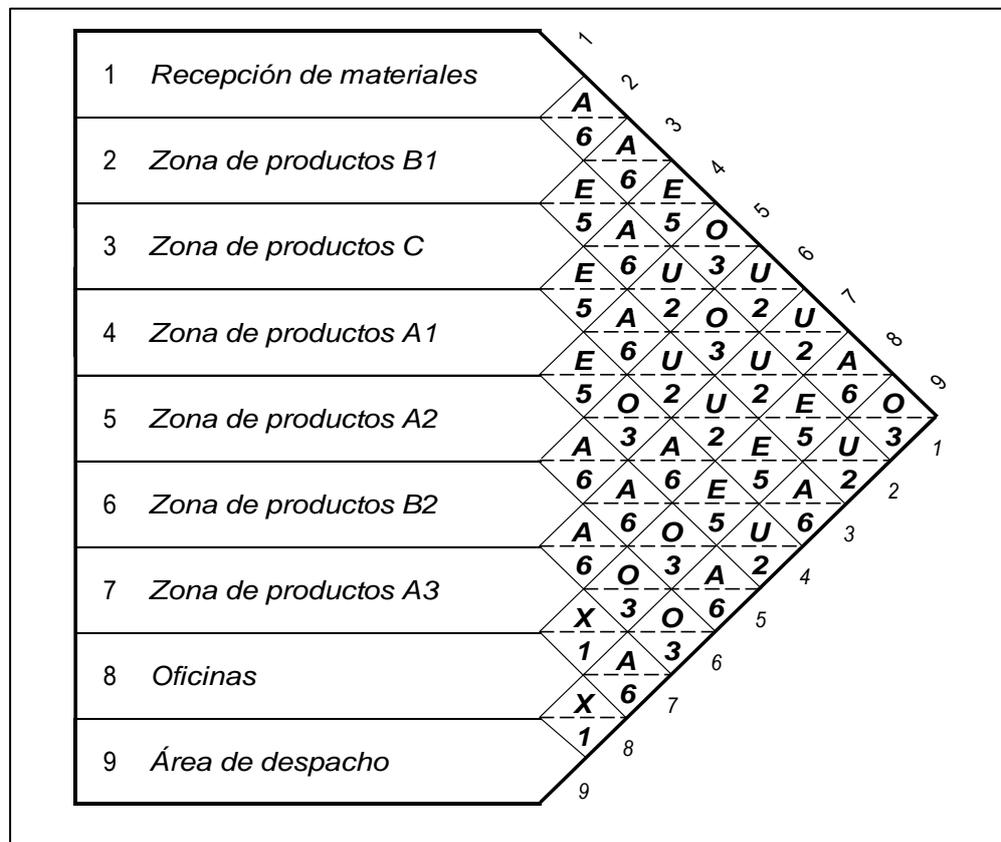


Figura 25. Diagrama de relaciones entre áreas
Fuente: Elaboración propia

Con la evaluación realizada, el siguiente paso es elaborar la matriz de interrelaciones (Figura 26), que muestre de manera más específica las relaciones entre cada área y con esto poder elaborar la matriz de relación de cercanía total (Figura 27).

Departamento	Tamaño M2	Recepción de materiales	Zona de productos B1	Zona de productos C	Zona de productos A1	Zona de productos A2	Zona de productos B2	Zona de productos A3	Oficinas	Área de despacho
Recepción de materiales	50		A	A	E	O	U	U	A	O
Zona de productos B1	60			E	A	U	O	U	E	U
Zona de productos C	50				E	A	U	U	E	A
Zona de productos A1	70					E	O	A	E	U
Zona de productos A2	90						A	A	O	A
Zona de productos B2	50							A	O	O
Zona de productos A3	70								X	A
Oficinas	30									X
Área de despacho	50									

Figura 26. Matriz de interrelaciones

Fuente: Elaboración propia

Depar	Tamaño M2	Recepción de materiales	Zona de productos B1	Zona de productos C	Zona de productos A1	Zona de productos A2	Zona de productos B2	Zona de productos A3	Oficinas	Área de despacho	TCR
Recepción de materiales	50	0	6	6	5	3	2	2	6	3	33
Zona de productos B1	60	6	0	5	6	2	3	2	5	2	31
Zona de productos C	50	6	5	0	5	6	2	2	5	6	37
Zona de productos A1	70	5	6	5	0	5	3	6	5	2	37
Zona de productos A2	90	3	2	6	5	0	6	6	3	6	37
Zona de productos B2	50	2	3	2	3	6	0	6	3	3	28
Zona de productos A3	70	2	2	2	6	6	6	0	1	6	31
Oficinas	30	6	5	5	5	3	3	1	0	1	29
Área de despacho	50	3	2	6	2	6	3	6	1	0	29

Figura 27. Matriz de relación de cercanía total

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 17, se muestra a las áreas ordenadas de mayor a menor según su TCR (Relación de Cercanía Total), este valor es importante ya que a partir de esto se podrá buscar la distribución óptima de las instalaciones.

Tabla 17.
Priorización de áreas de acuerdo al TCR

Departamento	TCR	Tamaño m ²
Zona de productos C	37	50
Zona de productos A1	37	70
Zona de productos A2	37	90
Recepción de materiales	33	50
Zona de productos B1	31	60
Zona de productos A3	31	70
Área de despacho	29	50
Oficinas	29	30
Zona de productos B2	28	50

Fuente: Elaboración propia

Para poder encontrar la distribución óptima se puede realizar gráficas de distribución y mediante “prueba y error”, encontrar la distribución más adecuada, pero también existen software que mediante algoritmos y con la información ingresada se puede encontrar la distribución óptima, para esto se empleó el Software “Corelap 01”, que nos arrojó la siguiente distribución. En la Figura 28 se muestra la distribución arrojada por el software.

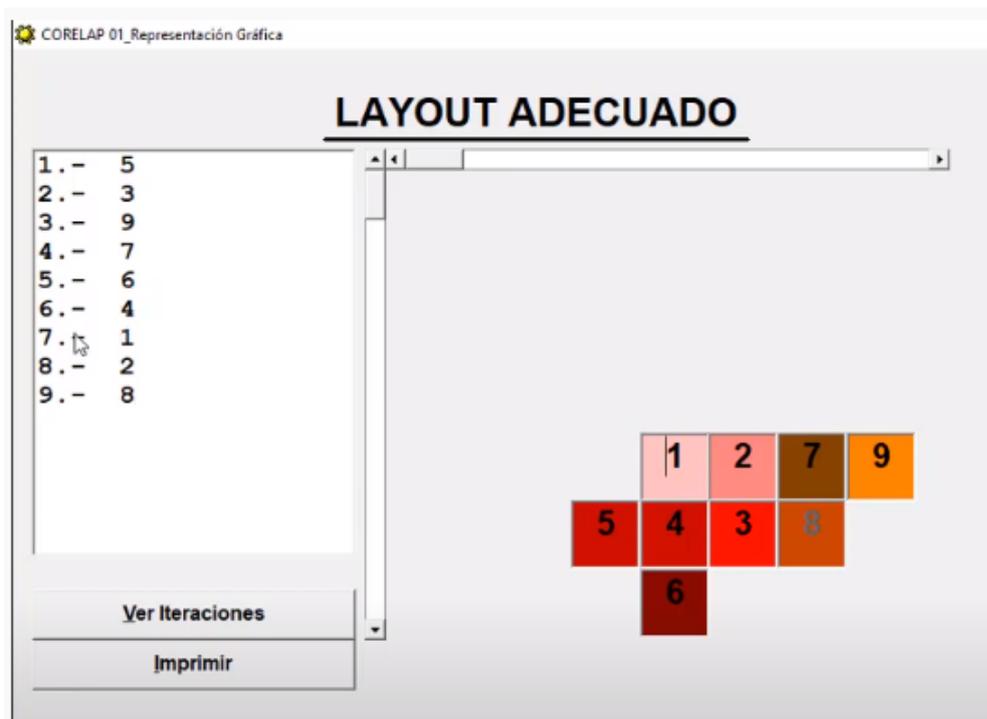


Figura 28. Análisis de distribución de planta con Software Corelap 01

Fuente: Elaboración propia

El último paso es poder establecer la distribución final del almacén, todos los pasos previos sirven de referencia, ya que evidentemente también se debe considerar los aspectos técnicos y restricciones presenten en el almacén actual, en la Figura 18 se puede observar el Layout actual, donde existen dos áreas deshabilitadas es decir espacio no aprovechado que genera evidentemente un costo de oportunidad, así como también los productos de mayor rotación se encuentra en una zona y mezclado con productos de menor rotación, esto ocasiona el déficit de productividad de los picking, es decir el tiempo empleado para alistar los pedidos son demasiados elevados.

Basándose en los cálculos realizados previamente, considerando también el layout propuesto por el cálculo del software y las características técnicas del local actual, se logró diseñar un layout (ver Figura 29) que permitirá tener un flujo mejor para la distribución.

