

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN DE
OPERACIONES Y GESTIÓN DE INVENTARIOS EN EMPRESAS DE
SERVICIOS y DISTRIBUIDORAS**

**Trabajo de investigación para la obtención del grado de BACHILLER EN
CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

Marilyn Guimalda Unzueta Zari

ASESOR:

Mery Roxana León Perfecto

Lima, Julio, 2020

Resumen

El presente trabajo de investigación desarrolla el tema en torno a la aplicación de herramientas de planificación de operaciones y herramientas de gestión de inventarios en empresas del sector servicios y del sector distribución. La importancia de investigar la perspectiva de cómo es que herramientas del plano logístico manufacturero son adaptadas a organizaciones que no manejan los mismos tipos de recursos ni realizan las mismas actividades u operaciones, se encuentra en dar a conocer metodologías o combinaciones de propuestas de mejora con resultados beneficiosos que puedan ayudar a negocios de estos sectores a solucionar sus actuales problemas logísticos. Los supuestos teóricos en los que se sustenta la presente investigación son la recopilación de distintas literaturas de autores reconocidos, en los que se dedican capítulos a la explicación de metodologías a aplicar en casos de empresas prestadoras de servicios y distribuidoras. El contenido de la investigación analiza diez artículos de investigación a nivel Latinoamérica a través del siguiente método: dar contexto de la problemática del sector específico al que pertenece cada empresa, detallar el diagnóstico dado por los autores y describir el planteamiento de la mejora a partir de las herramientas utilizadas, para luego generar conclusiones respecto a los resultados. Finalmente, se concluye principalmente que, en definitiva, tanto las herramientas de diagnóstico como las de mejora (diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, plan agregado, MRP, clasificación ABC, entre otros) generan un impacto realmente positivo en empresas que no necesariamente llevan procesos productivos o manufacturan a través de líneas de producción; sino que restaurantes, hoteles, almacenes de congeladoras, hospitales, distribuidores de acero, fumigadoras y diversas más, son beneficiadas gracias a que se les propusiera diagnosticar su situación actual para luego brindarles una solución logística.

Tabla de contenidos

Índice de Tablas	iv
Índice de Figuras	vi
Capítulo 1. Marco teórico	1
1.1 Herramientas de diagnóstico de procesos	1
1.1.1 Herramienta de análisis FODA	1
1.1.2 Herramienta de análisis de la cadena de valor	3
1.1.3 Herramienta de análisis Causa-Efecto	7
1.1.4 Herramienta de análisis del diagrama de flujo	8
1.1.5 Herramienta de diagrama de Pareto	10
1.2 Problemática del sector servicios	13
1.2.1 Planificación agregada en empresas de servicio	14
1.2.2 Planificación maestra en empresas de servicio	21
1.2.3 Planificación de requerimiento de materiales en empresas de servicio	22
1.3 Problemática del sector distribución	26
1.2.3 Cálculo del Costo Total de Inventarios	27
1.2.3 Clasificación de inventarios ABC	28
Capítulo 2. Definición del tema de investigación	33
2.1 Objetivo del tema de investigación	33
2.1 Escenario de la investigación	33
2.3 Justificación e importancia de la investigación	33
Capítulo 3. Contenido de la investigación	35
3.1 Metodología	35
3.2 Mejoras en empresas prestadoras de servicio	35
3.2.1 Caso de estudio 1: “Modelo para la planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias” - México	35
3.2.2 Caso de estudio 2: “Control de inventario con enfoque ABC en el departamento de alimentos y bebidas del Hotel Oro Verde, Cuenca - Ecuador”	43
3.2.3 Caso de estudio 3: “Gestión de inventarios en la empresa Soho Color Salón & Spa en Trujillo (Perú)”	48
3.2.4 Caso de estudio 4: “Determinación del tamaño del pedido en el almacén de un restaurante”	53
3.2.5 Caso de estudio 5: “Propuesta de un sistema para el control de los inventarios de agroquímicos a granel en una empresa de servicio de fumigación para cultivos de caña”	57

3.2.6	Caso de estudio 6: “Gestión de inventarios para reducir los costos de almacén de Manpower Perú E.I.R.L.”	61
3.3	Mejoras en empresas distribuidoras o comercializadoras	66
3.3.1	Caso de estudio 7: “Gestión de políticas de inventario en el almacenamiento de materiales de acero para la construcción”	66
3.3.2	Caso de estudio 8: “Gestión de inventarios para distribuidores de productos perecederos”	71
3.3.3	Caso de estudio 9: “Análisis de la cadena de suministro por clasificación ABC: el caso de una empresa mexicana”	75
3.3.5	Caso de estudio 10: “Análisis para la mejora en el manejo de inventarios de una comercializadora”	79
	Conclusiones	84
	Bibliografía	86



Índice de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Análisis FODA de la empresa.	3
Tabla 2. Información de artículos según criterio de cantidad de pedidos.....	12
Tabla 3. Cálculos de porcentaje acumulado y ordenamiento	12
Tabla 4. Diferencias entre una empresa manufacturera y una empresa de servicios.....	15
Tabla 5. Demanda anual del resort WORKLOAD.	17
Tabla 6. Plan agregado con estrategia de caza.....	19
Tabla 7. Plan agregado con estrategia de horas extra	20
Tabla 8. Plan Maestro de Producción	21
Tabla 9. Plan Maestro de Producción	22
Tabla 10. Pronóstico del GRD 90.....	24
Tabla 11. Plan maestro del GRD 90	25
Tabla 12. MRP del GRD 90.....	25
Tabla 13. Matriz de criterios para clasificación ABC.....	29
Tabla 14. Resultados del análisis ABC.....	30
Tabla 15. Información base de los artículos.	31
Tabla 16. Procedimiento para hallar el valor de consumo por artículo.	31
Tabla 17. Procedimiento para hallar el valor de consumo por artículo	32
Tabla 18. Descripción de los seis GRD.	37
Tabla 19. Pronóstico diario de los GRD 37, 38, 39, 40, 41 y 42.	39
Tabla 20. Plan Agregado para la el GRD 37.	40
Tabla 21. Plan Maestro para el GRD 37.....	41
Tabla 22. Plan de Requerimiento de Materiales para el GRD 37.....	42
Tabla 23. Clasificación según zonas.	45
Tabla 24. Clasificación de inventario ABC según costos de adquisición e índice de rotación	45
Tabla 25. Costos de adquisición e índices de rotación	46
Tabla 26. Clasificación de los productos en base a indicador	46
Tabla 27. Estrategias según clasificación ABC	47
Tabla 28. Clasificación ABC de los 186 artículos.....	49
Tabla 29. Control de inventarios según clasificación ABC	49
Tabla 30. Artículos seleccionados de la zona A	50
Tabla 31. Costo de ordenar.	50

Tabla 32. Costo de posesión de inventario.	51
Tabla 33. Costos de inventario total	52
Tabla 34. Costo de posesión de inventario.	52
Tabla 35. Comparación de indicadores del restaurante.	54
Tabla 36. Productos seleccionados.	55
Tabla 37. Nivel de servicio del 66%.	56
Tabla 38. Cálculos de clasificación ABC según valoración de pérdidas.	59
Tabla 39. Clasificación ABC de las familias pertenecientes al almacén de la empresa.	62
Tabla 40. Proyección de la demanda y costos por familia del inventario.	63
Tabla 41. Cantidades necesarias para calcular el N.S.	64
Tabla 42. Inventario de seguridad por familia.	64
Tabla 43. Resultados cálculo sistema Q	65
Tabla 44. Catálogo de materiales de la empresa comercializadora	67
Tabla 45. Determinación del modelo según CV para cada artículo.	68
Tabla 46. Resultados para el modelo determinístico.	69
Tabla 47. Resultados del modelo probabilístico.	69
Tabla 48. Políticas de inventario para el método determinístico.	70
Tabla 49. Políticas de inventario para el método probabilístico.	70
Tabla 50. Ranking de las distribuciones de probabilidad de la demanda según los productos	72
Tabla 51. Datos del producto Mero-Cherna	73
Tabla 52. Inventario inicial del producto Mero-Cherna	73
Tabla 53. Modelo de simulación para el producto Mero-Cherna.	74
Tabla 54. Resultados del modelo de simulación del producto Mero-Cherna	75
Tabla 55. Clasificación de los artículos ABC.	77
Tabla 56. Resultados del análisis ABC.	78
Tabla 57. Nueva clasificación ABC.	81
Tabla 58. Cálculos de la nueva política Q.	82

Índice de Figuras

	Pág.
Figura 1. Estructura del análisis FODA.....	2
Figura 2. Cadena de Valor de Porter.....	4
Figura 3. Cadena de valor de un destino turístico.....	6
Figura 4. Diagrama Causa-Efecto.....	7
Figura 5. Ejemplo de diagrama de Ishikawa.....	8
Figura 6. Simbología del diagrama de flujo.....	9
Figura 7. Ejemplo de diagrama de flujo de la atención de un paciente.	10
Figura 8. Diagrama de Pareto.	13
Figura 9. Ejemplo de BOM en el servicio de cirugía para un aneurisma.	23
Figura 10. Lista de materiales del GRD 90.....	25
Figura 11. Esquema de la función distribución.	26
Figura 12. Clasificación ABC.....	30
Figura 13. Clasificación ABC de artículos de encuadernación.	32
Figura 14. Distribución de empresas según actividades económicas en el año 2018.....	34
Figura 15. Flujo del servicio en una institución médica.	36
Figura 16. Comportamiento de los GRD durante los años 2011 – 2015.	37
Figura 17. Planificación estratégica de una entidad hospitalaria para la gestión de recursos médicos.	38
Figura 18. Propuesta de mejora planteada por los autores.....	55
Figura 19. Mejora para el control de inventarios.....	60
Figura 20. Cadena de suministro de la empresa mexicana.	76
Figura 21. Gráfico de Pareto de la clasificación ABC.....	79

Capítulo 1. Marco teórico

1.1 Herramientas de diagnóstico de procesos

Aplicar herramientas de diagnóstico de procesos permite reconocer de manera más clara y detallada la situación actual de las empresas, específicamente de ciertas áreas o actividades en particular, con el fin de obtener evidencia de los problemas o insuficiencias operativas del escenario base; y, además, que este escenario permita comparar resultados en base a la propuesta planteada. En el presente capítulo se desarrollan cinco herramientas de diagnóstico de procesos que serán utilizadas durante el desarrollo de la investigación: la matriz de análisis FODA, la cadena de valor de Porter, el diagrama de Ishikawa, el diagrama de flujo y por último el diagrama de Pareto.

1.1.1 Herramienta de análisis FODA

Los autores Sarli, González y Ayres (2015) plantearon al análisis FODA, más conocido por su aplicación para la generación de estrategias organizacionales, como una herramienta de diagnóstico útil para el sector productivo; a partir de la descripción de la situación actual, con el objetivo de plantear posibles soluciones que permitan contrarrestar/evitar las debilidades/amenazas del proceso en cuestión y aprovechar/potenciar las fortalezas/oportunidades del entorno.

Identificación de fortalezas y debilidades: Las fortalezas son aquellas actividades que se están realizando de manera correcta (McConkey, 1988), habilidades y/o capacidades del personal que generan valor (Stevenson, 1976) o recursos y/o maquinarias que hacen competitivo al proceso. Las debilidades se consideran como todo aquello que hace vulnerable algún aspecto de la empresa o proceso productivo, así como también actividades deficientes (Henry, 1980).

Identificación de oportunidades y amenazas: Las oportunidades son de carácter externo y reflejan los acontecimientos que impactan de manera positiva o generan crecimiento a la empresa y procesos dentro de ella; por otro lado, las amenazas se constituyen como los aspectos negativos no controlables que influyen y perjudican el pleno desarrollo de la empresa o proceso productivo (Porter, 1998).

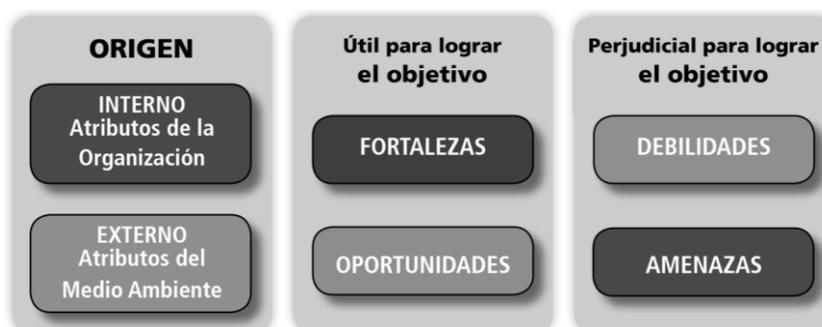


Figura 1. Estructura del análisis FODA.

Tomado de "Análisis FODA. Una herramienta necesaria", por Sarli et al., 2015.

A continuación, se presenta un ejemplo de aplicación desarrollado por los autores Pando y Zapatán (2012), quienes analizaron el proceso de fundición de aluminio de una empresa minera.

Identificar fortalezas y oportunidades: hacer una lluvia de ideas respecto a las capacidades, cualidades, recursos y beneficios que actualmente presenta la empresa. En el ejemplo en particular se conoce que existe una buena relación con los proveedores (fortaleza) y que el entorno tecnológico está innovando constantemente y desarrollando maquinaria dentro de la industria minera a la que la empresa pertenece (oportunidad).

Identificar debilidades y amenazas: hacer una lluvia de ideas respecto a los puntos débiles, oportunidades de mejora, deficiencias y riesgos a los que la empresa se encuentra vulnerable. En el ejemplo propuesto, la empresa no cuenta con una estandarización de sus procesos (debilidad), por lo que tiene claros indicadores de desempeño; y, además, está expuesta a situaciones de riesgo por la ubicación en la que se encuentran sus instalaciones (amenaza).

Tabla 1

Análisis FODA de la empresa.

Fortalezas	Oportunidades
F1: Capacidad de negociación con proveedores F2: Mano de obra confiable y con gran experiencia F3: Maquinarias y herramientas en estado óptimo	O1: Actualización de la tecnología en la industria O2: Demanda creciente por productos de aluminio
Debilidades	Amenazas
D1: Inexistencia de manual de procesos D2: Falta de experiencia en el área de inyección de aluminio	A1: Instalaciones de producción ubicadas en zona riesgosa

Nota. Tomado de “Análisis del proceso de fundición de aluminio y propuestas de mejoras en la eficiencia de producción de bases dentadas en la empresa PRESS FORJA S.A.”, por Pando y Zapatán (2012).

Lo valioso de rastrear los cuatro factores, ya sean externos o internos, es que a partir de sus combinaciones se pueden obtener estrategias o propuestas de mejora para contrarrestarlos, o de manera contraria, para potenciarlos o aprovecharlos. Por ejemplo, debido a la debilidad D1 y oportunidad O2, se puede plantear la posibilidad de automatizar los procesos en los que ciertamente se vean inexperimentados con la ventaja de que en la industria están surgiendo de manera más frecuente tecnologías novedosas para el rubro.

1.1.2 Herramienta de análisis de la cadena de valor

Los autores Quintero y Sánchez (2006) describieron a la Cadena de Valor de Porter (1986) como una herramienta de análisis que facilita la extracción del valor de una empresa, en términos de su constitución organizacional, así como de las actividades propias de sus procesos internos. Esta herramienta, puede aplicarse tanto a la empresa en general, como a determinados procesos. La cadena de valor está formada por 3 elementos fundamentales: actividades primarias, actividades de soporte y margen. Las actividades primarias son aquellas que generan valor en beneficio de la organización. Aquí pertenecen los siguientes rubros: logística de salida, operaciones, logística de entrada, mercadeo y servicios. Las actividades de soporte son aquellas

que complementan de manera integral al proceso productivo o de servicio que lleva la organización. Aquí pertenecen: infraestructura y sistemas, recursos humanos, tecnología y compras. Finalmente, el margen representa la diferencia entre el valor total generado por las actividades primaria menos el costo total propio de las actividades de soporte.



Figura 2. Cadena de Valor de Porter.

Tomado de "La cadena de valor: Una herramienta del pensamiento estratégico", por Quintero y Sánchez, 2006.

El autor Farah (2004) desarrolló la cadena de valor aplicada a una empresa de destinos turísticos con el objetivo de conocer las actividades que generan y merman valor.

Como actividades primarias se tomaron en cuenta las siguientes:

- Creación de productos: rutas, paquetes turísticos, recursos.
- Promoción: publicidad, ferias, medios de comunicación.
- Logística Interna: servicios de transporte, manejo de equipajes, seguridad.
- Servicios del destino: centros de visitantes, guía turística.
- Servicios post-venta: gestión de la información, seguimiento del visitantes.

Como actividades de soporte se tomaron en cuenta las siguientes:

- Planificación del destino e infraestructuras: infraestructura del local, transporte público.
- Gestión de los recursos humanos: desarrollo de habilidades blandas del personal.

- Desarrollo de recursos y productos: sistemas de calidad.
- Tecnologías y sistemas de información: redes telefónicas y de internet.

Acerca del margen de la empresa:

- El margen que genera la empresa es fiel reflejo de todo aquello que añade valor durante la cadena de actividades primarias y soporte de la empresa de turismo.



	Creación de productos	Promoción	Logística interna	Servicios del destino	Servicios post-venta	Valor añadido
Actividades primarias	Rutas y circuitos	Publicidad al consumidor	Servicios de acogida y transporte	Centros de visitantes	Gestión de la información	
	Materiales de marketing	Ferias turísticas y workshops	Formalidades de entrada y salida	Alojamiento	Bases de datos	
	Paquetes turísticos	Viajes de familias	Manejo de equipajes	Gastronomía	Seguimiento del cliente de origen	
	Interpretación de recursos	Relación con los medios de comunicación Relación con los proveedores y operadores logísticos	Seguridad	Tours, itinerarios y recorridos Actividades de recreo Alquiler de vehículos Información turística	Retroalimentación de la industria	
Actividades de apoyo	Planificación del destino de infraestructuras	Transporte público Infraestructuras: electricidad, agua, residuos	Planificación del destino Uso del suelo	Relación público-privado Coordinación institucional		
	Gestión de los recursos humanos	Sensibilizar a la población Actitud amistosa hacia el turista	Mejora de habilidades y conocimiento de los trabajadores	Creación de puestos de trabajo		
	Desarrollo de recursos y productos	Mejora y puesta en valor de recursos Mejora ambiental	Aprovechamiento de nuevos mercados y segmentos	Sistemas de calidad		
	Tecnología y sistemas de información	Redes telefónicas y de conexión a Internet	Investigación de mercados	Sistemas de reservas informatizados		

Figura 3. Cadena de valor de un destino turístico.

Tomado de "Cadena de valor en destinos turísticos: caso Villa Carlos Paz", por Farah, 2004.

1.1.3 Herramienta de análisis Causa-Efecto

Valenzuela L. (2000) conceptualizó al diagrama causa-efecto, más conocido por el nombre de su creador como diagrama de Ishikawa o por su forma espina de pescado, como una herramienta de análisis de problemas, aplicable a procesos, productos y servicios. Ayuda a presentar con mayor claridad las posibles causas de un problema según varias dimensiones, las cuales originalmente son seis: hombre, máquina, entorno, material, método y medida.

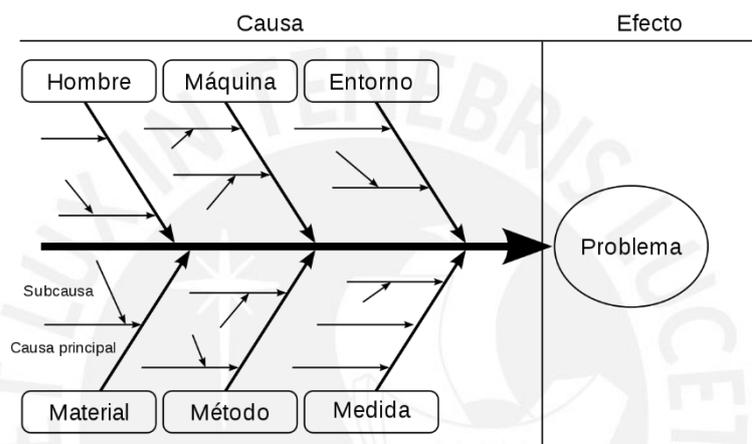


Figura 4. Diagrama Causa-Efecto.

Tomado de "Diagrama de Ishikawa", por Valenzuela, 2000.

La herramienta tiene 3 propósitos al momento de ser construida: dar visibilidad de los factores que intuitivamente contribuyen el problema observado; interrelacionar los factores con posibles causas; y, la información obtenida debe permitir dar una primera aproximación a las verdaderas causas raíces.

En el ejemplo propuesto por el mismo autor, se estableció lo siguiente:

- Problema: 12 926 pacientes se encuentran en lista de espera por ingreso a consultas de especialidad en el hospital.
- Factores: Organización, Personas, Procedimientos, Tecnología.

Además, Valenzuela L. (2000, p. 6-7) presenta dos verdades acerca de la situación:

- “La falta de protocolos de alta de pacientes produce un bajo % de altas de pacientes. Los bajos % de alta de pacientes causan altas listas de espera”.
- “Las altas de listas de espera de pacientes se produce por un bajo % de pacientes dados de alta. A su vez, el bajo % de pacientes dados de alta se produce por falta de protocolos de alta de pacientes”.

Entonces, teniendo la definición del problema, los factores probables que engloben las causas y, además, información más específica acerca del entorno; se procede a plantear las siguientes preguntas, como parte de la etapa de lluvia de ideas: qué, por qué, cuándo y dónde. Finalmente, se va añadiendo a la espina de pescado toda la información recolectada interrelacionando factores con causas y, éstas a su vez, asociando las respectivas subcausas. En la figura 5, se observa el formato final del diagrama de causa-efecto para el ejemplo propuesto por el autor.

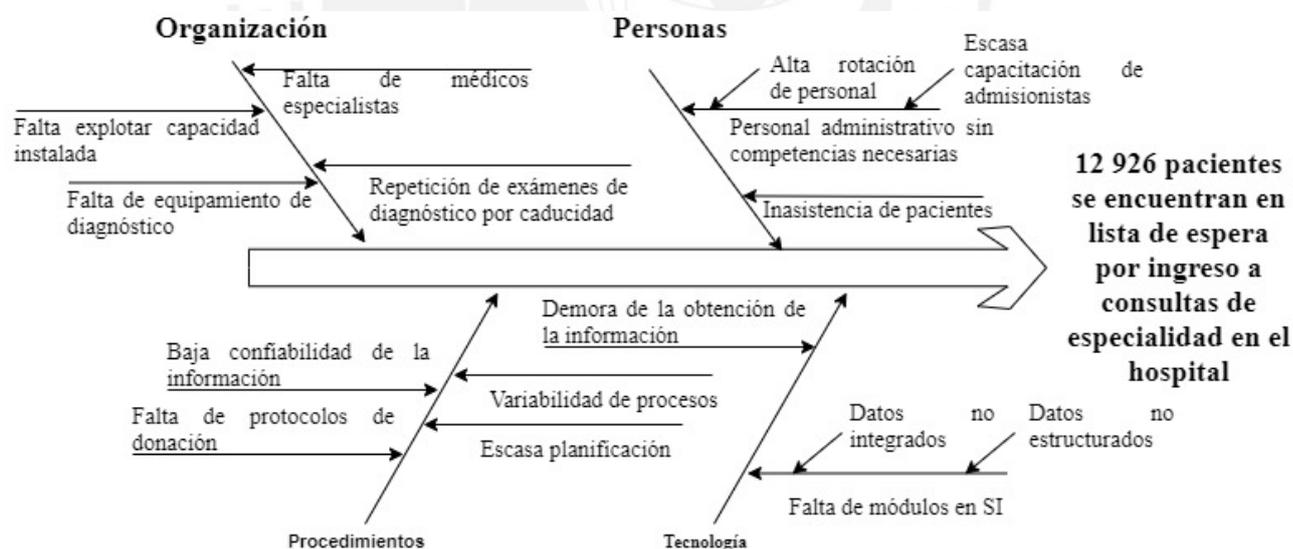


Figura 5. Ejemplo de diagrama de Ishikawa.

Tomado de “Diagrama de Ishikawa”, por Valenzuela, 2000.

1.1.4 Herramienta de análisis del diagrama de flujo

Manene (2011) consideró “al diagrama de flujo como la representación gráfica que desglosa un proceso en cualquier tipo de actividad a desarrollarse tanto en empresas industriales o de

servicios y en sus departamentos, secciones u áreas de su estructura organizativa” (p. 1). Su objetivo principal es el facilitar el conocimiento del funcionamiento de aquel sistema, proceso o secuencia que se esté representando. Dentro de las ventajas descritas por el autor, se tienen las siguientes:

- Permite compartir el conocimiento de procesos o actividades al personal que se incorpora a una organización o departamento productivo.
- Permite analizar de forma objetiva un sistema para que a partir de este primer aproximamiento se propongan mejoras.

El diagrama de flujo utiliza la siguiente simbología básica, de la cual se elaboró la siguiente figura.

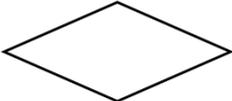
			
Inicio y fin	Actividad	Decisión	Indica el sentido del flujo

Figura 6. Simbología del diagrama de flujo.

Los autores Martínez P., Martínez J., Cavazos y Nuño (2016) realizaron un análisis a las actividades de atención de un paciente en la Unidad de Urgencias (UU) a través de la construcción de un diagrama de flujo, previo levantamiento de información en base a observación del proceso. Para esto, Martínez et al. (2016) realizaron múltiples entrevistas con el jefe de enfermería con el fin de poder plasmar en el diagrama el estado actual del proceso de atención. Se determinaron 8 etapas, desde el ingreso del paciente hasta la orden de dada de alta; las que después organizaron en el diagrama de flujo que se muestra en la figura 7.

- Ingreso del paciente a la UU dirigiéndose a la recepción.
- El recepcionista ingresa al sistema la información del paciente.
- El paciente espera ser atendido por triaje.
- Según clasificación de triaje, el paciente se dirige a la ventanilla de Admisión.

- En Admisión, se realiza el trámite administrativo de pago.
- El médico realiza la consulta y se decide si se requiere de hospitalización o no.
- Si debe ser hospitalizado, se inicia el trámite de ingreso en Admisión.
- Si no se hospitaliza, espera en sala para recibir factura y luego salir de UU.

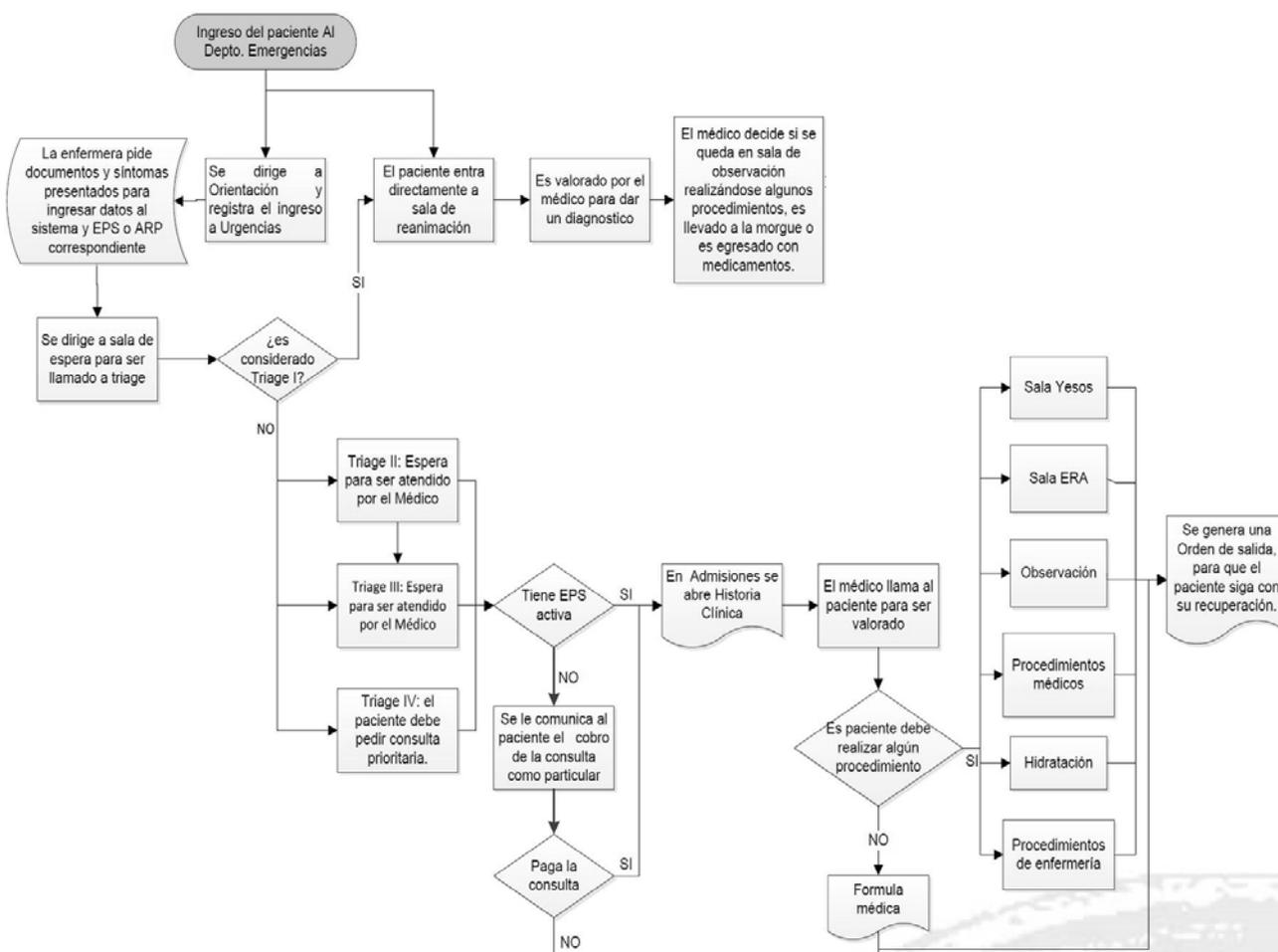


Figura 7. Ejemplo de diagrama de flujo de la atención de un paciente.

Tomado de “Estudio del flujo de la cadena de valor para una producción en la industria alimentaria.”, por Vilchez y Prada, 2015.

1.1.5 Herramienta de diagrama de Pareto

El nombre “Pareto” de la herramienta fue dado por el Dr. Juran en memoria del italiano Vilfredo Pareto, pues fue el propietario intelectual de este método. Sin embargo, este concepto solo era aplicado en el ámbito económico. Es por eso que Juran compaginó esa información para hacerla calzar en escenarios de calidad, conocida ahora como la ley del 80/20 (Sales, 2009). Es

así como, la gráfica de Pareto se hizo conocida para la aplicación en el ámbito industrial, pues reflejaba aquella minoría más significativa y/o representativa de los problemas o beneficios, según sea el criterio de aplicación. Sales (2009) afirma que esta herramienta de análisis facilita la identificación de la necesidad, problema o causa prioritaria de una manera sistemática; afirma también que permite evaluar los resultados de un antes y un después y adicionalmente clasifica datos según categorías determinadas por los rangos de porcentaje. El procedimiento de aplicación de esta herramienta se divide en 8 pasos:

- Seleccionar periodo de tiempo y criterio de análisis.
- Recopilar información de acuerdo al criterio de análisis.
- Ordenar los datos de mayor a menor según criterio escogido.
- Calcular porcentaje de participación del valor total.
- Trazar a escala los ejes X (elementos) e Y (% participación y valor según criterio).
- Trazar barras acumulativas por cada elemento.
- Trazar línea de Pareto de acuerdo a los límites de categoría (%).
- Analizar siguiendo regla del 80/20.

Los autores García, Rojas y Torrealba (2008) plantearon un ejemplo de la aplicación del diagrama de Pareto, donde primero recopilaron la información necesaria acerca de los productos y la cantidad de pedidos por cada uno de estos (ver tabla 2).

Tabla 2

Información de artículos según criterio de cantidad de pedidos.

Tipo de productos (elementos)	Cantidad de pedidos (contribuciones)
E	44
B	39
C	35
F	12
D	8
A	3
H	3
I	2
G	0
TOTAL	146

Nota. Tomado de “Análisis de Pareto”, por García et al., 2008.

Luego, calcularon las contribuciones y ordenaron los elementos según el criterio de análisis, que en este caso particular es la cantidad de pedidos por artículo (ver tabla 3).

Tabla 3

Cálculos de porcentaje acumulado y ordenamiento.

Tipo de productos (elementos)	Número pedidos (contribuciones)	Número de pedidos acumulado	Porcentaje del total	Porcentaje acumulado del total
E	44	44	30%	30%
B	39	83	27%	57%
C	35	118	24%	81%
F	12	130	8%	89%
D	8	138	5%	95%
A	3	141	2%	97%
H	3	144	2%	99%
I	2	146	1%	100%
G	0	146	0%	100%
Total	146		100%	

Nota. Tomado de “Análisis de Pareto”, por García et al., 2008.

Seguidamente, se realizó la construcción del gráfico de Pareto, donde en el eje X se muestran las barras de acuerdo a la cantidad de pedidos por artículo; y en los ejes Y, en el lado izquierdo el acumulado de pedidos total y al lado derecho la escala proporcional de 0 a 100%.

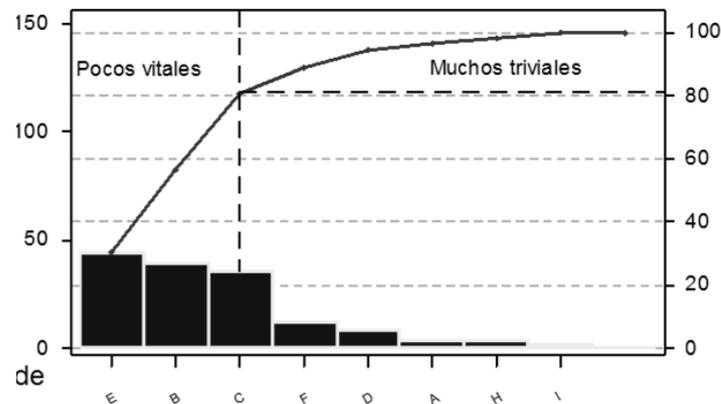


Figura 8. Diagrama de Pareto.

Tomado de "Análisis de Pareto", por García et al., 2008.

Como resultado de este ejemplo se tuvo que existen 8 categorías de productos, de las cuales tres (E, B y C) corresponden al 81% de la cantidad total de pedidos (zona A), y las otras dos categorías pertenecen a las zonas B y C.

1.2 Problemática del sector servicios

La palabra servicio captó la atención y desarrolló la imaginación de muchos académicos alrededor de los años setenta, o incluso antes. Es por eso que, la planificación o administración de servicios terminó siendo incluida en importantes libros como el de Buffa ("Administración de Operaciones: la administración de sistemas productivos", 1976) o Johnson ("Distribución Física Contemporánea", 1977), pero no con suficiente detalle. Para ese entonces, se aceptó que tanto bienes como servicios requerían diferentes puntos de vista al momento de diagnosticar problemas, abordar soluciones o construir marcos de trabajo para su gestión. Por lo que, ya para los años noventa hubo una mayor contribución a este campo, existiendo textos de investigación sobre

tópicos como JIT en servicios, Calidad de servicios, Tecnología de servicios o Estrategias operacionales de servicios (Johnston, 1999, p. 104).

Conocer sobre la cantidad económica de lote (EOQ), el balance de línea y el control de stocks empezaron a ser insuficientes para resolver los problemas logísticos de los líderes de empresas de servicios, de tal forma que existía la gran necesidad de adaptar o recrear técnicas que se adapten a las operaciones de su día a día. Por ejemplo, una industria que fabrica partes metalmecánicas definitivamente requiere de metodologías de administración distintas a una entidad financiera (programación de la atención de los módulos bancarios), un hospital (planificación de horarios para citas de rehabilitación física), un departamento gubernamental (control de la apertura o cierre de reclamaciones) o una institución educativa (programación de aulas de clase).

El veloz crecimiento del mencionado sector ha significado un gran incentivo para desarrollar, en base a literatura de administración de operaciones, el estudio de conceptos sobre administración de servicios; que, en efecto, también desencadenan problemas de eficiencia, diseño y calidad, los que en su mayoría son muy complejos y poco estructurados. Es por eso que en los siguientes párrafos se acondicionarán los conceptos de planificación de operaciones de tal forma que puedan ser aplicados a empresas prestadoras de servicios.

1.2.1 Planificación agregada en empresas de servicio

La planificación agregada viene a ser el plan de personal en una empresa de servicios, en donde respecto a la demanda proyectada, se establece un calendario óptimo para la contratación o liquidación del recurso humano, buscando ajustar la capacidad productiva o de prestación por periodos diferenciados (Núñez, Guitart y Baraza, 2014, p. 39). En base al planteamiento de las diferencias entre una empresa de fabricación y una de servicios, se establecen también las diferencias en el ámbito de planificación.

Tabla 4

Diferencias entre una empresa manufacturera y una empresa de servicios.

	Manufactureras	De servicios
1	Cliente no presenta hasta que llega el momento de adquirir el producto final.	Cliente presente mientras se desarrolla el servicio.
2	El producto final es tangible, puede ser almacenado, de tal forma que se puede generar stocks para periodos de mayor demanda.	El producto final es intangible, no puede ser almacenado, por ende, no se puede generar stocks.
3	Se puede posponer la demanda, es decir, realizar entregas con retraso.	La entrega del servicio debe ser inmediata, pues la necesidad es así, en el momento.
4	Es posible un escenario de subcontratación para procesos que no sean posibles dentro de la empresa.	Es complejo realizar procedimientos subcontratados, por limitaciones de tiempo.
5	La planificación de la demanda es viable y relativamente sencilla. En caso de los pedidos por adelantado, no es crítico tener escenarios desfavorables (cancelación de pedidos a último minuto), pues existe la posibilidad de almacenarlos.	La planificación de la demanda es más difícil de prever y la manera habitual de acomodar su capacidad de atención es a través de citas previas. La cancelación de citas es desfavorable y muchas veces genera pérdidas (si es que el costo no es pagado por el cliente), pues no se puede almacenar el tiempo/recursos asignados.

Nota. Tomado de “Dirección de operaciones: Decisiones tácticas y estratégicas”, por Núñez et al., 2014.

Considerando lo expuesto anteriormente y ajustando conceptos pertenecientes a la planificación agregada de manufactureras, se puede establecer una técnica que aplique a la gestión de la demanda en empresas de servicios. Según Núñez et al. (2014), se deben tener en cuenta 4 pilares para la construcción de la estrategia del plan agregado.

- Planificación de las horas de trabajo para asegurar una respuesta fluida a la solicitud del servicio.
- Personal adicional, para cuando se deba lidiar con picos o valles en la curva de la demanda.
- Flexibilidad del personal para formar perfiles multitareas cuando sea necesario.
- Flexibilidad de la jornada laboral para adaptarlos a periodos de alta y baja demanda.

Existen 5 medidas de ajuste sobre la capacidad de prestación frente a la demanda:

- Modificar el volumen del recurso humano: aumentando o disminuyendo la planilla.

- Utilizar trabajadores a medio tiempo: en periodos con alta demanda, muchas veces se necesita aumentar la capacidad de atención.
- Horas extra: en periodos con mayor demanda, teniendo en cuenta que el coste, a comparación de una hora de jornada regular, es mayor.
- Horas ociosas: en periodos de menor demanda, existe la posibilidad de permitir horas inactivas con goce de haber.
- Programación de vacaciones: en periodos de menor demanda, este supone de dar descansos por vacaciones a los trabajadores de los que se pueda prescindir y de igual forma seguir ofertando de manera suficiente el servicio.

El Plan Agregado de Servicios permite planificar a largo plazo, en el que se establezca la cantidad de trabajadores necesarios por periodo, el costo de los mismo, el costo de contrataciones o despidos (según la estrategia) y el costo de materiales a utilizar en dicho periodo (Núñez et al., 2014).

A continuación, se presenta el Plan agregado de una empresa de servicios WORKLOAD presentada en el libro Dirección de Operaciones (Núñez et al., 2014, p. 101) en el que se realiza en plan del personal de los meses de marzo a diciembre. Se tiene el pronóstico de la cantidad de visitantes al resort WORKLOAD en la siguiente tabla.

Tabla 5

Demanda anual del resort WORKLOAD.

Meses	Número de visitantes
Marzo	290.000
Abril	290.000
Mayo	450.000
Junio	550.000
Julio	650.000
Agosto	850.000
Septiembre	600.000
Octubre	450.000
Noviembre	280.000
Diciembre	300.000
Total	4.710.000

Nota. Tomado de “Dirección de operaciones: Decisiones tácticas y estratégicas”, por Núñez et al., 2014.

Se sabe que el costo de mano de obra es de 12 \$/hora, el costo de horas extras de 15 \$/hora y la jornada tiene una duración de 5 horas/día, donde lo máximo que pueden realizar es 10 horas/días. Además, la planilla inicial empieza con 670 colaboradores, con un costo de contratación de \$ 500 y de despido \$ 625 cada uno. Acerca de la ratio de utilización del trabajador, se debe considerar que es necesario 0,5 horas por cada visitante, no se debe tener mano de obra ociosa y los costos de material por visitante tienen un aproximado de \$ 3 por cada uno. Adicionalmente, se consideraron 30 días por mes y 360 días al año. Teniendo la información descrita anteriormente, para la solución del caso, los autores plantearon dos alternativas.

- Seguir estrategia de caza: para este escenario el objetivo es adaptar la capacidad del personal a lo que requiera la demanda, es decir, realizar contrataciones y despidos según convenga el caso (ver tabla 6).
- Hacer uso de las horas extras: en vista de que en los meses de junio, julio y agosto la demanda sobrepasa a la capacidad prevista de trabajadores, se proceden a hacer cálculos

de dos escenarios, el primero utilizando horas extras de los trabajadores ya contratados y el segundo firmando contrato con nuevos trabajadores, pero a la vez suspendiendo los de aquellos que a fin de mes ya no sean necesarios.

En el caso particular, sale más rentable la primera opción. Los costos finales se muestran en la tabla 7.



Tabla 6

Plan agregado con estrategia de caza.

Meses	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Necesidades (n° de visitantes)	290.000	290.000	450.000	550.000	650.000	850.000	600.000	450.000	280.000	300.000	4.710.000
Horas de mano de obra regular	145.000	145.000	225.000	275.000	325.000	425.000	300.000	225.000	140.000	150.000	2.355.000
Mano de obra (n° de trabajadores)	967	967	1.500	1.834	2.167	2.834	2.000	1.500	934	1000	-
Coste de la mano de obra regular	1.740.600	1.740.600	2.700.000	3.301.200	3.900.600	5.101.200	3.600.000	2.700.000	1.681.200	1.800.000	28.265.400
Variación de la mano de obra	297	0	533	334	333	667	-834	-500	-566	66	-
Coste de las contrataciones y despidos	148.500	0	266.500	167.000	166.500	333.500	521.250	312.500	353.750	33.000	2.302.500
Coste de los materiales	870.000	870.000	1.350.000	1.650.000	1.950.000	2.550.000	1.800.000	1.350.000	840.000	900.000	14.130.000
Coste total	2.759.100	2.610.600	4.316.500	5.118.200	6.017.100	7.984.700	5.921.250	4.362.500	2.874.950	2.733.000	44.697.900

Nota. Tomado de “Dirección de operaciones: Decisiones tácticas y estratégicas”, por Núñez et al., 2014.

Tabla 7

Plan agregado con estrategia de horas extra.

Meses	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviem	Diciem	Total
Necesidades (n° de visitantes)	290.000	290.000	450.000	550.000	650.000	850.000	600.000	450.000	280.000	300.000	4.710.000
Mano de obra necesaria (n° de trabajadores)	967	967	1.500	1.834	2.167	2.834	2.000	1.500	934	1000	-
Mano de obra contratada (n° de trabajadores)	1.000	1.000	1.500	1.500	2.000	2.000	2.000	1.500	1.000	1.000	-
Horas de mano de obra regular	150.000	150.000	225.000	225.000	300.000	300.000	300.000	225.000	150.000	150.000	2.175.000
Coste de la mano de obra regular	1.800.000	1.800.000	2.700.000	2.700.200	3.600.000	3.600.000	3.600.000	2.700.000	1.800.000	1.800.000	26.100.000
Variación de la mano de obra	330	0	500	0	500	0	0	-500	-500	0	-
Coste de las contrataciones y despidos	165.000	0	250.000	0	250.000	0	0	312.500	312.500	0	1.290.000
Horas extraordinarias				50.100	25.050	125.100					-
Coste de las horas extraordinarias				751.500	375.750	1.876.500					3.0003.750
Coste de los materiales	870.000	870.000	1.350.000	1.650.000	1.950.000	2.550.000	1.800.000	1.350.000	840.000	900.000	14.130.000
Coste total	2.835.000	2.670.000	4.300.000	5.101.500	6.175.750	8.026.500	5.400.000	4.362.500	2.952.500	2.700.000	44.523.750

Nota. Tomado de “Dirección de operaciones: Decisiones tácticas y estratégicas”, por Núñez et al., 2014.