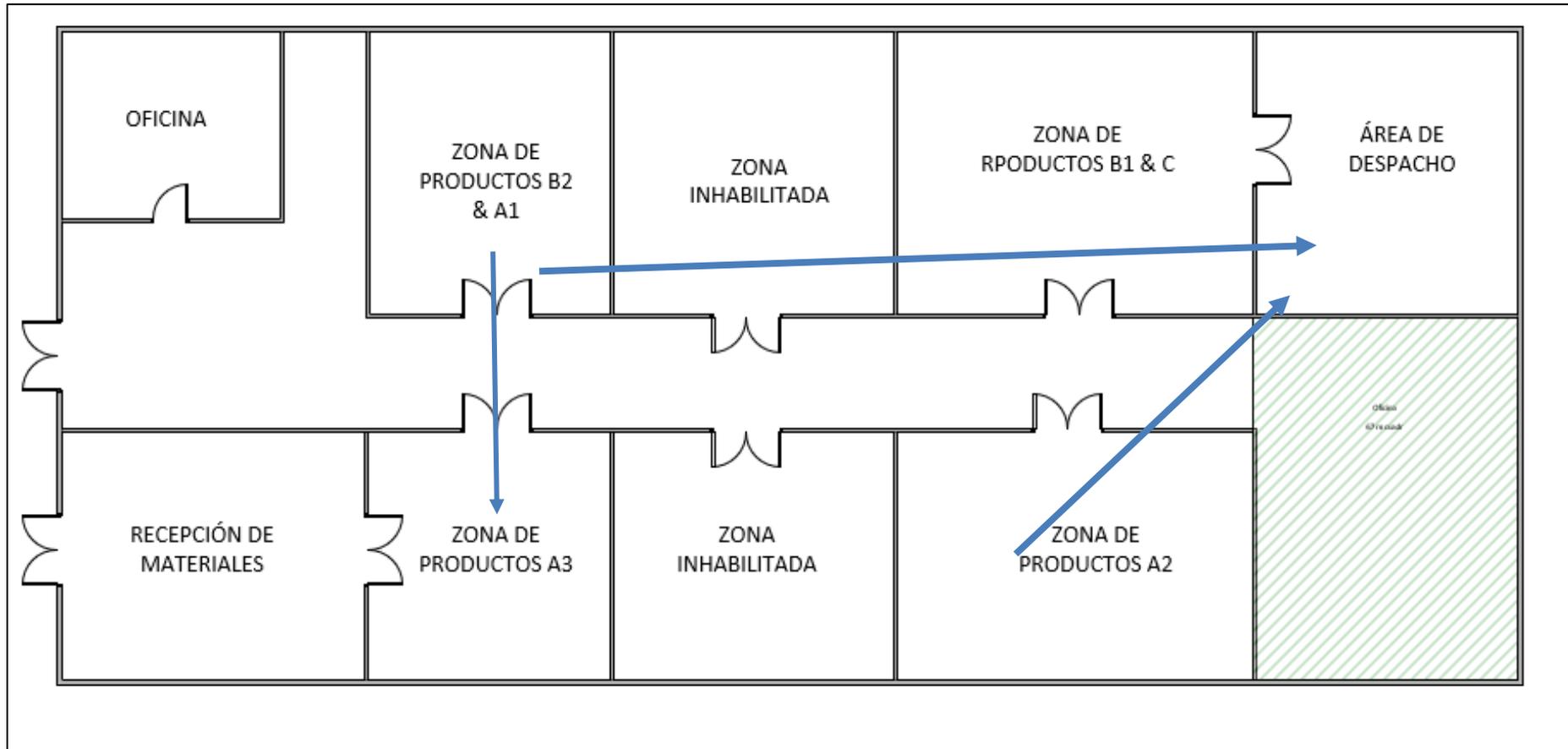


Figura 29. Layout actual con deficiencias

Fuente: Elaboración propia

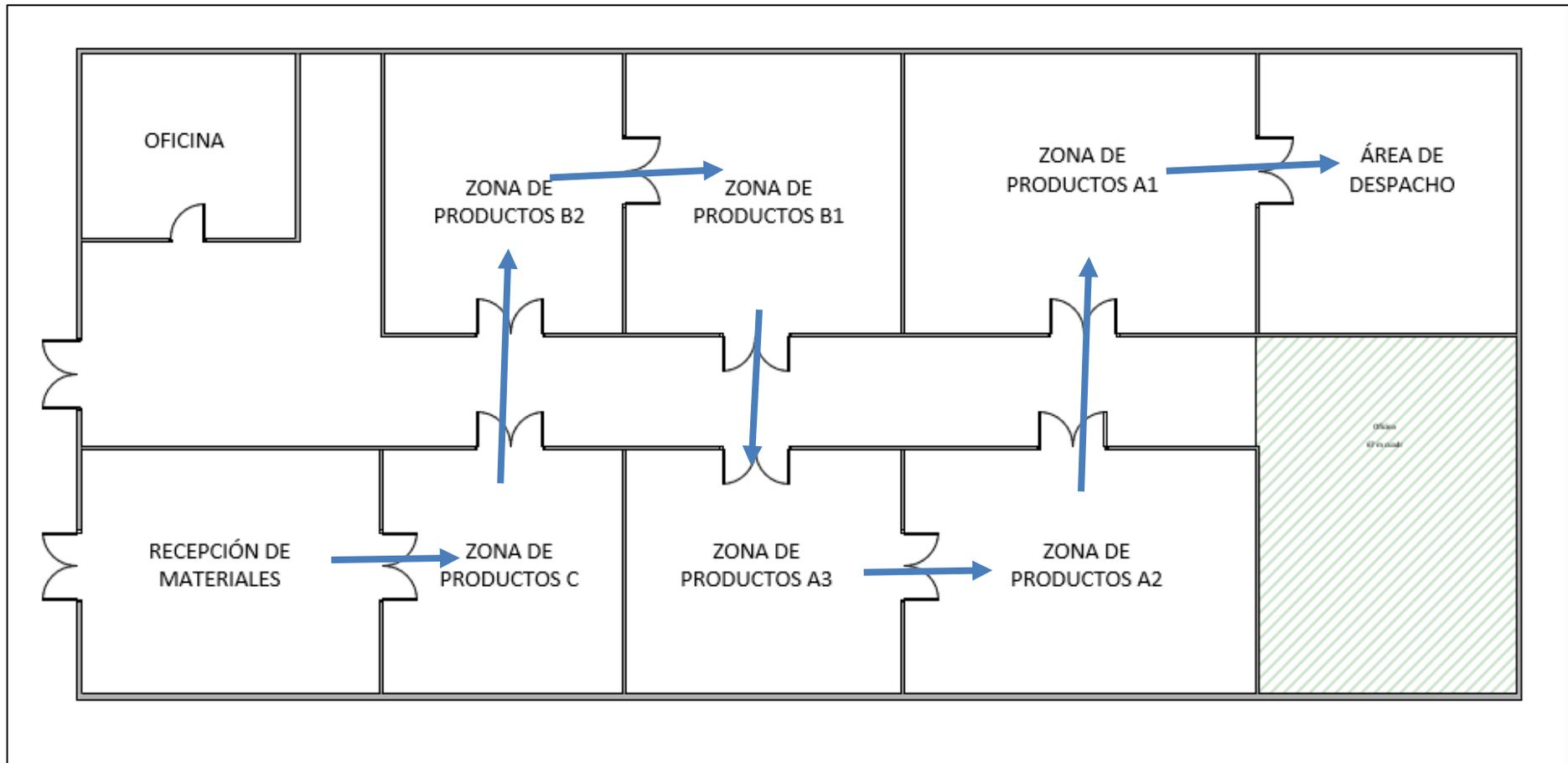


Figura 30. Layout mejorado

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la mejora establecida debe ser validada, para realizar esto se decidió realizar una simulación en el software Promodel como se ve en la Figura 31.

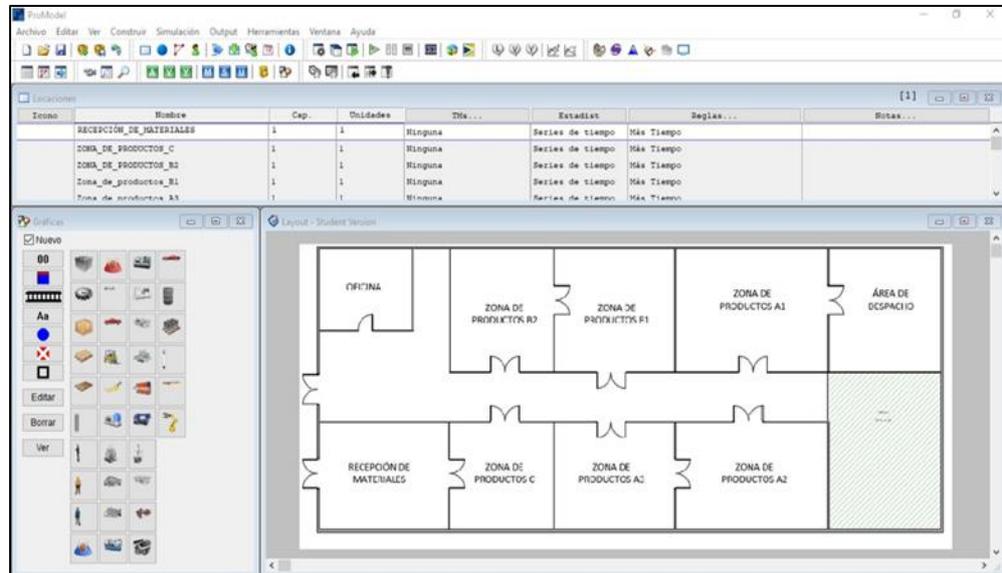


Figura 31. Simulación para validar mejoras en el Layout actual
Fuente: Elaboración propia

Tras correr el modelo de simulación se obtuvo como resultado principal el número de pedidos que se pueden realizar ahora en el mes que asciende a 857, del mismo modo el tiempo promedio para alistar cada pedido se reduce a 14.56, realizando los cálculos la productividad con el nuevo layout alcanza el 4.12, reduciendo el déficit que se tenía de acuerdo con la productividad estándar calculada.

Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiem
Pedidos	857.00	14.56	

Figura 32. Resultado obtenido tras realizar simulación en software Promodel
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la Figura 33 se muestra el Diagrama de Gantt con las actividades planificadas para la implementación del Sistema ABC.

CARTA GANTT				2021																							
				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
Proyecto: Implementación Planeación Sistemática de la Distribución de Planta (SLP)				S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Partes interesadas: Área de Producción				E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Fecha de inicio: 01 de enero 2021				M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Fecha de término: 29 de junio 2021				A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
				N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
				A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ETAPAS	ACTIVIDADES	Responsables	Duración																								
DEFINICIÓN	Análisis producto - cantidad (P-Q)	Investigador y supervisores de producción	3 semanas																								
	Relación de actividades	Investigador y supervisores de producción	2 semana																								
ANÁLISIS	Diagrama relacional de recorridos y/o actividades	Investigador y supervisores de producción	3 semana																								
	Análisis de espacio disponible	Investigador y supervisores de producción	2 semana																								
	Diagrama relacional de espacios	Investigador y supervisores de producción	3 semana																								
SÍNTESIS Y EJECUCIÓN	Identificar factores influyentes y limitaciones prácticas	Investigador y supervisores de producción	3 semana																								
	Evaluación de mejoras de layout	Investigador y supervisores de producción	3 semana																								
	Reacondicionamiento de instalaciones	Investigador y supervisores de producción	10 semana																								

Figura 33. Diagrama de Gantt para implementar SLP

Fuente: Elaboración propia

2.3.11. Desarrollo de modelo de programación lineal

En el área de operaciones, una de las causas raíz que generan una gran pérdida monetaria, es la falta de gestión para las rutas de distribución, la empresa cuenta con muchos pedidos que debe realizar a diario, el problema pasa por que no existen itinerarios estandarizados para el despacho de los conductores. Son los conductores de los vehículos los que deciden que ruta realizar, evidentemente todo de manera empírica. Entonces surge la necesidad de establecer los itinerarios para las rutas de despachos, para esto será necesario implementar la Programación Lineal. A continuación, en la Figura 34 se muestra el procedimiento para implementar esta herramienta.

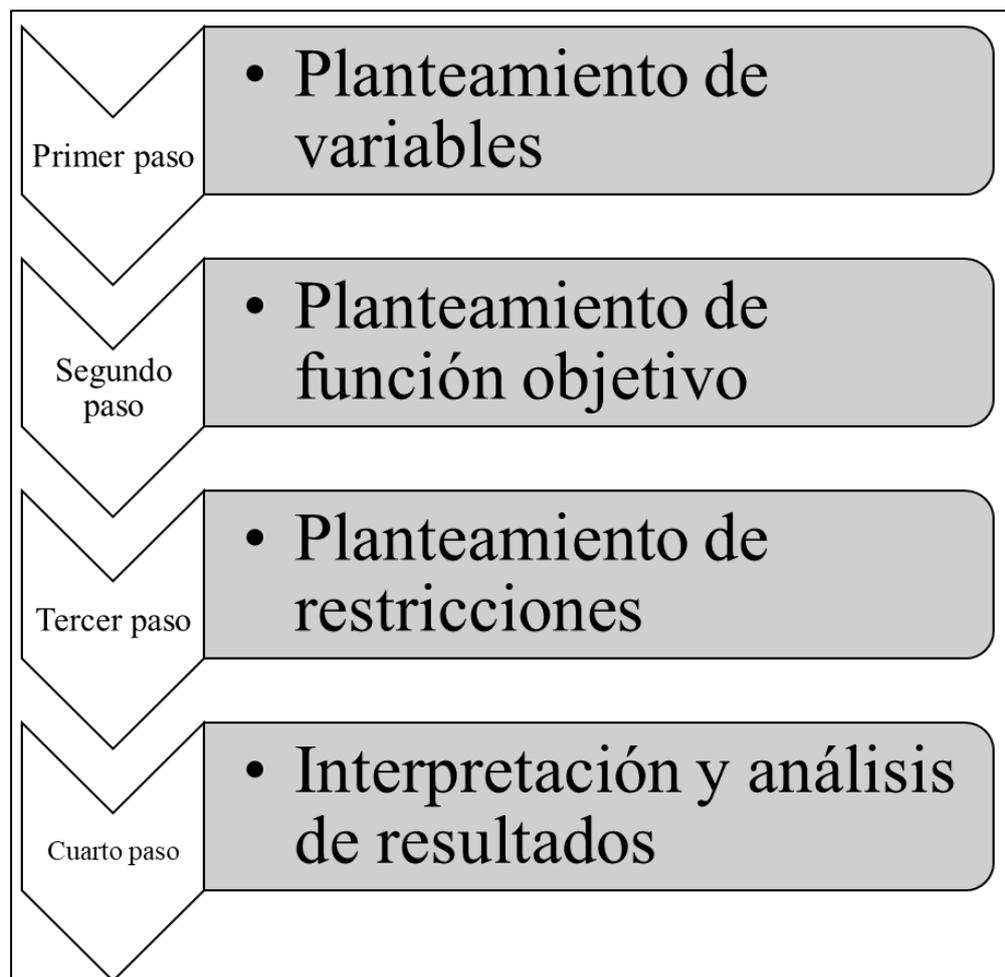


Figura 34. Procedimiento para implementar la programación lineal

Fuente: Elaboración propia

Las rutas son gestionadas de manera empírica por los choferes, no están establecidos los criterios de manera objetiva para poder programar un itinerario diario, el criterio principal para establecer un itinerario son las distancias, a menor cantidad de kilómetros recorridos, menor serán los tiempos y costos de entregas. También es cierto que existen aplicaciones de celulares que calculan distancias, pero estos están hechos para gestionar rutas de particulares y no están hechas a la medida de las necesidades de la empresa. Es por ello que se requiere un modelo matemático que permita tomar mejores decisiones al momento de gestionar las rutas y que no se dependa mucho de la experiencia. A continuación, en la Tabla 18 se muestra las distancias promedio para realizar las entregas.

Tabla 18.
Distancias promedio para realizar entregas

Origen y Destino	Trujillo	El Porvenir	La Esperanza	Florencia de Mora
Trujillo	-	2 km	6 km	4 km
El Porvenir	3 km	-	4 km	2 km
La Esperanza	4 km	5 km	-	5 km
Florencia de mora	2 km	3 km	3 km	-

Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, se debe definir las variables de decisión necesarias para representar las posibles decisiones que puede tomar la empresa al momento de establecer un itinerario. En este caso, corresponde decidir qué ruta asignar o no, de acuerdo al cálculo, para este caso son en total doce variables binarias. A continuación, se muestra la definición de las variables de decisión:

Variables de decisión

$$X_{ij} \begin{cases} 1 & \text{si en el itinerario está la ruta } C_i \text{ ----> } C_j \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases}$$

Donde $i =$ Trujillo, El Porvenir, La Esperanza, Florencia de Mora
 $j =$ Trujillo, El Porvenir, La Esperanza, Florencia de Mora
 $i \neq j$

El segundo paso es establecer la función objetivo del modelo matemático, lo que se busca es tener que recorrer la menor distancia, esto en consecuencia harán que el tiempo y el costo de los envíos se reduzcan al mínimo, por eso para calcular el valor mínimo a cada variable se le tiene que multiplicar el factor de la distancia mostrada en la Tabla 17. A continuación se muestra la función objetivo desarrollada:

Función Objetivo

$$\text{Minimizar } z = 2X_{12} + 3X_{21} + 6X_{13} + 4X_{31} + 4X_{14} + 2X_{41} + 4X_{23} + 5X_{32} + 2X_{24} + 3X_{42} + 5X_{34} + 3X_{43}$$

Con la función objetivo definida el siguiente paso será establecer las restricciones que condicionan el modelo matemático:

Restricción para elegir un solo origen:

$$X_{12} + X_{13} + X_{14} = 1$$

$$X_{21} + X_{23} + X_{24} = 1$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{34} = 1$$

$$X_{41} + X_{42} + X_{43} = 1$$

Restricción para establecer que solo se pase por una sola vez cada distrito

$$X_{21} + X_{31} + X_{41} = 1$$

$$X_{12} + X_{32} + X_{42} = 1$$

$$X_{13} + X_{23} + X_{43} = 1$$

$$X_{14} + X_{24} + X_{34} = 1$$

Restricción para evitar sub-itinerarios desconectados

$$u_2 \leq u_3 - 4X_{23} + 3$$

$$u_2 \leq u_4 - 4X_{24} + 3$$

$$u_3 \leq u_2 - 4X_{32} + 3$$

$$u_3 \leq u_4 - 4X_{34} + 3$$

$$u_4 \leq u_2 - 4X_{42} + 3$$

$$u_4 \leq u_3 - 4X_{43} + 3$$

Para ejecutar el modelo matemático se utilizó el software Lingo, y se obtuvieron los siguientes resultados como se muestra en la Figura 35.

```
// solution (optimal) with objective 11
x12 = 1;
x21 = 0;
x13 = 0;
x31 = 1;
x14 = 0;
x41 = 0;
x23 = 0;
x32 = 0;
x24 = 1;
x42 = 0;
x34 = 0;
x43 = 1;
u2 = 0;
u3 = 2;
u4 = 1;
```

Figura 35. Resultados obtenidos en Lingo

Fuente: Elaboración propia

Evidentemente se deben interpretar los resultados, como se mencionó anteriormente las variables son binarias, es decir el número 1 significará que se tomará la decisión de emplear una ruta en específico, mientras que el número 0 significará que no se tomará en cuenta la ruta. A continuación, se muestra la interpretación de los resultados:

- Se tomará la ruta de Trujillo hasta El Porvenir.
- Se tomará la ruta desde La Esperanza hacia Trujillo
- Se tomará la ruta desde El Porvenir hasta Florencia de Mora
- Se tomará la ruta desde Florencia de Mora hacia La Esperanza.