1.2.2 Planificación maestra en empresas de servicio

Esta herramienta de planificación de mediano plazo desarrolla el plan agregado de servicios, desagregándolo en familias de servicio. El PMS indica la cantidad precisa de servicios que se deben cubrir en determinado intervalo de tiempo (Núñez et al., 2014).

Tabla 8

Plan Maestro de Producción.

Mes	Enero				Febrero			
Producción regular	5.400 unidades de la familia				5.400 unidades de la familia			
	↓							
Semana	Enero				Febrero			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Producto A	220	180		160	250		260	
Producto B	380		330	420		370	380	360
Producto C	240	240	240	240	240	240	240	240
Producto D		510	480	520	490		630	580
Producto E	450		360	430		450	580	490

Nota. Tomado de “Dirección de operaciones: Decisiones tácticas y estratégicas”, por Núñez et al., 2014.

Para el caso de los servicios, existen variaciones en el formato del PMP, como los nombrados a continuación:

- No existen pedidos en curso, la necesidad del servicio es al instante.
- No hay inventarios de servicios, estos son o no son consumidos en el día.
- No existen inventarios finales ni stocks de seguridad.

Finalmente, un PMS permite establecer horarios adecuados de apertura y clausura de la institución de servicios, los horarios del personal, la programación de la secuencia de los servicios (esperas) y también permite el desarrollo de la explosión de provisiones necesarias de materiales (*input* para el MRP de servicios).

Los autores Heizer, J y Render, B. (2004) explicaron un ejemplo de programa maestro de producción aplicado en un restaurante de tartas. Cuando son empresas de servicio, el plan maestro

se simplifica, pues como el servicio se brinda y/o prepara en el instante, lo único necesario por planificar es la repartición el resultado del plan agregado en espacios de tiempo más reducidos, en el caso de a continuación, en semanas.

Tabla 9

Plan Maestro de Producción.

Requerimientos brutos para la tarta de cangrejo									
Día	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Cantidad	50	0	100	47	60	0	110	75	0
Requerimientos brutos para la tarta de espinaca									
Día	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Cantidad	100	200	150	0	0	60	75	100	0

Nota. Tomado de “Principios de administración de operaciones”, por Heizer y Render, 2014.

1.2.3 Planificación de requerimiento de materiales en empresas de servicio

Al igual que las manufactureras, los proveedores de servicios también deben poseer la capacidad de planificar sus recursos; sin embargo, a diferencia de los que producen bienes, estos no pueden mantener un inventario, solo deben procurar abastecerse cuando hay demanda. En términos generales, estas sólo deben contar con la capacidad de atender a su clientela. La industria de los servicios adapta los conceptos de demanda dependiente y lista de recursos para administrar su capacidad.

Demanda dependiente para servicios: Krajewski y Ritzman (2008) consolidan este concepto para proveedores de servicio como aquella demanda de recursos impulsada por los pronósticos de todos los requerimientos de servicio. Por ejemplo, los autores hacen mención a los restaurantes, pues cada vez que un cliente solicita un menú, se inicia la necesidad de ciertos tipos de recursos (alimentos insumo, platos, cubiertos), personal (chef, mozo, lavaplatos), y equipo (refrigerador, cocina, utensilios). Además, a través de un detallado pronóstico de la demanda se establecen números a la cantidad de alimentos que el restaurante necesita por día, semanas o meses. De todas

maneras, la cantidad de recursos a pedir depende totalmente del número de menús que se servirán en el tiempo de servicio. Lo mismo pasa con las aerolíneas, hospitales, hoteles, spas, entre otros.

Lista de recursos para servicios: aquí sucede la misma analogía, así lo explicó Krajewski y Ritzman (2008). Esta lista registra las relaciones existentes entre los elementos padres y componentes, los tiempos de personal y materiales pertenecientes a una empresa proveedora de servicios. Se determina el qué, cuánto y cuándo a través de niveles, similar a un BOM de objetos manufacturados. De todas formas, a las compañías de servicios les urge conocer el número de clientes que esperan atender en cierto rango de tiempo, pues es crucial programar compras y contratar personas.

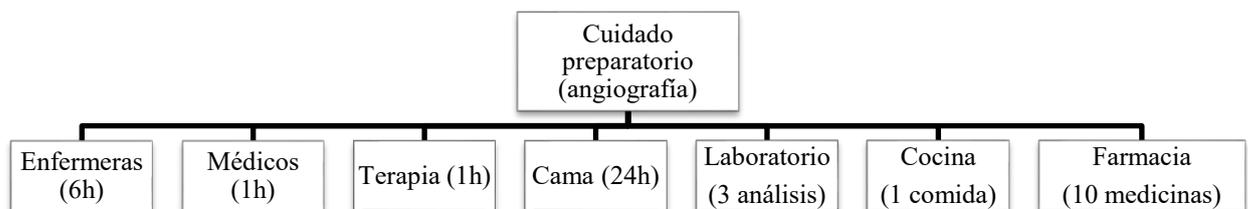


Figura 9. Ejemplo de BOM en el servicio de cirugía para un aneurisma.

Tomado de "Principios de administración de operaciones", por Heizer y Render, 2014.

Estado de los inventarios: al igual que para el caso de las manufactureras, es indispensable tener conocimiento de qué artículos se tienen en almacén y en qué cantidades (inventario inicial).

Teniendo la información de la lista de materiales, la demanda de cada artículo (resultado del PMS) y los estados de los inventarios, el sistema MRP ya puede ser construido. Este sistema permite conocer la cantidad de insumos (demanda dependiente) necesario a pedir y el momento en que este debe ser solicitado para poder satisfacer las necesidades de los servicios (demanda independiente). El MRP se puede entender como una matriz, donde de manera vertical se posicionan los periodos de tiempo a programar y de manera horizontal se especifican los conceptos explicados en acto seguido.

- Requerimientos brutos: demanda total proveniente del PMS de los elementos padre.
- Recepciones programadas: pedidos que ya fueron solicitados pero que aún no se han efectuado.
- Inventario proyectado en mano: cantidad de inventario disponible en cada intervalo de tiempo especificado.
- Recepciones planeadas: son las nuevas recepciones.
- Emisiones planeadas: cuándo y cuánto deberá emitirse un pedido del insumo y/o material.

Los autores Marqués, Medina, Negrín, Nogueira y Hernández (2014) realizaron la aplicación de un sistema de planificación de requerimiento de materiales en un hospital, para el tratamiento de neumonía simple con pleuritis (GRD 90), para el cual siguieron los pasos descritos a continuación:

En primer lugar, realizaron el pronóstico de la demanda, determinando horizonte del mismo y seleccionando el método que más se ajuste al comportamiento de la demanda actual. Finalmente elaboraron el plan maestro de servicios (PAS).

Tabla 10

Pronóstico del GRD 90.

Intervalo de 10 días	Demanda pronosticada
1	1
2	2
3	2
4	1
5	1
6	0

Nota. Tomado de “Aplicación de sistemas de planificación de requerimientos de materiales en hospitales de Matanzas”, por Marqués et al., 2014.

Tabla 11

Plan maestro del GRD 90.

MAS						
Intervalos de Admisión	1	2	3	4	5	6
Admisión GRD 90	1	2	2	1	1	0
Intervalos de Alta	1	2	3	4	5	6
Altas GRD 90		1	2	2	61	1

Nota. Tomado de “Aplicación de sistemas de planificación de requerimientos de materiales en hospitales de Matanzas”, por Marqués et al., 2014.

En segundo lugar, realizaron el listado de recursos, es decir, definieron qué materiales se necesitan para ofrecer el servicio médico.

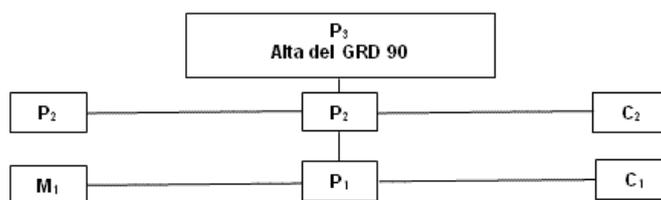


Figura 10. Lista de materiales del GRD 90.

Tomado de “Aplicación de sistemas de planificación de requerimientos de materiales en hospitales de Matanzas”, por Marqués et al., 2014.

En último lugar, desarrollaron el MRP para todos los elementos del BOM.

Tabla 12

MRP del GRD 90.

MRP						
L.T. = 5 días	1	2	3	4	5	6
Requerimientos brutos	1	2	2	1	1	0
Pacientes en la etapa	1	2	3	4	5	6
Pacientes planeados para entrar		1	2	2	61	1

Nota. Tomado de “Aplicación de sistemas de planificación de requerimientos de materiales en hospitales de Matanzas”, por Marqués et al., 2014.

1.3 Problemática del sector distribución

The Economic Times (s.f.) define a la distribución como el “difundir el producto en todo el mercado de manera que un gran número de personas pueda comprarlo”, entendiéndose como un mecanismo para que algún bien llegue a manos de la mayor parte de una población. Ahora bien, cuanto más grande es el área en la que tiene que actuar un ente para que ciertos productos o bienes lleguen a su destino, los obstáculos van complicándose para conseguir el objetivo. Por ello es necesario que exista una organización que revise, evalúe, diseñe y ponga en operación un sistema que coadyuve a que el objetivo de facilitar la transmisión de un bien o un producto sea logrado.

Por lo expuesto, la definición de una empresa distribuidora o distribuidor es, una persona o empresa que suministra bienes a las empresas que los venden (Cambridge Diccionarios, s.f.); en otras palabras, un distribuidor vendría ser un intermediario que como parte de la cadena de valor en una economía de mercado coadyuva a que los bienes lleguen a las personas que lo comercializan. Según Sainz de Vicuña (2001), entre el inicio y fin de la cadena de suministro (fabricante y consumidores) puede existir un amplio número de intermediarios, tal y como se muestra en el siguiente gráfico.



Figura 11. Esquema de la función distribución.

Tomado de “La distribución comercial: Opciones estratégicas”, por Sainz de Vicuña, 2001.

Los canales de distribución pueden incluir mayoristas, minoristas, distribuidores e incluso Internet (Kenton, 2020). “El canal de distribución, es el mecanismo por el cual la

distribución, como función económica, toma forma y se adapta a las necesidades y características de cada sector económico” (Sainz de Vicuña, 2001, p. 34). Ahora, uno de los grandes problemas que se generan en los canales de distribución es la gestión de los inventarios. Según Corponet, expertos asociados a SAP, las acciones recurrentes que generan ineficiencias en tema de gestión de inventarios en las empresas distribuidoras son:

- No considerar el tiempo de aprovisionamiento de los proveedores (lead time).
- Manipular cantidades excesivas de SKU innecesariamente.
- Administrar todos los artículos bajo una misma política de inventarios.
- Pronosticar incorrectamente la demanda de los productos.
- Sistemas ineficientes de control de inventarios.

A continuación, se desarrollan herramientas de gestión de inventarios con el objetivo de ser propuestas de mejora aplicables a empresas del sector distribución.

1.2.3 Cálculo del Costo Total de Inventarios

“El inventario o *stock* es cualquier recurso que posee valor económico que, en un determinado momento, está en algún lugar de la empresa a la espera de ser utilizado en el proceso productivo o ser vendido” (Núñez et al., 2014, p. 112). El mismo autor afirmó que el objetivo principal de la gestión de inventarios es asegurar la disponibilidad de recursos en el momento adecuado, tales como materia prima, insumos o repuestos. La mayor preocupación de las empresas, sin importar el rubro, es conocer los costes asociados a la gestión de sus inventarios, pues de acuerdo a estos es que puede planificar el presupuesto a consumir por esta actividad. A continuación, se explica los tipos de costos relacionados.

- Costos de adquisición: es el costo incurrido en consecuencia de adquirir o fabricar los artículos, insumos o productos.

- **Costos de emisión:** es la suma de costos relacionados al lanzamiento de las órdenes de compra, tanto por solicitarlos como de recibirlas. Por ejemplo, los costos del trámite administrativo, la inspección de los lotes de compra y/o los costos de manipulación o transporte de los mismos. Este coste es proporcional al número emitido de solicitudes de compra e indiferente al tamaño de lote adquirido.
- **Costos de posesión de inventarios:** es el costo referido al hecho de mantener en buen estado el inventario o el lugar de almacenamiento. Por ejemplo, los seguros y alquiler de almacén, el personal destinado a la manipulación de inventarios, la depreciación de los artículos, e incluso el deterioro y las posibles pérdidas.

En general, cuando se establece el costo total de gestión de inventarios, no es más que la suma de los tres costes mencionados anteriormente.

$$\text{Costo Total} = \sum C. \text{Adquisición} + \sum C. \text{Emisión} + \sum C. \text{Posesión de inventarios}$$

1.2.3 Clasificación de inventarios ABC

El análisis ABC en las empresas de servicios permite clasificar a los inventarios en tres zonas: A, B y C, en función de criterios o según directrices propias del departamento logístico.

Los autores Castro, Vélez y Castro (2011) plantearon 18 posibles criterios:

Tabla 13

Matriz de criterios para clasificación ABC.

Criterios	Unidad de Medida	Entrada		Salida	
		Materias Primas	Repuestos	Fabricante	Comercialización
Demanda/ Ventas Anual	unidades/año			x	x
Consumo/ Utilización Anual	unidades/año	x	x		
Inventario Promedio	unidades/año	x	x	x	x
Costo Unitario	\$/unidad	x	x	x	x
Volumen	m3/unidad	x	x	x	x
Criticidad	0, 1, 2, 3, 4, 5	x	x		
Costo Anual del Inventario	\$/año	x	x	x	x
Costo Anual Demanda/Ventas	\$/año			x	x
Costo Anual Consumo/Utiliza ción	\$/año	x	x		
Tiempo de Entrega	unidades de tiempo	x	x		x
Tiempo de Producción por lote	unidades de tiempo			x	
Escasez	1, 2, 3, 4, 5	x	x		
Durabilidad	1, 2, 3, 4, 5	x	x	x	x
Sustituibilidad	1, 2, 3, 4, 5	x	x		
Reparabilidad	1, 2, 3, 4, 5		x	x	x
Número de Proveedores	Cantidad	x	x		x
Almacenabilidad	1, 2, 3, 4, 5	x	x	x	x
Tamaño de lote	Unidades	x		x	x

Nota. Tomado de “Clasificación ABC Multicriterio: tipos de criterios y efectos en la asignación de pesos”, por Castro C., Vélez M. y Castro J. (2011).

Es así como, de acuerdo a ellos, se prepara la información de entrada para luego proceder con la clasificación ABC. Esta clasificación se basa en el principio o ley de Pareto (20/80), el cual se refiere a que el 20% de los elementos representan el 80% del valor relacionado al

criterio (Núñez et al., 2014). Por ejemplo, si se evalúa en base a costos, el 20% del artículo representaría el 80% de los costos.

Tabla 14

Resultados del análisis ABC.

Clase	Porcentaje de artículos	Porcentaje del valor monetario de la demanda anual
A	del 5% al 20%	del 50% al 75%
B	del 20% al 40%	del 20% al 40%
C	del 50% al 75%	del 5% al 20%

Nota. Tomado de “Dirección de operaciones: Decisiones tácticas y estratégicas”, por Núñez et al., 2014.

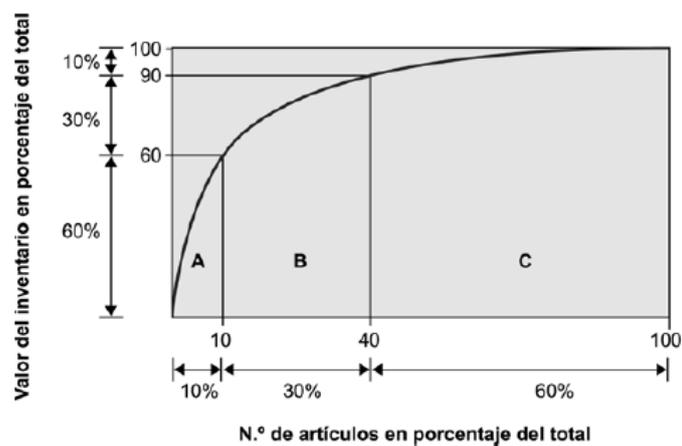


Figura 12. Clasificación ABC.

Tomado de “Dirección de operaciones: Decisiones tácticas y estratégicas”, por Núñez et al., 2014.

La división ABC significa que, los artículos de clase A son aquellos más relevantes (a pesar de ser muchas veces la minoría), los artículos de clase B son todos lo que poseen importancia media, y, por último, los de clase C son de poco valor según el criterio escogido. El beneficio de clasificar los inventarios según la clasificación ABC es poder trabajar políticas personalizadas según la naturaleza de las clases, es decir, aquellos productos de la zona A serán sometidos a controles más estrictos (nivel de servicio) que aquellos pertenecientes a las zonas B y C.

Seguidamente se presentará un ejemplo de los autores Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008) sobre la clasificación de los artículos de inventario de una empresa de encuadernación. Primero, se recaba la información acerca de la cantidad anual por artículo y su valor unitario (ver tabla 15).

Tabla 15

Información base de los artículos.

Número de parte	Descripción	Cantidad utilizada por año	Valor unitario (\$)
1	Cajas	500	3.00
2	Cartulina (pies cuadrados)	18,000	0.02
3	Material para las pastas	10,000	0.75
4	Pegamento (galones)	75	40.00
5	Parte interior de las pastas	20,000	0.05
6	Cinta de refuerzo (metros)	3,000	0.15
7	Signaturas de los pliegos	150,000	0.45

Nota. Tomado de Krajewski, Ritzman L, Malhotra (2008).

Luego, se multiplican los valores de la demanda y el costo para obtener el valor de consumo expresado en unidades monetarias (ver tabla 16).

Tabla 16

Procedimiento para hallar el valor de consumo por artículo.

Número de parte	Descripción	Cantidad utilizada por año		Valor unitario (\$)		Valor de consumo anual (\$)
1	Cajas	500	x	3.00	=	1,500
2	Cartulina (pies cuadrados)	18,000	x	0.02	=	360
3	Material para las pastas	10,000	x	0.75	=	7,500
4	Pegamento (galones)	75	x	40.00	=	3,000
5	Parte interior de las pastas	20,000	x	0.05	=	1,000
6	Cinta de refuerzo (metros)	3,000	x	0.15	=	450
7	Signaturas de los pliegos	150,000	x	0.45	=	67,500
<i>Total</i>						81,310

Tomado de Krajewski, Ritzman L, Malhotra (2008).

Seguidamente, se ordenan de forma descendente los artículos según el valor del consumo anual, para luego asignarle el porcentaje acumulado correspondiente, respecto a cuánto representa su valor de consumo sobre el total (ver tabla 17).

Tabla 17

Procedimiento para hallar el valor de consumo por artículo.

Núm. de parte	Descripción	Cantidad consumida/año	Valor	Valor de consumo	% del total	% acumulado de valor de consumo	% acumulado del elemento	Clase
7	Signaturas de los pliegos	150,000	\$0.45	\$67,500	83.0%	83.0%	14.3%	A
3	Material para las pastas	10,000	\$0.75	\$7,500	9.2%	92.2%	28.6%	B
4	Pegamento	75	\$40.00	\$3,000	3.7%	95.9%	42.9%	B
1	Cajas	500	\$3.00	\$1,500	1.8%	97.8%	57.1%	C
5	Parte interior de las pastas	20,000	\$0.05	\$1,000	1.2%	99.0%	71.4%	C
6	Cinta de refuerzo	3,000	\$0.15	\$450	0.6%	99.6%	85.7%	C
2	Cartulina	18,000	\$0.02	\$360	0.4%	100.0%	100.0%	C
Total				\$81,310				

Nota. Tomado de “Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor”, por Krajewski et al., 2008.

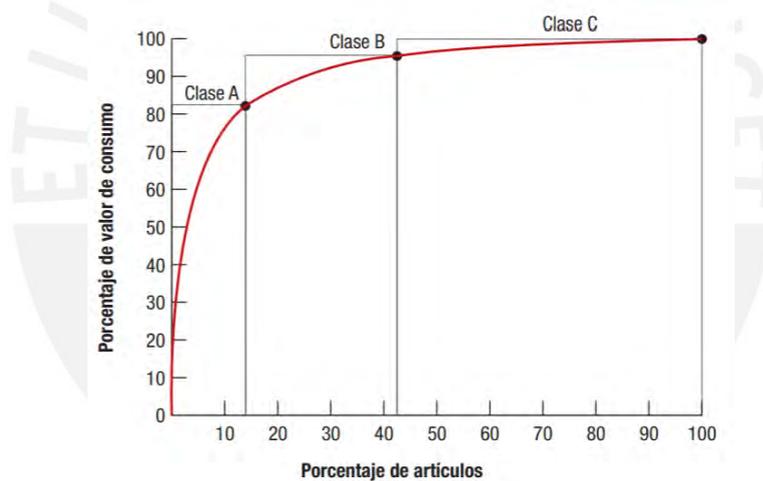


Figura 13. Clasificación ABC de artículos de encuadernación.

Tomado de “Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor”, por Krajewski et al., 2008.

Finalmente, se señala a qué zona de clasificación ABC pertenece. En el caso presentado, el artículo número 7 es quien representa un poco más del 80% del valor monetario, a pesar de que apenas llega a ser el 15% del volumen de artículos almacenados en el inventario.

Capítulo 2. Definición del tema de investigación

2.1 Objetivo del tema de investigación

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo analizar los resultados de casos de estudio donde se aplican herramientas de planificación de operaciones y modelos de gestión de inventarios en empresas que brindan servicios o que se dedican al rubro de la distribución y/o comercialización, para luego presentar conclusiones de los mismos.

2.1 Escenario de la investigación

El contenido de la investigación comprende diez artículos desarrollados alrededor de seis países latinoamericanos: Ecuador, Colombia, Cuba, Chile, México y Perú; los cuales han sido publicados en importantes revistas científicas del ámbito logístico.