Una de las condiciones básicas en el modelo matemático desarrollado es la constancia de los coeficientes actuales de distancia. Esta hipótesis solamente es admisible a muy corto plazo, dado que para periodos de planificación más

amplios las condiciones y circunstancias del análisis pueden ir cambiando. Es entonces donde es importante realizar el análisis de sensibilidad, en este caso lo que se determina es el rango o campo de variación admisible para los diferentes coeficientes del problema, dentro del cual la solución actual se mantiene como factible y como óptima.

El análisis paramétrico o programación lineal paramétrica, en este tipo de análisis es posible determinar el conjunto de soluciones que aparecen cuando alguno (o algunos) de los coeficientes del problema varía de forma continua respecto de algún parámetro.

La mejora establecida debe ser validada, para realizar esto se decidió realizar una simulación en el software ProModel y los resultados obtenidos se aprecian en la Tabla 19.

Tabla 19.
Resultados obtenidos tras simulación en ProModel

Mes	Total de pedidos despachados	Productividad de pedidos transportados
Enero	824	0.12
Febrero	679	0.09
Marzo	686	0.10
Abril	830	0.11
Mayo	610	0.09
Junio	907	0.12
Julio	562	0.09
Agosto	732	0.11
Septiembre	722	0.11
Octubre	864	0.11
Noviembre	589	0.09
Diciembre	569	0.10
Total	8554	0.10

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la Figura 36 se muestra el Diagrama de Gantt con las actividades planificadas para la implementación de la Programación Lineal.

CARTA GANTT				2021															
				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL			
Proyecto: Implementación de Programación Lineal				S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Partes interesadas: Área de operaciones				E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Fecha de inicio: 01 de Enero 2021				M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Fecha de término: 30 de Abril 2021				A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
ETAPAS	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	DURACIÓN	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Preparación de información	Recolección de datos	Investigadores y supervisores del área de operaciones	1 semana																
	Análisis de políticas de gestión de transporte	Investigadores y supervisores del área de operaciones	1 semana																
Construcción de modelo matemático	Definición de variables	Investigadores y supervisores del área de operaciones	2 semanas																
	Definición de función objetivo	Investigadores y supervisores del área de operaciones	3 semanas																
	Análisis de restricciones	Investigadores y supervisores del área de operaciones	3 semanas																
	Ejecución de modelo matemático y análisis de resultados	Investigadores y supervisores del área de operaciones	2 semanas																
Evaluación económica	Cuantificación de beneficios obtenidos	Investigadores y supervisores del área de operaciones	2 semanas																
	Evaluación de factibilidad de herramienta de mejora	Investigadores y supervisores del área de operaciones	2 semanas																

Figura 36. Diagrama de Gantt para implementar Programación Lineal

Fuente: Elaboración propia

2.3.12. Desarrollo DRP

Como se mencionó anteriormente en el diagnóstico existe una Falta de planeación de requerimientos de distribución, es por ello que existe un gran interés de extender la planificación hacia empresas externas o divisiones de la empresa, la necesidad de planificar cómo se organizarán los centros de distribución para llegar hasta los clientes, esto es lo que precisamente se busca con la implementación del DRP (Planificación de las necesidades de distribución. El sistema DRP se aplica a la demanda del mercado, para planificar la producción, a través del sistema de distribución de la empresa y los centros que lo llevan a cabo. El procedimiento del desarrollo del DRP es igual al MRP solo que en sentido inverso parte, a continuación, en la Figura 37 se muestra el procedimiento completo para desarrollar el sistema DRP en la empresa.

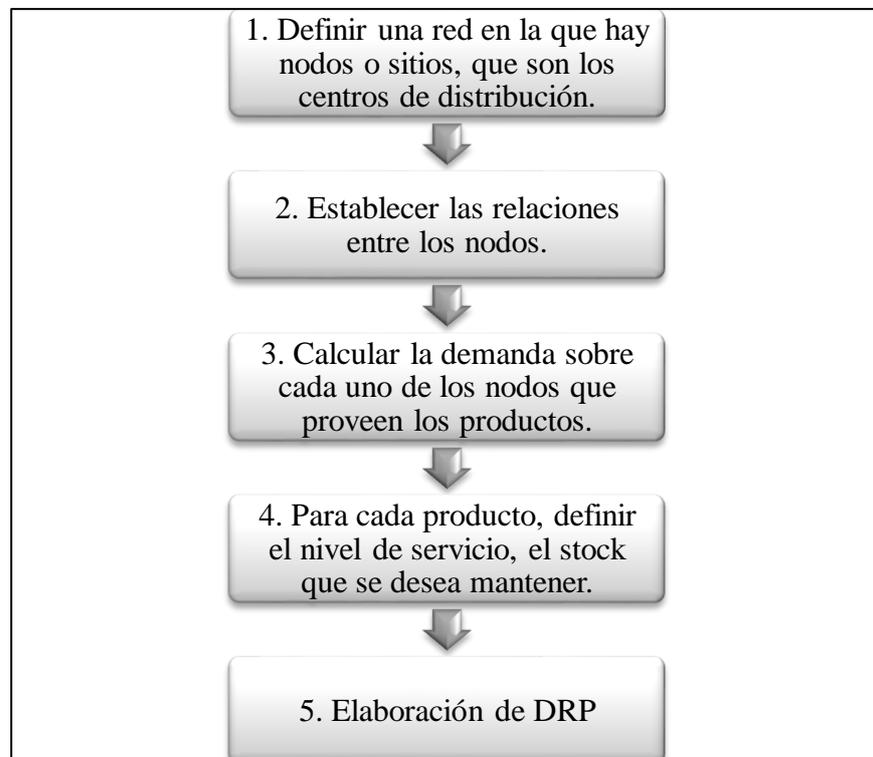


Figura 37. Procedimiento de implementación de DRP

Fuente: Elaboración propia

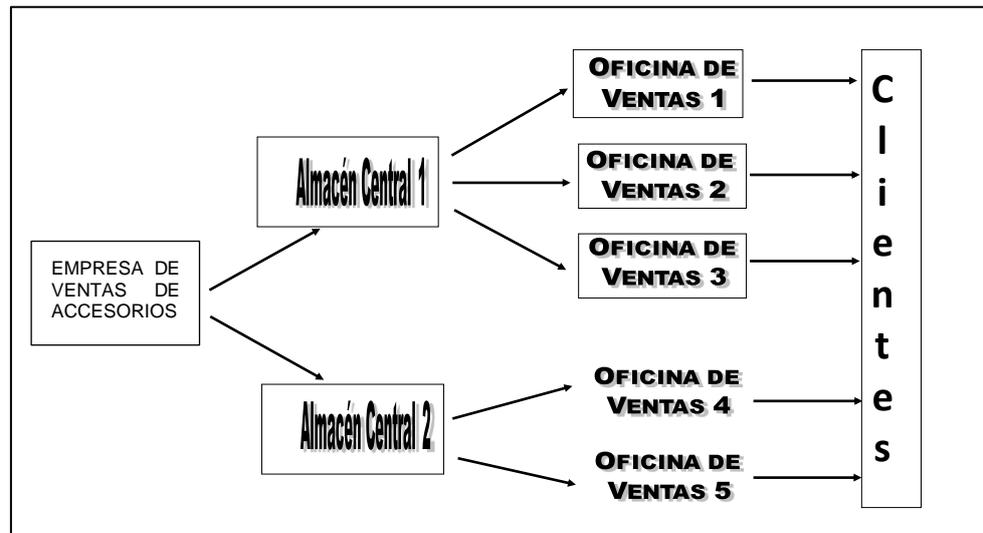


Figura 38. Red de distribución para sistema DRP

Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó el primer paso es determinar la red de nodos que permitirá planificar la distribución de los productos, el origen es las instalaciones de la empresa, que abastece a dos almacenes centrales que tiene la empresa, y estos almacenes distribuyen los productos hacia las oficinas o tiendas de ventas donde es comercializado los productos.

El siguiente paso es calcular la demanda sobre cada uno de los nodos que proveen los productos al mercado. En las Tabla 20 se resumen la demanda hallada de acuerdo con los pronósticos de ventas realizados.

Tabla 20.
Demanda de los principales productos

Producto/Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
HIGH-LOW - AMBER	6600	5400	6600	6000	6600	1200	6600	6000	32400
HIGH-LOW - RED	6000	5000	4500	5000	5000	2000	4500	5000	27500
HIGH-LOW - BLUE	2700	3600	4500	2900	2800	1500	4500	2900	18000

HIGH-LOW - GREEN 6900 4800 5900 3700 4200 1800 5900 3700 27300

Fuente: Elaboración propia

Luego para cada producto, definir el nivel de servicio, el stock que se desea mantener y el pronóstico de venta en cada lugar. El cálculo de existencias debe tener un alto nivel de exactitud, usando modelos y variables precisas.

Tabla 21.

Cálculo de necesidades de LED LIGHT HIGH-LOW-AMBER en los almacenes

SEMANAS	LED LIGHT 8LEDS 24V 3-WORES WITH HIGH-LOW - AMBER								Stock anterior	Cap Envío	Lead-time
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Almacén 1	840	1020	1080	1080	1320	1020	1500	1140	160	400	2
Almacén 2	720	780	660	768	960	900	1080	960	130	300	2
Almacén 3	1520	1280	1920	1600	1840	1680	1520	1440	180	400	2
Almacén 4	880	1000	1040	880	960	720	840	800	210	600	1
Almacén 5	1440	1320	1560	1440	1320	1200	1260	1140	195	700	1
Total Almacén Central 1	3080	3080	3660	3448	4120	3600	4100	3540	350	600	1
Total Almacén Central 2	2320	2320	2600	2320	2280	1920	2100	1940	200	600	1

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, después de haber realizado todos los cálculos el resultado final es una tabla donde se indica la cantidad necesaria de cada producto a distribuir a cada almacén. (Ver Tabla 22).

Tabla 22.

Resultado final de la distribución de productos en los almacenes centrales

SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8
HIGH-LOW - AMBER	6,600	5,400	6,600	6,000	6,600	1,200	6,600	6,000
HIGH-LOW - RED	6,000	5,000	4,500	5,000	5,000	2,000	4,500	5,000

HIGH-LOW - BLUE	2,700	3,600	4,500	2,900	2,800	1,500	4,500	2,900
HIGH-LOW - GREEN	6,900	4,800	5,900	3,700	4,200	1,800	5,900	3,700

Fuente: Elaboración propia

Muchas de las veces se presentan retrasos en la cadena de este proceso y cada punto de distribución tiene su propia cantidad estándar que lo rodea, su capacidad de almacenamiento y existencias de seguridad.

La mejora establecida debe ser validada, para realizar esto se decidió realizar una simulación en el software Promodel y los resultados obtenidos se aprecian en la Figura 39.

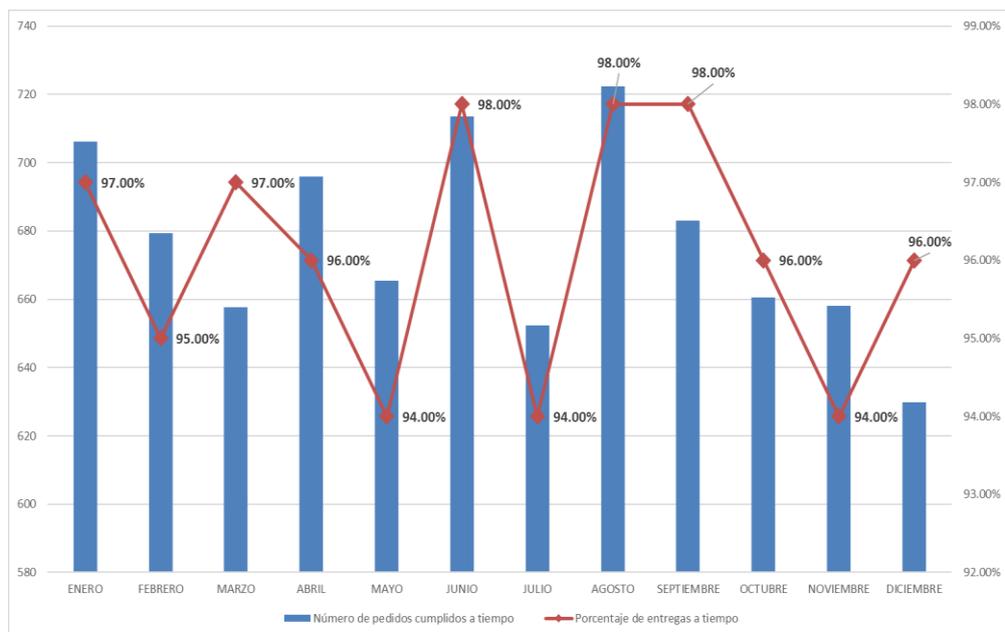


Figura 39. Resultados obtenidos en la simulación del DRP

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la Figura 40 se muestra el Diagrama de Gantt con las actividades planificadas para la implementación del DRP.

2.3.13. Presupuesto de inversión

Para calcular el valor de la inversión se deberá sumar: el valor total de los recursos, el valor total de las actividades, el valor de los imprevistos, el costo de las capacitaciones, los honorarios de los trabajadores, ente otros valores.

La inversión considerada para cada herramienta está conformada por tres fases: fase de planificación, fase de implementación y la fase de sostenibilidad.

A continuación, en la Tabla 23 se muestra la inversión total requerida para poner en marcha la propuesta de mejora, para más detalles del presupuesto calculado para la inversión de cada herramienta ver los anexos del 11 al 14

Tabla 23.
Resumen de inversiones

HERRAMIENTA IMPLEMENTADA	AHORRO CALCULADO	INVERSIÓN REQUERIDA
ABC	S/90,572.14	S/42,950.00
SLP	S/54,579.84	S/115,150.00
PROGRAMACIÓN LINEAL	S/43,660.59	S/52,650.00
DRP	S/79,164.25	S/70,972.00
TOTAL	S/267,976.83	S/281,722.00

Fuente: Elaboración propia

2.3.14. Evaluación económica

Con la inversión calculada el siguiente paso es establecer el horizonte de tiempo a evaluar y la tasa con la cual se evaluará la propuesta de mejora. Para el horizonte de tiempo se ha considerado un tiempo de vida de cinco años para el presente proyecto, esto basado en los estudios semejantes tomados como referencias que señalan que cinco años es un tiempo adecuado para que se desarrolle las tres fases de la inversión. Por otro lado, se ha considerado una tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) del 23.13% los cálculos detallados se encuentran disponibles en el Anexo 15.

El flujo de caja desarrollado para el análisis solo considera los ingresos y egresos generados por la propuesta de mejora con la finalidad de no distorsionar el análisis como podría ocurrir si se consideraba el análisis a partir del estado de resultados de la empresa.

Entre los principales resultados obtenidos en el análisis económico se tiene que el proyecto se capitalizará en S/. 234,121.21 (VAN) a lo largo de los cinco años, con un rendimiento del 59.06% (TIR), una relación Beneficio-Costo de 1.45. Finalmente se sabe que el periodo de recuperación de la inversión es de un año y seis meses.

Con estos valores queda en evidencia que la propuesta de mejora es económicamente viable y con una alta probabilidad de éxito, lo que significa que la empresa podrá eliminar los despilfarros y ser más competitivo.

En la Figura 41 se muestra el formato empleado para el análisis económico de la propuesta de mejora desarrollada.

Inversión Total	S/.281,722.00
TMAR	23.13%

FLUJO DE CAJA

AÑOS	0	2021	2022	2023	2024	2025
INGRESOS DE LA PROPUESTA	–					
AHORRO ESPERADO		S/.267,976.8	S/.267,976.8	S/.267,976.8	S/.267,976.8	S/.267,976.8
EGRESOS DE LA PROPUESTAS						
INVERSIÓN REQUERIDA	-S/.281,722.0					
PÉRDIDA MONETARIA		S/.83,461.4	S/.83,461.4	S/.83,461.4	S/.83,461.4	S/.83,461.4
FLUJO DE CAJA	-S/.281,722.0	S/.184,515.4	S/.184,515.4	S/.184,515.4	S/.184,515.4	S/.184,515.4

INDICADORES ECONÓMICOS

VAN	S/.234,121.21	El proyecto se capitalizará en S/. 234,121.21 generando un valor atractivo para la empresa
TIR	59.06%	El proyecto cuenta con una rentabilidad del 59.06% superior a la TMAR calculada.
RBC	1.45	Por cada sol invertido en el proyecto se obtendra 1.33 de ganancia
PRI	1.05	De acuerdo al flujo de ahorro obtenido la inversión se recuperará en un año
ROI	1.53	