2.3 Justificación e importancia de la investigación

En el capítulo anterior se explicó que, en un principio, el foco de investigación de muchos académicos en el ámbito logístico estuvo dedicado por décadas al mejoramiento de la eficiencia operativa solo en empresas manufactureras; sin embargo, el porcentaje que abarcan este tipo de empresas hoy, 7.9% según el informe de la INEI “Perú: Estructura Empresarial, 2018”, es muy reducido; por lo que es justificada la necesidad de hacer prioritario adaptar este conjunto de soluciones a procesos que no necesariamente sean de actividad productiva.

La importancia del presente trabajo de investigación radica en la utilidad del mismo frente a empresas prestadoras de servicio y distribuidoras que estén planificando mejorar sus procesos utilizando herramientas dentro del marco logístico.

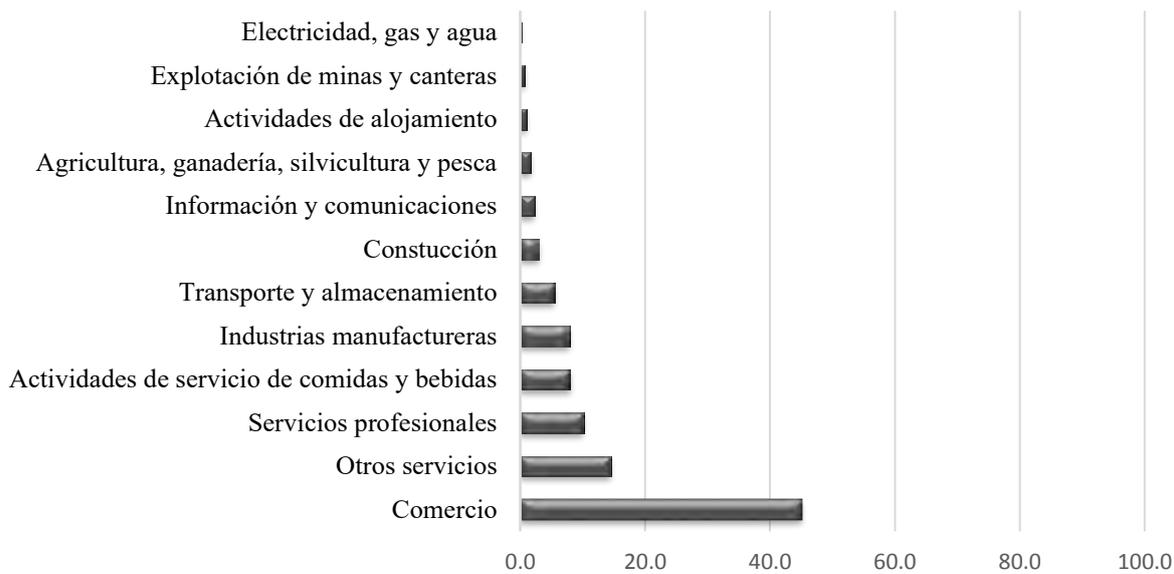
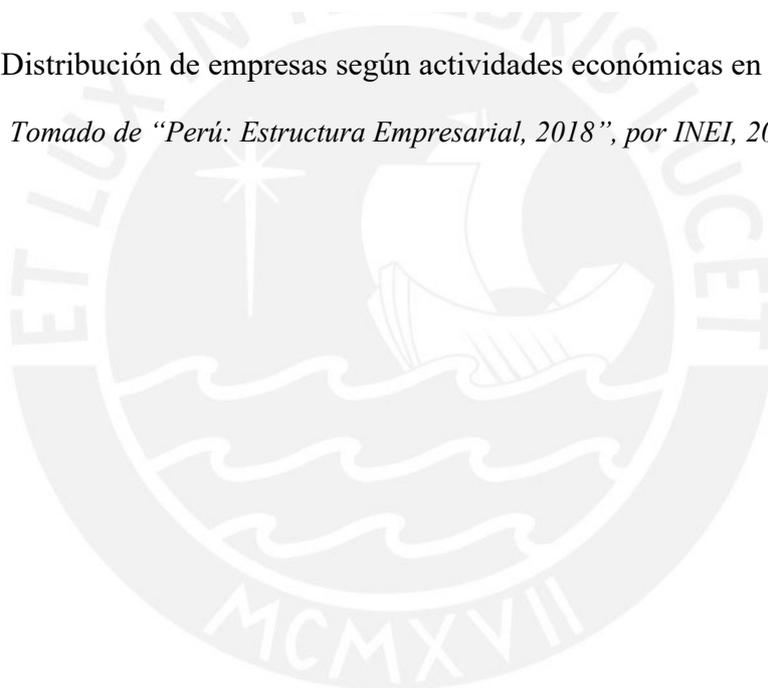


Figura 14. Distribución de empresas según actividades económicas en el año 2018.

Tomado de "Perú: Estructura Empresarial, 2018", por INEI, 2019.



Capítulo 3. Contenido de la investigación

3.1 Metodología

Habiendo desarrollado en el primer capítulo la parte teórica de la investigación y en el segundo capítulo el objetivo, escenario e importancia de esta; a continuación, se analizan los aspectos más importantes de los casos de estudio, respecto a la aplicación de herramientas de planificación de operaciones y gestión de inventarios.

La metodología del contenido de la investigación se va a subdividir en 5 etapas: la primera consiste en una breve introducción a la fuente del caso de estudio y al objetivo central del artículo de investigación; la segunda etapa describe la problemática del sector en el que se plantea el caso de estudio; la tercera etapa aborda el diagnóstico de la empresa realizado por el o los autores; la penúltima etapa desarrolla la propuesta de mejora en donde se aplican las herramientas de planificación y gestión de inventarios; y, finalmente, en la última etapa se presentan los resultados y conclusiones del caso de aplicación.

3.2 Mejoras en empresas prestadoras de servicio

3.2.1 Caso de estudio 1: “Modelo para la planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias” - México

El primer caso de estudio fue publicado en el año 2017 por los profesores Marqués, Negrín, Hernández, Nogueira y Medina en la revista *Gestión y Política Pública* (México). El artículo de investigación contiene el estudio de la planificación de los recursos (medicamentos y materiales médicos) en el departamento de partos de una institución hospitalaria, donde a partir del desarrollo de un modelo logístico de planificación de operaciones se aplican conceptos claves, como pronóstico de la demanda, plan agregado, plan maestro y plan de requerimiento de materiales (MRP).

- Problemática del sector

Hernández et al. (2010) afirma que el servicio en un hospital sigue el siguiente flujo: la llegada de un paciente enfermo (entrada), la respectiva atención médica (transformación) y finalmente su salida del sistema. Sin embargo, en torno a este proceso también se van trasladando o utilizando recursos como: médicos o enfermeras, insumos médicos, soporte tecnológico necesario para la atención; y, también, al finalizar el servicio se generan desperdicios hospitalarios. Entendido el sistema hospitalario como un proceso, posee todo el potencial para someterse a herramientas de planificación y gestión operacional, las cuales le permitan corregir insuficiencias en la utilización de insumos o materiales médicos que vayan circulando en el flujo de servicio.

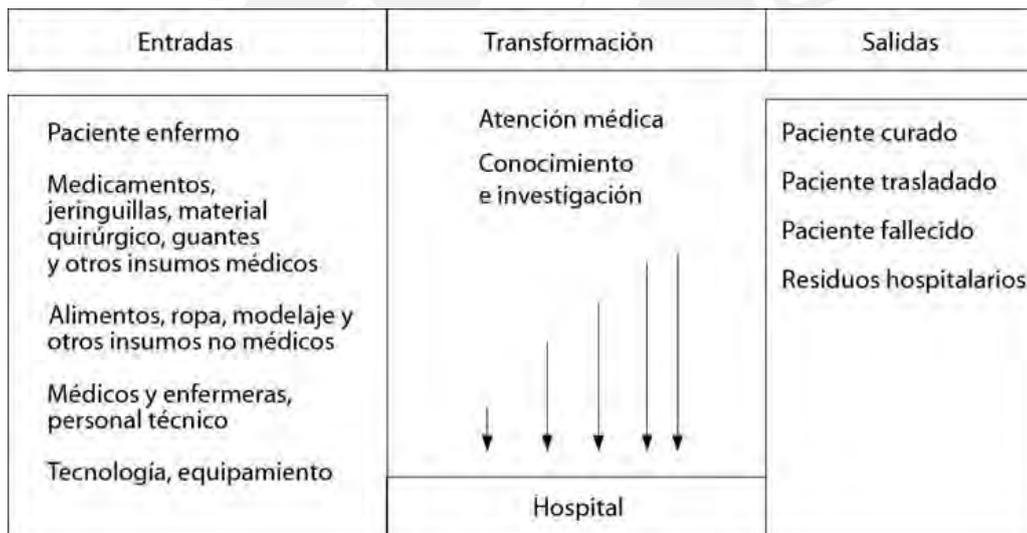


Figura 15. Flujo del servicio en una institución médica.

Tomado de “Modelo para la planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias”, por Marqués et al., 2017.

- Diagnóstico de la empresa

El departamento de ginecología del hospital en cuestión ha agrupado a sus tipos de diagnóstico o intervenciones en 6 grupos (GRD): trabajo espontáneo de parto (TEP), parto con

episiotomía (Pepis), parto con desgarramiento (Pdesg), parto con complicaciones (Pcom), cesárea con complicaciones (CCcom) y cesárea sin complicaciones (CScom).

Tabla 18

Descripción de los seis GRD.

GRD	COM	Tipo	Nombre del GRD
37	11	Médico	Trabajo espontaneo de parto
38	12	Médico\Quirúrgico	Parto con episiotomía
39	12	Médico\Quirúrgico	Parto con desgarramiento
40	12	Médico\Quirúrgico	Parto con complicación hemorrágica en el puerperio que responde a tratamiento médico (750-1500 ml)
41	13	Quirúrgico	Cesárea con complicación hemorrágica en el puerperio que responde a tratamiento médico (750-1500 ml)
42	14	Quirúrgico	Cesárea sin complicación

Nota. Tomado de “Modelo para la planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias”, por Marqués et al., 2017.

Los autores comentan respecto a la gráfica de barras (figura 16) que, el GRD CScom ha tenido una pronunciada alza de casos con el pasar de los años, por lo que es necesario realizar proyecciones y determinar de qué manera el comportamiento de la demanda de los datos impactaría en los datos de salida de la logística del departamento de partos, pues un crecimiento de tal magnitud requería ser evaluado.

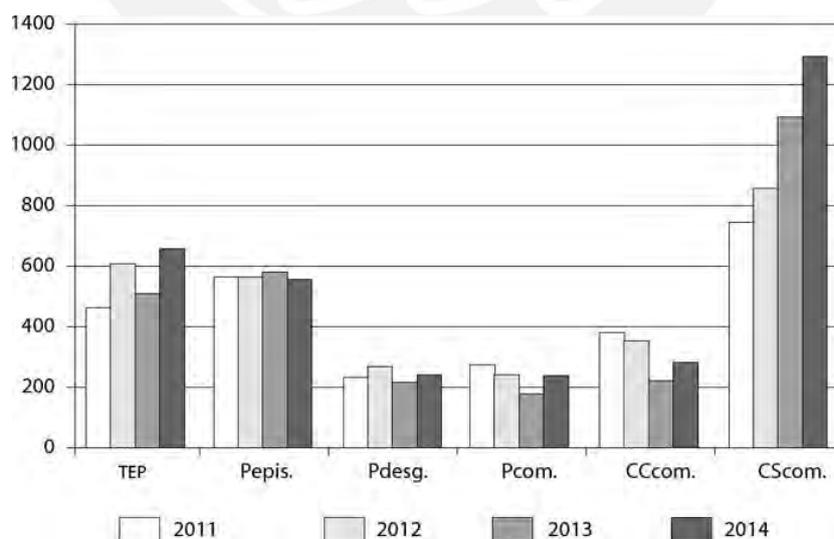


Figura 16. Comportamiento de los GRD durante los años 2011 – 2015.

Tomado de “Modelo para la planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias”, por Marqués et al., 2017.

- Propuesta de mejora

Marqués et al. (2017) plantearon un modelo de planificación de materiales hospitalarios, teniendo como premisa la necesidad de agrupar a los pacientes según diagnósticos clínicos que tengan en común el consumo de recursos (GRD). Esto permite organizar la cartera de servicios en familia de servicios; lo cual faculta establecer una planeación del flujo de pacientes más certera, así como el de los recursos; planificar las cantidades necesarias de personal a contratar y los turnos que cumplen; y, por último, la asignación de citas y ambientes para la atención de pacientes. El mismo artículo establece una serie de pasos que se desencadenan de una planificación estratégica global (ver Figura 17). El desarrollo del modelo consta de 5 etapas, los cuales serán aplicados a un hospital genérico dedicado a la especialidad de obstetricia.

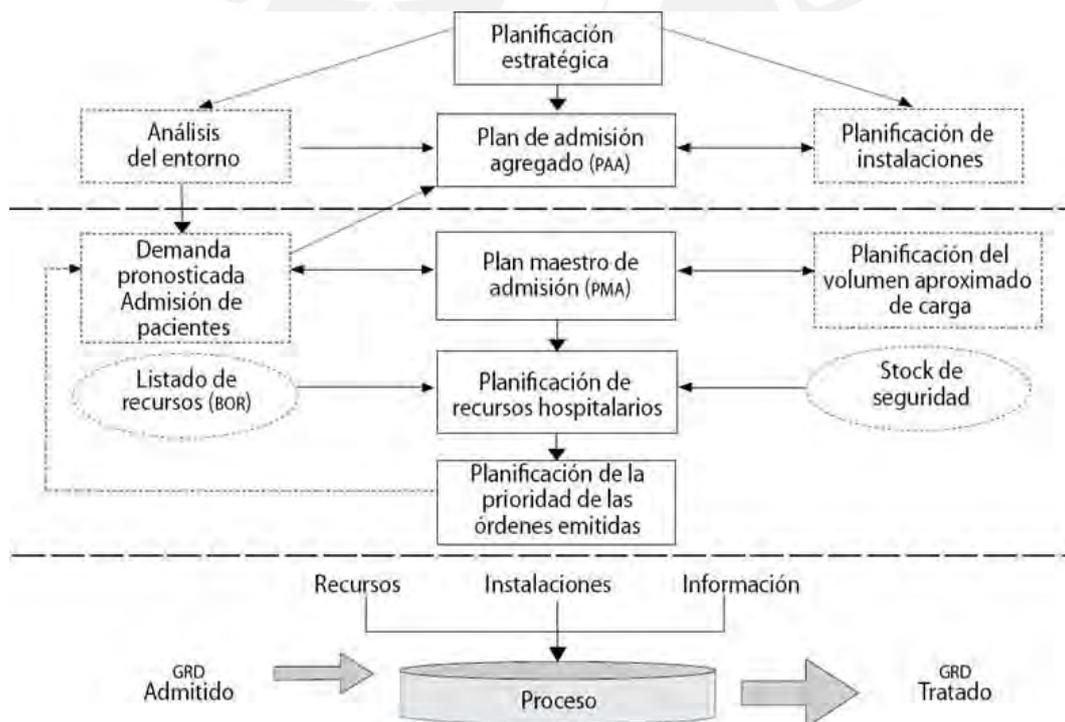


Figura 17. Planificación estratégica de una entidad hospitalaria para la gestión de recursos médicos.

Tomado de "Modelo para la planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias", por Marqués et al., 2017.

En primer lugar, se necesita clasificar a los pacientes, lo más similar posible a lo que serían las familias de productos; pues la pluralidad de casos existentes hace complejo el pronóstico de

los mismos, así que agrupándolos en clústeres o GRD, según características que tengan en común, permitirá un mejor pronóstico de pacientes. Entonces, se definen los GRD a través de algoritmos matemáticos que agrupan a los pacientes en clústeres con tal de realizar un mejor pronóstico en base a ellos.

En segundo lugar, se genera el pronóstico de la demanda por cada uno de los GRD, en base a un histórico de los años 2010, 2011, 2012 y 2013, utilizando una herramienta informática llamada SPSS.

Tabla 19

Pronóstico diario de los GRD 37, 38, 39, 40, 41 y 42.

	GR 37	GRD 38	GRD 39	GRD 40	GRD 41	GRD 42
Miércoles, 1 de enero de 2014	2	1	1	1	1	5
Jueves, 2 de enero de 2014	2	1	1	1	1	5
Viernes, 3 de enero de 2014	2	1	1	1	1	5
Sábado, 4 de enero de 2014	2	3	1	1	1	5
Domingo, 5 de enero de 2014	2	1	1	1	1	5
Lunes, 6 de enero de 2014	2	2	1	1	2	5
Martes, 7 de enero de 2014	2	1	1	1	1	5
Miércoles, 8 de enero de 2014	2	1	1	1	1	5
Jueves, 9 de enero de 2014	2	1	1	1	1	5
Viernes, 10 de enero de 2014	2	1	1	1	1	5
Sábado, 11 de enero de 2014	2	3	1	1	1	5
Domingo, 12 de enero de 2014	2	1	1	1	2	5
Lunes, 13 de enero de 2014	2	2	1	1	1	5
Martes, 14 de enero de 2014	2	1	1	1	1	5
Miércoles, 15 de enero de 2014	2	1	1	1	1	5
Jueves, 16 de enero de 2014	2	1	1	1	1	5

Nota. Tomado de “Modelo para la planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias”, por Marqués et al., 2017.

En tercer lugar, se realiza la construcción del plan agregado, para el cual se toma en cuenta el horizonte e intervalos de tiempo a planificar (en este caso el intervalo es cada mes y el horizonte un año). Para la elaboración del plan agregado se tomó en consideración los turnos de atención: turnos de ocho y dieciséis horas de lunes a viernes y los fines de semana y feriados, veinticuatro horas seguidas. También se tomó en cuenta la capacidad del personal: veinte enfermeros y quince médicos en el primer grupo y en el segundo, diez enfermeros y siete médicos. Adicionalmente

también los tiempos de atención: cuarenta minutos en sala de parto, sesenta minutos en el alojamiento conjunto y noventa minutos para necesidades fisiológicas.

Tabla 20

Plan Agregado para la el GRD 37.

	<i>Ene.</i>	<i>Feb.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Abr.</i>	<i>May.</i>	<i>Jun.</i>	<i>Jul.</i>	<i>Ago.</i>	<i>Sep.</i>	<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dic.</i>
Pronóstico admisión pacientes	320	271	278	282	298	271	298	328	334	312	309	335
Días laborales	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Admisión regular	320	271	278	282	298	271	298	328	334	312	309	335
Horas atención CDM/mes	15360	13008	13344	13536	14256	13008	14304	15744	16032	14976	14832	16080
Personal asistencial	80	71	67	71	74	68	72	82	84	78	77	84
Variación personal asistencial	2	11	15	12	8	14	10	0	-2	4	5	-2

Nota. Tomado de “Modelo para la planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias”, por Marqués et al., 2017.

Como se puede observar en la tabla 20, en los meses de septiembre y diciembre, la capacidad del personal es sobrepasada por la demanda de pacientes, por lo que para esas situaciones se puede recurrir a la contratación de personal o redistribuir el de otras instituciones asociadas.

En cuarto lugar, se encuentra el cálculo del plan maestro, en el cual se distribuye a los clientes GRD en los intervalos de tiempo definidos anteriormente, teniendo en cuenta el pronóstico de pacientes y la programación de citas.

Tabla 21

Plan Maestro para el GRD 37.

<i>P2 GRD 37 Sala C</i>														
te. 1 día														
tl. 1 paciente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Necesidades brutas	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Pacientes en la etapa	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Pacientes planificados a entrar	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>P1 GRD 37 Salón de parto</i>														
te. 1 día														
tl. 1 paciente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Necesidades brutas	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Pacientes en la etapa														
Pacientes planificados a entrar	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Nota. Tomado de “Modelo para la planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias”, por Marqués et al., 2017.

Como quinto y último lugar, se organiza el sistema de planificación de medicamento y materiales, conociendo consumo por recurso, lead time y tamaño de lote de pedido.

Tabla 22

Plan de Requerimiento de Materiales para el GRD 37.

<i>Set de parto</i>	Lote:1												
<i>ta.=0</i>													
<i>tl.=1</i>													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Necesidades brutas	5	5	5	7	5	6	5	5	5	5	7	5	6
Inventario en etapa													
Stock de seguridad	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Órdenes planificadas	5	6	5	7	5	6	5	5	6	5	7	5	6
<i>Apósitos</i>	Lote:50												
<i>ta.=0</i>													
<i>tl.=10</i>													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Necesidades brutas	50	50	50	70	50	60	50	50	50	50	70	50	60
Inventario en etapa													
Stock de seguridad	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	6	5	5
Órdenes planificadas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Guantes pares</i>	Lote:1 par												
<i>ta.=0.</i>													
<i>tl.GRD 37=4</i>													
<i>tl.GRD 38=6</i>													
<i>tl.GRD 39=6</i>													
<i>tl.GRD 40=6</i>													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Necesidades brutas GRD 37	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Necesidades brutas GRD 38	6	6	6	18	6	12	6	6	6	6	6	18	6
Necesidades brutas GRD 39	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Necesidades brutas GRD 40	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Inventario en etapa													
Stock de seguridad	4	4	4	6	4	5	4	4	4	4	4	6	4
Órdenes planificadas	30	30	30	44	30	37	30	30	30	30	30	44	30
<i>Disolución antiséptica</i>	Lotes:1 frasco de 0.5l												
<i>ta.=0</i>													
<i>tl.=0.3l</i>													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Necesidades brutas	1.5	1.5	1.5	2.1	1.5	1.8	1.5	1.5	1.5	1.5	2.1	1.5	1.8
Inventario en etapa				0.40	0.40	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00	
Stock de seguridad	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Órdenes planificadas	3	7	3	5	3	3	3	3	7	3	4	3	4
<i>Paños estériles</i>	Lote:1u												
<i>ta.=0</i>													
<i>tl.=4</i>													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	14	15
Necesidades brutas	20	20	20	28	20	24	20	20	20	20	28	20	20
Inventario en etapa													
Stock de seguridad													
Órdenes planificadas	20	20	20	28	20	24	20	20	20	20	28	20	20

Nota. Tomado de “Modelo para la planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias”, por Marqués et al., 2017.

- Resultados y conclusiones

El principal resultado de la aplicación del presente modelo es el de mejorar en un 12% la credibilidad de los planes de consumo de recursos de la institución médica. Adicionalmente, mejorar en un 5% el equilibrio entre la demanda y la capacidad de atención, debido a que el hospital, gracias a los resultados de las herramientas de planificación, pudo optimizar su posibilidad de ofertar servicios manteniendo los mismos recursos médicos.