Figura 41. Formato de evaluación económica de la propuesta de mejora

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Resultados de Sistema ABC

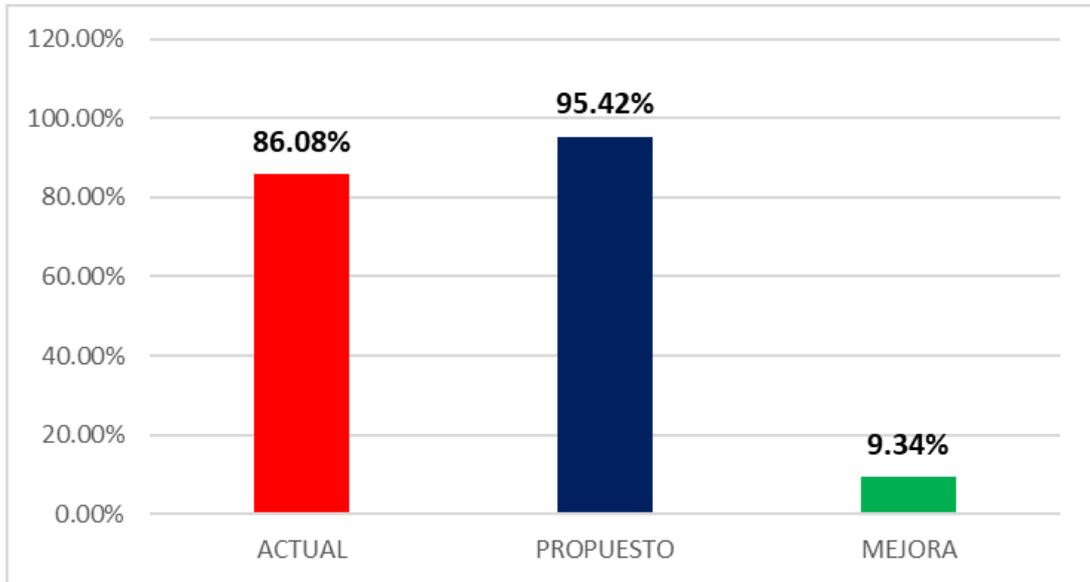


Figura 42. Porcentaje de exactitud del inventario

Fuente: Elaboración propia

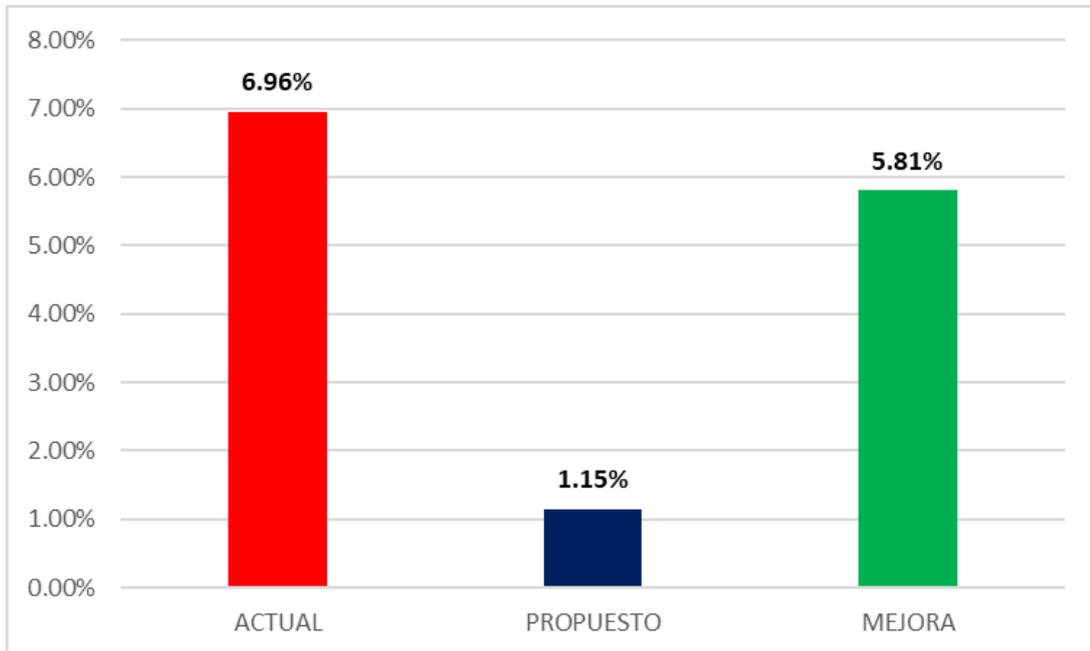


Figura 43. Nivel de mercancías no disponibles para despachos por obsolescencia

Fuente: Elaboración propia

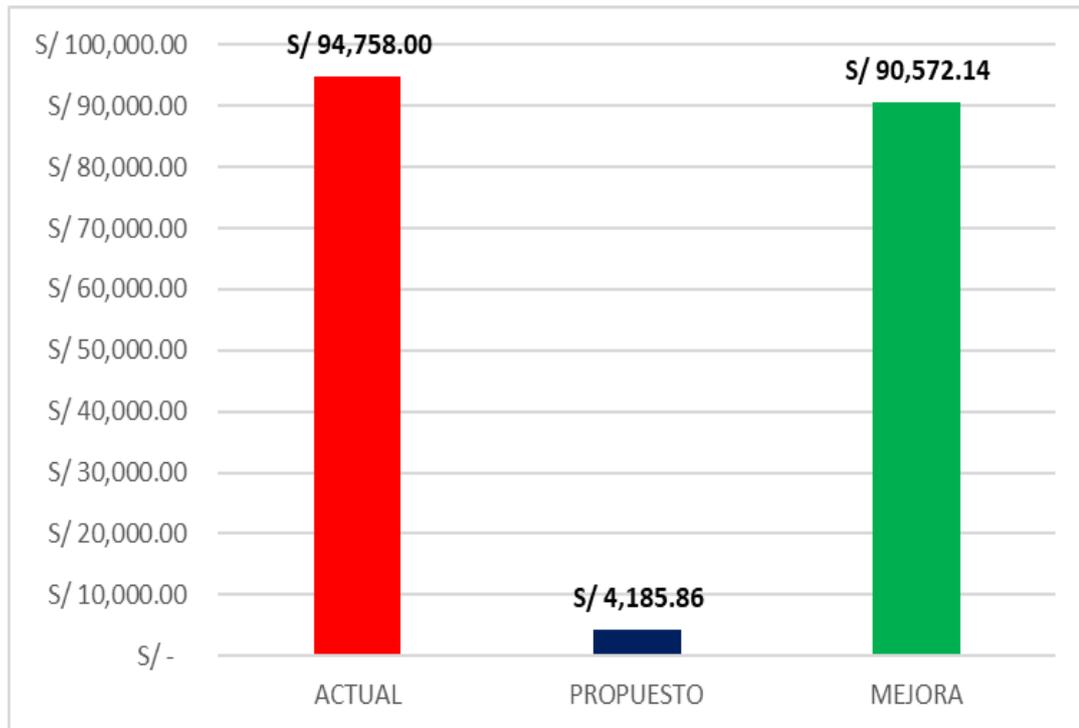


Figura 44. Pérdida monetaria generada por CR5 - Logística

Fuente: Elaboración propia

3.2. Resultados de Layout

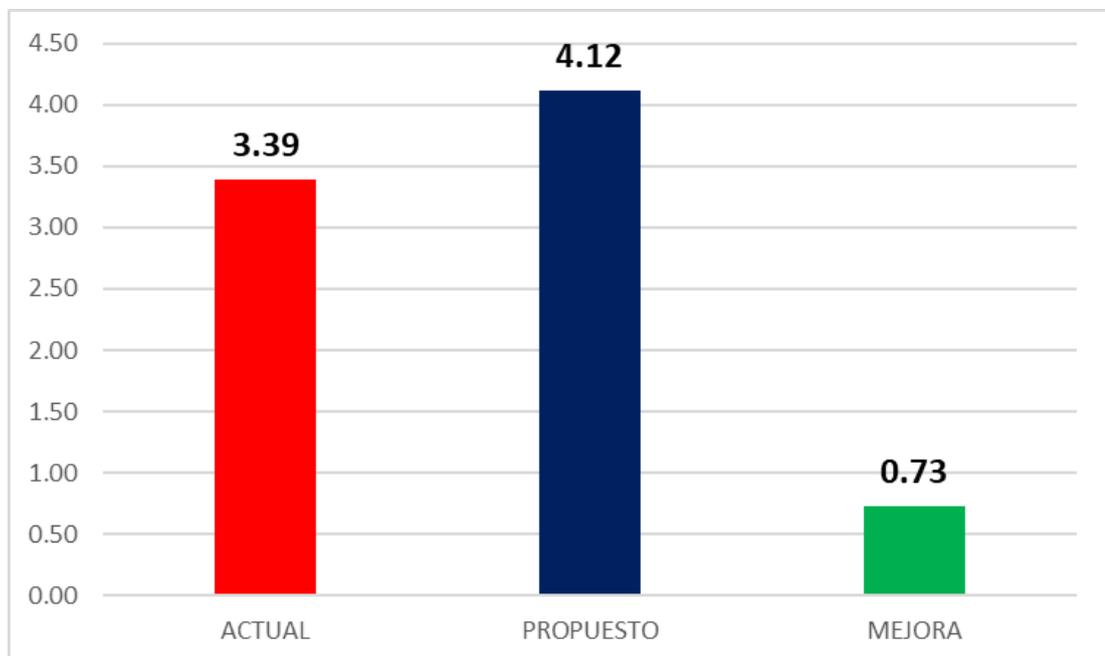


Figura 45. Productividad de picking

Fuente: Elaboración propia

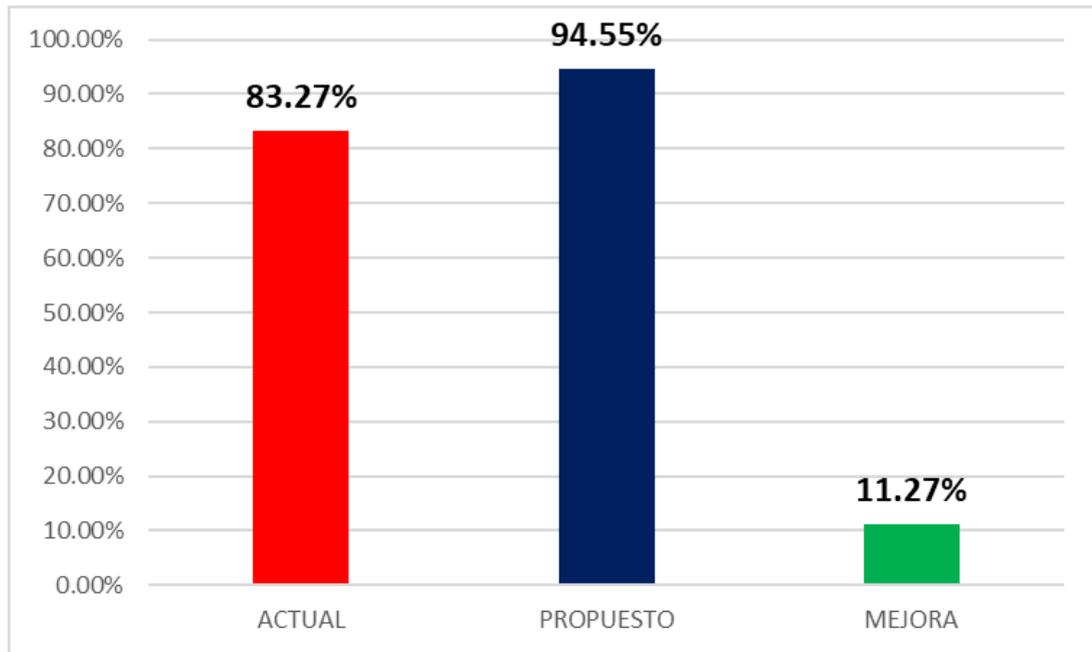


Figura 46. Porcentaje de utilización del espacio en almacén

Fuente: Elaboración propia

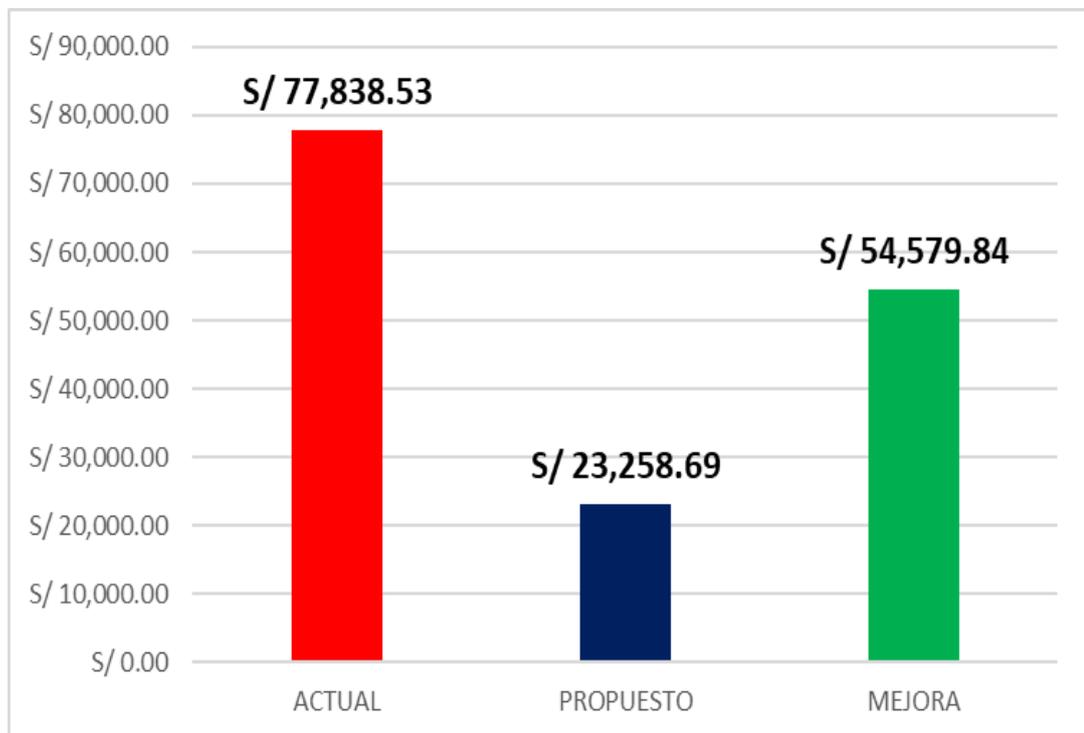


Figura 47. Pérdida monetaria generada por CR4 - Logística

Fuente: Elaboración propia

3.3. Resultados de Programación Lineal

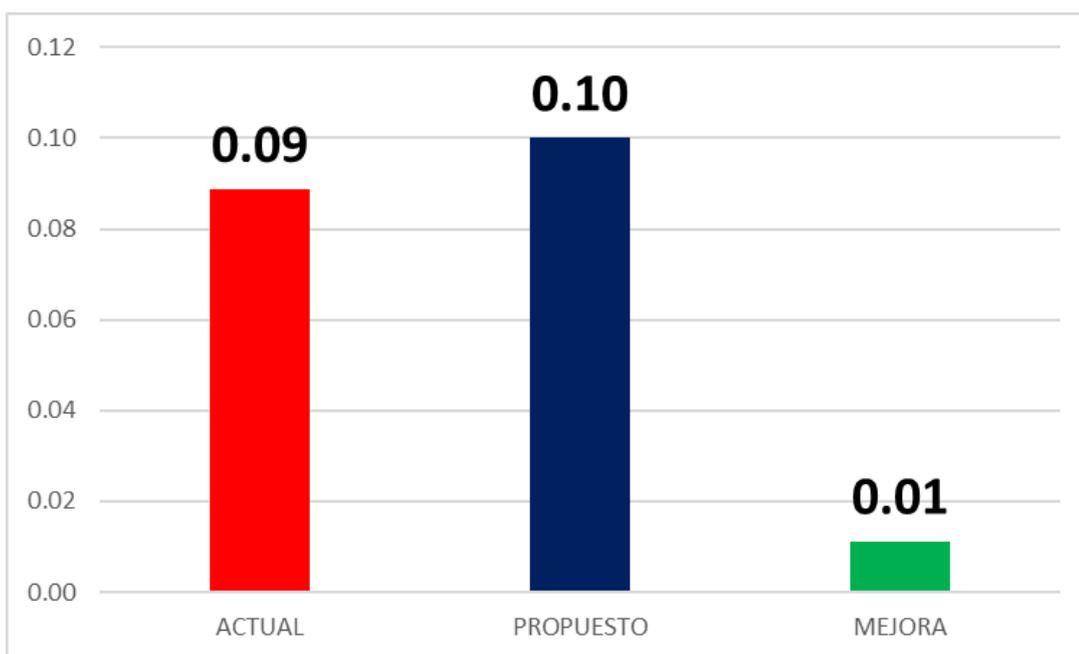


Figura 48. Productividad de pedidos transportados

Fuente: Elaboración propia

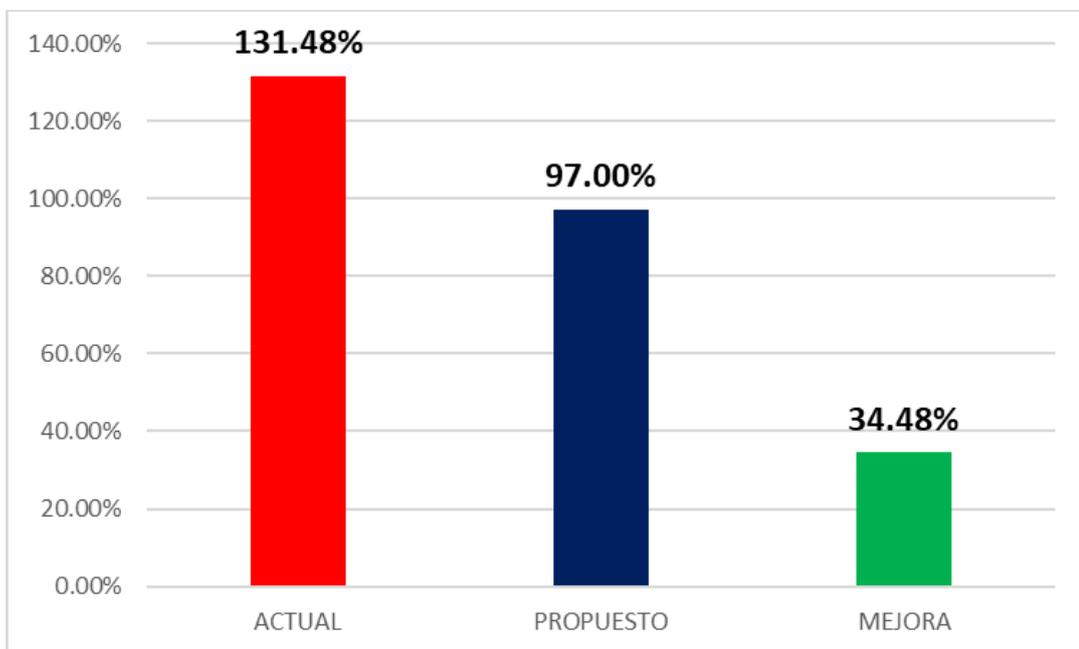


Figura 49. Porcentaje de comparación de costo de transporte de pedidos

Fuente: Elaboración propia

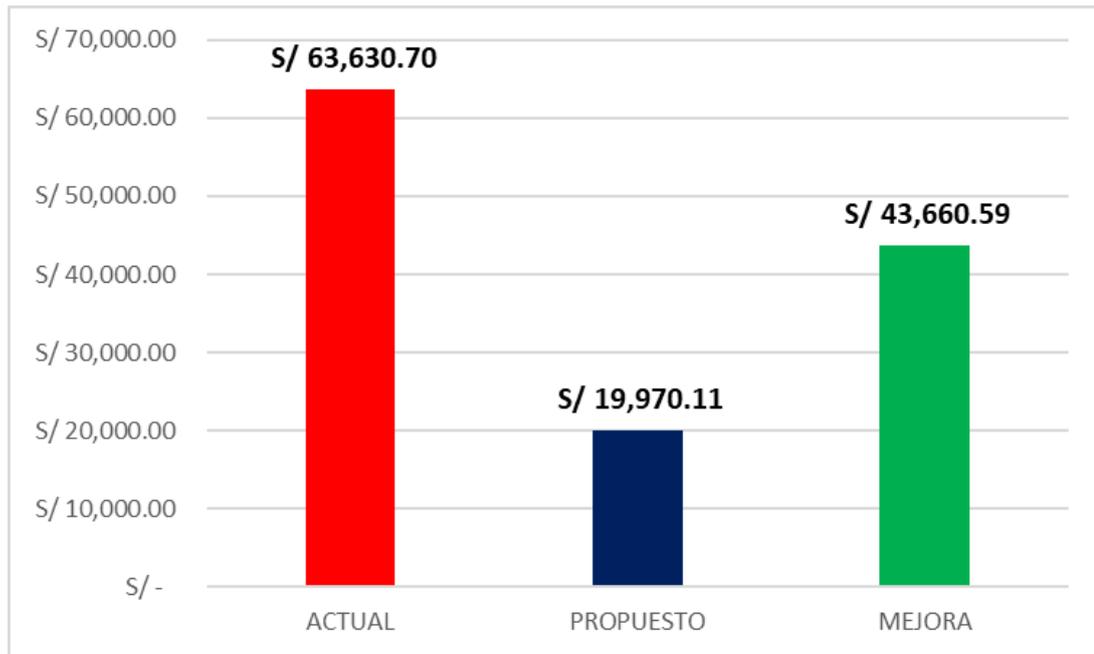


Figura 50. Pérdida monetaria generada por CR4 - Operaciones

Fuente: Elaboración propia

3.4. Resultados de DRP

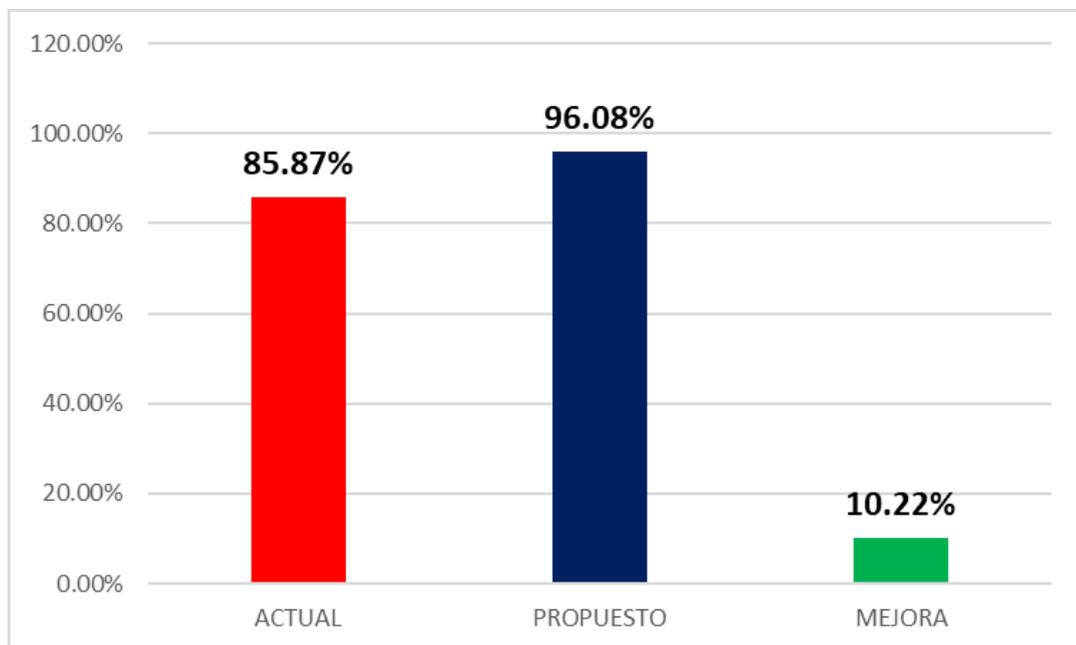


Figura 51. Porcentaje de entregas a tiempo.

Fuente: Elaboración propia

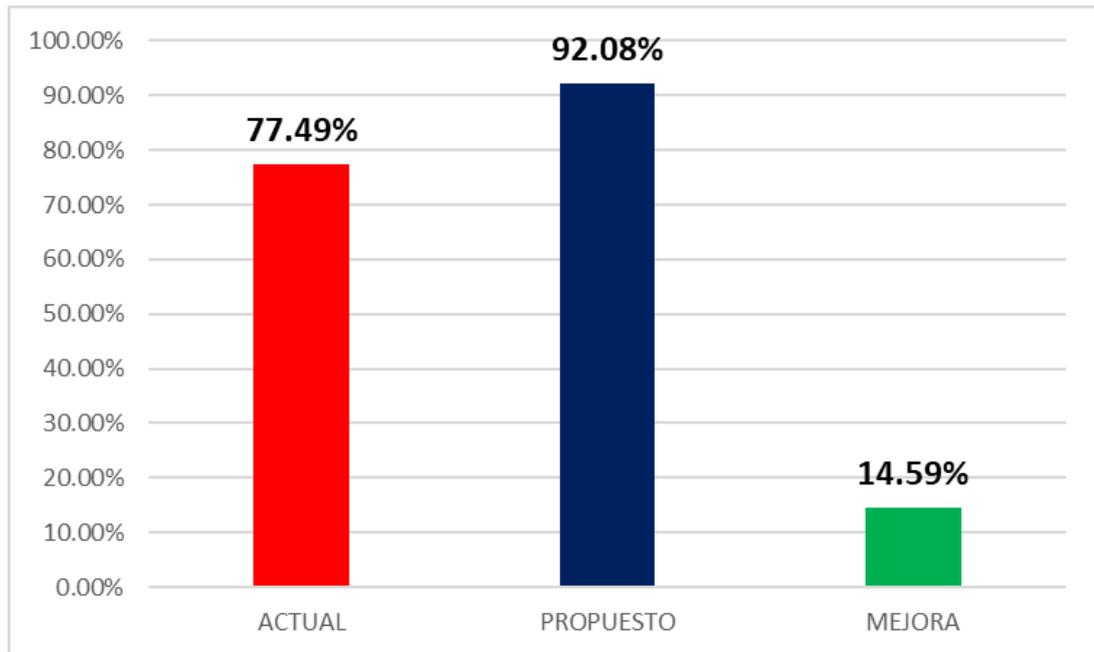


Figura 52. Porcentaje de entregas completas

Fuente: Elaboración propia

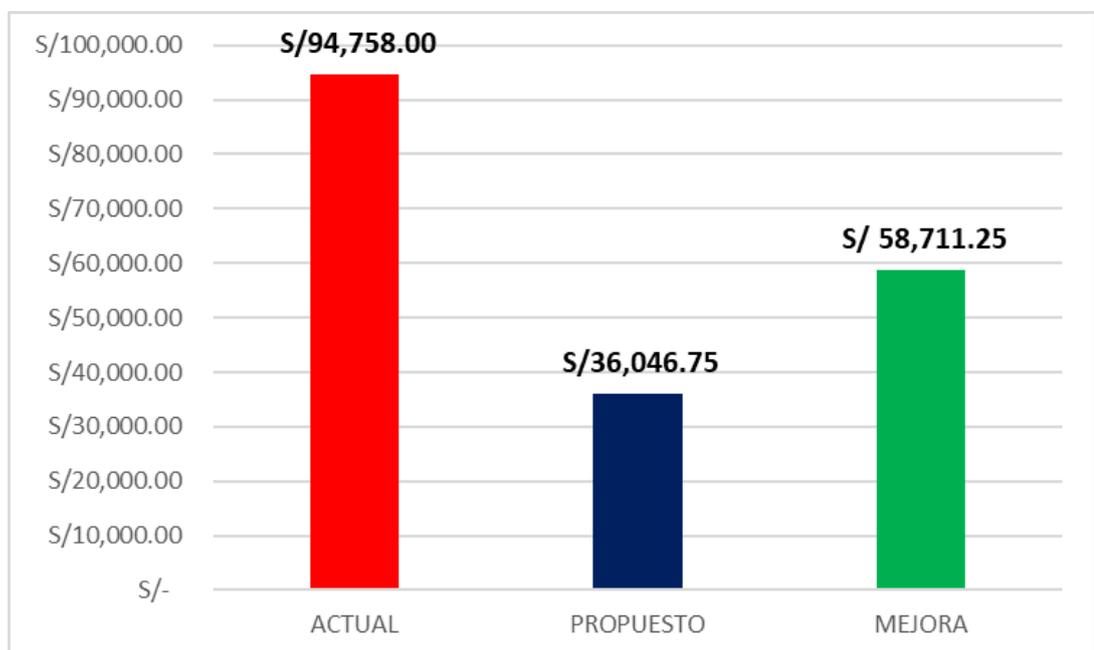


Figura 53. Pérdida monetaria generada por CR5 - Operaciones

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Como se pudo observar en las Figura 42 se muestra el efecto de aplicar un sistema ABC sobre el porcentaje de exactitud del inventario, incrementándose hasta el 95.42%, mientras que en la Figura 43 se muestra la reducción del nivel de mercancías no disponibles que cae hasta el 1.15%, los resultados reflejan la alta eficiencia de la herramienta desarrollada ya que esta elimina la falta de segmentación; al respecto, Kong (2018) en su investigación señala que con el sistema ABC se logra: facilitar el análisis estratégico de los datos, maximiza las ganancias, aumenta la utilidad y credibilidad de la información de los costos; esto debido a que el método ABC establece una clasificación frecuente que se utiliza en la gestión de los inventarios, que parte del resultado del Principio de Pareto. Por otro lado, Clavo (2017) sostiene que este análisis planteado por el sistema ABC, puede identificar los artículos que impactan significativamente el valor global de inventario, de costos y de ventas, permitiendo crear categorías de productos que necesitan modalidades diferentes.

Por otro lado en las Figuras 45 y 46, se puede observar el impacto de la herramienta SLP sobre la productividad de picking y el porcentaje de utilización del espacio en almacén, en ambos casos se logra aumentar el valor; con esto se logra tener una mejor distribución del almacén principal, para esto Torres (2018) explica que las mejoras establecidas con SLP pasan por tener un menor número de retrasos, reduciéndose y eliminándose los tiempos de espera, equilibrar los tiempos de trabajo y cargas de cada área. El ahorro que genera para la empresa es de S/. 90,572.14 anualmente.

Mientras que en las Figuras 48 y 49 se pueden observar el impacto de la Programación Lineal sobre la productividad de pedidos transportados y costos de transporte de pedidos, con la herramienta se logró establecer un modelo matemático que permita a

los mandos intermedios poder programar el itinerario diario para los conductores; esto genera un ahorro anual de S/43,660.59; al respecto, Clavo (2017) en su investigación logran demostrar que la Programación Lineal permite solucionar problemas específicos en las tomas de decisiones mediante modelos determinísticos, permitiendo que las decisiones dejen de ser completamente subjetivas y empíricas, además que permite un análisis complemente objetivo y cuantificable.

Finalmente, en las Figuras 51 y 52 se puede observar el impacto de la herramienta DRP sobre el porcentaje de entregas a tiempo y el porcentaje de entregas completas, incrementando ambos indicadores en 96% y 92% respectivamente; con esto se puede corroborar lo investigado por Clavo (2017) que explica que el DRP establece un proceso en el que las mercancías se entregan de manera más eficiente. Este plan permitirá adelantarse a las averías de la maquinaria y garantizar un mejor proceso de producción.

4.2. Conclusiones

- Finalmente se determinó que la propuesta de mejora en la Gestión de Operaciones y Logística tiene un impacto sobre los costos de la empresa de venta de accesorios automotriz de la ciudad de Trujillo, debido a que estos se reducen en un 29.11% es decir un ahorro por año de S/.267,976.83
- Después de analizar las áreas de logística y operaciones, mediante el criterio de las 6M en un Diagrama de Ishikawa, se lograron identificar las principales causas raíz, se realizó una encuesta para poder priorizar las causas raíz más relevante, es decir, aquellas que generan el 80% del problema sobre los costos, entonces mediante un análisis de Pareto se priorizaron las siguientes causas raíz: falta de una mejor distribución del almacén, falta de segmentación del inventario, falta de planeación de requerimientos de distribución y falta de gestión para las rutas de distribución.

- Se cuantificó las pérdidas monetarias de cada causa raíz, calculándose una pérdida monetaria de S/ 351,438.23, durante el último año, quedando en evidencia la necesidad de buscar mejoras que reduzcan esta pérdida.
- La propuesta de mejora se desarrolló a través de cuatro herramientas de mejora las cuales fueron: ABC, SLP, Programación Lineal y DRP obteniéndose resultados significativos entre los principales están: el incremento de la exactitud del inventario de 86% a 95%; el incremento del porcentaje de utilización del almacén de 83% a 94%; el incremento de la productividad de pedidos en un 13% y el porcentaje de entregas a tiempo de 85% hasta el 96%.
- Además, se realizó un análisis económico determinándose que el ahorro anual de las mejoras de S/. 267,976.83, pero será necesario una inversión de S/. 281,722.00. Al evaluar el flujo de caja del proyecto se obtuvo VAN es S/. 234,121.21, el TIR es de 59.06%, B/C de S/.1.45, PRI de 1.05 años y el ROI de 1.53.

REFERENCIAS

- Álvarez, J. (2016). *Un modelo de productividad y competitividad para la gestión de operaciones*. Mercados y Negocios.
- Calzado, D. (2020). *La gestión logística de almacenes en el desarrollo de los operadores logísticos*. Ciencias Holguín, 26(1), 59-73.
- Clavo, J. (2017). *Propuesta de mejora para la gestión logística de la empresa A&L Import Trade SAC*.
- García, J., & Valencia, M. (2017). *Planeación, Diseño y Layout de Instalacione: Un enfoque por competencias*. Grupo Editorial Patria
- Gutiérrez, E. (2018). *Gestión logística en la prestación de servicios de hospitalización domiciliaria en el Valle del Cauca: caracterización y diagnóstico*. Estudios Gerenciales, 30(133), 441-450
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2016). *Principles of operations management: sustainability and supply chain management*. Pearson Higher Ed.
- Keravenant, A.; Pytel, P., & Pollo M. (2016). *Modelo de proceso para la evaluación y selección de soluciones software de gestión logística*. In XXII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2016).
- Kong, J. (2018). *Propuesta de mejora en el área de almacén para reducir los costos operativos del producto arándano envasado en la empresa TAL SA*.
- Nava, A. (2015). *La Gestión de la Cadena de Suministro en el Proceso de Creación de Valor*. Revista de Formación Gerencial, 6(2), 217-245

- Olivos, L. (2017). *Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México*. Contaduría y administración, 60(1), 181-203.
- Peral, J. (2016). *Modelo de gestión de inventarios: conteo cíclico por análisis ABC*. Ingeniare, (14), 107-111
- Serna, M. (2016). *Reestructuración del layout de la zona de picking en una bodega industrial*. Revista de ingeniería, (32), 54-61.
- Torres, J. (2018). *Propuesta de mejora del sistema de almacenamiento y distribución interna (lay-out) de las bodegas de una empresa dedicada a la venta al por mayor de productos plásticos* (Bachelor's thesis).
- Urday, C. & Cebreros, P. (2017). *La Gestión logística y su influencia en la Competitividad en las Pymes del sector construcción importadoras de maquinarias, equipos y herramientas del distrito de Puente Piedra*.
- Villegas, K. & González, D. (2018). *Propuesta de mejoramiento para la Gestión de Operaciones y Logística en la Empresa Balpisa Ecuador de la ciudad de Guayaquil*. (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Administrativas).

ANEXOS

ANEXO 01: ENCUESTA SOBRE LA PROBLEMÁTICA EN UNA EMPRESA DE VENTA DE ACCESORIOS AUTOMOTRIZ DE LA CIUDAD DE TRUJILLO

ENCUESTA DE PRIORIZACIÓN DE CAUSAS RAÍZ

Área de Aplicación: Operaciones y logística

Problema : Altos costos

Nombre: _____ Área: _____

Valorización	Puntaje
Alto	3
Regular	2
Bajo	1

Valorización	Puntaje
10 a más incidencias	10
5 a 10 incidencias	5
0 a 5 incidencias	1

EN LAS SIGUIENTES CAUSAS CONSIDERE EL NIVEL DE RELEVANCIA DE CADA CAUSA RAÍZ SOBRE EL PROBLEMA PRINCIPAL Y LA FRECUENCIA DE OCURRENCIA MENSUAL

CAUSAS RAÍZ EN EL ÁREA DE OPERACIONES

Causa	Preguntas con Respecto a las Principales Causas	Valorización	Frecuencia
Cr1	Falta de motivación del personal		
Cr2	Falta de un sistema de documentación de distribución de mercancías		
Cr3	Falta de unidades modernas para transporte de mercancías		
Cr4	Falta de gestión para las rutas de distribución		
Cr5	Falta de planeación de requerimientos de distribución		
Cr6	Falta de categorización de proveedores		

CAUSAS RAÍZ EN EL ÁREA DE LOGÍSTICA

Causa	Preguntas con Respecto a las Principales Causas	Valorización	Frecuencia
Cr1	Falta de capacitación		
Cr2	Falta de indicadores específicos de gestión		
Cr3	Falta de herramientas modernas para la movilización de mercancías		
Cr4	Falta de una mejor distribución del almacén		
Cr5	Falta de segmentación del inventario		
Cr6	Falta de verificación de la calidad de mercancías		

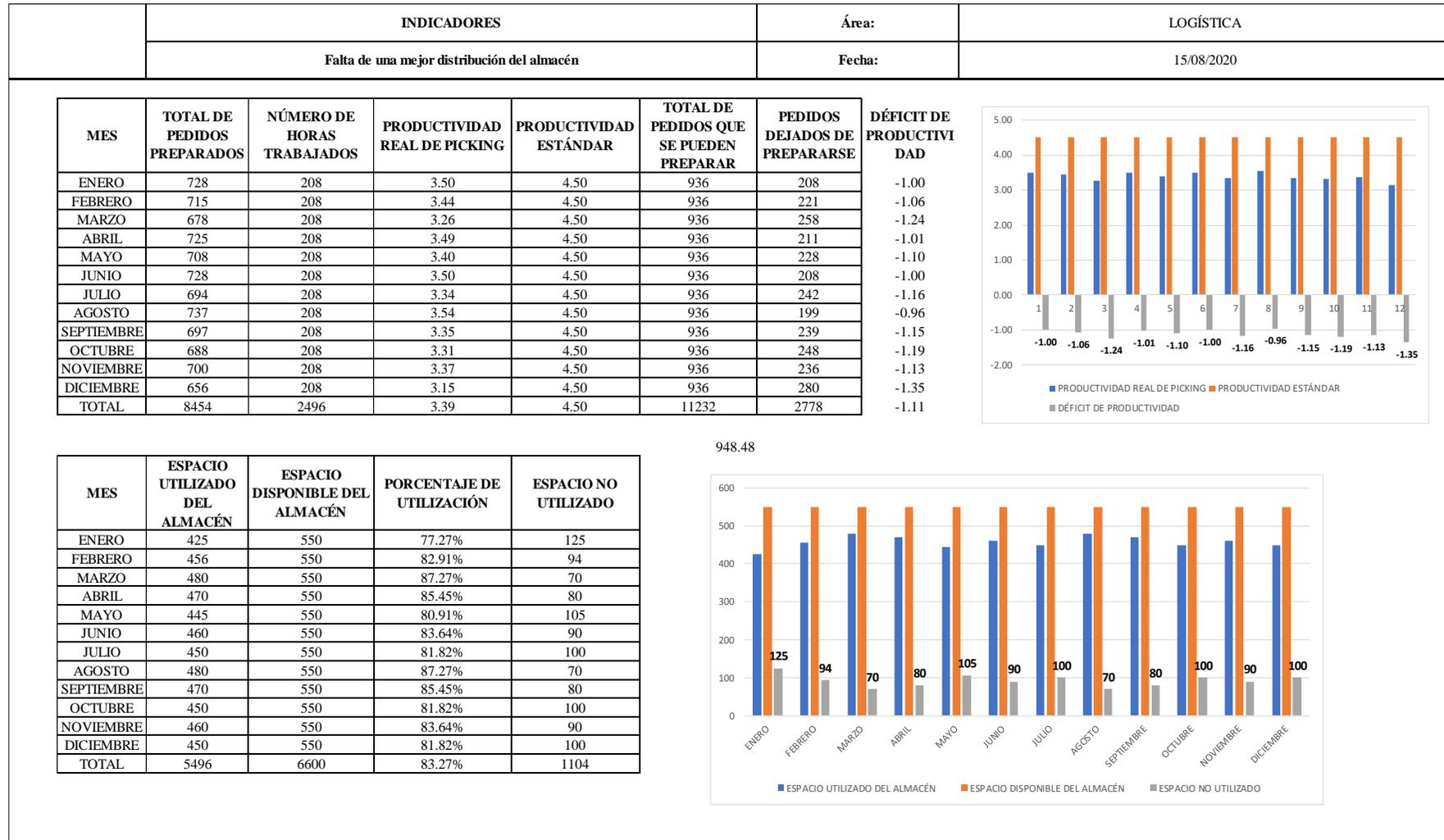
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 02: COSTOS LOGÍSTICOS ANUALES