A modo de conclusión, se evidencia que, sin lugar a duda, las herramientas de pronósticos y planificación de recursos generan un impacto positivo en las instituciones de la salud, y que a pesar de que no se puede reproducir al 100% las indicaciones que, se tienen cuando se trata de una empresa manufacturera, aun así, existen técnicas y/o algoritmos que permiten adecuar este tipo de modelos a las restricciones de negocio que presenta en particular, como en el caso de los agrupamientos GRD en la entidad hospitalaria evaluada. Se concluye también que, en la casuística de las instituciones hospitalarias, la proyección de la demanda es un escenario especial, pues es complejo segmentar a los clientes respecto al tipo de diagnóstico, pues podría hacerse una clasificación infinita; por lo que el artículo evidencia uno de los tantos algoritmos para clusterizar a los pacientes según características en común, para lo que se debe tener conocimiento técnico referente al ámbito salud. No obstante, esto no lo vuelve una limitante para aplicar herramientas de planificación de requerimientos.

3.2.2 Caso de estudio 2: “Control de inventario con enfoque ABC en el departamento de alimentos y bebidas del Hotel Oro Verde, Cuenca - Ecuador”

El segundo caso de estudio fue publicado en el año 2019 por los académicos Serrano, Zurita y Álvarez para la Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología de la UNEFM (Venezuela). El artículo de investigación desarrolla un enfoque ABC para el control de inventarios en el departamento A+B de un hotel ecuatoriano con el objeto de disminuir la

pérdida de productos perecibles y tener mejor visibilidad de la rotación de los inventarios de insumos.

- Problemática del sector

Una de las áreas más críticas en términos de gestión dentro de las empresas de hospitalidad es la de Alimentos y Bebidas, también conocida como A&B o A+B; pues sobre ella recae la responsabilidad de planificar y controlar los sistemas de inventario (López, 2015). En un artículo de investigación ecuatoriano se realizó un diagnóstico (Viera et al., 2017) a los modelos de gestión de inventarios en las actividades gastronómicas de empresas hoteleras; donde concluían que los gerentes eran conscientes de que muchas veces la falta de eficiencia en sus costos, se veía reflejada en una débil gestión de sus inventarios (alimentos, vajilla, elementos de limpieza, entre otros), pues presentaban problemas como roturas de stock, deterioro o vencimiento de existencias perecibles, desconocimiento de la rotación de inventario, compras innecesarias o repetitivas de productos, entre otros varios. Es así que, para una correcta administración logística en empresas hoteleras, la planificación tanto de sus compras como de sus inventarios es crucial al momento de necesitar percibir ahorros económicos.

- Diagnóstico de la empresa

Serrano et al. (2019) describen el control de los inventarios de la empresa ecuatoriana en cuestión como tradicionales, en el sentido en que el departamento A + B no hace mucho énfasis en la administración del inventario, por lo que no utiliza políticas que le faciliten costos mínimos. Los autores procedieron con el levantamiento de información del almacén del hotel, realizaron entrevistas al personal y revisaron la documentación histórica. Los resultados de esta etapa fueron un alto stock de existencias, deficiente gestión de compras (no todas las compras se realizan bajo pedido) y desperdicios de materia prima en cantidades exageradas.

- Propuesta de mejora

Primero se procede a clasificarlos según 3 rangos: Consumos (A), Movimiento (B) e Inventario Medio (C); y además según 3 criterios: Criticidad (evaluar qué puede ocasionar la falta de este producto), Impacto (evaluar si incurre en los beneficios o costos del servicio) y Riesgo (evaluar la probabilidad de retrasos en la entrega por parte de los proveedores). Y finalmente, se establece una matriz de costo de adquisición e índices de rotación, pues esto facilita los cálculos.

Tabla 23

Clasificación según zonas.

Productos	Clasificación según		
	Consumo	Movimiento	Inventario Medio
Cárnicos	A	B	C

Nota. Tomado de “Control de inventario con enfoque ABC en el departamento de alimentos y bebidas del Hotel Oro Verde, Cuenca–Ecuador”, por Serrano, Zurita y Álvarez, 2019.

La aplicación se realizó en el departamento A&B a 60 productos que pertenecían a los inventarios de la empresa hotelera en cuestión, donde sobre este total se aplicó la técnica de clasificación ABC, obteniendo los resultados de la siguiente tabla.

Tabla 24

Clasificación de inventario ABC según costos de adquisición e índice de rotación.

Productos	Costos de Adquisición	Índice de Rotación
Alto riesgo	Alta	Bajo
Estratégico	Media	Alto
Poco riesgo	Bajo	Bajo

Nota. Tomado de “Control de inventario con enfoque ABC en el departamento de alimentos y bebidas del Hotel Oro Verde, Cuenca–Ecuador”, por Serrano, Zurita y Álvarez, 2019.

Luego, respecto a los costos de adquisición e índices de rotación (ver tabla 25), se obtiene la siguiente clasificación (ver tabla 26).

Tabla 25

Costos de adquisición e índices de rotación.

Productos	Costo de Adquisición (\$)	Salidas Almacén (kg)	Inventario Inicial (\$)	Inventario Final (\$)	Índice de Rotación
Pollo	2,69	868,52	424,13	582,5	4,64
Cerdo	4,39	29,17	58,91	64,97	2,07
Res lomo	12,41	130,33	20,72	1017,62	3,12
Cerdo lomo	8,49	38,48	116,48	107,82	2,91
Pulpo	12,09	135,48	421,22	619,01	3,15
Camarón	8,50	296,95	375,62	361,76	6,85
Calamar	3,37	105,32	150,37	175,24	2,18
Cangrejo	21,56	8,19	58,00	148,76	1,71

Nota. Tomado de “Control de inventario con enfoque ABC en el departamento de alimentos y bebidas del Hotel Oro Verde, Cuenca–Ecuador”, por Serrano, Zurita y Álvarez, 2019.

Tabla 26

Clasificación de los productos en base a indicador.

Total Producto			Peso específico %			
Zona	Cantidad	%	Consumo	Movimiento	Inv. Medio	Existencia
A	32	53,33	72,40	84,45	80,79	80,81
B	6	10,00	5,38	3,56	9,37	9,38
C	22	36,67	22,22	10,99	9,84	9,82

Nota. Tomado de “Control de inventario con enfoque ABC en el departamento de alimentos y bebidas del Hotel Oro Verde, Cuenca–Ecuador”, por Serrano, Zurita y Álvarez, 2019.

Finalmente, de acuerdo a la clasificación final del inventario, se desarrollan estrategias acordes a su denominación, por ejemplo, si son productos de alto riesgo, empezar un rastreo de nuevas oportunidades de proveedor; si son productos de bajo riesgo, sostener un bajo nivel de inventario; y, si son productos preferenciales, conservar la relación actual de proveedor y mantener la compra de altos volúmenes en línea con la demanda.

Tabla 27

Estrategias según clasificación ABC.

Productos	Índice de Rotación	Costo de adquisición	Clasificación final
Pollo	Alto	Bajo	Producto preferencial
Cerdo	Bajo	Bajo	Producto de poco riesgo
Res lomo	Bajo	Alto	Producto de alto riesgo
Cerdo lomo	Bajo	Alto	Producto de alto riesgo
Pulpo	Bajo	Bajo	Producto de poco riesgo
Camarón	Alto	Bajo	Producto preferencial
Calamar	Bajo	Bajo	Producto de poco riesgo
Cangrejo	Bajo	Alto	Producto de alto riesgo

Nota. Tomado de “Control de inventario con enfoque ABC en el departamento de alimentos y bebidas del Hotel Oro Verde, Cuenca–Ecuador”, por Serrano, Zurita y Álvarez, 2019.

- Resultados y conclusiones del caso de estudio

El principal resultado de la aplicación de este modelo a los inventarios del departamento A&B de un hotel es que la aplicación del procedimiento permitió clasificar los 60 productos con un enfoque multicriterio que permitió establecer distintas estrategias de gestión de inventarios respecto a los costos de adquisición y rotación, los cuales se ven beneficiados al momento de reducir los costos totales de inventarios.

A modo de conclusión, es importante que previamente a la aplicación de herramientas de planificación de operaciones, se clasifiquen los inventarios, respecto a criterios como costos de adquisición o de posesión de inventarios; para que estos permitan plantear mejores estrategias como: selección de proveedores, búsqueda de descuento por volúmenes de compra, entre otros. También se concluye que para una empresa que posee en sus inventarios alimentos perecibles, como es el caso hotelero descrito, conocer el índice de rotación de sus productos genera buenos indicadores de alerta para saber a cuáles darle prioridad al momento de establecer estrategias de venta (promociones regulares para evitar pérdidas) o de compra (énfasis en las relaciones con los proveedores). Finalmente, utilizar un análisis ABC multicriterio, permite establecer más de 3 zonas, al momento de diferenciar a los artículos, y de la misma forma, al momento de establecer

estrategias sobre ellos. Para el caso de estudio, permitió generar 4 zonas: alto riesgo, bajo riesgo, preferenciales y estratégicos.

3.2.3 Caso de estudio 3: “Gestión de inventarios en la empresa Soho Color Salón & Spa en Trujillo (Perú)”

El tercer caso de estudio fue publicado en el año 2019 por los Pérez y Wong para la colección de Cuadernos Latinoamericanos de Administración de la Universidad El Bosque (Colombia). El trabajo desarrolla la propuesta de mejora para la gestión de inventarios de una empresa de servicios de belleza (spa) peruana. Se propone el uso de la clasificación ABC para el inventario y el cálculo de los parámetros logísticos para desarrollar una política de renovación de inventarios Q.

- **Problemática del sector**

Según Acevedo (s.f.), presidente de la Copecoh, el sector de las cadenas de servicio de belleza en el 2018 ha crecido un 8%, por lo que el nivel de competitividad y el desarrollo de las estrategias internas como externas, se han ido acelerando también. Orbegoso (2015) aseguró que, para este tipo de casuísticas, la mejor decisión es plantearse un manejo más eficiente de los inventarios para optimizar la utilización de sus recursos.

- **Diagnóstico de la empresa**

Pérez y Wong (2019) revisaron la documentación histórica del periodo enero - junio 2018, y observaron que la empresa en cuestión no maneja un correcto control de sus niveles de inventario, por lo que esto se traduce en pérdidas económicas y demoras en los tiempos de atención (ir hacia la bodega del spa para verificar si efectivamente tienen el producto solicitado por el cliente), además de que sus almacenes no lucen adecuadamente ordenados ni organizados. Todas las solicitudes de compra de productos se realizan en base a la experiencia y en muchas

ocasiones no se hace registro de las entradas y de las salidas en su almacén. En resumidas cuentas, se necesita de herramientas de planificación y gestión del inventario de carácter urgente.

- Propuesta de mejora

Los autores plantearon como mejora la aplicación del principio de Pareto como un modelo para garantizar una correcta clasificación del inventario. La empresa cuenta con una variedad de 186 productos, de los que de acuerdo a su valorización o inversión se los dividió en 3 categorías: 38 productos en la zona A (inversión de S/ 298 681), 69 productos en la zona B (inversión de S/ 60 292) y los 79 restantes en la zona C (inversión de S/ 15 107).

Tabla 28

Clasificación ABC de los 186 artículos.

Participación estimada	Clasificación de N	N	Participación	Inversión	Participación inversión
0% - 80%	A	38	1.8	S/ 298,681.00	80%
81 - 95%	B	69	1.4	S/ 60,292.33	16%
96 - 100%	C	79	1.2	S/ 15,107.70	4%
Total		186		S/ 374,081.03	

Nota. Tomado de “gestión de inventarios en la empresa Soho color salón & spa en Trujillo (Perú)”, por Pérez y Wong, 2019.

Luego, según la zona al que el producto pertenezca se le asignará una política de manejo de inventario, en base a las características de cada zona explicadas en la siguiente tabla:

Tabla 29

Control de inventarios según clasificación ABC.

	Grado de control	Registros	Prioridad
A	Estricto	Exactos, completos y detallados	Alta
B	Normal	Normal	Normal
C	Mas simple	Sencillos	Baja

Nota. Tomado de “gestión de inventarios en la empresa Soho color salón & spa en Trujillo (Perú)”, por Pérez y Wong, 2019.

Luego de la clasificación se tiene que los artículos A serán administrados a través del sistema Q o de revisión continua; los artículos B serán administrados a través del sistema P o de nivel objetivo; y, por último, los artículos C serán administrados también con el sistema Q. Para efectos prácticos, se eligen solo los 6 primeros artículos de tipo A para el desarrollo del cálculo del tamaño de lote EOQ.

Tabla 30

Artículos seleccionados de la zona A.

Id	Producto	Cantidad	Costo unid	Inversión	Participación
23	Tinte evolution	2697	S/ 21.50	S/ 57,985.50	15.50%
12	Blondor 500 gr	442	S/ 88.67	S/ 39,190.67	10.48%
20	Tinte color essence	2625	S/ 9.51	S/ 24,972.50	6.68%
11	Aceite propoleos	358	S/ 65.00	S/ 23,270.00	6.22%
1	Wellastrate intenso x 1l	823	S/ 20.83	S/ 17,145.83	4.58%
8	Keratina	121	S/ 99.83	S/ 12,079.83	3.23%

Nota. Tomado de “gestión de inventarios en la empresa Soho color salón & spa en Trujillo (Perú)”, por Pérez y Wong, 2019.

En primera instancia, se levanta información acerca de los costos de ordenar los artículos, los cuales son calculados en base al costo-hora del personal encargado de la gestión de compras (encargada de almacén, asistente, administradora).

Tabla 31

Costo de ordenar.

Cargo	Costos ordenar pedido				
	Sueldo	Hora trabajo al mes	Tiempo (horas)	Costo (hora)	Costos
Encargada del almacén	S/ 1,300.00	200	3.00	S/ 6.50	S/ 19.50
Asistente	S/ 950.00	200	4.00	S/ 4.75	S/ 19.00
Administradora	S/ 3,000.00	200	2.30	S/ 15.00	S/ 34.50
Otros	S/ 450.00				S/ 450.00
		Total			S/ 523.00

Nota. Tomado de “gestión de inventarios en la empresa Soho color salón & spa en Trujillo (Perú)”, por Pérez y Wong, 2019.

En segunda instancia, también se calculan los costos de mantenimiento de inventarios, los que corresponden a costos por manutención del almacén y existencias (luz, limpieza, mantenimiento).

Tabla 32

Costo de posesión de inventario.

Costo de mantener inventario	
Descripción	Costo
Alquiler	S/ 675.00
Limpieza	S/ 150.00
Luz	S/ 180.00
Internet	S/ 56.97
Mantenimiento	S/ 2,250.00
Perdidas o mermas	S/ 350.00
Total	S/ 3,661.97

Nota. Tomado de “gestión de inventarios en la empresa Soho color salón & spa en Trujillo (Perú)”, por Pérez y Wong, 2019.

Finalmente, utilizando la fórmula del cálculo del tamaño de lote económico (EOQ) y la fórmula del Costo Total de la gestión de inventarios:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times \text{Demanda anual} \times \text{Costo de ordenar}}{\text{Costo de almacenamiento}}}$$

$$N * = \text{Demanda anual} / EOQ$$

$$\text{Punto de reorden} = \text{Lead time} \times \text{Demanda (t)}$$

$$\text{Costo Total} = \sum C. \text{Adquisición} + \sum C. \text{Emisión} + \sum C. \text{Posesión de inventarios}$$

Utilizando un lead time = 3 días, se obtienen la siguiente tabla de resultados:

Tabla 33

Costos de inventario total.

Id	Producto	Demanda	S: costo pedido	H: costo de mantener	Q*: cantidad económica	Punto de reorden	Costo total (S/)	N óptimos pedidos	N° optimo al mes
23	Tinte evolution	2697	S/ 81.07	S/ 567,63	28	62	73,740.46	97	16
12	Blondor 500 gr	442	S/ 54.79	S/ 383.65	11	10	43,501.40	39	7
20	Tinte color essence	2625	S/ 34.91	S/ 244.46	27	61	31,666.48	96	16
11	Aceite propoleos	358	S/ 32.53	S/ 227.80	10	8	25,573..54	35	6
1	Wellastrate intenso x 1l	823	S/ 23.97	S/ 167.84	15	19	19,719.29	54	9
8	Keratina 1l	121	S/ 16.89	S/ 118.25	6	3	12,775.04	21	3

Nota. Tomado de “gestión de inventarios en la empresa Soho color salón & spa en Trujillo (Perú)”, por Pérez y Wong, 2019.

A modo de comparación y de observar los beneficios del proceso de mejora utilizando herramientas de planificación, en la tabla 34 se observan los resultados actuales versus los propuestos.

Tabla 34

Costo de posesión de inventario.

Producto	Lote óptimo	Costo óptimo	Lote actual	Costo actual	Diferencia s/	Diferencia %
Tinte evolution	28	S/ 73,740.46	450	186,047.69	112,307.22	0.61097771
Blondor 500 gr	11	S/ 43,501.40	74	53,650.42	10,149.01	0.05521302
Tinte color essence	27	S/ 31,666.48	438	78,658.02	46,991.54	0.25564503
Aceite propoleos	10	S/ 25,573..54	60	30,261.11	4,687.57	0.02550147
Wellastrate intenso x 1l	15	S/ 19,719.29	137	28,801.01	9,081.73	0.04940673
Keratina 1l	6	S/ 12,775.04	20	13,773.54	598.51	0.00325603

Nota. Tomado de “gestión de inventarios en la empresa Soho color salón & spa en Trujillo (Perú)”, por Pérez y Wong, 2019.

- Resultados y conclusiones del caso de estudio

El principal resultado de la aplicación de este modelo en la empresa es que, gracias a la aplicación de las herramientas de clasificación de inventarios y sistemas de renovación de

inventarios, tan solo evaluando 6 de los productos de un total de 38, se pudo ahorrar S/ 174 064 debido a que se consiguieron valores óptimos para el tamaño de lote.

Como conclusiones de este caso aplicado a la empresa Soho Color, se tiene que en definitiva no todos los productos que maneja la empresa tienen las mismas necesidades de control logístico, según el valor o costo que represente en base al costo total, merecerá mayor enfoque respecto al detalle de su seguimiento. Además, utilizar modelo como el del EOQ, realmente da como resultado mejores tamaños de lote, que minimizan el costo total de gestionar el inventario.

3.2.4 Caso de estudio 4: “Determinación del tamaño del pedido en el almacén de un restaurante”

El cuarto caso de estudio fue publicado en el año 2013 por los académicos González, Garza y Trujillo para la Revista de Ingeniería Industrial (Cuba). El artículo desarrolla la aplicación de tamaños de lote en el almacén de un restaurante, el cual registraba pérdidas que bordeaban los 5 000 dólares, ya que no contaba con un modelo de gestión de inventarios. Es por eso que, se plantean las siguientes propuestas de mejora: clasificación de inventarios ABC, pronóstico de la demanda y modelos de gestión de inventarios.

- Descripción y problemática del sector

En el sector de restaurantes, una de las más altas prioridades logísticas es la de manejar de forma eficiente los almacenes de alimentos, es decir, la gestión de inventarios; pues, en su mayoría los productos son perecibles (tiempo de vida limitado) y esto exige un mayor esfuerzo para evitar cifras altas de pérdidas por insumos en mal estado. Sin embargo, contadas son las veces que el aprovisionamiento en restaurantes se realiza en base a criterio de experto, lo que afecta directamente a los indicadores de costo y mermas.

- Diagnóstico del restaurante

Se analizaron los indicadores económicos de los dos últimos años y respecto del 2009 se percibió 6% menos de ingresos en el 2010, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 35

Comparación de indicadores del restaurante.

Indicadores	Año 2009	Año 2010
Ingresos (\$)	6868.5	6408.8
Utilidades (\$)	2735.9	2376.4
Costos y Gastos (\$)	5585.3	5916.5

Nota. Tomado de “Determinación del tamaño del pedido en el almacén de un restaurante”, por Gonzáles, Garza y Trujillo, 2013.

Normalmente dentro de la empresa la planificación del abastecimiento se ha hecho en base a juicio de expertos, sin contar con un análisis profundo del comportamiento de la demanda, explicándose así una de las razones por el aumento de los costos. Por ejemplo, las mermas de productos en el almacén, que alcanzan los \$ 2039,73. Además, el restaurante en cuestión no cuenta con personal especializado en gestionar las órdenes de compra (no se conocen tampoco en qué tamaño de lotes hacer los pedidos), ni maneja parámetros fijos para la gestión de su inventario. El almacén en cuestión no está manejado bajo conceptos como gestión de inventarios o gestión de compras, y es lo que se propone implementar en vista de que los indicadores económicos resaltan un ineficiente desempeño en el último año.

- Propuesta de mejora

La mejora se planteó bajo la secuencia de 5 pasos. El primero consiste en la selección de los productos de mayor interés; esto en base a la utilización de la técnica ABC, o también conocida como principio de Pareto, con el objetivo de garantizar que los productos en cuestión sean quienes constituyan o el mayor valor monetario, o el mayor costo en mermas, o quienes aporten más al volumen de ventas (la regla la deciden los encargados del área). Como segundo paso se determina el comportamiento de la demanda de los productos, para que seguidamente se pueda proyectar su necesidad, a través de diversas técnicas de pronósticos. El tercer paso consiste en determinar todos

los costos de inventario como la tasa anual de posesión de inventarios o el costo de ordenar. En cuarto lugar, se establece el nivel de servicio esperado, el cual se refiere al grado en que se cumplen los diferentes parámetros que caracterizan al servicio ofertado. Y, por último, como quinto paso se tiene el cálculo de las variables de inventario como: la cantidad óptima de producto a solicitar, el nivel óptimo de inventario y las utilidades esperadas respecto al nivel de servicio determinado en el paso anterior (González C., Garza R. y Trujillo I., 2013). Se elaboró el siguiente gráfico para tener mejor visibilidad de las cinco etapas.



Figura 18. Propuesta de mejora planteada por los autores.

La clasificación ABC de los productos se realizó en base al criterio de costo de mermas, donde 11 de las 35 familias de productos analizadas significaban el 80% de estas pérdidas, siendo las familias de líquidos, carnes y víveres (quienes representan aproximadamente el 34,29% del total). En vista de que la familia de líquidos es la cual genera el mayor porcentaje de costos representativos, se procede a realizar un segundo análisis ABC para determinar específicamente a qué zona pertenece cada uno de ellos y proseguir con los siguientes pasos de la mejora.

Se tiene que, de los 57 productos pertenecientes a la categoría de líquidos, 12 acumulan el 81,77% de los costos por mermas. De estos se seleccionan 4 para seguir con la implementación de la mejora (ver tabla 36).

Tabla 36

Productos seleccionados.

Producto	UM	Costo	%
Cerveza Cristal	lata	200.84	18.47
Cerveza Bucanero	lata	180.28	16.57
Cerveza Cristal	botella	83.47	7.67
Cerveza Bucanero	botella	78.27	7.20

Nota. Tomado de “Determinación del tamaño del pedido en el almacén de un restaurante”, por González, Garza y Trujillo, 2013.

Luego, se determina el pronóstico de la demanda analizando su comportamiento a través de distribuciones aleatorias, pues no se encontró un patrón para las necesidades de consumo sobre un horizonte en particular. Es así que, a través de la data histórica de las ventas de los años 2009 y 2010, se evaluaron distribuciones por cada uno de los 4 productos seleccionados. Se utilizan pruebas de bondad de ajuste para aceptar estadísticamente la validez de cada propuesta. A continuación, se determinaron los parámetros de inventario que más se ajustaran a las características de almacén teniendo como valor actual del nivel de servicio en un 99%; sin embargo, utilizando un *software* que maximiza los valores del nivel de servicio para obtener mayores utilidades, arrojó como resultado que 66% es un nivel suficiente de servicio adecuado y aceptable.

Tabla 37

Nivel de servicio del 66%.

Producto	UM	Valor óptimo (u)	Utilidad (\$)
Cerveza Cristal	lata	2688	2013.51
Cerveza Bucanero	lata	1973	1352.61
Cerveza Cristal	botella	1605	1186.91
Cerveza Bucanero	botella	1028	3411.88

Nota. Tomado de “Determinación del tamaño del pedido en el almacén de un restaurante”, por Gonzáles, Garza y Trujillo, 2013.

Finalmente, con el apoyo de una herramienta de simulación, las relaciones tamaño de lote, costo y utilidad, con el objetivo de establecer la cantidad óptima de producto a comprar, se obtuvo que la cantidad de producto comprado actual, en su mayoría sobrepasa el tamaño de lote propuesto, especialmente en el producto de cerveza Bucanero en lata (ver tabla 37). Además, realizando un análisis de la variable costo, también muestra un resultado positivo por parte de la propuesta del nuevo tamaño de lote.

- Resultados y conclusiones del caso de estudio

El principal resultado de la aplicación de este modelo en el almacén de un restaurante es que la mejora generó un aumento de las utilidades de 696,54 dólares y disminución del costo final de 630,62 dólares en un horizonte de 3 semanas.

A modo de conclusión, el uso de herramientas de gestión de inventario para determinar políticas de control de existencias genera mejores resultados en base a la reducción de costos u obtención de utilidades; pues, son mucho más precisas que el uso de conocimientos de experto (siempre y cuando se construyan en base a información histórica real). Determinar tamaños de lote y generar pronósticos de la demanda mejorará el desempeño de los inventarios debido a que son soluciones desarrolladas en base a datos que reflejan la realidad. En definitiva, un almacén que pertenezca a un servicio como los restaurantes, requiere de la implementación de sistemas que gestionen su inventario, para no incurrir en pérdidas de grandes sumas de dinero.

3.2.5 Caso de estudio 5: “Propuesta de un sistema para el control de los inventarios de agroquímicos a granel en una empresa de servicio de fumigación para cultivos de caña”

El quinto caso de estudio fue publicado en el año 2019 por Parra y Gallego para el Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Santiago de Cali (Colombia). El artículo de investigación presenta el desarrollo de una propuesta para optimizar el manejo de inventarios en una empresa de fumigación de cultivos de caña, basada en el análisis ABC de los inventarios.

- Características y problemáticas del sector

El autor detalla que los ingenios azucareros o empresas de caña de azúcar mayormente tercerizan las actividades del control de las malezas, por lo que empresas especializadas en este tipo de operaciones, como lo es la empresa del presente caso de estudio, se encargan de manejar los inventarios de insumos necesarios para dicha actividad. Estas empresas presentan

problemáticas en la gestión de las materias primas necesarias para el cuidado post-cultivo (fumigación) de ingenios azucareros.

- Diagnóstico de la empresa

Parra y Gallego (2019), para el recopilamiento de información, se basó en intervenciones orales con el personal de la empresa, así como la revisión de informes sobre inventarios y base de datos histórica de los mismos. Para el diagnóstico recurrió al método ABC para la clasificación de las existencias. El autor menciona como principal problema, fruto del diagnóstico, al control del stock de productos químicos, pues es donde se presentan pérdidas por vencimientos o caducidad de estos. Según información proporcionada por el gerente general, el impacto económico por mes generado por la mala gestión del inventario llega a 4% del valor de los 26 artículos agroquímicos, equivalente a \$ 6 243 332.

- Propuesta de mejora

Parra y Gallego (2019) plantea la mejora de control de inventarios a través de un rediseño de las políticas de inventario en base a los resultados del análisis ABC. En primer lugar, se realiza el análisis del inventario de productos agroquímicos del año 2017, clasificación según el modelo ABC. Se encontraron 26 ítems, los que a partir de la valoración del costo de cada uno de ellos se hizo el ranking para calcular a qué zona pertenecen.

Tabla 38

Cálculos de clasificación ABC según valoración de pérdidas.

PRODUCTO	COSTO	AJUSTE 2017	COSTO AJUSTE	AJUSTE ACUMULADO	% AJUSTE ACUMULADO	ZONA	%
CASCABEL X LT APLICACIÓN	\$ 13.048	3125,133	\$ 40.776.735	\$ 40.776.735	26,12%	A	79,09%
KARMEX X KG APLICACIÓN	\$ 24.091	1249,36	\$ 30.098.332	\$ 70.875.067	45,40%	A	
TERBUTREX 50 SC X LT APLICACIÓN	\$ 17.778	1171,416	\$ 20.825.434	\$ 91.700.501	58,74%	A	
CALLISTO 480 SC X LT APLICACIÓN	\$ 150.000	109,814	\$ 16.472.100	\$ 108.172.601	69,29%	A	
PROFIURON 800 X LT APLICACIÓN	\$ 22.193	689,44	\$ 15.300.742	\$ 123.473.343	79,09%	A	
AMINA X LT APLICACIÓN	\$ 9.368	1264,093	\$ 11.842.023	\$ 135.315.366	86,68%	B	14,45%
MASTER X LT APLICACIÓN	\$ 25.968	267,755	\$ 6.953.062	\$ 142.268.428	91,13%	B	
TROTON SL X LT APLICACIÓN	\$ 16.983	221,85	\$ 3.767.679	\$ 146.036.106	93,55%	B	
HEXAZINONA 75% WDG x 1 GRAMO APLICACIÓN	\$ 112	31683	\$ 3.548.496	\$ 149.584.602	95,82%	C	6,45%
MEXCLATER x LT APLICACIÓN	\$ 14.364	116,352	\$ 1.671.280	\$ 151.255.882	96,89%	C	
KRISMAT X KG APLICACIÓN	\$ 55.824	22,867	\$ 1.276.527	\$ 152.532.410	97,71%	C	
GESAPRIM X KG APLICACIÓN	\$ 23.118	55,091	\$ 1.273.594	\$ 153.806.004	98,52%	C	
BIOCEL X LT APLICACIÓN	\$ 110.900	6,63	\$ 735.267	\$ 154.541.271	98,99%	C	
HARNESX X LT	\$ 22.961	19,092	\$ 438.371	\$ 154.979.642	99,27%	C	
HUMIFERT X LT APLICACIÓN	\$ 33.350	7,85	\$ 261.798	\$ 155.241.440	99,44%	C	
TRICEL AMINO 20-20-20 x KG APLICACIÓN	\$ 32.950	6,25	\$ 205.938	\$ 155.447.377	99,57%	C	
ROUNDUP X LT APLICACIÓN	\$ 10.231	19,602	\$ 200.548	\$ 155.647.925	99,70%	C	
PEGAL PH X LT APLICACIÓN	\$ 15.732	8,4	\$ 132.149	\$ 155.780.074	99,79%	C	
DEFENSA x LT APLICACIÓN	\$ 16.983	5,94	\$ 100.879	\$ 155.880.953	99,85%	C	
PEGAL HUMECTANTE X LT APLICACIÓN	\$ 9.190	10,6	\$ 97.414	\$ 155.978.367	99,91%	C	
PEGAL V-OIL X LT APLICACIÓN	\$ 12.170	3,7	\$ 45.029	\$ 156.023.396	99,94%	C	
ROZAR 60 WG X GR APLICACIÓN	\$ 366	87,39	\$ 31.985	\$ 156.055.381	99,96%	C	
ACTIVOL X GR APLICACIÓN	\$ 433	57	\$ 24.681	\$ 156.080.062	99,98%	C	
GERMI-K X LT APLICACIÓN	\$ 54.000	0,06	\$ 3.240	\$ 156.083.302	99,98%	C	

Nota. Tomado de “Propuesta de un sistema para el control de inventarios de agroquímicos a granel en una empresa de servicio de fumigación para cultivos de caña”, por Parra y Gallego, 2019.

Se observa que la valorización del inventario equivale a \$ 156 111 746, donde 5 productos (20% del total) representan el 79,09% de este costo total, lo cual hace sentido pues, son los artículos que más rotación tienen y que se usan con mayor frecuencia en las actividades de fumigación. El 20,91% restante de la valorización está compuesta por los siguientes 22 productos químicos (3 pertenecientes a la zona B y 19 a la C) son insumos utilizados en operaciones menos frecuentes como estimulación de cultivos o malezas que necesiten tratamientos más fuertes; por lo que su demanda es intermitente y se los tiene en almacén por motivos de previsión y seguridad. La propuesta de mejora planteada, a partir del análisis actual (ver figura 19), respecto al control de inventarios involucra los siguientes aspectos:

Primero, establecer un control con frecuencia diaria de los inventarios con el objetivo de identificar stock deteriorado, insumos faltantes o sobrante y el estado salubre de estos. En el diagrama siguiente se explica a detalle la propuesta:



Figura 19. Mejora para el control de inventarios.

Tomado de "Propuesta de un sistema para el control de inventarios de agroquímicos a granel en una empresa de servicio de fumigación para cultivos de caña", por Parra y Gallego, 2019.

Segundo, establecer instrumentos de medición que faciliten el monitoreo del inventario y la utilización de los insumos como el indicador de utilización de materia prima (diaria) que establece la proporción entre la cantidad solicitada de los productos y la cantidad consumida en las labores diarias; el indicador de precisión de devoluciones (diaria) que establece la proporción entre aquellos productos que fueron entregados para la labor de fumigación y el momento de la devolución al almacén de los mismos; el indicador de eficiencia de los insumos (diaria) que establece el rendimiento real de los insumos versus lo que está dictaminado por el libro técnico; el indicador de contabilidad del inventario (mensual): establece hacer monitoreo entre la cantidad dispuesta en los registros de cada producto agroquímico y la cantidad real que se encuentra en las bodegas; y, finalmente, el indicador de peticiones, quejas y reclamos (mensual) que establece la dimensión cuantitativa de los posibles reclamos que surjan por parte de los clientes.

- Resultados y conclusiones

Se concluye que el análisis ABC permite conocer a qué artículos hay que tratar con mayor rigurosidad al momento de establecer políticas de inventarios, pues los que pertenecen a la zona A de esta clasificación son los que representan aproximadamente el 80% de la valorización del inventario. En este caso particular 5 de 22 artículos, acumulaban el 79,09% del costo total del inventario. El impacto económico de la mejora es un equivalente al ahorro de \$ 12 486 664; gracias a las mejoras en la administración de las políticas de inventarios, el añadir cuadrillas de control diario y mensual y la utilización de indicadores que sirvan como alertas que faciliten el actuar rápido frente a fuertes desviaciones de los resultados esperados. Finalmente, se recomienda aplicar la filosofía de Deming (PHVA) para estar constante mejora continua del proceso de gestión de inventarios, para que se vayan implementando las medidas correctivas pertinentes para mermar ineficiencias del proceso.

3.2.6 Caso de estudio 6: “Gestión de inventarios para reducir los costos de almacén de Manpower Perú E.I.R.L.”

El sexto caso de estudio fue publicado en el año 2018 por López y Galarreta para la Revista de Investigación Científica Ingnosis (Perú). El artículo de investigación presenta el desarrollo de un modelo de gestión de inventarios para reducir los costos del almacén de una empresa tercerizadora de servicios.

- Problemática del sector

Las empresas tercerizadoras deben estar listas para poder brindar correctamente los servicios a sus clientes; por lo que llevar el control de sus inventarios es una de sus prioridades si es que los materiales dentro de sus almacenes son los que le permiten realizar con prontitud y excelencia las actividades de su giro de negocio.

- Propuesta de mejora

López y Galarreta (2018) realizaron en primera instancia el análisis de los inventarios utilizando la ley de Pareto (80/20). Se tuvo como criterio la valorización de la inversión de cada uno de las familias de artículos, es decir (Cantidad x Costo). De acuerdo a este valor acumulado, se subdividió el total de 22 familias de productos en 3 zonas. La zona A que incluye a las pinturas, triplay, limpieza, tornillos/clavos/pernos, uniforme, gasfitería, cintas, accesorios de trabajo y cerrojos, 9 familias que representan el 80,98% de la inversión total en existencias. La zona B conformada por el thinner, guantes, bisagras, válvulas, otros, brochas y lijas, 6 familias que representan el 15,59% de la inversión total de las existencias. Y, por último, la zona C representada por las lijas, calzado, detergente, tintas para madera, espátulas, uniones y abrazaderas, 7 familias que representan apenas el 3,43% del valor total de los inventarios.

Tabla 39

Clasificación ABC de las familias pertenecientes al almacén de la empresa.

N°	Familias	Cantidad	Inversión (S/)	% inversión	% inversión acumulada	Análisis ABC
1	Pintura	183	21,102.88	33.41%	33.41%	A
2	Triplay	95	5,289.00	8.37%	41.78%	A
3	Limpieza	843	4,314.00	6.83%	48.61%	A
4	Tornillos, clavos y pernos	1569	4,274.05	6.77%	55.38%	A
5	Uniforme	153	4,105.00	6.50%	61.88%	A
6	Gasfitería	41	3,703.90	5.86%	67.74%	A
7	Cintas	577	3,300.70	5.23%	72.97%	A
8	Accesorios del trabajo	229	2,656.20	4.21%	77.17%	A
9	Cerrojos	99	2,406.70	3.81%	80.98%	A
10	Thinner	105	1,876.50	2.97%	83.95%	B
11	Guantes	190	1,722.70	2.73%	86.68%	B
12	Bisagras	86	1,460.20	2.31%	88.99%	B
13	Válvulas	38	1,323.80	2.10%	91.09%	B
14	Otros	67	1,219.80	1.93%	93.02%	B
15	Brochas	102	1,160.00	1.84%	94.86%	B
16	Lijas	404	1,080.90	1.71%	96.57%	C
17	Calzado	29	902.30	1.43%	98.00%	C
18	Detergente	10	538.10	0.85%	98.85%	C
19	Tintas para madera	29	362.50	0.57%	99.42%	C
20	Espátulas	35	186.60	0.30%	99.72%	C
21	Uniones	37	102.50	0.16%	99.88%	C
22	Abrazaderas	95	76.10	0.12%	100.00%	C
TOTAL		5016	63,164.43	100.00%		

Nota. Tomado de “Gestión de inventarios para reducir los costos del almacén de Manpower Perú E.I.R.L.”, por López y Galarreta, 2018.

El siguiente paso es analizar la demanda de los productos, según la familia a la que pertenecen. Los autores deciden realizar los cálculos con solo tres de las familias de la zona A: pintura, triplay y limpieza. Para estas tres, se calcula la ecuación de la demanda con el método de regresión lineal, para luego calcular el valor pronosticado de los valores en los 11 meses siguientes (ver tabla).

$$\text{Pintura: } Y = -0.2976(X) + 24.214$$

$$\text{Triplay: } Y = -0.7738(X) + 15.382$$

$$\text{Limpieza: } Y = -0.2976(X) + 24.214$$

Tabla 40

Proyección de la demanda y costos por familia del inventario.

T	Familia PINTURA (gal)			Familia TRIPLAY (planchas)			Familia LIMPIEZA (kg)		
	Pronóstico demanda	Ingreso por venta (S/)	Periodos (2017)	Pronóstico demanda	Ingreso por venta (S/)	Periodos (2017)	Pronóstico demanda	Ingreso por venta (S/)	Periodos (2017)
1	22	2,322.18	9	8	495.18	9	93	488.25	9
2	21	2,290.09	10	8	449.52	10	90	473.81	10
3	21	2,258.00	11	7	403.87	11	88	459.38	11
4	21	2,225.91	12	6	358.21	12	85	444.94	12
5		-	-		-	-		-	-
6		-	-		-	-		-	-
7		-	-		-	-		-	-
8	20	2,193.82	13	5	312.56	13	82	430.50	13
9	20	2,161.73	14	5	266.90	14	79	416.06	14
10	20	2,129.64	15	4	221.25	15	77	401.63	15
11	19	2,097.55	16	3	175.60	16	74	387.19	16
Promedio		2,209.87			335.39			437.72	

Nota. Tomado de “Gestión de inventarios para reducir los costos del almacén de Manpower Perú E.I.R.L.”, por López y Galarreta, 2018.

López y Galarreta (2018) evaluaron las fluctuaciones de la demanda de cada familia y propusieron el sistema de inventarios P con demanda probabilística. Seguidamente se pasa al cálculo del stock de seguridad (SS) de acuerdo al nivel de servicio, por lo que para calcularlo se usa la siguiente fórmula:

$$N.S. = \frac{\text{Cantidad de artículos utilizados}}{\text{Cantidad de artículos utilizados} + \text{Cantidad de artículos inservibles}}$$

En la siguiente tabla elaborada por los autores, se utilizan los valores de esta para calcular el N.S. de las familias de productos, teniendo como resultados: 95,91% ($Z=2.04$).

Tabla 41

Cantidades necesarias para calcular el N.S.

N°	Familia	Unidades	Costo unitario (S/)	Cantidad utilizada (unidades)	Importe de artículos utilizados (S/)	Cantidad inservibles (unidades)	Importe de artículos inservibles (S/)
1	Pintura	Gal	107.83	278	29,977.44	29	3,127.14
2	Triplay	Planchas	59.00	143	8,437.00	37	2,183.00
3	Limpieza	Kg	5.25	1269	6,662.25	6	31.50
TOTAL			172.08	1690	45,076.69	72	5,341.64

Nota. Tomado de “Gestión de inventarios para reducir los costos del almacén de Manpower Perú E.I.R.L.”, por López y Galarreta, 2018.

Luego, conociendo el valor del lead time según familias: pintura y triplay (0,2 meses) y limpieza (0,1 meses); se procede a calcular los stocks de seguridad (ver tabla 55) utilizando la siguiente fórmula:

$$SS = Z \times \sigma L$$

Tabla 42

Inventario de seguridad por familia.

N	Familia	Unidad	Demanda histórica	σ	Nivel de Servicio	Z	L	$\sigma (\sigma \times \sqrt{L})$	Inventario de seguridad (S)
1	Pintura	Gal	278	14.9	95.91%	2.04	0.2	6.7	13.7
2	Triplay	Planchas	143	7.6	95.91%	2.04	0.2	3.4	6.9
3	Limpieza	Kg	1269	16.1	95.91%	2.04	0.1	5	10.2

Nota. Tomado de “Gestión de inventarios para reducir los costos del almacén de Manpower Perú E.I.R.L.”, por López y Galarreta, 2018.

Teniendo entonces el valor del SS, se procede con la identificación de los costos de adquisición, costos de ordenar y costos de posesión de inventarios, para determinar la política de EOQ, hallando justamente el tamaño de Q^* .

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times \text{Costo de ordenar} \times \text{Demanda anual}}{\text{Costo de inventario}}}$$

$$ROP = \text{Demanda} \times \text{Lead time} + SS$$

$$\text{Costo anual} = C. \text{ordenar} \times \frac{\text{Demanda}}{Q} + \frac{Q \times C. \text{inventario}}{2} + C. \text{unitario} \times \text{Demanda}$$

Tabla 43

Resultados cálculo sistema Q.

N	Familia	Unidad	D	s	H	EOQ (Q)	Número de pedido (N = D/Q)	Costo total anual (S/)	Punto de Reorden ROP + S
1	Pintura	gal	164	121	21.56	43	4	18910.99	33 + 14 = 47.00
2	Triplay	Planchas	45	121	11.80	31	2	3096.15	9 + 7 = 16.00
3	Limpieza	kg	667	121	1.050	394	2	3923.94	66.7 + 10 = 77.00

Nota. Tomado de “Gestión de inventarios para reducir los costos del almacén de Manpower Perú E.I.R.L.”, por López y Galarreta, 2018.

Finalmente, se hizo comparación entre los costos totales sin la propuesta y usando la nueva política de inventario por cada familia de manera independiente. Los resultados fueron favorables, especialmente porque hicieron notar los ahorros al momento de generar menos pedidos anuales y en menores cantidades que las actuales, sin dejar de atender a la demanda esperada. Por ejemplo, en la familia de pinturas, se ahorraron S/ 5 801,89 (21,48%), en la familia de triplay, S/ 2 706,05 (40,79%) y en la familia de limpieza se ahorraron un total de S/ 335,55 (7,54%).

- Resultados y conclusiones

Los costos relacionados a la gestión de inventarios se redujeron en un 23,21%, pues de S/ 38 102,57, tras la implementación del modelo, disminuyeron hasta llegar a S/ 8 843,49. Además, la utilización de pronósticos permite tener un estimado lo más cercano posible al comportamiento de la demanda, lo cual da lugar a establecer mejores políticas de inventario y se obtienen los datos de demanda anual correspondientes. Adicionalmente, realizar el análisis ABC a nivel de familias es beneficioso pues reduce la cantidad de cálculos previos al final que se debe hacer para la selección de parámetros de política de inventario, por lo que es una buena alternativa si se tienen artículos con rasgos en común. Finalmente, establecer el valor del stock de seguridad según el nivel de servicio que se desea ofrecer permite controlar con mayor precisión las ocasiones de

rotura de stock, y esto va a depender también de a qué artículos se los va a considerar con ese N.S., pues este tipo de políticas aplica muy bien a quienes son categorizados como clase A.