	Descripción	2019	2018	% Variación
1	Costos de distribución física			
	<u>Costos de transporte de mercancías</u>			
	- Costos de transporte de entrada al almacén	S/ 37,050.00	S/ 24,120.00	53.61%
	- Costos de entrega de salida de almacén	S/ 45,386.00	S/ 30,150.00	50.53%
	- Costos de transporte en devoluciones	S/ 55,575.00	S/ 33,500.00	65.90%
	- Costos extra de entrega en pedidos atrasados	S/ 57,920.00	S/ 57,174.00	1.30%
	Subtotal	S/ 195,931.00	S/ 144,944.00	35.18%
	<u>Costo de inventario de productos terminados</u>			
	- Costos de inventario de productos en tránsito	S/ 41,496.00	S/ 27,872.00	48.88%
	Costos de alquiler de almacenamiento	S/ 63,020.00	S/ 58,961.00	6.88%
	- Costo de manejo de materiales	S/ 28,899.00	S/ 185,816.00	-84.45%
	- Costo de inventario obsoleto	S/ 45,942.00	S/ 31,088.00	47.78%
	Subtotal	S/ 179,357.00	S/ 303,737.00	-40.95%
	<u>Costo de procesamiento de pedidos</u>			
	- Costo de procesamiento de pedidos de clientes	S/ 43,507.00	S/ 37,553.00	15.85%
	- Costos de procesamiento de pedidos de reabastecimiento	S/ 31,492.00	S/ 22,110.00	42.43%
	- Costos de procesamiento de pedidos atrasados	S/ 59,774.00	S/ 34,840.00	71.57%
	Subtotal	S/ 134,773.00	S/ 94,503.00	42.61%
	<u>Costos de administración y gastos generales</u>			
	- Distribución de gastos generales no asignados	S/ 38,532.00	S/ 25,549.00	50.82%
	- Costos de depreciación del espacio de almacenamiento	S/ 28,676.00	S/ 20,743.00	38.24%
	- Costos de depreciación del equipo de manejo de materiales	S/ 16,672.00	S/ 12,060.00	38.24%
	- Costos de depreciación del equipo de transporte	S/ 10,003.00	S/ 9,648.00	3.68%
	Subtotal	S/ 93,883.00	S/ 68,000.00	38.06%
1	Costos totales de distribución física	S/ 510,061.00	S/ 543,184.00	-6.10%
2	Costos de suministro físico			
	<u>Costos de transporte de bienes de abastecimiento</u>			
	Costos de transporte de entrada al almacén	S/ 19,760.00	S/ 17,152.00	15.21%
	- Costos de transporte acelerado	S/ 49,400.00	S/ 42,880.00	15.21%
	Subtotal	S/ 69,160.00	S/ 60,032.00	15.21%
	<u>Costos de bienes de abastecimiento</u>			
	- Costo de almacenamiento de insumos	S/ 49,400.00	S/ 50,027.00	-1.25%
	- Costo de manejo de insumos	S/ 44,460.00	S/ 40,022.00	11.09%
	Subtotal	S/ 93,860.00	S/ 90,049.00	4.23%
	<u>Costo de procesamiento de pedidos</u>			
	- Costo de procesamiento de pedidos de abastecimiento	S/ 12,967.00	S/ 8,442.00	53.60%
	- Costo de pedidos acelerados	S/ 2,593.00	S/ 1,688.00	53.61%
	Subtotal	S/ 15,560.00	S/ 10,130.00	53.60%
	<u>Costos de administración y gastos generales en bienes suministrados</u>			
	- Asignación de gastos generales no asignados	S/ 8,892.00	S/ 7,861.00	13.12%
	- Costos de depreciación del espacio de almacenamiento propio	S/ 4,260.00	S/ 3,082.00	38.22%
	- Costos de depreciación del equipo de manejo de materiales	S/ 7,780.00	S/ 5,628.00	38.24%
	- Costos de depreciación del equipo de transporte	S/ 6,175.00	S/ 4,466.00	38.27%
	Subtotal	S/ 27,107.00	S/ 21,037.00	28.85%
2	Total de costos de suministro	S/ 205,687.00	S/ 181,248.00	13.5%
3	Total de costos logísticos (1+2)	S/ 715,748.00	S/ 724,432.00	-1.2%
4	Costos de Servicio al Cliente			
	<u>Número de Entregas por Año</u>	8,454	7,548	12.0%
	- Costo de inventario obsoleto	S/ 45,942.00	S/ 31,088.00	47.78%
	- Costos de transporte en devoluciones	S/ 55,575.00	S/ 33,500.00	65.90%
	- Costo de procesamiento de pedidos de clientes	S/ 43,507.00	S/ 37,553.00	15.85%
	- Costos de procesamiento de pedidos atrasados	S/ 59,774.00	S/ 34,840.00	71.57%
4	Total Costos de Servicio al Cliente	S/ 204,798.00	S/ 136,981.00	49.5%
	<u>Costos de Servicio al Cliente por pedido</u>	S/ 24.22	S/ 18.15	33.5%

Fuente: Empresa de venta de accesorios automotriz de la ciudad de Trujillo.

ANEXO 03: DATOS CUANTITATIVOS DE CR4 – LOGÍSTICA



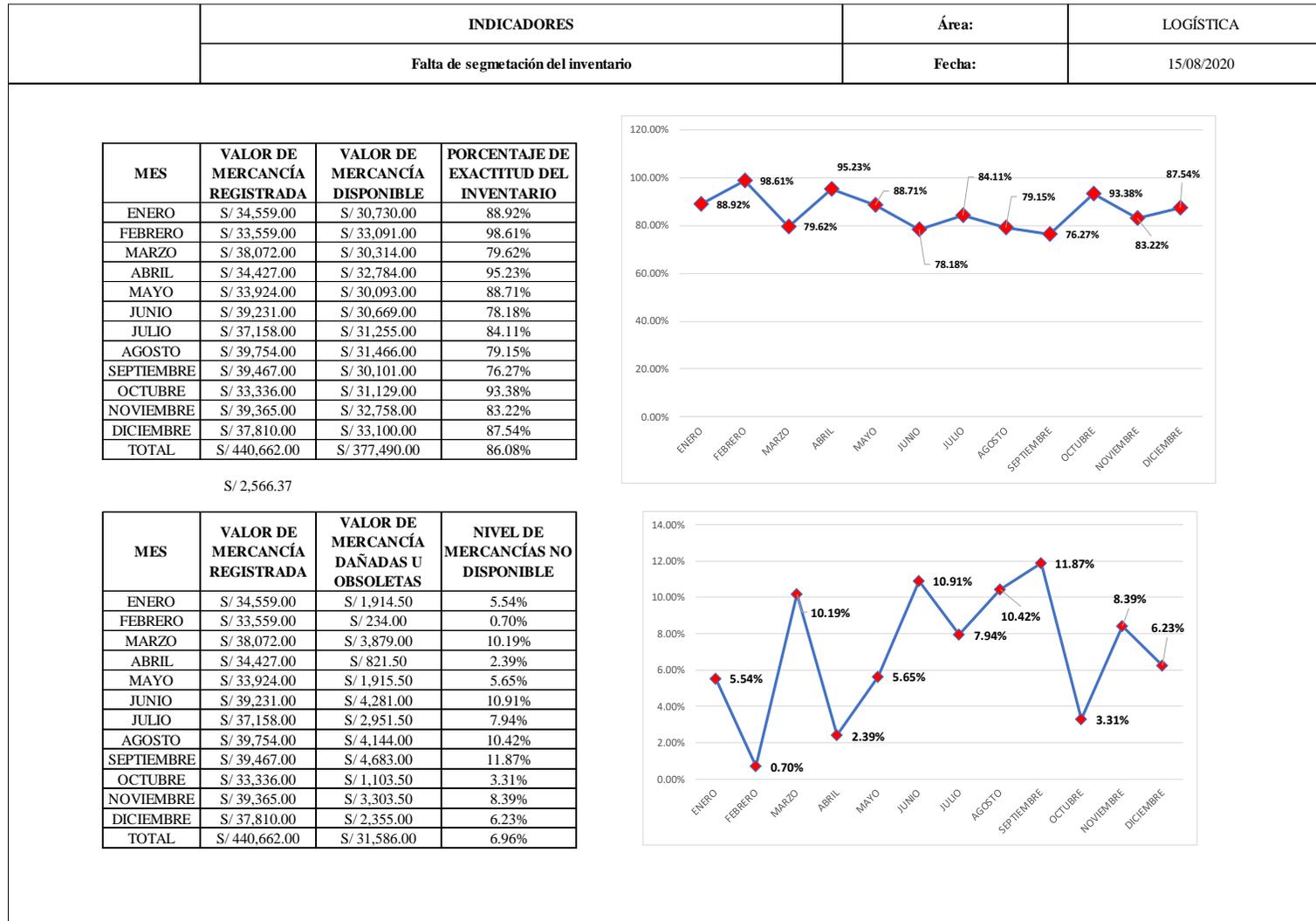
Fuente: Empresa de venta de accesorios automotriz de la ciudad de Trujillo.

ANEXO 04: CÁLCULO PÉRDIDA MONETARIA CR4

PÉRDIDA MONETARIA POR FALTA DE UNA MEJOR DISTRIBUCIÓN DEL ALMACÉN						
DATOS			FÓRMULA			
Costo de oportunidad por pedido no realizado	S/	24.22	PÉRDIDA MONETARIA = (P.N.M.D * C.O.P.N.R.) + (E.N.U. * C.U.A.) P.N.M.D. = Pedidos no preparados por mala distribución C.O.P.N.R. = Costo de oportunidad por pedido no realizado E.N.U. = Espacio no utilizado del almacén C.U.A. = Costos desperdiciados por falta de utilización			
Costo de uso por metro cuadrado de almacén	S/	9.55				
AÑO	MES	PEDIDOS NO PREPARADOS POR MALA DISTRIBUCIÓN	COSTO DE OPORTUNIDAD POR PEDIDO NO PREPARADOS	ESPACIO NO UTILIZADO DEL ALMACÉN	COSTOS DESPERDICADOS POR FALTA DE UTILIZACIÓN	PÉRDIDA MONETARIA
2019	Enero	208	S/ 5,038.80	125	S/ 1,193.56	S/ 6,232.36
	Febrero	221	S/ 5,353.72	94	S/ 897.56	S/ 6,251.28
	Marzo	258	S/ 6,250.05	70	S/ 668.39	S/ 6,918.44
	Abril	211	S/ 5,111.47	80	S/ 763.88	S/ 5,875.35
	Mayo	228	S/ 5,523.30	105	S/ 1,002.59	S/ 6,525.89
	Junio	208	S/ 5,038.80	90	S/ 859.36	S/ 5,898.16
	Julio	242	S/ 5,862.45	100	S/ 954.85	S/ 6,817.29
	Agosto	199	S/ 4,820.77	70	S/ 668.39	S/ 5,489.17
	Septiembre	239	S/ 5,789.77	80	S/ 763.88	S/ 6,553.65
	Octubre	248	S/ 6,007.80	100	S/ 954.85	S/ 6,962.64
	Noviembre	236	S/ 5,717.10	90	S/ 859.36	S/ 6,576.46
	Diciembre	280	S/ 6,783.00	100	S/ 954.85	S/ 7,737.84
PROMEDIO MENSUAL		231.5	S/ 5,608.08	92	S/ 878.46	S/ 6,486.54
TOTAL ANUAL		2778	S/ 67,297.00	1104	S/ 10,541.53	S/ 77,838.53

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 05: DATOS CUANTITATIVOS DE CR5 – LOGÍSTICA



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 06: CÁLCULO DE PÉRDIDA MONETARIA DE CR5 – LOGÍSTICA

PÉRDIDA MONETARIA POR FALTA DE SEGMENTACIÓN DEL INVENTARIO						
FÓRMULA						
PÉRDIDA MONETARIA = VALOR DE MERCANCÍA FALTANTE + VALOR DE MERCANCÍA DAÑADA U OBSOLETA						
AÑO	MES	VALOR DE MERCANCÍA REGISTRADA	VALOR DE MERCANCÍA DISPONIBLE	MERCANCÍA FALTANTE	MERCANCÍA DAÑANA U OBSOLETA	COSTO TOTAL DE PÉRDIDA
2019	Enero	S/ 34,559.00	S/ 30,730.00	S/ 3,829.00	S/ 1,914.50	S/ 5,743.50
	Febrero	S/ 33,559.00	S/ 33,091.00	S/ 468.00	S/ 234.00	S/ 702.00
	Marzo	S/ 38,072.00	S/ 30,314.00	S/ 7,758.00	S/ 3,879.00	S/ 11,637.00
	Abril	S/ 34,427.00	S/ 32,784.00	S/ 1,643.00	S/ 821.50	S/ 2,464.50
	Mayo	S/ 33,924.00	S/ 30,093.00	S/ 3,831.00	S/ 1,915.50	S/ 5,746.50
	Junio	S/ 39,231.00	S/ 30,669.00	S/ 8,562.00	S/ 4,281.00	S/ 12,843.00
	Julio	S/ 37,158.00	S/ 31,255.00	S/ 5,903.00	S/ 2,951.50	S/ 8,854.50
	Agosto	S/ 39,754.00	S/ 31,466.00	S/ 8,288.00	S/ 4,144.00	S/ 12,432.00
	Septiembre	S/ 39,467.00	S/ 30,101.00	S/ 9,366.00	S/ 4,683.00	S/ 14,049.00
	Octubre	S/ 33,336.00	S/ 31,129.00	S/ 2,207.00	S/ 1,103.50	S/ 3,310.50
	Noviembre	S/ 39,365.00	S/ 32,758.00	S/ 6,607.00	S/ 3,303.50	S/ 9,910.50
	Diciembre	S/ 37,810.00	S/ 33,100.00	S/ 4,710.00	S/ 2,355.00	S/ 7,065.00
PROMEDIO MENSUAL		S/ 36,721.83	S/ 31,457.50	S/ 5,264.33	S/ 2,632.17	S/ 7,896.50
TOTAL ANUAL		S/ 440,662.00	S/ 377,490.00	S/ 63,172.00	S/ 31,586.00	S/ 94,758.00