3.3 Mejoras en empresas distribuidoras o comercializadoras

3.3.1 Caso de estudio 7: “Gestión de políticas de inventario en el almacenamiento de materiales de acero para la construcción”

El séptimo caso de estudio fue publicado en el año 2018 por Contreras, Atziry, Martínez y Sánchez para la Revista de Ingeniería Industrial (Chile). Este artículo de investigación plantea la administración de políticas de inventario para los almacenes de una empresa comercializadora de aceros para la construcción con el fin de optimizar el funcionamiento del sistema Q actual de la empresa.

- Descripción y problemática del sector

En el sector de distribución masiva de productos, la gestión de los inventarios es fundamental para evitar pérdidas, pues los inventarios suelen representar entre el 50% y 70% de los activos en las empresas de este sector; por lo que gran parte de su capital se encuentra allí inmovilizado. Disponer de políticas de inventario adecuadas para el desarrollo de un negocio de corte distribuidor es necesario y decisivo para dar correcta cobertura al plan de ventas organizacional. Estas políticas expresan el nivel de días de ventas futuras con el que la distribuidora está lo suficientemente abastecida, sin que afecte de manera negativa los costos financieros.

- Diagnóstico de la empresa

Contreras et al. (2018, p. 9) describen los siguientes problemas en la empresa en cuestión. El primer problema es que la empresa no cuenta con un método para llevar el control de sus inventarios, lo cual genera un incumplimiento de aproximadamente el 35% de los pedidos de sus

clientes en términos de plazos, y un 27% en términos de totalidad de envío. Esta situación ha dado como resultado la pérdida del 12% de su clientela. El segundo problema trata de que, a consecuencia del incumplimiento de los requerimientos, se generan en un 45% re procesos, en un 60% sobretiempos y en un 85% el uso de las horas extras de los trabajadores. Además, de un aumento del gasto administrativo (35%). Y el último problema se relaciona a los costos asociados por la falta de una metodología para la gestión del inventario, que tiene un valor de \$ 28 536, aún sin considerar las pérdidas por ventas no realizadas.

A continuación, se muestra el catálogo de materiales que la empresa comercializa.

Tabla 44

Catálogo de materiales de la empresa comercializadora.

No.	Materiales	Medida	Proveedor
1	Armex 20x15	Piezas	Villacero S.A de C.V
2	Armex 15x15	Piezas	Villacero S.A de C.V
3	Lamina 2,44	Piezas	Ternium México S.A de C.V
4	Lamina 3,05	Piezas	Ternium México S.A de C.V
5	Lamina 3,66	Piezas	Ternium México S.A de C.V
6	Lamina 4,27	Piezas	Ternium México S.A de C.V
7	Lamina 4,88	Piezas	Ternium México S.A de C.V
8	Lamina 5,50	Piezas	Ternium México S.A de C.V
9	Lamina 6,10	Piezas	Ternium México S.A de C.V
10	Malla 610	Piezas	De Acero, S.A de C.V
11	Malla 666	Piezas	De Acero, S.A de C.V
12	Plafón 500	Piezas	De Acero, S.A de C.V
13	Alambre	Toneladas	Ternium México S.A de C.V
14	Alambrón	Toneladas	Ternium México S.A de C.V
15	Clavo	Toneladas	Industrial Sobasa, S.A de C.V
16	Varilla 1" VHM	Toneladas	Hylsa S.A de C.V
17	Varilla 1/2 Gasa	Toneladas	Grupo Acerero S.A de C.V
18	Varilla 1/2 VHP	Toneladas	Ternium México SA de C.V
19	Varilla 3/8 Gasa	Toneladas	Grupo Acerero S.A de C.V
20	Varilla 3/8 VHP	Toneladas	Ternium México S.A de C.V

Nota. Tomado de “Gestión de políticas de inventario en el almacenamiento de materiales de acero para la construcción”, por Contreras et al., 2018.

Ahora, para la aplicación del modelo de gestión de inventarios, se define utilizar los 20 artículos detallados en la tabla 44.

- Propuesta de mejora

Se van a desarrollar políticas de inventario que permitan devolver la credibilidad a la empresa, por lo que a partir de modelos matemáticos se analizará el comportamiento de la demanda de los materiales listados anteriormente (20). A través del cálculo del coeficiente de variabilidad (CV), se va a establecer si a los artículos les corresponde un análisis de demanda probabilística o determinística, pues para ambos casos existe un diferente planteamiento de sistemas de renovación de inventarios. En la tabla 45, los autores calcularon los valores del CV para cada artículo.

Tabla 45

Determinación del modelo según CV para cada artículo.

No.	Materiales	Promedio de demanda anual (Piezas)	Cv	Modelo
1	Armex 15X20	247 285	0,59	Probabilístico
2	Lamina 3,05	1 206	0,81	Probabilístico
3	Lamina 2,44	641	1,12	Probabilístico
4	Lamina 3,66	1 058	0,66	Probabilístico
5	Lamina 4,27	1 090	0,96	Probabilístico
6	Lamina 4,88	1 230	0,84	Probabilístico
7	Lamina 6,10	737	0,72	Probabilístico
8	Armex 15x15	247 285	0,59	Probabilístico
9	Lamina 5,50	765	1,02	Probabilístico
10	Plafón 500	208	0,26	Probabilístico
11	Malla 610	55,85	1,02	Probabilístico
12	Malla 666	55,85	1,02	Probabilístico
No.	Materiales	Promedio de demanda anual (Toneladas)	Cv	Modelo
13	Varilla 3/8 VHP	1 133	0,13	Determinístico
14	Varilla 1/2 VHP	2 944	0,31	Probabilístico
15	Alambrón	2 579	0,23	Probabilístico
16	Alambre	1 218	0,08	Determinístico
17	Varilla 1" VHM	1 313	0,66	Probabilístico
18	Varilla 3/8 Gaza	1 133	0,13	Determinístico
19	Varilla 1/2 Gaza	1 155	0,24	Probabilístico
20	Clavo	245	0,16	Determinístico

Nota. Tomado de “Gestión de políticas de inventario en el almacenamiento de materiales de acero para la construcción”, por Contreras et al., 2018.

Luego de asignársele un modelo a cada artículo, se procede con el cálculo de los valores necesarios para cada uno de ellos. El modelo determinístico será desarrollado a través del sistema Q (EOQ) de renovación de inventarios; y el modelo probabilístico a través de un sistema Q con demanda desconocida y desviación estándar (q , R). En las tablas 46 y 47, se muestran los resultados obtenidos para los artículos 13 (determinístico) y 14 (probabilístico).

Tabla 46

Resultados para el modelo determinístico.

Modelo de Lote económico de pedido (Economic Order Quantity- EOQ)						
No.	Material	Cantidad optima a ordenar en toneladas (q^*)	Número de pedidos por año (n)	Tiempo en días entre solicitud de pedidos (T^*)	Costos logísticos de inventario totales US\$ (μ)	Punto de reorden en toneladas (R.)
1	VARILLA 3/8 VHP	62,09	18,26	19,99	629 248,01	12,43

Nota. Tomado de “Gestión de políticas de inventario en el almacenamiento de materiales de acero para la construcción”, por Contreras et al., 2018.

Tabla 47

Resultados del modelo probabilístico.

Modelos de revisión continua con demanda incierta - con desviación estándar (q,R)						
No.	Material	Cantidad optima a ordenar en toneladas (q^*)	Punto de reorden en toneladas (R.)	Costos logísticos de inventario totales US\$ (μ)	Nivel de servicio (%)	Stock de seguridad (Piezas)
1	Varilla 1/2 VHP	4,88	25,56	136 159,34	99	0,04

Nota. Tomado de “Gestión de políticas de inventario en el almacenamiento de materiales de acero para la construcción”, por Contreras et al., 2018.

Finalmente, aplicados los métodos, se presentan los resultados de las políticas de renovación de inventario y sus costos logísticos asociados, fruto de la propuesta de mejora.

Tabla 48

Políticas de inventario para el método determinístico.

No.	Material	Cantidad optima a ordenar en toneladas (q*)	Número de pedidos por año (n)	Tiempo en días entre solicitud de pedidos (T*)	Costos logísticos de inventario totales US\$ (mu)	Punto de reorden en toneladas (R.)
1	Varilla 3/8 VHP	62,09	18,26	19,99	629248,01	12,43
2	Alambre	64,35	18,93	19,28	984814,41	13,35
3	Varilla 3/8 Gaza	62,09	18,26	19,99	530968,03	12,43
4	Clavo	28,86	8,49	43,00	187352,92	2,68

Nota. Tomado de “Gestión de políticas de inventario en el almacenamiento de materiales de acero para la construcción”, por Contreras et al., 2018.

Tabla 49

Políticas de inventario para el método probabilístico.

Modelos de revisión continua con demanda incierta - con desviación estándar (q,R)						
No.	Material	Cantidad optima a ordenar en toneladas (q*)	Punto de reorden en toneladas (R.)	Costos logísticos de inventario totales US\$ (mu)	Nivel de servicio (%)	Stock de seguridad (Piezas)
1	Varilla 1/2 VHP	4,88	25,56	136159,34	99	0,04
2	Alambrón	4,61	21,5	117038,38	99	0,10
3	Varilla 1" VHM	3,24	10,96	61309,91	99	0,05
4	Varilla 1/2 Gaza	3,1	9,64	52078,18	99	0,14

Nota. Tomado de “Gestión de políticas de inventario en el almacenamiento de materiales de acero para la construcción”, por Contreras et al., 2018.

Los resultados finales de la propuesta se ven reflejados en el ahorro de presupuesto generado por la aplicación de la mejora en las políticas de inventarios. Se reduce en un 30% el presupuesto asignado a la gestión de inventarios de la empresa.

- Resultados y conclusiones del caso de estudio

Se concluye que usar el coeficiente de variación es una técnica adecuada para determinar qué tipo de modelos de políticas de inventarios usar, en el caso de estudio, permitió conocer que, de los 20 artículos en cuestión, 16 son probabilísticos y 4 determinísticos. Según esto se les asignó

el modelo Q correspondiente. Además, hacer cálculos y usar modelos matemáticos que permitan determinar políticas de inventario más exactas a las características de la demanda de los artículos, en definitiva, reduce el error en la planificación del aprovisionamiento de materia prima y en efecto reduce los costos de mantenimiento de inventario, de adquisición y de gestión de compras.

3.3.2 Caso de estudio 8: “Gestión de inventarios para distribuidores de productos perecederos”

El octavo caso de estudio fue publicado en el año 2017 por Escobar, Linfati y Jaimes en la Revista Científica Ingeniería y Desarrollo (Colombia). El artículo de investigación comprende el desarrollo de una política de gestión de inventarios para una empresa distribuidora de pescado fresco, con el objetivo de generar la mayor cantidad de utilidades utilizando la simulación.

- Descripción y problemática del sector

La industria del aprovisionamiento busca asegurar la disponibilidad de los bienes necesarios para la realización de las actividades del día a día de las empresas minoristas a las que abastece. En el caso de la distribución de alimentos perecederos, es decir, de alimentos de tiempo de vida corto, la rapidez y eficacia del control logístico que posea es fundamental. Además, también es un factor crítico para evitar pérdidas de grandes sumas de dinero por materia prima inservible o ventas no realizadas por falta de stock.

- Diagnóstico de la empresa

Escobar, Linfati y Jaimes (2017) describen la mayor preocupación de la comercializadora de pescado como la determinación del tamaño de lote a pedir por cada tipo de insumo, teniendo en cuenta las variaciones respecto a la demanda y lead time. Adicionalmente, el problema se vuelve de mayor relevancia cuando se trata de productos con tiempo de vida cortos que hacen más crítico el planeamiento de la rotación de estos.

- Propuesta de mejora

Como parte de la propuesta de mejora, lo primero es determinar las distribuciones de probabilidad de la demanda de los productos (en kilogramos) y el lead time (en días) de los proveedores en base a información histórica de dos años de funcionamiento de la empresa. Para efectos de simplificación de la presentación de tablas, solo se va a evaluar cuatro de los productos que comercializa la empresa, que en este caso serían los productos estrella: Merluza, Mero-Cherna, Pargo Platero y Corvina. Las distribuciones fueron escogidas de acuerdo a dos pruebas de bondad de ajuste: Chi-Cuadrado y Kolmogrov-Smirnov. Los resultados se muestran en la tabla 50, elaborada por los autores.

Tabla 50

Ranking de las distribuciones de probabilidad de la demanda según los productos.

Distribuciones Probabilidad	Producto 1 (Merluza)			Producto 2 (Mero-Cherna)		
	Parámetros	Ranking (%)	Criterio	Parámetros	Ranking (%)	Criterio
Rayleigh	(60.,20.5)	100.00	No rechazar	(59.,21.6)	92.80	No rechazar
LogLogistic	(60.,1.73,23.3)	37.40	No rechazar	(59.,2.76, 25.5)	47.00	No rechazar
Weibull	(6.,1.53,27.7)	21.30	Rechazar	(59.,2.08,30.8)	100.00	No rechazar
Beta	(6.,65.2,1.17,11.96)	8.20	Rechazar			
Uniforme	(6.,65.2)	7.91	Rechazar			
Pearson				(59.,2.12,2.75,2.11)	53.10	No rechazar
Erlang				(59.,4.,7.4)	44.90	No rechazar

Distribuciones Probabilidad	Producto 3 (Pargo Platero)			Producto 4 (Corvina)		
	Parámetros	Ranking (%)	Criterio	Parámetros	Ranking (%)	Criterio
Rayleigh	(33.,26.3)	9.55	No rechazar	(38., 26.3)	9.35	No rechazar
LogLogistic	(33.,3.35,33.3)	66.50	No rechazar	(33.,3.35,33.3)	66.50	No rechazar
Weibull	(33.,2.45,38.2)	79.90	No rechazar	(33.,2.45,38.2)	79.90	No rechazar
Beta	(33.,101,2.27,2.55)	25.50	No rechazar	(33.,101,2.27,2.55)	25.50	No rechazar
Uniforme						
Pearson				(33.,985,3.54,103)	8.08	No rechazar
Erlang						

Nota. Tomado de “Gestión de Inventarios para distribuidores de productos perecederos”, por Escobar, Linfati y Jaimes, 2017.

La distribución de probabilidad del lead time es Uniforme y para la demanda usan Weibull y Rayleigh. Adicionalmente a la demanda y lead time, se va a necesitar conocer los valores de: costo unitario, precio de venta, costo de ordenar, costo de posesión de inventarios y los valores del inventario inicial por cada producto. A modo de ejemplo, se muestran los valores para el producto Mero-Cherna.

Tabla 51

Datos del producto Mero-Cherna.

Adquisición [\$/kg.]	7.276
Pedido [\$/Orden]	500
Mantenimiento [\$/día*kg]	1.097
Valor Venta [\$/kg.]	15.600

Nota. Tomado de “Gestión de Inventarios para distribuidores de productos perecederos”, por Escobar, Linfati y Jaimes, 2017.

Tabla 52

Inventario inicial del producto Mero-Cherna.

Símbolo	Días	Inventario Inicial [kg.]
	----- -- Almacenamiento	
I_0	0	0
I_1	1	60
I_2	2	40
I_3	3	0
I_4	4	5

Nota. Tomado de “Gestión de Inventarios para distribuidores de productos perecederos”, por Escobar, Linfati y Jaimes, 2017.

Para el planteamiento del modelo se establecen las siguientes restricciones: la cantidad mínima por orden es de 20 kilogramos, mientras el inventario sea de 10 kilogramos y el tiempo máximo para que un producto esté inventariado es de 4 días. Los resultados de la simulación se encuentran en la tabla 53, con valores de $S = 50\text{kg}$ y $s = 10\text{kg}$.

Tabla 53

Modelo de simulación para el producto Mero-Cherna.

Día	Inventario Neto						Ordenar Pedido		Demanda [kg.]	Venta Real [kg.]	Utilidad Neta [\$]
	I ₀ [kg.]	I ₁ [kg.]	I ₂ [kg.]	I ₃ [kg.]	I ₄ [kg.]	Total [kg.]	Si/No	Lead Time [días]			
1	0	60	40	0	5	105	No		12	12	-15.291
2	0	0	60	33	0	93	No		30	30	147.714
3	0	0	0	60	3	63	No		40	40	263.869
4	0	0	0	0	23	23	No		18	18	124.610
5	0	0	0	0	0	0	Si	2	22	0	-500
6	0	0	0	0	0	0	Si	2	16	0	-500
7	50	0	0	0	0	50	No		18	18	94.991
8	50	32	0	0	0	82	No		38	38	226.377
9	0	44	0	0	0	44	No		50	44	318.010
10	0	0	0	0	0	0	Si	2	26	0	-500
11	0	0	0	0	0	0	Si	1	24	0	-500
12	100	0	0	0	0	100	No		20	20	56.790
13	0	80	0	0	0	80	No		32	32	178.624
14	0	0	48	0	0	48	No		26	26	163.781
15	0	0	0	22	0	22	No		32	22	159.005
16	0	0	0	0	0	0	Si	2	56	0	-500
17	0	0	0	0	0	0	Si	3	52	0	-500
18	50	0	0	0	0	50	No		20	20	111.640
19	0	30	0	0	0	30	No		22	22	150.229
20	50	0	8	0	0	58	No		44	44	302.652

Nota. Tomado de “Gestión de Inventarios para distribuidores de productos perecederos”, por Escobar, Linfati y Jaimes, 2017.

Luego, se modifica el modelo con el fin de calcular qué valores de S y s son los que determinan la mejor utilidad posible.

Tabla 54

Resultados del modelo de simulación del producto Mero-Cherna.

Política	1	2	3	4	5
(s,S)	(10,20)	(10,50)	(20,90)	(10,30)	(10,40)
Media [\$]	78.516	105.151	97.407	93.762	103.73
Desviación [\$]	5.227	12.963	20.07	7.865	10.866
Coef. de Variación	6,66	12,33	20,60	8,39	10,48
Nivel Confianza [%]	95%	95%	95%	95%	95%
Límite Inferior [\$]	76.784	100.856	90.758	91.156	100.13
Límite Superior [\$]	80.247	109.445	104.056	96.367	107.33

Nota. Tomado de “Gestión de Inventarios para distribuidores de productos perecederos”, por Escobar, Linfati y Jaimes, 2017.

Finalmente, se obtienen los valores de “s” (inventario mínimo) y “S” (inventario máximo) óptimos en la tabla 54. Se selecciona el escenario 2, pues es quien maximiza el valor de la utilidad (Media\$).

- Conclusiones del caso de estudio

Se tiene como conclusión que, al estar frente a productos que tienen una demanda aleatoria, el uso de distribuciones de probabilidad es de mucha ayuda para determinar un pronóstico más acertado. Asimismo, el uso de la simulación para determinar mejores políticas de inventario en base a la maximización de la utilidad es de mucho provecho para las empresas que tienen regular cantidad de variables de entrada, pues son más sencillos de implementar con el uso de herramientas básicas como Excel, por lo que el costo es reducido.

3.3.3 Caso de estudio 9: “Análisis de la cadena de suministro por clasificación ABC: el caso de una empresa mexicana”

El noveno caso de estudio fue publicado en el año 2019 por Acosta, León y Limón para la Revista Academia y Negocios (Chile). El artículo de investigación realiza el estudio de una

empresa logística mexicana para reducir los costos de almacenamiento de sus bodegas de productos.

- Características y problemática de la industria

La industria del almacenamiento de productos perecederos que necesitan de procesos de congelamiento y refrigeración necesita de la asimilación de buenas prácticas de conservación del producto y también de la gestión de inventarios o existencias. Las problemáticas a considerar son el estricto control de higiene para las mercancías en almacén, así como la gestión exhaustiva FIFO de los productos en función de monitorear las fechas de caducidad de los mismos.

- Diagnóstico de la empresa

Acosta (2019) describe a esta empresa de congelación, refrigeración y secado de productos perecederos como una empresa que administra una gran demanda de solicitudes de servicios, como el congelamiento de carnes, frutas y verduras, las 24 horas del día. El operador logístico también se encarga de la distribución de los productos a demanda de sus clientes, a través de subcontrataciones con empresas de transporte.

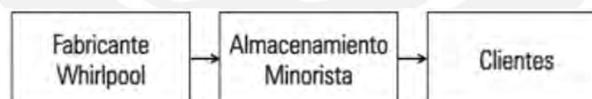


Figura 20. Cadena de suministro de la empresa mexicana.

Tomado de “Análisis de la cadena de suministro por clasificación ABC: el caso de una empresa mexicana”, por Acosta et al., 2019.

Los autores mencionan que, debido a la magnitud de operaciones de la empresa y la cantidad de clientes, se sugiere una clasificación más rigurosa respecto al inventario de la empresa con el objetivo de llevar un control más sofisticado de las existencias, generando mejores prácticas al momento de hacer control de estos. A pesar de que la empresa cuente con un registro detallado de las existencias de su almacén y realice el control de entradas y salidas, lo cual es un punto a favor,

carece del seguimiento del flujo de los productos, pues tanto el tener situaciones de sobreabastecimiento como de desabastecimiento genera costos (dinero retenido) y pérdidas (de potenciales ventas) respectivamente.

- Propuesta de mejora

La propuesta de mejora se basa en determinar a qué zona de la clasificación ABC pertenecen los 126 artículos que administra la empresa en cuestión. La clasificación ABC tomó en consideración la ratio precio-costo, es decir, la utilidad percibida respecto a la venta de los artículos refrigerados o congelados. En la tabla 55, se observa un extracto de los cálculos de 9 productos.

Tabla 55

Clasificación de los artículos ABC.

No	Clave	Venta [unidades]	Costo [c/u]	Precio de venta [c/u]	Precio-costos	Utilidad * ventas	Peso total
1	41812	38640	0.18	0.39	0.21	7968.02	20.29
82	666011	24100	0.74	0.97	0.23	5521.89	14.06
40	201200	4265	3.60	4.73	1.13	4823.10	12.28
16	110208	3000	1.04	1.52	0.48	1435.85	3.66
102	810112	2460	0.75	1.12	0.38	928.14	2.36
48	251050	1505	0.29	0.81	0.52	788.52	2.01
104	814300	2825	0.49	0.73	0.25	697.62	1.78
27	150104	2614	0.56	0.83	0.27	696.09	1.77
34	160201	3324	0.55	0.76	0.21	682.06	1.74

Nota. Tomado de “Análisis de la cadena de suministro por clasificación ABC: el caso de una empresa mexicana”, por Acosta et al., 2019.