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 07: DATOS CUANTITATIVOS DE CR5 – OPERACIONES



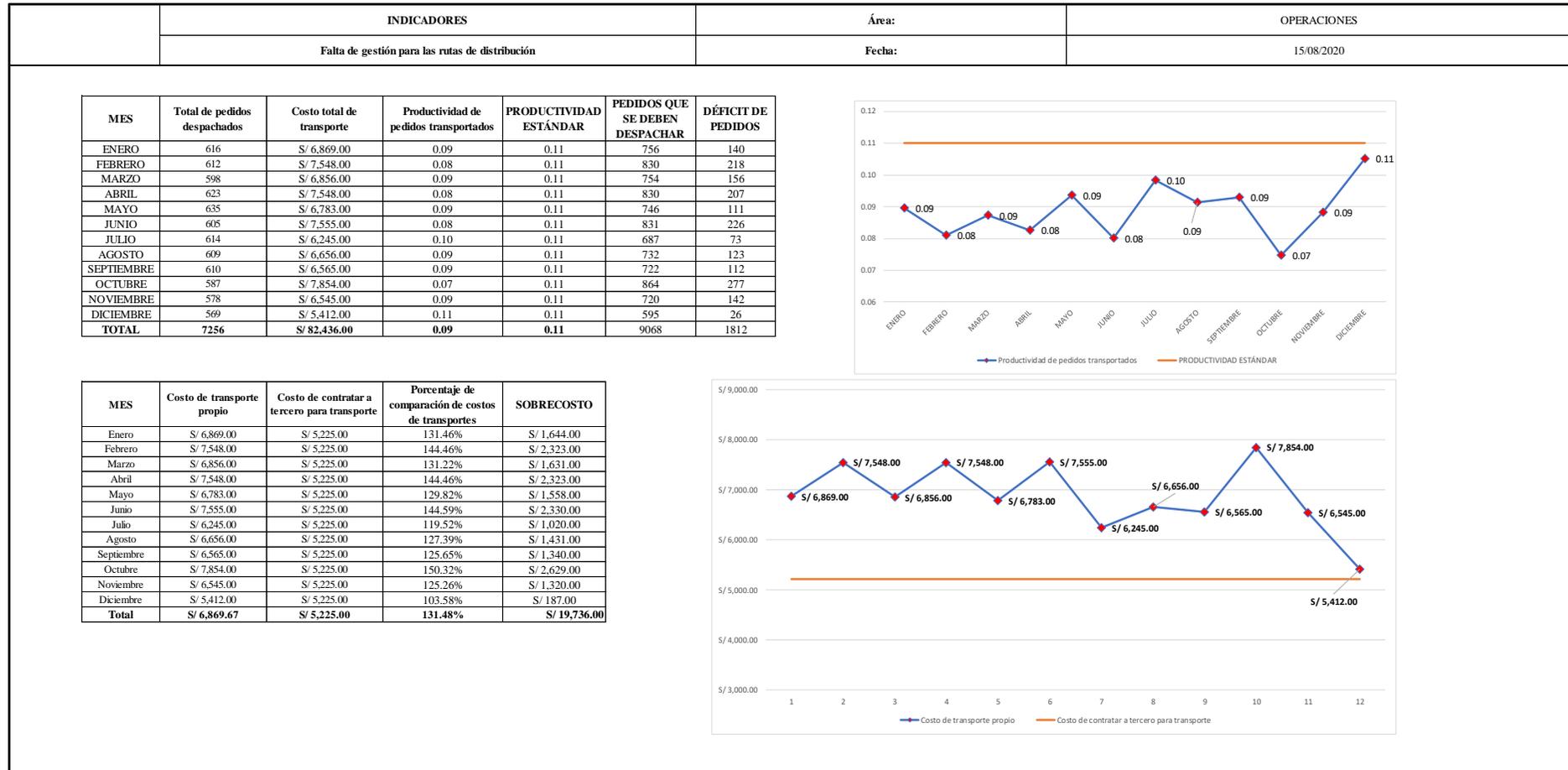
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 08: CÁLCULO DE PÉRDIDA MONETARIA DE CR5 – OPERACIONES

PÉRDIDA MONETARIA POR FALTA DE PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE DISTRIBUCIÓN							
DATOS (Hr)			FÓRMULA				
Costo extra por pedidos atrasados	S/	48.35	PÉRDIDA MONETARIA = (N.P.C.D. * C.E.P.A.) + (N.P.I.E. * C.O.P.I.) N.P.C.D. = Número de pedidos cumplidos a destiempo C.O.P.D. = Costo extra por pedidos atrasados N.P.I.E. = Número de pedidos incompletos entregados C.O.P.I. = Costo de oportunidad por peddiso incompletos				
Costo de oportunidad por pedidos incompletos	S/	29.10					
AÑO	MES	Número de pedidos cumplidos a destiempo	Costo extra por pedidos atrasados	Número de pedidos incompletos entregados	Costo de oportunidad por pedidos incompletos	Pérdida monetaria	
2019	Enero	112	S/ 5,414.89	194	S/ 5,644.79	S/11,059.68	
	Febrero	103	S/ 4,979.77	159	S/ 4,626.40	S/9,765.17	
	Marzo	80	S/ 3,867.78	64	S/ 1,862.20	S/5,793.98	
	Abril	102	S/ 4,931.42	191	S/ 5,557.50	S/10,679.92	
	Mayo	73	S/ 3,529.35	152	S/ 4,422.72	S/8,104.07	
	Junio	123	S/ 5,946.71	213	S/ 6,197.63	S/12,357.34	
	Julio	80	S/ 3,867.78	187	S/ 5,441.11	S/9,495.89	
	Agosto	128	S/ 6,188.45	162	S/ 4,713.69	S/11,064.14	
	Septiembre	87	S/ 4,206.21	151	S/ 4,393.63	S/8,750.84	
	Octubre	101	S/ 4,883.07	186	S/ 5,412.02	S/10,481.09	
	Noviembre	122	S/ 5,898.36	120	S/ 3,491.62	S/9,509.99	
	Diciembre	87	S/ 4,206.21	131	S/ 3,811.69	S/8,148.90	
Promedio Mensual		100	S/4,826.67	159	S/4,631.25	S/9,600.92	
Total		1198	S/57,920.00	1910	S/55,575.00	S/115,211.00	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 09: DATOS CUANTITATIVOS DE CR4 - OPERACIONES



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 10: Cuantificación de pérdida monetaria de CR4 - Operaciones

PÉRDIDA MONETARIA POR FALTA DE GESTIÓN DE LAS RUTAS DE DISTRIBUCIÓN					
DATOS			FÓRMULA		
Costo de oportunidad por pedido no realizado		S/ 24.22	Pérdida monetaria = Costo de oportunidad por pedidos no despachados + Sobrecosto de transporte		
AÑO	MES	Total de pedidos se deja de despachar	Costo de extra por pedidos a destiempos	Sobrecosto de transporte	Pérdida monetaria
2019	Enero	140	S/ 3,381.57	S/ 1,644.00	S/ 5,025.57
	Febrero	218	S/ 5,287.83	S/ 2,323.00	S/ 7,610.83
	Marzo	156	S/ 3,782.97	S/ 1,631.00	S/ 5,413.97
	Abril	207	S/ 5,021.35	S/ 2,323.00	S/ 7,344.35
	Mayo	111	S/ 2,692.12	S/ 1,558.00	S/ 4,250.12
	Junio	226	S/ 5,476.06	S/ 2,330.00	S/ 7,806.06
	Julio	73	S/ 1,767.21	S/ 1,020.00	S/ 2,787.21
	Agosto	123	S/ 2,983.55	S/ 1,431.00	S/ 4,414.55
	Septiembre	112	S/ 2,716.83	S/ 1,340.00	S/ 4,056.83
	Octubre	277	S/ 6,708.87	S/ 2,629.00	S/ 9,337.87
	Noviembre	142	S/ 3,438.74	S/ 1,320.00	S/ 4,758.74
	Diciembre	26	S/ 637.60	S/ 187.00	S/ 824.60
PROMEDIO MENSUAL		151	S/ 3,657.89	S/ 1,644.67	S/ 5,302.56
TOTAL ANUAL		1811.96	S/ 43,894.70	S/ 19,736.00	S/ 63,630.70

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 11: Presupuesto para implementar ABC

Nombre o título del proyecto:		IMPLEMENTACIÓN ABC	
FASE DE PLANIFICACIÓN		S/22,300.00	
FASE DE IMPLEMENTACIÓN		S/4,650.00	
FASE DE SOSTENIBILIDAD		S/16,000.00	
INVERSIÓN TOTAL		S/42,950.00	
1. PLANIFICACIÓN :			
Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorario investigadores	S/3,500.00	2	S/7,000.00
Costo de capacitaciones	S/10,500.00	1	S/10,500.00
Honorario trabajadores y supervisores	S/930.00	5	S/4,650.00
Material didáctico y útiles	S/150.00	1	S/150.00
	S/15,080.00		S/22,300.00
2. IMPLEMENTACIÓN :			
Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorario trabajadores y supervisores	S/930.00	5	S/4,650.00
	S/930.00		S/4,650.00
3. SOSTENIBILIDAD :			
Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Costos de auditorías	S/2,500.00	5	S/12,500.00
Finalización o edición registro informe final	S/3,500.00	1	S/3,500.00
	S/6,000.00		S/16,000.00

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 12: Presupuesto para implementar SLP

Nombre o título del proyecto:

**PRESUPUESTO PARA
IMPLEMENTAR SLP**

FASE DE PLANIFICACIÓN	S/29,400.00
FASE DE IMPLEMENTACIÓN	S/85,750.00
INVERSIÓN TOTAL	S/115,150.00

1. PLANIFICACIÓN :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorarios de investigador	S/3,500.00	2	S/7,000.00
Costo de planos	S/3,500.00	1	S/3,500.00
Gestión de permisos para remodelación	S/1,800.00	3	S/5,400.00
Costo de capacitación	S/8,500.00	1	S/8,500.00
Honorario trabajadores y supervisores	S/930.00	5	S/4,650.00
Material didáctico y útiles	S/350.00	1	S/350.00
	S/18,580.00		S/29,400.00

2. IMPLEMENTACIÓN :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Contrato de remodelación con constructora	S/75,000.00	1	S/75,000.00
Costo de señalización	S/1,250.00	3	S/3,750.00
Reinstalación de servicio eléctrico y de agua	S/3,500.00	1	S/3,500.00
Otros gastos	S/3,500.00	1	S/3,500.00
	S/8,250.00		S/85,750.00

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 13: Presupuesto para implementar Programación Lineal

Nombre o título del proyecto:

**IMPLEMENTACIÓN
PROGRAMACIÓN LINEAL**

FASE DE PLANIFICACIÓN	S/31,150.00
FASE DE IMPLEMENTACIÓN	S/5,500.00
FASE DE SOSTENIBILIDAD	S/16,000.00
INVERSIÓN TOTAL	S/52,650.00

1. PLANIFICACIÓN :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorario investigadores	S/3,500.00	2	S/7,000.00
Costo de capacitaciones	S/18,500.00	1	S/18,500.00
Honorario trabajadores y supervisores	S/1,100.00	5	S/5,500.00
Material didáctico y útiles	S/150.00	1	S/150.00
	S/23,250.00		S/31,150.00

2. IMPLEMENTACIÓN :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorario trabajadores y supervisores	S/1,100.00	5	S/5,500.00
	S/1,100.00		S/5,500.00

3. SOSTENIBILIDAD :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Costos de auditorías	S/2,500.00	5	S/12,500.00
Finalización o edición registro informe final	S/3,500.00	1	S/3,500.00
	S/6,000.00		S/16,000.00

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 14: Presupuesto para implementar DRP

Nombre o título del proyecto:

**PRESUPUESTO PARA
IMPLEMENTAR DRP**

FASE DE PLANIFICACIÓN	S/27,600.00
FASE DE IMPLEMENTACIÓN	S/36,872.00
FASE DE SOSTENIBILIDAD	S/6,500.00
INVERSIÓN TOTAL	S/70,972.00

1. PLANIFICACIÓN :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorario investigadores	S/3,500.00	2	S/7,000.00
Costo de capacitaciones	S/6,500.00	1	S/6,500.00
Honorario trabajadores y supervisores	S/930.00	15	S/13,950.00
Material didáctico y útiles	S/150.00	1	S/150.00
	S/11,080.00		S/27,600.00

2. IMPLEMENTACIÓN :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorario trabajadores y supervisores	S/930.00	15	S/13,950.00
Materiales para la intervención	S/150.00	1	S/150.00
Impresión de textos de apoyo (fichas técnicas u otros)	S/147.00	1	S/147.00
Implementación de software	S/22,500.00	1	S/22,500.00
Impresión y circulación de piezas comunicativas y de divulgación	S/125.00	1	S/125.00
	S/23,852.00		S/36,872.00

3. SOSTENIBILIDAD :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Costos de auditorías	S/1,000.00	4	S/4,000.00
Finalización o edición registro informe final	S/2,500.00	1	S/2,500.00
	S/3,500.00		S/6,500.00

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 15: Cálculo de TMAR

CÁLCULO DE LA TASA MÍNIMA ACEPTABLE DE RENDIMIENTO (TMAR)

Año	Inflación acumulada al último día de diciembre	100% + Inflación anual acumulada
2015	4.40	104.40
2016	3.23	103.23
2017	1.36	101.36
2018	2.19	102.19
2019	1.90	101.90
f = inflación media anual =		2.61%

Tipo de riesgo	i = premio al riesgo
Bajo	1 a 10 %
Medio	11 a 20 %
Alto	>20%

Fuente: Baca (2017)

Fuente: Banco Central de Reserva del Perú (2019)

Fórmula: $TMAR = i + f + if$

Fuente: Baca (2017)

Ítem	Concepto	Valor
i	inflación	2.61%
f	premio al riesgo	20.00%
TMAR	Tasa mínima aceptable de rendimiento	23.13%

Fuente: Elaboración propia