Luego de hacer el ordenamiento de los artículos según el valor acumulado de la utilidad que representan del total, se obtuvo lo siguiente. Veintiocho productos pertenecen a la zona A, quienes representan un 79,89% de la utilidad total; en esta clasificación, se encuentran aquellos ítems que

generan la mayor cantidad de beneficios por utilidades, por lo que se debe poner más atención a su ubicación en el almacén y a la logística de su aprovisionamiento. Cuarenta y cuatro productos pertenecen a la zona B, quienes representan el 15% de las utilidades totales. Estos artículos, se consideran necesarios para la diversificación de la cartera de clientes de la empresa, sin embargo, no son influyentes al momento de aumentar la utilidad total. Y, por último, cincuenta y cuatro productos pertenecen a la zona C, representando un poco menos del 5% de la utilidad de la empresa. Los productos pertenecientes a esta categoría si se consideran importantes, pues complementan las ventas de los pedidos de los productos pertenecientes a la zona A, a pesar de que no significar mucho para el valor de ventas. Se prefiere ubicarlos en lugares poco concurridos.

Tabla 56

Resultados del análisis ABC.

Participación estimada	Clasificación de n	n	Participación de n	Ventas totales	Participación de ventas
0 % - 80 %	A	28	33%	31372.91	80%
81 % - 95 %	B	44	35%	5934.65	15%
96 % - 100%	C	54	43%	1963.71	5%
				39271.27	

Nota. Tomado de “Análisis de la cadena de suministro por clasificación ABC: el caso de una empresa mexicana”, por Acosta et al., 2019.

Como se observa en la tabla 56, los productos congelados asociados a la zona A, representan utilidades de \$ 31 372 mientras que los que están ubicados en la zona B y C completan los \$ 7 898 faltantes. En el siguiente diagrama de Pareto se explican gráficamente los resultados.

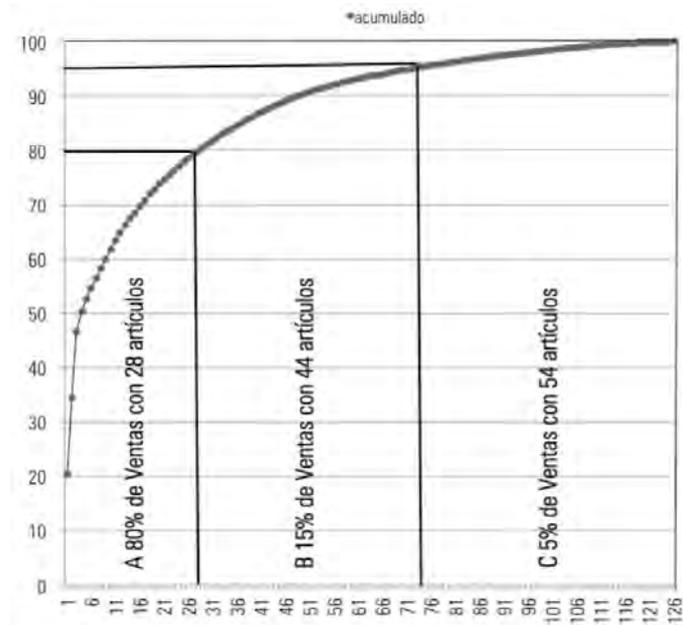


Figura 21. Gráfico de Pareto de la clasificación ABC.

Tomado de “Análisis de la cadena de suministro por clasificación ABC: el caso de una empresa mexicana”, por Acosta et al., 2019.

- Resultados y conclusiones

Se tiene como resultado del estudio, el conocer qué artículos representan la mayor cantidad de ventas con el objetivo de que se le de un seguimiento riguroso al control de sus inventarios, ya sea para evitar el vencimiento de los productos o para elegir con mayor minuciosidad a los proveedores. Además, la rentabilidad de la empresa se ve mejorada por la priorización de los productos presentes en sus bodegas, pues de acuerdo a ello podrá sopesar con mayor precisión el esfuerzo del personal de manipulación de existencias. Por ende, se concluye que los estudios de inventarios incrementan la certidumbre al momento de realizar las actividades de abastecimiento, especialmente en empresas en donde todo su valor se encuentra expresado en sus bodegas.

3.3.5 Caso de estudio 10: “Análisis para la mejora en el manejo de inventarios de una comercializadora”

El décimo caso de estudio fue publicado en el año 2017 por Jara, Sánchez y Martínez para la Revista de Ingeniería Industrial de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

(México). El artículo de investigación desarrolla la aplicación del método Q para el cálculo del EOQ y ROP de una empresa comercializadora de autopartes.

- Problemática de la industria

Entre los años 2012 y 2017, los principales países exportadores de autopartes han sido México, Japón, Estados Unidos China, Brasil y Corea (Dane, 2017). La industria de las empresas comercializadoras de autopartes está más relacionada a temas de importaciones, pues como se mencionó anteriormente, son muy pocos los países que producen este tipo de partes a gran escala. El principal inconveniente logístico de las empresas en cuestión está en el abastecimiento de sus SKU, pues debido a la variabilidad poco controlable del lead time de sus proveedores de repuestos, es necesario darles un control riguroso a las órdenes de compra interna para evitar excesos o desabastos de inventario. Los autores consideran necesario actualizar los sistemas de reposición de inventarios, previo una reclasificación ABC de los artículos.

- Diagnóstico de la empresa

Jara, Sánchez y Martínez (2017), tras el análisis de la demanda y la realización de entrevistas al personal, concluyeron que el principal problema de la comercializadora se debía a la política ROP del inventario, pues el establecimiento de las variables de entrada del modelo fue hecho 8 años atrás, por lo que los resultados aplican a un escenario desactualizado. Eso causa un cálculo del stock de seguridad ineficiente.

- Propuesta de mejora

En primer lugar, los autores realizaron una nueva clasificación ABC de los 10 artículos en cuestión, según el volumen de ventas anual (1 983 917 unidades). Gracias a esta clasificación se obtuvo que el 80% del volumen de ventas se encuentra acumulado en la zona A con un valor de 1 584 389 unidades de artículos; el 15% del volumen de ventas abarca 300 078 unidades de

artículos pertenecientes a la zona B; y, finalmente, el 5% del volumen de ventas pertenece la zona C del diagrama de Pareto, representando tan solo a 99 450 unidades de artículos.

Tabla 57

Nueva clasificación ABC.

Clase	Número de ítems de la nueva clasificación
A	104
B	336
C	2,328

Nota. Tomado de “Análisis para la mejora en el manejo de inventarios de una comercializadora”, por Jara, Sánchez y Martínez, 2017.

Para la segunda etapa de la mejora, se calcularon los nuevos sistemas de renovación de inventario EOQ y ROP, considerando la siguiente información: la demanda anual de los productos es uniforme por cada tipo de material; el lead time del proveedor es variable por tipo de producto y oscila entre los 30 y 180 días (1 a 3 meses); y los costos de ordenar, posesión de inventarios y adquisición de artículos es independiente por tipo de producto. Finalmente se realizaron los cálculos correspondientes utilizando las fórmulas presentadas a continuación.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times \text{Costo Ordenar} \times \text{Demanda Anual}}{\text{Costo de Posesión de Inevntarios}}}$$

$$\text{Cantidad de Pedidos} = \left(\frac{\text{Demanda Anual}}{EOQ} \right)$$

$$\text{Tiempre entre Pedidos} = \frac{\text{Catidad de días laborables en el año}}{EOQ}$$

$$\text{Demanda diaria} = \frac{\text{Demanda Anual}}{\text{Cantidad de días laborables en el año}}$$

$$ROP = \text{Demanda diaria} \times \text{Lead Time}$$

$$\text{Costo Total Anual} = \left(\frac{\text{Demanda Anual}}{\text{EOQ}} \right) \times \text{Costo Ordenar} + \left(\frac{\text{EOQ}}{2} \right) \times \text{Costo Posesión}$$

En la siguiente tabla se muestran los cálculos finales del EOQ y ROP.

Tabla 58

Cálculos de la nueva política Q.

Ranking	Material	Q*	Nuevo ROP	Actual ROP	Diferencia ROP
1	259420923	71,996	105,120	95,00	10,120
2	146611939	4,305	46,560	16,800	29,760
3	319544987	10,696	25,200	4,896	20,304
4	197774888	2,756	10,035	4,000	6,035
5	498576895	21,543	24,480	13,000	11,480
6	192898821	28,774	21,840	20,000	1,840
7	147824863	28,746	32,760	10,000	22,760
8	111826963	12,576	7,830	9,304	(1,474)
9	283460893	1,589	6,930	5,000	1,930
10	432537844	2,119	5,940	4,000	1,940

Nota. Tomado de “Análisis para la mejora en el manejo de inventarios de una comercializadora”, por Jara, Sánchez y Martínez, 2017.

Se observa en la última columna de la tabla 58 que, en el caso de los diez materiales, el delta (diferencia entre política ROP antigua y nueva) del valor ROP es mayor en escenarios de desabastecimiento y menor para escenarios de sobreabastecimiento. Esto demuestra que, los valores para la anterior política de inventarios evidentemente necesitaban una actualización de sus valores para evitar desfases al momento de realizar las funciones de compras en la empresa.

- Resultados y conclusiones

Se concluye que tener una correcta y actualizada administración de los inventarios, hace más eficiente las funciones de compra, especialmente en empresas comercializadoras, donde su ganancia se encuentra en el beneficio que pueda encontrar por la venta minorista de artículos. Además, la reclasificación del inventario a través del método ABC resulta de gran utilidad al momento de querer dar mayor énfasis a los productos que representen el mayor volumen de ventas, pues aquellos que salgan seleccionados para pertenecer a la zona A, representarán por lo

menos el 80% de los beneficios. Finalmente, se encontró una gran diferencia entre los puntos de reorden (ROP) anterior y el propuesto, razón por la cual la empresa presentaba casos de rotura de stock e insatisfacción en el tiempo de entrega de los pedidos, por parte de sus clientes.



Conclusiones

En el presente capítulo se detalla un conjunto de conclusiones como evidencia del análisis de la información recolectada previamente.

- Las herramientas de diagnóstico son realmente efectivas cuando de describir la situación actual se trata (diagrama de flujo, FODA), indagar sobre posibles fuentes de ineficiencia (cadena de valor o diagrama de Ishikawa) o descubrir cuantitativamente la aportación de una parte frente al todo (diagrama de Pareto). En los casos de estudio analizados, la mayoría de los autores utilizaron como mínimo una herramienta de diagnóstico para poder comprender el estado actual en que se encontraba la empresa de interés, etapa importante del desarrollo de la mejora, pues al final de la aplicación, esta información inicial es la que permite comparar o validar qué tan buena ha sido la selección de dicha propuesta.
- Se concluye también que la aplicación de herramientas de operaciones, como el plan agregado, el plan maestro y el plan de requerimiento de materiales, en muchas ocasiones se han desarrollado de manera consecutiva, con la intención de aprovechar sus beneficios de manera individual, pero también el beneficio integral que viene aunado al implementar las 3 herramientas como propuesta de mejora. El plan agregado implementado en empresas de servicio sirve también como una especie de programación de la capacidad del personal o capacidad de prestación de los servicios; el plan maestro desagrega los resultados que se puedan obtener gracias a los pronósticos de demanda y el MRP complementa tanto a la gestión de inventarios, como a la gestión de compras en una empresa.
- El grado de impacto económico que tiene la gestión de inventarios en los sectores donde los materiales o insumos que manipulan tienen un corto tiempo de vida o son sensibles

a la manipulación, es realmente positivo para el caso de restaurantes, distribuidoras de productos perecibles y hoteles. El poseer un plan de gestión de inventarios adaptado a sus necesidades les ha permitido, en primer lugar, evitar pérdidas al reducir las mermas de alimentos y, en segundo lugar, generar ahorros en el orden de los miles de dólares por la disminución de ventas perdidas (roturas de stock).

- Calcular pronósticos de la demanda en empresas de servicios como en distribuidoras es igualmente favorable que calcularlo para empresas manufactureras, pues da una mejor idea de las cantidades para los que la empresa debe estar preparada al momento de planificar su capacidad de atención o distribución. Se ha evidenciado que es importante también la elección del método de pronóstico, pues a medida que este represente de forma más precisa el comportamiento de la demanda, se obtendrán mejores resultados en la planificación. Se pueden utilizar tanto métodos de pronósticos de series de tiempo como el uso de distribuciones aleatorias para obtener las proyecciones.
- Finalmente, empresas del sector servicios y distribución han aprovechado de manera sustancial las ventajas de la aplicación de herramientas de planificación de operaciones y gestión de inventarios, a pesar de que muchas veces éstas hayan sido en un inicio pensadas solo para solucionar problemas logísticos u operacionales de líneas de producción o empresas manufactureras. No obstante, el campo de investigación sigue siendo reducido para este grupo de sectores prestadores de servicio. De todas formas, los excelentes resultados económicos dan pie a dinamizar las publicaciones que contengan el fondo del presente trabajo de investigación.

Bibliografía

- Acosta, R., Resendiz, A., & Lozano, C. (2019). Análisis de la cadena de suministro por clasificación ABC: el caso de una empresa mexicana. *RAN: Revista Academia & Negocios*, 4(2), 83-94. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6750256>
- Aranda, D. (2001). La estrategia de operaciones en las empresas de servicios: un marco teórico. *Dirección y Organización*, 0(25), 134-147. Recuperado de: <https://revistadyo.es/DyO/index.php/dyo/article/view/229/229#>
- Arcudia, C., & Pech, J., & Romero, S. (2005). La empresa constructora y sus operaciones bajo un enfoque de sistemas. *Ingeniería*, 9(1), 25-36. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467/46790104>
- Cambridge University Press. *Cambridge Dictionary*. (s.f.). Disponible en <https://dictionary.cambridge.org/es/>
- Carro, R. & González, D. (2013). *Gestión de Stocks*. Recuperado de: http://nulan.mdp.edu.ar/1830/1/gestion_stock.pdf
- Castro, C., Velez, M. & Catro, J. (2011). Clasificación ABC Multicriterio: tipos de criterios y efectos en la asignación de pesos. *Iteckne*, 8(2), pp. 163-170. DOI: <https://doi.org/10.15332/iteckne.v8i2.35>
- Chase, R., Aquilano, N., Jacobs, F. (2000). *Administración de producción y operaciones: manufactura y servicios*. Santa Fe de Bogotá, Colombia: McGraw Hill. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/marce139/administracion-deoperacionesyproduccion12edchaseaquilanojacobs11>
- Corponet. (2014). Disponible 28 de julio de 2020, de <https://blog.corponet.com.mx/7-errores-que-debes-evitar-en-la-administracion-de-inventarios#:~:text=La%20gesti%C3%B3n%20de%20inventarios%20es,mercanc%C3%ADa%20que%20no%20se%20vende%2C>
- De Vicuña Ancín, J. M. S. (1996). La distribución comercial: opciones estratégicas. ESIC editorial. Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=HLwXz->

[NvVoEC&oi=fnd&pg=PA11&dq=La+distribuci%C3%B3n+comercial+:+Opciones+es+trat%C3%A9gicas&ots=s2zebO8sKi&sig=teMVLNnCtymMz2w0AaXzDSjS38Q](#)

Escobar, J., Linfati, R., & Adarm, W. (2017). Gestión de Inventarios para distribuidores de productos perecederos. *Ingeniería y desarrollo*, 35(1), 219-239. Recuperado de: <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/8609/8950>

Farah, M. & Luna, L. Cadena de valor en destinos turísticos: caso Villa Carlos Paz. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5350919.pdf>

Fonnegra, G. (2018). Planificación de operaciones de manufactura y servicios. Instituto Tecnológico Metropolitano. Recuperado de: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=43yIDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA5&dq=planificacion+y+control+de+operaciones&ots=6yeIs5NZf3&sig=yIC_mtoMrxbrhD117fTTmKBUYUY#v=onepage&q=planificacion%20y%20control%20de%20operacion&f=false

García, O., Rojas, D., & Torrealba, D. (2008). Análisis de Pareto. Sucre: Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre.

González-Sánchez, C., Garza-Ríos, R., & Trujillo-Quintana, I. (2013). Determinación del tamaño del pedido en el almacén de un restaurante. *Ingeniería Industrial*, 34(3), 280-292. Recuperado en 30 de julio de 2020, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362013000300005&lng=es&tlng=es.

Heizer, J. & Render, B. (2004). Principios de administración de operaciones. Pearson Educación. Recuperado de: <http://139.62.234.29/rid=1TSVV2PLH-XL3D42-1Q0/Principios-De-Administracion-De-Operacio.pdf>

INEI, I. (2019). Perú: Estructura Empresarial, 2018. Recuperado de: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1703/libro.pdf

Investopedia. (2020). Disponible 28 de julio de 2020, de <https://www.investopedia.com/terms/s/service-sector.asp>

- Investopedia. (2020). Disponible 28 de julio de 2020, de <https://www.investopedia.com/terms/d/distribution-channel.asp>
- Jara-Cordero, S., Sánchez-Partida, D., & Martínez-Flores, J. L. (2017). Análisis para la mejora en el manejo de inventarios de una comercializadora. *Revista de Ingeniería*, 1(1), 1-18. Recuperado de: http://www.academia.edu/download/62674979/tiempos_y_costos_418_20200401-67681-1k9zp42.pdf
- Johnston, R. (1999). Service operations management: return to roots. *International Journal of Operations & Production Management*. Recuperado de: <http://p285140.mittwaldserver.info/sites/default/files/upload/SD-%201999%20Johnston%20Service%20operations%20management-%20return%20to%20roots.pdf>
- Juárez, A., Zuñiga, C., Flores, J. & Partida, D. (2018). Gestión de políticas de inventario en el almacenamiento de materiales de acero para la construcción. *Revista Ingeniería Industrial*, pp. 17(1), 5-22. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7047360>
- Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra, M. (2008). Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor. México: Pearson Educación. Recuperado de: https://www.academia.edu/28728371/Administraci%C3%B3n_de_operaciones_Procesos_y_cadenas_de_valor
- Los Santos, I. S. (2006). Logística y marketing para la distribución comercial (Tercera Edición). Madrid: ESIC editorial. Recuperado de: https://www.esic.edu/editorial/editorial_producto.php?t=Log%EDstica+y+marketing+para+la+distribuci%F3n+comercial&isbn=9788473564397
- Manzo, E., Mendoza, D., Rodríguez, R., & Gutiérrez, B. (2017). Diagnóstico de los modelos de gestión de inventarios de alimentos en empresas hoteleras. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 4(3), pp.28-51. Recuperado de: <https://search.proquest.com/openview/660344ba9bcf72d074d9bf7bbf516505/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2043236>

- Manene, L. (2011). Los diagramas de flujo: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones, pp. 09-18. Recuperado de: http://www.academia.edu/download/60656037/Los_diagramas20190920-8696-u4r0qz.pdf
- Marqués-León, M., Medina-León, A., Negrín-Sosa, E., Nogueira-Rivera, D., & Hernández-Nariño, A. (2014). Aplicación de sistemas de planificación de requerimientos de materiales en hospitales de Matanzas. *Ingeniería Industrial*, 35(3), pp. 358-370. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362014000300011#t05
- Marqués, M., Negrín, E., Hernández, A., Nogueira, D. & Medina, A. (2017). Modelo para la planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias. *Gestión y política pública*, 26 (SPE), 79-124. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792017000300079
- Núñez, A., Guitart, L. & Baraza, X. (2014). Dirección de operaciones: Decisiones tácticas y estratégicas (Primera Edición). Barcelona: Editorial UOC. Recuperado de: <https://www.academia.edu/37886935/Direccion-de-Operaciones.pdf>
- Parra, J. & Gallego, M. (2019). Propuesta de un sistema para el control de inventarios de agroquímicos a granel en una empresa de servicio de fumigación para cultivos de caña. *Programa de Ingeniería Industrial 2019*, pp. 1-16. Colombia: Universidad Santiago de Cali. Recuperado de: <https://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/192>
- Peña, M., & Garrido, E. (2016). Fundamentos de dirección de operaciones en empresas de servicios. Madrid: ESIC Editorial. Recuperado de: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Kc9QDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA105&dq=%22manufactura+y+servicios%22+planificaci%C3%B3n+de+operaciones&ots=Sk_HZRcuda&sig=fNBBfihmWrEmfYLF9ny6KowsyE#v=onepage&q&f=true
- Pérez, M. & Wong, H. (2018). Gestión de inventarios en la empresa Soho Color Salón & Spa en Trujillo (Perú), en 2018. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, pp. 15-27. Recuperado de: https://www.redalyc.org/pdf/4096/Resumenes/Resumen_409658132010_1.pdf

- Quintero, J. & Sánchez, J. (2006). La cadena de valor: Una herramienta del pensamiento estratégico. *Telos*, 8(3), 377-389. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/993/99318788001.pdf>
- Ramos, F. (2006). La Dirección de Operaciones de Servicios (DOS). *Industrial Data*, 9(2), pp. 84-94. Recuperado de: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/323260/dosfranklin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, B. & Oliveros, G. (2018). Gestión de inventarios para reducir los costos del almacén de Manpower Perú EIRL. *INGnosis Revista de Investigación Científica*, 4(1), pp. 15-28. Recuperado de: <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/INGnosis/article/view/2058>
- Sales, M. (2009). Diagrama de Pareto. Recuperado de: http://www.academia.edu/download/44144377/Diagramde_pareto.pdf
- Sarli, R., González, S., & Ayres, N. (2015). Análisis FODA. Una herramienta necesaria. *Revista de la Facultad de Odontología*, 9(1), pp. 17-20. Recuperado de: https://tesisenfermeria.bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/7320/sarlirfo-912015.pdf
- Serrano, A., Zurita, C., & Álvarez, J. (2019). Control de inventario con enfoque ABC en el departamento de alimentos y bebidas del Hotel Oro Verde, Cuenca–Ecuador. *CIENCIAMATRIA*, 5(1), pp. 735-757. Recuperado de: <https://cienciamatriarevista.org.ve/index.php/cm/article/view/316/389>
- The Economic Times. (s.f.) Disponible 28 de julio de 2020, de <https://economictimes.indiatimes.com/definition/distribution>
- Valenzuela, L. (2000). Diagrama de Ishikawa. Santiago de Chile: UNAB. Recuperado de: <http://www.academia.edu/download/51937786/Ishikawa.pdf>
- Vílchez, E., & Prada, J. (2015). Estudio del flujo de la cadena de valor para una producción en la industria alimentaria. *Técnica Industrial*, 310, pp. 46-52. Recuperado de: ftp://emigarvil:guitarra@ftp.eresmas.net/Flujo_Lean.pdf